



GE VERNOVA

MiCOM P40 Agile

5th Generation P44

Instrukcja obsługi
Zabezpieczenie odległościowe

Wersja sprzętu: Q

Wersja oprogramowania: AA

Numer referencyjny publikacji: P44-TM-PL-1.1



Contents

Rozdział 1	Wprowadzenie	1
1.1	Przegląd rozdziału	2
1.2	Posłowie	3
1.2.1	Adresaci niniejszego podręcznika	3
1.2.2	Konwencje typograficzne	3
1.2.3	Nomenklatura	4
1.2.4	Zgodność	4
1.3	Zakres produktu	5
1.3.1	Wersje produktu	5
1.3.2	Opcje zamawiania	5
1.4	Właściwości i funkcje	7
1.4.1	Funkcje zabezpieczenia odległościowego	7
1.4.2	Funkcje zabezpieczające	7
1.4.3	Funkcje sterowania	8
1.4.4	Funkcje pomiarowe	8
1.4.5	Funkcje komunikacyjne	9
1.5	Schematy logiczne	10
1.6	Przegląd funkcjonalny	12
1.7	Przegląd funkcjonalny	13
1.8	Przegląd funkcjonalny	14
Rozdział 2	Informacje dotyczące bezpieczeństwa	16
2.1	Przegląd rozdziału	17
2.2	Bezpieczeństwo i higiena pracy	18
2.3	Symbole	19
2.4	Instalowanie, uruchamianie i serwisowanie	20
2.4.1	Zagrożenia związane z podnoszeniem ładunków	20
2.4.2	Zagrożenia związane z elektrycznością	20
2.4.3	Wymagania UL/CSA/CUL	21
2.4.4	Wymagania dotyczące bezpieczników	21
2.4.5	Podłączenia urządzenia	22
2.4.6	Wymagania dotyczące klasy ochronności 1 urządzeń	23
2.4.7	Lista czynności kontrolnych poprzedzających podłączenie zasilania	23
2.4.8	Peryferyjne obwody elektroniczne	24
2.4.9	Modernizacja/serwisowanie	25
2.5	Wycofanie z eksploatacji i utylizacja	27
2.6	Zgodność z przepisami	28
2.6.1	Zgodność z dyrektywą EMC: 2014/30/EU	28
2.6.2	Zgodność z dyrektywą LVD: 2014/35/EU	28
2.6.3	Zgodność z dyrektywą R&TTE: 2014/53/EU	28
2.6.4	Zgodność z normami UL/CUL	28
Rozdział 3	Konstrukcja urządzenia	29
3.1	Przegląd rozdziału	30
3.2	Architektura sprzętowa	31
3.2.1	Architektura sprzętu koprocessora	31
3.3	Konstrukcja mechaniczna	33
3.3.1	Warianty obudowy	33
3.3.2	Lista płytek	34
3.4	Przedni panel	36
3.4.1	Komora panelu przedniego	36

3.4.2	Interfejs użytkownika	36
3.4.3	klawiatura	37
3.4.4	Port USB	38
3.4.5	Wskaźniki funkcyjne LED o przypisanym na stałe znaczeniu	38
3.4.6	Klawisze funkcyjne	39
3.4.7	Programowalne wskaźniki LED	39
3.5	Tylna ścianka	40
3.5.1	Ochrona listwy zaciskowej przed czynnikami zewnętrznymi	41
3.6	Układy i moduły	42
3.6.1	Płytki obwodów drukowanych	42
3.6.2	Podzespoły	42
3.6.3	Układ główny procesora	43
3.6.4	Układ zasilania	44
3.6.4.1	Element nadzorujący	46
3.6.4.2	Tylny port szeregowy	47
3.6.5	Moduł wejściowy - 1 układ przekładnika	48
3.6.5.1	Opis obwodu modułu wejściowego	49
3.6.5.2	Płyta transformatorowa	51
3.6.5.3	Układ wejść	52
3.6.6	Standardowa płyta wyjść przekaźnikowych	54
3.6.7	Układ IRIG-B	56
3.6.8	Układ światłowodowy	57
3.6.9	Układ tylnych portów komunikacyjnych	58
3.6.10	Płyta redundantnej sieci Ethernet	59
3.6.11	Układ nadmiarowy IEC61850-9-2LE	61
3.6.12	Płyta koprocessora	62
3.6.12.1	Wejścia różnicowoprądowe	63
3.6.12.2	Płyta koprocessora z wejściem 1PPS	63

Rozdział 4 Struktura programowa

64

4.1	Przegląd rozdziału	65
4.2	Przegląd projektu oprogramowania	66
4.3	Oprogramowanie poziomu systemowego	67
4.3.1	System operacyjny czasu rzeczywistego	67
4.3.2	Oprogramowanie usług systemowych	67
4.3.3	Oprogramowanie autodiagnostyki	67
4.3.4	Autodiagnostyka uruchamiania	67
4.3.4.1	Rozruch systemu	67
4.3.4.2	Inicjalizacja oprogramowania poziomu systemowego	68
4.3.4.3	Inicjowanie i monitorowanie oprogramowania platformy	68
4.3.5	Ciągła autodiagnostyka	68
4.4	Oprogramowanie platformy	70
4.4.1	Rejestrowanie rekordów	70
4.4.2	Baza danych ustawień	70
4.4.3	Interfejsy	70
4.5	Funkcje zabezpieczająco-sterujące	71
4.5.1	Akwizycja próbek	71
4.5.2	Śledzenie częstotliwości	71
4.5.3	Bezpośrednie wykorzystanie próbkowanych wartości	71
4.5.4	Inicjalizacja oprogramowania poziomu systemowego	72
4.5.5	Zabezpieczenie odległościowe	72
4.5.6	Przetwarzanie sygnałów Fouriera	72
4.5.7	Programowalny układ logiczny	73
4.5.8	Rejestracja zdarzeń	74
4.5.9	Rejestrator zakłóceń	74
4.5.10	Lok zakłócenia	74

4.5.11	Klawisze funkcyjne interfejsu	75
--------	-------------------------------	----

Rozdział 5 Konfiguracja **76**

5.1	Przegląd rozdziału	77
5.2	Oprogramowanie konfiguracyjne	78
5.3	Obsługa panelu HMI	79
5.3.1	Nawigacja w panelu HMI	80
5.3.2	Pierwsze kroki	80
5.3.3	Dane podstawowe	80
5.3.4	Nawigacja w ekranie domyślnym	81
5.3.5	Przetwarzanie alarmów i zapisów	81
5.3.6	Przeglądarka schematów jednokreskowych (SLD).	82
5.3.6.1	Sterowanie wyłącznikiem (tylko widok SLD)	82
5.3.7	Struktura menu	83
5.3.8	Bezpośredni dostęp (klawisze kontekstowe menu)	84
5.3.8.1	Wejścia sterownicze	84
5.3.9	Zmiana konfiguracji	85
5.3.10	Klawisze funkcyjne	85

Rozdział 6 Działanie próbkowanych wartości analogowych **87**

6.1	Przegląd rozdziału	88
6.2	Wprowadzenie do próbkowanych wartości analogowych	89
6.3	Ponowne próbkowanie danych	90
6.4	Wyrównanie próbkowanych wartości analogowych	91
6.4.1	Mapowania kanałów dla testu SAV, SAV wątpliwe, SAV nieprawidłowe	91
6.4.2	Jakość danych	91
6.4.2.1	Wpływ jakości danych na funkcje zabezpieczające	92
6.4.3	Wydajność magistrali procesowej	93
6.4.4	Przełączanie VT	93
6.4.5	Wirtualne wejścia i wyjścia	94
6.4.5.1	Ustawienia wirtualnego przekładnika prądowego i przekładnika VT	95
6.4.6	Alarmy IED	95
6.4.6.1	Alarmy P54	96

Rozdział 7 Zabezpieczenie odległościowe **97**

7.1	Przegląd rozdziału	98
7.2	Wprowadzenie	99
7.2.1	Zasada zabezpieczenia odległościowego	99
7.2.2	Czynniki wpływające na skuteczność	99
7.2.3	Obliczanie impedancji	100
7.2.4	Implementacja z komparatorami	100
7.2.5	Charakterystyki polaryzacji odległości	100
7.3	Zasady działania stref pomiaru odległości	101
7.3.1	Charakterystyki Mho	102
7.3.1.1	Kierunkowa charakterystyka Mho dla zwarć fazowych	102
7.3.1.2	Charakterystyka przesunięcia Mho dla zwarć fazowych	102
7.3.1.3	Charakterystyka kierunkowa autopolaryzacji Mho dla zwarć doziemnych	103
7.3.1.4	Charakterystyka przesunięcia Mho dla zwarć doziemnych	105
7.3.1.5	Polaryzacja pamięci charakterystyk mho	107
7.3.1.6	Dynamiczne rozszerzanie i kurczenie Mho	107
7.3.1.7	Polaryzacja skrośna charakterystyk Mho	110
7.3.1.8	Implementacja polaryzacji Mho	111
7.3.2	Charakterystyka czworoboczna	112
7.3.2.1	Czworoboki kierunkowe	114

7.3.2.2	Charakterystyki czworoboku zwarcia doziemnego	119
7.3.3	Charakterystyka czworoboczna dla zwarć fazowych	128
7.3.3.1	Linia zasięgu impedancji zwarcia fazowego	128
7.3.3.2	Odwrotna linia zasięgu impedancji	129
7.3.3.3	Linia zasięgu rezystywnego zwarcia fazowego	133
7.3.3.4	Odwrotna linia zasięgu rezystywnego zwarcia fazowego	134
7.3.3.5	Podsumowanie charakterystyki czworobocznej zwarcia fazowego	134
7.4	Wdrożenie zabezpieczenia odległościowego zwarcia fazowego i doziemnego	137
7.4.1	Charakterystyki zwarcia fazowego	137
7.4.2	Charakterystyki zwarcia doziemnego	137
7.4.3	Decyzja o wyzwoleniu zabezpieczenia odległościowego	137
7.4.4	Wybór fazy zabezpieczenia odległościowego	138
7.4.4.1	Wybór zwartej fazy	138
7.4.5	Obciążony detektor prądu zerowego i nadzór typu zwarcia	139
7.4.6	Kierunkowanie elementów odległościowych	140
7.4.7	Element kierunkowy delta	140
7.4.7.1	Zasada działania i konfiguracja kierunkowej delty	141
7.4.7.2	Decyzja kierunkowa delta	142
7.4.8	Ustawienia strefy elementu odległości	144
7.4.8.1	Ustawienia zaawansowane strefy odległości	144
7.4.8.2	Czułości strefy odległości	145
7.4.9	Zastosowanie z kondensatorem VT	145
7.4.9.1	CVT z pasywnym tłumieniem ferorezonansu	146
7.4.9.2	CVT z aktywnym tłumieniem ferorezonansu	146
7.4.10	Ograniczanie obciążenia	146
7.4.11	Zabezpieczenie przed zwarciami cross-country	147
7.5	Systemy izolowane i kompensowane na odległość	149
7.5.1	Systemy z uziemieniem cewką Petersena	149
7.5.2	Zabezpieczenie odległościowe przed zwarciami doziemnymi dla systemów izolowanych i kompensacyjnych	152
7.5.2.1	Jednofazowe zwarcia doziemne w systemach izolowanych lub kompensacyjnych	153
7.5.2.2	Zwarcia cross-country w systemach izolowanych lub kompensacyjnych	153
7.5.3	Wdrożenie zabezpieczenia odległościowego dla sieci izolowanych i kompensacyjnych	154
7.5.3.1	Ustawienie systemu uziemienia sieci	154
7.5.3.2	Pierwsze wykrycie zwarcia doziemnego	154
7.5.3.3	Logika wykrywania zwarć	156
7.5.3.4	Logika preferencyjnej fazy	157
7.6	Uwagi dotyczące zastosowania	163
7.6.1	Wybór trybu ustawień	163
7.6.2	Wybór charakterystyki roboczej	163
7.6.2.1	Charakterystyka fazy	163
7.6.2.2	Charakterystyki zwarcia doziemnego	164
7.6.3	Wytyczne dotyczące ustawiania zasięgu strefy	164
7.6.3.1	Zasięgi rezystywne czworoboczne	165
7.6.4	Zasięgi rezystywne i przechyłanie zwarcia doziemnego	166
7.6.4.1	Przechyłanie dynamiczne	166
7.6.4.2	Stałe przechyłanie	167
7.6.5	Ustawienia strefy zwarcia fazowego	167
7.6.6	Element kierunkowy zabezpieczenia odległościowego	168
7.6.7	Wytyczne dotyczące ustawiania elementu kierunkowego delta	168
7.6.7.1	Progi delta	169
7.6.8	Konfiguracja filtrowania	169
7.6.8.1	Odległościowy filtr cyfrowy	169
7.6.8.2	Ustawianie CVT	170
7.6.9	Konfiguracja ograniczenia obciążenia	170
7.6.10	Konfiguracja polaryzacji	171
7.6.11	Przykład zabezpieczenia odległościowego	171
7.6.11.1	Obliczanie impedancji linii	172

7.6.11.2	Kompensacja resztkowa dla elementów zwarcia doziemnego	172
7.6.11.3	Ustawienia zasięgu fazy i uziemienia strefy 1	173
7.6.11.4	Ustawienia zasięgu fazy i uziemienia strefy 2	173
7.6.11.5	Ustawienia zasięgu fazy i uziemienia strefy 3	173
7.6.11.6	Ustawienia zasięgu odwrotnego strefy 3	174
7.6.11.7	Ustawienia zasięgu odwrotnego strefy 4	174
7.6.11.8	Unikanie obciążenia	174
7.6.11.9	Ustawienia zasięgu rezystywnego czworoboku	175
7.6.12	Zastosowania z przewodem trójkowym (teed feeder)	176

Rozdział 8 Schematy komunikacji z nośnikiem 178

8.1	Przegląd rozdziału	179
8.2	Wprowadzenie	180
8.3	Logika schematu komunikacji odległościowej	181
8.3.1	Wdrażanie schematów komunikacji z nośnikiem	181
8.3.1.1	Rodzaje schematów komunikacji z nośnikiem	181
8.3.1.2	Domyślne schematy komunikacji z nośnikiem	182
8.3.2	Schemat dopuszczający skrócony zasięg	183
8.3.3	Schemat dopuszczający wydłużenie zasięgu	184
8.3.3.1	Wzmocnienie wyzwolenia dopuszczalnego wydłużonego zasięgu	186
8.3.3.2	Funkcje słabego przepływu dopuszczalnego wydłużenia zasięgu	187
8.3.4	Schemat dopuszczenia utraty ochrony	188
8.3.5	Logika ochrony odwrócenia prądu	188
8.3.6	Schematy blokowania odległościowego	189
8.3.7	Schematy odblokowania odległościowego	191
8.3.8	Diagramy logiki odległościowej	193
8.3.8.1	Logika wysyłania odległościowego	193
8.3.8.2	Logika odbierania schematów komunikacji z nośnikiem	195
8.3.8.3	Logika wyzwalań odległościowego	196
8.3.8.4	Logika wyzwalań PUR	199
8.3.8.5	Logika wyzwalań POR	200
8.3.8.6	Logika wyzwalań POR	204
8.3.8.7	Logika wyzwalań schematu blokowania 1	205
8.3.8.8	Logika wyzwalań schematu blokowania 2	206
8.4	Logika schematu DEF	207
8.4.1	Wprowadzenie DEF	207
8.4.2	Wdrożenie	207
8.4.3	Polaryzacja DEF	207
8.4.3.1	Polaryzacja sekwencji zerowej	208
8.4.3.2	Polaryzacja sekwencji ujemnej	209
8.4.4	Wytuczna ustawiania funkcji DEF	210
8.4.5	Schemat DEF POR	211
8.4.6	Schemat blokowania DEF	212
8.4.7	Schematy logiki DEF	214
8.4.7.1	Sygnały kierunkowe DEF	214
8.4.7.2	Logika wysyłania DEF	214
8.4.7.3	Logika odbierania schematów komunikacji z nośnikiem	215
8.4.7.4	Logika wyzwalań DEF	216
8.4.7.5	Logika wyzwalań POR	217
8.4.7.6	Logika wyzwalań POR	219
8.4.7.7	Logika wyzwalań schematu blokowania 1	220
8.4.7.8	Logika wyzwalań schematu blokowania 2	221
8.5	Logika schematu delta	222
8.5.1	Schemat delta POR	222
8.5.2	Schemat blokowania delta	223
8.5.3	Diagramy logiki delta	225
8.5.3.1	Logika wysyłania delta	225

8.5.3.2	Logika odbierania schematów komunikacji z nośnikiem	226
8.5.3.3	Logika wyzwalania delta	227
8.5.3.4	Logika wyzwalania POR	228
8.5.3.5	Logika wyzwalania POR	230
8.5.3.6	Logika wyzwalania schematu blokowania 1	231
8.5.3.7	Logika wyzwalania schematu blokowania 2	232
8.6	Schematy teleochrony DE	233
8.6.1	Opis schematu DE	233
8.7	Uwagi dotyczące zastosowania	235
8.7.1	Odległościowy program wspomaganie PUR	235
8.7.2	Odległościowy program wspomaganie POR	235
8.7.3	Schemat blokowania odległościowego	235
8.7.4	Schemat DEF POR	236
8.7.5	Schemat blokowania DEF	236
8.7.6	Schemat delta POR	236
8.7.7	Schemat blokowania delta	237
8.7.8	Zastosowania z przewodem trójkowym (teed feeder)	237
8.7.8.1	Schematy POR dla trójkowych linii zasilających	238
8.7.8.2	Schematy PUR dla trójkowych linii zasilających	240
8.7.8.3	Schematy blokowania dla trójkowych linii zasilających	241

Rozdział 9 Schematy bez wspomagania 242

9.1	Przegląd rozdziału	243
9.2	Schematy bez wspomagania	244
9.3	Schematy podstawowe	245
9.3.1	Tryby schematu podstawowego	245
9.3.2	Ustawienie podstawowego schematu	247
9.4	Schematy wyzwolenia przy zamknięciu	249
9.4.1	Włączenia na zwarcie (SOTF)	250
9.4.1.1	Tryb włączenia na zwarcie	251
9.4.1.2	Wyzwalanie SOTF	251
9.4.1.3	Wyzwalanie SOTF z CNV	251
9.4.2	Wyzwolenia przy ponownym zamknięciu (TOR)	252
9.4.2.1	Tryb wyzwolenia przy ponownym zamknięciu	252
9.4.2.2	Logika wyzwolenia TOR dla odpowiednich stref	252
9.4.2.3	Logika wyzwolenia TOR z CNV	253
9.4.3	Polaryzacja podczas zasilania obwodu energią	253
9.5	Schemat rozszerzenia strefy 1	254
9.6	Schemat utraty obciążenia	256

Rozdział 10 Funkcje kołysań mocy 258

10.1	Przegląd rozdziału	259
10.2	Wprowadzenie do blokowania kołysania mocy	260
10.3	Blokowanie kołysań mocy	262
10.3.1	Wykrywanie kołysań mocy	262
10.3.1.1	Wykrywanie kołysań mocy bez wprowadzania ustawień	262
10.3.1.2	Wykrywanie powolnego kołysania mocy	265
10.3.1.3	Wykrywanie kołysań mocy (alarm i blokowanie)	266
10.3.2	Wykrywanie zwarcia podczas kołysania mocy	271
10.3.3	Konfiguracja blokowania kołysania mocy	271
10.3.4	Granica ograniczania obciążenia kołysania mocy	272
10.3.5	Logika blokowania kołysań mocy	273
10.3.6	Wytyczne dotyczące ustawiania blokowania kołysań mocy	274
10.3.6.1	Ustawianie limitów rezystywnych	275
10.3.6.2	Ustawianie limitów reaktywnych	275
10.3.6.3	Wytyczne dotyczące ustawiania timera PSB	276

10.4	Zabezpieczenie przed utratą synchronizmu	278
10.4.1	Wykrywanie braku synchronizmu	278
10.4.2	Zasada działania zabezpieczenia przed utratą synchronizmu	279
10.4.3	Diagram logiczny utraty synchronizmu	281
10.4.4	Uwagi dotyczące zastosowania OST	281
10.4.4.1	Ustawienia trybu OST	281
10.4.4.2	Alarmowanie i blokowanie kołysań mocy	286
10.4.4.3	Kąt stabilności krytycznej	287

Rozdział 11 Automatyczne ponowne zamknięcie **293**

11.1	Przegląd rozdziału	294
11.2	Informacje wstępne o samoczynnym powtórным załączaniu (SPZ)	295
11.2.1	Omówienie adaptacyjnego samoczynnego powtórного załączania	296
11.3	Implementacja samoczynnego powtórного załączania	298
11.3.1	Wejścia logiczne funkcji SPZ ze źródeł zewnętrznych	299
11.3.1.1	Wejście wyłącznika sprawnego	299
11.3.1.2	Wejście sygnału wstrzymującego samoczynne powtórne załączanie	299
11.3.1.3	Wejście sygnału blokady samoczynnego powtórного załączania.	300
11.3.1.4	Wejście zerowania blokady	300
11.3.1.5	Wejście niezgodności położenia zestyków	300
11.3.1.6	Wskaźnik wyzwalania zewnętrznego	300
11.3.2	Wejścia logiczne funkcji SPZ	300
11.3.2.1	Sygnały inicjowania wyłączenia	300
11.3.2.2	Wejścia stanu wyłącznika	301
11.3.2.3	Sygnały kontroli systemu	301
11.3.3	Wyjścia logiczne funkcji SPZ	301
11.3.4	Sekwencja działania samoczynnego powtórного załączania	301
11.3.4.1	Sekwencja czasów SPZ - zwarcie przejściowe	301
11.3.4.2	Sekwencja czasów SPZ - zwarcie przejściowe dwa wyłączniki	302
11.3.4.3	Sekwencja czasów SPZ - zwarcie ewoluujące / przejściowe	302
11.3.4.4	Sekwencja czasów SPZ - zwarcie ewoluujące / przejściowe przy konfiguracji z dwoma wyłącznikami	303
11.3.4.5	Sekwencja czasów SPZ - zwarcie ewoluujące / przejściowe jednofazowe	303
11.3.4.6	Sekwencja czasów SPZ - zwarcie trwałe	304
11.4	Moduły logiczne (pojedynczy wyłącznik)	306
11.4.1	Monitor stanu wyłącznika	306
11.4.1.1	Schemat logiczny monitora stanu wyłącznika	307
11.4.2	Logika otwierania wyłącznika	308
11.4.2.1	Schemat logiki otwierania wyłącznika	308
11.4.3	Logika wyłącznika gotowego	308
11.4.3.1	Schemat logiki wyłącznika gotowego	308
11.4.3.2	Schemat logiczny SPZ OK	309
11.4.4	Samoczynne powtórne załączanie aktywne	309
11.4.4.1	Schemat logiczny - samoczynne powtórne załączanie włączone	309
11.4.5	Tryby SPZ	309
11.4.5.1	Jednofazowe i trójfazowe SPZ	310
11.4.5.2	Schemat logiczny - tryby samoczynnego powtórного załączania włączone	311
11.4.6	Logika wyzwalania wymuszenia trójfazowego SPZ	311
11.4.6.1	Schemat logiczny wyzwalania wymuszenia trójfazowego SPZ	311
11.4.7	Logika inicjowania SPZ	311
11.4.7.1	Schemat logiczny inicjowania SPZ	313
11.4.7.2	Schemat logiczny testu wyzwolenia SPZ	313
11.4.7.3	Schemat logiczny zewnętrznego inicjowania wyzwolenia SPZ	314
11.4.7.4	Schemat logiczny ponownego zadziałania zabezpieczenia i powstania zwarcia ewoluującego	315
11.4.7.5	Schemat logiczny pamięci zwań	315
11.4.8	Samoczynne powtórne załączanie w toku	315
11.4.8.1	Schemat logiczny SPZ w toku	316
11.4.9	Licznik sekwencji	316

11.4.9.1	Schemat logiczny licznika sekwencji SPZ	317
11.4.10	Wybór cyklu SPZ	317
11.4.10.1	Schemat logiczny wyboru cyklu jednofazowego SPZ	317
11.4.10.2	Wybór cyklu 3-fazowego SPZ	317
11.4.11	Kontrola czasu przerwy beznapięciowej	318
11.4.11.1	Schemat logiczny włączenia rozpoczęcia czasu przerwy beznapięciowej	319
11.4.11.2	Jednofazowy czas przerwy beznapięciowej i adaptacyjna logika SPZ (AAR).	319
11.4.11.3	Schemat logiczny 1-fazowego czasu przerwy beznapięciowej	320
11.4.11.4	Schemat logiczny 3-fazowego czasu przerwy beznapięciowej	321
11.4.12	Samoczynne powtórne załączanie wyłącznika	321
11.4.12.1	Schemat logiczny powtórnego załączania wyłącznika	322
11.4.13	Czas zbrojenia	322
11.4.13.1	Schemat logiczny przygotowania do inicjalizacji regeneracji	323
11.4.13.2	Schemat logiczny czasu regeneracji	323
11.4.13.3	Schemat logiczny sygnałów udanego cyklu SPZ	323
11.4.13.4	Schemat logiczny wskazania pomyślnego zerowania SPZ	324
11.4.14	Liczniki czasu wyłącznik sprawny i kontrole systemowe	324
11.4.14.1	Schemat logiczny licznika czasu wyłącznik sprawny i kontrole systemowe	325
11.4.15	Liczniki prób SPZ	325
11.4.15.1	Schemat logiczny liczników prób SPZ	326
11.4.16	Kontrola wyłącznika obwodu	327
11.4.16.1	Schemat logiczny sterowania wyłącznikiem	327
11.4.17	Monitorowanie czasu wyzwiania wyłącznika	327
11.4.17.1	Schemat logiczny monitorowania czasu wyzwolenia wyłącznika	328
11.4.18	Blokada SPZ	328
11.4.18.1	Schemat logiczny blokady wyłącznika	329
11.4.19	Zerowanie blokady wyłącznika	329
11.4.19.1	Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika	330
11.4.20	PoleDiskrep	330
11.4.20.1	Schemat logiczny niezgodności położenia zestyków	331
11.4.21	Konwersja wyzwiania wyłącznika	331
11.4.21.1	Schemat logiczny konwersji wyzwiania wyłącznika	331
11.4.22	Monitorowanie i kontrola zamknięcia wyłącznika	331
11.4.22.1	Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika	332
11.4.22.2	Monitor kontroli synchronizmu zamknięcia wyłącznika	333
11.4.23	Kontrola synchronizmu zamknięcia wyłącznika	333
11.4.23.1	Schemat logiczny kontroli systemowej trójfazowego SPZ	335
11.4.23.2	Schemat logiczny kontroli systemowej ręcznego zamknięcia wyłącznika	336
11.5	Moduły logiczne (dwa wyłączniki)	337
11.5.1	Monitor stanu wyłącznika	337
11.5.1.1	Monitor stanu wyłącznika	338
11.5.2	Logika otwierania wyłącznika	339
11.5.2.1	Schemat logiki otwierania wyłącznika	340
11.5.3	Logika wyłącznika gotowego	340
11.5.3.1	Schemat logiki wyłącznika gotowego	341
11.5.4	Logika włączania samoczynnego powtórnego załączania	341
11.5.4.1	Schemat logiczny - samoczynne powtórne załączanie włączone	341
11.5.5	SPZ wyłącznik prowadzący / nadążny	341
11.5.5.1	Schemat logiczny wyboru wyłącznika prowadzącego / nadążnego	342
11.5.5.2	Schemat logiczny wyłącznika prowadzącego / nadążnego	343
11.5.6	Tryby SPZ	343
11.5.6.1	Jednofazowe i trójfazowe SPZ	344
11.5.6.2	Schemat logiczny - tryby samoczynnego powtórnego załączania włączone	345
11.5.7	Logika wyzwiania wymuszenia trójfazowego SPZ	345
11.5.7.1	Schemat logiczny wyzwiania wymuszenia trójfazowego	346
11.5.8	Logika inicjowania SPZ	346
11.5.8.1	Schemat logiczny inicjowania SPZ	347
11.5.8.2	Schemat logiczny testu wyzwolenia SPZ	348

11.5.8.3	Schemat logiczny wyzwalania zewnętrznego dla CB1	349
11.5.8.4	Schemat logiczny wyzwalania zewnętrznego dla CB2	350
11.5.8.5	Schemat logiczny ponownego zadziałania zabezpieczenia i powstania zwarcia ewoluującego	351
11.5.8.6	Schemat logiczny pamięci zwarć	351
11.5.9	Samoczynne powtórne załączanie w toku	351
11.5.9.1	Schemat logiczny SPZ w toku dla wyłącznika CB1	352
11.5.9.2	Schemat logiczny SPZ w toku dla wyłącznika CB2	353
11.5.10	Licznik sekwencji	353
11.5.10.1	Schemat logiczny licznika sekwencji SPZ	354
11.5.11	Wybór cyklu SPZ	354
11.5.11.1	Schemat logiczny wyboru cyklu SPZ jednofazowego	355
11.5.11.2	Wybór cyklu 3-fazowego SPZ	356
11.5.12	Kontrola czasu przerwy beznapięciowej	356
11.5.12.1	Schemat logiczny włączenia rozpoczęcia czasu przerwy beznapięciowej	357
11.5.12.2	Jednofazowy czas przerwy beznapięciowej i adaptacyjna logika SPZ (AAR).	358
11.5.12.3	Schemat logiczny jednofazowego czasu przerwy beznapięciowej wyłącznika prowadzącego	359
11.5.12.4	Schemat logiczny czasu przerwy beznapięciowej trójfazowego wyłącznika prowadzącego	360
11.5.12.5	Schemat logiczny włączenia wyłącznika prowadzącego	361
11.5.12.6	Schemat logiczny sygnału czasowego jednofazowego wyłącznika nadążnego	362
11.5.12.7	Schemat logiczny sygnału czasowego trójfazowego wyłącznika nadążnego	363
11.5.13	Samoczynne powtórne załączanie wyłącznika	363
11.5.13.1	Schemat logiczny powtórnego załączania wyłącznika	364
11.5.14	Czas zbrojenia	364
11.5.14.1	Schemat logiczny przygotowania do inicjalizacji regeneracji	365
11.5.14.2	Schemat logiczny czasu regeneracji	366
11.5.14.3	Schemat logiczny sygnałów udanego cyklu SPZ	367
11.5.14.4	Schemat logiczny wskazania pomyślnego zerowania SPZ	368
11.5.15	Liczniki czasu wyłącznik sprawny i kontrole systemowe	368
11.5.15.1	Schemat logiczny licznika czasu wyłącznik sprawny i kontrole systemowe	369
11.5.16	Liczniki prób SPZ	369
11.5.16.1	Schemat logiczny liczników prób SPZ	370
11.5.17	Kontrola wyłącznika obwodu	371
11.5.17.1	Schemat logiczny sterowania wyłącznikiem	371
11.5.18	Monitorowanie czasu wyzwalania wyłącznika	372
11.5.18.1	Schemat logiczny monitorowania czasu wyzwolenia wyłącznika	373
11.5.19	Blokada SPZ	373
11.5.19.1	Schemat logiczny blokady wyłącznika	375
11.5.20	Zerowanie blokady wyłącznika	376
11.5.20.1	Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika	378
11.5.21	PoleDiskrep	378
11.5.21.1	Schemat logiczny niezgodności położenia zestyków	379
11.5.22	Konwersja wyzwalania wyłącznika	379
11.5.22.1	Schemat logiczny konwersji wyzwalania wyłącznika	380
11.5.23	Monitorowanie i kontrola zamknięcia wyłącznika	380
11.5.23.1	Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika	381
11.5.23.2	Monitor kontroli synchronizmu zamknięcia wyłącznika	382
11.5.24	Kontrola synchronizmu zamknięcia wyłącznika	383
11.5.24.1	Schemat logiczny kontroli trójfazowego prowadzącego SPZ	385
11.5.24.2	Schemat logiczny kontroli trójfazowego nadążnego SPZ	387
11.5.24.3	Schemat logiczny kontroli systemowej ręcznego zamknięcia wyłącznika	388
11.6	Wytyczne dotyczące konfiguracji	389
11.6.1	Wytyczne dotyczące czasu dejonizacji	389
11.6.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji licznika czasu przerwy beznapięciowej	389
11.6.2.1	Przykładowe obliczanie czasu przerwy beznapięciowej	390
11.6.3	Wytyczne dotyczące konfiguracji czasu regeneracji	390
11.6.4	Liczniki prób SPZ	390

Rozdział 12 Lokalna rezerwa wyłącznikowa

392

12.1	Przegląd rozdziału	393
12.2	Zabezpieczenie na wypadek usterki wyłącznika	394
12.3	Implementacja zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika	395
12.3.1	Liczniki czasu awarii wyłącznika	395
12.3.2	Inicjowanie zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika	396
12.3.3	Wykrywanie przejścia przez zero	396
12.4	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika	397
12.4.1	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 1	397
12.4.2	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 2	398
12.4.3	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 2	399
12.4.4	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 3	400
12.4.5	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 3	401
12.4.6	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 4	402
12.4.7	Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 4	403
12.5	Uwagi dotyczące zastosowania	404
12.5.1	Mechanizmy zerowania liczników czasu zabezpieczenia na wypadek usterki wyłącznika	404
12.5.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji (timer zabezpieczenia CBF)	405
12.5.3	Wytyczne dotyczące konfiguracji (człon podprądowy)	406

Rozdział 13 Funkcje zabezpieczeń prądowych **407**

13.1	Przegląd rozdziału	408
13.2	Fazowe przeciwzwarciowe zabezpieczenie nadprądowe	409
13.2.1	Implementacja zabezpieczenia fazowego nadprądowego	409
13.2.2	Człon kierunkowy	409
13.2.3	Logika POC	411
13.2.4	Logika POC	411
13.3	Zabezpieczenie nadprądowe reagujące na składową przeciwną	412
13.3.1	Implementacja zabezpieczenia nadprądowego reagującego na składową przeciwną	412
13.3.2	Człon kierunkowy	412
13.3.3	Logika NPSOC	413
13.3.4	Uwagi dotyczące zastosowania	413
13.3.4.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji (próg prądowy)	413
13.3.4.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji (opóźnienie czasowe)	413
13.3.4.3	Wytyczne dotyczące konfiguracji (człon kierunkowy)	414
13.4	Zabezpieczenie ziemnozwarciowe	415
13.4.1	Implementacja zabezpieczenia ziemnozwarciowego	415
13.4.2	Krzywa IDG	416
13.4.3	Człon kierunkowy	416
13.4.3.1	Polaryzacja napięciem szczytkowym	417
13.4.3.2	Polaryzacja składową przeciwną	417
13.4.4	Logika zabezpieczenia ziemnozwarciowego	418
13.4.5	Uwagi dotyczące zastosowania	418
13.4.5.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji polaryzacji napięciem szczytkowym	418
13.4.5.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji (człon kierunkowy)	419
13.5	Czułe zabezpieczenie ziemnozwarciowe	420
13.5.1	Implementacja czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego	420
13.5.2	Krzywa EPATR B	420
13.5.3	Logika czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego	421
13.5.4	Uwagi dotyczące zastosowania	422
13.5.4.1	Sieci izolowane	422
13.5.4.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji (sieci izolowane)	423
13.6	Wysokoimpedancyjne strefowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe REF	425
13.6.1	Zasada działania wysokoimpedancyjnego strefowego zabezpieczenia ziemnozwarciowego REF	425
13.7	Zabezpieczenie przeciążeniowe termiczne	427
13.7.1	Charakterystyka z jedną stałą czasową	427

13.7.2	Charakterystyka z dwoma stałymi czasowymi	427
13.7.3	Implementacja zabezpieczenia przeciążeniowego cieplnego	428
13.7.4	Logika zabezpieczenia przed przeciążeniem termicznym	428
13.7.5	Uwagi dotyczące zastosowania	428
13.7.5.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji charakterystyki z dwiema stałymi czasowymi	428
13.7.5.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji charakterystyki z jedną stałą czasową	430
13.8	Detektor przerwania przewodu	432
13.8.1	Implementacja kontroli przerwania ciągłości obwodu	432
13.8.2	Logika kontroli przerwania ciągłości obwodu	432
13.8.3	Uwagi dotyczące zastosowania	432
13.8.3.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji	432
13.9	Wykrywanie przejściowego zwarcia doziemnego	434
13.9.1	Implementacja wykrywania przejściowego zwarcia doziemnego	435
13.9.1.1	Detektor przejściowych zwarc doziemnych	435
13.9.1.2	Detektor typu zwarcia	435
13.9.1.3	Detektor kierunku	435
13.9.2	Logika wykrywania przejściowego zwarcia doziemnego	438
13.9.2.1	Omówienie logiki wykrywania przejściowego zwarcia doziemnego	438
13.9.2.2	Logika detektora typu zwarcia	439
13.9.2.3	Logika detektora kierunku — tryb standardowy	439
13.9.2.4	Logika wyjścia alarmowego wykrycia przejściowego zwarcia doziemnego	439
13.9.2.5	Uwagi dotyczące zastosowania	439

Rozdział 14 Funkcje zabezpieczenia napięciowego **441**

14.1	Przegląd rozdziału	442
14.2	Zabezpieczenie podnapięciowe	443
14.2.1	Implementacja zabezpieczenia podnapięciowego	443
14.2.2	Logika zabezpieczenia podnapięciowego	444
14.2.3	Uwagi dotyczące zastosowania	445
14.2.3.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji zabezpieczenia podnapięciowego	445
14.3	Zabezpieczenie nadnapięciowe	446
14.3.1	Implementacja zabezpieczenia nadnapięciowego	446
14.3.2	Logika zabezpieczenia nadnapięciowego	447
14.3.3	Uwagi dotyczące zastosowania	448
14.3.3.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji zabezpieczenia nadnapięciowego	448
14.4	Kompensowane nadnapięciowe	449
14.4.1	Implementacja zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego	449
14.4.2	Logika zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego	450
14.4.3	Uwagi dotyczące zastosowania	450
14.4.3.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego	450
14.5	Zabezpieczenie nadnapięciowe szczytkowe	451
14.5.1	Implementacja zabezpieczenia nadnapięciowego szczytkowego	451
14.5.2	Logika zabezpieczenia nadnapięciowego szczytkowego	452
14.5.3	Uwagi dotyczące zastosowania	452
14.5.3.1	Obliczenia dla sieci z uziemieniem bezpośrednim	452
14.5.3.2	Obliczenia dla sieci z uziemieniem impedancyjnym	453
14.5.3.3	Wytyczne dotyczące konfiguracji	454

Rozdział 15 Funkcje zabezpieczenia częstotliwościowego **455**

15.1	Przegląd rozdziału	456
15.2	Zabezpieczenie częstotliwościowe	457
15.2.1	Zabezpieczenie podczęstotliwościowe	457
15.2.1.1	Implementacja zabezpieczenia podczęstotliwościowego	457
15.2.1.2	Logika zabezpieczenia podczęstotliwościowego	458
15.2.1.3	Uwagi dotyczące zastosowania	458

15.2.2	Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe	458
15.2.2.1	Implementacja zabezpieczenia nadczęstotliwościowego	458
15.2.2.2	Logika zabezpieczenia nadczęstotliwościowego	459
15.2.2.3	Uwagi dotyczące zastosowania	459
15.3	Niezależna detekcja prędkości zmian częstotliwości (R.O.C.O.F)	460
15.3.1	Implementacja niezależnej detekcji prędkości zmian częstotliwości (R.O.C.O.F)	460
15.3.2	Logika niezależnej detekcji prędkości zmian częstotliwości (R.O.C.O.F)	461

Rozdział 16 Funkcje zabezpieczeń mocowych 462

16.1	Przegląd rozdziału	463
16.2	Zabezpieczenie nadmocowe	464
16.2.1	Implementacja zabezpieczenia nadmocowego	464
16.2.2	Logika zabezpieczenia nadmocowego	465
16.2.3	Uwagi dotyczące zastosowania	465
16.2.3.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji zabezpieczenia nadmocowego działającego w kierunku do przodu	465
16.2.3.2	Uwzględnienie mocy wstecznej	465
16.2.3.3	Wytyczne dotyczące konfiguracji zabezpieczenia od przekroczenia poziomu mocy zwrotnej	466
16.3	Zabezpieczenie podmocowe	468
16.3.1	Zastosowanie zabezpieczenia podmocowego	468
16.3.2	Logika zabezpieczenia podmocowego	469
16.3.3	Uwagi dotyczące zastosowania	469
16.3.3.1	Uwzględnienie niedoboru mocy do przodu	469
16.3.3.2	Wytyczne dotyczące konfiguracji zabezpieczenia przed niedoborem mocy do przodu	470
16.3.3.3	Zabezpieczenie mocy biernej	470

Rozdział 17 Wymagania stawiane przekładnikom prądowym 472

17.1	Przegląd rozdziału	473
17.2	Zalecane klasy CT	474
17.3	Wymagania zabezpieczenia odległościowego	475
17.4	Określanie V_k dla IEEE CT klasy C	476
17.5	Przykłady	477
17.5.1	Obliczanie pierwotnego stosunku X/R	477
17.5.2	Obliczanie impedancji źródła	477
17.5.3	Obliczanie impedancji pełnej linii	477
17.5.4	Obliczanie całkowitej impedancji szyny zdalnej	478
17.5.5	Obliczanie współczynnika zwarcia na wskroś X/R	478
17.5.6	Obliczanie prądu zwarcia skrośnego	478
17.5.7	Obliczanie impedancji linii do punktu zasięgu strefy 1	478
17.5.8	Obliczanie łącznej impedancji do punktu zasięgu strefy 1	478
17.5.9	Obliczanie X/R do punktu zasięgu strefy 1	478
17.5.10	Obliczanie prądu zakłóceniewego do punktu zasięgu strefy 1	478
17.5.11	Obliczanie V_k dla punktu zasięgu odległościowej strefy 1	478
17.5.12	Obliczanie V_k dla zwarcia zbliżeniowego odległościowej strefy 1	478
17.5.13	Obliczanie V_k dla odległościowych stref opóźnionych czasowo	478

Rozdział 18 Nadzór oraz sterownie 480

18.1	Przegląd rozdziału	481
18.2	Zapisy zdarzeń	482
18.2.1	Typy zdarzeń	483
18.2.1.1	Zdarzenia dotyczące wejść optycznych	483
18.2.1.2	Zdarzenia dotyczące zestyków	483
18.2.1.3	Zdarzenia alarmowe	484
18.2.1.4	Zdarzenia zapisów zwarć	484
18.2.1.5	Zdarzenia konserwacyjne	485

18.2.1.6	Protection Event (zdarzenie związane z zabezpieczeniem)	485
18.2.1.7	Zdarzenia bezpieczeństwa:	485
18.2.1.8	zdarzenia platformowe.	485
18.3	Rejestrator zakłóceń	486
18.4	Pomiary	487
18.4.1	Wielkości mierzone	487
18.4.2	Konfiguracja pomiarów	487
18.4.3	Lok zakłocenia	487
18.4.3.1	Działanie lokalizatora zwarć	487
18.4.3.2	Podstawowa teoria zwarcia doziemnego	488
18.4.3.3	Gromadzenie danych oraz przetwarzanie bufora	491
18.4.3.4	Wybór zwartej fazy	491
18.4.3.5	Obliczanie fazy objętej zwarciami	491
18.4.3.6	Obliczanie odległości do zwarcia	491
18.4.3.7	Kompensacja wzajemna	494
18.4.3.8	Pomiary	494
18.4.4	Znakowanie czasowe wejść optycznych	494
18.5	Monitorowanie warunków zadziałania wyłącznika	495
18.5.1	Sumator prądu wyłączzonego	496
18.5.2	Sumator prądu wyłączzonego	497
18.5.3	Licznik wyzwoleń wyłącznika	498
18.5.4	Licznik wyzwoleń wyłącznika	498
18.5.5	Sumator czasu pracy wyłącznika	499
18.5.6	Sumator czasu pracy wyłącznika	500
18.5.7	Licznik nadmiernej częstotliwości zwarć	501
18.5.8	Licznik nadmiernej częstotliwości zwarć	501
18.5.9	Zerowanie alarmu blokady	502
18.5.10	Zerowanie alarmu blokady	502
18.5.11	Logika monitorowania stanu wyłącznika	503
18.5.12	Logika monitorowania stanu wyłącznika	504
18.5.13	Zerowanie blokady wyłącznika	505
18.5.13.1	Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika	506
18.5.13.2	Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika	507
18.5.14	Uwagi dotyczące zastosowania	507
18.5.14.1	Ustawianie progów sumarycznego prądu wyłączzonego	507
18.5.14.2	Ustawianie wartości progowych dla liczby zdarzeń	508
18.5.14.3	Ustawianie wartości progowych dla czasu zadziałania	508
18.5.14.4	Ustawianie wartości progowych dla nadmiernej częstotliwości zwarć	508
18.6	Monitorowanie stanu wyłącznika	509
18.6.1	Schemat logiczny monitora stanu wyłącznika	511
18.6.2	Monitor stanu wyłącznika	512
18.7	Kontrola wyłącznika obwodu	514
18.7.1	Sterowanie wyłącznikiem z poziomu menu urządzenia IED	515
18.7.2	Przeglądarka schematów jednokreskowych (SLD).	515
18.7.2.1	Sterowanie wyłącznikiem (tylko widok SLD)	515
18.7.3	Sterowanie wyłącznikiem za pomocą wejść optycznych	516
18.7.4	Zdalne sterowanie wyłącznikiem	516
18.7.5	Kontrola sprawności wyłącznika	517
18.7.6	Kontrola synchronizmu	517
18.7.7	Implikacje sterowania wyłącznikiem dla funkcji SPZ	517
18.7.8	Schemat logiczny sterowania wyłącznikiem	518
18.7.9	Schemat logiczny sterowania wyłącznikiem	519
18.8	Funkcja biegun martwego	521
18.8.1	Logika biegun martwego	521
18.8.2	Logika biegun martwego	522
18.9	KONTR.YSTEMU	524
18.9.1	Implementacja kontroli systemowych	524

18.9.1.1	Układy połączeń przekładnika napięciowego	525
18.9.1.2	Monitorowanie napięcia	525
18.9.1.3	Sprawdzanie synchronizacji	525
18.9.1.4	Schemat wektorowy kontroli synchronizacji	526
18.9.1.5	PODZIAŁ SYS	526
18.9.2	Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika	527
18.9.3	Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika	528
18.9.4	Monitor kontroli synchronizmu zamknięcia wyłącznika	529
18.9.5	Monitor kontroli synchronizmu zamknięcia wyłącznika	530
18.9.6	Logika kontroli systemowej	532
18.9.7	Schemat PSL kontroli systemowej	533
18.9.8	Uwagi dotyczące zastosowania	533
18.9.8.1	Zastosowanie drugiego stopnia kontroli synchronizmu oraz rozdziału instalacji	533
18.9.8.2	Przewidywane zamknięcie wyłącznika	533
18.9.8.3	Przewidywane zamknięcie wyłącznika	534
18.9.8.4	Korekta napięcia i kąta fazowego	534
18.10	Stan przełącznika i sterowanie	535
18.10.1	Logika stanu przełącznika	536
18.10.2	Logika sterowania przełącznikiem	537
18.11	Tryb Testowy	538

Rozdział 19 NADZOR 539

19.1	Przegląd rozdziału	540
19.2	Kontrola przekładnika napięciowego	541
19.2.1	Zanik jednego lub dwóch napięć fazowych,	541
19.2.2	Zanik wszystkich trzech napięć fazowych	541
19.2.3	Brak trzech napięć fazowych w momencie włączenia linii pod napięcie	541
19.2.4	Załączanie funkcji VTS	542
19.2.5	Logika VTS	544
19.3	Nadzór przekładnika prądowego	546
19.3.1	Załączanie funkcji CTS	546
19.3.2	Standardowa logika monitoringu przekładnika prądowego CTS	546
19.3.3	Blokowanie CTS	547
19.3.4	Uwagi dotyczące zastosowania	547
19.3.4.1	Wytyczne dotyczące konfiguracji	547
19.4	Nadzór nad obwodem wyzwiania	548
19.4.1	Nadzór obwodu wyzwiania – schemat 1	548
19.4.1.1	Wartości rezystora	548
19.4.1.2	PSL dla układu TCS 1	549
19.4.2	Nadzór obwodu wyzwiania – schemat 2	549
19.4.2.1	Wartości rezystora	550
19.4.2.2	PSL dla układu TCS 2	550
19.4.3	Nadzór obwodu wyzwiania – schemat 3	551
19.4.3.1	Wartości rezystora	551
19.4.3.2	PSL dla układu TCS 3	552

Rozdział 20 Konfiguracja PSL i cyfrowych WE/WY 553

20.1	Przegląd rozdziału	554
20.2	Konfiguracja wejść i wyjść cyfrowych	555
20.3	Schemat logiczny	556
20.3.1	Edytor PSL	557
20.3.2	Schematy PSL	557
20.3.3	Kontrola wersji schematu PSL	558
20.4	Konfiguracja wejść optycznych	559
20.5	Przypisywanie przekaźników wyjściowych	560

20.6	Wskaźniki funkcyjne LED o przypisanym na stałe znaczeniu	561
20.6.1	Logika wskaźnika sygnalizującego wyzwolenie	561
20.7	Konfiguracja diod programowalnych	562
20.8	Klawisze funkcyjne	564
20.9	Wejścia sterownicze	565
20.10	Alarmy Uzytk	566

Rozdział 21 Teleochrona światłowodowa **567**

21.1	Przegląd rozdziału	568
21.2	Wprowadzenie do sygnalizacji zabezpieczającej	569
21.2.1	Schematy zabezpieczenia jednostek	569
21.2.2	Polecenia teleochronne	569
21.2.3	Media transmisyjne i zakłócenia	570
21.3	Wdrożenie teleochrony światłowodowej	571
21.3.1	Konfiguracja schematu IM64	571
21.3.1.1	Adresowania terminali schematu teleochrony światłowodowej	572
21.3.1.2	Konfiguracja IM64	573
21.3.1.3	Działanie IM64 z dwoma terminalami	573
21.3.1.4	Nadmiarowe działanie IM64 z dwoma terminalami	574
21.3.1.5	Działanie IM64 z trzema terminalami	574
21.3.1.6	Połączenie fizyczne	575
21.3.2	IM64 wybiera 8 lub 32 bity na kanał	578
21.4	Logika IM64	580
21.5	Uwagi dotyczące zastosowania	582
21.5.1	Zarządzanie alarmami	582
21.5.2	Logika alarmów	582
21.5.3	Rozszerzony nadzór nad schematem z dwoma końcami	583
21.5.4	Rozszerzony nadzór nad schematem z trzema końcami	583

Rozdział 22 Telezabezpieczenia układów elektrycznych **585**

22.1	Przegląd rozdziału	586
22.2	Wprowadzenie	587
22.3	Zasada działania układu telezabezpieczenia	588
22.3.1	Wyzwalanie bezpośrednie	588
22.3.2	Dopuszczalne wyzwalanie	588
22.4	Wdrożenie	589
22.5	Konfiguracja	590
22.6	Łączenie z elektryczną implementacją InterMiCOM	592
22.6.1	Mała odległość	592
22.6.2	Duża odległość	592
22.7	Uwagi dotyczące zastosowania	593

Rozdział 23 Komunikacja **595**

23.1	Przegląd rozdziału	596
23.2	Interfejsy komunikacyjne	597
23.3	Transmisja szeregową	598
23.3.1	Port USB na panelu przednim	598
23.3.2	Magistrala EIA(RS)485	598
23.3.2.1	EIA(RS)485 – wymagania dotyczące polaryzacji	599
23.3.3	K-Bus	599
23.4	Wersje układów Ethernet	601
23.5	Złącza układów	602
23.6	Konfiguracja adresów IP	603
23.6.1	Konfigurowanie adresu IP inteligentnego urządzenia elektronicznego	603

23.6.2	Konfigurowanie adresu IP układu redundantnej komunikacji Ethernet	603
23.7	Konfigurator redundantnego Ethernet	605
23.7.1	Podłączenie inteligentnego urządzenia elektronicznego do komputera	605
23.7.2	Instalacja konfiguratora	605
23.7.3	Uruchomienie konfiguratora	606
23.7.4	Identyfikacja urządzenia	606
23.7.5	Wybór trybu urządzenia	606
23.7.6	Filtruj według typu układu	606
23.7.7	Konfiguracja hasła	606
23.7.8	Konfiguracja adresu IP	607
23.7.9	Konfiguracja adresu IP serwera SNTP	607
23.7.10	Sprawdzić tabelę MAC pod kątem podłączonego sprzętu	607
23.7.11	Konfiguracja protokołu PRP	607
23.7.12	Konfiguracja protokołu HSR	608
23.7.13	Konfiguracja protokołu RSTP	608
23.7.14	Parametry mostu	609
23.7.15	Parametry portów	609
23.7.16	Stany portów	609
23.7.17	Konfiguracja trybu awaryjnego	609
23.7.18	Baza danych filtrowania	610
23.7.19	Koniec sesji	610
23.8	Redundantna komunikacja Ethernet	611
23.9	Protokoły redundancji	612
23.9.1	Protokół redundancji równoległej (PRP)	612
23.9.1.1	Sieci PRP	612
23.9.1.2	Elementy sieci	612
23.9.2	Protokół płynnej redundancji o wysokiej dyspozycyjności (ang. HSR – High-Availability Seamless Redundancy).	613
23.9.2.1	Topologia HSR Multicast	613
23.9.2.2	Topologia HSR Unicast	614
23.9.2.3	Zastosowanie protokołu HSR w podstacji	615
23.9.3	Protokół RSTP	615
23.9.4	Przełączanie	616
23.10	Ogólne funkcje układu redundantnej komunikacji Ethernet	617
23.10.1	Forwarding	617
23.10.2	Protokół SNMP	617
23.10.3	Struktura MIB SNMP dla RSTP	618
23.10.4	Struktura MIB SNMP dla PRP i HSR	620
23.11	Prosty sieciowy protokół czasu (SNTP)	624
23.12	Protokoły danych	625
23.12.1	Courier	625
23.12.1.1	Połączenie fizyczne oraz warstwa łącza	625
23.12.1.2	Baza danych Courier	626
23.12.1.3	Kategorie ustawień	626
23.12.1.4	Zmiana nastaw	626
23.12.1.5	Odczyt zdarzeń	627
23.12.1.6	odczyt rejestru zakłóceń,	628
23.12.1.7	Ustawienia logiki PSL	629
23.12.1.8	Synchronizacja czasu	629
23.12.1.9	Konfiguracja protokołu Courier	629
23.12.2	IEC 60870-5-103	630
23.12.2.1	Połączenie fizyczne oraz warstwa łącza	630
23.12.2.2	Inicjacja	631
23.12.2.3	Synchronizacja czasu	631
23.12.2.4	Konfigurowalna lista sygnałów IEC 60870-5-103	631
23.12.2.5	Zdarzenia spontaniczne	632
23.12.2.6	Odpytywanie ogólne (GI)	632

23.12.2.7	pomiary cykliczne,	632
23.12.2.8	Komendy	632
23.12.2.9	Tryb Testowy	632
23.12.2.10	Rejestry zakłóceń	633
23.12.2.11	Blokowanie komunikatów	633
23.12.2.12	Konfiguracja protokołu IEC 608705103	633
23.12.3	DNP 3.0	634
23.12.3.1	Połączenie fizyczne oraz warstwa łącza	634
23.12.3.2	Obiekt 1, wejścia binarne	634
23.12.3.3	Obiekt 10, wejścia binarne	635
23.12.3.4	Obiekt 20 liczniki binarne	636
23.12.3.5	Obiekt 30 wejście analogowe	636
23.12.3.6	Obiekt 40 wyjście analogowe	636
23.12.3.7	Obiekt 50, synchronizacja czasu	636
23.12.3.8	Profil urządzenia DNP3	637
23.12.3.9	Konfiguracja rotokołu DNP3	645
23.12.4	IEC 61850	646
23.12.4.1	Korzyści wynikające ze stosowania standardu IEC 61850	646
23.12.4.2	Interoperacyjność oferowana przez standard IEC 61850	647
23.12.4.3	Model danych standardu IEC 61850	647
23.12.4.4	Standard IEC 61850 w urządzeniach IED serii MiCOM	648
23.12.4.5	Implementacja modelu danych IEC 61850	648
23.12.4.6	Implementacja usług komunikacyjnych IEC 61850	649
23.12.4.7	Komunikacja równorzędna (Peer-to-peer) IEC 61850 (komunikaty GOOSE)	649
23.12.4.8	Weryfikacja komunikatów GOOSE	649
23.12.4.9	Przypisywanie komunikatów GOOSE do wejść wirtualnych	649
23.12.4.10	Konfiguracja IEC 61850 GOOSE	649
23.12.4.11	Funkcjonalność ethernet	650
23.12.4.12	Konfiguracja protokołu IEC 61850	650
23.12.4.13	IEC 61850 EDYCJA 2	651
23.13	Tylko odczyt	654
23.13.1	Blokowanie protokołu IEC 60870-5-103	654
23.13.2	Blokowanie protokołu Courier	654
23.13.3	Blokowanie protokołu IEC 61850	655
23.13.4	Ustawienia trybu tylko do odczytu	655
23.13.5	Sygnały DDB trybu tylko do odczytu	655
23.14	Synchronizacja czasu	656
23.14.1	IRIG-B	656
23.14.1.1	Implementacja IRIG-B	657
23.14.2	SNTP	657
23.14.2.1	Alarm utraty sygnału serwera SNTP	657
23.14.3	Protokół precyzyjnej synchronizacji czasu IEEE 1588	657
23.14.3.1	Obliczanie dokładności i opóźnienia	658
23.14.3.2	Domeny PTP	659
23.14.4	Synchronizacja czasu z wykorzystaniem protokołów komunikacyjnych	659

Rozdział 24 Cyberbezpieczeństwo

660

24.1	Wyłączenia odpowiedzialności	661
24.2	Omówienie	662
24.3	Wymóg cyberbezpieczeństwa	663
24.4	Normy	664
24.4.1	Zgodne NERC	664
24.4.1.1	CIP 002	665
24.4.1.2	CIP 003	665
24.4.1.3	CIP 004	665
24.4.1.4	CIP 005	666
24.4.1.5	CIP 006	666

24.4.1.6	CIP 007	666
24.4.1.7	CIP 008	667
24.4.1.8	CIP 009	667
24.4.2	Norma IEEE 1686-2013	667
24.5	Implementacja cyberbezpieczeństwa	668
24.5.1	Wstępna konfiguracja	668
24.6	Role i uprawnienia	669
24.6.1	Role	669
24.6.2	Uprawnienia	669
24.7	Uwierzytelnienie	672
24.7.1	Metody uwierzytelniania	672
24.7.2	Obejście	672
24.7.3	Dane logowania	673
24.7.3.1	Logowanie za pośrednictwem panelu przedniego	673
24.7.3.2	Logowanie nie powiodło się	674
24.7.3.3	Inne monity dotyczące logowania	674
24.7.3.4	Logowanie MiCOM S1	675
24.7.4	Sesje użytkowników	675
24.7.5	Zasady blokowania użytkowników	677
24.7.6	Logout	677
24.7.6.1	Wylogowanie za pośrednictwem panelu przedniego	677
24.7.6.2	Wylogowanie MiCOM S1	678
24.7.7	Zasady dotyczące haseł	679
24.7.8	Wygaśnięcie hasła	679
24.7.9	Zmiana hasła	680
24.7.10	RADIUS	681
24.7.10.1	Użytkownicy usługi RADIUS	681
24.7.10.2	Klient RADIUS	681
24.7.10.3	Ustawienia serwera RADIUS	682
24.7.10.4	Kontrola dostępu RADIUS	683
24.7.10.5	Walidacja klienta-serwera RADIUS	683
24.7.11	Przywracanie działania	683
24.7.11.1	Przywróć ustawienia fabryczne	683
24.7.11.2	Procedura zerowania hasła	684
24.7.11.3	Sygnały DDB poziomu dostępu	685
24.7.12	Wyłączanie portów fizycznych	685
24.7.13	Wyłączanie portów logicznych (protokołów)	686
24.7.14	Okno dialogowe Nadzór urządzenia	686
24.7.15	Aktualizacja oprogramowania sprzętowego	687
24.8	Konfiguracja interfejsu SNMP procesora głównego	688
24.9	Zwrot inteligentnego urządzenia elektronicznego do fabryki	690
24.10	Zarządzanie zdarzeniami bezpieczeństwa	691
24.10.1	Zdarzenia bezpieczeństwa: Protokół Courier	691
24.10.2	Dziennik systemu	693
24.10.3	Klient syslog	694
24.10.4	Funkcjonalność Syslog	694

Rozdział 25 Instalacja **696**

25.1	Przegląd rozdziału	697
25.2	Postępowanie z produktem	698
25.2.1	Odbiór przesyłki	698
25.2.2	Rozpakowywanie produktów	698
25.2.3	Przechowywanie produktów	698
25.2.4	Demontaż urządzeń	699
25.3	Montaż urządzenia	700
25.3.1	Montaż zlicowany z panelem	700

25.3.2	Montaż w regale	700
25.3.3	Rozwiązania w zakresie renowacji	701
25.4	Kable oraz złącza	703
25.4.1	Listwy zaciskowe	703
25.4.2	Podłączenia zasilania	704
25.4.3	Uziemienie	704
25.4.4	Przekładniki prądowe	704
25.4.5	Podłączanie przekładnika napięciowego	705
25.4.6	Złącza watchdog	705
25.4.7	Podłączenia EIA(RS)485 oraz K-Bus	705
25.4.8	Połączenie IRIG-B	705
25.4.9	Podłączenia wejść optycznych	706
25.4.10	Podłączenia wyjść przekaźnikowych	706
25.4.11	Podłączenia metalowe Ethernet	706
25.4.12	Podłączenia światłowodowe Ethernet	706
25.4.13	Złącze USB	706
25.4.14	Połączenie światłowodowe GPS	707
25.4.15	Połączenia komunikacyjne światłowodowe	707
25.5	Wymiary obudowy	708
25.5.1	Wymiary obudowy 40TE	709
25.5.2	Wymiary obudowy 60TE	710
25.5.3	Wymiary obudowy 80TE	711

Rozdział 26 Instrukcje dotyczące uruchomienia **712**

26.1	Przegląd rozdziału	713
26.2	Ogólne wytyczne	714
26.3	Menu prób odbiorczych	715
26.3.1	Komórka Opto I/P Status (status wejść optycznych)	715
26.3.2	Komórka Relay O/P Status (status wyjść przekaźnikowych)	715
26.3.3	Komórka statusu portu testowego	715
26.3.4	Komórka Monitor Bit (bit kontrolny) od 1 do 8	715
26.3.5	Komórka trybu testowego	716
26.3.6	Komórka wzoru testowego	716
26.3.7	Komórka test zestyków	716
26.3.8	Komórka Test LEDs (test diod)	717
26.3.9	Komórka testu SPZ	717
26.3.10	Tryb Test Stat	717
26.3.11	Tryb Petli	718
26.3.12	Wzorzec testowy IM64	718
26.3.13	Wzorzec testowy IM64 CH1 i CH2	718
26.3.14	Tryb testowy IM64	718
26.3.15	Komórki Red LED Status (status czerwonej diody) oraz Green LED Status (status zielonej diody)	719
26.4	Oprzyskręcanie niezbędne podczas odbioru	720
26.4.1	Oprzyskręcanie zalecane podczas uruchomienia	720
26.4.2	Sprzęt niezbędny do uruchomienia	721
26.4.3	Pomocnicze oprzyskręcanie testowe	721
26.5	Kontrole produktu	722
26.5.1	Kontrole produktu przy urządzeniu IED odłączonym od zasilania	722
26.5.1.1	Kontrola wzrokowa	722
26.5.1.2	Zestyki zwierne przekładnika prądowego	723
26.5.1.3	Izolacja	723
26.5.1.4	Okablowanie zewnętrzne	724
26.5.1.5	Zestyki watchdog	724
26.5.1.6	Zasilanie	724
26.5.2	Pxxx_CI_ProductChecksEnergised	725

26.5.2.1	Zestyki watchdog	725
26.5.2.2	Testowanie graficznego interfejsu HMI	725
26.5.2.3	DATA I CZAS	725
26.5.2.4	Testowe diody LED	726
26.5.2.5	Testowanie diod alarmowych oraz diod awarii urządzenia	726
26.5.2.6	Testowanie diody sygnalizacyjnej wyzwolenia	727
26.5.2.7	Testowanie diod sygnalizacyjnych programowanych przez użytkownika	727
26.5.2.8	Testowanie wejść optycznych	727
26.5.2.9	Testowanie wyjść przekaźnikowych	727
26.5.2.10	Testowanie szeregowego portu komunikacyjnego RP1	727
26.5.2.11	Testowanie szeregowego portu komunikacyjnego RP2	729
26.5.2.12	Testowanie komunikacji Ethernet	730
26.5.3	Testy iniekcji po stronie wtórnej	730
26.5.3.1	Test wejść prądowych	730
26.5.3.2	Testowanie wejść napięciowych	731
26.6	Elektryczna pętla zwrotna komunikacji Intermicom	732
26.6.1	Konfiguracja pętli zwrotnej	732
26.6.2	Test pętli zwrotnej	732
26.6.2.1	Bity poleceń InterMicom	733
26.6.2.2	Diagnostyka kanałów InterMicom	733
26.6.2.3	Symulowanie awarii kanału	733
26.7	Komunikacja Intermicom 64	734
26.7.1	Sprawdzanie interfejsu	734
26.7.2	Konfiguracja pętli zwrotnej	735
26.7.3	Test pętli zwrotnej	735
26.8	Setting Checks	736
26.8.1	Wprowadzanie ustawień specyficznych dla danego zastosowania	736
26.8.1.1	Przesyłanie ustawień z pliku konfiguracyjnego	736
26.8.1.2	Wprowadzanie ustawień z poziomu panelu HMI	736
26.9	Testowanie zgodnie z IEC 61850, wydanie 2	738
26.9.1	Korzystanie z trybów testowych IEC 61850 edycja 2	738
26.9.1.1	Sposób działania trybu testowego IED	738
26.9.2	Sposób działania wejścia symulowanego	739
26.9.3	Przykłady testowania	740
26.9.3.1	Procedura testowa dla wartości rzeczywistych	740
26.9.3.2	Procedura testowa dla symulowanych wartości – brak instalacji	741
26.9.3.3	Procedura testowa dla symulowanych wartości – instalacja obecna	742
26.9.3.4	Contact Test	743
26.10	Zabezpieczenie odległościowe	744
26.10.1	Testowanie pojedyncze	744
26.10.1.1	Warunki wstępne	744
26.10.1.2	Kontrola zasięgu strefy 1	744
26.10.1.3	Kontrola zasięgu strefy 2	745
26.10.1.4	Kontrola zasięgu strefy 3	745
26.10.1.5	Kontrola zasięgu strefy 4	745
26.10.1.6	Kontrola zasięgu strefy P	745
26.10.1.7	Zasięg rezystywny	746
26.10.1.8	Ogranicznik obciążenia	746
26.10.2	Eksploatacja i przypisanie styków	746
26.10.2.1	Faza A	746
26.10.2.2	Faza B	746
26.10.2.3	Faza C	746
26.10.2.4	Ustawienia opóźnienia czasowego	747
26.10.3	Testowanie schematów	747
26.10.3.1	Test wyzwolenia schematu dla rozszerzenia strefy 1	748
26.10.3.2	Testy wyzwolenia schematu dla schematów dopuszczających	748
26.10.3.3	Testy wyzwolenia schematu dla schematów blokowania	748
26.10.3.4	Test wysyłania sygnału dla schematów dopuszczających	749

26.10.3.5	Test wysyłania sygnału dla schematu blokującego	749
26.10.3.6	Ustawienia timera schematu	749
26.11	Porównanie kierunkowe delta	750
26.11.1	Testowanie pojedyncze	750
26.11.1.1	Warunki wstępne	750
26.11.1.2	Test wtryskowy pojedynczy	750
26.11.1.3	Przygotowanie zwarcia w kierunku do przodu	750
26.11.2	Eksploatacja i przypisanie styków	751
26.11.2.1	Faza A	751
26.11.2.2	Faza B	751
26.11.2.3	Faza C	751
26.11.3	Testowanie schematu zabezpieczającego delta	752
26.11.3.1	Test wysyłania sygnału dla schematów dopuszczających	752
26.11.3.2	Test wysyłania sygnału dla schematów blokujących	752
26.12	Schematy komunikacji DEF	753
26.12.1	Schemat pilotażowy prądu doziemnego	753
26.12.1.1	Warunki wstępne	753
26.12.1.2	Przeprowadzenie testu	753
26.12.1.3	Test wyzwolenia przy zwarcu w kierunku do przodu	754
26.12.2	Testowanie schematów	754
26.12.2.1	Test wysyłania sygnału dla schematów dopuszczających	754
26.12.2.2	Test wysyłania sygnału dla schematów blokujących	754
26.13	Zabezpieczenie przed utratą synchronizmu	756
26.13.1	Ustawienia OST	756
26.13.2	Ustawienie Predykcyjnego OST	757
26.13.3	Predykcyjne i OST: ustawienie	757
26.13.4	Test timera OST	757
26.14	Sprawdzanie taktowania zabezpieczenia	758
26.14.1	Warunki zależności	758
26.14.2	Kontrola zabezpieczenia nadprądowego	758
26.14.3	Podłączanie obwodu testowego	758
26.14.4	Przeprowadzanie testu	759
26.14.5	Sprawdzić czas zadziałania.	759
26.15	Kontrola systemowa i kontrola synchronizmu	761
26.15.1	Check Synchronism Pass	761
26.15.2	Check Synchronism Fail	761
26.16	Check Trip and Autoreclose Cycle	762
26.17	Testy komunikacji od końca do końca	763
26.17.1	Usuwanie lokalnych pętli zwrotnych	763
26.17.1.1	Przywracanie bezpośredniego połączenia światłowodowego	763
26.17.1.2	Przywracanie połączeń światłowodowych C37.94	764
26.17.1.3	Komunikacja przy użyciu układów sprzęgających P59x	764
26.17.2	Usuwanie zdalnych pętli zwrotnych	764
26.17.3	Weryfikacja komunikacji między IED	764
26.18	Testy schematów od końca do końca	766
26.18.1	Schemat komunikacji 1	766
26.18.1.1	Przygotowanie na zdalnym końcu	766
26.18.1.2	Przeprowadzanie testu	766
26.18.1.3	Kontrola kanału w kierunku odwrotnym	767
26.18.2	Schemat komunikacji 2	767
26.19	Kontrole pod obciążeniem	768
26.19.1	Potwierdzanie prawidłowości wykonania połączeń napięciowych	768
26.19.2	Potwierdzanie prawidłowości wykonania połączeń prądowych	769
26.19.3	Kontrola kierunkowości pod obciążeniem	769
26.20	Testy końcowe	770
26.21	Uruchamianie P59x	771
26.21.1	Kontrola wzrokowa	771

26.21.2	Izolacja	771
26.21.3	Okablowanie zewnętrzne	772
26.21.4	Zasilanie pomocnicze P59x	772
26.21.5	Diody LED urządzenia P59x	772
26.21.6	Poziom odebranego sygnału optycznego	773
26.21.7	Poziom nadajnika optycznego	773
26.21.8	Test pętli zwrotnej	773

Rozdział 27 Konserwacja i rozwiązywanie problemów 774

27.1	Przegląd rozdziału	775
27.2	Konserwacja	776
27.2.1	Kontrole konserwacyjne	776
27.2.1.1	Alarmy	776
27.2.1.2	Optoizolatory	776
27.2.1.3	Przełączniki wyjściowe	776
27.2.1.4	Dokładność pomiarowa	776
27.2.2	Wymiana urządzenia	777
27.2.3	Naprawa urządzenia	778
27.2.4	Zdejmowanie panelu przedniego	779
27.2.5	Wymiana płytek obwodów drukowanych	780
27.2.5.1	Wymiana płytki procesora głównego	780
27.2.5.2	Wymiana płytek komunikacyjnych	781
27.2.5.3	Wymiana modułu wejść	781
27.2.5.4	Wymiana płytki zasilania	782
27.2.5.5	Wymiana płytek WE/WY	783
27.2.6	Ponowna kalibracja	783
27.2.7	Superkondensator rozładowany	783
27.2.8	Czyszczenie	783
27.3	Rozwiązywanie problemów	785
27.3.1	Oprogramowanie autodiagnostyki	785
27.3.2	Błędy występujące podczas włączania	785
27.3.3	Komunikaty błędów lub kody występujące podczas włączania	785
27.3.4	Zapalenie się diody zgłaszania stanu awarii podczas włączania	786
27.3.5	Kody błędów podczas eksploatacji	787
27.3.6	Nieprawidłowe działanie w trakcie testów	787
27.3.6.1	Uszkodzenie zestyków wyjściowych	787
27.3.6.2	Usterka wejść optycznych	788
27.3.6.3	Nieprawidłowe sygnały analogowe	788
27.3.7	Awaryjne płyty koprocessorowej	788
27.3.7.1	Signalling failure alarm (samodzielnie)	788
27.3.7.2	Alarm C diff failure (samodzielnie)	789
27.3.7.3	Alarmy Signalling failure i C diff failure wspólnie	789
27.3.7.4	Incompatible IED	789
27.3.7.5	Kom. Zmieniona	789
27.3.7.6	IEEE C37.94 Fail	789
27.3.8	Rozwiązywanie problemów edytora PSL	789
27.3.8.1	Rekonstrukcja schematu	789
27.3.8.2	Kontrola wersji kodu PSL	790
27.3.9	Procedura naprawy oraz modyfikacji	790

Rozdział 28 Specyfikacje techniczne 791

28.1	Przegląd rozdziału	792
28.2	Interfejsy	793
28.2.1	Graficzny interfejs HMI	793
28.2.2	Przedni port USB	793

28.2.3	Tylne port szeregowy 1	793
28.2.4	Tylne port szeregowy światłowodowy 1	793
28.2.5	Tylne port szeregowy 2	794
28.2.6	Opcjonalny tylny port szeregowy (SK5)	794
28.2.7	IRIG-B (demodulowany)	794
28.2.8	IRIG-B (modulowany)	794
28.2.9	Tylne port ethernetowy – kabel miedziany	795
28.2.10	Tylne port ethernetowy – światłowód	795
28.2.10.1	Charakterystyka odbiornika 100 Base FX	795
28.2.10.2	Charakterystyka nadajnika 100 Base FX	796
28.2.11	1 port PPS	796
28.2.12	Interfejs teleochrony światłowodowej	796
28.3	Funkcje zabezpieczające	798
28.3.1	Zabezpieczenie odległościowe	798
28.3.2	Blokowanie kołysań mocy	799
28.3.3	Zabezpieczenie przed utratą synchronizmu	799
28.3.4	Czasy przesyłania teleochrony światłowodowej	799
28.3.5	Samoczynne ponowne załączanie oraz kontrola synchronizmu	799
28.3.6	Fazowe zabezpieczenie nadprądowe	799
28.3.6.1	Przebiegiowe wydłużenie zasięgu oraz przeregulowanie	800
28.3.6.2	Parametry kierunkowego zabezpieczenia nadprądowego fazowego	800
28.3.7	Zabezpieczenie ziemnozwarciowe	800
28.3.7.1	Parametry zabezpieczenia kierunkowego ziemnozwarciowego	800
28.3.8	Czułe zabezpieczenie ziemnozwarciowe	801
28.3.8.1	Człon kierunkowy czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego	801
28.3.9	Wysokoimpedancyjne strefowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe	801
28.3.10	Zabezpieczenie nadprądowe reagujące na składową przeciwną	802
28.3.10.1	Parametry kierunkowe NPSOC	802
28.3.11	Lokalna rezerwa wyłącznikowa oraz zabezpieczenie podprądowe	802
28.3.12	Detektor przerwania przewodu	802
28.3.13	Zabezpieczenie przeciążeniowe termiczne	803
28.4	Właściwości funkcji zabezpieczenia napięciowego	804
28.4.1	Zabezpieczenie nadnapięciowe	804
28.4.2	Zabezpieczenie podnapięciowe	804
28.4.3	Zabezpieczenie nadnapięciowe szczytkowe	804
28.4.4	Zabezpieczenie nadnapięciowe kompensowane	805
28.4.5	Monitorowanie napięcia	805
28.4.6	Sprawdzanie synchronizacji	806
28.4.7	PODZIAŁ SYS	806
28.5	Właściwości funkcji zabezpieczenia częstotliwościowego	807
28.5.1	Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe	807
28.5.2	Zabezpieczenie podczęstotliwościowe	807
28.5.3	Niezależna detekcja prędkości zmian częstotliwości	808
28.6	Funkcje zabezpieczeń mocowych	809
28.6.1	Ochrona przed niedostateczną/nadmierną mocą	809
28.7	Monitorowanie, sterowanie i nadzór	810
28.7.1	Kontrola przekładnika napięciowego	810
28.7.2	Standardowy nadzór nad przekładnikiem prądowym	810
28.7.3	Nadzór nad przekładnikiem prądu różnicowego	810
28.7.4	Monitorowanie stanu wyłącznika oraz warunków zadziałania	810
28.7.5	Timery PSL	811
28.8	Pomiary i rejestracja	812
28.8.1	Informacje ogólne	812
28.8.2	Rejestry zakłóceń	812
28.8.3	Zapisy zdarzeń, zwarć i konserwacji	812
28.8.4	Lok zakłócenia	812

28.9	Dane znamionowe	813
28.9.1	Wejścia pomiarowe AC	813
28.9.2	Wejścia przekładnika prądowego	813
28.9.3	Wejścia przekładnika napięciowego	813
28.9.4	Pomocnicze napięcie zasilania	814
28.9.5	Obciążenie znamionowe	814
28.9.6	Przerwy zasilania	814
28.9.7	Superkondensator	815
28.10	Połączenia wejścia/wyjścia	816
28.10.1	Izolowane wejścia cyfrowe	816
28.10.1.1	Znamionowe progi pobudzenia i zerowania	816
28.10.2	Standardowe zestyki wyjściowe	816
28.10.3	Zestyki wyjściowej dużej mocy	817
28.10.4	Zestyki watchdog	818
28.11	Charakterystyka mechaniczna	819
28.11.1	Parametry fizyczne	819
28.11.2	Stopień ochrony obudowy	819
28.11.3	Wytrzymałość mechaniczna	819
28.11.4	Wydajność opakowania w tranzycie	819
28.12	Testy typu	820
28.12.1	Izolacja	820
28.12.2	Droga upływu i odstępy izolacyjne	820
28.12.3	Wytrzymałość wysokonapięciowa (dielektryczna)	820
28.12.4	Badanie napięcia udarowego wytrzymywanego	820
28.13	Warunki środowiskowe	822
28.13.1	Zakres temperatury otoczenia	822
28.13.2	Próba zmęczenia cieplnego	822
28.13.3	Zakres wilgotności otoczenia	822
28.13.4	Środowisko korozyjne	822
28.14	Zgodność elektromagnetyczna	823
28.14.1	Seria badań zakłóceń wysokiej częstotliwości 1 MHz	823
28.14.2	Badanie drgań tłumionych	823
28.14.3	Odporność na wyładowania elektrostatyczne	823
28.14.4	Szybkozmiennne zakłócenia elektryczne lub wymagania dotyczące impulsu przebiecia	823
28.14.5	Wytrzymałość udarowa	823
28.14.6	Test odporności udarowej	824
28.14.7	Odporność na promieniowaną energię elektromagnetyczną	824
28.14.8	Odporność na promieniowanie z komunikacji cyfrowej	824
28.14.9	Odporność na promieniowanie od radiotelefonów cyfrowych	824
28.14.10	Odporność na przewodzone zaburzenia indukowane przez pola o częstotliwości radiowej	824
28.14.11	Odporność na pole magnetyczne	825
28.14.12	Emisje przewodzone	825
28.14.13	Emisja promieniowania	825
28.14.14	Odporność na zaburzenia o częstotliwości sieciowej	825
28.15	Zgodność z przepisami	826
28.15.1	Zgodność z dyrektywą EMC: 2014/30/EU	826
28.15.2	Zgodność z dyrektywą LVD: 2014/35/EU	826
28.15.3	Zgodność z dyrektywą R&TTE: 2014/53/EU	826
28.15.4	Zgodność z normami UL/CUL	826

Załącznik A Opcje zamawiania **827**

Załącznik B Ustawienia i sygnały **829**

Załącznik C Schematy połączeń **831**

ROZDZIAŁ 1

WPROWADZENIE

1.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W niniejszym rozdziale można znaleźć pewne ogólne informacje na temat podręcznika technicznego oraz wprowadzenie do urządzenia (urządzeń) opisanego w niniejszym podręczniku technicznym.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	2
Posłowie	3
Zakres produktu	5
Właściwości i funkcje	7
Schematy logiczne	10
Przegląd funkcjonalny	12
Przegląd funkcjonalny	13
Przegląd funkcjonalny	14

1.2 POSŁOWIE

Niniejszy podręcznik techniczny zawiera funkcjonalny oraz techniczny opis urządzenia P44 firmy GE Vernova, zabezpieczenia transformatora, jak również zapewnia obszerny zestaw instrukcji dotyczących użytkowania urządzenia. Poziom niniejszej instrukcji zakłada, że użytkownik zna już inżynierię zabezpieczającą i ma doświadczenie w tej dziedzinie. Opis zasad i teorii ogranicza się do tego, co jest konieczne, aby zrozumieć działanie produktu. Więcej informacji na temat ogólnej teorii inżynierii zabezpieczającej można znaleźć w publikacji <Firmy> „Przewodnik po zabezpieczeniach i automatyzacji”, która jest dostępna online lub za pośrednictwem Centrum kontaktowego.

Staraliśmy się, aby ta instrukcja była możliwie dokładna, całościowa i przyjazna dla użytkownika. Nie możemy jednak zagwarantować, że jest wolna od błędów. Nie możemy także stwierdzić, że nie można jej poprawić. Dlatego czekamy na informacje od użytkowników o znalezionych błędach lub na sugestie poprawek. Co do zasady chcemy dostarczać informacje niezbędne do bezpiecznego wyszczególnienia, inżynierii, instalacji, uruchomienia, utrzymania i utylizacji produktu. Uważamy, że ta instrukcja zawiera niezbędne informacje, ale w razie konieczności uzyskania dokładniejszych informacji prosimy o kontakt.

Opinie należy przesyłać do centrum kontaktowego na adres:

GA.support@gevernova.com

1.2.1 ADRESACI NINIEJSZEGO PODRĘCZNIKA

Niniejszy podręcznik skierowany jest do wszystkich specjalistów zajmujących się instalowaniem, uruchamianiem, konserwacją, usuwaniem awarii lub obsługą dowolnych produktów z określonej rodziny. Do tych specjalistów możemy zaliczyć pracowników biorących udział w instalacji i rozruchu jak również wszystkich inżynierów odpowiedzialnych za obsługę produktu.

Przy tworzeniu niniejszej instrukcji poczyniono założenie, że inżynierowie zajmujący się instalacją i uruchamianiem posiadają wiedzę na temat obsługi sprzętu elektronicznego. Ponadto inżynierowie systemów i zabezpieczeń posiadają dogłębną wiedzę na temat systemów zabezpieczeń i powiązanego sprzętu.

1.2.2 KONWENCJE TYPOGRAFICZNE

Poniższe konwencje typograficzne zostały zastosowane na potrzeby niniejszego podręcznika.

- Nazwy klawiszy specjalnych wypisano wielkimi literami.
Na przykład: ENTER
- W opisach oprogramowania, pozycje menu, przyciski, etykiety itp., pojawiające się na ekranie, są wypisywane czcionką pogrubioną.
Na przykład: Wybrać **Save** z menu pliku.
- Nazwy plików oraz ścieżki dostępne wypisane są czcionką Courier
Na przykład: Przykład\Plik.txt
- Terminy specjalne pisane są z wielkiej litery
Na przykład: Wrażliwe zwarcie doziemne
- W przypadku odniesienia do wewnętrznej bazy danych ustawień i sygnałów IED tekst nazwy (kolumny) nagłówka grupy menu jest wypisywany wielkimi literami i kursywą.
Na przykład: Kolumna *SYSTEM DATA* (dane systemowe)
- W przypadku odniesienia do wewnętrznych ustawień i bazy danych IED, nazwy komórek ustawień oraz sygnały DDB są wypisywane czcionką pogrubioną i kursywą
Na przykład: Komórka ***Language*** (język) w kolumnie *SYSTEM DATA* (dane systemowe)
- W przypadku odniesienia do wewnętrznej bazy danych ustawień i sygnałów IED zawartość komórki jest wypisywana czcionką Courier
Na przykład: Komórka ***Language*** (język) w kolumnie *SYSTEM DATA* (DANE SYSTEMOWE) ma wartość *English*

1.2.3 NOMENKLATURA

Z racji technicznego charakteru niniejszego podręcznika, pada w nim wiele specjalistycznych terminów, skrótów i akronimów. Niektóre z tych terminów są powszechnie stosowane w branży, podczas gdy inne mogą być specyficzne dla danego produktu i używane wyłącznie przez GE Vernova. Każdy akronim czy termin zostaje wyjaśniony, gdy pojawia się po raz pierwszy w danym rozdziale. Ponadto dostępny jest osobny glosariusz, który można znaleźć na stronie internetowej GE Vernova lub otrzymać w centrum informacji GE Vernova.

Chcielibyśmy jednak wspomnieć o kilku zmianach wprowadzonych w nomenklaturze:

- Wyrażenie „przekaznik” nie odnosi się już do samego urządzenia. Zamiast tego, urządzenie określane jest mianem „IED” (inteligentnego urządzenia elektronicznego), nazywane po prostu „urządzeniem” lub „produktem”. Wyrażenie „przekaznik” używane jest wyłącznie w odniesieniu do elektromechanicznych podzespołów urządzenia. tj. do przekazników wyjściowych.
- Niniejszy instrukcja napisana jest w języku polskim, pojawiają się w niej jednak wyrażenia w języku angielskim (zwykle w kontekście opisu oprogramowania), których znaczenie objaśniane jest w nawiasach.
- Brytyjskie wyrażenie „Earth” (uziemienie) jest bezpośrednim odpowiednikiem amerykańskiego wyrażenia „Ground.”

1.2.4 ZGODNOŚĆ

Urządzenie przeszło szereg dokładnych badań oraz procesów certyfikacyjnych w celu zapewnienia i udowodnienia zgodności z wymaganiami wszystkich rynków docelowych. Szczegółowy opis tychże kryteriów można znaleźć w rozdziale Dane techniczne.

1.3 ZAKRES PRODUKTU

P443 i P446 to urządzenia zaprojektowane do zabezpieczenia odległościowego linii napowietrznych, kabli podziemnych, a także bezpośrednio uziemionych systemów i systemów uziemionych cewek Petersena.

P443 jest używane w zastosowaniach z pojedynczym wyłącznikiem obwodu, a P446 w zastosowaniach z podwójnym wyłącznikiem obwodu. Poza zabezpieczeniem odległościowym urządzenie to może być także używane do czterostopniowego zabezpieczenia z rozdzieleniem fazy i automatycznym ponownym zamykaniem oraz sprawdzić się w szeregu standardowych zastosowań związanych z zabezpieczeniem rezerwowym prądu, napięcia, mocy i częstotliwości.

P44 można zamówić w obudowach 40/60/80TE z różnymi opcjami wejść/wyjść cyfrowych.

Model P44 jest dostępny z tradycyjnymi wejściami 1 A/5 A i wejściami VT 100/120 V.

Różnice pomiędzy modelami P443 i P446 podsumowano w poniższej tabeli:

Funkcja	P443	P446
Liczba wejść CT	5	8
Liczba wejść VT	4	5
Wejścia cyfrowe optosprzężone	8-40	8-24
Standardowe styki wyjścia przekaźnikowego	7-43	7-32
Styki wyjścia typu High speed High break	4-8	4-8

5 wyjść VT w tym modelu umożliwia elastyczne opcje konfiguracji, gdzie jedno z nich może służyć do pomiaru napięcia szczytkowego, jeśli jest to konieczne. W tym celu należy ustawić wszystkie odpowiednie ustawienia wejścia napięcia szczytkowego na *zmierzone*, a następnie zmienić ustawienie **Wybór VT2** na *Przełamana delta*.

1.3.1 WERSJE PRODUKTU

Szczegóły produkty opisane w tej instrukcji dotyczą 5. generacji urządzeń ochronnych P40.

Oprogramowanie przekaźnikowe P44 opiera się na oprogramowaniu 4. generacji (SW):

- P443 – 91SW
- P446 – 82SW
- P446 – 86SW (konkretne funkcje)

Modele P443 i P446 5. generacji obejmują opcje wejść i wyjść cyfrowych 4. generacji P443/5 dla jednego wyłącznika i P544/6 dla podwójnego wyłącznika.

Modele P44 są obecnie dostępne w obudowach w rozmiarze 40TE/60TE/80TE, podczas gdy w przeszłości modele P443-6 były dostępne tylko w rozmiarze 60/80TE.

W P44 Cortec dołączona jest również opcja nowego zamówienia, aby wybrać podcyklowe zabezpieczenie odległościowe wyzwalające 1/3 biegunów lub niepodcyklowe zabezpieczenie odległościowe podtransmisji/dystrybucji z wyzwalaniem tylko 3. bieguna. Niepodcyklowe zabezpieczenie odległościowe jest zgodne z zabezpieczeniem odległościowym w modelu P445 4. generacji. Protokół tylnego portu komunikacyjnego można wybrać w ustawieniach, więc nie ma opcji Cortec. Dla 4. generacji było to wymagane jako opcja zamówienia.

1.3.2 OPCJE ZAMAWIANIA

Wszystkie aktualne modele i warianty tego produktu zdefiniowano w interaktywnym arkuszu o nazwie CORTEC. Jest on dostępny na stronie internetowej firmy.

Ewentualnie można otrzymać go za pośrednictwem centrum kontaktowego:

GA.support@gevernova.com

Egzemplarz arkusza CORTEC dołączono również w postaci statycznej tabeli w ramach załączników do niniejszego dokumentu. Należy jednak stosować go jedynie do celów informacyjnych, ponieważ są to interaktywne dane wychwycone w momencie publikacji.

1.4 WŁAŚCIWOŚCI I FUNKCJE

1.4.1 FUNKCJE ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Funkcja	IEC 61850	ANSI
Strefy odległości, ochrona w pełnym schemacie (9).	DisPDIS	21/21N
Charakterystyka fazowa kołowa Mho (Mho i czworoboczna)		
Charakterystyka kołowa typu Mho (Mho i czworoboczna)		
Eliminacja przejściowego przekroczenia przekładni napięciowej		
Ogranicznik obciążenia		
Tryb łatwego ustawiania		
Schematy wspomagane przez komunikację, PUTT, POTT, blokowanie, podawanie słabe	DisPSCH	85
Przyspieszone wyzwalanie – utrata obciążenia i wydłużenie Z1		
Przełączenie na zwarcie i wyzwolenie przy ponownym zamknięciu – elementy do szybkiego usuwania zwarć przy zamknięciu wyłącznika	SofPSOF/TorPSOF	50SOTF/27SOTF
Blokowanie kołysań mocy	PsbRPSB	68
Moduł zabezpieczenia kierunkowego ziemnozwarciowego (DEF)		67N
Przekroczony zakres kroku	OstRPSB	78
Porównanie kierunkowe delta – schematy oparte na szybkim kanale, działające w odniesieniu do nałożonych ilości generowanych przez usterki		78DCB/78DCUB
Kompensacja wzajemna (do lokalizatora zwarć i stref odległościowych)		
Wykrywanie usterek wielokrotnych		
InterMiCOM ⁶⁴ teleochrona dla bezpośredniej komunikacji między urządzeniami (opcja)		

1.4.2 FUNKCJE ZABEZPIECZAJĄCE

Funkcja	IEC 61850	ANSI
Tryb wyzwalania (biegun 1 i 3)	PTRC	
Rotacja fazy ABC i ACB		
Nadprąd fazowy z opcjonalną kierunkowością (4 etapy)	OcpPTOC/RDIR	50/51/67
Stopnie nadprądowe ziemi/uziemienia z opcjonalną kierunkowością (4 etapy)	EfdPTOC/RDIR	50N/51N/67N
Czułe zwarcie doziemne (SEF) (4 etapy)	SenPTOC/RDIR	50N/51N/67N
Ograniczone zwarcie doziemne o wysokiej impedancji (REF)	SenRefPDIF	64
Wykrywanie tymczasowych zwarć doziemnych (TEFD)	PTEF	
Stopnie nadprądowe z sekwencją ujemną i z opcjonalną kierunkowością (4 stopnie)	NgcPTOC/RDIR	67/46
Uszkodzony przewód, używany do wykrywania usterek obwodu otwartego		46
Zabezpieczenie przed przeciążeniem cieplnym	ThmPTTR	49
Fazowe mocwe kierunkowe (4 etapy)	PdpPDOP/PDUP	32
Zabezpieczenie podnapięciowe (2 etapy)	VtpPhsPTUV	27

Funkcja	IEC 61850	ANSI
Ochrona przed przepięciem (2 etapy)	VtpPhsPTOV	59
Zabezpieczenie nadnapięciowe (2 progi)	VtpCmpPTOV	59R
Zabezpieczenie przed napięciem szczytkowym (2 etapy)	VtpResPTOV	59N
Zabezpieczenie przed podczęstotliwością (4 etapy)	FrqPTUF	81
Zabezpieczenie przed nadmierną częstotliwością (2 etapy)	FrqPTOF	81
Szybkość zmian zabezpieczenia częstotliwościowego (4 etapy)	DfpPFRC	81
Awaria wyłącznika o dużej prędkości nadającego się do ponownego i wstecznego wyzwolenia (2 etapy)	RBRF	50BF
Nadzór nad przekładnikiem prądowym		46
Nadzór nad przekładnikiem napięciowym		47/27
Automatyczne ponowne włączenie (4 impulsy)	RREC	79
Kontrola synchronizacji (2 etapy)	RSYN	25

1.4.3 FUNKCJE STEROWANIA

Funkcja	IEC 61850	ANSI
Zestyki Watchdog		
Tryb tylko do odczytu		
Klawisze funkcyjne	FnkGGIO	
LEDy programowalne	LedGGIO	
Programowalne klawisze skrótu		
Programowalne przyporządkowanie wejść oraz wyjść cyfrowych		
W pełni edytowalne opisy menu		
Kontrola wyłącznika, monitorowanie jego stanu i warunków zadziałania	XCBR	52
Monitoring przekładnika prądowego		
Nadzór przekładnika napięciowego		
Nadzór cewki oraz obwodu wyzwalającego		
wejścia sterownicze,	PloGGIO1	
Diagnostyka po zasileniu i ciągły automonitoring.		
Dwuzakresowe wejścia przekładnika prądowego 1A oraz 5A		
Alternatywne grupy ustawień (4)		
Graficzny, programowalny schemat logiczny (PSL)		
Lokalizator zwarć	RFLO	

1.4.4 FUNKCJE POMIAROWE

Funkcja pomiarowa	IEC 61850	ANSI
Pomiar wszystkich wartości chwilowych oraz całkowanych (Dokładny zakres pomiarów zależy od modelu urządzenia)		MET
Rejestrator zakłóceń do rejestracji przebiegów – konfigurowany poprzez liczbę próbek na cykl	RDRE	Cyfrowy rejestrator zakłóceń (DFR)
Zarejestrowane błędy		

Funkcja pomiarowa	IEC 61850	ANSI
Rekordy konserwacyjne		
Rejestry zdarzeń / Rejestrowanie zdarzeń		Rejestry zdarzeń
Znakowanie czasowe sygnałów na wejściach optycznych	Tak	Tak

1.4.5 FUNKCJE KOMUNIKACYJNE

Funkcja	ANSI
Bezpieczeństwo cybernetyczne w standardzie NERC	
Przedni szeregowy port komunikacyjny RS232 przeznaczony do konfiguracji	16S
Tylny szeregowy port komunikacyjny RS485 przeznaczony do sterowania SCADA	16S
Dwa dodatkowe tylne szeregowy porty komunikacyjne do sterowania SCADA oraz telezabezpieczenia (światłowodowe i miedziane) (opcjonalne)	16S
Komunikacja Ethernet (opcjonalna)	16E
Redundantna komunikacja Ethernet (opcjonalna)	16E
Port inżynierski Ethernet z tyłu do konfiguracji	16E
Protokół Courier	16S
IEC 61850 wydanie 1 lub wydanie 2 (opcjonalnie)	16E
IEC 60870-5-103 (opcja)	16S
Protokół DNP3.0 po łączy szeregowym (opcjonalny)	16S
Protokół SNMP	16E
Synchronizacja czasu IRIG-B (opcja)	CLK
IEEE 1588 PTP (tylko urządzenia w wersji 2)	

1.5 SCHEMATY LOGICZNE

W niniejszym podręczniku technicznym umieszczono wiele schematów logicznych na potrzeby objaśnienia funkcjonalności urządzenia. Podręcznik ten opracowany przede wszystkim z myślą o wybranym produkcie, niemniej jednak może on zawierać schematy, których elementy odnoszą się do innych produktów. W takim przypadku dana część opatrzona będzie notatką uściślającą.

Schematy logiczne są zgodne z konwencją stosowania określonych kolorów i kształtów dla zastosowanych elementów. Poniżej przedstawiono legendę dotyczącą tej konwencji. Zalecamy oglądanie schematów logicznych w wersji kolorowej, a nie czarno-białej. Podręcznik techniczny w wersji elektronicznej jest kolorowy, ale w przypadku wersji drukowanej może być inaczej. Jeżeli użytkownik będzie potrzebował kolorowych schematów, można otrzymać je na życzenie, dzwoniąc do centrum kontaktowego i podając numer schematu.

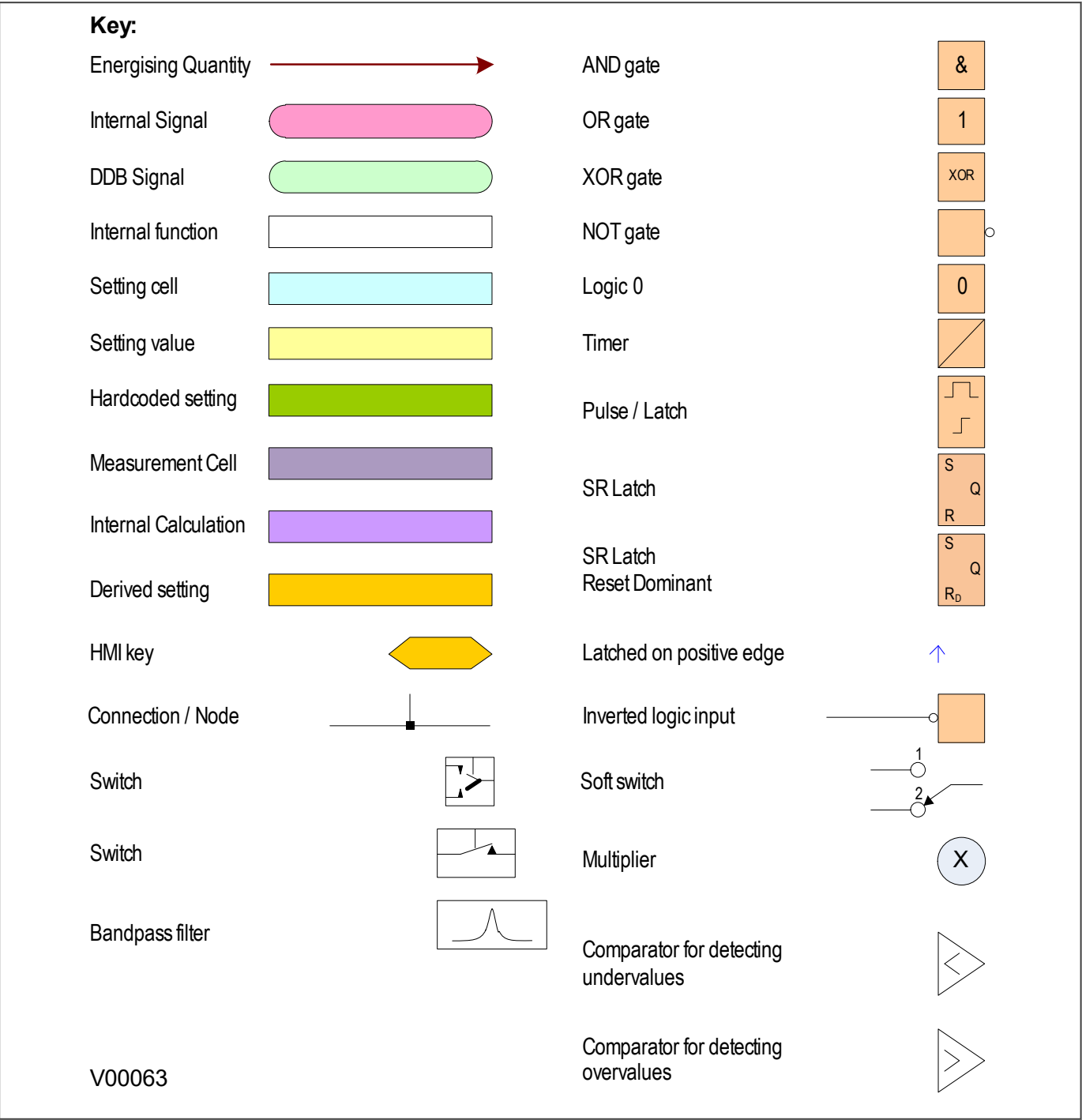


Figure 1: Legenda dla schematów logicznych

1.6 PRZEGLĄD FUNKCJONALNY

Ten schemat ma zastosowanie do modelu P443.

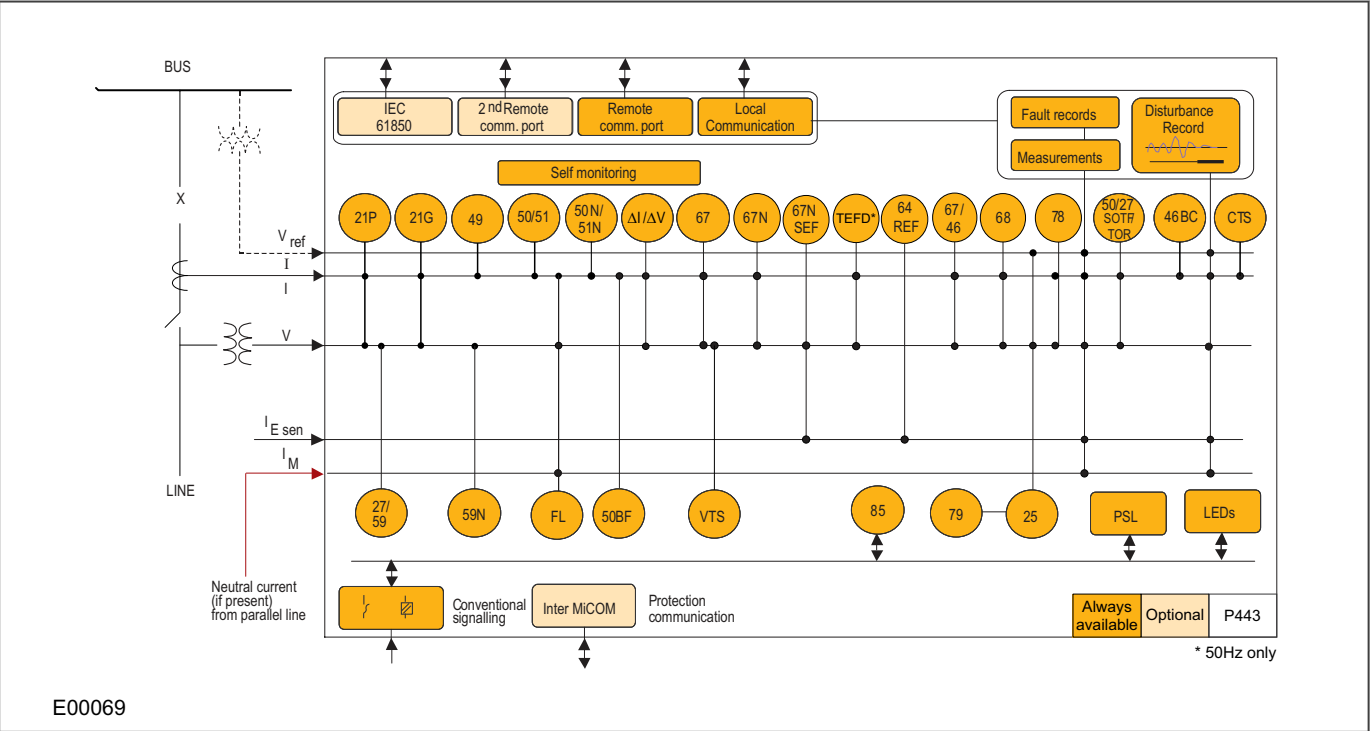


Figure 2: Przegląd funkcjonalny

1.7 PRZEGLĄD FUNKCJONALNY

Ten schemat ma zastosowanie do trzech produktów z rodziny P40L: P443, P445 i P446. Należy użyć klucza na schemacie, aby określić funkcje dotyczące produktu opisanego w tej instrukcji technicznej.

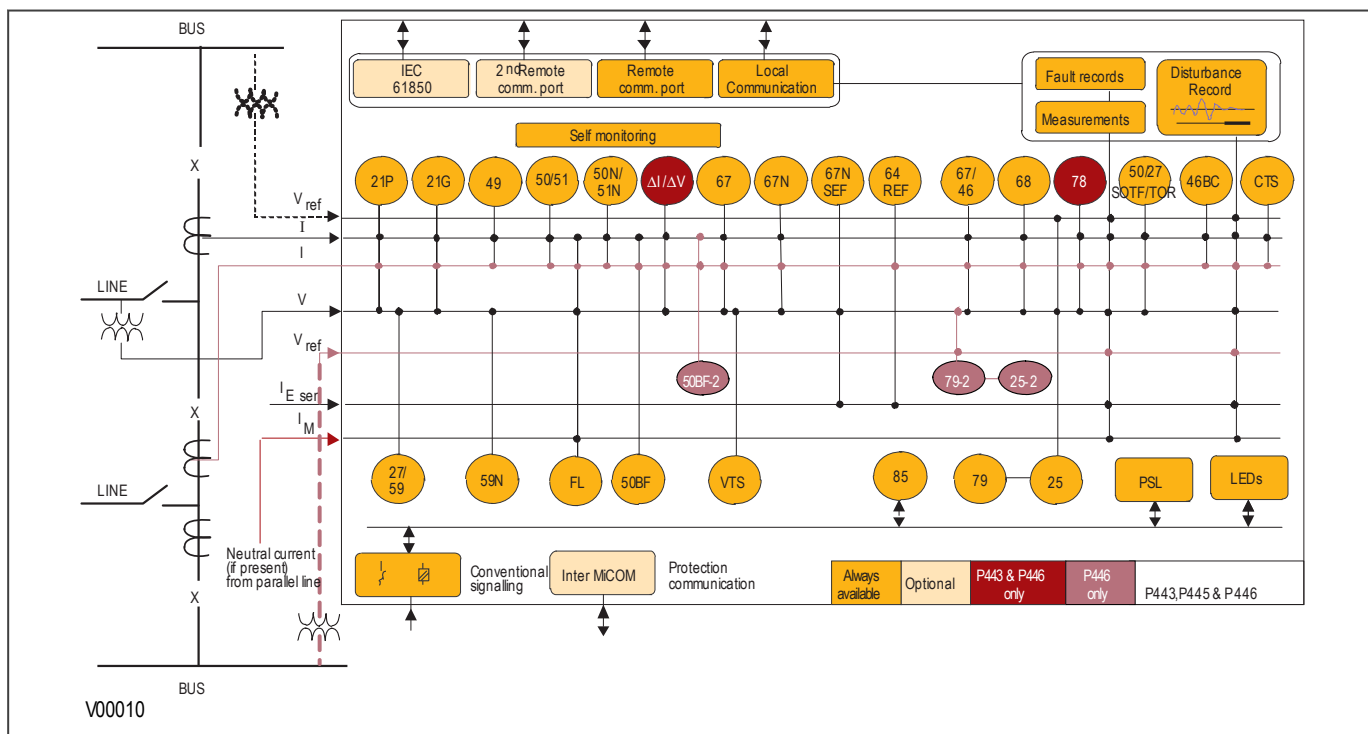


Figure 3: Przegląd funkcjonalny

1.8 PRZEGLĄD FUNKCJONALNY

Schemat ma zastosowanie do modeli produktów P44. Należy użyć klucza na schemacie, aby określić funkcje dotyczące produktu opisanego w tej instrukcji technicznej.

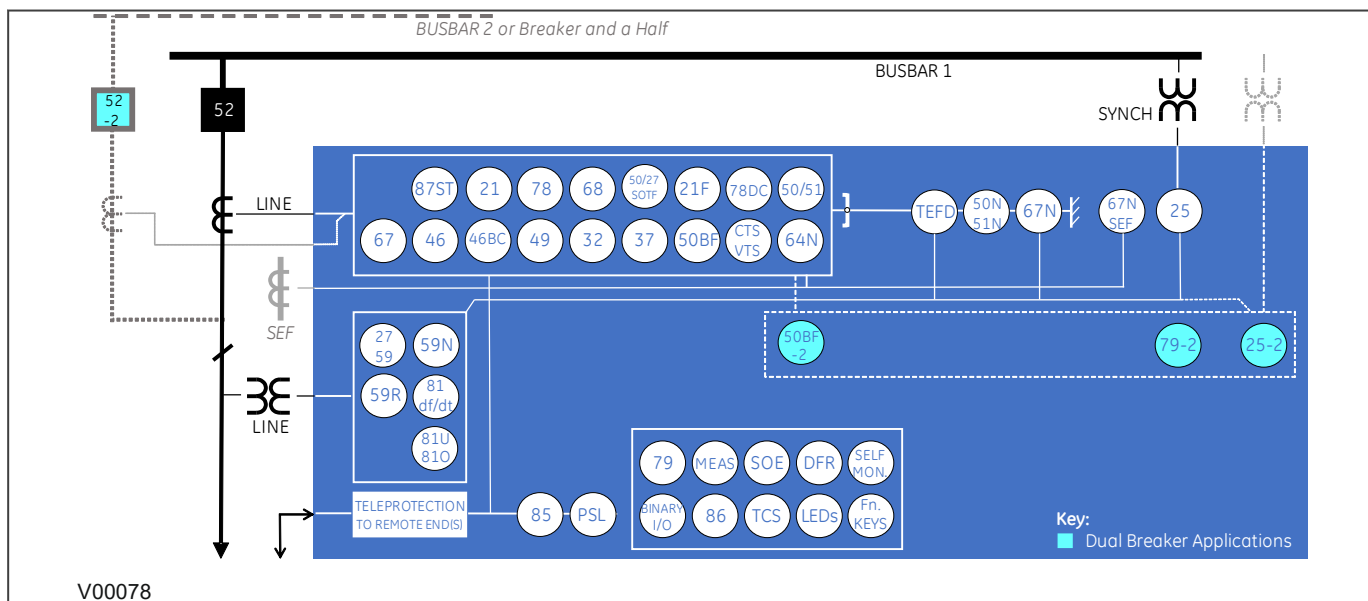


Figure 4: Przegląd funkcjonalny

W poniższej tabeli wymieniono numery ANSI dla modelu P44 i odpowiadające im opisy funkcji:

Numer urządzenia	Funkcja
25	Kontrola synchronizacji
27	Pod napięcie fazowe i liniowe
32	Zabezpieczenie kierunkowe mocy
37	Pod prąd
46	Niezgodna składowa nadprądowa
49	Przeciążenie cieplne
50	Zabezpieczenie nadprądowe o określonym czasie
51	Zabezpieczenie nadprądowe o odwróconym czasie
52	Kontrola wyłącznika obwodu
59	Przebieżenie fazowe i liniowe
67	Kierunkowy nadprąd fazowy
68	Blokowanie kołysań mocy
78	Wyzwalanie przy utracie synchronizmu
78DC	Zabezpieczenie delta (przyrostowe)
79	Automatyczne ponowne zamknięcie / adaptacyjne automatyczne ponowne zamknięcie
85	Schematy kanałów telezabezpieczeń
86	Styki zatraskowe/odcinające
87ST	Zabezpieczenie szyny Stub
21BL	Ingresja/hamowanie obciążenia
21FL	Lokalizacja zwarcia

Numer urządzenia	Funkcja
21P/G	Odległość fazy i uziemienia
46BC	Uszkodzony przewód
50/27	Załączanie na zwarcie
50BF	Awaria wyłącznika
50N	Zabezpieczenie doziemne nadprądowe określonym czasie
50ST	Zabezpieczenie szyny Stub
51N	Nadprąd IDMT punktu zerowego / uziemienia
59N	Przemieszczenie napięcia zerowego
59R	Nadnapięcie zdalnego końca
64N	Ograniczone zwarcie doziemne
67N	Kierunkowe zabezpieczenie nadprądowe neutralne/uziemienia
81df/dt	Szybkość zmian częstotliwości
81O	Nadmierna częstotliwość
81U	Niedobór częstotliwości
KOPPrad	Nadzór CT
PSL	Logika programowalna
SEF	Wrażliwe zwarcie doziemne
TEFD	Wykrywanie przejściowego zwarcia doziemnego
TCS	Nadzór nad obwodem wyzwiania
KOPNap	MONITOR PU

ROZDZIAŁ 2

INFORMACJE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA

2.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Niniejszy rozdział zawiera informacje na temat bezpiecznej obsługi urządzenia. Urządzenie należy prawidłowo zainstalować i obsługiwać w celu utrzymania go w stanie gwarantującym bezpieczeństwo użytkownika i bezpieczeństwo pracowników przez cały okres eksploatacji. Przed przystąpieniem do rozpakowywania, instalowania, uruchamiania lub serwisowania urządzenia należy zapoznać się z niniejszym rozdziałem.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	17
Bezpieczeństwo i higiena pracy	18
Symbole	19
Instalowanie, uruchamianie i serwisowanie	20
Wycofanie z eksploatacji i utylizacja	27
Zgodność z przepisami	28

2.2 BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY

Pracownicy zaangażowani w prace związane ze sprzętem muszą być zaznajomieni z informacją dotyczącą bezpieczeństwa.

Podczas eksploatacji urządzenia elektrycznego, w niektórych częściach urządzenia będą występować niebezpieczne napięcia. Nieprawidłowe użytkowanie urządzenia oraz nieprzestrzeganie ostrzeżeń będzie spowodowało niebezpieczeństwo na personel.

Prace przy urządzeniu jak również obsługę urządzenia mogą wykonywać jedynie osoby o odpowiednich kwalifikacjach. Osoby wykwalifikowane to osoby, które:

- mają wiedzę na temat instalacji, uruchomienia i eksploatacji urządzeń i układu, do którego urządzenie jest podłączone,
- są obeznane w uznanych praktykach technicznych dotyczących bezpieczeństwa i są uprawnione do prawidłowego podłączania i odłączania urządzenia od zasilania,
- zostały przeszkolone w zakresie konserwacji i obsługi urządzeń zabezpieczających zgodnie z inżynierskimi praktykami zapewniania bezpieczeństwa,
- zostały przeszkolone w zakresie postępowania w sytuacjach awaryjnych (pierwsza pomoc).

Dokumentacja zawiera instrukcje dotyczące instalacji, uruchomienia i obsługi urządzenia. Nie jest jednak możliwe, aby objęła wszystkie możliwe sytuacje. W razie pytań lub problemów nie wolno podejmować żadnych działań bez uzyskania na nie uprzedniej zgody. Prosimy o kontakt z miejscowym biurem sprzedaży i poproszenie o udzielenie wymaganych informacji.

2.3 SYMBOLE

W treści niniejszej instrukcji będzie można napotkać następujące symbole. Takie same symbole można również dostrzec na elementach urządzenia.

**Caution:**

Prosimy o zapoznanie się z dokumentacją produktu. Niezastosowanie się do tej instrukcji może skutkować uszkodzeniem urządzenia.

**Warning:**

Zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym

**Warning:**

Zagrożenie uszkodzeniem wzroku



Zacisk uziemiający. Uwaga: Ten symbol może być również wykorzystywany do oznaczenia zacisku (uziemiającego) przewodu ochronnego, jeżeli jest on częścią bloku zacisków lub podzespołu.



Przyłącze przewodu ochronnego (uziemienia)



Instrukcje dotyczące wymagań w zakresie utylizacji

Note:

Wyrażenie uziemienie jest tłumaczeniem wyrażenia „Earth” (uziemienie) użytego w wersji angielskiej niniejszego podręcznika, które jest bezpośrednim odpowiednikiem północnoamerykańskiego wyrażenia „Ground” (uziemienie).

2.4 INSTALOWANIE, URUCHAMIANIE I SERWISOWANIE

2.4.1 ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z PODNOSZENIEM ŁADUNKÓW

Przyczyna wielu urazów leży w:

- podnoszeniu zbyt ciężkich obiektów,
- nieprawidłowym podnoszeniu przedmiotów,
- popychaniu lub ciągnięciu ciężkich obiektów,
- powtarzającym się wykorzystywaniu tych samych partii mięśniowych.

Należy uważnie planować działania, określać wszelkie możliwe zagrożenia i najlepszy sposób przeniesienia produktu. Zastanowić się, czy jest możliwość przeniesienia ładunku w inny sposób niż ręcznie. Stosować odpowiednie techniki podnoszenia oraz środki ochrony osobistej (PPE) w celu zredukowania ryzyka urazu.

2.4.2 ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z ELEKTRYCZNOŚCIĄ



Caution:
Wszyscy pracownicy zaangażowani w instalację, uruchomienie lub serwisowanie urządzenia muszą znać odpowiednie procedury pracy.



Caution:
Przed przystąpieniem do instalacji, uruchomienia lub serwisowania urządzenia należy odnieść się do dołączonej do niego dokumentacji.



Caution:
Zawsze używać urządzeń we wskazany sposób. Niespełnianie tego warunku negatywnie wpłynie na poziom bezpieczeństwa gwarantowany przez urządzenie.



Warning:
Zdemontowanie ścianek lub osłon z urządzenia może odsłonić niebezpieczne, znajdujące się pod napięciem elementy. Nie dotykać do momentu odłączenia zasilania elektrycznego. Należy zachować uwagę, gdy dostęp do tylnej części urządzenia nie jest niczym ograniczony.



Warning:
Przed przystąpieniem do pracy na listwach zaciskowych odłączyć urządzenie od zasilania.



Warning:
W przestrzeni ograniczonej, gdzie występuje zagrożenie porażeniem prądem związane z nieosłoniętymi zaciskami, zastosować odpowiednią barierę ochronną.



Caution:
Przed przystąpieniem do demontażu należy odłączyć zasilanie. Demontaż urządzenia może odsłonić czułe obwody elektroniczne. Aby nie doszło do uszkodzenia urządzenia, należy przedsięwziąć odpowiednie środki zabezpieczające przed wyładowaniami elektrostatycznymi (ESD).

**Warning:**

NIE WOLNO spoglądać bezpośrednio na końce włókien światłowodowych ani na podłączenia wyjść optycznych. Zawsze należy korzystać z mierników mocy optycznej w celu stwierdzenia, czy poziom sygnału jest wystarczający.

**Warning:**

Podczas badania może dojść do naładowania kondensatorów do niebezpiecznego napięcia. Rozładować kondensatory redukując napięcia testowe do zera przez rozłączeniem przewodów probierczych.

**Caution:**

Urządzenie należy eksploatować w zakresie określonych limitów elektrycznych i środowiskowych.

**Caution:**

Przed przystąpieniem do czyszczenia urządzenia należy upewnić się, że od wszystkich połączeń odcięto zasilanie. Używać nasączonego czystą wodą kawałka materiału nie gubiącego włókien.

Note:

Bolce kontaktowe wtyczek testowych są zwykle chronione wazeliną, której nie należy usuwać.

2.4.3 WYMAGANIA UL/CSA/CUL

Informacje w tym rozdziale dotyczące wyłącznie urządzeń mających oznaczenia UL/CSA/CUL.

**Caution:**

Urządzenia przeznaczone do montażu panelowego lub w regale są przeznaczone do stosowania w obudowie z płaską powierzchnią Typu 1 zdefiniowanej przez Underwriters Laboratories (UL).

**Caution:**

W celu zachowania zgodności z wymaganiami UL oraz CSA/CUL, urządzenie należy zainstalować z użyciem części certyfikowanych przez UL/CSA dla stosowania z kablami, bezpiecznikami zabezpieczającymi, uchwytyami bezpiecznikowymi oraz wyłącznikami, izolowanymi końcówkami zaciskowymi oraz akumulatorami wewnętrznymi.

2.4.4 WYMAGANIA DOTYCZĄCE BEZPIECZNIKÓW

**Caution:**

W przypadku, gdy wymagane jest, aby urządzenie było ujęte w wykazie UL/CSA dla zewnętrznego zabezpieczenia bezpiecznikowego, musi być stosowany bezpiecznik znajdujący się w wykazie UL lub CSA dla zasilania pomocniczego. Ujęty w tym wykazie typ bezpiecznika to: zwłoczny bezpiecznik klasy J o maksymalnym prądzie znamionowym 15 A i minimalnym napięciu znamionowym 250 V DC (np. bezpiecznik typu AJT15).

**Caution:**

W przypadku, gdy nie jest wymagane, by urządzenie było ujęte w wykazie UL/CSA, można zastosować bezpiecznik o wysokiej zdolności rozłączniowej (HRC) o maksymalnym prądzie znamionowym 16 A i minimalnym napięciu znamionowym 250 V DC dla zasilania pomocniczego (np. topikowy (Red Spot), typu NIT lub TIA). Dla modeli P50 zastosować bezpiecznik typu T o maksymalnym prądzie 1 A. Dla modeli P60 zastosować bezpiecznik typu T o maksymalnym prądzie 4 A.

**Caution:**

Obwody wejść cyfrowych wymagają zabezpieczenia bezpiecznikiem o wysokiej zdolności rozłączniowej NIT lub TIA o maksymalnym prądzie znamionowym 16 A. Ze względów bezpieczeństwa w obwodach przekładnika prądowego w żadnym wypadku nie wolno umieszczać bezpiecznika. Inne obwody należy odpowiednio zabezpieczyć bezpiecznikami w celu ochrony stosowanego okablowania.

**Caution:**

Przekładnik prądowy **NIE MOŻE BYĆ** zabezpieczony bezpiecznikiem, ponieważ otwarcie obwodu może generować śmiertelne niebezpieczne napięcie.

2.4.5 PODŁĄCZENIA URZĄDZENIA

**Warning:**

Zaciski odsłonięte na czas instalacji, uruchomienia i konserwacji mogą być pod niebezpiecznym napięciem, chyba że urządzenie jest elektrycznie odizolowane.

**Caution:**

Dokręcić śruby mocujące M4 połączeń wysokoobciążalnych listew zaciskowych momentem nominalnym 1,3 Nm.
Dokręcić uwięzione śruby listew zaciskowych momentem wynoszącym minimum 0,5 Nm a maksimum 0,6 Nm.

**Caution:**

Do wykonania połączeń obwodów napięciowych i prądowych, należy zawsze stosować izolowane końcówki zaciskowe.

**Caution:**

Końcówki zaciskowe oraz przyrząd do ich zaciskania muszą być dopasowane do przekroju przewodu.

**Caution:**

W niektórych produktach sprawność urządzenia wskazywana jest zestykami typu watchdog (systemu samokontroli). Zdecydowanie zalecamy podłączenie tych zestyków do systemu automatyzacji podstawy i wykorzystanie ich do celów alarmowania.

2.4.6 WYMAGANIA DOTYCZĄCE KLASY OCHRONNOŚCI 1 URZĄDZEŃ



Caution:
Uziemić urządzenie wykorzystując do tego zacisk PCT (zacisk przewodu ochronnego).



Caution:
Nie wolno demontować zacisku PCT.



Caution:
Zacisk PCT służy czasem do podłączenia ekranów kabli. Po podłączeniu lub usunięciu któregoś z przewodów uziemienia do/od zacisku PCT należy zawsze sprawdzić czy nie została naruszona jego integralność.



Caution:
Integralność zacisków PCT podłączonych za pomocą gwintowanego kołka należy zapewnić stosując nakrętkę zabezpieczającą lub podobne rozwiązanie.



Caution:
Zalecany minimalny przekrój przewodu ochronnego podłączanego do zacisku PCT to 2,5 mm² dla krajów, w których napięcie sieci energetycznej wynosi 230 V (np. dla państw europejskich) oraz 3,3 mm² dla krajów, w których napięcie sieci energetycznej wynosi 110 V (np. państw Północnej Ameryki). Lokalne lub krajowe przepisy mogą wymagać zwiększenia tego przekroju.
Dla produktów P60 zalecany minimalny przekrój przewodu ochronnego podłączanego do zacisku PCT wynosi 6 mm². Szczegółowe informacje znajdują się w dokumentacji produktu.



Caution:
Połączenie ochronne PCT musi mieć niską indukcyjność i powinno być jak najkrótsze.



Caution:
Wszystkie połączenia z urządzeniami muszą mieć określony potencjał. Wstępnie wykonane, ale nie używane połączenia powinny być uziemione lub podłączone do wspólnego potencjału grupowego.

2.4.7 LISTA CZYNNOŚCI KONTROLNYCH POPRZEDZAJĄCYCH PODŁĄCZENIE ZASILANIA



Caution:
Sprawdzić znamionowe napięcie/polaryzację (tabliczka znamionowa/dokumentacja urządzenia).



Caution:
Sprawdzić parametry znamionowe obwodu przekładnika prądowego (tabliczka znamionowa) oraz integralność połączeń.



Caution:
Sprawdzić parametry bezpiecznika zabezpieczającego lub wyłącznika nadprądowego (MCB).



Caution:
Sprawdzić integralność połączenia ochronnego PCT.



Caution:
Sprawdzić obciążalności prądowe i napięciowe zewnętrznych przewodów, upewniając się, że są odpowiednie do danego zastosowania.

2.4.8 PERYFERYJNE OBWODY ELEKTRONICZNE



Warning:
Nie wolno otwierać obwodu wtórnego przekładnika prądowego pod napięciem, ponieważ generowane wysokie napięcie może stanowić zagrożenie dla życia pracowników lub może uszkodzić izolację. Zewrzeć obwód wtórny liniowego przekładnika prądowego przed rozłączeniem jakichkolwiek połączeń do niego prowadzących.

Note:

W przypadku większości urządzeń GE Vernova w konfiguracji pierścieniowej, gwintowana listwa zaciskowa służąca podłączeniu przekładnika prądowego jest automatycznie zwierana w momencie usunięcia modułu. A zatem zewnętrzne zwieranie przekładników prądowych może nie być wymagane. Aby to określić, należy zapoznać się z dokumentacją i schematami połączeń dołączonymi do urządzenia.



Caution:
Jeżeli w urządzeniu zastosowano zewnętrzne podzespoły, jak rezystory lub warystory (VDR), mogą one być elementami grożącymi porażeniem prądem lub oparzeniem w razie dotknięcia.



Warning:
Podczas używania zewnętrznych listew lub wtyczek probierczych, jak np. MMLG, MMLB oraz P990 należy zachować szczególną ostrożność, gdyż może dojść do odsłonięcia elementów znajdujących się pod niebezpiecznym napięciem. Upewnić się przed wyciągnięciem wtyczek probierczych, że zworki PP są założone, co ma na celu zapobieżenie występowaniu potencjalnie groźnych dla życia napięć.

**Warning:**

Kable do transmisji danych z dostępnymi ekranami i / lub przewodnikami ekranowymi (w tym kable światłowodowe z elementami metalowymi) mogą stwarzać ryzyko porażenia prądem w otoczeniu podstawy, jeśli oba końce ekranu kabla nie są podłączone do tego samego uziemienia z wyrównaniem potencjałów.

Aby zmniejszyć zagrożenie porażeniem prądem z powodu przeniesionych potencjalnych zagrożeń:

- i. Instalacja powinna obejmować wszystkie niezbędne środki ochronne, aby przez podłączony przewód ekranu kabla nie mogły popłynąć jakiegokolwiek prądy zwarcia.
- ii. Podłączony kabel powinien mieć ekran przewodzący podłączony do zacisku przewodu ochronnego (PCT) podłączonego sprzętu na obu końcach. Takie połączenie może być wbudowane w złącza dostarczone w urządzeniu, ale w razie wątpliwości należy to potwierdzić testem ciągłości.
- iii. Zacisk przewodu ochronnego (PCT) każdego elementu podłączonego sprzętu powinien być podłączony bezpośrednio do tego samego uziemionego układu wyrównania potencjałów.
- iv. Jeśli z jakiegokolwiek powodu oba końce ekranu kabla nie są podłączone do tego samego uziemienia i układu wyrównania potencjałów, należy podjąć środki ostrożności, aby zapewnić bezpieczeństwo takich połączeń ekranowanych przed wykonaniem pracy lub w pobliżu takich kabli.
- v. Żadne urządzenia nie mogą być podłączone do obwodów pobierania lub konserwacji ani złączy tego produktu, chyba że tymczasowo i wyłącznie w celach konserwacyjnych.
- vi. Sprzęt tymczasowo podłączony do tego produktu w celach konserwacyjnych powinien być uziemiony (jeśli wymagane jest uziemienie sprzętu tymczasowo podłączonego), bezpośrednio do tego samego uziemionego układu wyrównania potencjałów co produkt.

**Warning:**

Moduły z mini portem wtykowym (SFP), które zapewniają połączenia miedziane Ethernet, zwykle nie zapewniają żadnej dodatkowej bezpiecznej izolacji. Moduły z mini portem wtykowym (SFP) z miedzianym łączem Ethernet można stosować tylko w pozycjach złączy przeznaczonych do tego typu połączeń.

2.4.9 MODERNIZACJA/SERWISOWANIE

**Warning:**

Wkładać i wyciągać moduły, płytki obwodów drukowanych lub karty rozszerzające z urządzenia pozbawionego napięcia, gdyż w innym wypadku może dojść do jego uszkodzenia. Może dojść również do odsłonięcia części znajdujących się pod niebezpiecznym napięciem, co stanowi zagrożenie dla personelu.

**Caution:**

Wewnętrzne moduły oraz zespoły mogą być ciężkie i mieć ostre krawędzie. Należy zachować ostrożność wkładając lub wyciągając moduły do/z IED.

2.5 WYCOFANIE Z EKSPLOATACJI I UTYLIZACJA

**Caution:**

Przed przystąpieniem do wycofywania urządzenia z eksploatacji należy całkowicie odizolować urządzenie od źródeł zasilania (oba bieguny wszelkich połączeń DC). Na wejściu zasilania pomocniczego mogą być równolegle podłączone kondensatory, które mogą nadal być naładowane. Aby uniknąć porażenia prądem, należy przed odłączeniem urządzenia rozładować te kondensatory poprzez zewnętrzne zaciski.

**Caution:**

Unikać spalania jak też utylizacji przez usuwanie do cieków wodnych. Urządzenie należy poddać utylizacji w sposób bezpieczny, odpowiedzialny i bezpieczny dla środowiska, i w zgodzie ze stosownymi przepisami krajowymi.

2.6 ZGODNOŚĆ Z PRZEPISAMI

Zgodność z Dyrektywą Komisji Europejskiej w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej EMC i Dyrektywą Niskonapięciową Komisji Europejskiej LVD wykazano za pomocą dokumentacji technicznej.



2.6.1 ZGODNOŚĆ Z DYREKTYWĄ EMC: 2014/30/EU

Deklaracja zgodności dla danego produktu zawiera wykaz odpowiednich norm zharmonizowanych lub oceny zgodności zastosowanych w celu wykazania zgodności z dyrektywą w sprawie zgodności elektromagnetycznej EMC.

2.6.2 ZGODNOŚĆ Z DYREKTYWĄ LVD: 2014/35/EU

Deklaracja zgodności dla danego produktu zawiera wykaz odpowiednich norm zharmonizowanych lub oceny zgodności zastosowanych w celu wykazania zgodności z dyrektywą w sprawie zgodności elektromagnetycznej LVD.

Informacje związane z bezpieczeństwem, jak kategoria przepięcia instalacji I, stopień zanieczyszczenia i zakresy temperatur roboczych są określone w rozdziale „Dane techniczne” odpowiedniej dokumentacji produktu i/lub na etykiecie produktu.

O ile nie określono inaczej w rozdziale „Dane techniczne” odpowiedniej dokumentacji produktu, urządzenie jest przeznaczone wyłącznie do użytku w pomieszczeniach. Jeżeli wymagane jest użycie urządzenia na zewnątrz, musi być zamontowane w specjalnej szafce lub obudowie, aby zapewnić odpowiedni poziom ochrony przed spodziewanym środowiskiem zewnętrznym.

2.6.3 ZGODNOŚĆ Z DYREKTYWĄ R&TTE: 2014/53/EU

Dyrektywa 2014/53/UE Urządzenia radiowe i końcowe urządzenia telekomunikacyjne (R&TTE).

Zgodność wykazano zarówno poprzez spełnienie dyrektywy EMC jak i Dyrektywy niskonapięciowej

2.6.4 ZGODNOŚĆ Z NORMAMI UL/CUL

Jeżeli produkt oznaczony jest tym logo, to oznacza, że jest on zgodny z wymaganiami Underwriters Laboratories w Kanadzie i USA.

Na urządzeniu widnieje właściwy numer akt UL oraz numer identyfikacyjny.



ROZDZIAŁ 3

KONSTRUKCJA URZĄDZENIA

3.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W niniejszym rozdziale zawarte są informacje na temat struktury sprzętowej produktu.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	30
Architektura sprzętowa	31
Konstrukcja mechaniczna	33
Przedni panel	36
Tylna ścianka	40
Układy i moduły	42

3.2 ARCHITEKTURA SPRZĘTOWA

Poszczególne elementy wchodzące w skład urządzeń bazujących na platformie Px4x są następujące:

- Obudowa składająca się z panelu przedniego i połączeń z tyłu
- moduł głównego procesora zawierający główną jednostkę centralną (ang. Central Processing Unit – CPU), pamięć oraz interfejs łączący z HMI (Human Machine Interface – interfejs człowiek-maszyna) panelu przedniego,
- Wybór układów wtykowych i modułów widocznych z tyłu do zasilania, funkcji komunikacyjnych, cyfrowych wejść/wyjść, wejść analogowych i możliwości podłączenia synchronizacji czasu

Wszystkie układy i moduły są połączone magistralą równoległą, adresową, przez którą moduł procesora może wysyłać i otrzymywać informacje do/z innych modułów, w zależności od potrzeb. Dostępna jest również osobna magistrala szeregową służąca do przesyłu danych próbkowanych z modułu wejść do CPU. Równoległe i szeregowo magistrale danych są przedstawione w postaci pojedynczego modułu przyłączeniowego na poniższym rysunku ilustrującym typowe moduły oraz zachodzący pomiędzy nimi przepływ danych.

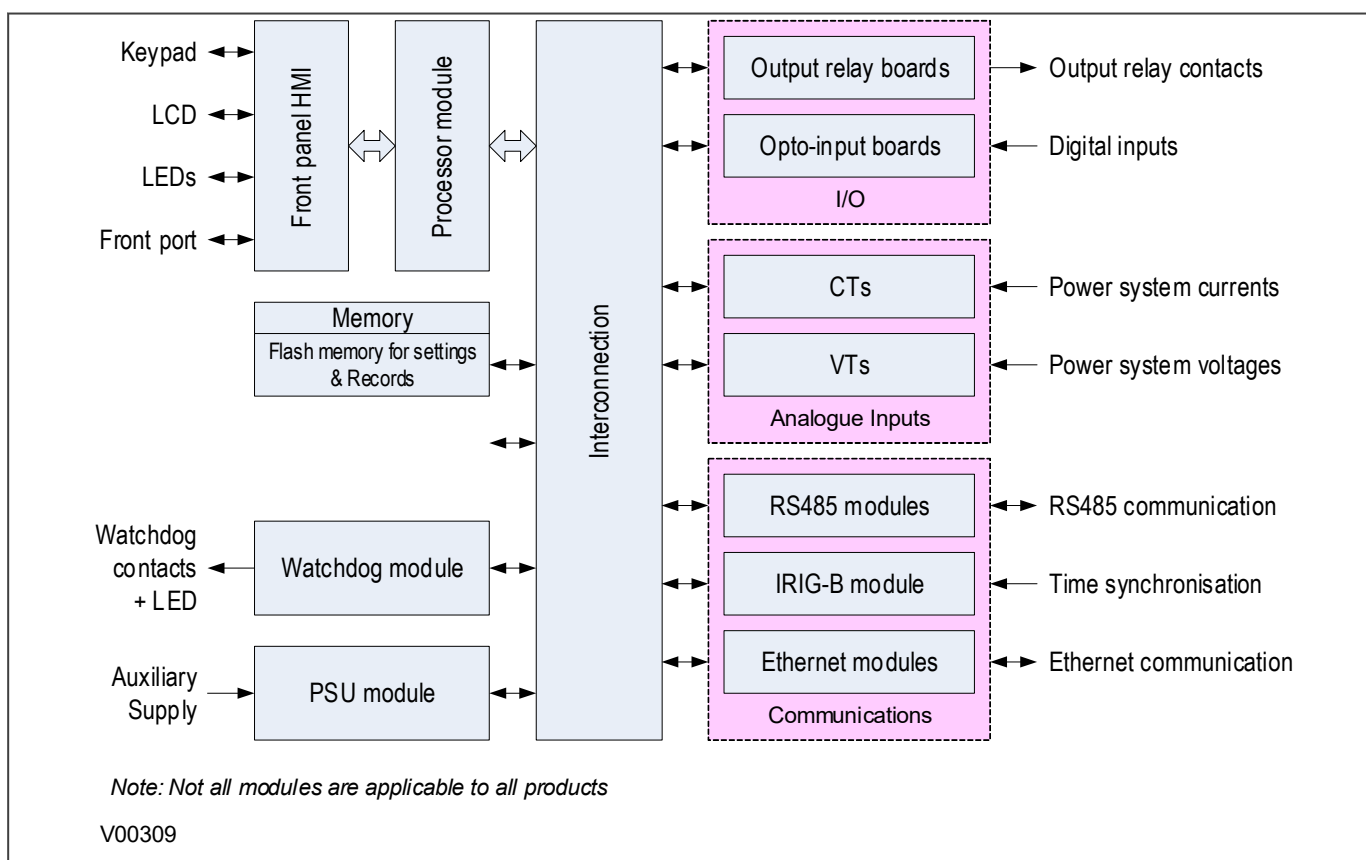


Figure 5: Architektura sprzętowa

3.2.1 ARCHITEKTURA SPRZĘTU KOPROCESORA

Niektóre produkty są wyposażone w płytę koprocesorową, aby zapewnić dodatkową moc obliczeniową. Istnieje kilka wariantów płyty koprocesorowej w zależności od wymaganych wymagań komunikacyjnych. Niektóre modele nie wymagają wejść komunikacji zewnętrznej, inne wymagają wejść do aktualnych zróżnicowanych funkcjonalności, a inne wymagają wejścia do synchronizacji czasu GPS.

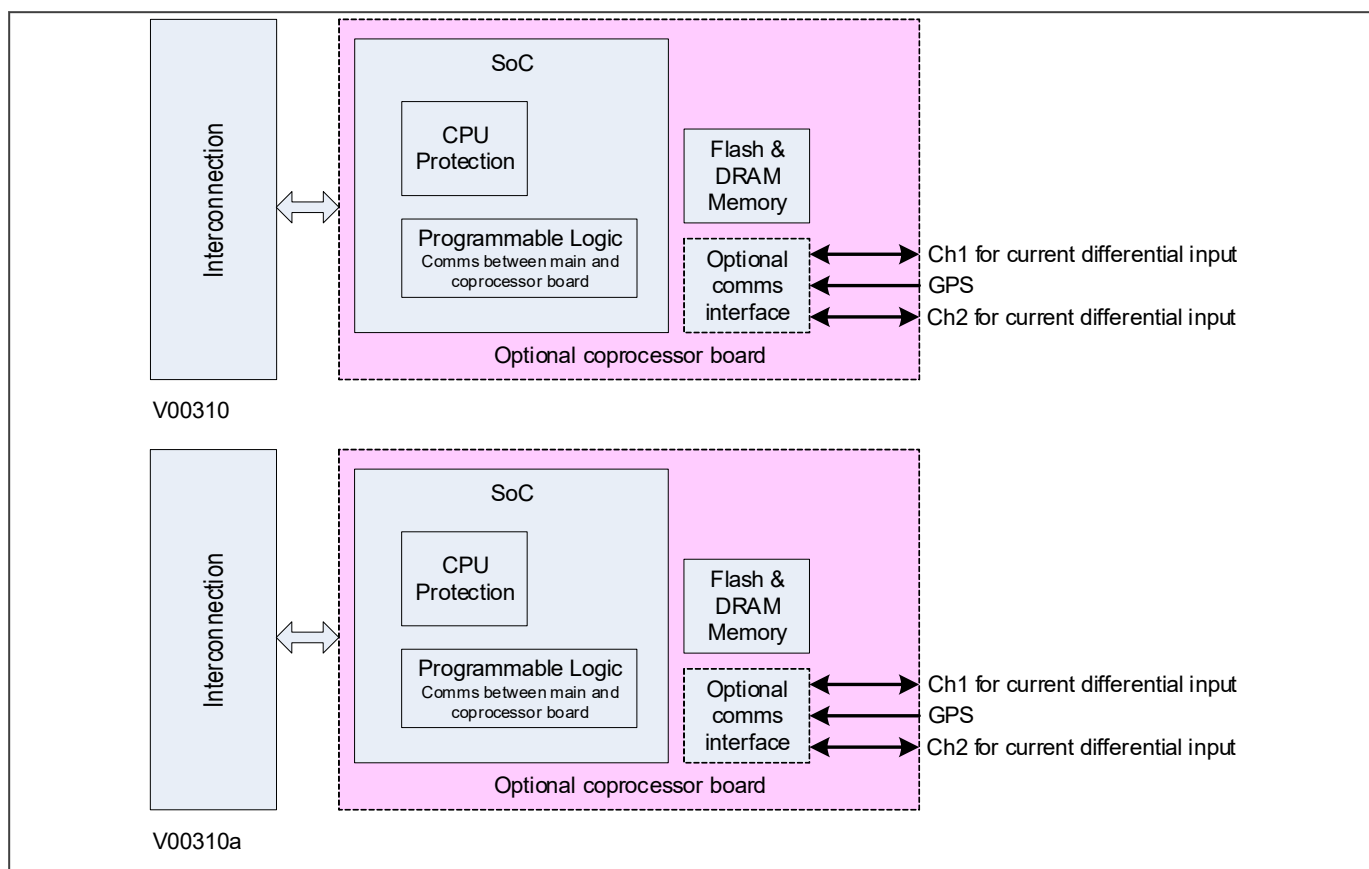


Figure 6: Architektura sprzętu koprocatora

3.3 KONSTRUKCJA MECHANICZNA

Wszystkie urządzenia oparte na platformie Px4x mają wspólną architekturę sprzętową. Sprzęt jest modułowy i składa się z następujących głównych części:

- Obudowa i listwy zaciskowe
- Układy i moduły
- Panel przedni

Obudowa składa się z metalowej części obudowy i listew zaciskowych z tyłu. Układy mocuje się do listew zaciskowych i łączy ze sobą kablem taśmowym. Ten kabel taśmowy łączy się z procesorem na panelu przednim.

Poniższy schemat przedstawia widok rozstrzelony typowego produktu. Przedstawiony schemat niekoniecznie odzwierciedla dokładnie model produktu opisany w tej instrukcji.

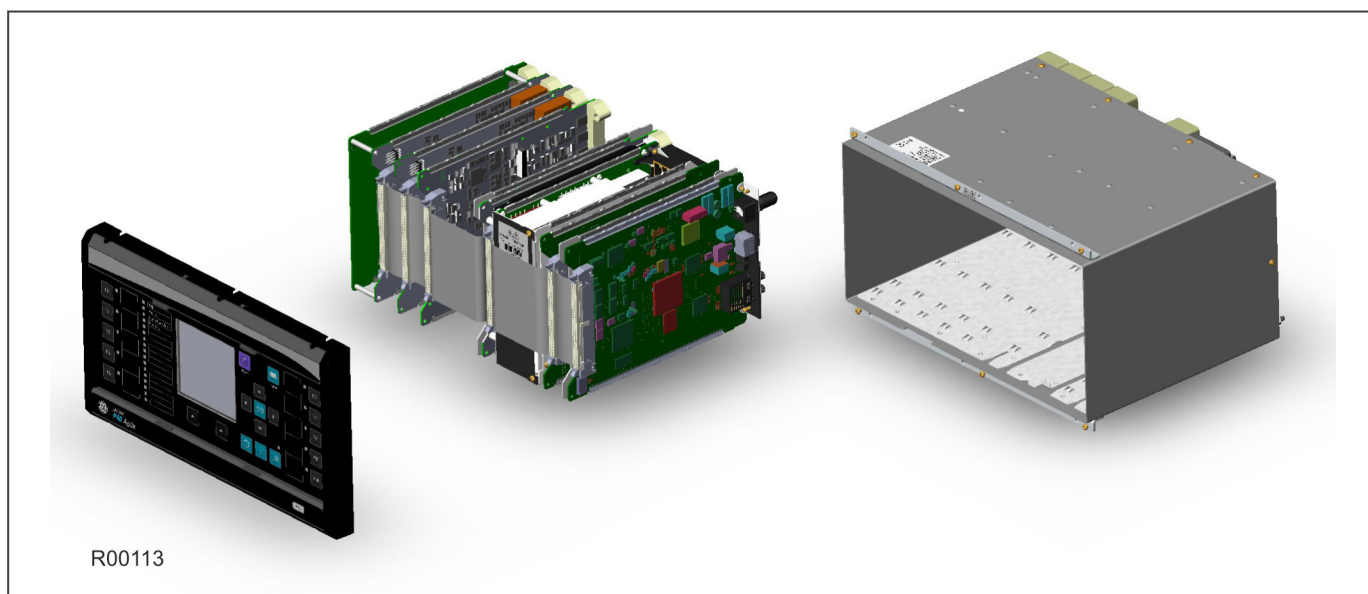


Figure 7: Widok zespołu rozebranego urządzenia inteligentnego urządzenia elektronicznego

3.3.1 WARIANTY OBUDOWY

Gama produktów Px4x jest wdrożona w ramach obudów o różnych rozmiarach. Wymiary obudów produktów przemysłowych są zwykle zgodne z jednostkami wymiarów modułowych, opartymi na wymiarach stelaży. Są to: U oznaczająca wysokość i TE oznaczająca szerokość, gdzie:

- 1 U = 1,75 cala = 44,45 mm
- 1 TE = 0,2 cala = 5,08 mm

Produkty są teraz dostępne w wersjach wolnostojącej i montowanej na panelu. Nominalna wysokość wszystkich produktów wynosi 4 U. Jest to równowartość 177,8 mm lub 7 cali.

Obudowy są wykonane z wykończonej stali z przewodzącą powłoką z aluminium i cynku. Zapewnia to dobre uziemienie na wszystkich połączeniach, co tworzy ścieżkę niskiej rezystancji do uziemienia, która ma zasadnicze znaczenie dla działania w warunkach występowania szumów zewnętrznych.

Szerokość obudowy zależy od typu produktu i jego osprzętu. W przypadku opisywanej gamy produktów dostępne są obudowy o trzech różnych szerokościach: 40 TE, 60 TE i 80 TE. Poniżej przedstawiono wymiary obudów i kryteria zgodności:

Szerokość obudowy (TE)	Szerokość obudowy (mm)	Szerokość obudowy (cale)
40TE	203.2	8

Szerokość obudowy (TE)	Szerokość obudowy (mm)	Szerokość obudowy (cale)
60TE	304.8	12
80TE	406.4	16

Note:

Nie wszystkie rozmiary obudów są dostępne w przypadku wszystkich modeli.

3.3.2 LISTA PŁYTEK

Osprzęt produktu składa się z kilku modułów pochodzących z gamy standardowej. Dokładna specyfikacja i liczba modułów sprzętowych zależą od numeru i wariantu modelu. W zależności od dokładnego modelu w ramach danego produktu będą wykorzystywane różne moduły jak niżej.

Płyta	Zastosowanie
Płyta procesora głównego – 40 TE lub mniejsza	Płyta procesora głównego – bez obsługi klawiszy funkcyjnych
Płyta procesora głównego – 60 TE lub większa	Płyta procesora głównego – z obsługą klawiszy funkcyjnych
Moduł zasilacza – 24/54 V DC	Wejście zasilania. Odbiera napięcie w zakresie od 24 V do 54 V DC
Moduł zasilacza – 48/125 V DC	Wejście zasilania. Odbiera napięcie w zakresie od 48 V do 125 V DC
Moduł zasilacza – 110/250 V DC	Wejście zasilania. Odbiera napięcie w zakresie od 110 V do 125 V DC
Płyta transformatorowa	Zawiera transformator napięciowy i prądowy
Płyta wejściowa	Zawiera zespół obwodów do konwersji A/D
Płyta wejściowa z wejściami optycznymi	Zawiera zespół obwodów do konwersji A/D + 8 cyfrowych wejść optycznych
Płyta IRIG-B – wejście modulowane	Płyta interfejsu do modulowanego sygnału synchronizacji czasowej IRIG-B
Płyta IRIG-B – wejście demodulowane	Płyta interfejsu do demodulowanego sygnału synchronizacji czasowej IRIG-B
Moduł światłowodowy	Płyta interfejsu do złącza światłowodowego RS485
Moduł światłowodowy + IRIG-B	Płyta interfejsu do złącza światłowodowego RS485 + demodulowanego IRIG-B
2. tylna płyta komunikacyjna	Płyta interfejsu do złączy RS232/RS485
2. tylna płyta komunikacyjna z wejściem IRIG-B	Płyta interfejsu do złączy RS232/RS485 + IRIG-B
Płyta przekaźnika wyjściowego wielkiej mocy	Płyta przekaźnika wyjściowego z przekaźnikami wielkiej mocy
Płyta do redundantnej sieci Ethernet RSTP + PRP + HSR + uniwersalnego złącza przełączania IRIG-B	Płyta do redundantnej sieci Ethernet z RSTP + PRP + HSR + przełączanie (dwie pary światłowodów) z uniwersalnym złączem IRIG-B wbudowanym w płytę
Płyta do redundantnej sieci Ethernet RSTP + PRP + HSR + uniwersalnego złącza przełączania IRIG-B	Płyta do redundantnej sieci Ethernet z RSTP + PRP + HSR + przełączanie (dwie pary przewodów miedzianych) z uniwersalnym złączem IRIG-B wbudowanym w płytę
Płyta do redundantnej sieci Ethernet RSTP + PRP + HSR + uniwersalnego złącza przełączania IRIG-B	Płyta do redundantnej sieci Ethernet z RSTP + PRP + HSR + przełączanie (jeden przewód miedziany, jeden światłowod wielotrybowy) z uniwersalnym złączem IRIG-B wbudowanym w płytę
Płyta przekaźników wyjściowych	Płyta standardowych wyjść przekaźnikowych
Płyta do redundantnej sieci Ethernet PRP + przełączanie IEC 61850-9-2LE	Płyta do redundantnej sieci Ethernet do magistrali procesowej IEC 61850-9-2LE obsługująca PRP + przełączanie (dwa światłowody wielotrybowe)
Kombinowana płyta przekaźnikowa optowejściowa/wyjściowa	Kombinowana płyta wejścia/wyjścia cyfrowego z optowejściami + przekaźnikami wyjściowymi
Płyta przesyłu linii energetycznej	Płyta przesyłu linii energetycznej do porównywania faz
Płyta koprocatora	Płyta koprocatora do przetwarzania specjalnych algorytmów

Płyta koprocera z wbudowanym GPS	Płyta koprocera z wejściem GPS do synchronizacji czasu
----------------------------------	--

3.4 PRZEDNI PANEL

W zależności od konkretnego modelu i wybranych opcji, produkt będzie umieszczony w obudowie 40TE, 60TE lub 80TE. Dla przykładu poniższy schemat przedstawia panel przedni typowego urządzenia. Panele przednie produktów bazujących na obudowach 40TE, 60TE i 80TE mają wiele cech wspólnych i różnią się jedynie tym, że na panelu przednim 40TE nie ma 10 klawiszy funkcyjnych z powiązanymi z nimi programowanymi przez użytkownika wskaźnikami LED.



Figure 8: Panel przedni (80TE)

Panel przedni składa się z:

- Górny i dolny przedział z uchylną pokrywą
- wyświetlacz LCD
- klawiatura
- Port USB typu B w dolnym przedziale
- Wskaźniki funkcyjne LED o przypisanym na stałe znaczeniu
- Klawisze funkcyjne i LEDy (modele 60TE i 80TE)
- LEDy programowalne

3.4.1 KOMORA PANELU PRZEDNIEGO

Komora górna zawiera etykiety dotyczące:

- Numer seryjny
- Zakresy prądu i napięcia znamionowego

Komora dolna zawiera:

- Port USB typu B

3.4.2 INTERFEJS UŻYTKOWNIKA

Klawiatura zapewnia pełny dostęp do funkcji urządzenia poprzez szereg opcji menu. Informacje wyświetlane są na kolorowym wyświetlaczu LCD.

Kolorowy wyświetlacz jest typu ciekłokrystalicznego (LCD) z aktywną matrycą na bazie tranzystorów cienkowarstwowych (TFT), z amorficznym krzemem TFT jako urządzenie przełączające. Moduł ten składa się z transmisyjnego ekranu TFT-LCD, obwodu sterownika i modułu podświetlenia. Rozdzielczość 4,0-calowego wyświetlacza TFT-LCD wynosi 480 x 480 pikseli i może wyświetlić do 16,7 mln kolorów.

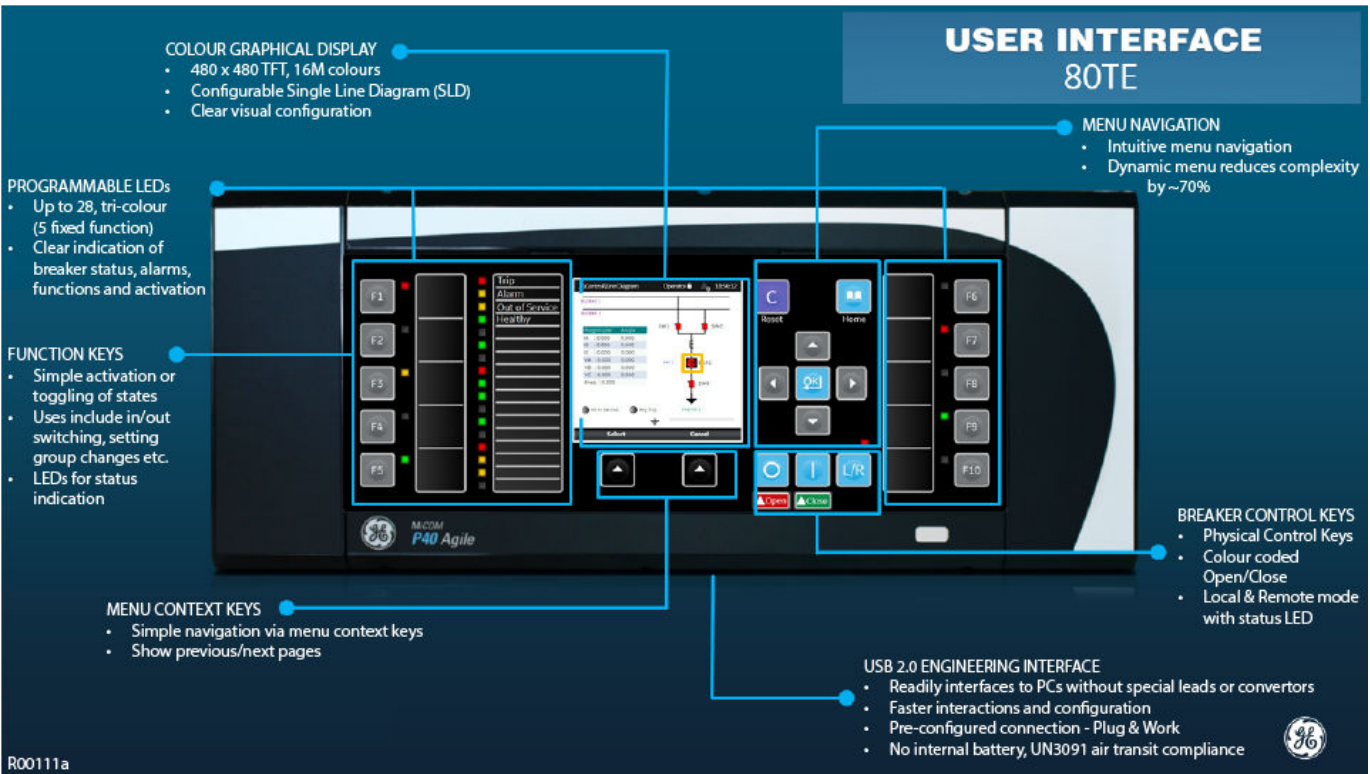
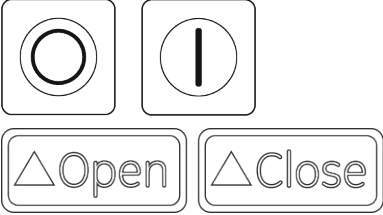


Figure 9: Interfejs użytkownika

3.4.3 KŁAWIATURA

Na klawiaturę składają się następujące klawisze:

4 klawisze strzałek do nawigacji po menu, zmiany wartości w komórce lub wyboru następnej pozycji na SLD (zorganizowane wokół klawisza Enter).	
Klawisz Enter umożliwiający zmianę i wykonanie ustawień. Po wybraniu etykiety klawisza kontekstowego menu banera dolnego, klawisz OK można także używać do nawigowania między stronami.	
Klawisz kasowania/zerowania umożliwia wyczyszczenie okna dialogowego bieżących ustawień lub przejście do górnego menu.	
Klawisz ekranu głównego umożliwiający nawigację do domyślnego widoku menu.	
2 klawisze kontekstowe menu służące do nawigowania pomiędzy stronami.	

Klawisze otwierania/zamykania (oznaczone kolorami) Uwaga: Kodowanie kolorami można wybrać poprzez etykiety i konfigurację PSL/SLD.	
Klawisz lokalny/zdalny do wyboru pomiędzy trybem lokalnym i zdalnym.	

3.4.4 PORT USB

Port USB znajduje się w komorze dolnej i służy do komunikacji z lokalnie podłączonym komputerem PC. Służy on do dwóch głównych celów:

- Do przesyłania informacji o ustawieniach do/z komputera PC z/do urządzenia.
- Do pobierania aktualizacji oprogramowania sprzętowego i edytowania tekstu menu.

Port służy do tymczasowego podłączania podczas testów, instalacji i rozruchu. Nie jest on przeznaczony do ciągłej komunikacji SCADA. Ten port obsługuje tylko protokół komunikacyjny Courier. Courier to zastrzeżony protokół komunikacyjny, który umożliwia komunikację z szeroką gamą zabezpieczeń oraz między urządzeniem a pakietem oprogramowania obsługowego opartego na systemie Windows.

Zespół można podłączyć do komputera PC za pomocą kabla USB o maksymalnej długości 5 m.

Licznik czasu bezczynności portu przedniego jest ustawiony na 15 minut. Pozwala on kontrolować czas, przez jaki zespół utrzymuje poziom dostępu chroniony hasłem na porcie przednim. Jeśli przez 15 minut na porcie przednim nie zostaną odebrane żadne komunikaty, każdy włączony poziom dostępu chroniony hasłem zostanie anulowany.

Note:

Przedni port USB nie obsługuje automatycznego wyodrębniania rekordów zdarzeń i zakłóceń, jednak możliwe jest ręczne uzyskanie dostępu do tych danych.



Caution:

Gdy port USB nie jest używany, należy zawsze zamknąć osłonę, aby ochronić go przed zabrudzeniem.

3.4.5 WSKAŹNIKI FUNKCYJNE LED O PRZYPISANYM NA STAŁE ZNACZENIU

Cztery diody o przypisanym na stałe znaczeniu funkcyjnym znajdujące się po lewej stronie panelu przedniego wskazują wystąpienie następujących warunków.

- Dioda wyzwolenia (czerwona) zapala się, gdy IED wyda polecenie wyzwolenia. Dioda resetowana jest w momencie usunięcia związanego z nią zwarcia z wyświetlacza panelu przedniego. Dioda wyzwolenia może być również skonfigurowana jako samoczynna.
- Dioda alarmowa (żółta) błyska w momencie zarejestrowania stanu alarmowego przez IED. Wyzwolona może być zapisem o zwarcu, zdarzeniu lub konserwacji. Dioda będzie błyskać do momentu zatwierdzenia alarmu (odczytania go), po zatwierdzeniu zacznie świecić się światłem ciągłym. Po usunięciu alarmu diody zostaną wyłączone.
- Dioda awaryjna (żółta) zapala się, gdy funkcje IED nie są dostępne.
- Dioda poprawnego działania (zielona) jest zapalona, gdy IED jest całkowicie sprawny, a więc powinna być ona zapalona przez cały czas. Zgaśnie, gdy autotest urządzenia wykaże jakikolwiek błąd programowy lub

sprzętowy. Stan diody poprawnego działania odzwierciedlony jest stanem zestyków alarmowych z tyłu przekaźnika.

3.4.6 KŁAWISZE FUNKCYJNE

Programowalne klawisze funkcyjne mogą w niektórych modelach realizować dowolnie wybrane funkcje.

Fabrycznie klawisze te mają przypisane określone funkcje, można je jednak zmienić za pomocą programowalnego schematu logicznego i dostosować do własnych potrzeb. Przy tychże klawiszach funkcyjnych znajdują się programowalne diody trójkolorowe, które są zazwyczaj z tymi klawiszami powiązane. Urządzenie posiada 10 klawiszy funkcyjnych w modelach o wielkości obudowy 60TE i 80TE oraz brak jest klawiszy funkcyjnych w modelu o wielkości obudowy 40TE.

3.4.7 PROGRAMOWALNE WSKAŹNIKI LED

Urządzenie posiada 13 programowalnych wskaźników LED, które można powiązać z sygnałami generowanymi przez PSL. Programowalne wskaźniki LED są trójkolorowe i można je ustawić na kolor CZERWONY, ŻÓŁTY lub ZIELONY.

3.5 TYLNA ŚCIANKA

W urządzeniach serii MiCOM Px40 zastosowano konstrukcję modułową. Większość wewnętrznej konstrukcji składa się z układów i modułów pasujących do gniazd. Niektóre układy podłącza się do listew zaciskowych, które są przykręcone z tyłu urządzenia. Jednakże niektóre układy, takie jak karty komunikacyjne, mają własne złącza. Tylne ścianki urządzenia składa się z wspomnianych zespołów listew zaciskowych oraz tylnych ścianek układów komunikacyjnych.

Wycięcia w tylnej ściance i rozmieszczenie gniazd są różne. Zależy to od produktu, rodzaju układów i listew zaciskowych potrzebnych do wypełnienia obudowy. Na poniższym rysunku przedstawiono typowy widok z tyłu obudowy zabudowanej różnymi układami.

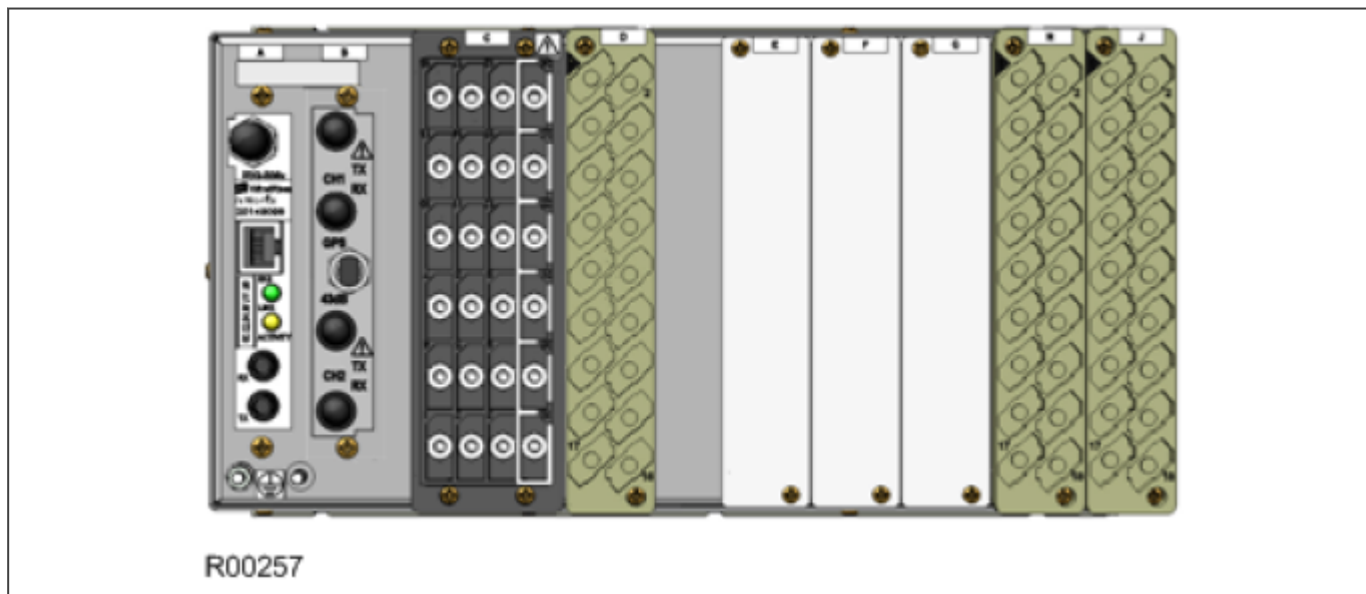


Figure 10: Widok z tyłu zabudowanej obudowy

Note:

Powyższy schemat stanowi jedynie przykład i może nie przedstawiać produktu opisywanego w niniejszej instrukcji. Nie uwzględnia również pełnej gamy dostępnych płytek, a jedynie typowy układ.

Nie wszystkie sloty mają jednakową wielkość. Szerokość slotu zależy od typu płytki lub zespołu listew zaciskowych. Przykładowo, wysokoobciążalne zespoły listew zaciskowych (HD), niezbędne w przypadku wejść analogowych, wymagają szerszego slotu aniżeli średnioobciążalne zespoły listew zaciskowych (MD). Zasadniczo układów nie można montować w różnych położeniach. Każdy ze slotów zaprojektowano tak, aby mógł pomieścić określony typ płytki. Należy jednak ponownie zauważyć, że jest to uzależnione od określonego modelu.

Urządzenie może mieć jeden lub więcej typów listew zaciskowych pokazanych na poniższym schemacie. Zespoły listew zaciskowych są przykręcane do tylnego panelu za pomocą śrub.

- Wysokoobciążalne listwy zaciskowe (HD) do obwodów przekładników prądowych i napięciowych
- Średnioobciążalne listwy zaciskowe (MD) do zasilania, wejść optycznych, wyjść przekaźnikowych i tylnego portu komunikacyjnego
- Listwy zaciskowe MiDOS do obwodów przekładników prądowych i napięciowych
- Listwa zaciskowa RTD/CLIO do podłączenia przetworników analogowych.

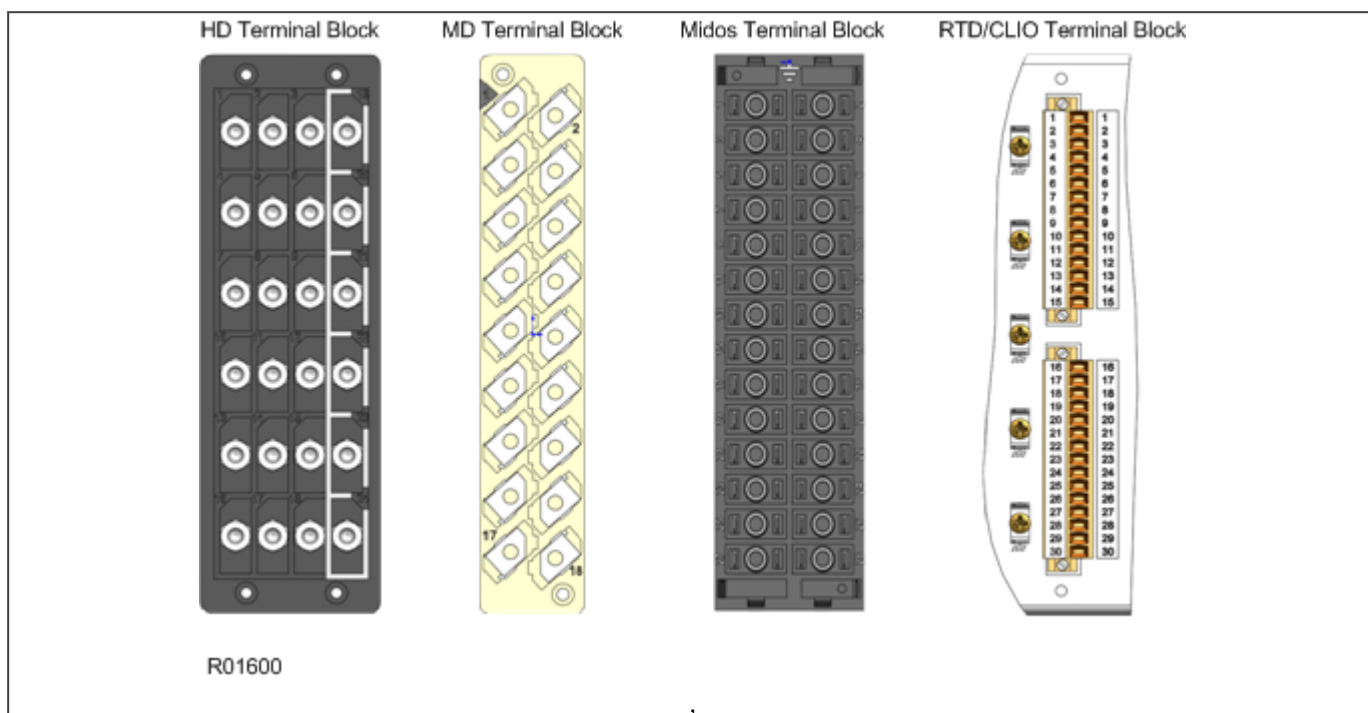


Figure 11: Rodzaje listew zaciskowych

Note:

Nie wszystkie urządzenia mają wszystkie rodzaje zespołów listew zaciskowych. Produkt opisany w niniejszej instrukcji może korzystać z jednej lub większej liczby wspomnianych rodzajów zespołów listew zaciskowych.

3.5.1 OCHRONA LISTWY ZACISKOWEJ PRZED CZYNNIKAMI ZEWNĘTRZNYMI

Oslony IP2x i pokrywy boczne są tak zaprojektowane, aby zapewnić stopień ochrony IP20 dla listew zaciskowych MiCOM. Oslony i pokrywy można przymocować podczas instalacji lub zamontować w celu modernizacji istniejących instalacji — patrz rysunek poniżej. Aby uzyskać więcej informacji, należy skontaktować się z miejscowym biurem sprzedaży lub naszym ogólnosiwiatowym centrum kontaktowym.

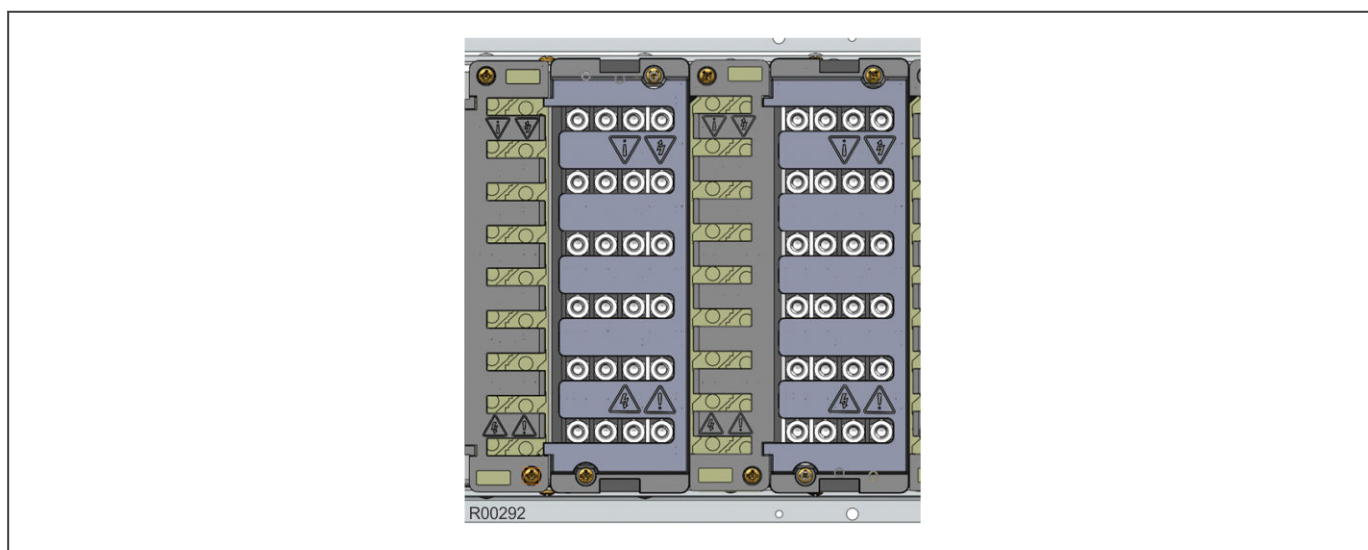


Figure 12: Przykład — zamontowane osłony IP2x (dla przejrzystości pominięto okablowanie)

3.6 UKŁADY I MODUŁY

Każdy produkt składa się z układów drukowanych oraz podzespołów dobranych w zależności od wymaganej konfiguracji.

3.6.1 PŁYTKI OBWODÓW DRUKOWANYCH

Płytką obwodu drukowanego zazwyczaj składa się z komponentów, złącza przedniego przeznaczonego do połączenia z główną magistralą równoległą systemu za pośrednictwem kabla taśmowego oraz znajdującego się z tyłu interfejsu. Interfejs ten może być:

- Bezpośrednio wyprowadzonym na świat zewnętrzny (jak ma to miejsce w przypadku układów komunikacyjnych, takich jak płytki Ethernet)
- Doprowadzony do złącza, które z kolei łączy się z zespołem listew zaciskowych przykręconych z tyłu obudowy (tak jak w przypadku większości pozostałych rodzajów układów).

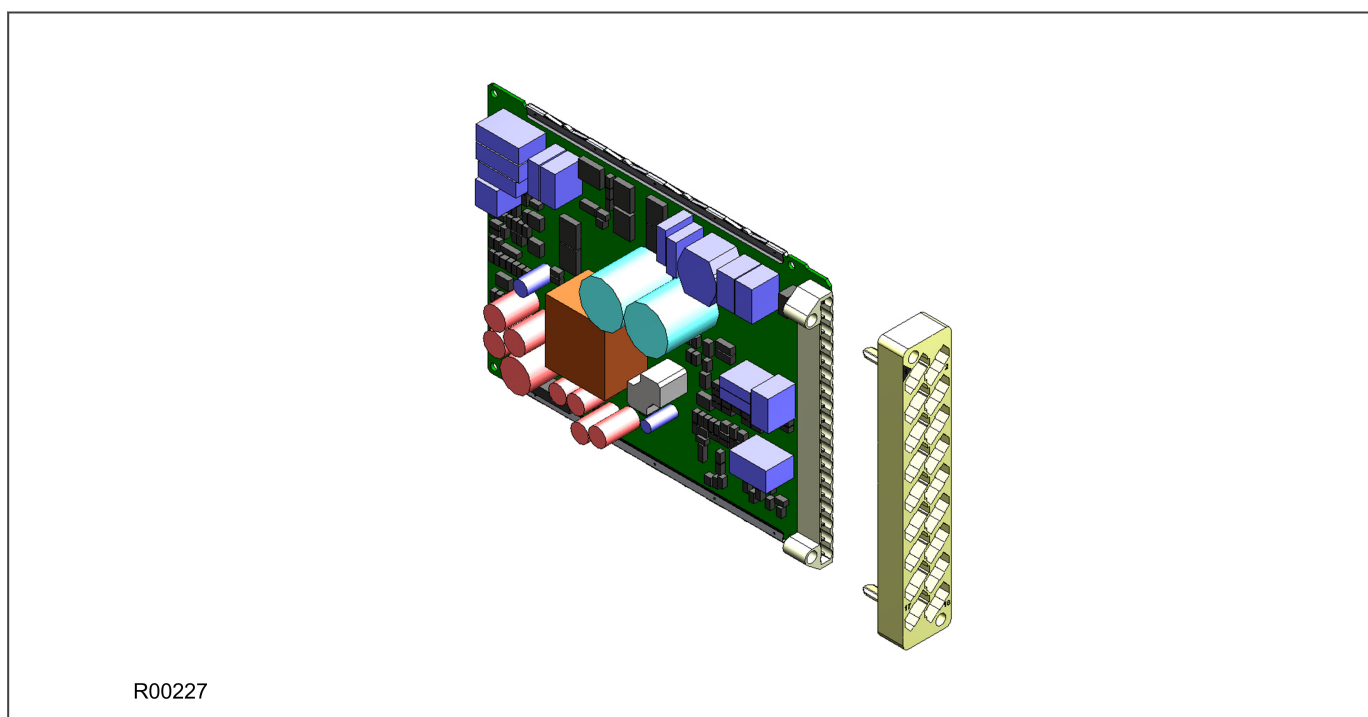


Figure 13: Tylne podłączenie do zespołu listew zaciskowych

3.6.2 PODZESPOŁY

Podzespół składa się z dwóch lub więcej układów skrzęconych ze sobą za pomocą przekładek i połączonych złączami elektrycznymi. Może podlegać on również innym specjalnym wymaganiom, jak konieczność zamknięcia w metalowej obudowie pełniącej funkcję ekranu przed promieniowaniem elektromagnetycznym.

Układy oznaczane są numerem katalogowym rozpoczynającym się od ZN, natomiast podzespoły wstępnie zmontowane – numerem katalogowym zaczynającym się od GN. Podzespoły, połączone na etapie produkcji nie mają przypisanego osobnego numeru katalogowego.

Urządzenia serii Px40 zawierają zazwyczaj dwa podzespoły:

- Zespół zasilania obejmujący:
 - Płytkę zasilania
 - Płytkę wyjść przekładnikowych
- Moduł wejść obejmujący:
 - Jeden lub więcej układów przekładników, zawierających przekładniki napięciowe i prądowe (częściowo lub całkowicie zabudowanych).
 - Jedną lub więcej płytek wejść
 - Metalowe osłony zapewniające ekranowanie elektromagnetyczne

Moduł wejść jest wstępnie zmontowany i dlatego posiada przypisany numer GN, natomiast moduły zasilania są montowane na etapie produkcji, a zatem nie posiadają indywidualnego numeru katalogowego.

3.6.3 UKŁAD GŁÓWNY PROCESORA

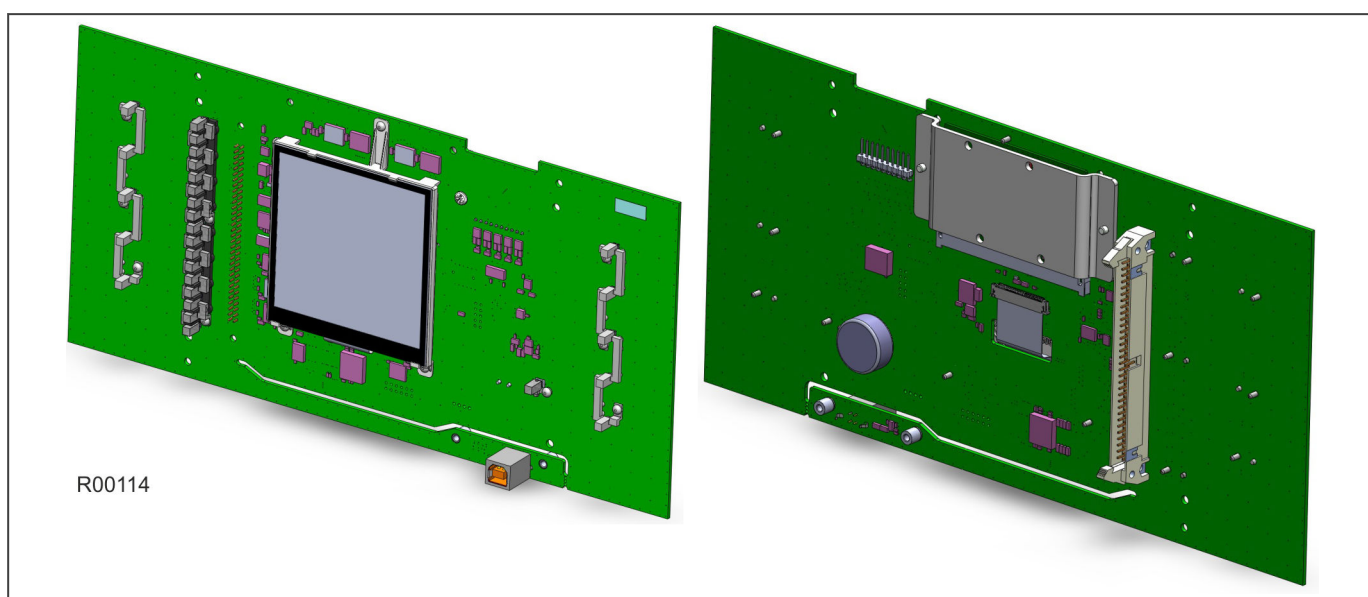


Figure 14: Płytkę procesora głównego

Układ główny procesora wykonuje wszystkie obliczenia oraz kontroluje działanie wszystkich pozostałych modułów w urządzeniu, łącznie z przesyłaniem danych oraz interfejsami użytkownika. Jest to jedyny układ nie mieszczący się w żadnym ze slotów. Znajduje się on w panelu przednim i jest połączony z resztą systemu za pomocą wewnętrznego kabla taśmowego.

Na płytce procesora zamontowano wyświetlacz LCD oraz diody LED wraz z portami komunikacyjnymi panelu przedniego.

Pamięć na układzie głównym procesora jest podzielona na ulotną i nieulotną. Pamięć ulotna to DRAM, wykorzystywana przez procesor do uruchamiania oprogramowania i przechowywania danych podczas obliczeń. Pamięć nieulotna to pamięć Flash służąca do przechowywania oprogramowania sprzętowego produktu, tekstu i danych konfiguracyjnych, w tym bieżących wartości ustawień, zapisów zakłóceń, zdarzeń, danych dotyczących usterek i konserwacji.

W zależności od wielkości obudowy dostępne są dwa rodzaje układów:

- Dla modeli w obudowach 40TE
- Do modeli w obudowach 60TE i większych

3.6.4 UKŁAD ZASILANIA

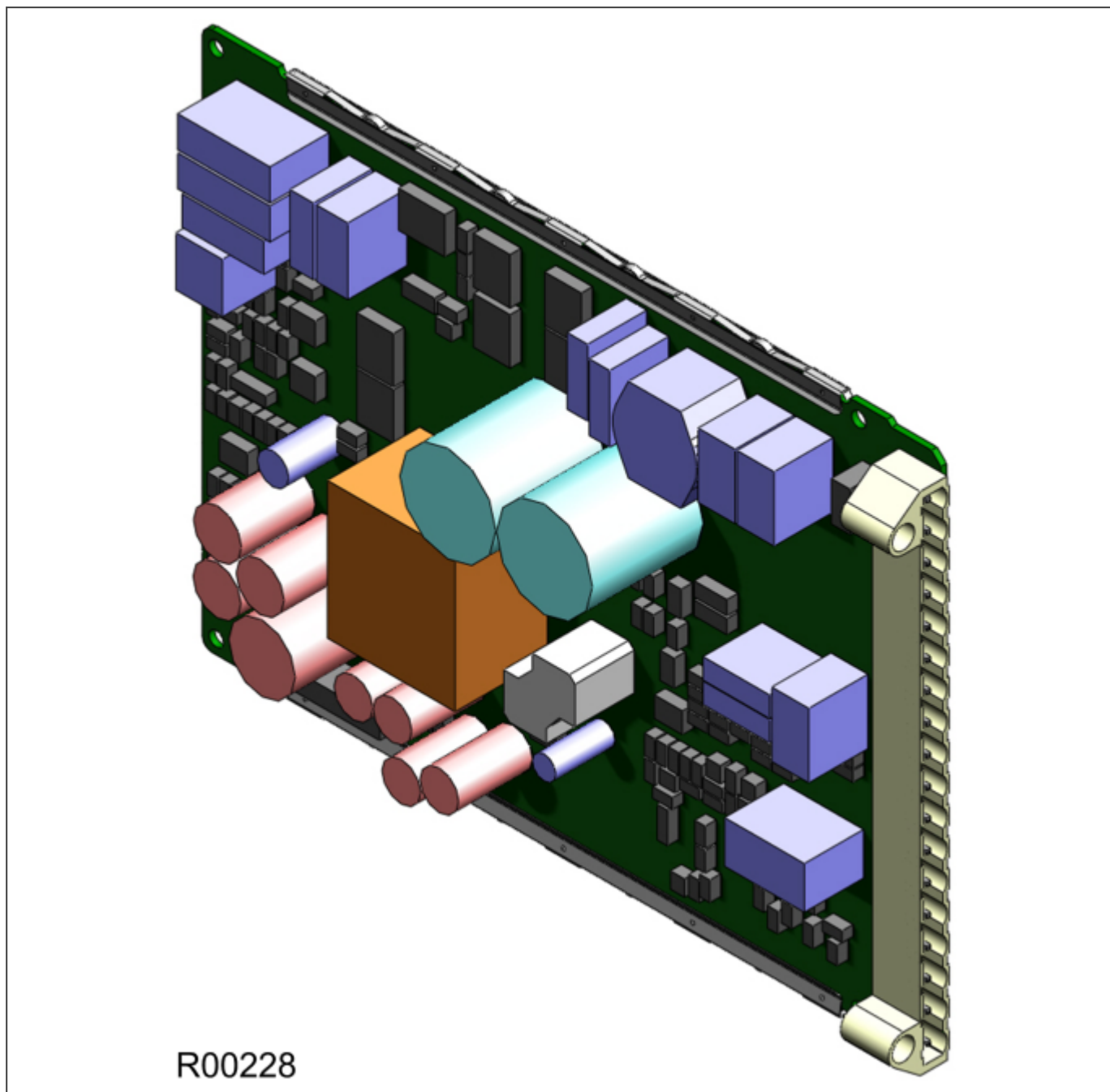


Figure 15: Układ zasilania

Układ zasilania zapewnia zasilanie elektryczne urządzenia. Urządzenie może być wyposażone w układ zasilania w jednej z trzech dostępnych konfiguracji. Określany na etapie zamawiania oraz uzależniony od napięcia zasilania, do którego układ będzie podłączony.

Są trzy typy układów obsługujących następujące zakresy napięć:

- 24/54 V DC
- 48/125 V DC lub 40-100V AC
- 110/250 V DC lub 100-240V AC

Złącze układu zasilania podłącza się do średnioobciążalnej listwy zaciskowej. Ten zespół listew zaciskowych znajduje się zawsze po prawej stronie urządzenia patrząc od tyłu.

Układ zasilania jest zazwyczaj zmontowana z układem wyjść przełącznikowych, tworząc kompletny podzespół, jak pokazano na schemacie poniżej.

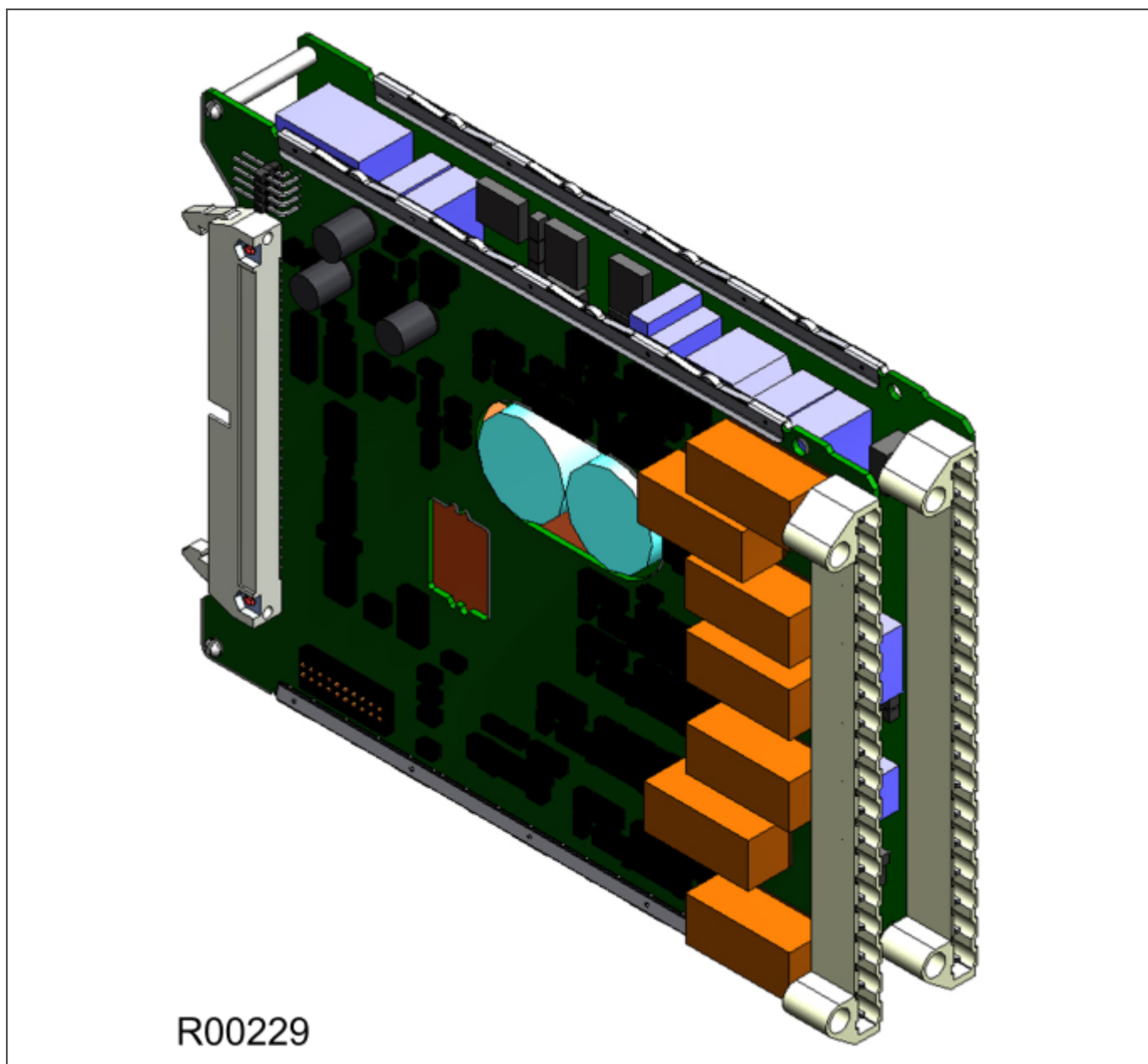


Figure 16: Zespół zasilacza

Wyjścia zasilania są używane w celu zapewnienia izolowanych szyn zasilających dla poszczególnych modułów wewnątrz urządzenia. Moduły urządzenia korzystają z trzech poziomów napięć:

- 5,1 V dla wszystkich obwodów cyfrowych
- ± 16 V dla elektroniki analogowej, takiej jak na przykład układ wejść
- 22 V dlaysterowania cewek wyjść przełącznikowych.

Wszystkie napięcia zasilania, łącznie z napięciem 0V linii uziemienia są rozprowadzone w urządzeniu przy pomocy 64-przewodowego kabla taśmowego.

Układ zasilania zawiera ogranicznik prądu rozruchowego. Ogranicza on wartość szczytową prądu rozruchowego do około 10 A.

Zasilanie jest podawane na piny 1 oraz 2 zespołu listew zaciskowych, w której pin 1 jest biegunem ujemnym, natomiast pin 2 dodatnim. Numery poszczególnych pinów zostały wyraźnie zaznaczone na zespole listew zaciskowych tak, jak pokazano to na poniższym schemacie.

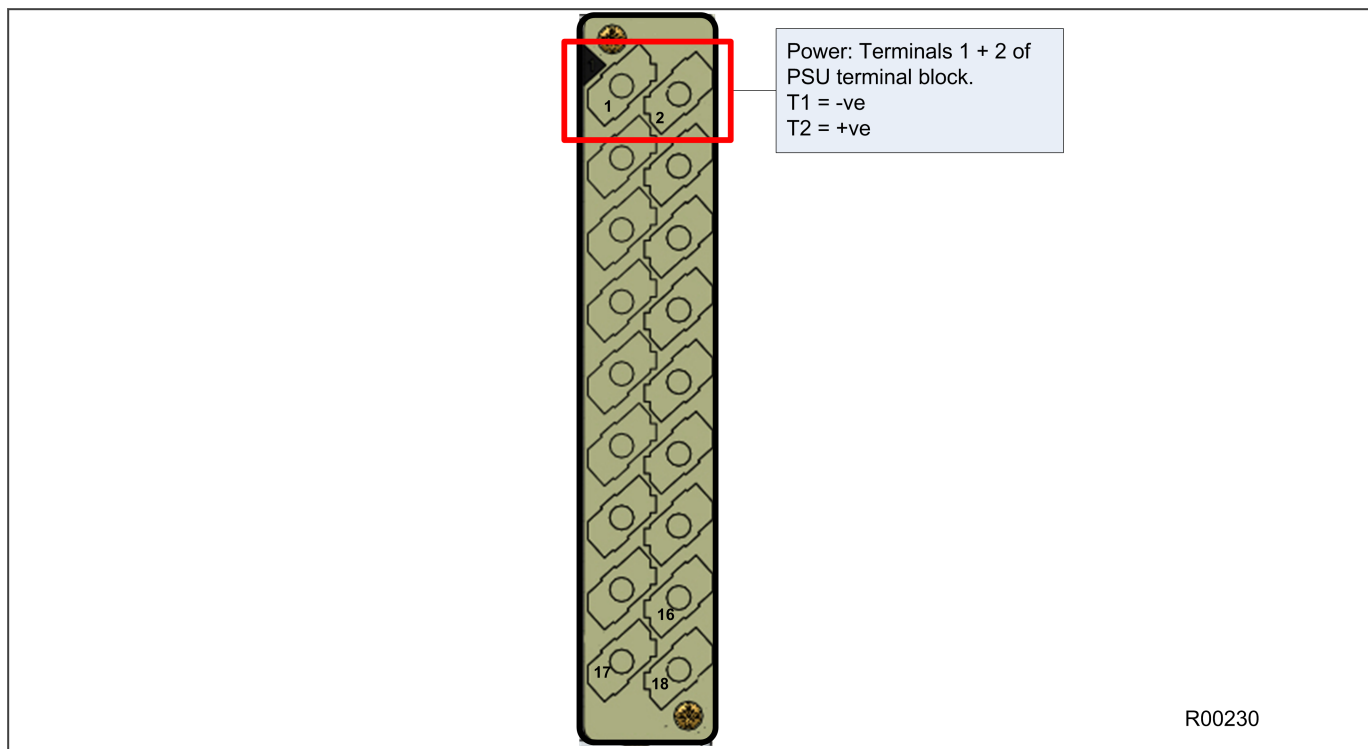


Figure 17: Zaciski zasilania

3.6.4.1 ELEMENT NADZORUJĄCY

Styki Watchdog są również umieszczone na układzie zasilacza. Wspomniany układ watchdog posiada dwa zestyki wyjść przełącznikowych, jeden normalnie otwarty oraz jeden normalnie zamknięty. Służą one do wskazywania stanu urządzenia i są sterowane przez układ główny procesora stale monitorujący sprzęt i oprogramowanie, gdy urządzenie działa.

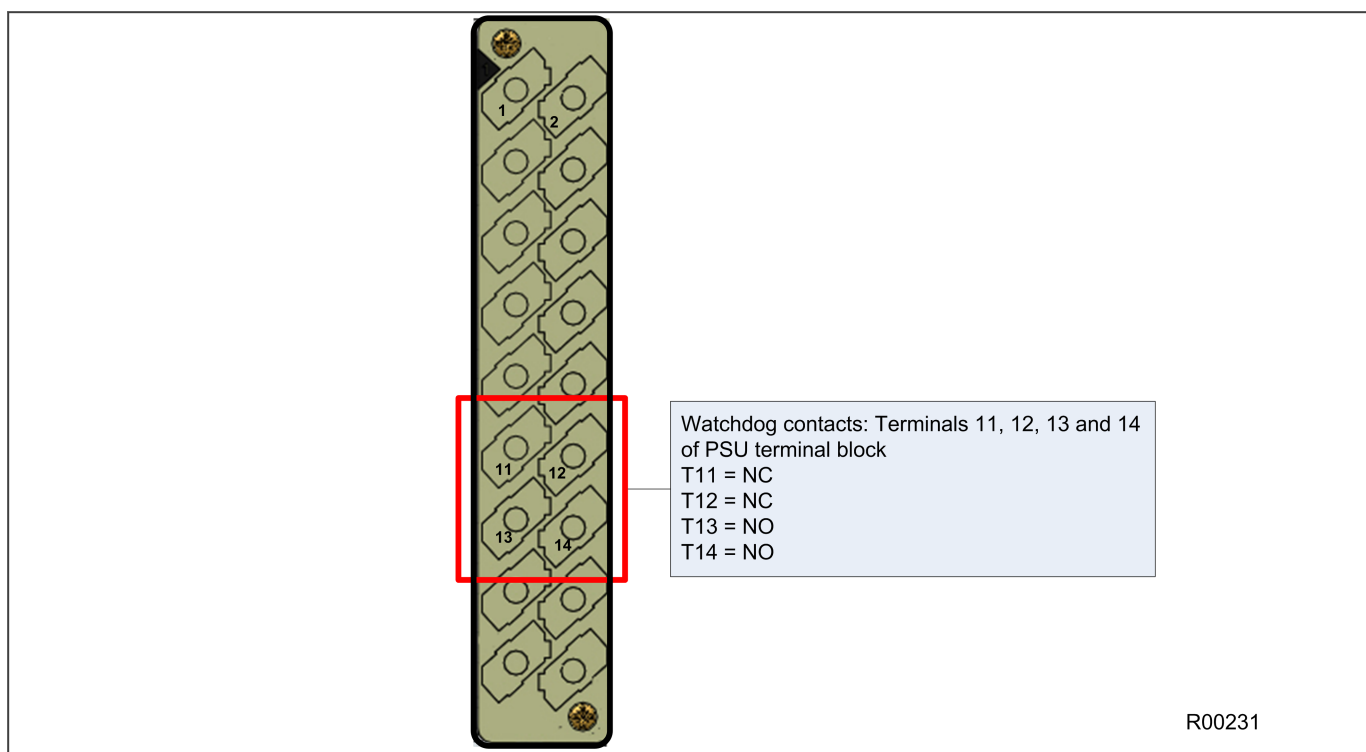


Figure 18: Zaciski zestyków układu watchdog

3.6.4.2 TYLNY PORT SZEREGOWY

Tylony port szeregowy (RP1) znajduje się na układzie zasilacza. Jest to port komunikacji szeregowej EIA(RS)485 z trzema zaciskami i jest przeznaczony do użytku ze stałym przewodowym połączeniem z centrum zdalnego sterowania w celu komunikacji SCADA. Interfejs obsługuje komunikację w trybie half-duplex oraz zapewnia izolację optyczną dla przesyłanych i odbieranych danych szeregowych.

Fizyczne połączenie jest uzyskiwane za pomocą trzech zacisków śrubowych; dwóch do podłączenia sygnałów oraz trzeciego dla ekranu uziemiającego kabla. Są one zlokalizowane na pinach 16, 17 oraz 18 zespołu listew zaciskowych zasilania, który znajduje się po prawej stronie urządzenia patrząc od tyłu. Istnieje możliwość wyboru interfejsu pomiędzy RS485 oraz K-bus. Gdy wybrana zostanie opcja K-Bus, dwa przyłącza sygnałowe nie są wrażliwe na polaryzację.

Niezależny od polaryzacji interfejs K-bus może być wykorzystywany tylko w przypadku protokołu danych Courier. Wrażliwe na polaryzację protokoły MODBUS, IEC 60870-5-103 oraz DNP3.0 wymagają interfejsu RS485.

Poniższy schemat przedstawia tylny port szeregowy. Przyporządkowanie poszczególnych pinów jest następujące:

- Pin 16: Osłona uziemiająca
- Pin 17: Sygnał ujemny
- Pin 18: Sygnał dodatni

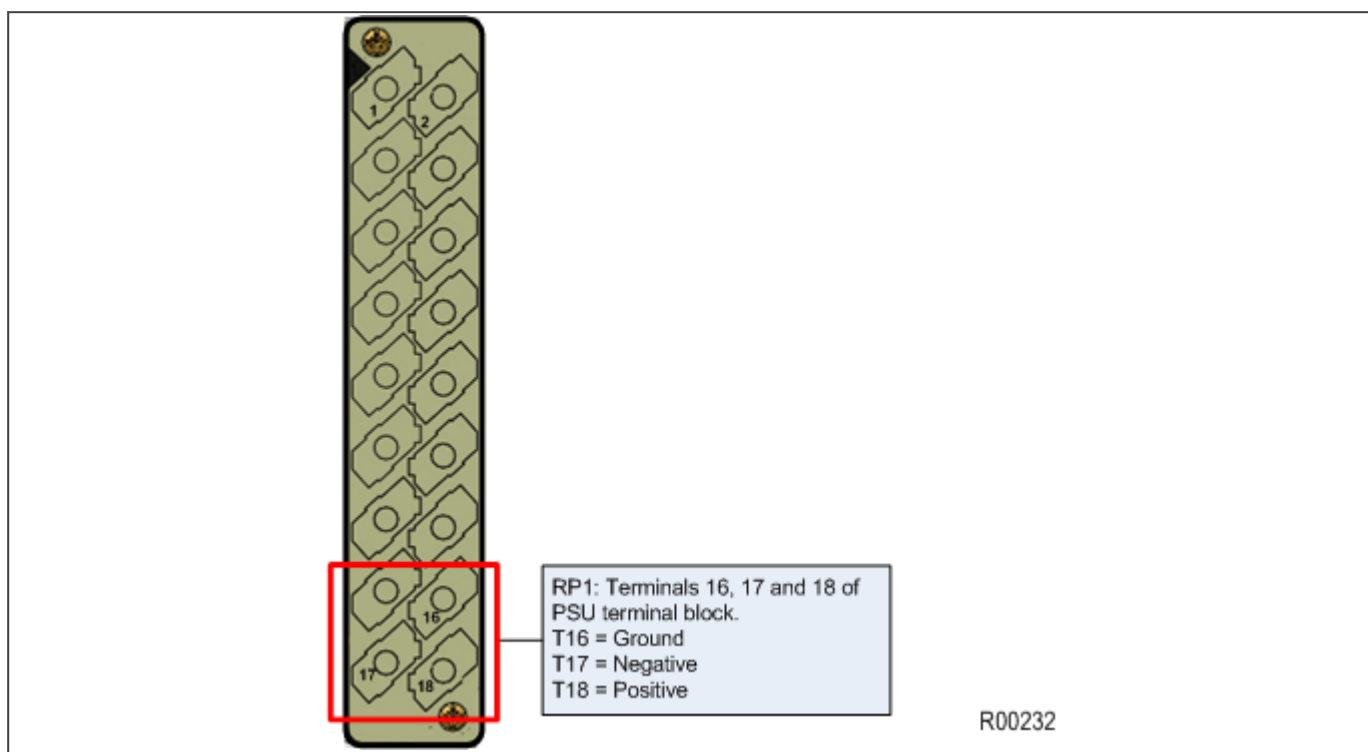


Figure 19: Zaciski tylnego portu szeregowego

Dodatkowy port szeregowy typu D jest dostępny w razie potrzeby jako opcjonalna płytki.

3.6.5 MODUŁ WEJŚCIOWY - 1 UKŁAD PRZEKŁADNIKA

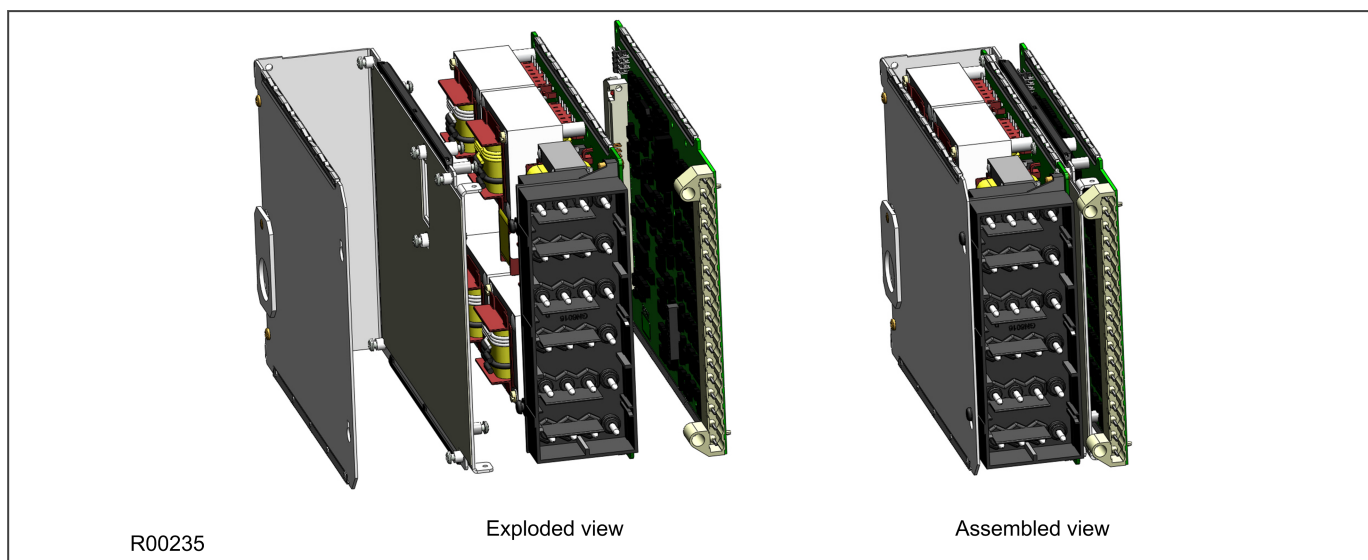


Figure 20: Moduł wejściowy - 1 układ przekładnika

Moduł wejściowy składa się z głównego układu wejść połączonego z układem przekładników. Układ przekładników zawiera przekładniki napięciowe i prądowe, które odseparowują i skalują sygnały wejść analogowych pochodzące od przekładników z instalacji. Układ wejść posiada układ przetwarzający A/D oraz obwód przetwarzania cyfrowego, jak również osiem cyfrowych wejść izolowanych optycznie (wejść optycznych).

Układy są ze sobą połączone fizycznie i elektrycznie. Moduł zamknięty jest w metalowej obudowie chroniącej przed zakłóceniami elektromagnetycznymi.

3.6.5.1 OPIS OBWODU MODUŁU WEJŚCIOWEGO

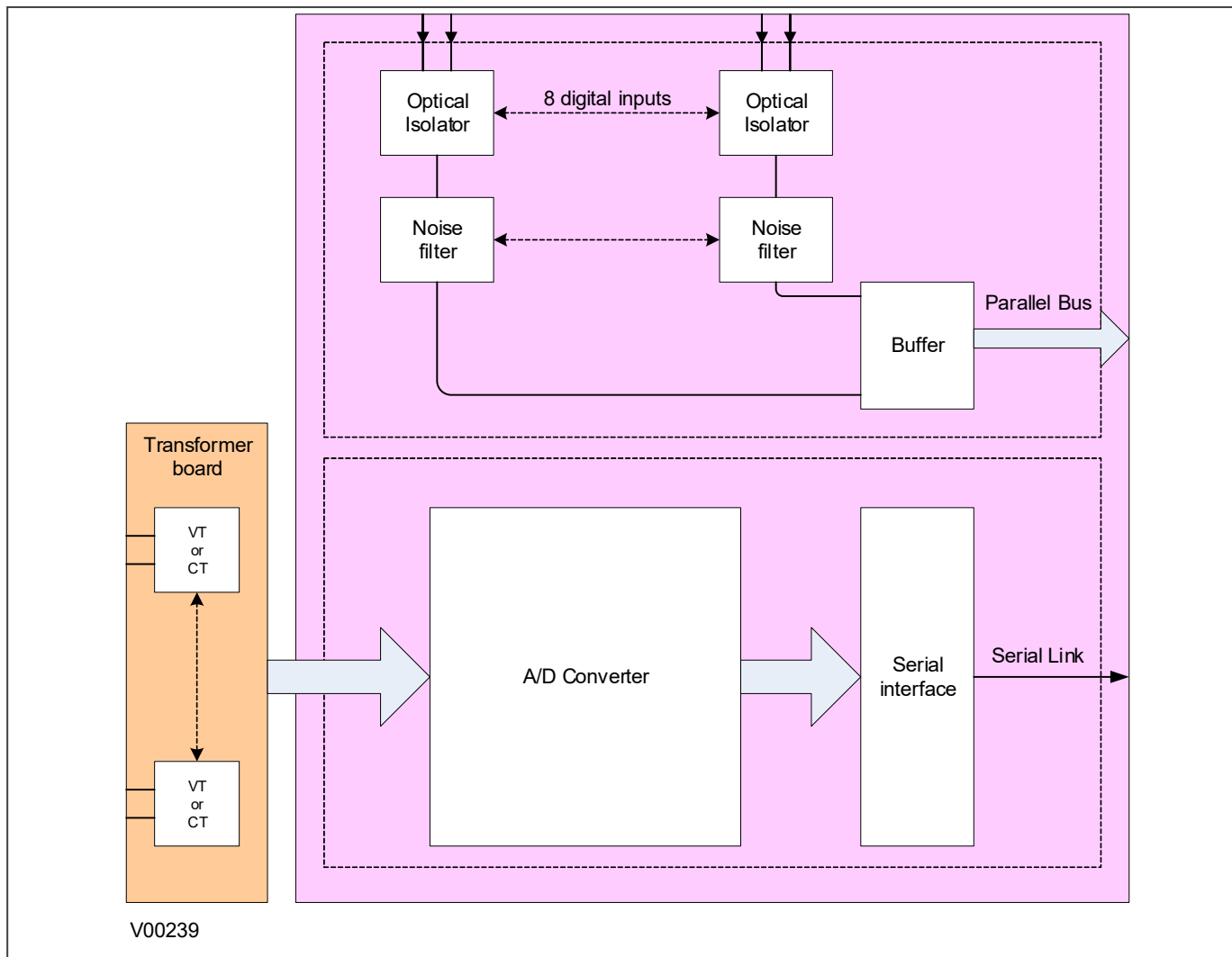


Figure 21: Schemat modułu wejść

Przekształcanie A/D

Różnicowe analogowe sygnały wejściowe z PP oraz PN są doprowadzone do głównego układu wejść zgodnie z zaprezentowanym schematem. Każdy wejściowy sygnał różnicowy jest najpierw przekształcany na pojedynczą wielkość wejściową odniesioną do potencjału ziemi płytki wejść. Wejścia analogowe są próbkowane i przekształcane na cyfrowe, a następnie filtrowane w celu usunięcia niepożądanych właściwości. Próbki są następnie przepuszczane przez moduł interfejsu szeregowego, który wysyła dane na magistralę danych szeregowych próbek.

Współczynniki kalibracji są zapisywane w pamięci nieulotnej. Są one wykorzystywane przez płytkę procesora do korygowania wszelkich odchyłek amplitudy bądź fazy wprowadzanych przez przekładniki lub układ analogowy.

Wejścia izolowane optycznie

Inną funkcją układu wejść jest odczyt stanów wejść cyfrowych. Podobnie jak w przypadku wejść analogowych, wejścia cyfrowe muszą być elektrycznie odizolowane od sieci elektroenergetycznej. Realizuje się to za pomocą 8 zabudowanych na płycie izolatorów optycznych pozwalających podłączyć do 8 wejść cyfrowych. Sygnały cyfrowe są przepuszczane przez opcjonalny filtr szumów, zanim zostaną zbuforowane i trafią do płytek przetwarzających urządzenia w formie równoległej magistrali danych.

To selektywne filtrowanie pozwala na zastosowanie wstępnie nastawionego filtra połówkowego, który uodparnia wejście na zakłócenia wywoływane w okablowaniu. Aczkolwiek metoda ta jest bezpieczna, może być powolna, szczególnie w przypadku wyzwalania międzysystemowego. Można temu zapobiec wyłączając filtr połówkowy. W takim przypadku należy zastosować jedną z następujących metod w celu zredukowania zakłócenia AC.

- Zastosowanie wyłączania dwupolowego na wejściu
- Zastosowanie skrętki ekranowanej na obwodzie wejścia.

Izolowane optycznie wejścia logiczne można zaprogramować na znamionowe napięcie baterii akumulatorów obwodu, którego są częścią, co pozwala na zastosowanie różnych napięć dla różnych obwodów, jak np. sygnałowy czy wyzwalający.

Note:

Układ wejścia optycznego może być pozbawiony przetwornika A/D w postaci osobnej płytki zapewniającej dodatkowe wejścia optyczne.

3.6.5.2 PŁYTA TRANSFORMATOROWA

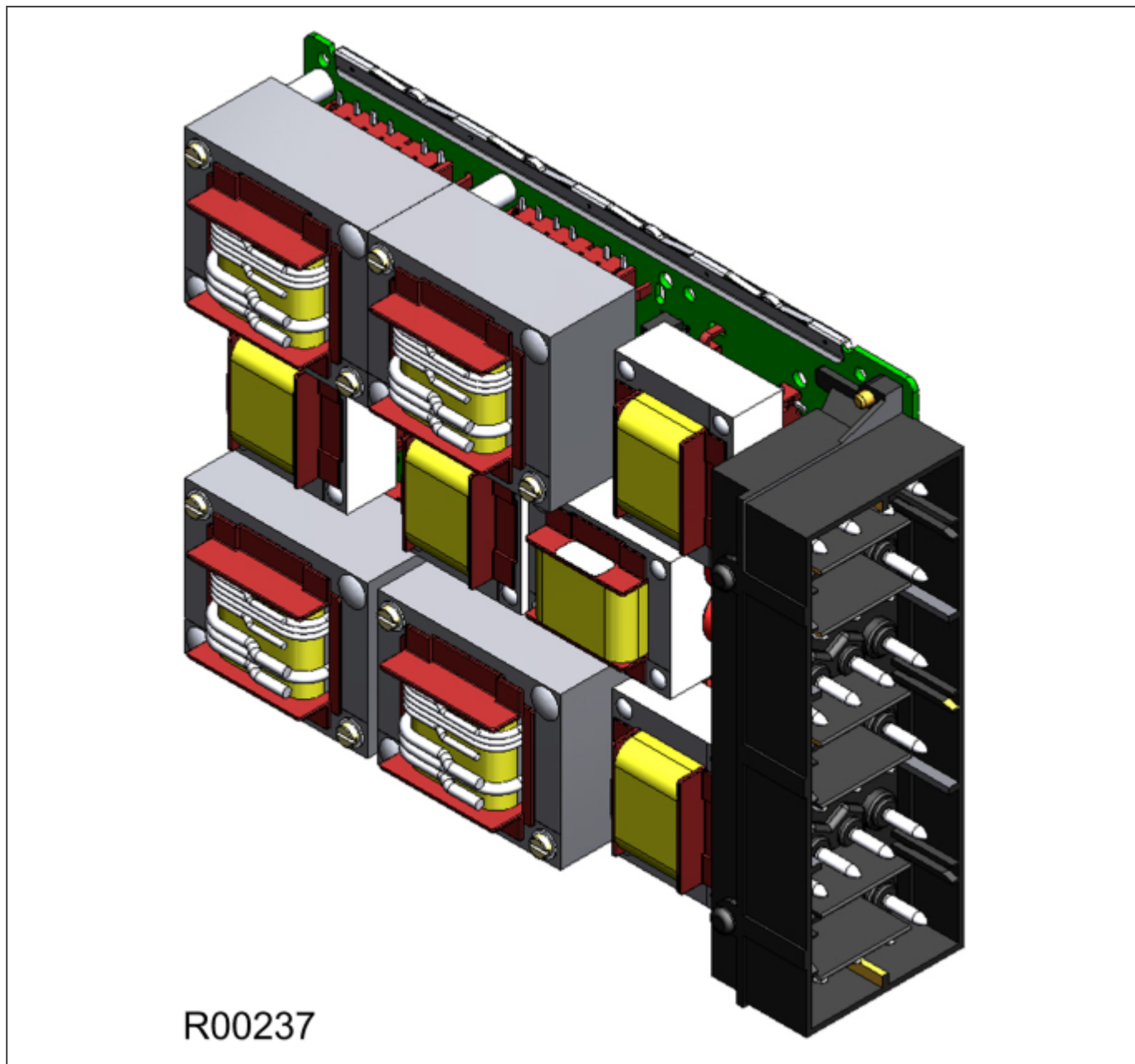


Figure 22: Płyta transformatorowa

Na układzie przekładników znajdują się przekładniki prądowe i napięciowe. Służą one do obniżania prądu i napięcia pochodzących od prądowych i napięciowych przekładników sieciowych, do poziomu bezpiecznego, pozwalającego wykorzystanie tychże sygnałów przez układy elektroniczne urządzenia. Dodatkowo, przekładniki napięciowe i prądowe zabudowane na płycie zapewniają elektryczną izolację urządzenia od sieci elektroenergetycznej.

Układ przekładników jest połączona mechanicznie i elektrycznie do płytki wejść, tworząc wraz z nią kompletny moduł wejść.

Informacje na temat połączeń zacisków można znaleźć na schematach połączeń.

3.6.5.3 UKŁAD WEJŚĆ

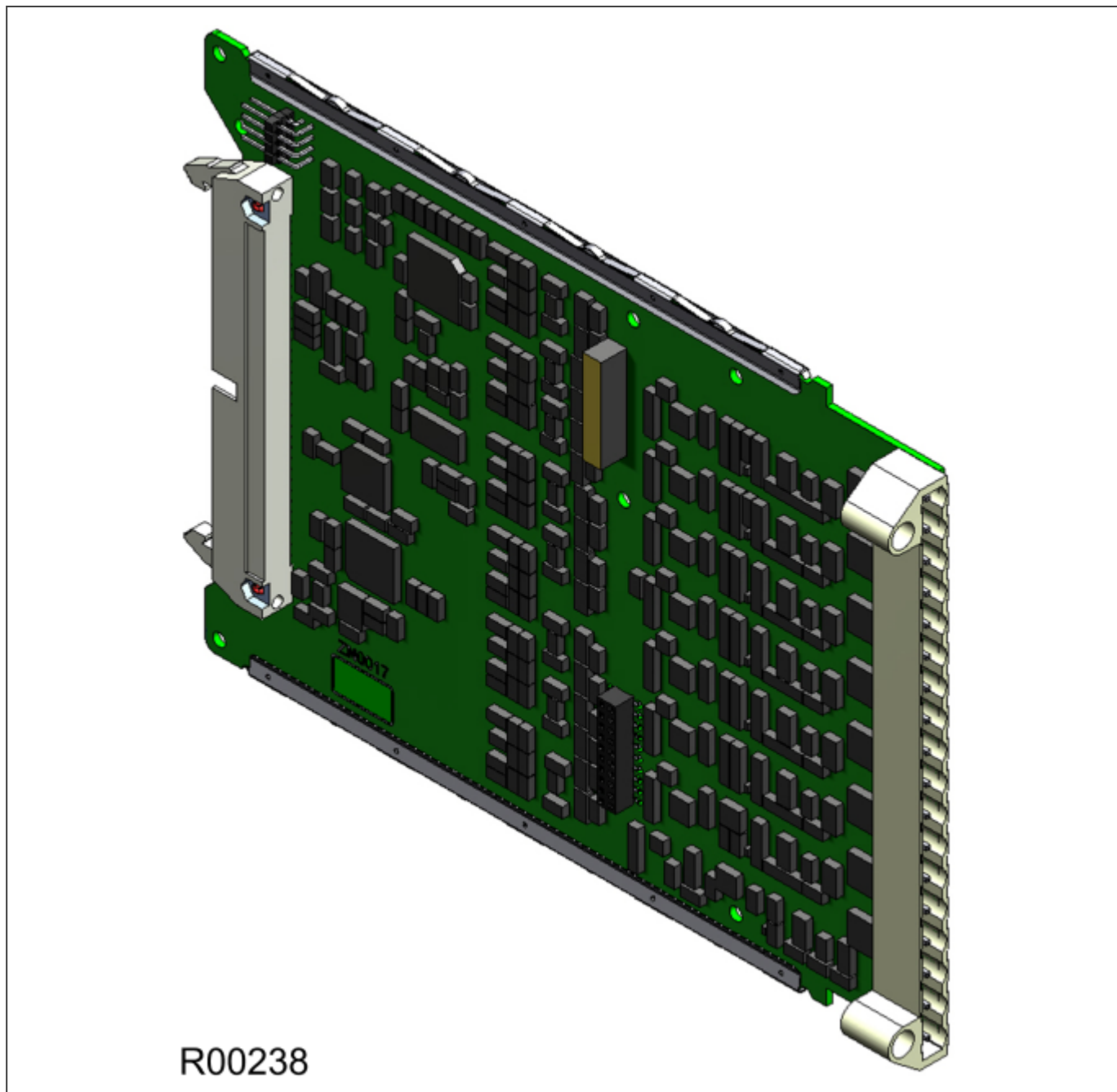


Figure 23: Płyta wejściowa

Układ wejść służy konwersji analogowych sygnałów prądowych i napięciowych z PP oraz PN do wielkości cyfrowych przetwarzanych przez IED. Ten układ wejść wyposażony jest również w układ wejść izolowanych optycznie, które umożliwiają podłączenie i izolację optyczną do 8 wejść cyfrowych. Dodatkowo na tychże wejściach zapewnione jest filtrowanie zakłóceń i buforowanie. Te wejścia optyczne dostępne są na listwie zaciskowej MD, która umieszczana jest obok listwy zaciskowej wejść analogowych.

Układ wejść jest połączony mechanicznie i elektrycznie do układu przekładników, tworząc wraz z nią kompletny moduł wejść.

Numery zacisków wejść optycznych są następujące:

Numer zacisku	Wejście optyczne
Zacisk 1	Opto 1 -ve
Zacisk 2	Opto 1 +ve
Zacisk 3	Opto 2 -ve
Zacisk 4	Opto 2 +ve
Zacisk 5	Opto 3 -ve
Zacisk 6	Opto 3 +ve
Zacisk 7	Opto 4 -ve
Zacisk 8	Opto 4 +ve
Zacisk 9	Opto 5 -ve
Zacisk 10	Opto 5 +ve
Zacisk 11	Opto 6 -ve
Zacisk 12	Opto 6 +ve
Zacisk 13	Opto 7 -ve
Zacisk 14	Opto 7 +ve
Zacisk 15	Opto 8 -ve
Zacisk 16	Opto 8 +ve
Zacisk 17	Ogolny
Zacisk 18	Ogolny

3.6.6 STANDARDOWA PŁYTKA WYJŚĆ PRZEKAŹNIKOWYCH

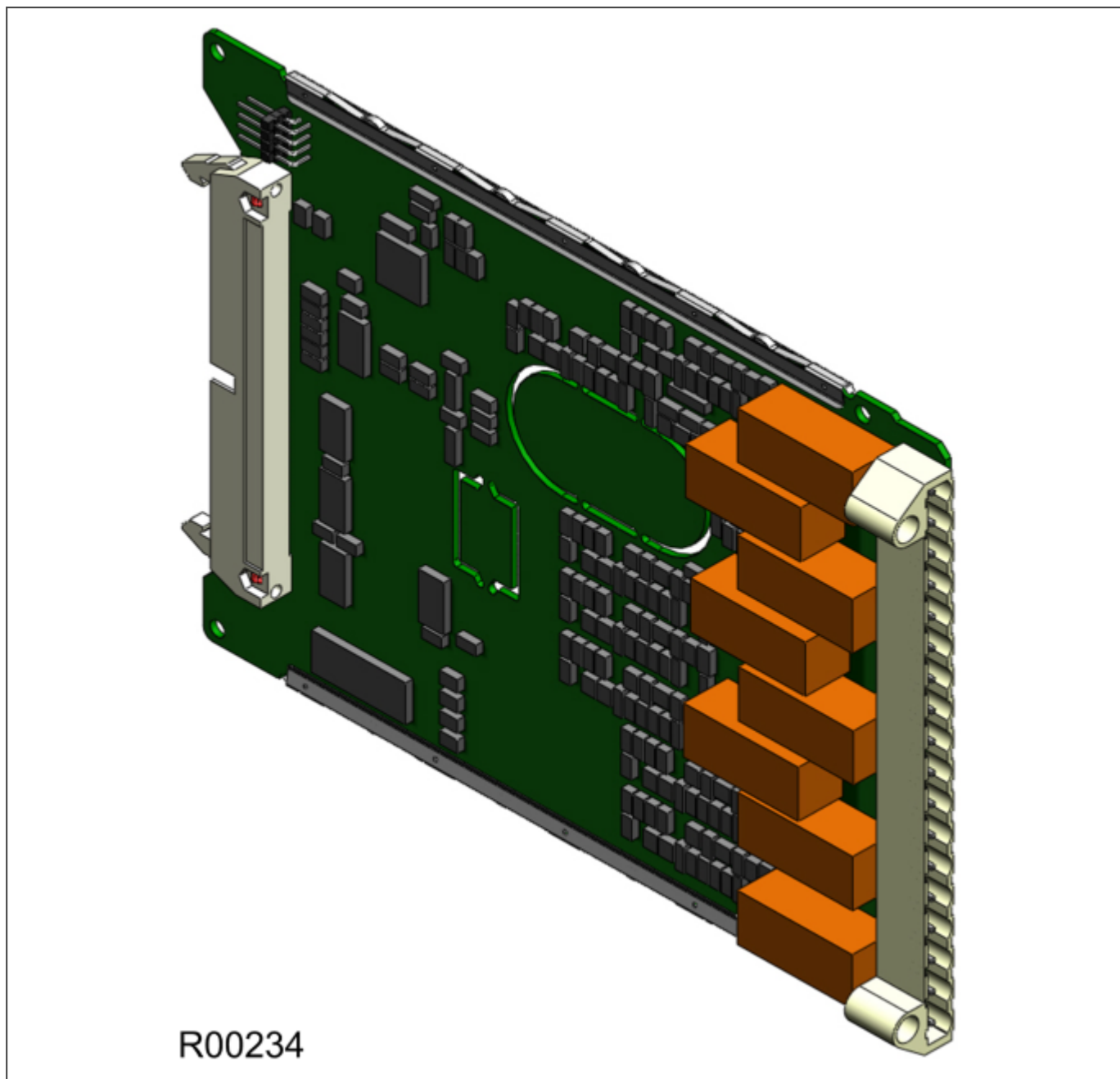


Figure 24: Standardowa płyta wyjść przełącznikowych – 8 styków

Ten układ wyjść przełącznikowych posiada 8 przełączników z 6 stykami normalnie otwartymi i 2 stykami przełącznymi.

Układ wyjść przełącznikowych może być dostarczony wraz z układem zasilania jako kompletny podzespół lub niezależnie dla celów związanych z rozbudową wyjść przełącznikowych.

Na układzie znajdują się dwa wycięcia. Mogą one być wycięte tak, aby komponenty układu zasilania mogły wystawać podczas łączenia układu wyjść przełącznikowych z układem zasilania. Jeżeli układ wyjść przełącznikowych będzie wykorzystywany niezależnie, wówczas wstępnie przygotowane wycięcia pozostają nienaruszone.

Numery terminali są następujące:

Numer zacisku	Przełącznik wyjściowy
Zacisk 1	Przełącznik 1 NO
Zacisk 2	Przełącznik 1 NO
Zacisk 3	Przełącznik 2 NO
Zacisk 4	Przełącznik 2 NO
Zacisk 5	Przełącznik 3 NO
Zacisk 6	Przełącznik 3 NO
Zacisk 7	Przełącznik 4 NO
Zacisk 8	Przełącznik 4 NO
Zacisk 9	Przełącznik 5 NO
Zacisk 10	Przełącznik 5 NO
Zacisk 11	Przełącznik 6 NO
Zacisk 12	Przełącznik 6 NO
Zacisk 13	Przełącznik 7 przełączny
Zacisk 14	Przełącznik 7 przełączny
Zacisk 15	Przełącznik 7 wspólny
Zacisk 16	Przełącznik 8 przełączny
Zacisk 17	Przełącznik 8 przełączny
Zacisk 18	Przełącznik 8 wspólny

3.6.7 UKŁAD IRIG-B

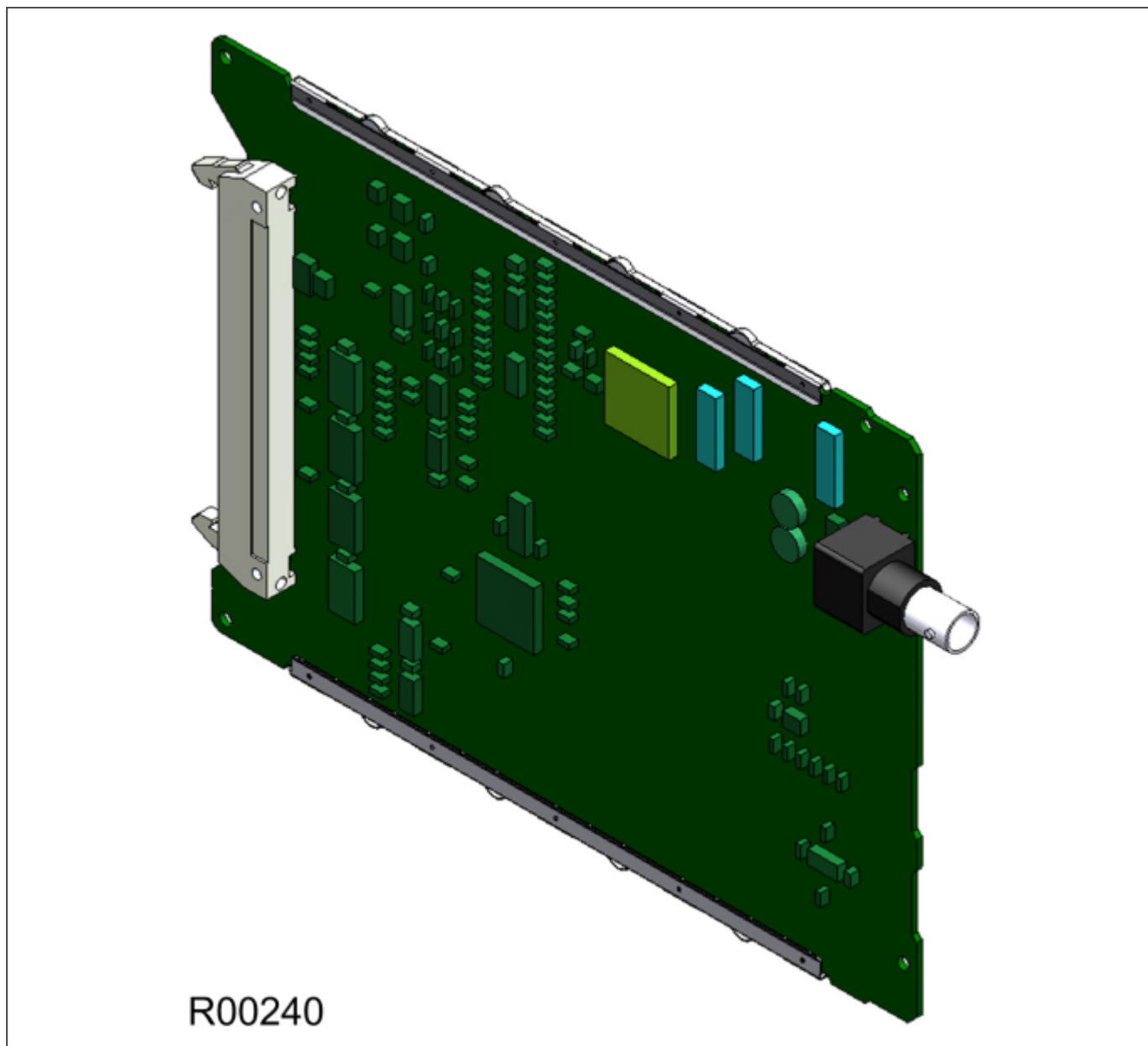


Figure 25: Układ IRIG-B

Dla zapewnienia dokładnego wzorca czasowego do urządzenia może być zainstalowana płytki IRIG-B. Sygnał IRIG-B jest podłączany do płytki za pomocą złącza BNC. Informacja o czasie jest wykorzystywana do synchronizowania wewnętrznego zegara czasu rzeczywistego urządzeń z dokładnością 1 ms. Wewnętrzny zegar służy do czasowego znakowania zdarzeń, zwarć, zapisów o konserwacji i zakłóceniach.

Interfejs IRIG-B jest dostępny w formatach modulowanych i demodulowanych.

Funkcja IRIG-B łączona jest z inną funkcją oferowaną przez szereg innych układów opcjonalnych, jak np.:

- Układ światłowodowy z IRIG-B
- Drugi tylny układ komunikacyjny z IRIG-B
- Układ Ethernet z IRIG-B
- Układ redundantnej komunikacji ethernetowej z IRIG-B

Są trzy rodzaje każdego z tych układów; typ akceptujący modulowane wejście IRIG-B, typ akceptujący demodulowane wejście IRIG-B i typ akceptujący uniwersalne wejście IRIG-B. Kod zamówienia będzie wskazywał obsługiwany wariant.

3.6.8 UKŁAD ŚWIATŁOWODOWY

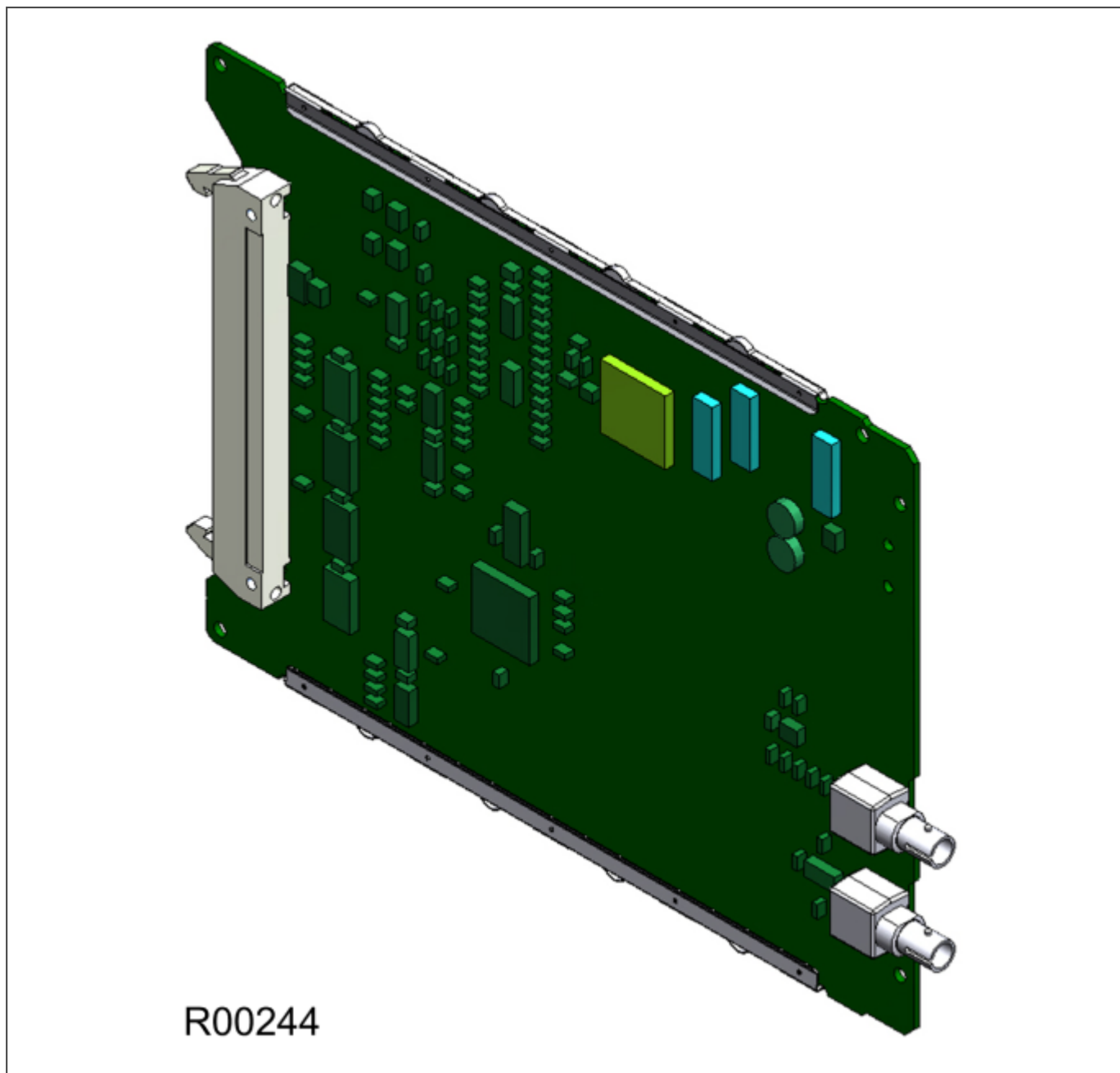


Figure 26: Układ światłowodowy

Układ ten zapewnia interfejs dla komunikacji ze stacją nadrzędną (master). Łącze komunikacyjne może wykorzystywać kompatybilne protokoły (Courier, IEC 60870-5-103, MODBUS oraz DNP 3.0). Jest to światłowodowa alternatywa dla drutowego portu RS485 dostępnego na listwie zaciskowej zasilania. Porty galwaniczne i światłowodowe wzajemnie się wykluczają.

Port światłowodowy wykorzystuje złącza BFOC 2.5 ST.

Układ dostępny jest w dwóch wariantach: z wejściem IRIG-B i bez.

3.6.9 UKŁAD TYLNYCH PORTÓW KOMUNIKACYJNYCH

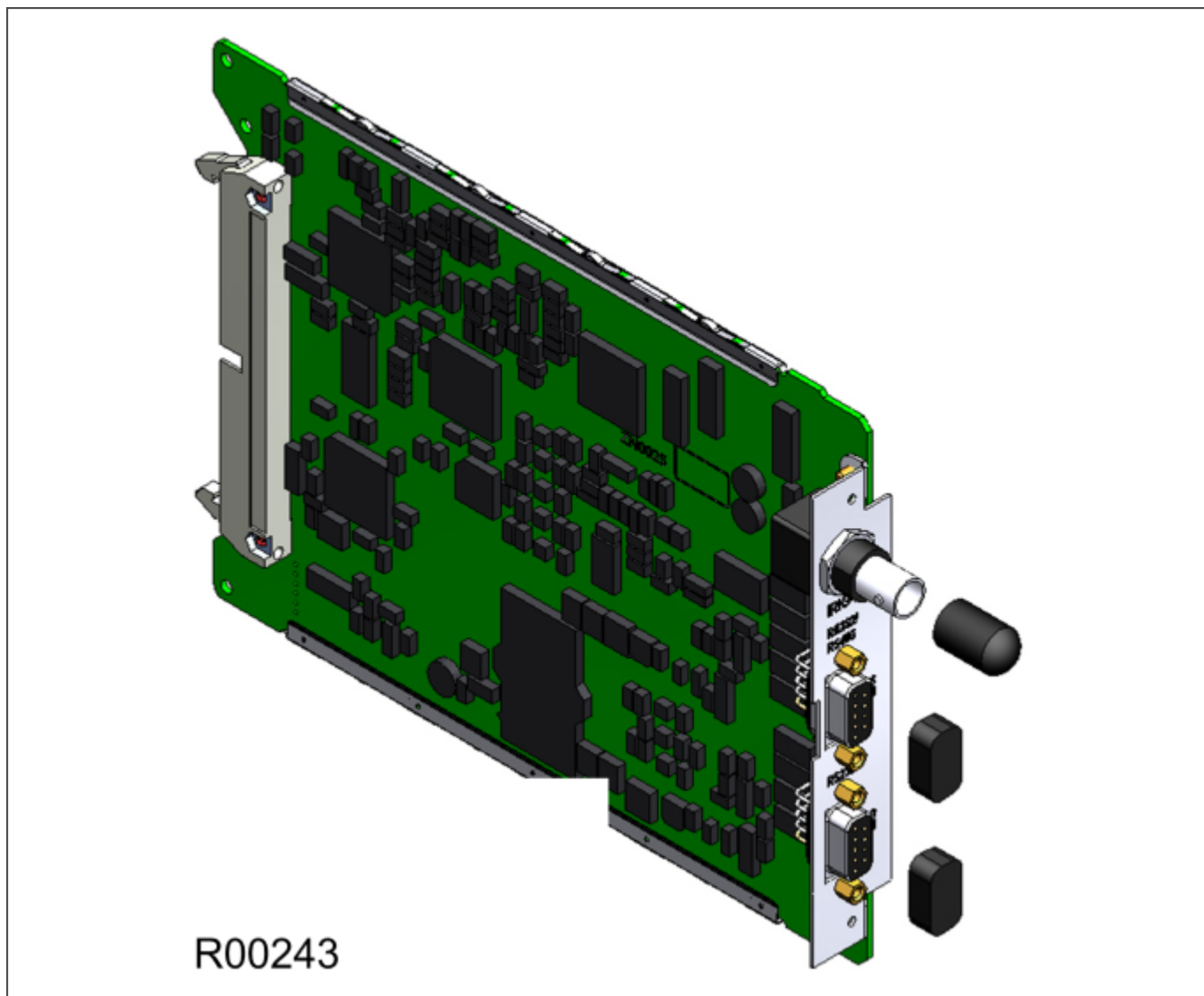


Figure 27: Układ tylnych portów komunikacyjnych

Opcjonalna płytki komunikacyjna zawiera pomocnicze porty komunikacyjne zapewniające dwa łącza szeregowe rozszyte na 9-pinowych złączach typu D. Te interfejsy są znane jako SK4 oraz SK5. Obydwa złącza są złączami żeńskimi, ale są skonfigurowane jako porty DTE. Oznacza to, że pin 2 służy do przesyłania informacji, a pin 3 do odbioru.

SK4 można stosować z magistralą RS232, RS485 i K-bus. SK5 można stosować tylko z RS232 i służy do telezabezpieczenia układu elektrycznego. Opcjonalny układ tylnych portów komunikacyjnych i układ IRIG-B wykluczają się wzajemnie, gdyż są montowane w tym samym slotcie. Układ dostępny jest w dwóch wariantach — z wejściem IRIG-B i bez.

3.6.10 PŁYTA REDUNDANTNEJ SIECI ETHERNET

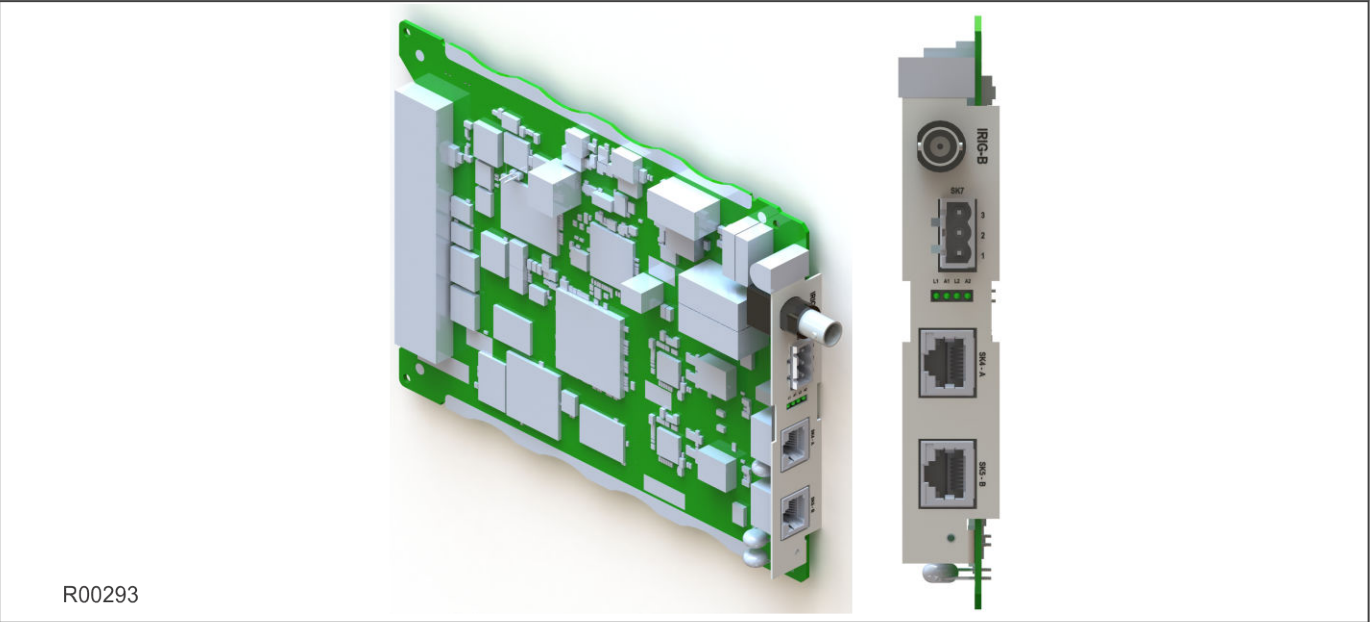


Figure 28: Płyta redundantnej sieci Ethernet

Ta płyta zapewnia podwójną redundantną sieć Ethernet wraz z interfejsem IRIG-B na potrzeby synchronizacji czasowej.

Dostępne są różne warianty tego modułu, zależne od protokołu redundancji i typu sygnału IRIG-B (niemodulowany i modulowany). Dostępne są następujące protokoły redundancji:

- RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)
- Protokół redundancji równoległej PRP
- HSR- układ sieć redundantnej
- Przełączanie

Dostępnych jest kilka wariantów tej płyty, które przedstawiono poniżej:

- Płyta do redundantnej sieci Ethernet o prędkości 100 Mb/s z RSTP + PRP + HSR + przełączanie (dwie pary światłowodów) z uniwersalnym złączem IRIG-B wbudowanym w płytę
- Płyta do redundantnej sieci Ethernet o prędkości 100 Mb/s z RSTP + PRP + HSR + przełączanie (dwie pary przewodów miedzianych) z uniwersalnym złączem IRIG-B wbudowanym w płytę
- Płyta do redundantnej sieci Ethernet o prędkości 100 Mb/s z RSTP + PRP + HSR + przełączanie (jeden przewód miedziany, jeden światłowód wielotrybowy) z uniwersalnym złączem IRIG-B wbudowanym w płytę

Poniżej opisano szczegóły połączeń ethernetowego i innych:

Złącze IRIG-B

- Połączenie środkowe: sygnał
- Połączenie zewnętrzne: uziemienie

Złącze błędów połączenia (przełącznik układu alarmowego płyty ethernetowej)

kołek	Zamknięty	Otwarty
1-2	Kanał błędów połączenia 1 (A)	Kanał prawidłowego połączenia 1 (A)
2-3	Kanał błędów połączenia 2 (B)	Kanał prawidłowego połączenia 2 (B)

Diody LED

Dioda LED	Funkcja	Wi.	Wyl	Miganie
Kolor zielony	Połączenie	Połączenie prawidłowe	Połączenie przerwane	
Kolor żółty	Aktywność	Praca		Ruch PRP, RSTP

Złącza światłowodowe (ST)

Złącze	RSTP	PRP	HSR
A	RX1	RXA	RXA
B	TX1	TXA	TXA
C	RX2	RXB	RXB
D	TX2	TXB	TXB

Złącze RJ45

kołek	Nazwa sygnału	Definicja sygnału
1	TXP	Nadawanie (dodatni)
2	TXN	Nadawanie (ujemny)
3	RXP	Odbiór (dodatni)
4	-	Nie używany
5	-	Nie używany
6	RXN	Odbiór (ujemny)
7	-	Nie używany
8	-	Nie używany

3.6.11 UKŁAD NADMIAROWY IEC61850-9-2LE

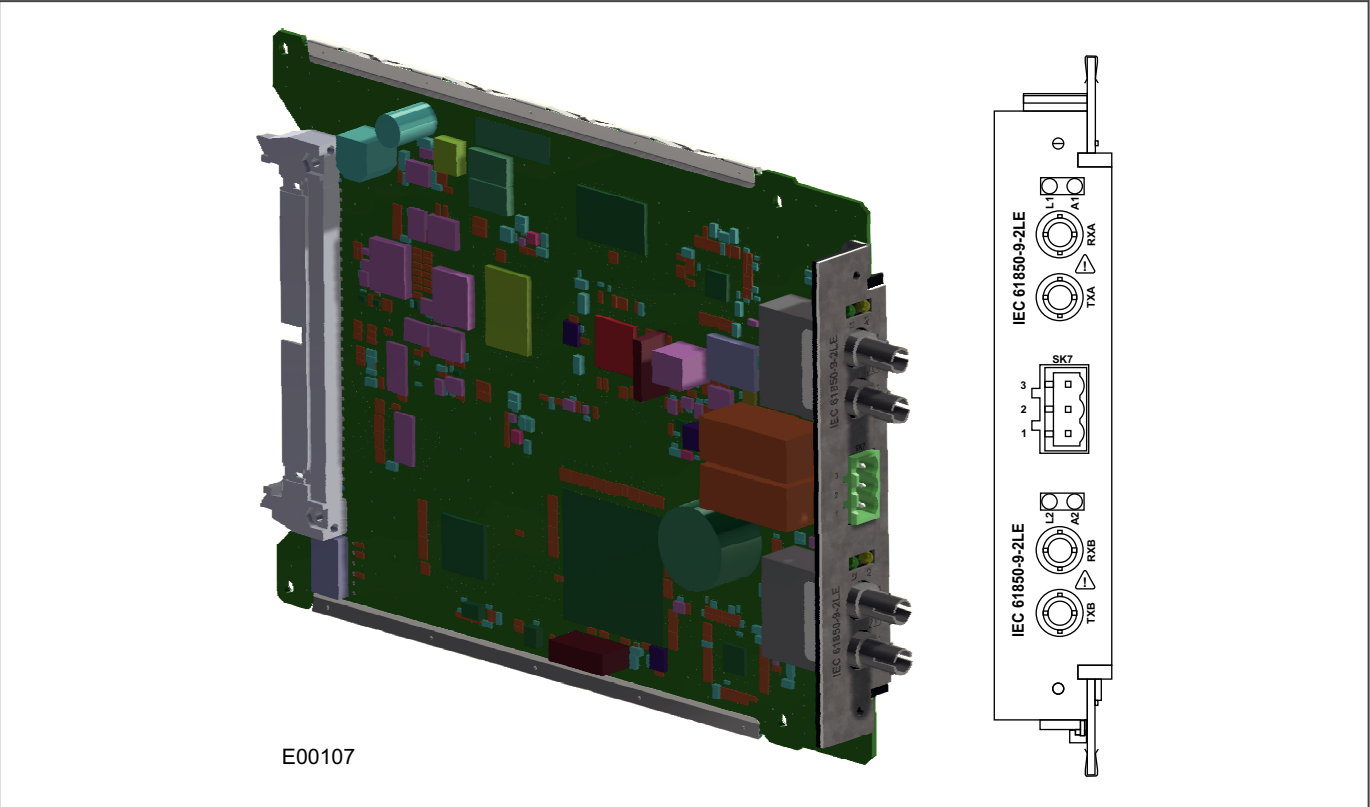


Figure 29: Redundantny układ 61850-9-2LE

Ten układ zapewnia podwójną redundantną sieć Ethernet dla magistrali procesowej IEC 61850-9-2LE. Obsługiwane są protokoły redundancji PRP i Failover.

Złącza światłowodowe

W układzie wykorzystano moduł wielomodowy 1300 nm 100BaseFx ze złączami ST.

Złącze SK7

Jest to port serwisowy przeznaczony wyłącznie do uruchamiania i testowania. Nie należy używać go do stałego połączenia.

Diody LED

Dioda LED	Funkcja	Wł.	Wyl	Miganie
Kolor zielony	Połączenie	Połączenie prawidłowe	Połączenie przerwane	
Kolor żółty	Aktywność			Ruch

Note:
Port światłowodowy interfejsu 9-2LE nie obsługuje automatycznej negocjacji. Należy upewnić się, że port Ethernet urządzenia podłączonego do portu światłowodowego interfejsu 9-2 LE jest ustawiony na tryb pełnego duplexu 100Mbps.

3.6.12 PŁYTA KOPROCESORA

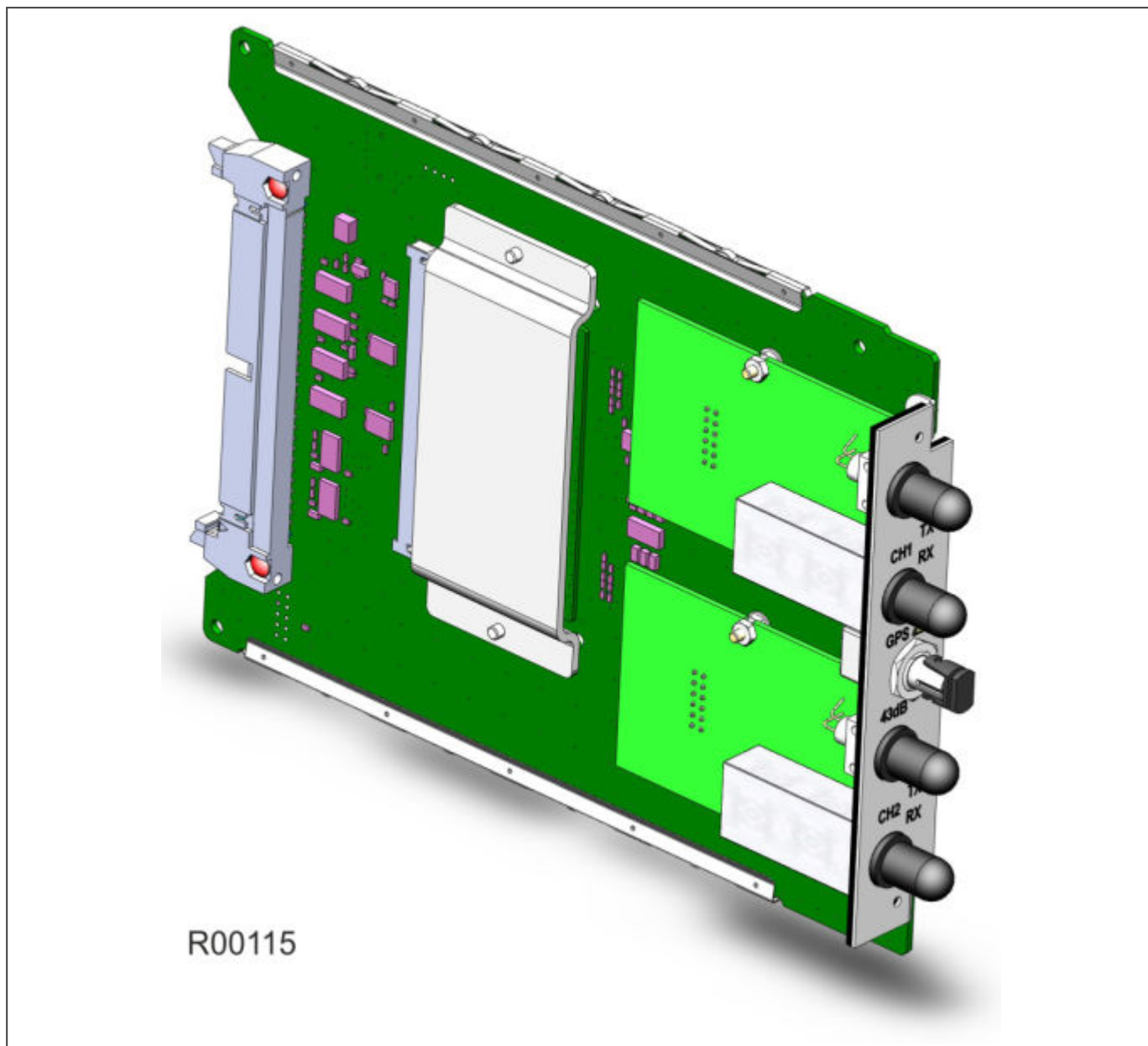


Figure 30: W pełni zapelniona płyta koprocesorowa

Note:

Powyższy rysunek przedstawia koprocesor z wejściem GPS i 2 światłowodowymi interfejsami szeregowymi danych i niekoniecznie jest reprezentatywna dla produktu i modelu, które opisano w tej instrukcji. Interfejsy te nie będą obecne na płytach, które tego nie wymagają.

W stosownym przypadkach używana jest druga płyta procesora do przetwarzania specjalnych algorytmów związanych z urządzeniem. Ta druga płyta procesora zapewnia pamięć DRAM do użytku zarówno z pamięcią programową, jak i pamięcią danych. Pamięć ta może być dostępna przez płytę głównego procesora za pośrednictwem magistrali równoległej. Obraz oprogramowania sprzętowego koprocesora jest przechowywany lokalnie w pamięci flash, po czym oprogramowanie sprzętowe jest przesyłane bezpośrednio z pamięci flash do pamięci DRAM koprocesora przy włączeniu zasilania. Dalsza komunikacja między płytami procesorów odbywa się poprzez przerywacze i wspólną pamięć DRAM. Magistrala szeregowo przenosząca dane próbne jest także

podłączona do płyty koprocatora, wykorzystując wbudowany port szeregowy procesora, podobnie jak w przypadku płyty głównego procesora. Istnieje kilka różnych wariantów tej płyty, które można wybrać w zależności od urządzenia i modelu. Warianty to:

Istnieje kilka różnych wariantów tej płyty, które można wybrać w zależności od urządzenia i modelu. Warianty to:

- Płyta koprocatora z wejściami różnicowymi prądu i wejściem GPS
- Płyta koprocatora z samymi wejściami różnicowymi prądu
- Płyta koprocatora z samym wejściem GPS

3.6.12.1 WEJŚCIA RÓŻNICOWOPRĄDOWE

W zależności od przypadku płytę koprocatora można wyposażyć nawet w dwie płyty rozszerzeń, z których każda będzie posiadała złącze światłowodowe do szeregowego połączenia danych. W tym celu wykorzystuje się złącza BFOC 2.5 ST. Dostępne są jeden lub dwa kanały, z których każdy składa się z pary światłowodów do nadawania i odbioru (nadajnik-odbiornik). Te kanały posiadają oznaczenia Ch1 i Ch2. Te szeregowo połączenia danych służą do przesyłania informacji między dwoma lub trzema IED na potrzeby zastosowań różnicowoprądowych.

3.6.12.2 PŁYTA KOPROCATORA Z WEJŚCIEM 1PPS

W przypadku niektórych zastosowań, w których łącze komunikacyjne między urządzeniami jest realizowane przez innego dostawcę, ścieżki nadawania i odbierania powiązane tylko z jednym kanałem mogą różnić się znacznie pod względem długości, co skutkuje bardzo różnymi czasami nadawania i odbioru.

Jeśli, przykładowo, urządzenie A nadaje do urządzenia B informacje o wartości jego zmierzonego prądu, informacje dotyczące prądu zmierzonego w tym samym czasie, odbierane przez urządzenie A od urządzenia B, mogą dotrzeć do urządzenia B w innym czasie. Wymaga to kompensacji. Sygnał synchronizacji czasowej 1 pps GPS, stosowany do obu urządzeń, pomoże IED to osiągnąć z uwagi na możliwość zmierzenia dokładnego czasu wymaganego przez ścieżkę nadawania i odbioru.

Note:

Sygnał 1 pps jest zawsze zapewniany przez odbiornik GPS (taki jak RT430).

Note:

Służy on do sterowania procesem próbkowania i obliczania synchronizacji czasowej oraz nie jest wykorzystywany na potrzeby ustalania znaczników czasu ani synchronizacji w czasie rzeczywistym.

ROZDZIAŁ 4

STRUKTURA PROGRAMOWA

4.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W niniejszym rozdziale opisano strukturę programową urządzenia IED.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	65
Przegląd projektu oprogramowania	66
Oprogramowanie poziomu systemowego	67
Oprogramowanie platformy	70
Funkcje zabezpieczająco-sterujące	71

4.2 PRZEGLĄD PROJEKTU OPROGRAMOWANIA

Oprogramowanie urządzenia może być z założenia podzielone na kilka opisanych poniżej elementów:

- oprogramowanie poziomu systemowego,
- Oprogramowanie platformy
- Oprogramowanie zabezpieczające i sterujące

Elementy te nie są rozróżniane przez użytkownika, a powyższego rozróżnienia dokonano jedynie dla celów związanych z wyjaśnieniem. Na poniższej ilustracji przedstawiono architekturę oprogramowania.

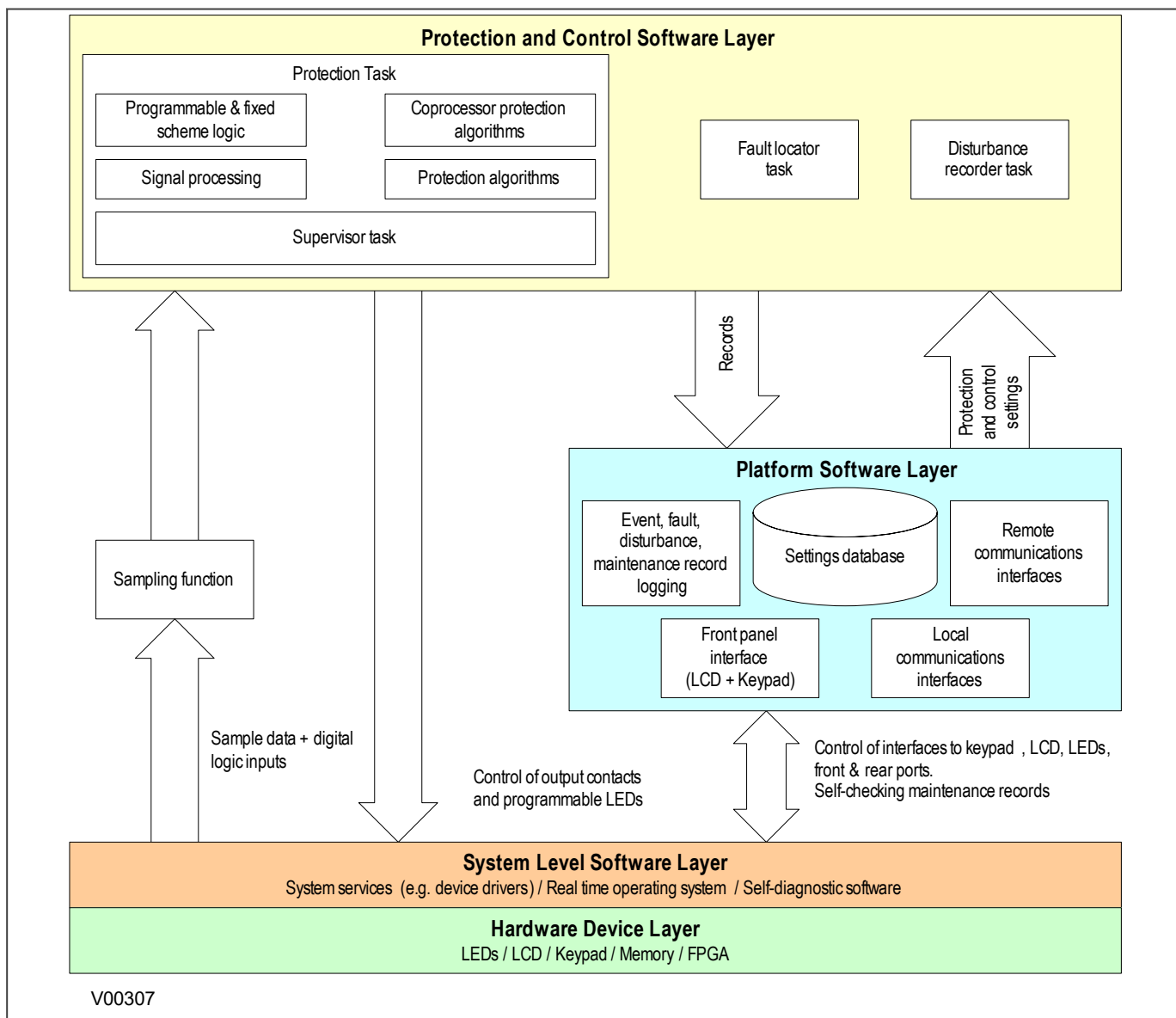


Figure 31: Architektura oprogramowania

Oprogramowanie uruchomione na procesorze głównym może być podzielone na kilka funkcji, w taki sposób jak przedstawiono to poniżej. Każda z funkcji jest dodatkowo podzielona na kilka odrębnych zadań. Następnie zadania te są uruchamiane zgodnie z algorytmem szeregowania. Są one uruchamiane w stałym tempie, bądź są uzależnione od zdarzeń. W zależności od potrzeb realizowana jest komunikacja pomiędzy zadaniami.

4.3 OPROGRAMOWANIE POZIOMU SYSTEMOWEGO

4.3.1 SYSTEM OPERACYJNY CZASU RZECZYWISTEGO

System operacyjny czasu rzeczywistego jest wykorzystywany do szeregowania procesu przetwarzania poszczególnych zadań. Dzięki temu są one przetwarzane w dostępnym czasie oraz zgodnie z pożądaną kolejnością priorytetów. System operacyjny odgrywa również rolę w sterowaniu komunikacją między zadaniami oprogramowania za pomocą komunikatów systemu operacyjnego.

4.3.2 OPROGRAMOWANIE USŁUG SYSTEMOWYCH

Oprogramowanie usług systemowych zapewnia warstwę pomiędzy sprzętem urządzenia a funkcjonalnością wyższego poziomu oprogramowania platformy oraz oprogramowaniem zabezpieczająco-sterującym. Przykładowo, oprogramowanie usług systemowych zapewnia sterowniki dla elementów takich jak wyświetlacz LCD, klawiatura czy też porty zdalnej komunikacji. Kontroluje ono również procesy, takie jak uruchamianie procesora czy też ładowanie przy rozruchu kodu procesora do pamięci DRAM.

4.3.3 OPROGRAMOWANIE AUTODIAGNOSTYKI

Urządzenie posiada kilka funkcji autodiagnostyki pozwalających sprawdzić działanie sprzętu oraz oprogramowania podczas eksploatacji. W przypadku problemu ze sprzętem lub oprogramowaniem, funkcja ta powinna wykryć i zasygnalizować oraz podjąć próbę rozwiązania problemu, poprzez przeprowadzenie ponownego uruchomienia. W tym przypadku urządzenie będzie wyłączone na krótki czas, w którym dioda „Healthy” („Sprawne”) z przodu urządzenia zostanie WYŁĄCZONA, natomiast zestyk watchdog z tyłu urządzenia zostanie ZAMKNIĘTY. Jeżeli ponowne uruchomienie nie rozwiąże problemu, urządzenie wyłączy się na stałe z eksploatacji; dioda „Healthy” pozostanie wyłączona, natomiast zestyk watchdog pozostanie ZAMKNIĘTY.

Jeżeli problem nie zostanie wykryty przez funkcje autodiagnostyki, urządzenie podejmie próbę zachowania rejestru zabiegów konserwacyjnych, aby przekazać użytkownikowi informację dotyczącą charakteru zaistniałego problemu.

Samokontrola jest realizowana w dwóch etapach: w pierwszej kolejności wraz z uruchomieniem przeprowadzany jest dokładny test diagnostyczny, następnie przeprowadzany jest ciągły proces samosprawdzania, który podczas pracy urządzenia kontroluje działanie kluczowych funkcji.

4.3.4 AUTODIAGNOSTYKA URUCHAMIANIA

Wykonanie autodiagnostyki, w trakcie której funkcje pomiaru, rejestracji, kontroli i zabezpieczenia są niedostępne trwa kilka sekund. Po pomyślnie przeprowadzonym uruchomieniu i autodiagnostyce, na przednim panelu urządzenia zapala się wskaźnik LED potwierdzający stan sprawności („health-state”). Jeżeli w trakcie testu uruchomieniowego wykryty zostanie problem, urządzenie jest wyłączane z eksploatacji do momentu ręcznego przywrócenia sprawności technicznej.

Operacje wykonywane podczas uruchamiania:

1. Rozruch systemu
2. Inicjalizacja oprogramowania systemowego
3. Inicjowanie i monitorowanie oprogramowania platformy

4.3.4.1 ROZRUCH SYSTEMU

Integralność pamięci Flash jest weryfikowana za pomocą sumy kontrolnej, zanim kod programu i przechowywane dane przeznaczone do przetworzenia przez procesor zostaną załadowane do pamięci DRAM. Po zakończeniu ładowania, dane przechowywane w pamięci DRAM zostają porównane z danymi przechowywanymi w pamięci Flash w celu upewnienia się, że w przesyłanych danych nie wystąpiły błędy oraz że są one takie same. Następnie wywoływany jest punkt wejścia kodu oprogramowania w pamięci DRAM. Stanowi on kod inicjalizacji urządzenia IED.

4.3.4.2 INICJALIZACJA OPROGRAMOWANIA POZIOMU SYSTEMOWEGO

Proces inicjalizacji inicjuje rejestry i przerywania procesora, uruchamia czasowe układy nadzorcze (wykorzystywane przez sprzęt do sprawdzenia, czy dane oprogramowanie jest wciąż uruchomione), uruchamia system operacyjny czasu rzeczywistego oraz tworzy i uruchamia zadania nadzorcze. W trakcie procesu inicjalizacji urządzenie kontroluje następujące elementy:

- Stan superkondensatora w celu utrzymania zegara czasu rzeczywistego
- działanie sterownika LCD,
- działanie układu nadzorczego (watchdog).

Z chwilą zakończenia inicjalizacji oprogramowania, zadanie nadzorcze rozpoczyna proces uruchamiania oprogramowania platformy. Kontrole układu koprocatora są również wykonywane w następujący sposób:

- Sprawdzana jest obecność układu koprocatora
- Sprawdzana jest pamięć DRAM na układzie koprocatora

Jeśli w wyniku którejkolwiek z kontroli stwierdzony zostanie błąd, układ koprocatora pozostanie wyłączony z eksploatacji. Pozostałe funkcje zabezpieczeniowe zapewniane przez układ procesora głównego pozostają nieczynne.

4.3.4.3 INICJOWANIE I MONITOROWANIE OPROGRAMOWANIA PLATFORMY

Podczas uruchamiania oprogramowania platformy urządzenie IED kontroluje następujące elementy:

- integralność danych przechowywanych w pamięci nieulotnej (przy użyciu sumy kontrolnej),
- Działanie zegara czasu rzeczywistego
- opcjonalną funkcję IRIG-B (jeżeli dotyczy),
- Obecność i stan układu wejść
- System akwizycji danych analogowych (poprzez próbkowanie napięcia odniesienia)

Po pomyślnym ukończeniu wszystkich wymienionych testów urządzenie jest wprowadzane do eksploatacji oraz uruchamiane jest oprogramowanie aplikacji.

4.3.5 CIĄGŁA AUTODIAGNOSTYKA

Gdy urządzenie IED znajduje się w eksploatacji, przeprowadza ono ciągłe kontrole działania wchodzących w jego skład najistotniejszych części i oprogramowania. Kontrola jest przeprowadzana przez oprogramowanie usług systemowych, a wyniki są przekazywane do oprogramowania platformy. Sprawdzane są następujące funkcje:

- pamięć Flash zawierająca cały kod programu oraz tekst języka jest weryfikowana za pomocą sumy kontrolnej,
- kod oraz dane stałe przechowywane w pamięci systemowej są kontrolowane pod kątem zgodności z odpowiednimi danymi w pamięci Flash w celu sprawdzenia poprawności danych,
- pamięć systemowa zawierająca wszystkie dane inne niż kod oraz dane stałe jest weryfikowana za pomocą sumy kontrolnej,
- Integralność danych WE/WY sygnału cyfrowego pochodzących z izolowanych optycznie wejść oraz cewek wyjść przekątnikowych jest kontrolowana przez funkcję akwizycji danych za każdym razem, gdy jest ona uruchamiana.
- działanie systemu akwizycji danych analogowych jest w sposób ciągły sprawdzane przez funkcję akwizycji za każdym razem, gdy jest uruchamiana. Odbywa się to dzięki próbkowaniu napięć odniesienia
- Oprogramowanie na płycie procesora głównego sprawdza działanie opcjonalnej płyty ethernetowej. Jeżeli układ ethernetowy nie odpowiada, aktywowany jest alarm i karta jest zerowana w celu podjęcia próby rozwiązania problemu.
- Działanie opcjonalnej funkcji IRIG-B jest sprawdzane przez oprogramowanie, które odczytuje czas i datę z układu

W przypadku, gdy w wyniku jednej z kontroli wykryty zostanie błąd w dowolnym podsystemie, powiadamiane jest oprogramowanie platformy i następuje próba zarejestrowania zapisów dotyczących konserwacji.

Jeśli problem dotyczy układu IRIG-B, urządzenie kontynuuje pracę. W przypadku problemów wykrytych w dowolnym z pozostałych obszarów urządzenie inicjuje wyłączenie i ponowne uruchomienie w okresie nie przekraczającym 10 sekund od momentu, gdy funkcjonalność jest niedostępna.

Ponowne uruchomienie powinno usunąć większość problemów, które mogą wystąpić. Jeżeli jednak autodiagnostyka wykryje ten sam problem, który był przyczyną ponownego uruchomienia urządzenia IED, oczywistym będzie, że ponowne uruchomienie nie usunęło problemu i urządzenie wyłączy się samoczynnie z eksploatacji. Stan ten jest sygnalizowany przez znajdującą się z przodu przekaźnika diodę LED informującą o prawidłowym działaniu („health-state”), która jest wygaszona oraz zestaw nadzorczy (watchdog), który zostaje pobudzony.

4.4 OPROGRAMOWANIE PLATFORMY

Oprogramowanie platformy pełni trzy główne funkcje:

- Kontroluje rejestrowanie rekordów generowanych przez oprogramowanie zabezpieczające, obejmujących zapisy dotyczące alarmów, zdarzeń, zwarć oraz konserwacji
- Zapisuje i utrzymuje bazę danych wszystkich ustawień w pamięci nieulotnej
- zapewnia wewnętrzny interfejs pomiędzy bazą danych ustawień i interfejsami użytkownika, za pośrednictwem interfejsu panelu przedniego oraz przednich i tylnych portów komunikacyjnych.

4.4.1 REJESTROWANIE REKORDÓW

Funkcja rejestrowania jest wykorzystywana do zapisywania wszystkich rejestrów alarmów, zdarzeń, zwarć i konserwacji. Zapisy przechowywane są w nieulotnej pamięci w celu zapewnienia dziennika tego co się wydarzyło. Urządzenie IED utrzymuje cztery rodzaje dzienników stosując zasadę FIFO (pierwszy na wejściu - pierwszy na wyjściu). Obejmują one:

- Alarmy
- Rejestry zdarzeń
- Zapisy zwarć
- Zapisy konserwacji

Dzienniki są prowadzone w taki sposób, że najstarszy zapis jest zastępowany najnowszym rekordem. Funkcja rejestrowania może być inicjowana przez oprogramowanie zabezpieczające. Oprogramowanie platformy odpowiada również za rejestrowanie zapisów z konserwacji w przypadku awarii urządzenia IED. Obejmuje to również błędy, które wykryte przez samo oprogramowanie platformy lub błędy, wykryte albo przez usługi systemowe albo funkcję oprogramowania zabezpieczającego. Więcej informacji na temat rejestracji zapisów zamieszczono w rozdziale „Monitoring oraz sterowanie”.

4.4.2 BAZA DANYCH USTAWIEŃ

Baza danych ustawień zawiera wszystkie ustawienia i dane, które są przechowywane w pamięci nieulotnej. Oprogramowanie platformy zarządza bazą danych ustawień i zapewnia, że w danym momencie tylko jeden interfejs użytkownika może modyfikować ustawienia. Jest to konieczne ograniczenie pozwalające uniknąć konfliktów pomiędzy różnymi częściami oprogramowania w trakcie zmiany ustawień. Zmiany ustawień zabezpieczeń oraz ustawień rejestratora zakłóceń, są w pierwszej kolejności zapisywane w tymczasowej lokalizacji w pamięci DRAM. Nazywanej czasami pamięcią podręczną. Ustawienia te nie są natychmiast zapisywane do pamięci nieulotnej. Jest to spowodowane tym, iż partia takich zmian nie powinna być aktywowana jedna po drugiej, lecz jako część kompletnego schematu. Po zapisaniu kompletnego schematu w pamięci DRAM, partia ustawień może być przekazana do pamięci nieulotnej, gdzie zostanie ona uaktywniona.

4.4.3 INTERFEJSY

Baza danych ustawień i pomiarów musi być dostępna na wszystkich interfejsach, aby umożliwić operacje odczytu i modyfikacji. Oprogramowanie platformy przedstawia dane w odpowiednim formacie dla każdego z interfejsów (wyświetlacz LCD, klawiatura oraz wszystkie interfejsy komunikacyjne).

4.5 FUNKCJE ZABEZPIECZAJĄCO-STERUJĄCE

Oprogramowanie zabezpieczająco-sterujące przetwarza dane ze wszystkich członów zabezpieczających oraz funkcji pomiarowych. W tym celu, musi się ono komunikować z oprogramowaniem usług systemowych, oprogramowaniem platformy jak również organizować swoje własne operacje.

Oprogramowanie zadań zabezpieczających ma najwyższy priorytet spośród wszystkich zadań programowych realizowanych za pomocą płytki procesora głównego. Takie rozwiązanie zapewnia najszybszą możliwą reakcję zabezpieczenia.

Oprogramowanie zabezpieczająco-sterujące realizuje zadanie nadzorcze, którego celem jest kontrolowanie uruchomienia zadania oraz pośredniczenie w wymianie komunikatów pomiędzy zadaniem i oprogramowaniem platformy.

4.5.1 AKWIZYCJA PRÓBEK

Po inicjalizacji zadanie zabezpieczająco-sterujące czeka dopóty, dopóki nie zgromadzona zostanie dostateczna liczba próbek do przetworzenia. Akwizycja próbek realizowana za pomocą płytki procesora głównego jest kontrolowana za pomocą „funkcji próbkowania”, która jest wywoływana przez oprogramowanie usług systemowych.

Funkcja próbkowania pobiera próbki z modułu wejść i zapisuje je w buforze FIFO o podwójnym cyklu. Próbki te są również przechowywane jednocześnie przez koprocessor. Częstotliwość próbkowania wynosi 48 próbek w jednym cyklu. Daje to nominalną częstotliwość próbkowania 2 400 próbek na sekundę dla systemu 50 Hz i 2 880 próbek na sekundę dla systemu 60 Hz. Jednak częstotliwość próbkowania nie jest stała. Wykorzystuje ona śledzenie częstotliwości sieci elektroenergetycznej w sposób opisany w następnym punkcie.

Podczas normalnej pracy zadanie zabezpieczające jest wykonywane 16 razy na cykl.

4.5.2 ŚLEDZENIE CZĘSTOTLIWOŚCI

Urządzenie oferuje algorytm śledzenia częstotliwości tak, aby zawsze było 48 próbek na jeden cykl niezależnie od przesunięcia częstotliwości. Zakres częstotliwości, w którym dostarczanych jest 48 próbek na sekundę, mieści się w przedziale od 45 Hz do 66 Hz. Jeżeli częstotliwość znajdzie się poza tym zakresem, częstotliwość próbkowania powróci do wartości domyślnej wynoszącej 2 400 Hz dla 50 Hz lub 2 880 Hz dla 60 Hz.

Śledzenie częstotliwości analogowych sygnałów wejściowych jest uzyskiwane za pomocą rekurencyjnego algorytmu Fouriera, stosowanego na jednym z sygnałów wejściowych. Jego działanie polega na wykrywaniu zmian mierzonego kąta fazowego sygnału. Obliczona wartość częstotliwości służy do modyfikowania częstotliwości próbkowania wykorzystywanej przez moduł wejściowy w celu uzyskania stałej częstotliwości próbkowania przypadającej na pojedynczy cykl przebiegu mocy. Wartość śledzonej częstotliwości jest również przechowywana do użycia przez zadanie zabezpieczająco-sterujące.

Częstotliwość śledzi dowolne napięcie lub prąd w kolejności VA, VB, VC, IA, IB, IC, schodząc w dół do 10% V_n dla napięcia i 5% I_n dla prądu.

4.5.3 BEZPOŚREDNIE WYKORZYSTANIE PRÓBKOWANYCH WARTOŚCI

Większość funkcji zabezpieczających inteligentnego urządzenia elektronicznego wykorzystuje składowe Fouriera obliczone przez oprogramowanie do przetwarzania sygnału urządzenia. Jednakże pomiary RMS i niektóre specjalne algorytmy funkcji zabezpieczeniowych dostępne w niektórych produktach wykorzystują bezpośrednio próbkowane wartości.

Rejestrator zakłóceń również korzysta z próbek pochodzących z modułu wejściowego, w nieprzetworzonej formie. Jest to wykorzystywane do rejestrowania przebiegów oraz obliczania rzeczywistych wartości skutecznych prądu, napięcia oraz mocy do celów pomiarowych.

W przypadku specjalnych algorytmów funkcji zabezpieczeniowych bezpośrednie wykorzystanie próbkowanych wartości zapewnia wyjątkowo szybką reakcję, ponieważ nie trzeba czekać, aż zadanie przetwarzania sygnału obliczy składową podstawową. Można natychmiast podjąć działania na podstawie próbkowanych wartości.

4.5.4 INICJALIZACJA OPROGRAMOWANIA POZIOMU SYSTEMOWEGO

Zabezpieczenie różnicowe wymaga, aby urządzenia na końcach linii wymieniały komunikaty danych cztery razy w cyklu. Aby to osiągnąć, koprocessor pobiera z układu wejściowego próbki śledzone częstotliwościowo w ilości 48 próbek na cykl i przekształca je na 8 próbek na cykl w oparciu o częstotliwość nominalną. Koprocessor oblicza transformatę Fouriera próbek o stałej częstotliwości po każdej próbce, stosując okno jednocykliczne. Generuje to pomiary prądu osiem razy na cykl, które są wykorzystywane w algorytmie zabezpieczenia różnicowego. Pomiary są przesyłane do zdalnych urządzeń przy użyciu protokołu komunikacyjnego HDLC (kontrola łącza danych wysokiego poziomu).

Koprocessor odpowiada również za zarządzanie poleceniami wyzwalania międzysystemowego za pośrednictwem łącza komunikacyjnego, a także za rekonfigurację inicjowaną ze zdalnego urządzenia.

Wymiana danych pomiędzy układem koprocessora i układem procesora głównego jest uzyskiwana dzięki zastosowaniu współdzielonej pamięci na płycie koprocessora. Gdy dostęp do pamięci uzyskuje procesor główny, działanie koprocessora zostaje tymczasowo wstrzymywane. Po skopiowaniu przy inicjalizacji kodu koprocessora na układ, główny ruch pomiędzy dwoma układami składa się z informacji na temat zmiany ustawień, poleceń z procesora głównego, pomiarów zabezpieczenia różnicowego oraz danych wyjściowych.

4.5.5 ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

Wejścia prądowe i napięciowe są filtrowane przy użyciu filtrów cyfrowych o skończonej odpowiedzi impulsowej (FIR). Zmniejsza to w sygnałach wejściowych wpływ składowych częstotliwości innych niż zasilanie, jak przesunięcia prądu stałego w przebiegach prądu i stany nieustalone pojemnościowego przekładnika napięciowego (CVT) w napięciach. Urządzenie korzysta z kombinacji filtra cyklu 1/4 wykorzystując 12 współczynników, filtra cyklu 1/2 wykorzystującego 24 współczynniki oraz filtra cyklu wykorzystującego 48 współczynników. Urządzenie automatycznie przeprowadza inteligentne przełączanie stosowania filtrów, aby wybrać najlepszy bilans usunięcia stanów nieustalonych wraz z szybką odpowiedzią. Człony zabezpieczające same wykonują wówczas dodatkowe filtrowanie, realizowane na przykład poprzez strategię zliczania wyzwoleń.

Na poniższej ilustracji przedstawiono charakterystykę częstotliwościową filtrów współczynnikowych 12, 24 i 48, zauważając, że wszystkie mają wzmocnienie rzędu jedności przy częstotliwości podstawowej:

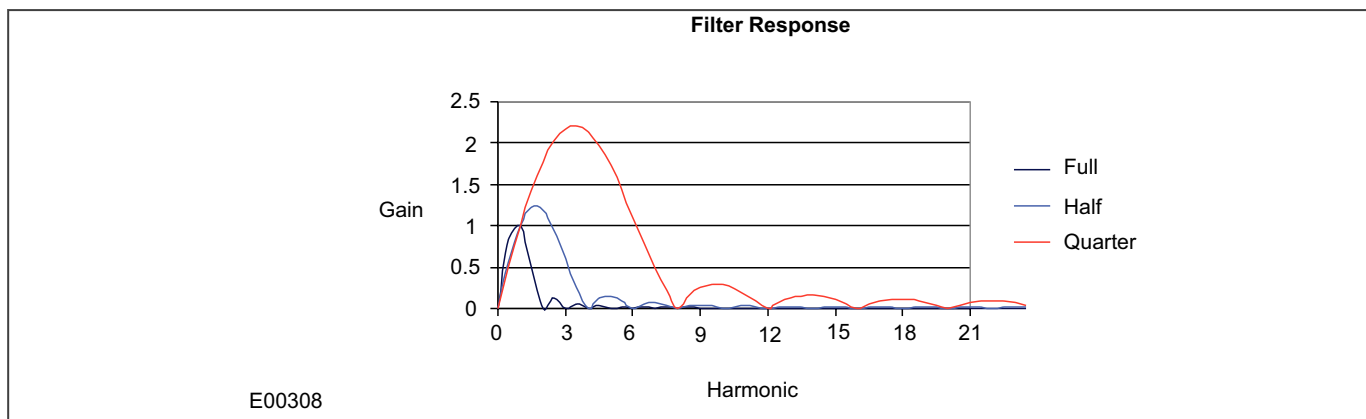


Figure 32: Charakterystyka częstotliwościowa filtrów FIR

4.5.6 PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW FOURIERA

Wszystkie funkcje zabezpieczeń rezerwowych i pomiarowe wykorzystują jednocykłowe cyfrowe filtrowanie Fouriera w celu wyodrębnienia składowej częstotliwości zasilania. Filtrowanie to odbywa się na układzie procesora głównego.

Gdy zadanie zabezpieczająco-sterujące jest ponownie uruchamiane przez funkcję próbkowania, oblicza ono składowe Fouriera dla sygnałów analogowych. Chociaż niektóre algorytmy zabezpieczenia wykorzystują niektóre harmoniczne wyznaczone na podstawie transformaty Fouriera (np. drugą harmoniczną dla magnesującego prądu rozruchowego), większość funkcji zabezpieczających bazuje na składowych podstawowych wyznaczonych na

podstawie transformaty Fouriera z mierzonych sygnałów analogowych. Składowe Fouriera sygnałów wejściowych prądu i napięcia są przechowywane w pamięci tak, aby miał do nich dostęp każdy z algorytmów członów zabezpieczeń.

Składowe Fouriera zostały obliczone z wykorzystaniem algorytmu Fouriera dla pojedynczego cyklu. Ten algorytm Fouriera zawsze wykorzystuje 48 najnowsze próbki z bufora o dwóch cyklach.

Większość algorytmów zabezpieczenia wykorzystuje składową podstawową. W takim przypadku algorytm Fouriera wyodrębnia składową podstawową częstotliwości zasilania z sygnału i uzyskuje amplitudę oraz kąt fazowy. Można to przedstawić w formacie biegunowym albo prostokątnym w zależności od funkcji i algorytmów.

Funkcja Fouriera stanowi filtr, z zerowym wzmocnieniem na DC oraz wzmocnieniem równym jedności na składowej podstawowej, lecz z dobrym odrzucaniem harmonicznej dla wszystkich częstotliwości harmonicznych aż do częstotliwości Nyquista. Częstotliwości poza częstotliwością Nyquista nazywa się częstotliwościami utożsamieniowymi, które są wprowadzane wtedy, gdy częstotliwość próbkowania jest mniejsza od dwukrotności próbkowanej składowej częstotliwości. Jednak częstotliwości utożsamieniowe są znacząco tłumione przez filtr przeciwutożsamieniowy (filtr dolnoprzepustowy), który oddziałuje na sygnały analogowe, zanim zostaną pobrane próbki. Idealny punkt odcięcia dolnoprzepustowego filtra przeciwutożsamieniowego byłby ustawiony na:

$$(\text{próbki na cykl}) \times (\text{częstotliwość podstawowa})/2$$

Na poziomie 48 próbek w jednym cyklu punkt ten miałby wartość znamionową równą 1200 Hz dla systemu 50 Hz oraz 1440 Hz dla systemu 60 Hz.

Na poniższym rysunku przedstawiono znamionową odpowiedź częstotliwościową filtra przeciwutożsamieniowego oraz filtra Fouriera dla algorytmu Fouriera wykorzystującego 48 próbek w jednym cyklu oddziałujących na składową podstawową:

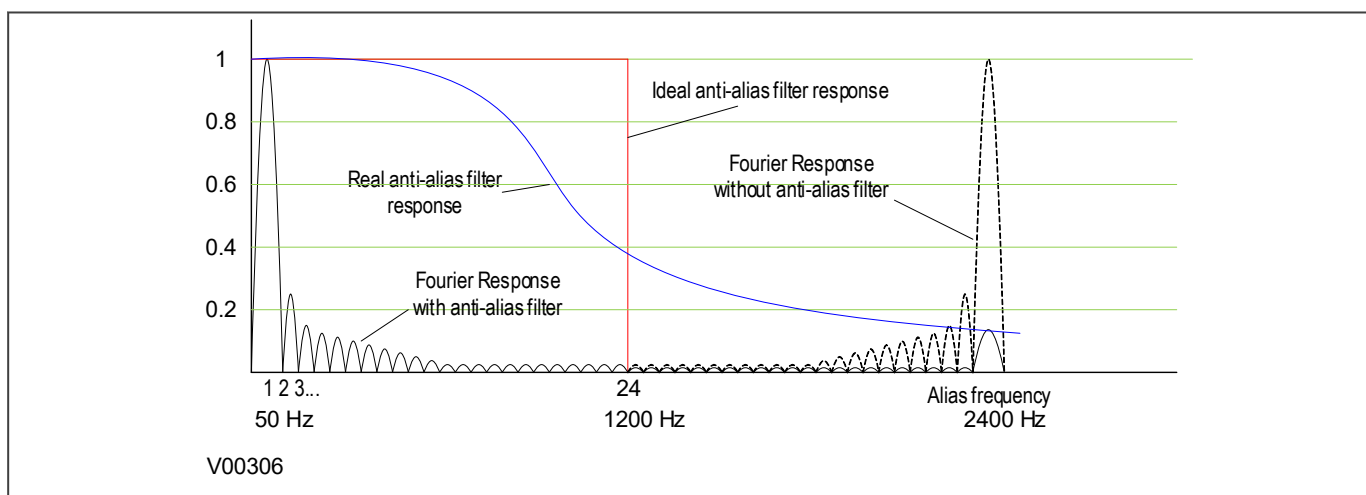


Figure 33: Odpowiedź częstotliwościowa (informacja)

4.5.7 PROGRAMOWALNY UKŁAD LOGICZNY

Celem programowalnego schematu logicznego (PSL) jest umożliwienie użytkownikowi skonfigurowania indywidualnego systemu ochrony dla własnych potrzeb i zastosowań. Do tego celu służą programowalne bramki logiczne i timery opóźnienia. Aby umożliwić większą elastyczność, każda z czterech grup ustawień może mieć inny PSL.

Wejściem dla PSL jest dowolna kombinacja stanu cyfrowych sygnałów wejściowych z optoizolatorów na płycie wejść, wyjść członów zabezpieczających np. uruchomienia i wyzwolenia zabezpieczeń, oraz wyjść stałego schematu logicznego zabezpieczenia (fixed protection scheme logic – FSL). Stała logika oferuje standardowe systemy ochrony. PSL składa się z programowych bramek logicznych i timerów. Bramki logiczne można zaprogramować do wykonywania wielu różnych funkcji logicznych i mogą przyjąć dowolną liczbę wejść. Timery stosuje się do tworzenia programowalnego opóźnienia i/lub ustalania wyjść logicznych, na przykład do tworzenia

impulsu o określonym czasie trwania na wyjściu bez względu na długość impulsu na wejściu. Wyjścia PSL to wskaźniki LED znajdujące się na przednim panelu przekaźnika oraz zestyki wyjściowe z tyłu.

Realizacja logiki PSL jest sterowana zdarzeniami. Logika jest przetwarzana przy każdej zmianie stanów wejściowych, na przykład w wyniku zmiany w jednym z cyfrowych sygnałów wejściowych lub wyjścia wyzwalającego z członu zabezpieczającego. Także przetwarzana jest tylko część logiki PSL będąca pod wpływem określonej zmiany sygnału wejściowego. Skraca to czas przetwarzania logiki PSL. Oprogramowanie zabezpieczająco-sterujące aktualizuje logiczne timery opóźnień i sprawdza, czy nie nastąpiła zmiana w sygnałach wejściowych PSL, zawsze, gdy zostaje uruchomione.

PSL można skonfigurować tak, aby powstały bardzo złożone układy. Z tego powodu projektowanie PSL odbywa się za pomocą pakietu programowego o nazwie PSL Editor. Jest on dostępny w ramach oprogramowania konfiguracyjnego MiCOM S1 Agile.

4.5.8 REJESTRACJA ZDARZEŃ

Zmiana dowolnego cyfrowego sygnału wejściowego lub wyjściowego sygnału członu zabezpieczającego jest wykorzystywana do wskazania, że nastąpiło zdarzenie. W takiej sytuacji, zadanie zabezpieczająco-sterujące przesyła komunikat do zadania nadzorczego, wskazujący, że zdarzenie jest gotowe do przetworzenia i zapisuje dane zdarzenia w szybkim buforze, który jest kontrolowany przez zadanie nadzoru. Można przechowywać do 5000 rekordów zdarzeń oznaczonych czasowo.

Gdy zadanie nadzoru otrzyma zapis zdarzenia, daje sygnał oprogramowaniu platformy do stworzenia odpowiedniego dziennika w pamięci nieulotnej (DRAM). Działanie rejestrowania zapisów do pamięci Flash jest wolniejsze od bufora nadzoru. Oznacza to, że oprogramowanie zabezpieczenia nie jest wstrzymywane poprzez oczekiwanie na rejestrowanie zapisów przez oprogramowanie platformy. Jednak w rzadkich przypadkach, gdy musi być zarejestrowana duża liczba zapisów w krótkim okresie czasu, możliwe jest, że niektóre zostaną utracone, jeśli bufor nadzoru zostanie zapełniony, zanim oprogramowanie platformy zdąży stworzyć nowy dziennik w pamięci Flash. W takim przypadku zarejestrowane zostanie zdarzenie wskazujące na utratę informacji.

Zapisy konserwacji powstają w podobny sposób, gdy zadanie nadzorcze instruuje oprogramowanie platformy, aby zarejestrowało zapis, gdy otrzyma komunikat o zapisie konserwacji. Istnieje jednak możliwość, że zapis konserwacji zostanie wyzwolony przez krytyczny błąd występujący w przekaźniku, a wtedy, w zależności od charakteru problemu, pomyślne zachowanie zapisu konserwacji może być niemożliwe.

Dodatkowe informacje można znaleźć w rozdziale Monitoring i sterowanie.

4.5.9 REJESTRATOR ZAKŁÓCEŃ

Rejestrator zakłóceń działa jako zadanie odrębne od zadania zabezpieczająco-sterującego. Może rejestrować przebiegi dla maksymalnie 16 skalibrowanych kanałów analogowych i wartości maksymalnie 128 sygnałów cyfrowych, a wszystko to w wysokiej rozdzielczości 48 próbek/cykl. Użytkownik może wybrać czas rejestracji. Zazwyczaj można rejestrować 100 przebiegów o czasie trwania 10,5 sekundy. Do rejestratora zakłóceń są dostarczane dane przez zadania zabezpieczająco-sterujące, raz na cykl. Rejestrator zakłóceń zestawia odbierane dane w zapisie zakłócenia o wymaganej długości. Zapisy zakłóceń można odczytać za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego, jak S1 Agile, które może również przechowywać dane w formacie COMTRADE, umożliwiając w ten sposób wykorzystanie innych pakietów do przeglądania zarejestrowanych danych.

Dodatkowe informacje można znaleźć w rozdziale Monitoring i sterowanie.

4.5.10 LOK ZAKŁOCENIA

Lokalizator zwarć do obliczania lokalizacji zwarcia wykorzystuje 12 cykli sygnałów wejść analogowych. Wynik jest zwracany do zadania zabezpieczająco-sterującego, które dołącza go do zapisu zwarcia. W zapisie tym zamieszczane są również wartości napięcia przedzwarcowego i pozwarcowego. Po utworzeniu zapisu zwarcia, łącznie z lokalizacją zwarcia, zadanie zabezpieczająco-sterujące wysyła komunikat do zadania nadzorczego, aby rejestrować zapis zwarcia.

Lokalizator zwarć dostępny jest tylko w niektórych modelach.

4.5.11 KLAWISZE FUNKCYJNE INTERFEJSU

Klawisze funkcyjne mogą być zaszyte w kodzie PSL bezpośrednio jako wejściowe sygnały cyfrowe. Zmiana stanu jest rozpoznawana tylko wówczas, gdy wciśnięcie klawisza trwa średnio dłużej niż 200 ms. Czas niezbędny do zarejestrowania zmiany stanu zależy od tego, czy naciśnięcie przycisku odbyło się na początku czy na końcu cyklu zadania zabezpieczającego z uwzględnionym dodatkowym czasem skanowania sprzętu i oprogramowania. Naciśnięcie klawisza funkcyjnego może zapewniać blokowanie (tryb bistabilny) lub tylko sygnał wyjściowy przy naciśnięciu klawisza (tryb normalny) w zależności od tego jak zostało to zaprogramowane. Może to być skonfigurowane w zależności od wymagań poszczególnych układów zabezpieczeń. Sygnał stanu zablokowanego dla każdego klawisza funkcyjnego jest zapisywany do pamięci nieulotnej i odczytywany z pamięci nieulotnej w trakcie podawania zasilania na przekaźnik, pozwalając tym samym na przywrócenie stanu klawisza funkcyjnego po włączeniu zasilania, jeżeli zasilanie zostało przypadkowo utracone.

ROZDZIAŁ 5

KONFIGURACJA

5.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Każdy produkt ma inne parametry konfiguracyjne, dostosowane do przewidzianej dla niego funkcji. Jednakże istnieje wspólna, używana dla wszystkich produktów z serii metoda konfigurowania tych parametrów.

Niektórych konfiguracji komunikacji nie można przeprowadzić za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego, można je przeprowadzić jedynie za pomocą interfejsu użytkownika. W tym rozdziale znajdują się zwięzłe instrukcje dotyczące konfigurowania urządzenia, a także ogólny opis powszechnej metodologii stosowanej do konfiguracji urządzenia.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	77
Oprogramowanie konfiguracyjne	78
Obsługa panelu HMI	79

5.2 OPROGRAMOWANIE KONFIGURACYJNE

Do skonfigurowania niniejszego urządzenia konieczne jest oprogramowanie konfiguracyjne. Oprogramowanie konfiguracyjne zastosowane w tej wersji urządzeń IED nosi nazwę MiCOM S1 Agile. Jest to zbiór narzędzi programowych służących do nastawiania i zarządzania urządzeniami IED.

Chociaż można zmienić wiele ustawień za pomocą interfejsu użytkownika z przodu, niektórych funkcji nie można skonfigurować bez oprogramowania konfiguracyjnego. Na przykład programowalnego schematu logicznego, komunikacji IEC6185 lub SLD.

Jeżeli użytkownik nie posiada jeszcze oprogramowania konfiguracyjnego, może je uzyskać w centrum kontaktowym GE Vernova.

Aby skonfigurować dany produkt, potrzebny jest model danych odpowiadający temu produktowi. Po uruchomieniu oprogramowania konfiguracyjnego wyświetlony zostanie panel umożliwiający przywołanie „Data Model Manager” (menedżer modelu danych). Jednocześnie zamknięte zostaną inne aspekty oprogramowania, aby umożliwić wydajny import wybranego modelu danych. Jeżeli użytkownik nie ma lub nie może znaleźć modelu danych dotyczącego posiadanego produktu, należy skontaktować się z centrum kontaktowym GE Vernova.

Po załadowaniu wszystkich potrzebnych modeli danych, należy ponownie uruchomić oprogramowanie konfiguracyjne i rozpocząć tworzenie modelu swojego systemu, korzystając z panelu „System Explorer” (Przeglądarka systemowa).

Oprogramowanie zostało pomyślane jako intuicyjne, ale dostępna jest pomoc w systemie pomocy online jak również w postaci podręcznika użytkownika oprogramowania konfiguracyjnego P40-M&CR-SAS-UG-EN-n, gdzie „Język” to 2-literowy kod oznaczający wersję językową podręcznika użytkownika, zaś „n” oznacza najnowszą wersję oprogramowania konfiguracyjnego.

5.3 OBSŁUGA PANELU HMI

Przy pomocy interfejsu użytkownika można:

- wyświetlać i modyfikować ustawienia,
- wyświetlać wielkości pomiarowe,
- wyświetlać zapisy zwarć,
- Wyświetlić schemat jednokreskowy (SLD)
- wyświetlać status cyfrowych sygnałów WE/WY,
- zerować wskazania informujące o zwarcia i alarmach.

Klawiatura zapewnia pełny dostęp do funkcji urządzenia poprzez szereg opcji menu. Informacje są wyświetlane na ekranie.

Przyciski	Opis	Funkcja
 	Klawisze strzałki w górę i w dół	Aby zmienić ustawienia w konkretnej kolumnie, zmienić wartości w komórce lub wybrać następny element na SLD
 	Klawisze strzałki w lewo i w prawo	Aby zmienić ustawienia w konkretnej kolumnie, zmienić wartości w komórce lub wybrać następny element na SLD
	Klawisz ENTER/OK	Pozwala zmieniać i zatwierdzać ustawienia. Po wybraniu etykiety klawisza kontekstowego menu banera dolnego, klawisza OK można także używać do nawigowania między stronami.
	Klawisze kontekstowe menu	Klawisze kontekstowe menu umieszczone bezpośrednio pod graficznym interfejsem użytkownika służą do nawigacji pomiędzy stronami.
	Klawisz Anuluj/Zeruj	Pozwala powrócić do nagłówka menu z dowolnej komórki menu lub anulować wprowadzone ustawienia.
	Klawisz odczytu/strony głównej	Pozwala przejść do domyślnej strony głównej z dowolnego miejsca w menu.
	Klawisze funkcyjne (nie we wszystkich modelach)	Pozwalają wykonywać funkcje zaprogramowane przez użytkownika.

Przyciski	Opis	Funkcja
	Klucz sterujący OPEN	Klawisz sterujący OPEN służy do otwierania wyłącznika/rozłącznika. Uwaga: Kodowanie kolorami można wybrać poprzez etykiety i konfigurację PSL/SLD.
	Klucz sterujący CLOSE	Klawisz sterujący CLOSE służy do zamykania wyłącznika/przełącznika. Uwaga: Kodowanie kolorami można wybrać poprzez etykiety i konfigurację PSL/SLD.
	Klucz lokalny/zdalny	Pozwala wybrać pomiędzy lokalnym i zdalnym trybem pracy.

5.3.1 NAWIGACJA W PANELU HMI

Klawisze strzałek służą do nawigowania po menu. Aby poruszać się pomiędzy różnymi menu, użyj klawiszy kontekstowych Menu, które znajdują się pod wyświetlaczem graficznym.

Klawisze strzałek mają funkcję automatycznego powtarzania, gdy się je naciśnie na dłużej. Dzięki temu szybciej można zarówno zmieniać wartości parametrów jak i nawigować po menu. Im dłużej wciśnięty jest klawisz, tym zmiany nim wywoływane są szybsze.

5.3.2 PIERWSZE KROKI

Urządzenie IED po uruchomieniu realizuje najpierw swoją procedurę startową. Po kilku sekundach nastąpi powrót do ekranu domyślnego. Jeśli występują alarmy, żółty wskaźnik LED Alarmy będzie migać, a licznik alarmów na górnym banerze pokaże liczbę aktywnych alarmów.

Przy pierwszym uruchomieniu urządzenie powinno być w pełni sprawne, ale alarm może nadal występować. Na przykład w przypadku braku połączenia sieciowego dla urządzenia posiadającego płytę sieciową. W takim przypadku można odczytać alarm, wybierając Licznik alarmów na górnym banerze wyświetlacza.

Jeżeli urządzenie wyposażone jest w kartę Ethernet, w celu skasowania alarmu konieczne będzie podłączenie urządzenia do aktywnej sieci Ethernet.

5.3.3 DANE PODSTAWOWE

Domyślny graficzny wyświetlacz interfejsu zawiera skróty do różnych sekcji menu, a także migawkę bieżącego stanu urządzenia.

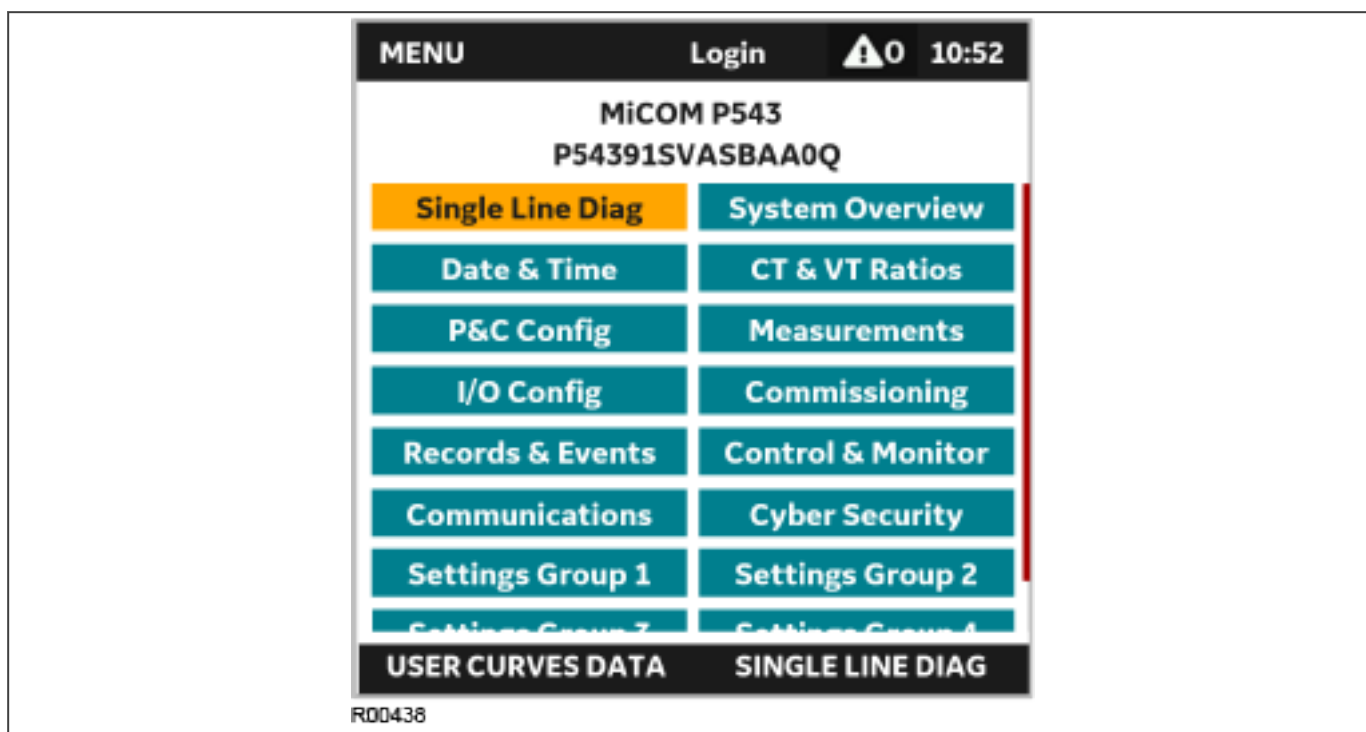


Figure 34: Domyślny wyświetlacz interfejsu

Ekran wyświetlacza graficznego składa się z trzech głównych obszarów, które można wybierać za pomocą klawiatury nawigacyjnej.

1. Górny baner wyświetla informacje od lewej do prawej i zawiera etykietę menu dla bieżącego ekranu, poziomu dostępu użytkownika, liczby aktywnych alarmów i godziny.
2. W obszarze treści wyświetlane są informacje związane z wybranym obszarem nawigacji. Na przykład ustawienia, pomiary lub schemat jednokreskowy.
3. Dolny baner wyświetla etykiety dwóch klawiszy kontekstowych Menu służących do nawigacji pomiędzy menu.

5.3.4 NAWIGACJA W EKRANIE DOMYŚLNYM

Domyślny ekran zapewnia szybką i prostą nawigację po całej bazie danych menu. Należy użyć klawiatury nawigacyjnej, aby zmienić podświetloną komórkę. Podświetloną pozycję można wybrać za pomocą klawisza Enter/OK. Po osiągnięciu dołu ekranu wybrany obszar zostaje przeniesiony na dolny baner. Stąd można również używać klawisza OK do nawigacji pomiędzy stronami.

5.3.5 PRZETWARZANIE ALARMÓW I ZAPISÓW

Jeśli występują jakieś alarmy stałe, liczba alarmów stałych zostanie podświetlona na czerwono w górnym banerze interfejsu, a żółty wskaźnik LED alarmu będzie migać.

Aby uruchomić widok listy alarmów, należy wybrać licznik alarmów w górnym banerze interfejsu i nacisnąć **OK**. Listę widoków alarmów można przewijać, aby wyświetlić wszystkie alarmy.

Nowe alarmy stałe i chwilowe można zaakceptować poprzez wybranie alarmu i naciśnięcie klawisza kontekstowego **Ack/Clear**. Usunięte alarmy można również skasować poprzez wybranie alarmu i naciśnięcie przycisku klawisza kontekstowego **Ack/Clear**.

Wszystkie widoczne alarmy można wybrać naciskając klawisz kontekstowy menu **Select All**.

Można wydać polecenie *reset indication*, (zeruj wskazanie), aby wyzerować zablokowane alarmy i zaakceptować powiadomienie migającym wskaźnikiem LED. *Reset indication* może zostać wyświetlony w widoku ustawień interfejsu *View Records* lub po naciśnięciu klawisza kontekstowego alarmu **Ack/Clear**.

Polecenia *Ack/Clear* i *reset indication* są dostępne dla użytkowników z rolą INŻYNIER, OPERATOR lub INSTALATOR.

Aby powrócić do widoku uruchamiania z widoku alarmów, nacisnąć przycisk **Anuluj**.



Figure 35: Wyświetlanie alarmów interfejsu

5.3.6 PRZEGLĄDARKA SCHEMATÓW JEDNOKRESKOWYCH (SLD).

Menu SLD wyświetla zapisany SLD na ekranie interfejsu. Do menu SLD można przejść za pomocą dolnych klawiszy kontekstowych Menu lub za pomocą menu szybkiego uruchamiania na stronie głównej. Schemat jednokreskowy konfiguruje się i wczytuje do inteligentnego urządzenia elektronicznego przy użyciu narzędzia konfiguracyjnego S1 Agile. Elementy instalacji można wybierać na ekranie SLD za pomocą klawiatury nawigacyjnej.

5.3.6.1 STEROWANIE WYŁĄCZNIKIEM (TYLKO WIDOK SLD)

Można OTWORZYĆ i ZAMKNAĆ wyłącznik wybrany na SLD za pomocą dedykowanych przycisków OPEN, CLOSE i L/R na przednim panelu interfejsu.

Gdy wybrane jest ustawienie **CB Control by**, w opcji 1 *Local*, opcja 3 *Local+Remote*, opcja 5 *Opto +local*, opcja 7 *Opto+Rem+local* lub opcja 8 *L/R Key* w kolumnie **CB CONTROL**, użytkownicy mogą wykorzystać Klawisz Trip and Close na panelu przednim, aby obsługiwać wyłącznik.

Aby sterować elementem instalacji za pomocą przycisków Otwórz i Zamknij oraz L/R:

- ustawić **CB control** by na *L/R Key*
- należy wybrać lokalny tryb pracy, naciskając przycisk L/R

Naciśnięcie przycisku L/R na panelu przednim spowoduje przełączenie statusu magistrali danych cyfrowych na DDB **L/R Key Status**. Gdy status magistrali danych cyfrowych ma wartość TRUE, wskaźnik LED przycisku L/R świeci na czerwono i wybrany jest tryb lokalny. Gdy status magistrali danych cyfrowych ma wartość FALSE, wskaźnik LED przycisku L/R świeci na zielono i wybrany jest tryb ZDALNY. Status magistrali danych cyfrowych **The**

L/R Key Status jest przechowywany w pamięci nieulotnej, dzięki czemu jego stan jest przywracany po wyłączeniu zasilania inteligentnego urządzenia elektronicznego.

- W menu schematu jednokreskowego należy przejść do pozycji instalacji, którą będziemy sterować za pomocą klawiatury nawigacyjnej
- Wybrana instalacja jest podświetlona pomarańczową ramką
- Klawiszem Enter wybrać element
- Aby uruchomić, nacisnąć klawisz Otwórz lub Zamknij

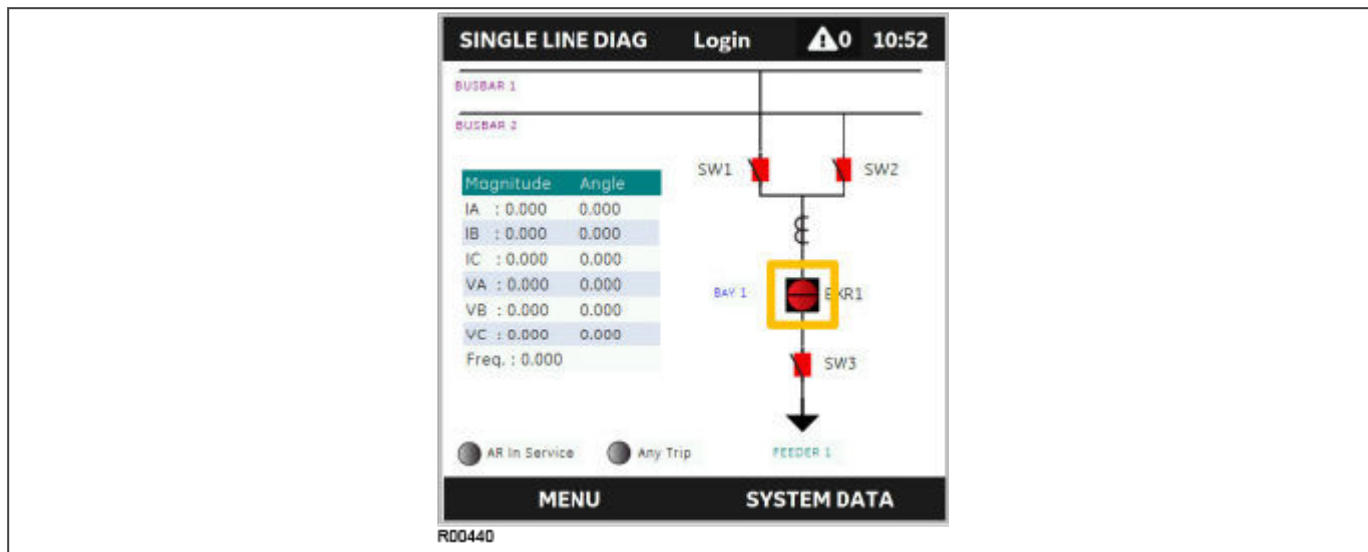


Figure 36: Ekran schematów jednokreskowych interfejsu

5.3.7 STRUKTURA MENU

Ustawienia, komendy, zapisy oraz pomiary są przechowywane w lokalnej, wewnętrznej bazie danych urządzenia IED. Podczas korzystania z interfejsu człowiek-maszyna (HMI) wygodnym rozwiązaniem jest zwizualizowanie systemu nawigacji po menu w postaci tabeli. Każda pozycja menu jest nazywana komórką, do której dostęp jest możliwy na zasadzie odniesienia do adresu kolumny i wiersza. Każda kolumna i wiersz są opisane dwucyfrowym kodem szesnastkowym, co skutkuje 4 cyfrowym adresem każdej komórki w bazie danych. Główne grupy menu są rozlokowane w kolumnach, a pozycje w obrębie tychże grup są rozlokowane w wierszach, co oznacza, że dana pozycja z danej grupy jest komórką.

Nie trzeba przewijać każdej kolumny w poziomie, aby uzyskać dostęp do określonego widoku ustawień. Za pomocą „Strony głównej” można szybko uzyskać dostęp do żądanego widoku kolumn/ustawień. Każda kolumna zawiera wszystkie z nią związane pozycje, przykładowo wszystkie ustawienia rejestratora zakłóceń oraz zapisy są w tej samej kolumnie.

Istnieją komórki trzech typów:

- ustawienia: dedykowane parametrom, które mogą być ustawione na różne wartości,
- komendy: dedykowane komendom, które mają być wykonywane,
- Dane: dedykowane pomiarom i zapisom, które mają być wyświetlane, i które nie są konfigurowalne

Note:

Czasami termin „ustawienie” jest używany w sensie ogólnym do opisania wszystkich tych trzech typów.

W poniższej tabeli przedstawiono przykład struktury menu:

SYSTEM DATA (kol. 00)	VIEW RECORDS (kol. 01)	POMIARY 1 (kol. 02)	...
Język (wiersz 01)	„Wybierz zdarzenie [0...n]” (wiersz 01)	IA Magnitude - amplituda (wiersz 01)	...
Hasło (wiersz 02)	Odnośnik komórki menu (wiersz 02)	IA Phase Angle (kąt fazowy IA) (wiersz 02)	...
Sys Fn Links (powiązania funkcji systemowych) (wiersz 03)	Time & Date (godzina i data) (wiersz 03)	IB Magnitude - amplituda (wiersz 03)	...
...	...	...	...

Wygodnym sposobem jest zdefiniowanie wszystkich ustawień w pojedynczej kolumnie podając kompletny adres Courier dla każdego ustawienia. Powyższa tabela może zatem mieć następującą postać:

Ustawienie	Kolumna	Wiersz	Opis
DANE SYSTEMOWE	00	00	Definicja pierwszej kolumny
Język (wiersz 01)	00	01	Pierwsze ustawienie w pierwszej kolumnie
Hasło (wiersz 02)	00	02	Drugie ustawienie w pierwszej kolumnie
Sys Fn Links (powiązania funkcji systemowych) (wiersz 03)	00	03	Trzecie ustawienie w pierwszej kolumnie
...	...	...	
PRZEGL.REKORDOW	01	00	Definicja drugiej kolumny
Select Event (wybierz zdarzenie) [0...n]	01	01	Pierwsze ustawienie w drugiej kolumnie
Wersja menu	01	02	Drugie ustawienie w drugiej kolumnie
Czas i data	01	03	Trzecie ustawienie w drugiej kolumnie
...	...	...	
POMIARY 1	02	00	Definicja trzeciej kolumny
IL1 Modul	02	01	Pierwsze ustawienie w trzeciej kolumnie
IL1 Kat Fazowy	02	02	Drugie ustawienie w trzeciej kolumnie
IL2 Modul	02	03	Trzecie ustawienie w trzeciej kolumnie
...	...	...	

Nagłówki pierwszych trzech kolumn są takie same dla większości serii produktów. Niemniej jednak, wiersze każdej z tych kolumn mogą się różnić w zależności od typu produktu. Bardzo dużo nagłówków kolumn powtarza się we wszystkich produktach z danej rodziny. Jednakże nie ma gwarancji, że adresy będą takie same dla danego nagłówka kolumny. Dlatego też należy zawsze zapoznać się z dokumentacją dotyczącą konfiguracji produktu, a nie czynić jakichkolwiek założeń.

5.3.8 BEZPOŚREDNI DOSTĘP (KLAWISZE KONTEKSTOWE MENU)

Urządzenie IED oferuje parę klawiszy kontekstowych menu znajdujących się bezpośrednio pod wyświetlaczem LCD, co umożliwia przewijanie pomiędzy nagłówkami kolumn (nawigacja pomiędzy ekranami menu). Klawisze te można nacisnąć w dowolnym momencie podczas nawigacji po menu, aby szybko uzyskać dostęp do etykiety menu wyświetlanej w dolnym banerze graficznego interfejsu.

5.3.8.1 WEJŚCIA STEROWNICZE

Wejść sterujących nie można obsługiwać za pomocą klawiszy kontekstowych Menu. Aby sterować wejściami sterującymi, należy przejść do widoku ustawień wejść sterujących na przednim graficznym ekranie interfejsu, należy wybrać odpowiednie wejście sterujące i ustawić/wyzerować w razie potrzeby. Kontrola dostępu oparta na rolach (RBAC) jest teraz stosowana przy dostępie do wejść.

5.3.9 ZMIANA KONFIGURACJI

1. Zaczynając od wyświetlacza domyślnego, podświetlić kolumnę/menu wymaganych ustawień
2. Użyć klawisza OK, aby wejść do podświetlonego menu ustawień.
3. Aby zmienić wartość ustawienia, należy podświetlić odpowiednią komórkę w menu, a następnie nacisnąć klawisz **Enter**, aby zmienić wartość komórki. Obok komórki pojawi się ekran ustawień. Jeżeli aktualnie zalogowany użytkownik nie posiada uprawnień niezbędnych do zmiany ustawień, wyskakujące okienko poinformuje o tym użytkownika i uniemożliwi zmianę ustawień. Potwierdzić wyskakujący komunikat, a następnie należy przejść do sekcji „Konta użytkowników” na górze ekranu (górny baner), aby wprowadzić hasło wymaganego poziomu dostępu w celu zmiany ustawień.
4. Aby zmienić wartość na ekranie ustawień, użyć klawiszy kursora, aby zmienić żądane ustawienia. Jeśli dostępnych jest więcej ustawień, niż mieści się na ekranie, po prawej stronie pojawi się pasek przewijania. W niektórych przypadkach dostępna jest wirtualna klawiatura do wprowadzania skomplikowanych znaków. Inteligentne urządzenie elektroniczne utrzymuje zależności pomiędzy różnymi ustawieniami i do zmiany wyświetlane są tylko odpowiednie ustawienia.
5. Nacisnąć klawisz **Enter**, aby potwierdzić nową wartość ustawienia, lub klawisz **Clear** lub znak „x” na ekranie, by anulować zmianę.
6. Aby zatwierdzić nowe ustawienia, nacisnąć klawisz **Enter**. Wyjść z aktualnie aktywnych ustawień grupy lub nacisnąć klawisz **Home**. Pojawi się okno dialogowe potwierdzenia zmiany ustawień, w którym należy wybrać jedną z następujących opcji:
 - a. Zapisz – zaakceptuj wszystkie ustawienia, łącznie z ostatnio zmienionymi
 - b. Przerwij – odrzuć ostatnie zmiany i zachowaj istniejące ustawienia
 - c. Pozostań na stronie – wróć do aktywnej strony ustawień bez zapisywania ostatnich zmian
7. Aby powrócić na górę menu, przytrzymać przez około sekundę klawisz kursora w górę **Up** lub nacisnąć raz klawisz **Clear**. Możliwe jest poruszanie się po kolumnach z dowolnego miejsca w menu za pomocą klawiszy kontekstowych Menu znajdujących się na dole wyświetlacza.
8. Aby powrócić do domyślnego wyświetlacza, w dowolnym momencie nacisnąć klawisz **Home**.
9. Nacisnąć klawisz **Enter**, aby zatwierdzić nowe ustawienia lub klawisz kasowania **Clear**, by anulować nowe ustawienia.
10. Datę i godzinę można zmienić, przechodząc do górnego banera i wybierając wyświetlany czas. Nacisnąć klawisz **Enter**, aby zmienić datę i godzinę za pomocą wyskakującego widżetu kalendarza/zegara.

Note:

W przypadku ustawień grupy zabezpieczeń i rejestratora zakłóceń zmiany nie zostaną zapisane, chyba że zostaną potwierdzone za pomocą monitu o potwierdzenie aktualizacji ustawień.

Note:

Jednakże wszystkie inne ustawienia sterowania i pomocnicze (wejścia komunikacji i sterowania) są aktualizowane natychmiast po ich wprowadzeniu na przednim panelu interfejsu, bez konieczności potwierdzania za pomocą monitu o potwierdzenie aktualizacji ustawień.

5.3.10 KLAWISZE FUNKCYJNE

Większość produktów posiada szereg klawiszy funkcyjnych pozwalających zaprogramować funkcje sterujące przy pomocy programowalnego schematu logicznego (PSL).

Każdy klawisz funkcyjny ma przypisaną do siebie programowalną trójkolorową diodę, którą można zaprogramować tak, aby służyła za wskaźnik aktywacji klawisza funkcyjnego.

Te klawisze funkcyjne można użyć do wyzwolenia dowolnej funkcji, która została im przypisana w ramach schematu PSL. Komendy klawiszy funkcyjnych znajdują się w kolumnie *FUNCTION KEYS* (klawisze funkcyjne).

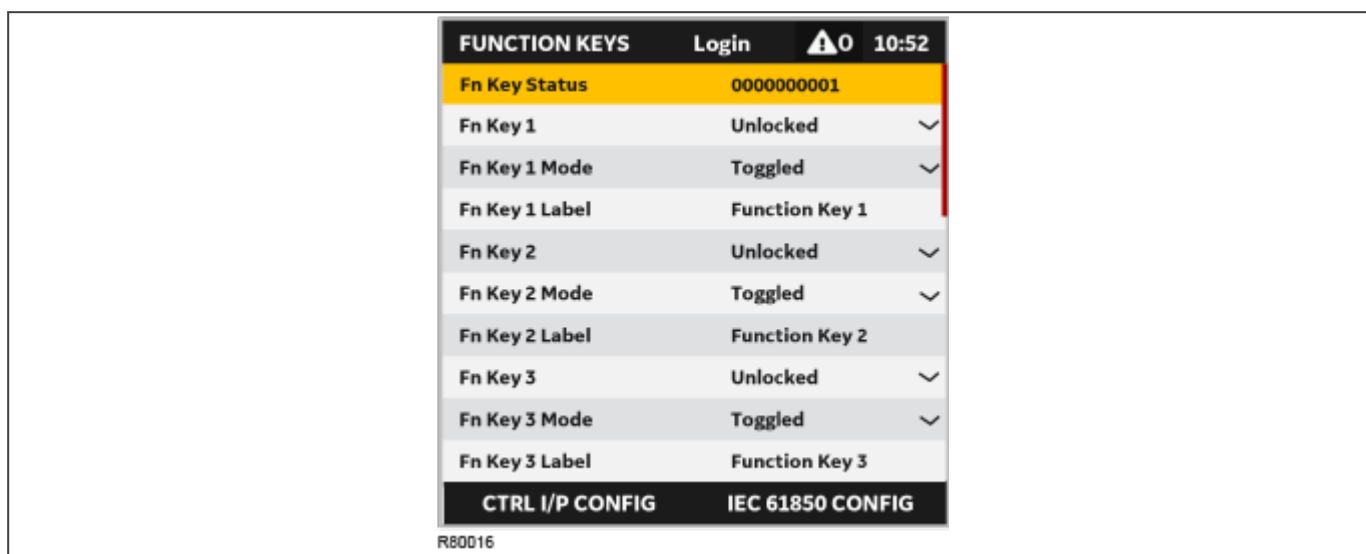


Figure 37: Ekran klawiszy funkcyjnych interfejsu

Pierwszą komórką w kolumnie *FUNCTION KEYS* (Klawisze funkcyjne) jest **Fn Key Status** (status klawisza funkcyjnego). Zawiera ona ciąg binarny reprezentujący komendy klawiszy funkcyjnych. Ich status można odczytać z ciągu binarnego.

Kolejna komórka od góry (**Fn Key 1**) umożliwia aktywację lub dezaktywację pierwszego klawisza funkcyjnego (1). Ustawienie **Lock** pozwala na blokowanie klawisza funkcyjnego. Pozwala na zablokowanie statusu bistabilnych (*Toggled*) klawiszy funkcyjnych oraz ich sygnałów DDB w aktywnym trybie „wysokim”, co zapobiega dezaktywacji funkcji z tym stanem powiązanej za kolejnym naciśnięciem tego klawisza. Blokowanie klawisza funkcyjnego ustawionego na normalny tryb pracy (Normal) sprawia, że powiązane z nim sygnały DDB pozostają na stałe wyłączone. Ta funkcja zabezpieczająca zapobiega przed aktywowaniem lub dezaktywowaniem kluczowych funkcji po przypadkowym naciśnięciu klawisza.

Kolejna komórka od góry (**Fn Key 1 Mode**) pozwala skonfigurować klawisz funkcyjny jako *Normal* (normalny) lub *Toggled* (dwustabilny). W trybie dwustabilnym (Toggle) sygnał DDB z klawisza funkcyjnego utrzymuje raz załączony stan do momentu wydania komendy resetującej - poprzez kolejne naciśnięcie tego klawisza. W trybie normalnym (Normal) sygnał DDB z klawisza funkcyjnego utrzyma swój stan tylko na czas naciśnięcia tego klawisza, po jego zwolnieniu automatycznie się zresetuje. W razie potrzeby można zdefiniować minimalną szerokość impulsu poprzez przypisanie timera impulsu minimalnego do sygnału wyjściowego DDB wystawianego klawiszem funkcyjnym.

Kolejna komórka od góry (**Fn Key 1 Label**) pozwala zmienić etykietę danej funkcji. Domyślnie ta etykieta dla tego konkretnego przypadku to *Function Key 1*. Aby zmienić etykietę należy nacisnąć klawisz Enter i następnie znak po znaku zmienić tekst w dolnym wierszu. Tekst tej etykiety będzie wyświetlany po przejściu do danego klawisza funkcyjnego z poziomu menu klawiszy funkcyjnych, lub może być wyświetlany w kodzie PSL.

Kolejne komórki umożliwiają przeprowadzenie tej samej procedury dla pozostałych klawiszy funkcyjnych.

Status klawiszy funkcyjnych zapisywany jest w pamięci nieulotnej. Status klawiszy funkcyjnych jest zapisywany w momencie wystąpienia przerwy w zasilaniu pomocniczym. Należy również zauważyć, że urządzenie IED jest w stanie rozpoznać tylko naciśnięcie pojedynczego klawisza w jednym czasie, a minimalny czas jego naciśnięcia, by klawisz został rozpoznany wynosi ok. 200 ms. Ta zapobiega przypadkowym, dwukrotnym naciśnięciom klawisza.

By korzystać z klawiszy funkcyjnych należy mieć uprawnienia operatora. Jeżeli bieżący użytkownik nie posiada uprawnień operatora, zostanie wywołane okno informujące, że operacja się nie powiodła.

ROZDZIAŁ 6

DZIAŁANIE PRÓBKOWANYCH WARTOŚCI ANALOGOWYCH

6.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Niniejszy rozdział dotyczy tylko oprogramowania w wersji AA.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	88
Wprowadzenie do próbkowanych wartości analogowych	89
Ponowne próbkowanie danych	90
Wyrównanie próbkowanych wartości analogowych	91

6.2 WPROWADZENIE DO PRÓBKOWANYCH WARTOŚCI ANALOGOWYCH

Specyfikacje próbkowanych wartości analogowych IEC 61850, jak IEC61850-9-2 LE lub 61869, definiują komunikację magistrali procesowej pomiędzy różnymi komponentami systemu automatyki podstacji. Przekazniki MiCOM Px40 obsługują IEC61850-9-2 LE. Inteligentne urządzenia elektroniczne z kompatybilnymi interfejsami mogą komunikować się z magistralą procesową i odbierać dane próbkowanych wartości analogowych z modułów peryferyjnych. Analogowe moduły peryferyjne przekształcają wartości analogowe na cyfrowe z konwencjonalnych przekładników prądowych i napięciowych, zastępując wejścia analogowe. Upraszcza to instalację poprzez zastąpienie analogowego okablowania pomiarowego lokalną siecią magistrali procesowej. Użycie sieci światłowodowej zamiast ciężkich kabli miedzianych pomiędzy urządzeniem pomiarowym a inteligentnym urządzeniem elektronicznym umożliwia bezpieczniejsze i bardziej ekonomiczne okablowanie między obiektami. Umożliwia także odbieranie przez inteligentne urządzenie elektroniczne próbkowanych danych prądu i napięcia za pośrednictwem cyfrowych modułów peryferyjnych z przekładników małej mocy, jak urządzenia optyczne i urządzenia Rogowskiego.

Inteligentne urządzenia elektroniczne, które akceptują cyfrowe próbkowane wartości analogowe (SAV) zamiast sygnałów analogowych, nie wymagają drogich i ciężkich skalujących przekładników prądowych i napięciowych, dzięki czemu są mniejsze, lżejsze, bezpieczniejsze i tańsze. Inteligentne urządzenia elektroniczne obsługujące próbkowane wartości analogowe w obudowie tej samej wielkości co konwencjonalne inteligentne urządzenia elektroniczne będzie miało więcej miejsca na cyfrowe wejścia/wyjścia, ponieważ wbudowane przekładniki prądowe i napięciowe nie zajmują cennej przestrzeni.

Na poniższej ilustracji przedstawiono różnicę pomiędzy konwencjonalnym inteligentnym urządzeniem elektronicznym z wejściami analogowymi a inteligentnym urządzeniem elektronicznym obsługującym próbkowane wartości analogowe z wejściami cyfrowymi:

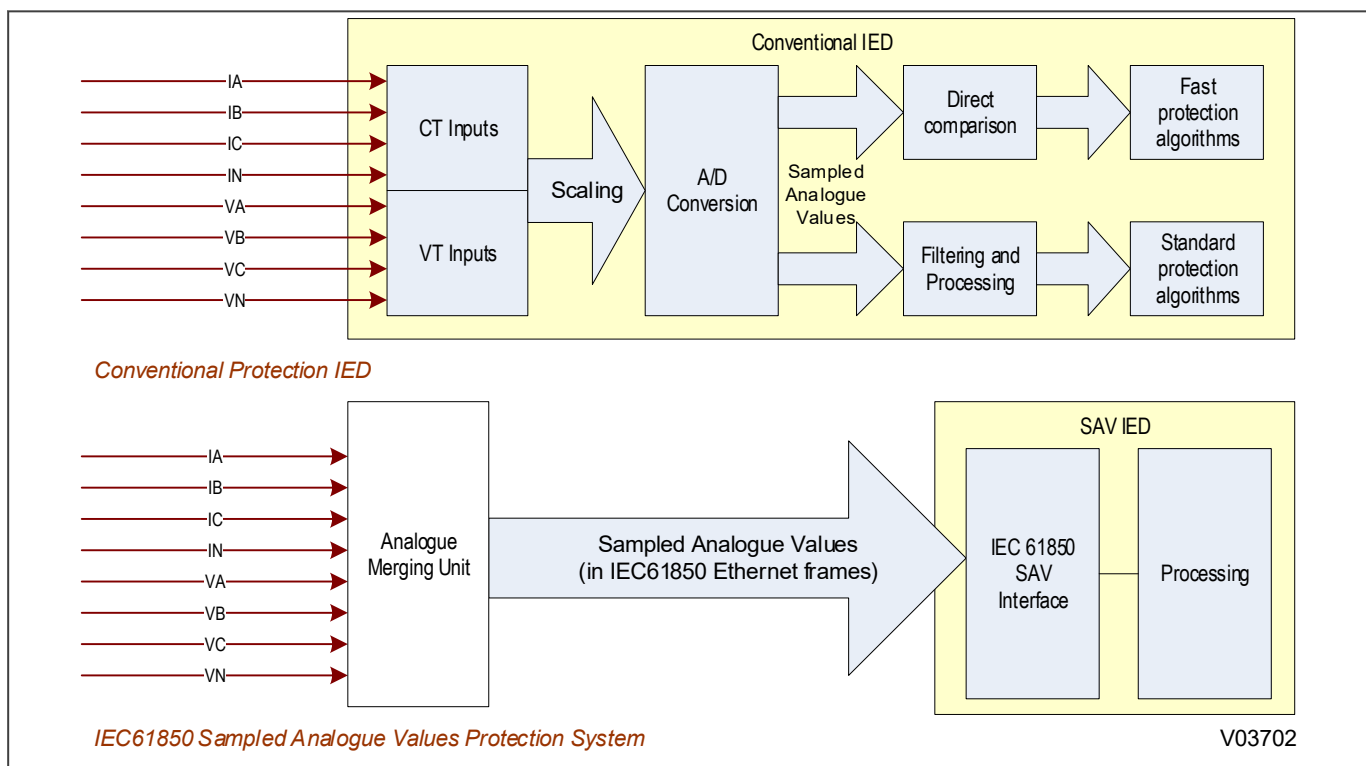


Figure 38: Porównanie konwencjonalnego inteligentnego urządzenia elektronicznego i inteligentnego urządzenia elektronicznego obsługującego próbkowane wartości analogowe

6.3 PONOWNE PRÓBKOWANIE DANYCH

Interfejs IEC 61850-9-2LE SAV odbiera 80 próbkowanych wartości analogowych na cykl z magistrali procesowej. To samo dotyczy częstotliwości 50 i 60 Hz. Interfejs SAV następnie ponownie próbkuje te próbkowane wartości analogowe, aby dane wyglądały dla inteligentnego urządzenia elektronicznego tak samo, jak sygnały analogowe na normalnych wejściach z przekładników prądowych i napięciowych. Częstotliwość ponownego próbkowania zależy od urządzenia.

Interfejs IEC 61850-9-2LE śledzi również częstotliwość zasilania. Dzieje się tak dlatego, że próbkowane wartości analogowe z magistrali procesowej są ustawione na stałą wartość 4000 próbek/s przy 50 Hz i 4800 próbek/s przy 60 Hz.

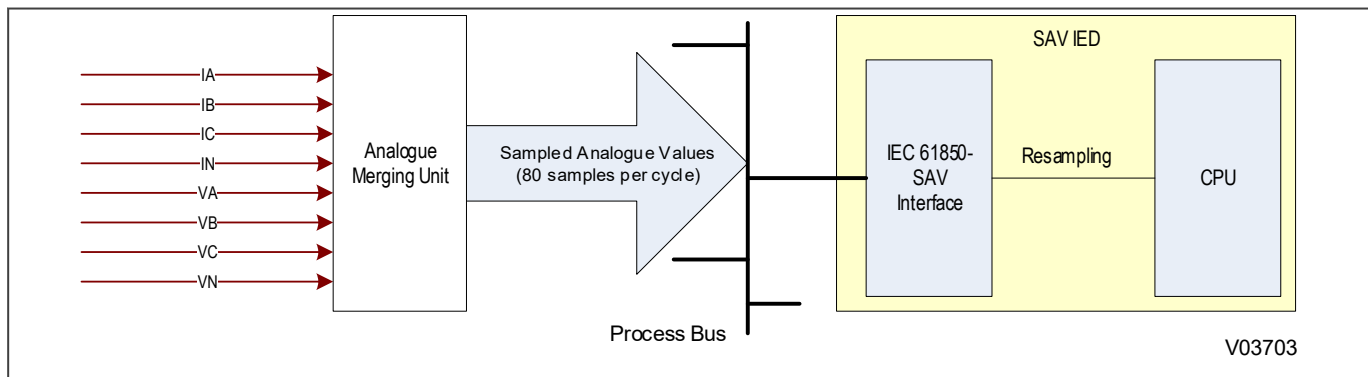


Figure 39: Próbkowanie danych przy użyciu interfejsu IEC 61850-9-2LE

6.4 WYRÓWNANIE PRÓBKOWANYCH WARTOŚCI ANALOGOWYCH

Ramki próbkowanych wartości analogowych z różnych modułów peryferyjnych na szynie procesowej mogą nie dotrzeć w tym samym czasie do inteligentnego urządzenia elektronicznego. Opóźnienie transmisji zależy od ruchu Ethernet w tle i liczby przełączników używanych w sieci magistrali procesowej.

Opóźnienia transmisji zwykle nie mają znaczenia dla funkcji jak trójfazowe zabezpieczenie nadprądowe, gdzie wszystkie sygnały prądowe są odbierane w jednej ramce. Jednakże funkcje, jak zabezpieczenie odległościowe wykorzystują sygnały napięciowe i prądowe pochodzące z różnych modułów peryferyjnych o różnych opóźnieniach transmisji. Interfejs SAV synchronizuje próbki napięcia i prądu wysyłane do funkcji zabezpieczenia odległościowego inteligentnego urządzenia elektronicznego. Następnie inteligentne urządzenie elektroniczne wykorzystuje ustawienie opóźnienia **Merge Unit Delay**, które jest ustawione na maksymalne oczekiwane opóźnienie pomiędzy pierwszą i ostatnią próbkowaną wartością analogową.

Poniższe przykłady pokazują, jak należy ustawić opóźnienie.

- Jeśli inteligentne urządzenie elektroniczne odbiera tylko jeden węzeł logiczny, nie jest potrzebne żadne opóźnienie, dlatego należy ustawić opóźnienie modułu peryferyjnego na 0 ms .
- Jeżeli inteligentne urządzenie elektroniczne odbiera jednocześnie kilka węzłów logicznych, opóźnienie nie jest potrzebne, dlatego należy ustawić opóźnienie modułu peryferyjnego na 0 ms .
- Jeśli inteligentne urządzenie elektroniczne odbiera kilka węzłów logicznych, ale nie w tym samym czasie, należy ustawić opóźnienie modułu peryferyjnego na odpowiednią wartość różną od zera.

Jeżeli wszystkie węzły logiczne skonfigurowane w inteligentnym urządzeniu elektronicznym nie zostaną odebrane w czasie opóźnienia modułu peryferyjnego, generowany jest alarm.

Aby ustawić opóźnienie modułu peryferyjnego podczas uruchamiania, należy ustawić opcję **MUs Delay Search** na *Yes*. Następnie inteligentne urządzenie elektroniczne monitoruje odbierane ramki próbkowanych wartości analogowych przez następne dwie sekundy i wyświetla maksymalne opóźnienie pomiędzy identycznymi próbkami.

6.4.1 MAPOWANIE KANAŁÓW DLA TESTU SAV, SAV WĄTPLIWE, SAV NIEPRAWIDŁOWE

Sygnały te odpowiadają kanałom analogowym w konwencjonalnym inteligentnym urządzeniu elektronicznym MiCOM. Nazwa kanału pojawia się na wyświetlaczu inteligentnego urządzenia elektronicznego przy każdym bicie.

P446, P546, P841B

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
UA	UB	UC	VSC1	IA1	IB1	IC1	IM	INSEN	IA2	IB2	IC2	VSC2											

P443, P543, P841A

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
UA	UB	UC	VSC1	IA1	IB1	IC1	IM	INSEN															

6.4.2 JAKOŚĆ DANYCH

Jakiegokolwiek pogorszenie pomiaru lub transmisji próbkowanych wartości analogowych oznacza, że funkcja zabezpieczająca inteligentnego urządzenia elektronicznego może nie działać prawidłowo. Ramki danych z typowego węzła logicznego mają przypisane flagi jakości do każdego z kanałów. Urządzenie dostosowuje zachowanie funkcji zabezpieczeniowych zgodnie z tymi flagami jakości. Dostępne flagi jakości to *Good*, *Invalid* i *Questionable* - dobra, nieprawidłowa i wątpliwa. Do celów testowych dostępna jest także flaga *Test*.

Funkcja zabezpieczająca działa normalnie, gdy wszystkie niezbędne wejścia próbkowanych wartości analogowych są dostępne i mają flagę *Good* - dobrej jakości. Gdy flaga jednego lub więcej wejść próbkowanej wartości analogowej zmieni się na *Invalid* - nieprawidłowa, funkcja zabezpieczająca zostanie zablokowana. Kiedy flaga jednego lub więcej wejść próbkowanej wartości analogowej zmieni się na *Questionable* (Wątpliwa), funkcja zabezpieczająca może zostać wstrzymana lub nie, w zależności od opcji wybranych w ustawieniu **Trus Ques Data**. Dostępne opcje to:

- Bit 0: Poza zakresem
- Bit 1: Złe odniesienie
- Bit 2: Oscylacyjny
- Bit 3: Stare dane
- Bit 4: Niespójność
- Bit 5: Niedokładność

Funkcja zabezpieczająca będzie zaufana i NIE ZOSTANIE WSTRZYMANA w przypadku wątpliwych danych dla powyższych ustawień.

Funkcja zabezpieczająca powraca do stanu *Normal* normalnego, gdy flagi jakości dla wszystkich niezbędnych wejść próbkowanych wartości analogowych są *Good* dobre. Flagi jakości mogą zmieniać się dla każdej próbki, dlatego dla każdej funkcji zabezpieczającej występuje jednocyklowe opóźnienie przejścia pomiędzy stanami *Normal* i *Inhibit*.

6.4.2.1 WPŁYW JAKOŚCI DANYCH NA FUNKCJE ZABEZPIECZAJĄCE

Poniższa tabela pokazuje, jak błędy próbkowanej wartości analogowej wpływają na funkcje zabezpieczeniowe w inteligentnym urządzeniu elektronicznym.

Na przykład zabezpieczenie nadprądowe można skonfigurować jako kierunkowe, w takim przypadku wejścia napięciowe mają wpływ na działanie. Jakość wejścia napięciowego nie jest istotna, jeżeli zabezpieczenie nadprądowe jest bezkierunkowe.

X oznacza, że wejście SAV wpływa na stany Normalny i Inhibit funkcji zabezpieczeniowej.

oznacza, że wpływa na funkcję zabezpieczeniową, jeżeli jest skonfigurowana do pracy z tym wejściem.

\$ oznacza, że zabezpieczenie częstotliwościowe działa, jeśli którakolwiek faza prądu lub napięcia jest dobrej jakości.

	[I _{A1} I _{B1} I _{C1}]	[I _{A2} I _{B2} I _{C2}]	[V _A V _B V _C]	V _{SC1}	V _{SC2}	I _{N SEN}	I _M
Zabezpieczeni e różnicowe	X	#	#				
Zabezpieczeni e odległościowe	X	#	X				
Kierunkowe zwarcie doziemne	X	#	X				
Zabezpieczeni e nadprądowe	X	#	#				
Od składowej przeciwnej	X	#	#				
Zerw Przew.	X	#					
Zabezpieczeni e ziemnozwarcio we	X	#	#				

	[I _{A1} I _{B1} I _{C1}]	[I _{A2} I _{B2} I _{C2}]	[V _A V _B V _C]	V _{SC1}	V _{SC2}	I _{N SEN}	I _M
REF Zabezpieczeni e						X	
INc Zabezpieczeni e						X	
nad napięciowe szczątkowe,			X				
Zabezpieczeni e napięciowe			X				
Zabezpieczeni e częstotliwości owe	\$	\$	\$				

6.4.3 WYDAJNOŚĆ MAGISTRALI PROCESOWEJ

Sieci Ethernet czasami gubią ramki, dlatego inteligentne urządzenie elektroniczne toleruje pewną utratę próbek, aby zapewnić dostępność funkcji zabezpieczających. Inteligentne urządzenie elektroniczne oblicza **Frame Loss Rate** współczynnik utraty ramek w każdym cyklu dla każdego modułu peryferyjnego (węzła logicznego), z którym się komunikuje. Jeśli **Frame Loss Rate** współczynnik utraty ramek jest mniejszy niż ustawienie **Loss Rate Level** poziomu współczynnika utraty (ustawione w %), inteligentne urządzenie elektroniczne toleruje straty sieciowe w maksymalnie trzech kolejnych próbkach. Jeśli **Frame Loss Rate** współczynnik utraty ramek jest większy niż ustawienie **Loss Rate Level** poziomu współczynnika utraty (ustawione w %), funkcje zabezpieczające są tymczasowo zablokowane.

Wyświetlacz inteligentnego urządzenia elektronicznego pokazuje informacje o stratach próbkowanej wartości analogowej na szynie procesowej dla każdego węzła logicznego powiązanego z inteligentnym urządzeniem elektronicznym w następujących komórkach kolumny *IEC 61850-9.2LE*. Jest to przydatne podczas testowania lub uruchamiania, aby określić i rozwiązać wszelkie problemy z siecią, które mogą pogorszyć działanie układu zabezpieczeń.

Podawane są następujące dane:

LNx LossRate Sec: Jest to procent brakujących ramek SAV w ciągu ostatniej sekundy dla LN_x.

LNx FrmLoss Cuml: Jest to liczba ramek utraconych od ostatniego resetu. Ostatni czas zerowania jest podany w menu inteligentnego urządzenia elektronicznego.

LNx Error Second: Liczba sekund błędu ramki to wartość skumulowana od ostatniego zerowania. Jeżeli prędkość utraty ramek przekracza 1,25% (jedna próbka na cykl średnio na jedną sekundę), urządzenie IED rejestruje to jako sekundę błędu.

gdzie x to numer węzła (np. LN1)

Dane dotyczące utraty próbkowanych wartości analogowych można wyzerować ręcznie za pomocą polecenia **LossRate Reset** w kolumnie ustawień *IEC61850-9.2LE*.

6.4.4 PRZEŁĄCZANIE VT

Ta funkcja jest wykorzystywana w urządzeniach IED P44, P54 i P84 wyposażonych w interfejs IEC 61850-9-2LE. Umożliwia użytkownikowi przełączanie wejścia napięcia trójfazowego pomiędzy dwiema niezależnymi ramkami próbkowanych wartości analogowych, podczas gdy inteligentne urządzenie elektroniczne działa. Może to odpowiadać dwóm oddzielnym przekładnikom napięciowym w systemie pierwotnym. Funkcja przełączania VT umożliwia także wybór napięć synchronizujących jednofazową kontrolę z trzech niezależnych ramek próbkowanych wartości analogowych.

Funkcja przełączania VT jest domyślnie wyłączona. Aby funkcję włączyć, w menu IED *IEC 61850-9-2LE* należy wybrać opcję **VT Switch Mode** i ustawić na *Enabled*.

Przełączanie wejścia napięcia trójfazowego

Napięcie trójfazowe można przełączać pomiędzy dwiema ramkami próbkowanych wartości analogowych. Są to [VA1 VB1 VC1] i [VA2 VB2 VC2]. Przełączanie jest kontrolowane przez stan DDB VABC Select x. Logikę przedstawiono w poniższej tabeli.

DDB VABC Select x	VA VB VC Selection
0	VA1 VB1 VC1
1	VA2 VB2 VC2

Zmiana wejścia VT jest akceptowana tylko wtedy, gdy zmiana stanu DDB trwa minimum 20 ms. Wybrane napięcie trójfazowe jest wyświetlane tylko wtedy, gdy włączony jest tryb przełączania VT.

Przełączanie wejścia napięcia jednofazowego

Są dwa napięcia jednofazowe powiązane z funkcjami kontroli systemu dla CB1 i CB2. Są to Vsc1 (**Sys Checks CB1**) i Vsc2 (**Sys Checks CB2**). Wybór źródła napięcia dla Vsc1 jest kontrolowany przez łączony stan dwóch DDB, Vsc1 Select x1 i Vsc1 Select 1x, jak pokazano w poniższej tabeli.

DDB Vsc1 Select x1	DDB Vsc1 Select 1x	Vsc1 Selection (wybór COM2)
0	0	Vcs1
0	1	Vcs2
1	0	Vcs3
1	1	Wolny

Wybór źródła napięcia dla Vsc2 jest kontrolowany przez łączony stan dwóch DDB, Vsc2 Select x1 i Vsc2 Select 1x, jak pokazano w poniższej tabeli.

DDB Vsc2 Select x1	DDB Vsc2 Select 1x	Vsc2 Selection (wybór COM2)
0	0	Vcs2
0	1	Vcs3
1	0	Vcs1
1	1	Wolny

Wybrane napięcia jednofazowe są wyświetlane tylko wtedy, gdy włączony jest tryb przełączania VT.

6.4.5 WIRTUALNE WEJŚCIA I WYJŚCIA

Inteligentne urządzenia elektroniczne obsługujące próbkowane wartości analogowe mają wirtualne wejścia i wirtualne wyjścia mapowane jako nowe DDB w PSL inteligentnego urządzenia elektronicznego i są wykorzystywane jako urządzenia inicjujące dla komunikatów GOOSE do i z inteligentnego urządzenia elektronicznego. Bloki sterujące GOOSE można skonfigurować za pomocą narzędzia programowego IEC 61850 Configurator, które jest częścią oprogramowania konfiguracyjnego.

Wejścia i wyjścia ułatwiają zastosowanie inteligentnych urządzeń elektronicznych w podstacjach cyfrowych, w których stan aparatury rozdzielczej, elementów sterujących i polecenia są wymieniane w postaci komunikatów GOOSE pomiędzy inteligentnymi urządzeniami elektronicznymi a modułami peryferyjnymi.

6.4.5.1 USTAWIENIA WIRTUALNEGO PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO I PRZEKŁADNIKA VT

Ramki próbkowanych wartości analogowych są pomiarami podstawowymi. Pochodzą one z modułów peryferyjnych (MU) podłączonych do konwencjonalnych przekładników prądowych i napięciowych lub przekładników niekonwencjonalnych (NCIT). Alternatywnie mogą one pochodzić bezpośrednio z przekładników niekonwencjonalnych. Algorytmy inteligentnych urządzeń elektronicznych są zazwyczaj oparte na wartościach wtórnych. Jeśli potrzebne są wartości pierwotne, są one obliczane przez inteligentne urządzenie elektroniczne w oparciu o ustawione przekładnie CT lub VT.

Amplitudy dla wejść CT 1A są ograniczone do prądu wtórnego 64 A. Amplitudy dla wejść CT 5A są ograniczone do prądu wtórnego 320 A. Po stronie wtórnej przekładnika napięciowego, napięcie faza-ziemia ograniczone jest do 200 V. Dlatego konieczne jest ustawienie odpowiednich przekładni CT i VT, aby funkcje zabezpieczeniowe działały prawidłowo. Przekładnie przekładników są ustawiane w menu *CT AND VT RATIOS*, które jest wspólne dla wartości konwencjonalnych i próbkowanych wartości analogowych.

Pomiar z modułu peryferyjnego podłączonego do przekładnika prądowego

Ponieważ ma rzeczywistą przekładnię CT, należy ustawić rzeczywistą pierwotną przekładnię CT.

Bezpośredni pomiar z przekładnika niekonwencjonalnego

Nie ma fizycznej przekładni CT. Ustawić przekładnię CT na tyle wysoką, aby maksymalny prąd pierwotny (maksymalny poziom zwarcia) po konwersji na wtórny nie był ograniczany.

Na przykład, jeśli maksymalny prąd pierwotny wynosi 50 kA:

- Jeżeli przekładnia przekładnika prądowego jest ustawiona na 1000:1, przetworzony prąd wtórny wynosi do 50 A. Jest to mniej niż 64 A, więc jest akceptowalne.
- Jeżeli przekładnia przekładnika prądowego jest ustawiona na 500:1, przetworzony prąd wtórny wynosi do 100 A. Jest to powyżej 64 A, a zatem nieakceptowalne.

6.4.6 ALARMY IED

Próbkowane wartości analogowe mają dodatkowe alarmy.

9-2 Alarm konfiguracyjny (alarm 9-2LE Cfg)

Ten alarm jest generowany, jeśli kanały analogowe w inteligentnym urządzeniu elektronicznym są przypisane nieprawidłowo (nielegalna mapa kanałów). Na przykład, jeśli przypisze się dwa wejścia prądowe do tego samego węzła logicznego.

Alarm jakości próbkowanych wartości analogowych (alarm 9-2LE SAV)

Alarm ten zostaje wywołany, jeżeli zaistnieje którykolwiek z poniższych warunków:

- Jedna lub więcej odebranych ramek próbkowanych wartości analogowych nie jest zsynchronizowana zgodnie z wymaganiami konfiguracji inteligentnego urządzenia elektronicznego.
- Nie odebrano jednej lub więcej oczekiwanych ramek próbkowanej wartości analogowej.
- Jedna lub więcej odebranych ramek próbkowanych wartości analogowych ma *Invalid* nieprawidłową jakość.
- Jedna lub więcej odebranych ramek próbkowanych wartości analogowych ma *Questionable* wątpliwą jakość, a inteligentne urządzenie elektroniczne jest skonfigurowane tak, aby nie akceptowało takich ramek próbkowanych wartości analogowych.
- Jedna lub więcej odebranych ramek próbkowanych wartości analogowych ma flagę testową, a inteligentne urządzenie elektroniczne jest skonfigurowane tak, aby blokowało funkcje zabezpieczające podczas odbierania ramek z flagą testową.

- Jedna lub więcej odebranych ramek próbkowanych wartości analogowych nie ma flagi testowej, a inteligentne urządzenie elektroniczne jest skonfigurowane do odbierania tylko ramek z flagą testową.
- Odebrane próbkowane wartości analogowe mają częstotliwość nominalną inną niż ustawiona w inteligentnym urządzeniu elektronicznym.
- Prąd lub napięcie wtórne przekracza dopuszczalny limit.

6.4.6.1 ALARMY P54

Alarm globalnej synchronizacji próbkowanych wartości analogowych (alarm synchronizacji SAV)

Ten alarm jest generowany, jeśli globalna synchronizacja próbkowanych wartości analogowych nie powiodła się, blokując funkcję zabezpieczenia różnicowo-prądowego.

Alarm ustawień odwrotnych (ustawiona nieprawidłowa synchronizacja)

Ten alarm jest generowany, jeśli **Phase Diff** ustawiono na *Enabled* ale **GPS Sync** ustawiono na *GPS disabled*.

ROZDZIAŁ 7

ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

7.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Ten rozdział wprowadza zasady i teorie stojące za zabezpieczeniem i opisuje sposób ich zastosowania w produkcji. Podano w nim także wytyczne dotyczące stosowania zabezpieczenia.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	98
Wprowadzenie	99
Zasady działania stref pomiaru odległości	101
Wdrożenie zabezpieczenia odległościowego zwarcia fazowego i doziemnego	137
Systemy izolowane i kompensowane na odległość	149
Uwagi dotyczące zastosowania	163

7.2 WPROWADZENIE

Wśród inżynierów podstawowe zasady zabezpieczenia odległościowego są szeroko udokumentowane i zrozumiałe. Jeśli czytasz ten rozdział, zakładamy, że znasz zasady zabezpieczenia odległościowego i powiązane komponenty, takie jak schematy komunikacji. Jednak, aby pomóc w wyborze odpowiedniego ustawienia, w tym rozdziale opisano niektóre zasady działania stref pomiaru odległości.

7.2.1 ZASADA ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Zasada stojąca za zabezpieczeniem odległości opiera się na wykorzystaniu zmierzonych wartości napięcia i prądu, aby obliczyć impedancję widoczną z punktu przekąźnikowego. Jeśli obliczona impedancja jest wartością nieoczekiwaną, może to wskazywać na zwarcie.

Impedancja linii przesyłowej jest proporcjonalna do jej długości. Jeśli w punkcie przekąźnikowym dostępne są sygnały napięcia i prądu, mogą służyć do obliczenia wartości impedancji widocznej z punktu przekąźnikowego. Można obliczyć wartości impedancji, patrząc do przodu linii, a także wartości, patrząc w odwrotnym kierunku za punktem przekąźnikowym. Obliczoną impedancję porównuje się z tzw. „Punktami zasięgu”. Punkty zasięgu to wartości impedancji służące do zdefiniowania stref zabezpieczenia. Urządzenie zawiera ustawienia, za pomocą których można skonfigurować te punkty zasięgu. Strefy zazwyczaj są ponumerowane (np. Strefa 1, Strefa 2, Strefa 3). Porównując obliczoną impedancję z punktami zasięgu, urządzenie może określić, czy występuje zwarcie i w razie potrzeby wyzwolić powiązane wyłączniki obwodu.

7.2.2 CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA SKUTECZNOŚĆ

Poza dokładnością sygnałów prezentowanych przez przetworniki wejściowe ważnym czynnikiem wpływającym na skuteczność zabezpieczenia odległościowego jest zależność między impedancją źródła i linii. Jest to współczynnik impedancji systemu (SIR) definiowany przez Z_S/Z_L .

Poniższa liczba przedstawia stan zwarcia układu zasilania elektrycznego i może służyć do zademonstrowania tej zależności.

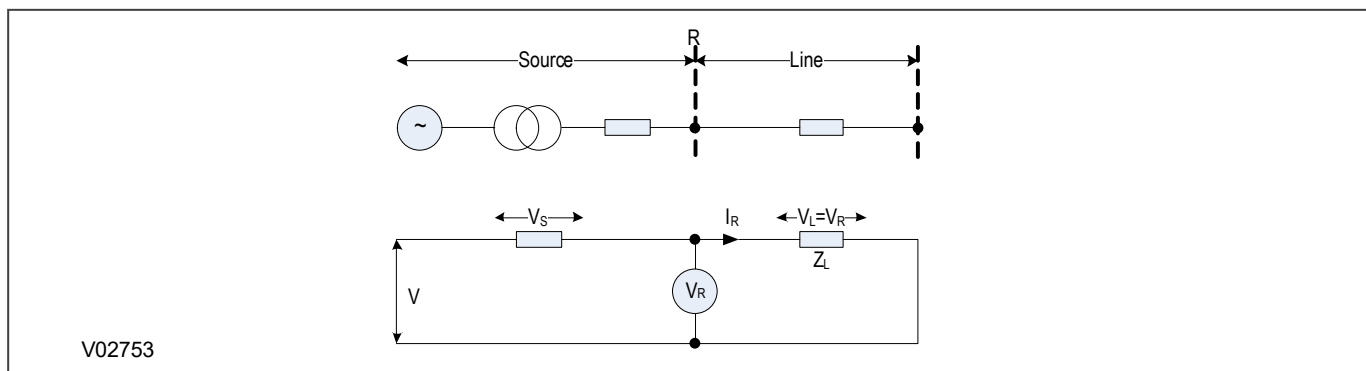


Figure 40: Współczynnik impedancji systemu

Napięcie V stosowane do pętli impedancyjnej to napięcie obwodu otwartego systemu energetycznego. Punkt R oznacza lokalizację zabezpieczenia; I_R i V_R to odpowiednio prąd i napięcie zmierzone przez przekąźnik.

Impedancje Z_S i Z_L są opisane jako impedancja źródłowa i liniowa ze względu na ich położenie w odniesieniu do położenia zabezpieczenia. Impedancja źródłowa Z_S jest miarą poziomu zwarcia w punkcie przekąźnikowym. W przypadku zwarcia obejmujących ziemię jest ona zależna od metody uziemienia systemu za punktem przekąźnikowym. Impedancja liniowa Z_L to miara impedancji odcinka zabezpieczonego. Zatem napięcie V_R zastosowane na przekąźniku to $I_R Z_L$. W przypadku zwarcia w punkcie zasięgu można to wyrazić w kategoriach współczynnika impedancji systemu, używając następującego wyrażenia:

$$V_R = V/(SIR+1)$$

Gdzie $SIR = Z_S/Z_L$

Z powyższego równania wynika, że zmierzone napięcie ma znaczący wpływ na proces podejmowania decyzji.

Zdolność zabezpieczenia odległościowego do dokładnego pomiaru danego zwarcia w punkcie zasięgu zależy od napięcia w lokalizacji przekaźnika, które jest powyżej wartości minimalnej w momencie zwarcia. Jeśli napięcie jest powyżej tej wartości minimalnej, zazwyczaj służy do polaryzacji zabezpieczenia odległościowego i wskazania kierunku zwarcia. Nazwa się to autopolaryzacją.

Jeśli napięcie załame się poniżej minimalnego progu niezbędnego do podjęcia rozsądnej decyzji, potrzebne są alternatywne metody polaryzacji, aby określić kierunek zwarcia. Stosowane są dwie metody: polaryzacja skrośna i polaryzacja pamięci. Jeśli zwarcie nie wpływa na wszystkie fazy, sygnały napięcia na zdrowych fazach mogą służyć do podjęcia decyzji kierunkowej. Proces ten nazywa się polaryzacją skrośną. Jeśli zwarcie powoduje załamanie wszystkich napięć fazowych, do podjęcia decyzji kierunkowej może służyć zapis napięcia sprzed zwarcia. Proces ten nazywa się polaryzacją pamięci. Polaryzacja pamięci, polaryzacja skrośna i autopolaryzacja mogą być czasami stosowane w połączeniu.

7.2.3 OBLICZANIE IMPEDANCJI

Dokładny wybór ustawień zasięgu i czasu wyzwiania dla różnych stref pomiarowych umożliwia prawidłową koordynację między urządzeniami do zabezpieczania odległościowego. Podstawowe zabezpieczenie odległościowe obejmuje natychmiastowe zabezpieczenie kierunkowe Strefy 1 i co najmniej jednej strefy opóźnionej w czasie. Podstawowy schemat zabezpieczenia odległościowego może posiadać 3 strefy ochrony, ale numeryczne urządzenia zabezpieczające mogą mieć jeszcze kilka stref, niektóre ustawione do pomiaru w kierunku do przodu, a inne do pomiaru w kierunku odwrotnym.

Niektóre numeryczne urządzenia do zabezpieczania odległościowego mierzą napięcie i prąd zwarcia bezpośrednio, a następnie obliczają impedancję, po czym określają, czy wymagane jest działanie zgodnie z granicami impedancji zdefiniowanymi na wykresie R/X. Wiele numerycznych urządzeń IED emuluje ich tradycyjne elektromechaniczne odpowiedniki. Zamiast obliczać impedancję bezwzględną, porównują one zmierzone napięcie zwarcia z napięciem repliki pochodzącym z prądu zwarcia i ustawienia impedancji strefy, aby określić, czy zwarcie znajduje się w strefie, czy też poza nią.

Zazwyczaj komparator porównuje względną amplitudę lub względną wagę ilości wejściowych, aby określić limity impedancji. Limity mogą mieć cechy linii prostej (czworokąty) lub cechy koliste (Mhos).

7.2.4 IMPLEMENTACJA Z KOMPARATORAMI

Zabezpieczenie odległościowe w tym produkcie wykorzystuje zmierzone wartości prądu i napięcia wraz z wartościami ustawień takimi jak impedancja linii, aby określić, czy istnieją warunki zwarcia. Ustalenie co do istnienia warunku zwarcia jest przeprowadzane przez tak zwane komparatory. Komparatory te wykorzystują wejścia napięcia i prądu w połączeniu z ustawieniem impedancji, aby zdecydować, czy zwarcie występuje w określonej strefie. Wiele stref może zapewnić ochronę zabezpieczonej linii, jak również zabezpieczenie rezerwowe podłączonych linii.

Wszystkie obliczenia strefy odległości w tym produkcie są skonstruowane przy użyciu jednego lub większej liczby komparatorów. Każdy komparator wykorzystuje dwie wielkości wektorowe, które na ogół określane są jako S1 i S2. Komparatory S1 i S2 są używane do konstruowania cech kolistych (Mho) i/lub czworokątnych. W przypadku cech Mho do podjęcia decyzji o wyzwoleniu używany jest jeden komparator. W przypadku cech czworokątnych do podjęcia decyzji o wyzwoleniu używa się wielu komparatorów.

7.2.5 CHARAKTERYSTYKI POLARYZACJI ODLEGŁOŚCI

Charakterystyki strefy odległości są spolaryzowane (kierunkowe), aby odzwierciedlić charakterystyczny kąt linii. Niektóre strefy zabezpieczenia odległościowego są skierowane do przodu, inne są skierowane odwrotnie, a jeszcze inne są przemieszczone. Polaryzację na ogół osiąga się poprzez kierunkową autopolaryzację, ale polaryzację pamięci lub polaryzację skrośną można przyjąć do zbliżenia dla zwarć przy zerowej wartości napięcia.

7.3 ZASADY DZIAŁANIA STREF POMIARU ODLEGŁOŚCI

Wszystkie charakterystyki strefy odległości w tym produkcie są skonstruowane z jednym lub kilkoma komparatorami. Komparatory służą do konstruowania cech M_{ho} lub czworobocznych. W tym rozdziale przedstawiono zasady konstruowania charakterystyk, aby umożliwić ich najlepsze ustawienie.

W poniższej tabeli szczegółowo określono definicje sygnałów stosowanych do konstruowania charakterystyk strefy pomiaru.

Nazwa	Opis
I	Prąd
I	Prąd stosowany przez element pomiarowy zabezpieczenia odległościowego
I_M	Prąd reszkowy linii równoległej (wzajemny)
I_N	Prąd zerowy (pochodny)
I_{ph}	Zaburzony prąd fazowy (np. I_A dla zwarcia A-N)
j	Operator zespolony
k_M	Współczynnik wzajemnej kompensacji
k_{ZN}	Współczynnik kompensacji rezydualnej
p	Czynnik polaryzowania odległości. Procent sygnału polaryzującego pamięci napięcia, który jest dodawany do sygnału napięcia autopolaryzacji, aby podać poziom rozszerzalności M_{ho} i pomóc w podjęciu decyzji kierunkowej.
R	Rezystancja
R	Zasięg rezystancji do przodu
R'	Odwrotny zasięg rezystancji
S	Wartość wektora napięcia obejmująca co najmniej jeden element napięcia
S_1	Wejście wektora napięcia dla komparatora
S_2	Drugie wejście wektora napięcia dla komparatora
V	Napięcie
V	Napięcie stosowane przez element pomiarowy zabezpieczenia odległościowego
V/I	Impedancja mierzona przez element zabezpieczenia odległościowego
V_{mem}	Sygnał pamięci napięciowej używany do polaryzacji
V_{ph}	Zaburzone napięcie fazowe (np. V_A dla zwarcia A-N)
V_{ph}/I_{ph}	Pomiar impedancji pętli
V_S	Napięcie źródłowe
X	Opór bierny
Z	Ustawienie zasięgu impedancji
Z'	Ustawienie odwrotnego zasięgu impedancji
Z_1	Impedancja sekwencji dodatniej
Z_{LP}	Impedancja pętli
$Z_{replica}$	Zasięg repliki do przodu w płaszczyźnie impedancji pętli = $Z(1+k_{ZN}.I_N/I_{ph}+k_{ZM}.I_M/I_{ph})$
$Z'_{replica}$	Zasięg repliki odwrotnej w płaszczyźnie impedancji pętli = $Z'(1+k_{ZN}.I_N/I_{ph}+k_{ZM}.I_M/I_{ph})$
Z_S	Impedancja źródła
σ	Kąt (w stopniach) zazwyczaj związany z przechyleniem linii reaktywnej na cechę czworoboczną
$\angle\sigma$	Operator wektorowy, który obraca wielkość wektorową o kąt σ° (alternatywna reprezentacja $e^{j\sigma}$)

Note:

Zaburzony prąd fazowy (I) na ogół służy jako odniesienie (0°) dla diagramów wektorowych.

7.3.1 CHARAKTERYSTYKI MHO

Istnieją różne charakterystyki Mho, ale dwie z nich dobrze nadają się do wprowadzenia zasad definiujących. Są to kierunkowe autopolarizowane Mho i przesunięte Mho. Oba typy są stosowane zarówno do zwarć fazowych, jak i do zwarć doziemnych.

W praktyce autopolarizowane Mho są rzadko stosowane, ponieważ załamania napięcia dla zwarć zbliżeniowych sprawiają, że autopolarizacja jest niewiarygodna. Aby zapewnić odniesienie polaryzacyjne stosuje się raczej komponenty polaryzacji pamięci i/lub komponenty polaryzacji skrośnej. Kierunkowe autopolarizowane Mho są jednak łatwiejsze do zrozumienia i służą jako wprowadzenie.

Charakterystyki Mho są dostępne dla zabezpieczenia zwarć fazowych i doziemnych. Dostępne jest połączenie charakterystyk kierunkowych do przodu, kierunkowych odwrotnych i przesuniętych. Strefę 1 i Strefę 4 można ustawić jako do przodu lub odwrotnie. Strefy 2, 3, P i Q można ustawić jako do przodu, odwrotnie lub przesunięte.

7.3.1.1 KIERUNKOWA CHARAKTERYSTYKA MHO DLA ZWARĆ FAZOWYCH

Poniższy diagram ilustruje, jak powstaje kierunkowa charakterystyka autopolarizacji Mho dla zabezpieczenia odległościowego fazy.

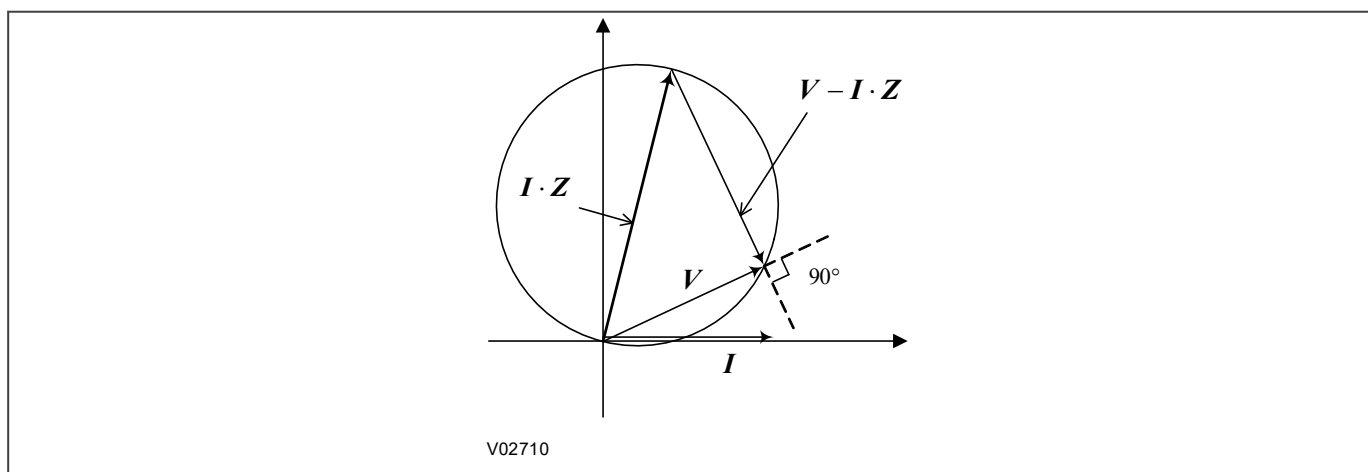


Figure 41: Konstrukcja kierunkowego elementu mho

Dwa sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V$$

$$S_2 = V - I \cdot Z$$

Operacja następuje, gdy kąt między sygnałami jest większy niż 90°

7.3.1.2 CHARAKTERYSTYKA PRZESUNIĘCIA MHO DLA ZWARĆ FAZOWYCH

Poniższy diagram ilustruje, jak powstaje charakterystyka przesunięcia Mho dla zabezpieczenia odległościowego fazy:

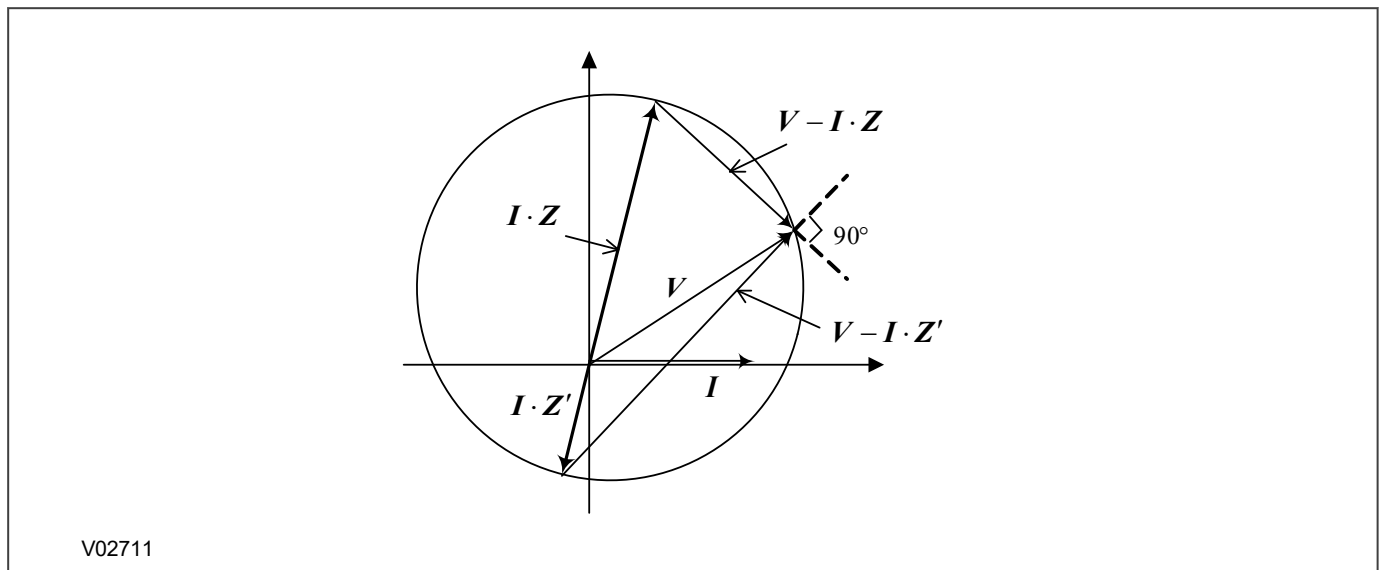


Figure 42: Charakterystyka przesunięcia Mho

Dwa sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V - IZ'$$

$$S_2 = V - IZ$$

Operacja następuje, gdy kąt między sygnałami jest większy niż 90°

7.3.1.3 CHARAKTERYSTYKA KIERUNKOWA AUTOPOLARYZACJI MHO DLA ZWARĆ DOZIEMNYCH

Charakterystyki elementów zwarcia doziemnego można odzwierciedlić w dwóch różnych płaszczyznach złożonych: płaszczyźnie impedancji sekwencji dodatniej (Z_1 -plane) i płaszczyźnie impedancji pętli (Z_{LP} -plane). Ustawienie impedancji zasięgu definiuje zasięg w terminach impedancji sekwencji dodatniej. Charakterystyka w płaszczyźnie Z_{LP} -plane jest na ogół dynamiczna, ponieważ zależy od prądów zakłóceńowych. Niemniej odzwierciedlenie płaszczyzny Z_{LP} -plane jest często wygodniejsze dla celów referencyjnych, zwłaszcza jeśli używany jest zestaw testowy wtrysku, który nie może zastosować kompensacji resztkowej dla wykresu impedancji lub musi zostać zweryfikowany w przypadku hamowania obciążenia.

Poniższy diagram ilustruje, jak powstaje kierunkowa charakterystyka Mho dla zwarcć doziemnych.

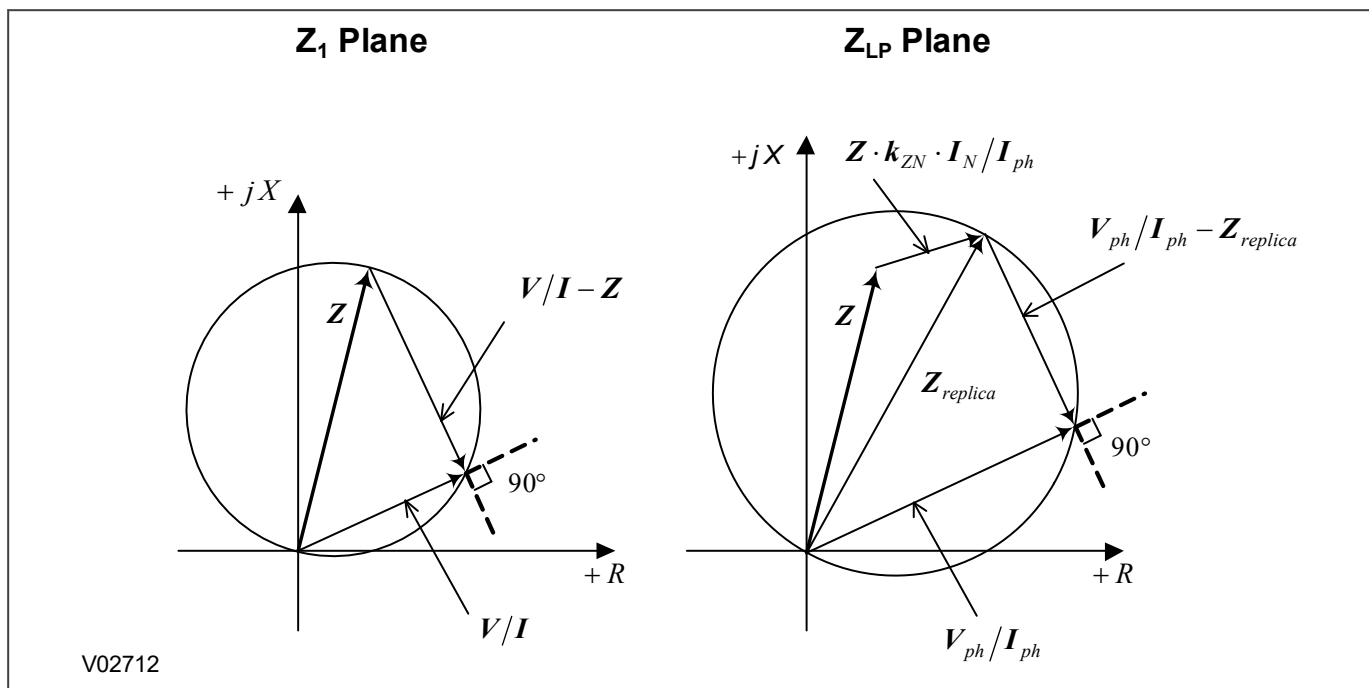


Figure 43: Konstrukcja kierunkowego elementu Mho – domena impedancji,

Dwa sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V$$

$$S_2 = V - IZ$$

gdzie zastosowano kompensację rezydualną (np. dla zwarcia A-N):

$$V = V_A$$

$$I = I_A + k_{ZN} \cdot I_N$$

Gdzie $k_{ZN} = (Z_0 - Z_1) / 3Z_1$ i jest określany dwoma ustawieniami: **kN** i **KN Kat**.

oraz jeśli stosuje się wzajemną kompensację:

$$I = I_A + k_{ZN} \cdot I_N + k_{ZM} \cdot I_M$$

gdzie $k_{ZM} = 3Z_M / 3Z_1$ i jest określany dwoma ustawieniami: **kN Wspol kat** i **kN Wspol kat**.

Operacja następuje, gdy kąt między sygnałami jest większy niż 90° .

Aby uzyskać reprezentację płaszczyzny Z_{LP} -plane w konstrukcji elementu kierunkowego Mho, V jest zamieniane na V_{ph} , a I jest zamieniane na $I_{ph} + k_{ZN} \cdot I_N$, gdzie V_{ph} i I_{ph} to odpowiednio wadliwe napięcie fazowe i prąd fazowy (przy założeniu braku wzajemnej kompensacji prądu).

W tym przypadku dwa sygnały podane dla komparatora to:

$$S_1 = V_{ph}$$

$$S_2 = V_{ph} - I_{ph} \cdot Z(1 + k_{ZN} \cdot I_N / I_{ph})$$

Możemy zdefiniować zasięg impedancji repliki, $Z_{replica}$, jako:

$$Z_{replica} = Z(1 + k_{ZN} \cdot I_N / I_{ph})$$

lub jeśli stosuje się wzajemną kompensację:

$$Z(1+k_{ZN} \cdot I_N/I_{ph}+k_{ZM} \cdot I_M/I_{ph})$$

Wtedy, gdy zdrowe prądy fazowe są znacznie mniejsze niż prąd zwartej fazy, a kompensacja wzajemna jest wyłączona:

$$I_N \cong I_{ph}$$

tak, że

$$Z_{replica} \cong Z(1 + k_{ZN})$$

W ten sposób reprezentacja płaszczyzny Z_{LP} staje się statyczna.

7.3.1.4 CHARAKTERYSTYKA PRZESUNIĘCIA MHO DLA ZWARĆ DOZIEMNYCH

Poniższy diagram ilustruje, jak tworzona jest charakterystyka przesunięcia Mho dla zabezpieczenia odległościowego zwarcia doziemnych w domenie impedancji.

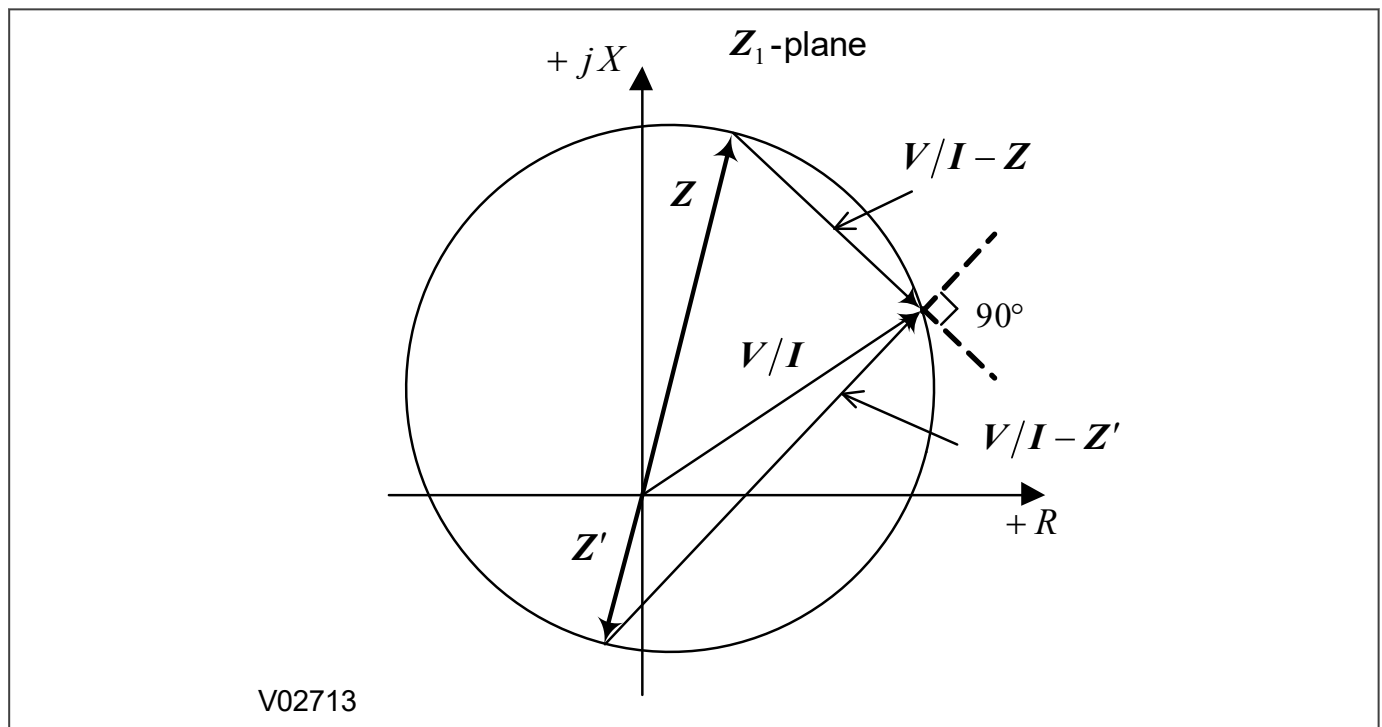


Figure 44: Charakterystyka przesunięcia Mho – domena impedancji

Dwa sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V - I \cdot Z'$$

$$S_2 = V - I \cdot Z$$

Operacja następuje, gdy kąt między sygnałami jest większy niż 90° .

Poniższy diagram ilustruje, w jaki sposób charakterystyka przesunięcia Mho dla zabezpieczenia odległościowego zwarcia doziemnego przekłada się na domenę impedancji pętli.

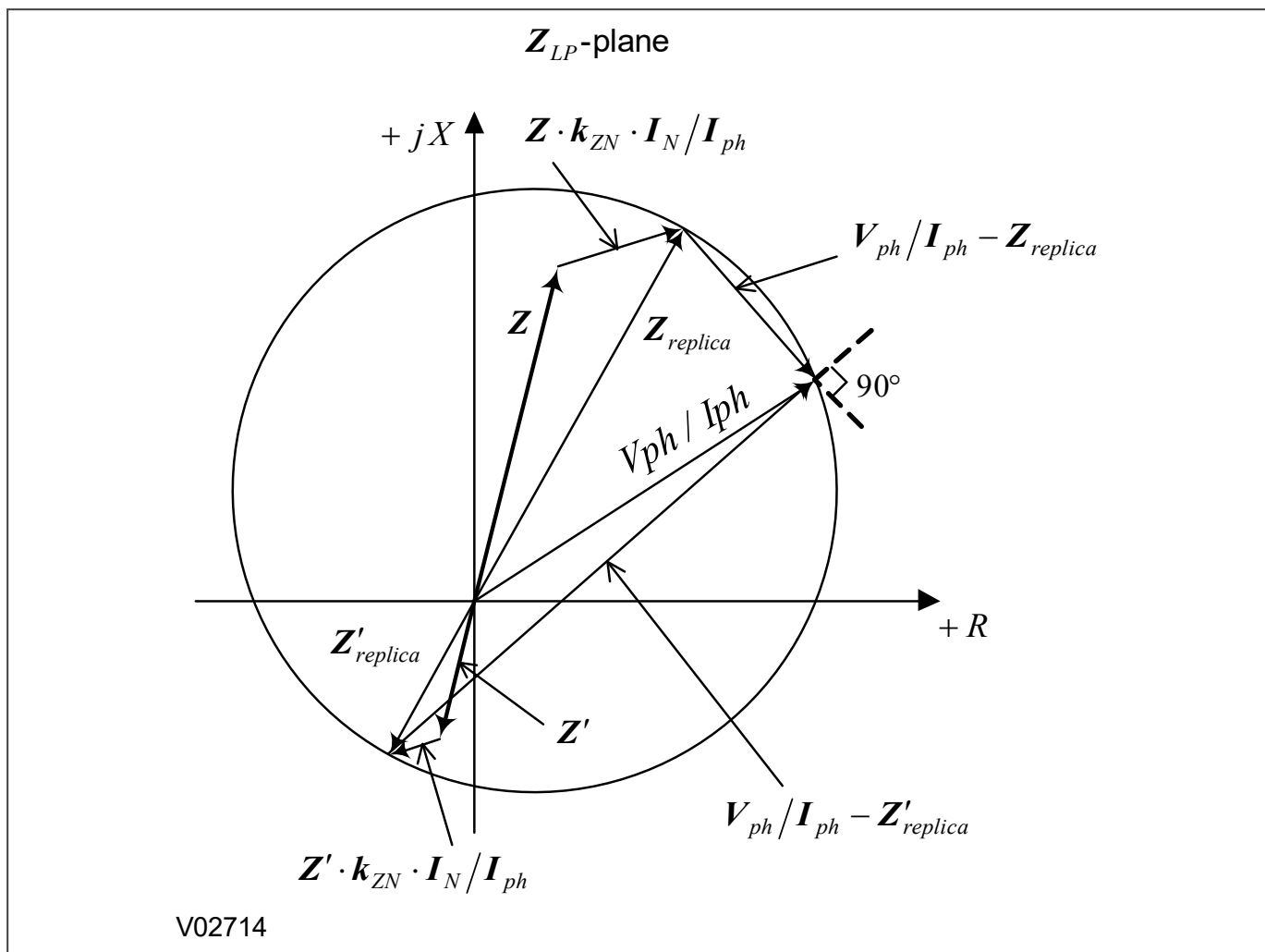


Figure 45: Charakterystyka przesunięcia mho – domena napięcia

gdzie: $Z_{replica}$ to replika zasięgu do przodu, a $Z'_{replica}$ to replika zasięgu odwrotnego.

Przy zastosowaniu wzajemnej kompensacji:

$$Z_{replica} = Z(1 + k_{ZN} \cdot I_N / I_{ph} + k_{ZM} \cdot I_M / I_{ph})$$

$$Z'_{replica} = Z'(1 + k_{ZN} \cdot I_N / I_{ph} + k_{ZM} \cdot I_M / I_{ph})$$

Jeśli zdrowe prądy fazowe są znacznie mniejsze niż prąd zwartej fazy, prąd zerowy jest w przybliżeniu taki sam jak prąd fazowy, a terminy można uprościć w następujący sposób:

$$Z_{replica} = Z(1 + k_{ZN} + k_{ZM} \cdot I_M / I_{ph})$$

$$Z'_{replica} = Z'(1 + k_{ZN} + k_{ZM} \cdot I_M / I_{ph})$$

Jeśli zdrowe prądy fazowe są znacznie mniejsze niż prąd zwartej fazy i nie zastosowano wzajemnej kompensacji, wówczas terminy te można uprościć w następujący sposób:

$$Z_{replica} \cong Z(1 + k_{ZN})$$

$$Z'_{replica} \cong Z'(1 + k_{ZN})$$

Podobnie jak w przypadku kierunkowej charakterystyki autopolarizacji Mho dla zwarc doziemnych, reprezentacja płaszczyzny Z_{LP} charakterystyki staje się statyczna.

7.3.1.5 POLARYZACJA PAMIĘCI CHARAKTERYSTYK MHO

Charakterystyki kierunkowe autopolarizacji Mho wymagają wystarczającego napięcia polaryzacyjnego do wykrycia kąta napięcia. Dlatego taka charakterystyka nie jest w stanie obsługiwać zwarć zbliżeniowych, gdyż napięcie polaryzacyjne byłoby niewystarczające. Aby zapewnić prawidłową reakcję elementu Mho dla zwarć napięcia zerowego, algorytm ochrony dodaje procent pamięci napięciowej do głównego napięcia polaryzacyjnego jako odniesienia fazy zastępczej.

Technika ta nazywana jest polaryzacją pamięci. Nie tylko zachowuje kierunkową właściwość charakterystyki Mho, ale wręcz ją wzmacnia poprzez dynamiczne rozszerzanie lub zwężanie charakterystyki.

Note:

Force No Mem. DDB może służyć do wymuszenia pracy przekaźnika tak, jakby upłynął czas pamięci, tj. połączenie autopolarizacji i polaryzacji skrośnej napięcia.

Note:

Self Pol DDB wskazuje, kiedy przekaźnik pracuje z autopolarizacją napięcia.

7.3.1.6 DYNAMICZNE ROZSZERZANIE I KURCZENIE MHO

Sygnały podawane komparatorom Mho do polaryzacji pamięci to:

$$S_1 = V + pV_{\text{mem}}$$

$$S_2 = V - IZ$$

gdzie:

- V to napięcie autopolarizacji
- V_{mem} to napięcie polaryzacji pamięci

Operacja następuje, gdy kąt między sygnałami jest większy niż 90° .

Pamięć napięciowa V_{mem} to napięcie sprzed zwarcia. Zakładając, że prąd sprzed zwarcia jest bliski zeru w punkcie przekaźnikowym, napięcie sprzed zwarcia jest równe napięciu źródłowemu. Dlatego:

$$V_{\text{mem}} = V_S$$

Dynamiczne rozszerzanie Mho dla zwarć w kierunku do przodu

Udział dodatkowego wejścia polaryzacyjnego tworzy dynamiczne rozszerzanie Mho dla zwarć w kierunku do przodu, zwiększając pokrycie rezystancji łuku zwarciovego.

Odniesienie do poniższego diagramu:

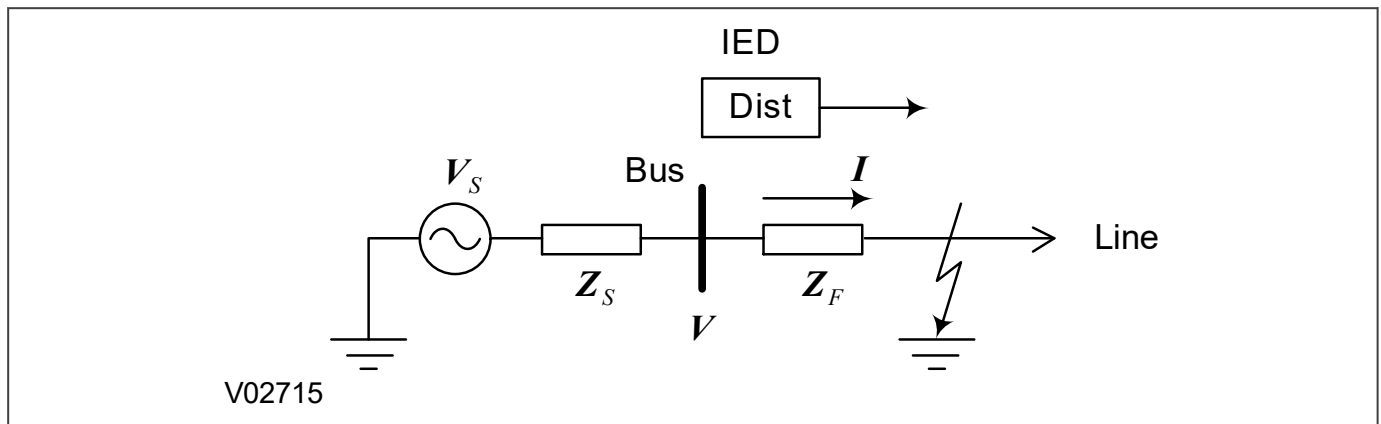


Figure 46: Uproszczone zwarcie w kierunku do przodu

Dla stanu zwarcia możemy zapisać następujące równania:

$$V_S = V + I \cdot Z_S$$

$$90^\circ \leq \angle \left(V/I + \frac{p}{1+p} \cdot Z_S \right) - \angle (V/I - Z) \leq -90^\circ$$

Rozszerzenie Mho dla zwarcia w kierunku do przodu jest zilustrowane na poniższym diagramie:

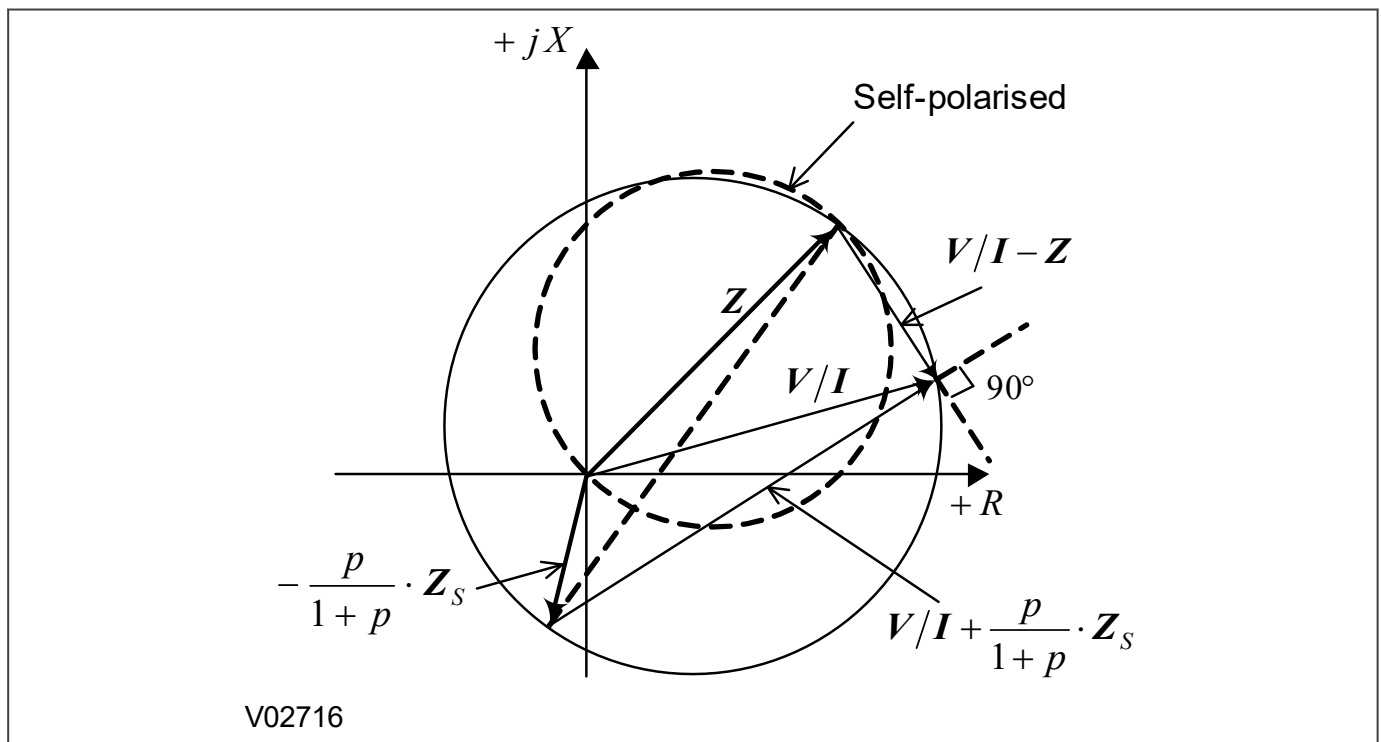


Figure 47: Rozszerzenie charakterystyk kołowej Mho – zwarcie do przodu

Rozszerzenie Mho związane ze zwarciami w kierunku do przodu jest następujące:

$$\text{Rozszerzenie Mho} = Z_S \cdot p/(1+p)$$

gdzie Z_S to impedancja źródła za punktem przekąźnikowym.

Korzystanie z impedancji źródłowej i liniowej to prosty sposób na reprezentację rozszerzenia Mho. Algorytm zabezpieczający nie oblicza Z_S wewnętrznie, zajmuje się jedynie sygnałami S_1 i S_2 podanymi dla komparatorów Mho. W niektórych przypadkach impedancja źródłowa i liniowa różnią się od rzeczywistych wartości stosowanych w różnych badaniach systemu zasilania. Wynika to głównie z prądu sprzed zwarcia i resztkowej kompensacji dla pętli fazowo-ziemnych. Aby nakreślić dokładną charakterystykę impedancji, należy obliczyć wartości Z_S w następujący sposób:

$$Z_S = (V_{\text{mem}} - V)/I$$

Dynamiczne kurczenie Mho dla zwarc w kierunku odwrotnym

Udział dodatkowego wejścia polaryzacyjnego tworzy dynamiczne kurczenie Mho dla zwarc w kierunku odwrotnym i usprawnia podejmowanie decyzji kierunkowej

Odnosząc się do poniższego diagramu:

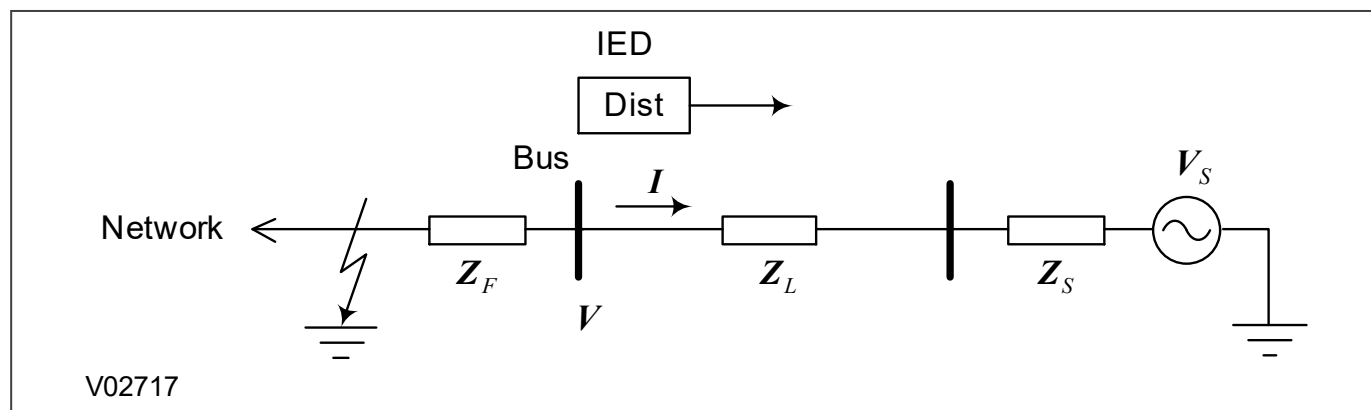


Figure 48: Uprozczone zwarcie w kierunku odwrotnym

Dla stanu zwarcia możemy zapisać następujące równania:

$$V_S = V - I(Z_S + Z_L)$$

$$90^\circ \leq \angle \left(V/I - \frac{p}{1+p} \cdot (Z_S + Z_L) \right) - \angle(V/I - Z) \leq -90^\circ$$

Kurczenie Mho dla zwarcia w kierunku odwrotnym zilustrowano na poniższym diagramie:

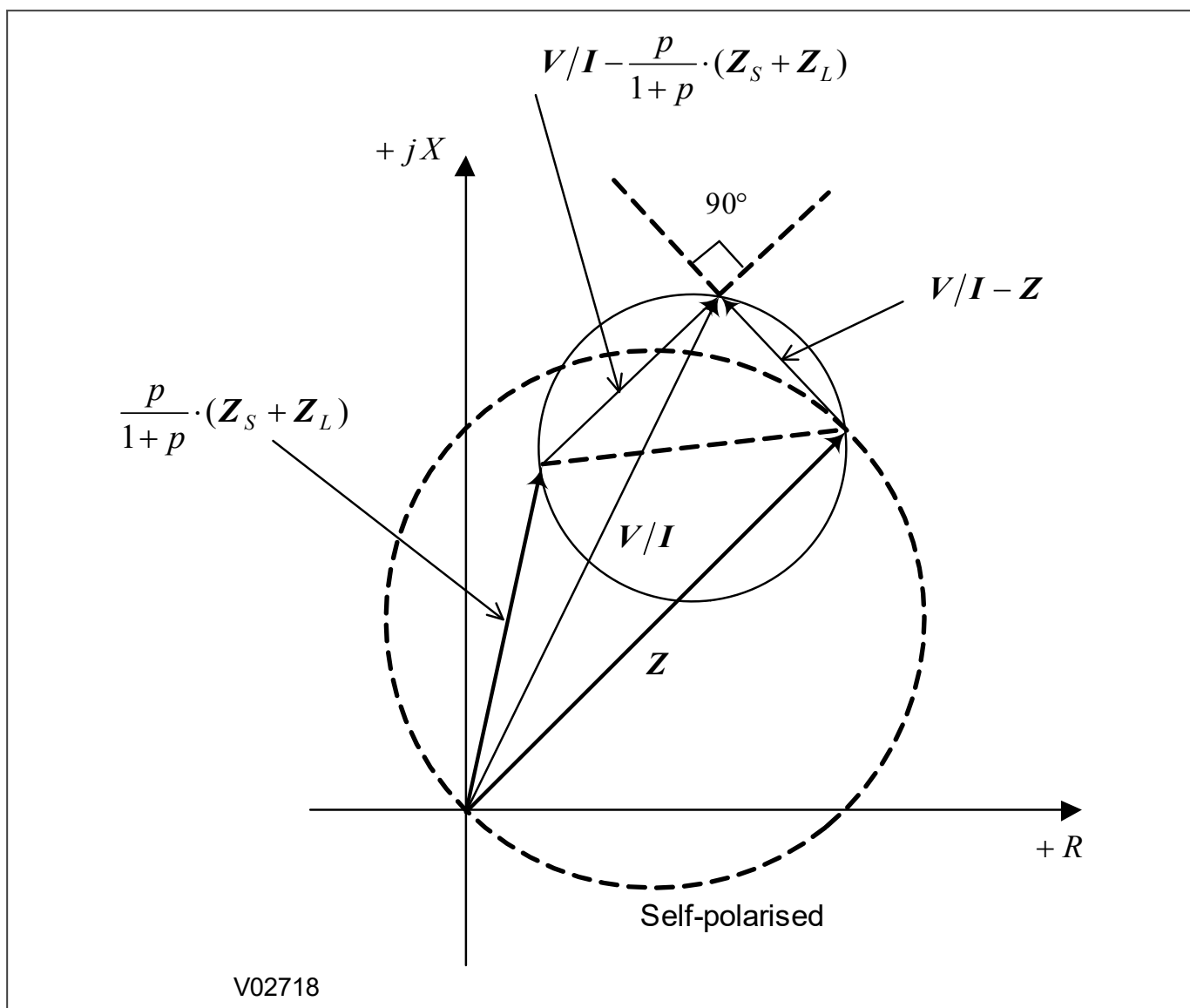


Figure 49: Kurczenie Mho – zwarcie w kierunku odwrotnym

Kurczenie Mho powiązane ze zwarciami w kierunku odwrotnym wygląda następująco:

$$\text{Kurczenie Mho} = (Z_S + Z_L) \cdot p / (1 + p)$$

gdzie $Z_S + Z_L$ to impedancja linii i źródła przed punktem przekaźnikowym.

Korzystanie z impedancji źródła i linii to prosty sposób na reprezentowanie kurczenia Mho. Zabezpieczenie nie oblicza $Z_S + Z_L$ wewnętrznie, dotyczy tylko sygnałów S_1 i S_2 podanych dla komparatorów Mho. W niektórych przypadkach impedancja źródłowa i liniowa różnią się od rzeczywistych wartości stosowanych w różnych badaniach systemu zasilania. Wynika to głównie z prądu sprzed zwarcia i resztkowej kompensacji dla pętli fazowo-ziemnych. Aby nakreślić dokładną charakterystykę impedancji, należy obliczyć wartości $Z_S + Z_L$ w następujący sposób:

$$Z_S + Z_L = (V - V_{\text{mem}}) / I$$

7.3.1.7 POLARYZACJA SKROŚNA CHARAKTERYSTYK MHO

Jeśli napięcie załame się na wadliwej fazie, może być możliwe użycie komponentów napięcia zdrowej fazy, aby uzyskać sygnał polaryzacyjny do podjęcia decyzji kierunkowej. Proces ten nazywa się polaryzacją skrośną.

Napięcie polaryzacji skośnej jest generowane przy użyciu fazy/faz, które nie są w inny sposób używane do określonego pomiaru odległości lub kierunkowego. Gdy jeden biegun jest bez napięcia, a pamięć nie jest dostępna, elementy powiązane z pozostałymi fazami są spolaryzowane, jak pokazano w poniższej tabeli:

Pętla	Sygnał polaryzacji skośnej (brak biegunów bez napięcia)	Polaryzacja skośna, jeśli biegun jest bez napięcia
A-N	$0,5(\alpha V_B + \alpha^2 V_C)$	αV_B , jeśli biegun C jest bez napięcia lub $\alpha^2 V_C$, jeśli biegun B jest bez napięcia
B-N	$0,5(\alpha V_C + \alpha^2 V_A)$	αV_C , jeśli biegun A jest bez napięcia lub $\alpha^2 V_A$, jeśli biegun C jest bez napięcia
C-N	$0,5(\alpha V_A + \alpha^2 V_B)$	αV_A , jeśli biegun B jest bez napięcia lub $\alpha^2 V_B$, jeśli biegun A jest bez napięcia
A-B	$\sqrt{3} V_C \angle -90^\circ$	0
B-C	$\sqrt{3} V_A \angle -90^\circ$	0
C-A	$\sqrt{3} V_B \angle -90^\circ$	0

Gdzie α to operator matematyczny, który obraca wektor przez 120° , a α^2 oznacza obrót 240° .

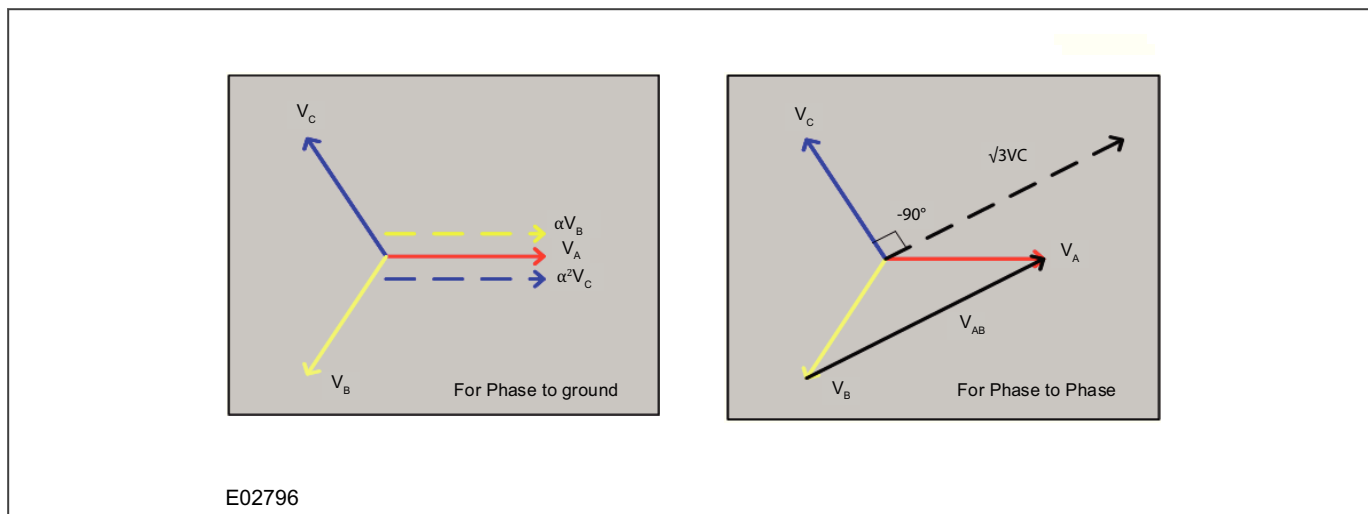


Figure 50: Napięcie polaryzacji skośnej dla zwarć fazy do uziemienia i fazy do fazy

Tabela i diagram pokazują wkłady sygnału polaryzacyjnego dla każdej pętli w różnych warunkach pracy. Proporcję stosowanego napięcia polaryzacji skośnej określa ustawienie **Polaryz Odl.** (p).

Note:

Polaryzacja skośna jest używana tylko wtedy, gdy nie ma dostępnej ilości polaryzacji pamięci.

7.3.1.8 IMPLEMENTACJA POLARYZACJI MHO

Produkt nie pozwala na to, aby charakterystyki kierunkowe Mho były wyłącznie autopolaryzowane lub wyłącznie spolaryzowane z pamięci. Napięcie polaryzacyjne zawsze zawiera bezpośrednio mierzone napięcie autopolarizacyjne, do którego dodawany jest procent pamięci napięciowej sprzed zwarcia.

Note:

*Jeśli nie jest dostępna pamięć napięciowa lub ustawiono **Force No Mem.**, używana jest ilość polaryzacji skośnej.*

Ustawienie **Polaryz Odl.** (p) definiuje wielkość polaryzacji pamięci (lub w razie potrzeby napięcie polaryzacji skrośnej), którą należy dodać w odniesieniu do istniejącego napięcia autopolarizacji, aby:

$$S_1 = V + pV_{\text{mem}}.$$

Wartość „p” można ustawić w zakresie od 0,2 (20%) do 5 (500%).

Będzie to miało wpływ na charakterystykę, gdzie występuje działanie, gdy impedancja miejsca zwarcia znajduje się w okręgu, którego średnica jest ustawiona przez punkty IZ i $p/(1+p)I_{Z\text{source}}$

Oznacza to na przykład:

- Jeśli $p = 1$, charakterystyka będzie miała rozszerzenie 50% $I_{Z\text{source}}$
- Jeśli $p = 5$, charakterystyka będzie miała rozszerzenie 83,3% $I_{Z\text{source}}$

Algorytm pamięci działa w następujący sposób:

1. Pamięć napięciowa jest przechowywana przez dwa cykle po zasileniu linii, po czym sygnały napięcia są uznawane za ważne i przechowywane w buforach pamięci napięciowej. Pamięć napięciowa używana do polaryzacji jest pobierana z bufora odpowiadającego wartości pobranej dwa cykle temu, więc pamięć napięciowa może być używana po czterech cyklach następujących po zasileniu linii.
2. Po powstaniu zwarcia sygnały napięcia buforowane w pamięci polaryzacyjnej mogą zostać ponownie wykorzystane przez okres ustawiony za pomocą **Mem Volt Dura**. Można ustawić między 16 a 32 cyklami.
3. Jeśli dojdzie do wykrycia kołysania mocy, sygnał pamięci napięciowej wygasa po skróconym okresie 3,2 cykli.
4. Jeśli zwarcie zostanie usunięte przed wygaśnięciem sygnału pamięci napięciowej, algorytm pamięci resetuje się i ponownie uruchamia proces walidacji dwóch/czterech cykli.
5. Jeśli pamięć napięciowa nie jest dostępna (ponieważ linia została właśnie zasilona lub pamięć napięciowa wygasła), używana jest zamiast tego polaryzacja skrośna. Wkład sygnałów polaryzacji skrośnej jest używany tylko wtedy, gdy polaryzacja pamięci jest niewłaściwa i ważna tylko dla określonych warunków biegunów bez zasilania.
6. Jeśli nie jest dostępne ani napięcie polaryzacji pamięci, ani napięcie polaryzacji skrośnej (warunek bieguna bez napięcia dla elementu faza-faza), elementy faza-faza są autopolaryzowane. Jeśli napięcie polaryzacyjne jest mniejsze niż 1 V, dopuszcza się działanie tylko strefy 1. W tym przypadku stosuje się charakterystykę M_{ho} z przesunięciem w kierunku odwrotnym wynoszącym 25%. Zapewnia to działanie przy zamknięciu na zwarcu zbliżeniowym trójfazowym (warunek SOTF/TOR).

Jedną z dodatkowych zalet dodania pamięci do miksu polaryzacyjnego stanowi fakt, że charakterystyki M_{ho} umożliwiają dynamiczne rozszerzanie w przypadku zwarcia w kierunku do przodu, zapewniając objęcie większej rezystancji łuku zwarcowego

7.3.2 CHARAKTERYSTYKA CZWOROBOCZNA

W celu stworzenia charakterystyk czworobocznych przewidziano szereg stref. Poniższy diagram ilustruje przykłady stref kierunkowej do przodu, kierunkowej odwrotnej i przesuniętej:

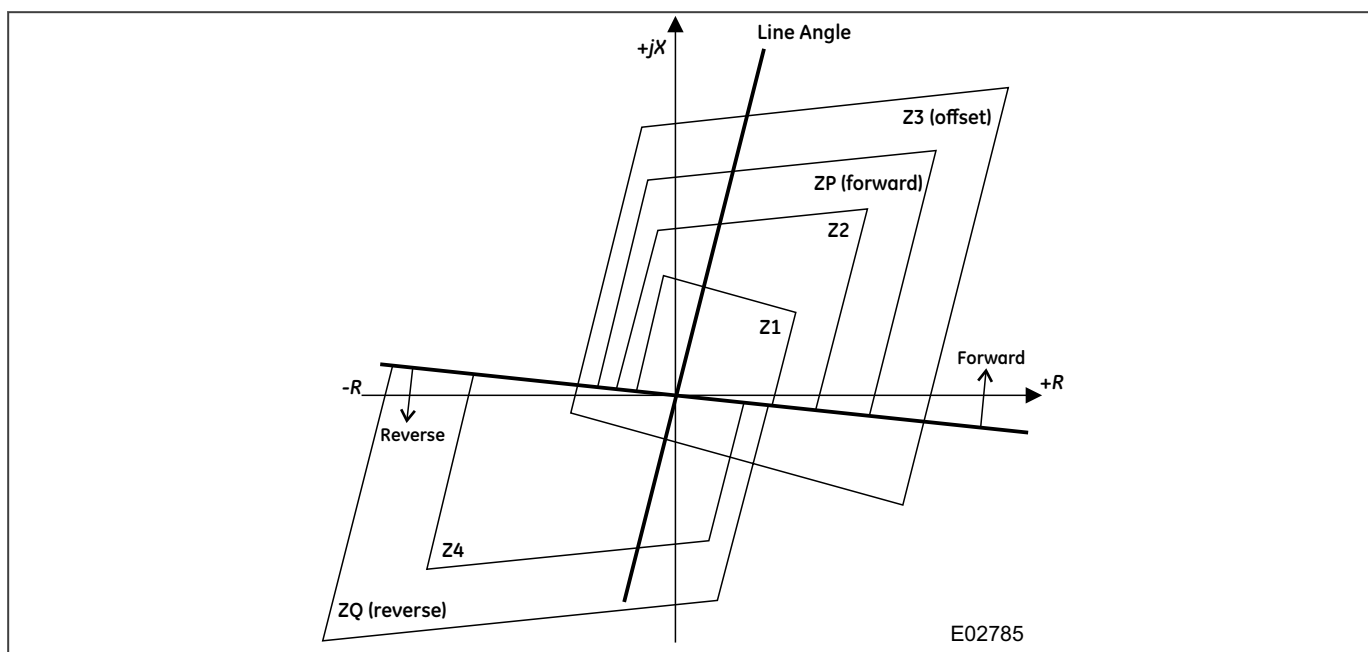


Figure 51: Uprozczone charakterystyki czworoboczne

Dostępne są także strefy programowalne (strefy P i Q). Podobnie jak w przypadku Strefy 3, strefy programowalne można skonfigurować jako przesunięte, kierunkowe do przodu i kierunkowe odwrotne.

Kombinacja prostych komparatorów, z których każdy korzysta z sygnałów pochodzących ze zmierzonych prądów i napięć, określa, czy zmierzona impedancja znajduje się w strefie wyzwania. Oddzielny komparator jest używany dla każdej linii każdego czworoboku.

Każda strefa wyzwania jest skonstruowana z czworoboku na podstawie tego przedstawionego na poniższym diagramie:

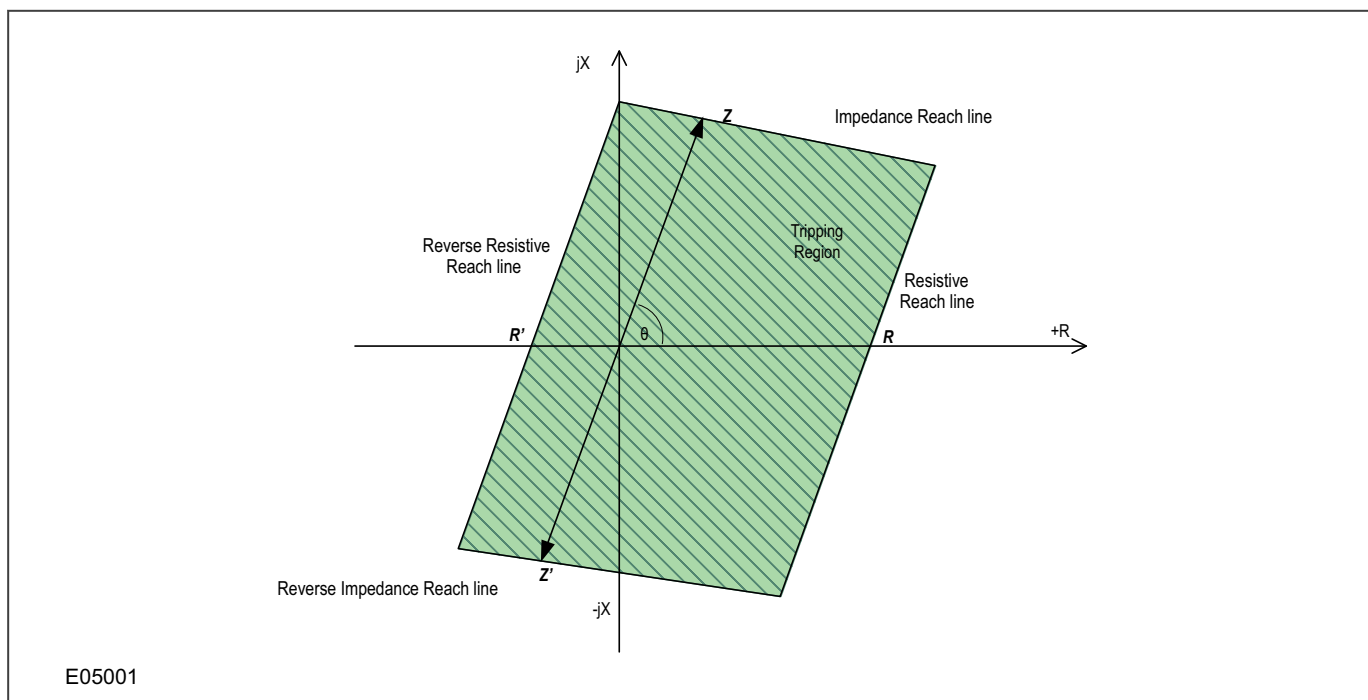


Figure 52: Ogólne granice charakterystyki czworobocznej

Na rysunku charakterystyka przesunięcia czworoboku jest definiowana przez zasięg impedancji, Z , (i odwrotny zasięg impedancji Z'), zasięg rezystywny, R , (i odwrotny zasięg rezystywny, R'), a także kąt strefy (θ).

Dwie zbliżone linie poziome (linia zasięgu impedancji i linia odwrotnego zasięgu impedancji) wyznaczają reaktywne granice impedancji strefy wyzwania. Dwie zbliżone linie pionowe (linia zasięgu rezystywnego i linia odwrotnego zasięgu rezystywnego) wyznacza limity impedancji rezystywnej.

Linie zasięgu rezystywnego (zwane także hamowaniem rezystywnym) są równoległe i ustawione pod kątem charakterystycznej impedancji strefy.

Linie zasięgu impedancji wykazują charakterystyczne przechylenie (stok). Linia, która przechyla się, aby zmniejszyć zasięg reaktywny (przechylenie ujemne / w dół) zachęca do skrócenia zasięgu; linia, która przechyla się, aby zwiększyć zasięg reaktywny (przechylenie dodatnie/w górę) zachęca do wydłużenia zasięgu. Przechylenia można używać, aby wzmocnić wymagania wydłużenia/skrócenia zasięgu strefy. Na przykład w przypadku do przodu ze skróconym zasięgiem ujemne przechylenie sprawi, że pomiar nadal będzie niedostateczny, nawet przy coraz większej rezystancji w miejscu zwarcia.

Zasięg impedancji, Z , i zasięg rezystywny, R , mają zastosowanie w kontekście kierunku zabezpieczenia. W przypadku strefy w kierunku do przodu lub strefy przesunięcia Z i R są skierowane w kierunku do zabezpieczonego zakładu. W przypadku strefy w kierunku odwrotnym Z i R są skierowane za zabezpieczony zakład. Przechył linii reaktywnej odbywa się zgodnie z tą samą konwencją.

7.3.2.1 CZWOROBOKI KIERUNKOWE

Linia kierunkowa nałożona na charakterystykę przesunięcia służy do utworzenia linii kierunkowej, jak pokazano na poniższym rysunku:

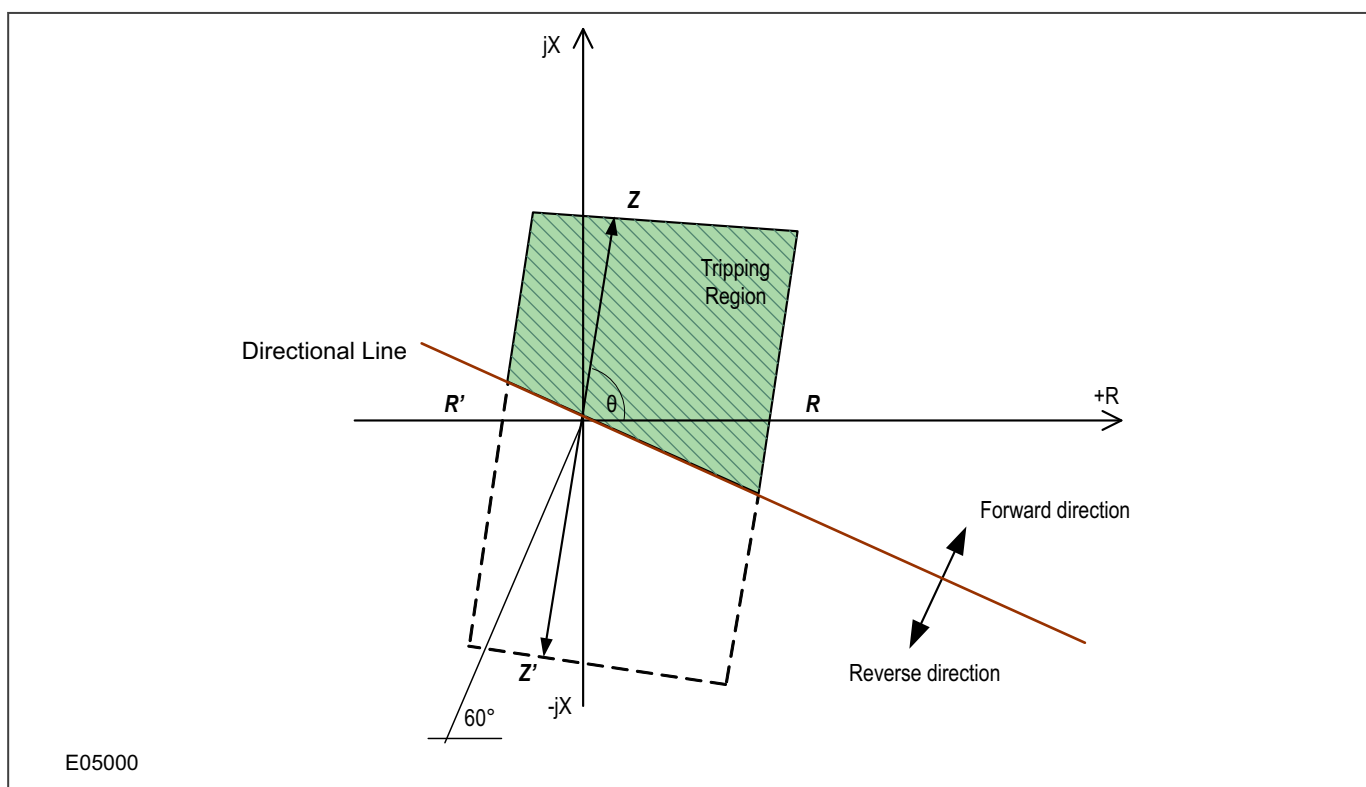


Figure 53: Kierunkowa charakterystyka czworoboczna

Ten produkt posiada kierunkowy element delta, który jest zwykle używany do kierunkowego zabezpieczenia odległościowego.

Domyślnie element kierunkowy delta jest włączony (**Stan kier** w *KIER DELTA* ustawiono na *Zalaczone*). W tym przypadku linia kierunkowa dla czworoboku jest wyprowadzona przy użyciu nałożonego prądu zakłóceniewego

(Delta I). Podczas korzystania z elementu kierunkowego delta kąt linii kierunkowej ma domyślną wartość 60°, ale można ją zmienić w ustawieniu **Odl. Kat Char**.

Aby użyć konwencjonalnej techniki kierunkowej, należy wyłączyć element kierunkowy delta. Wtedy zabezpieczenie będzie wykorzystywać konwencjonalny element kierunkowy o stałym kącie 60°. Jeśli używana jest konwencjonalna decyzja kierunkowa, elementy kierunkowe są spolaryzowane poprzez autopolaryzację (rzeczywistą) i pamięć napięciową. Napięcie polaryzacyjne zawsze zawiera napięcie autopolaryzacyjne i procent pamięci napięciowej sprzed zwarcia. Ustawienie **Polaryz Odl.** waha się od 0,2 (20%) do 5 (500%) i określa proporcję między napięciem autopolaryzacji i napięciem polaryzacji pamięci, które są używane do polaryzacji napięcia kierunkowego w następujący sposób:

$V_{\text{polarising}} = V_{\text{self-polarizing}} / \text{Polaryz Odl.} + V_{\text{memory-polarizing}}$

Jak wynika z powyższego wzoru, im wyższe ustawienie **Polaryz Odl.**, tym wyższa wartość napięcia polaryzacji pamięci.

Po wygaśnięciu pamięci wartość napięcia polaryzacji pamięci jest zastępowana przez napięcie polaryzacji skrośnej, jak pokazano w poniższej tabeli:

Pętla	Sygnał polaryzacji skrośnej (brak biegunów bez napięcia)	Polaryzacja skrośna, jeśli biegun jest bez napięcia
A-N	$0,5(\alpha VB + \alpha^2 VC)$	αVB , jeśli biegun C jest bez napięcia lub $\alpha^2 VC$, jeśli biegun B jest bez napięcia
B-N	$0,5(\alpha VC + \alpha^2 VA)$	αVC , jeśli biegun A jest bez napięcia lub $\alpha^2 VA$, jeśli biegun C jest bez napięcia
C-N	$0,5(\alpha VA + \alpha^2 VB)$	αVA , jeśli biegun B jest bez napięcia lub $\alpha^2 VB$, jeśli biegun A jest bez napięcia
A-B	$\sqrt{3} VC \angle -90^\circ$	0
B-C	$\sqrt{3} VA \angle -90^\circ$	0
C-A	$\sqrt{3} VB \angle -90^\circ$	0

Gdzie α to operator matematyczny, który obraca wektor przez 120°, a α^2 oznacza obrót 240°.

Jeśli **Stan kier** w **KIER DELTA** ustawiono na wartość *Odstawione*, zalecamy ustawienie 1 dla prawidłowej kierunkowości w typowych zastosowaniach.

Przełącznik posiada możliwość zniechęcającą do użycia pamięci, czyli **BEZ NAP POLAR** DDB. DDB zmusza przełącznik do pracy bez polaryzacji pamięci napięciowej, przez co działa tak, jakby timer pamięci napięciowej **Czas Pam Nap** zakończył odliczanie.

Poniższy rysunek przedstawia dwie strefy przesunięcia, które zostały przekształcone w kierunkowe strefy do przodu przez nałożenie linii kierunkowej. Dla odniesienia pokazano także strefę przesunięcia.

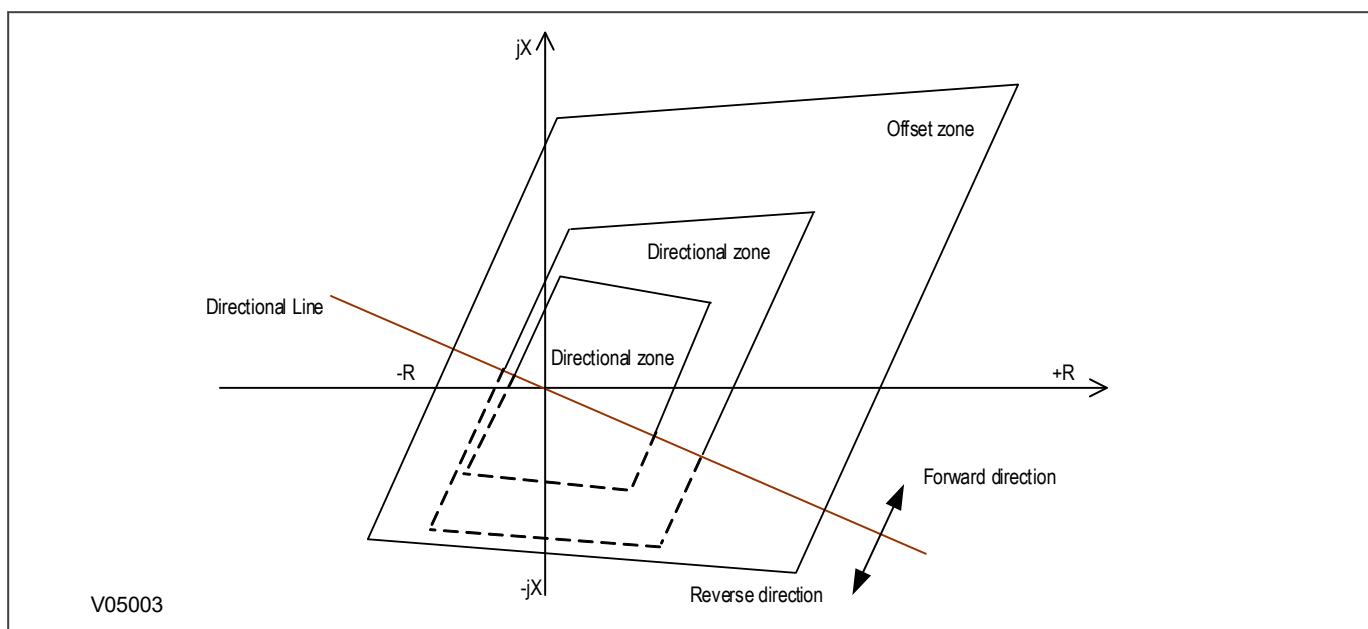


Figure 54: Charakterystyka czworoboczna zawierająca 2 kierunkowe strefy do przodu i 1 strefę przesunięcia

Limity kierunkowe czworoboku

Wdrożenie czworoboków kierunkowych w tym produkcie wytwarza charakterystyki strefy kierunkowej, które powstają w wyniku połączenia pięciu komparatorów. Każdy komparator wytwarza prostą linią na złożonej płaszczyźnie impedancji. Wytworzone linie to:

- Linia zasięgu impedancji
- Odwrotna linia zasięgu impedancji
- Linia zasięgu rezystancji
- Odwrotna linia zasięgu rezystancji
- Linia kierunkowa.

Każda linia wytworzona przez komparatory definiuje limit wyzwalań: impedancja po jednej stronie linii zapobiega wyzwoleniu, podczas gdy impedancja po drugiej stronie linii może zezwolić na wyzwolenie, jeśli pozostałe komparatory są zgodne. Na przykład impedancja wykraczająca poza linię zasięgu impedancji nie zezwoli na wyzwolenie.

Połączenie wyjść komparatorów tworzy region wyzwalań o kształcie wielokąta. Wielokąt może być 4-boczny lub 5-boczny. Kształt zależy od ustawień zastosowanych przez pięć komparatorów oraz od tego, jak linia kierunkowa współdziała z liniami zasięgu (zazwyczaj odwrotna linia zasięgu impedancji):

- Linia kierunkowa może całkowicie zamaskować linię zasięgu. W takim przypadku wielokąt będzie 4-boczny (czworobok).
- Jeśli linia kierunkowa przecina linię zasięgu, wielokąt będzie 5-boczny.

Stworzenie 5-bocznego wielokąta pokazano na poniższym rysunku:

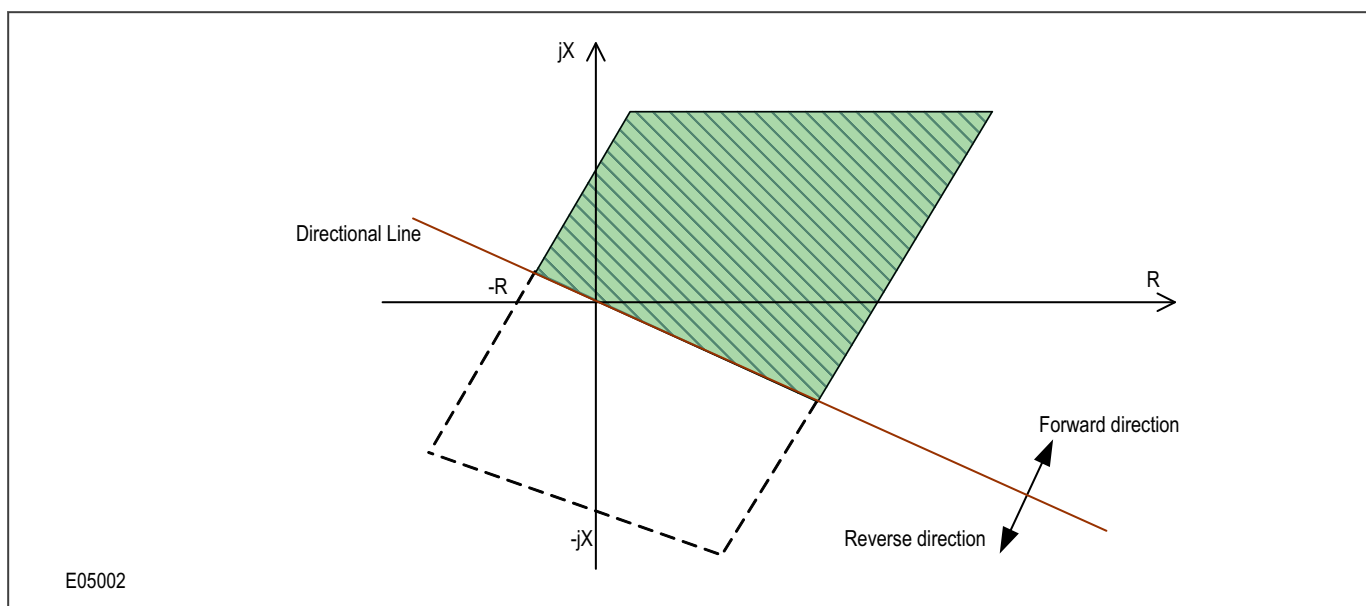


Figure 55: Pięcioboczny wielokąt utworzony przez charakterystykę czworoboku z linią kierunkową przecinającą odwrotną linię zasięgu impedancji

Zastosowane ustawienia określają punkt przecięcia. Po wybraniu ustawień na punkt przecięcia linii wpłyną następujące wartości:

- Zasięg impedancji
- Odwrotny zasięg impedancji
- Zasięg rezystywny
- Odwrotny zasięg rezystywny
- Kąt linii kierunkowej
- Kąt impedancji strefy charakterystyki
- Kąty nachylenia linii zasięgu impedancji

Zasięg impedancji, zasięg rezystywny i kąt impedancji strefy charakterystyki można przypisać dowolnie. Kąt linii kierunkowej domyślnie wynosi 60° , ale może być zróżnicowany, jeśli włączono element kierunkowy delta. Kąt nachylenia linii impedancji ma domyślne ustawienie -3° , ale pewne odchylenia są dozwolone, jeśli wybrano opcję ustawienia zaawansowanego.

Odwrotny zasięg impedancji i odwrotny zasięg rezystywny są stosowane jako stały stosunek zasięgu impedancji i zasięgu rezystywnego dla charakterystyk kierunkowych. Stosowane proporcje różnią się w zależności od typu strefy. Poniższe tabele przedstawiają różne wartości dla charakterystyki faza-faza i faza-ziemia. W celu uzupełnienia uwzględniono także wartości graniczne strefy przesunięcia (choć nakładająca się linia kierunkowa nie ma zastosowania, a charakterystyka przesunięcia zawsze będzie czworoboczna).

Zasięgi elementu faza-faza

Strefa	Typ	Zasięg impedancji Z	Odwrotny zasięg impedancji Z'	Zasięg rezystywny R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
1 Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	Z1 L-L Zasięg	Z1	$\frac{1}{2} \cdot R1$ L-L Impedan	0,25 R
1 Ph-Ph	Rev Reach Series Comp.	Z1 L-L Zasięg	Z1' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} \cdot R1$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} \cdot R1'$ Ph Res. Rev
2 Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	Z2 L-L Zasięg	Z2	$\frac{1}{2} \cdot R2$ L-L Impedan	0,25 R
2 Ph-Ph	Przesunięcie*	Z2 L-L Zasięg	Z2' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} \cdot R3$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} \cdot R2'$ Ph Res. Rev.
3 Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	Z3 L-L Zasięg	Z3	$\frac{1}{2} \cdot R3$ L-L Impedan	0,25 R

Strefa	Typ	Zasięg impedancji Z	Odwrotny zasięg impedancji Z'	Zasięg rezystywny R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
3 Ph-Ph	Przesunięcie*	Z3 L-L Zasięg	Z3' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} * R3$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} * R3'$ Ph Res. Rev.
4 Ph-Ph	Odwrotny lub do przodu	Z4 L-L Zasięg	Z4	$\frac{1}{2} * R4$ L-L Impedan	0,25 R
P Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	ZP L-L Zasięg	ZP	$\frac{1}{2} * RP$ L-L Impedan	0,25 R
P Ph-Ph	Przesunięcie*	ZP L-L Zasięg	ZP' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} * RP$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} * RP'$ Ph. Res. Rev.
Q Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	ZQ L-L Zasięg	ZQ	$\frac{1}{2} * RQ$ L-L Impedan	0,25 R
Q Ph-Ph	Przesunięcie*	ZQ L-L Zasięg	ZQ' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} * RQ$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} * RQ'$ Ph. Res. Rev.
1e Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	Z1e L-L Zasięg	Z1e	$\frac{1}{2} * R1e$ Ph. Resistive	0,25 R
1e Ph-Ph	Rev Reach Series Comp.	Z1e L-L Zasięg	Z1e' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} * R1e$ Ph. Resistive	$\frac{1}{2} * R1e'$ Ph Res. Rev
R Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	ZR L-L Zasięg	ZR	$\frac{1}{2} * RR$ L-L Impedan	0,25 R
R Ph-Ph	Przesunięcie*	ZR L-L Zasięg	ZR' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} * RR$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} * RR'$ Ph. Res. Rev.
S Ph-Ph	Do przodu lub do tyłu	ZS L-L Zasięg	ZS	$\frac{1}{2} * RS$ L-L Impedan	0,25 R
S Ph-Ph	Przesunięcie*	ZS L-L Zasięg	ZS' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} * RS$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} * RS'$ Ph. Res. Rev.

Zasięgi elementu faza-ziemia

Strefa	Typ	Impedancja Zasięg Z	Impedancja odwrotna Zasięg Z'	Rezystywny Zasięg R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
1 Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	Str2Faza CzasUpl * $(1 + k_{ZN})$	Z1	R1 L-E Resistive	0,25 R
1 Ph-Earth	Rev Reach Series Comp.	Str2Faza CzasUpl * $(1 + k_{ZN})$	Z1 Gnd Rev Rch * $(1 + k_{ZN})$	R1 L-E Resistive	R1' Ph Res. Rev
2 Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	Z2 L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	Z2	R2 L-E Resistive	0,25 R
2 Ph-Earth	Przesunięcie *	Z2 L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	Z2' Gnd Rev Rch * $(1 + k_{ZN})$	R3 L-E Rez	R2' Ph Res. Rev
3 Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	Z3 L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	Z3	R3 L-E Rez	0,25 R
3 Ph-Earth	Przesunięcie *	Z3 L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	Z3' Gnd Rev Rch * $(1 + k_{ZN})$	R3 L-E Rez	R3' Ph Res. Rev
4 Ph-Earth	Odwrotny lub do przodu	Z4 L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	Z4	R4 L-E Rez	0,25 R
P Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	ZP L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	ZP	RP L-E Rez	0,25 R
P Ph-Earth	Przesunięcie *	ZP L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	ZP' Gnd Rev Rch * $(1 + k_{ZN})$	RP L-E Rez	RP' Gnd Res. Rev
Q Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	ZQ L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	ZQ	RQ L-E Rez	0,25 R
Q Ph-Earth	Przesunięcie *	ZQ L-E Zasięg * $(1 + k_{ZN})$	ZQ' Gnd Rev Rch * $(1 + k_{ZN})$	RQ L-E Rez	RQ' Gnd Res. Rev

Strefa	Typ	Impedancja Zasięg Z	Impedancja odwrotna Zasięg Z'	Rezystywny Zasięg R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
1e Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	Z1e L-E Zasięg * (1 + k_{ZN})	Z1e	R1e Gnd Resistive	0,25 R
1 Ph-Earth	Rev Reach Series Comp.	Z1e L-E Zasięg * (1 + k_{ZN})	Z1e Gnd Rev Rch * (1 + k_{ZN})	R1e Gnd Resistive	R1e' Ph Res. Rev
R Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	ZR L-E Zasięg * (1 + k_{ZN})	ZR	RR L-E Rez	0,25 R
R Ph-Earth	Przesunięcie *	ZR L-E Zasięg * (1 + k_{ZN})	ZR' Gnd Rev Rch * (1 + k_{ZN})	RR L-E Rez	RR' Gnd Res. Rev
S Ph-Earth	Do przodu lub do tyłu	ZS L-E Zasięg * (1 + k_{ZN})	ZS	RS L-E Rez	0,25 R
S Ph-Earth	Przesunięcie *	ZS L-E Zasięg * (1 + k_{ZN})	ZS' Gnd Rev Rch * (1 + k_{ZN})	RS L-E Rez	RS Gnd Res. Rev

Gdzie $k_{ZN} = (Z_0 - Z_1) / 3Z_1$ i jest określany dwoma ustawieniami: **kN** i **KN Kat**.

Note:

*Jest to również odwrotny zasięg impedancji, jeśli ustawienie **Kompens. Szereg** jest *Zalaczone*.

7.3.2.2 CHARAKTERYSTYKI CZWOROBOKU ZWARCIA DOZIEMNEGO

Charakterystyki czworoboczne są dostępne także do zabezpieczenia zwarcia doziemnego. Dostępne jest połączenie charakterystyk kierunkowych do przodu, kierunkowych odwrotnych i przesuniętych. Strefę 1 i Strefę 4 można ustawić jako do przodu lub odwrotnie. Strefy 2, 3, P i Q można ustawić jako do przodu, odwrotnie lub przesunięte. Każda strefa jest niezależna i definiowana przez linię zasięgu impedancji, odwrotną linię zasięgu impedancji i dwa ograniczniki rezystywne. Dwa ograniczniki rezystywne (linia zasięgu rezystywna i odwrotna linia zasięgu rezystywna) są równoległe do kąta impedancji strefy charakterystyki.

Dwie linie oporu biernego każdego czworoboku faza-uziemienie wykazują charakterystyczne odchylenie. Przechylenia linii zasięgu impedancji i odwrotnej linii zasięgu impedancji są niezależne. Przechylenie obu może być stałe. Alternatywnie linie mogą być dopuszczone do zmiany kąta nachylenia zgodnie z warunkami układu (przechylenie dynamiczne). Jeśli przechylenie odwrotnej linii zasięgu impedancji jest stałe, wartość to -3° . Jeśli przechylenie linii zasięgu impedancji jest stałe, wartość jest stała zgodnie z ustawieniem σ , $-$ (ustawiana przez użytkownika w zakresie $\pm 30^\circ$). Aby użyć opcji przechylenia dynamicznego, należy ją włączyć. Włączenie przechylenia dynamicznego powoduje, że pochyłość linii oporu biernego odbiega od ustawionych wartości, aby automatycznie kompensować różnicę kątową między prądem uskokowym a prądem polaryzacji.

7.3.2.2.1 LINIE OPORU BIERNEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

Zarówno linia zasięgu oporu biernego do przodu, jak i do tyłu posiadają stałe przechylenie. W przypadku linii zasięgu impedancji stałe przechylenie można ustawić, aby wzmocnić preferencje co do skrócenia lub wydłużenia zasięgu strefy. Dla odwrotnej linii zasięgu impedancji przechylenie jest wstępnie ustawione na -3° .

Przechylenie linii oporu biernego można ustawić w taki sposób, aby na przechylenie miał wpływ wybór ilości polaryzacyjnej. Jeśli wybrano przechylenie dynamiczne, zabezpieczenie automatycznie wybiera najlepszą ilość polaryzacyjną z prądu fazowego lub prądu sekwencji ujemnej. Wybór zależy od tego, która linia jest spolaryzowana, jak również od zależności mierzonych prądów I_2 i I_{ph} . Gdy I_2 jest używany jako ilość polaryzacyjna, przechylenie może się dynamicznie różnić w zależności od kąta I_2 . W przypadku używania I_{ph} , przechylenie pozostaje stałe pod ustawionym kątem.

Weźmy pod uwagę polaryzację linii oporu biernego w przypadku zwarcia faza-ziemia:

W przypadku zwarcia faza-ziemia:

$$V = V_{ph}$$

i zakładając, że wzajemna kompensacja nie jest stosowana:

$$I = I_{ph} + k_{ZN} \cdot I_N.$$

Aby uniknąć skrócenia lub wydłużenia zasięgu z powodu spadku napięcia w rezystancji łukowej, górna linia charakterystyki powinna być idealnie przechylona o kąt:

$$\angle (I_{fault} / I)$$

Aby całkowity kąt przechylenia wynosił:

$$\angle (I_{fault} / I) + \sigma$$

gdzie I_{fault} to prąd zakłócenia, a σ to stałe przechylenie linii oporu biernego (ustawienie użytkownika dla linii zasięgu impedancji, wstępnie ustawione na -3° dla odwrotnej linii zasięgu impedancji).

Jeśli Z to ustawienie zasięgu strefy, wówczas linia oporu biernego powstaje poprzez porównanie fazowe między sygnałem operacyjnym $V - I$ ($S1$), a ilością polaryzacyjną, I_{POL} ($S2$).

I_{fault} należy używać do określenia $S2$, ale ponieważ zabezpieczenie odległościowe nie potrafi mierzyć bezpośrednio prądu zakłócenia (z powodu nieznanego przepływu ze odległego końca), I_{fault} nie może służyć za prąd polaryzacyjny. Zamiast tego należy oszacować kąt wartości I_{fault} . Dwie sprawdzone metody szafowania kąta I_{fault} to:

1. Można założyć, że kąt I_{fault} będzie zbliżony do kąta I_{ph}
2. Można założyć, że kąt I_{fault} będzie zbliżony do kąta prądu sekwencji ujemnej I_2 .

W pierwszym przypadku kąt I_{ph} może służyć do polaryzacji charakterystyki czworobocznej, w związku z czym przechylenie linii oporu biernego jest stałe.

W drugim przypadku kąt I_2 może służyć do polaryzacji charakterystyki czworobocznej. W tym przypadku przechylenie linii oporu biernego różni się dynamicznie w zależności od kąta I_2 .

Linia oporu biernego podąża za impedancją rezystancji w miejscu zwarcia i przechyla się w górę lub w dół, zaczynając od ustawionego kąta przechylenia początkowego (σ), aby uniknąć skrócenia lub wydłużenia zasięgu.

W przypadku przechylenia stałego i dynamicznego zasadność polaryzacji prądowej jest kontrolowana przez poniższe warunki:

$$|\angle I_2 - \angle I_{ph}| < 45^\circ$$

Jeśli ten warunek nie jest spełniony, założenia, że kąt I_{fault} jest zbliżony do kąta I_{ph} lub kąta I_2 , nie mogą być uznane za zasadne. W takich warunkach charakterystyka czworoboczna może mieć znacząco skrócony lub wydłużony zasięg. Aby tego uniknąć, zabezpieczenie odległościowe automatycznie przełącza się z charakterystyki czworobocznej na Mho , by zapewnić stabilną pracę.

7.3.2.2.2 PRZECHYLENIE STAŁEJ LINII OPORU BIERNEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

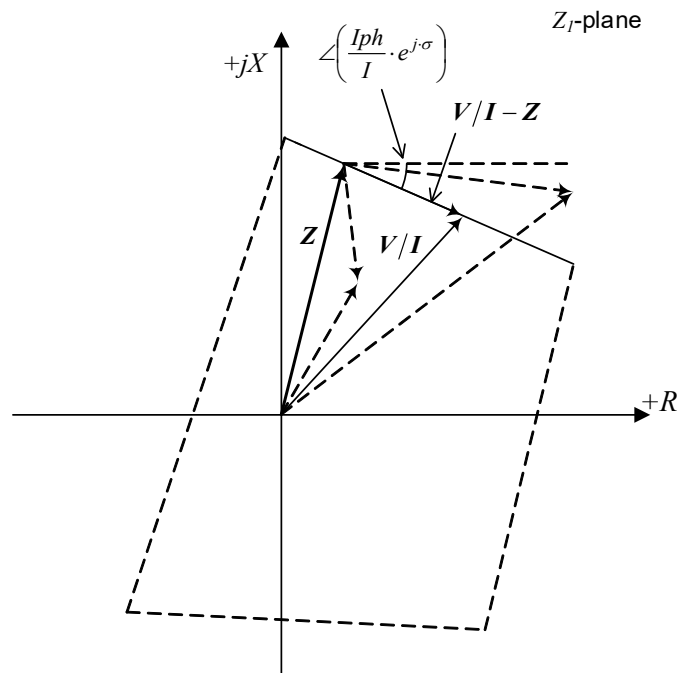
Każda strefa ma niezależne ustawienie kąta przechylenia (σ) linii zasięgu impedancji charakterystyki czworobocznej. Jeśli wyłączono przechylenie dynamiczne, charakterystyka wykorzystuje to urządzenie, aby zastosować stałe przechylenie do górnej linii. Kąt przechylenia odnosi się do prądu zakłócenia I i jest definiowany przez:

$$\text{Kąt przechylenia} = \text{ustawienie } (\sigma) = \angle I_{ph} / I$$

Zakres ustawienia to $\pm 30^\circ$. Kąt ujemny oznacza przechylenie w dół, a kąt dodatni – przechylenie w górę.

Działanie następuje, gdy prąd roboczy I opóźnia prąd polaryzacyjny I_{ph} .

Linia zasięgu impedancji charakterystyki w płaszczyźnie $Z1$ jest pokazana na poniższym diagramie:



V05012

Figure 56: Linia zasięgu impedancji w płaszczyźnie Z1

Dla wszystkich wektorów V/I poniżej linii zasięgu impedancji prawdziwy jest następujący warunek:

$$\angle (V/I - Z) \leq \sigma$$

lub

$$\angle (V - I \cdot Z) \leq \sigma$$

Jeśli nie jest stosowana wzajemna kompensacja, dla pętli zwarcia doziemnego

$$V = V_{ph}$$

i

$$I = I_{ph} + k_{ZN} \cdot I_N$$

więc sygnały przekazywane do komparatora są następujące:

$$S1 = V_{ph} - I_{ph} \cdot Z_{replica}$$

$$S2 = I_{ph} \angle \sigma$$

gdzie: $Z_{replica}$ to replika zasięgu do przodu

Impedancja poniżej linii zasięgu impedancji jest wykrywana, gdy kąt między sygnałami jest mniejszy niż 0° :

Dla produktów posiadających wzajemną kompensację, jeśli jest stosowana:

$$Z_{replica} = Z(1 + k_{ZN} \cdot I_N / I_{ph} + k_{ZM} \cdot I_M / I_{ph}).$$

Na poniższym rysunku przedstawiono reprezentację płaszczyzny Z_{LP} -plane charakterystyki:

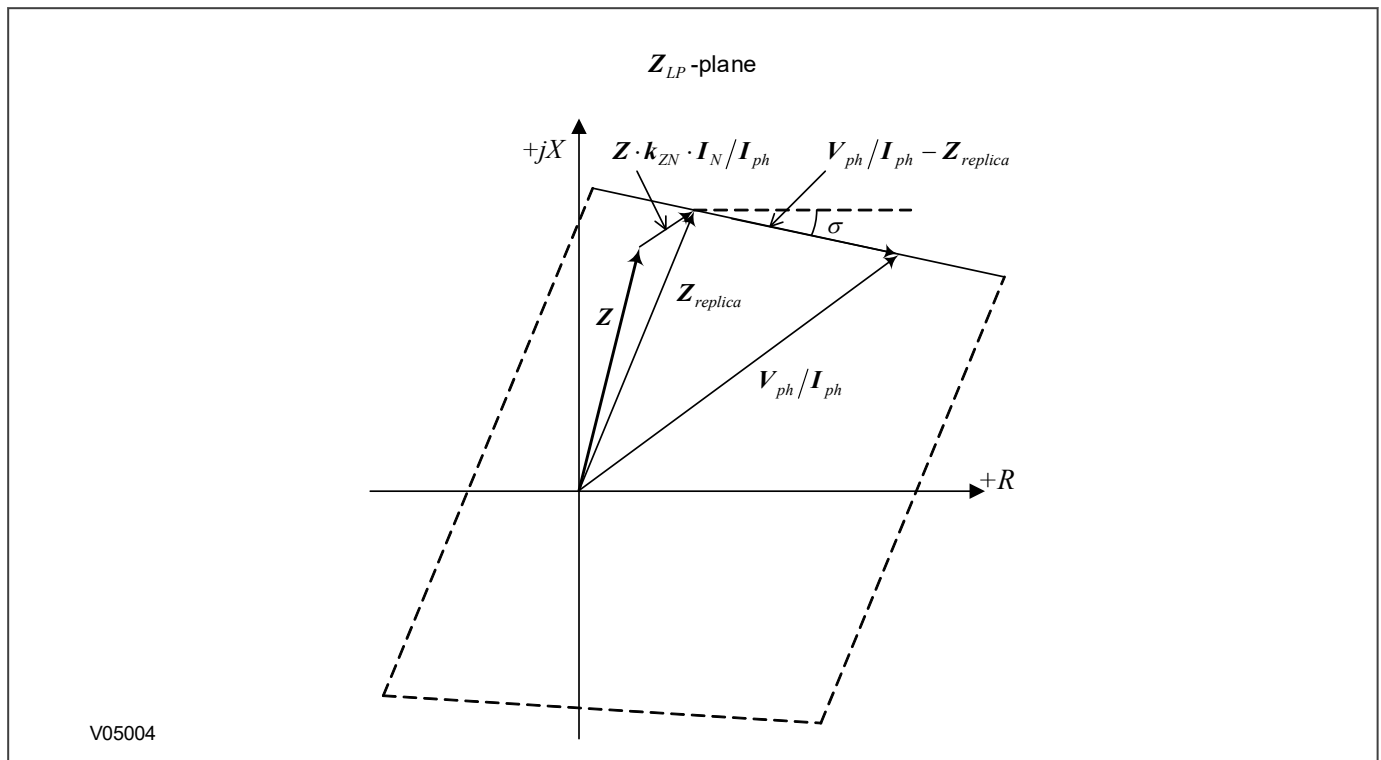


Figure 57: Linia zasięgu impedancji w płaszczyźnie Z_{LP}

Kąt przechylenia linii zasięgu impedancji w płaszczyźnie Z_{LP} jest stały i wynosi σ (ustawienie **Zx Tilt Top Line**).

Kąt przechylenia linii zasięgu impedancji w płaszczyźnie Z_1 jest zdefiniowany następująco:

$$\text{Kąt przechylenia} = \angle(I_{ph}/I) + \sigma = \angle(I_{ph}/(I_{ph} + kZ_N \cdot I_N)) + \sigma$$

Jeśli zdrowe prądy fazowe są znacznie mniejsze niż prąd fazy zwartej, wtedy $I_N \approx I_{ph}$. Kąt przechylenia w tym przypadku jest stały i ma następującą wartość:

$$\text{Kąt przechylenia} = \angle(1/(1 + kZ_N)) + \sigma$$

Dla produktów z wzajemną kompensacją, jeśli jest włączona, kąt przechylenia to:

$$\text{Kąt przechylenia} = \angle(I_{ph}/(I_{ph} + kZ_N \cdot I_N + kZ_M \cdot I_M)) + \sigma$$

Replika zasięgu $Z_{replica}$ zależy od stosunku I_N/I_{ph} . Jeśli $I_N \approx I_{ph}$ (i nie zastosowano wzajemnej kompensacji), wtedy:

$$Z_{replica} = Z (1 + kZ_N)$$

A zatem charakterystyka jest statyczna.

Ogólna charakterystyka w płaszczyźnie Z_{LP} jest przedstawiona na poniższym rysunku:

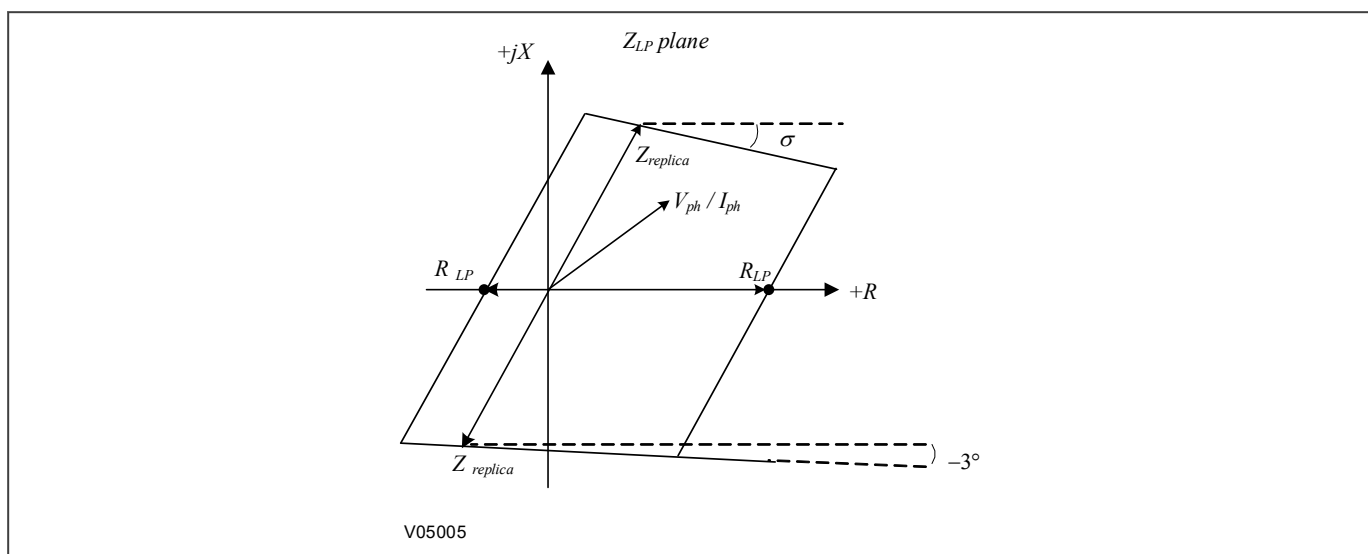


Figure 58: Ogólna charakterystyka w płaszczyźnie Z_{LP}

Komparatory używane dla linii oporu biernego są zgodne z poniższą tabelą:

Strefa	Linia	S1	S2	Stan
Do przodu lub przesunięcie	Zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$I_{ph} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Do przodu lub przesunięcie	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} \cdot Z'_{replica}$	$I_{ph} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Odwrotnie	Zasięg impedancji	$V_{ph} + I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$-I_{ph} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} + I_{ph} \cdot Z'_{replica}$	$-I_{ph} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$

7.3.2.2.3 PRZECHYLENIE DYNAMICZNEJ LINII OPORU BIERNEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

W przypadku włączenia przechylenia dynamicznego linii oporu biernego charakterystyki czworobocznej zwarcia doziemnego mogą przechylać się dynamicznie na płaszczyźnie impedancji sekwencji dodatniej (Z_1). Jeśli linia jest spolaryzowana ujemnym prądem sekwencyjnym (I_2), łączne przechylenie składa się z różnicy między kątem I_2 a kątem prądu zabezpieczenia odległościowego (I) plus ustawiony przez użytkownika stały kąt przechylenia σ :

$$\text{Kąt przechylenia dynamicznego} = \angle(I_2 / I) + \sigma$$

Domyślną wartością stałego przechylenia jest -3° . Wprowadza się ją w celu ograniczenia możliwości wydłużenia zasięgu spowodowanego przez niewielkie różnice między impedancjami źródła sekwencji ujemnej a ogólnymi tolerancjami kątowymi CT/VT.

Przechylenie linii oporu biernego charakterystyki czworobocznej zwarcia doziemnego jest ograniczone, aby zapobiec niewłaściwemu i nadmiernemu przechyleniu zgodnie z poniższymi kryteriami:

- Przechylenie dynamiczne linii zasięgu impedancji strefy 1 może zostać zastosowane tylko w celu doprowadzenia końca linii zasięgu rezystywnego w kierunku osi +R. Gwarantuje to, że strefa 1 nie ma wydłużonego zasięgu i utrzymuje stopniowanie/selektywność z zabezpieczeniem w dół.
- Dla innych stref (w tym strefy 1X i strefy 4) przechylenie dynamiczne linii zasięgu impedancji może działać tylko w taki sposób, aby zapobiec skróceniu zasięgu. (Jest to szczególnie ważne dla stref wykorzystywanych do kluczowania schematów odległościowych).

- Dla stref roboczych w kierunku do przodu (poza strefą 1) przechylenie dynamiczne linii zasięgu impedancji stosuje się do końca linii zasięgu rezystywnego z dala od osi +R.
- Dla stref roboczych w kierunku odwrotnym linia przechylenia dynamicznego znajduje się w przeciwległym kwadrancie charakterystyki w porównaniu ze strefami do przodu / przesunięcia, a przechylenie dynamiczne przesuwają linie z dala od osi rezystywnej.
- Dla stref przesunięcia linie zasięgu impedancji odchylają się od osi R-, podczas gdy odwrotne linie zasięgu impedancji przechylają się w kierunku osi +R. Umożliwia to uniknięcie wydłużenia zasięgu w kierunku odwrotnym.
- W przypadku produktów z wyzwaniem jednofazowym, gdy jeden biegun wyłącznika obwodu jest otwarty w trakcie sekwencji automatycznego ponownego zamykania jednobiegunowego, dynamiczne przechylenie jest automatycznie wyłączane. Prąd zakłóceńowy jest używany jako sygnał polaryzacyjny i stosuje się stałe przechylenie o kącie -7° . Dodatkowe przechylenie zmniejsza możliwość wystąpienia wydłużonego zasięgu spowodowanego użyciem fazy zwarcia jako odniesienia.

Note:

Przechylenie stref pozostaje niezmiennie, jeśli zmieni się kierunek domyślny.

Strefa 1 zawsze zachowuje się jako strefa o skróconym zasięgu – niezależnie od kierunku strefy.

Wszystkie pozostałe strefy kierunkowe zachowują się jako strefy o wydłużonym zasięgu – niezależnie od kierunku strefy.

Note:

Strefa 1X używana w schematach rozszerzeń strefy 1 wykorzystuje ustawienia przechyłu strefy 2 w celu zagwarantowania, że nie ma skróconego zasięgu.

Dynamiczne przechylenie linii oporu biernego występuje tylko, gdy linia jest spolaryzowana za pomocą I_2 . Jeśli jako wielkość polaryzacji używany jest I_{ph} , przechylenie linii zasięgu impedancji jest stałe. Jeśli wybrano stałe przechylenie, zawsze używany jest I_{ph} . Jeśli włączono dynamiczne przechylenie, zabezpieczenie zdecyduje, czy użyć I_2 , czy też I_{ph} (oraz czy będzie miało zastosowanie przechylenie dynamiczne) zgodnie z relacją kątową między I_2 a I_{ph} .

Stosowane są następujące kryteria:

- Jeśli kąt między I_2 i I_{ph} jest większy niż 45° , charakterystyka czworoboczna jest wyłączona i zamiast tego używana jest charakterystyka Mho.
- Jeśli kąt między I_2 i I_{ph} jest mniejszy niż 45° , prądy polaryzacyjne wiodące i opóźniające się są przydzielane zgodnie z relacją fazową między I_2 a I_{ph} , jak pokazano na poniższym diagramie:

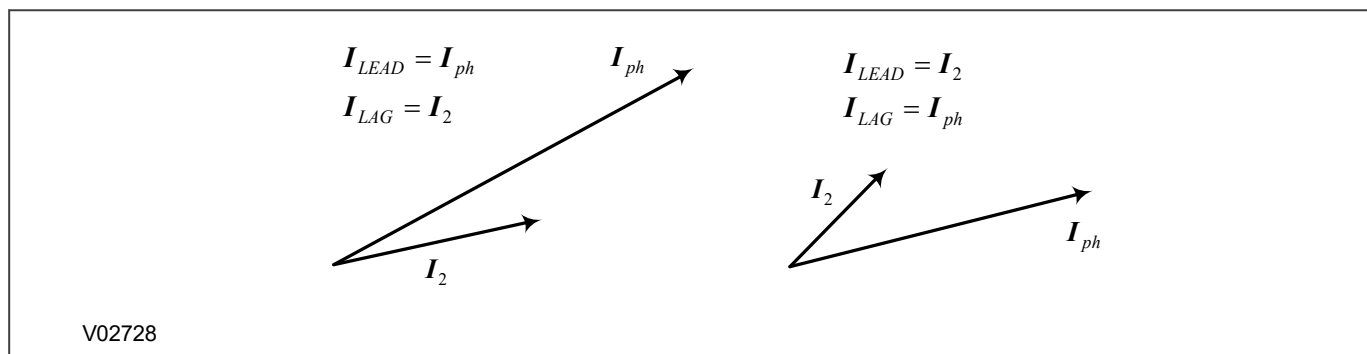


Figure 59: Relacje fazowe między I_2 i I_{ph} dla prądów polaryzacyjnych wiodących i opóźniających się

Komparatory używane dla linii oporu biernego są przydzielane zgodnie z poniższą tabelą:

Strefa	Linia	S1	S2	Stan
Strefa 1	Zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph}Z_{replica}$	$I_{LAG}\angle\sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$

Strefa	Linia	S1	S2	Stan
Strefa 1	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} Z'_{replica}$	$I_{LAG} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Strefy do przodu lub przesunięcia (poza strefą 1)	Zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} Z_{replica}$	$I_{LEAD} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Strefy do przodu lub przesunięcia* (strefa 1 i strefa 1e, gdzie Kompens. Szereg jest <i>Zalaczone</i>)	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} Z'_{replica}$	$I_{LAG} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Odwrotnie	Zasięg impedancji	$V_{ph} + I_{ph} Z_{replica}$	$-I_{LEAD} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} + I_{ph} Z'_{replica}$	$-I_{LAG} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$

Note:

*Jest to również odwrotny zasięg impedancji, jeśli ustawienie **Kompens. Szereg** jest *Zalaczone*.

Jeśli I_{LEAD} to I_2 , linie są dynamicznie przechylane w górę od stałego kąta.

Jeśli I_{LEAD} to I_{ph} , stosuje się stałe przechylenie.

Jeśli I_{LAG} to I_2 , linie są dynamicznie przechylane w dół od stałego kąta.

Jeśli I_{LAG} to I_{ph} , stosuje się stałe przechylenie.

7.3.2.2.4 OGRANICZNIKI REZYSTYWNE ZWARCIA DOZIEMNEGO

Ustawienia zasięgu rezystywnego służą do wyboru limitów rezystywnych czworoboków.

Ustawienia zasięgu zwarcia doziemnego są ustawiane zgodnie z dodatnią impedancją linii sekwencji, więc na ogół są identyczne jak ustawienia elementów zwarcia fazowego.

Ponieważ ustawienia zasięgu zwarcia doziemnego są ustawiane zgodnie z dodatnimi impedancjami linii sekwencji, należy zrozumieć relację między impedancjami sekwencji dodatniej a impedancjami pętli zwarcia doziemnego.

Weźmy pod uwagę ogólną charakterystykę w płaszczyźnie Z_1 pokazaną na poniższym rysunku:

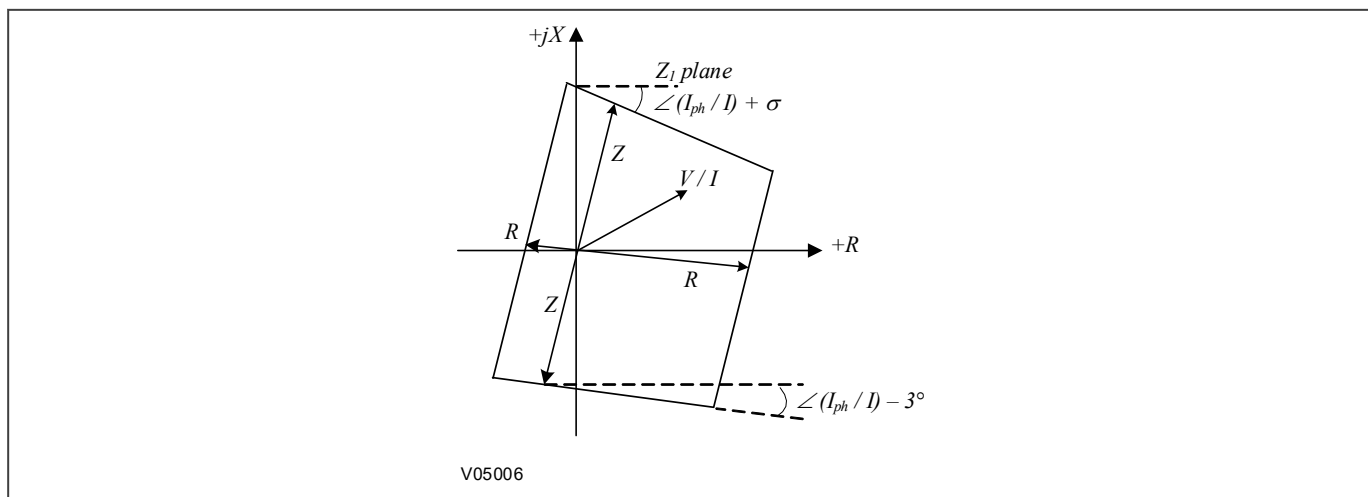


Figure 60: Ogólna charakterystyka w płaszczyźnie Z_1

$$R = R_{LP} (I_{ph}/I) \text{ oraz } R' = R'_{LP} (I_{ph}/I)$$

$$I = I_{ph} + k_{ZN} \cdot I_N$$

Dla produktów z wzajemną kompensacją, jeśli jest włączona, wtedy

$$I = I_{ph} + k_{ZN} \cdot I_N + k_{ZM} \cdot I_M$$

Jeżeli prądy zdrowej fazy są znacznie mniejsze niż prądy zwartej fazy, a wzajemna kompensacja jest wyłączona, wtedy $I_N \approx I_{ph}$ (prąd fazy zwartej), a charakterystyka w płaszczyźnie Z1 jest uproszczona:

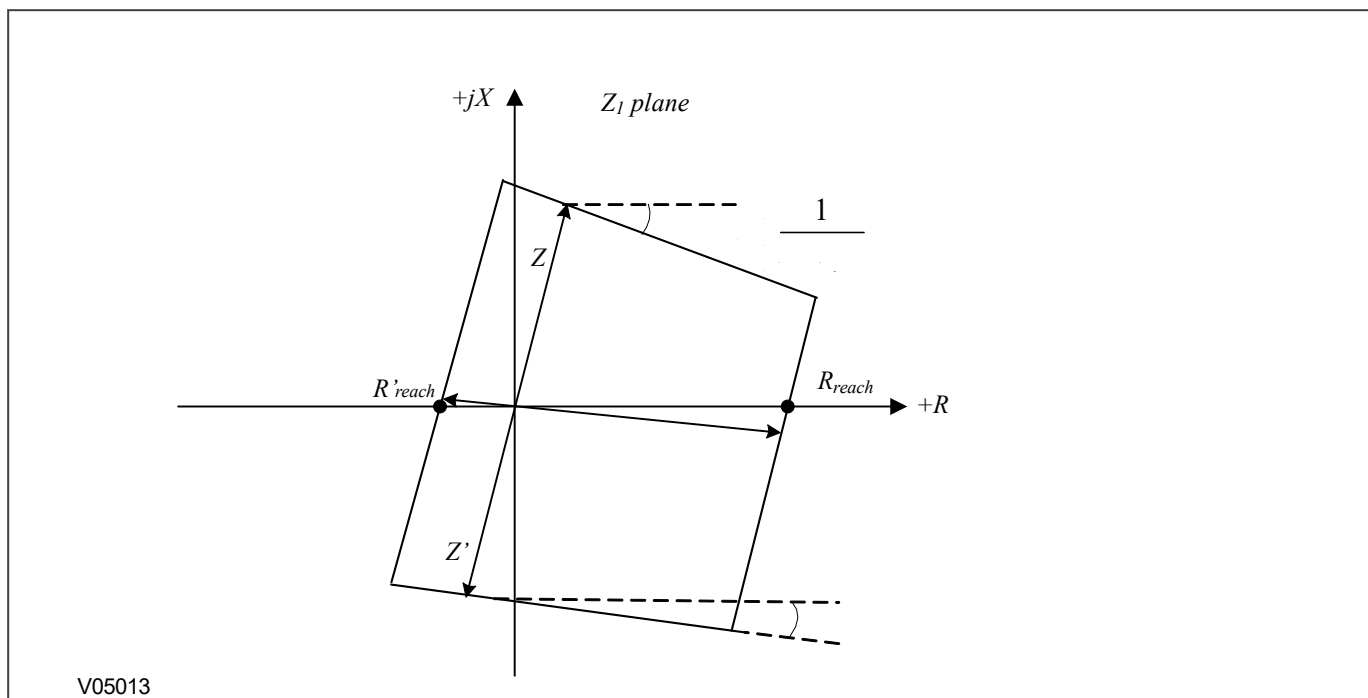


Figure 61: Uproszczona charakterystyka w płaszczyźnie Z1:

$$R_{reach} = ((R_{LP} / (1 + k_{ZN})) \cdot \sin(Z + \alpha)),$$

$$R'_{reach} = ((R'_{LP} / (1 + k_{ZN})) \cdot \sin(Z + \alpha)),$$

gdzie: α to kąt $1/(1 + k_{ZN})$:

$$\alpha = (1/(1 + k_{ZN}))$$

W typowych przypadkach współczynnik sinusoidalny jest zbliżony do jedności, więc można zastosować uproszczone równania:

$$R_{reach} = R_{LP} / (1 + k_{ZN}),$$

$$R'_{reach} = R'_{LP} / (1 + k_{ZN}),$$

zatem pod względem impedancji i rezystancji pętli komparatory używane dla linii rezystancji są zgodne z poniższą tabelą:

Strefa	Linia	S1	S2	Stan
Do przodu lub przesunięcie	Zasięg rezystywny	$V_{ph} - I_{ph} \cdot R_{LP}$	$I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Do przodu lub przesunięcie	Odwrotny zasięg rezystywny	$V_{ph} - I_{ph} \cdot R'_{LP}$	$I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Odwrotnie	Zasięg rezystywny	$V_{ph} + I_{ph} \cdot R_{LP}$	$-I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotny zasięg rezystywny	$V_{ph} + I_{ph} \cdot R'_{LP}$	$-I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$

Strona zasięgu impedancji rezystywnej strefy ziemi jest kontrolowana przez ustawienie zasięgu rezystywnego (**Rx Gnd Resistive**). Określa on rezystancję łuku zwarciego, który można wykryć dla jednofazowego zwarcia

doziemnego. W przypadku takiego zwarcia rezystancja w miejscu zwarcia pojawi się w pętli całkowitej zwarcia (pętla wyjściowa i zwrotna), w której impedancja linii wynosi $Z_1 \times (1 + k_{ZN})$, jeśli $I_N \cong I_{ph}$.

Większość zestawów próbnych wtryskowych ustawia charakterystykę impedancji w ujęciu sekwencji dodatniej, więc przechwytywanie z prawej strony wydaje się mniejsze od zastosowanego ustawienia (**Rn Gnd Resistive** / $(1 + k_{ZN})$). Lewą stronę ustawia **Rn Gnd Res Rev** i działa w podobny sposób.

Note:

Na linie zasięgu rezystywnego charakterystyki czworoboku zwarcia doziemnego nie wpływa rodzaj przechyłania używany przez linie oporu biernego (stałe lub dynamiczne) ani wartości kątowe.

7.3.2.2.5 PODSUMOWANIE CHARAKTERYSTYKI CZWOROBOCZNEJ ZWARCIA DOZIEMNEGO

Wejścia komparatorów używane dla czworoboków zwarcia doziemnego podsumowano w poniższej tabeli:

Strefa	Linia	S1	S2	Stan
Strefa 1	Zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$I_{LAG} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Strefa 1	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} \cdot Z'_{replica}$	$I_{LAG} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Strefy do przodu lub przesunięcia (poza strefą 1)	Zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$I_{LEAD} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Strefy do przodu lub przesunięcia* (strefa 1 i strefa 1e, gdzie Kompens. Szereg jest <i>Zalaczone</i>)	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} - I_{ph} \cdot Z'_{replica}$	$I_{LAG} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Odwrotnie	Zasięg impedancji	$V_{ph} + I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$-I_{LEAD} \angle \sigma$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotny zasięg impedancji	$V_{ph} + I_{ph} \cdot Z'_{replica}$	$-I_{LAG} \angle -3^\circ$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Do przodu lub przesunięcie	Zasięg rezystywny	$V_{ph} - I_{ph} \cdot R_{LP}$	$I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Do przodu lub przesunięcie	Odwrotny zasięg rezystywny	$V_{ph} - I_{ph} \cdot R'_{LP}$	$I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$
Odwrotnie	Zasięg rezystywny	$V_{ph} + I_{ph} \cdot R_{LP}$	$-I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 > 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotny zasięg rezystywny	$V_{ph} + I_{ph} \cdot R'_{LP}$	$-I_{ph} \cdot Z_{replica}$	$\angle S1 - \angle S2 < 0^\circ$

Note:

Jest to również odwrotny zasięg impedancji, jeśli ustawienie **Kompens. Szereg jest *Zalaczone*.*

Jeśli wybrano przechyłanie dynamiczne, wtedy:

Jeśli I_{LEAD} to I_2 , linie są dynamicznie przechyłane w górę od stałego kąta (rozpoznawanie do przodu)

- Jeśli I_{LEAD} to I_{ph} , stosuje się stałe przechyłanie.
- Jeśli I_{LAG} to I_2 , linie są dynamicznie przechyłane w dół od stałego kąta (rozpoznawanie do przodu)
- Jeśli I_{LAG} to I_{ph} , stosuje się stałe przechyłanie.

Jeśli wybrano stałe przechyłanie, wtedy wielkość wejściowa prądu dla S2 to we wszystkich przypadkach I_{ph} .

Ustawienia zasięgu sekwencji dodatniej używane dla charakterystyk czworobocznych zwarcia doziemnego podsumowano w poniższej tabeli:

Strefa	Typ	Zasięg impedancji Z	Odwrotny zasięg impedancji Z'	Zasięg rezystywny R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
1 Ph-Earth	Do przodu	Str1Faza CzasUpl Zasięg * (1 + k_{ZN})	Z1	R1 L-E Resistive	0,25 R

Strefa	Typ	Zasięg impedancji Z	Odwrotny zasięg impedancji Z'	Zasięg rezystywny R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
1 Ph-Earth	Rev Reach Series Comp.	Str1Faza CzasUpl Zasięg * (1 + kZN)	Z1' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	R1 L-E Resistive	R1' Ph Res. Rev
2 Ph-Earth	Do przodu	Z2 Ziemia. Zasięg * (1 + kZN)	Z2	R2 L-E Resistive	0,25 R
2 Ph-Earth	Przesunięcie	Z2 L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z2' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	R2 L-E Resistive	R2' Ph Res. Rev
3 Ph-Earth	Do przodu	Z3 L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z3	R3 L-E Rez	0,25 R
3 Ph-Earth	Odwrotnie	Z3 L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z3	R3 L-E Rez	0,25 R
3 Ph-Earth	Przesunięcie	Z3 L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z3' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	R3 L-E Rez	R3' Ph Res. Rev
4 Ph-Earth	Odwrotnie	Z4 L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z4	R4 L-E Rez	0,25 R
P Ph-Earth	Do przodu	ZP L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZP	RP L-E Rez	0,25 R
P Ph-Earth	Odwrotnie	ZP L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZP	RP L-E Rez	0,25 R
P Ph-Earth	Przesunięcie	ZQ L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZP' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	RP L-E Rez	RP' Gnd Res. Rev
Q Ph-Earth	Do przodu	ZQ L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZQ	RQ L-E Rez	0,25 R
Q Ph-Earth	Odwrotnie	ZQ L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZQ	RQ L-E Rez	0,25 R
Q Ph-Earth	Przesunięcie	ZQ L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZQ' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	RQ L-E Rez	RQ' Gnd Res. Rev
1e Ph-Earth	Do przodu	Z1e L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z1e	R1e Gnd Resistive	0,25 R
1e Ph-Earth	Rev Reach Series Comp.	Z1e L-E Zasięg * (1 + kZN)	Z1e' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	R1e Gnd Resistive	R1e' Ph Res. Rev
R Ph-Earth	Do przodu	ZR L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZR	RR L-E Rez	0,25 R
R Ph-Earth	Odwrotnie	ZR L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZR	RR L-E Rez	0,25 R
R Ph-Earth	Przesunięcie	ZR L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZR' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	RR L-E Rez	RR' Gnd Res. Rev
S Ph-Earth	Do przodu	ZS L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZS	RS L-E Rez	0,25 R
S Ph-Earth	Odwrotnie	ZS L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZS	RS L-E Rez	0,25 R
S Ph-Earth	Przesunięcie	ZS L-E Zasięg * (1 + kZN)	ZS' Gnd Rev Rch * (1 + kZN)	RS L-E Rez	RS' Gnd Res. Rev

Gdzie $k_{ZN} = (Z_0 - Z_1) / 3Z_1$ i jest określany dwoma ustawieniami: **kN** i **KN Kat**.

7.3.3 CHARAKTERYSTYKA CZWOROBOCZNA DLA ZWARĆ FAZOWYCH

Charakterystyki czworoboczne są dostępne dla zabezpieczenia zwarć fazowych. Dostępne jest połączenie charakterystyk kierunkowych do przodu, kierunkowych odwrotnych i przesuniętych. Strefa 1, strefa 1e i strefa 4 to strefy kierunkowe do przodu lub do tyłu. Inne strefy można ustawić niezależnie jako przesunięcia, kierunkowe do przodu i kierunkowe do tyłu. Każda strefa jest niezależna i definiowana przez linię zasięgu impedancji, odwrotną linię zasięgu impedancji i dwa ograniczniki rezystywne. Dwa ograniczniki rezystywne (linia zasięgu rezystywna i odwrotna linia zasięgu rezystywna) są równoległe do kąta impedancji strefy charakterystyki. Dwie linie oporu biernego każdego czworoboku wykazują charakterystyczne przechylenie. W charakterystykach zwarcia fazowego przechylenie odwrotnej linii zasięgu impedancji jest wstępnie ustawione, podczas gdy wybrać można kąt przechylenia linii zasięgu impedancji.

7.3.3.1 LINIA ZASIĘGU IMPEDANCJI ZWARCIA FAZOWEGO

Przechylenie górnej linii można ustawić niezależnie dla każdej strefy. Jest definiowane ustawieniem zasięgu, Z, i kątem przechylenia, σ , jak pokazano na poniższym diagramie:

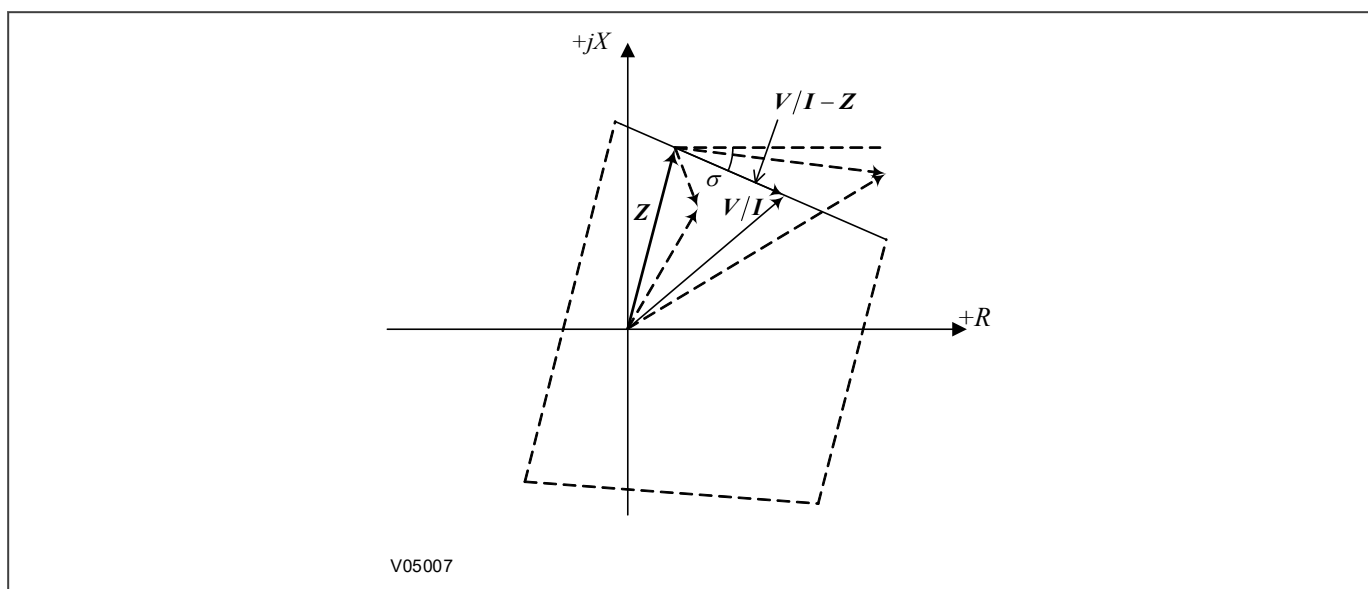


Figure 62: Konstrukcja linii zasięgu impedancji

Odnosząc się do prądu zakłóceniewego I , kąt przechylenia jest równy ustawieniu σ . Kąt ujemny oznacza przechylenie w dół, a kąt dodatni – przechylenie w górę. Operacja może nastąpić, gdy sygnał operacyjny opóźnia sygnał polaryzacyjny. Kąt ujemny oznacza przechylenie w dół, a kąt dodatni – przechylenie w górę.

Dla wszystkich wektorów V/I poniżej linii zasięgu impedancji prawdziwy jest następujący warunek:

$$\angle (V/I - Z) \leq \sigma$$

lub

$$\angle (V - I \cdot Z) \leq \angle I \cdot \angle \sigma$$

Wynikające z tego dwa sygnały dostarczane do komparatora to:

$$S_1 = V - I \cdot Z$$

$$S_2 = I \cdot \angle \sigma$$

Impedancja po stronie wyzwiania linii zasięgu impedancji jest wykrywana, gdy kąt między S_1 a S_2 jest mniejszy niż 0° .

7.3.3.2 ODWROTNA LINIA ZASIĘGU IMPEDANCJI

Charakterystyki odległościowe czworoboku obejmują odwrotną linię zasięgu impedancji Z' powiązaną z każdą strefą. W przypadku strefy kierunkowej do przodu lub do tyłu wartość Z' jest zwykle stałym procentem (100% Z) zasięgu do przodu (Z) w kierunku przeciwnym. Linia jest całkowicie niezależna od linii kierunkowej i nie ma wpływu na wydajność przekąźnika z wyjątkiem przypadków linii zabezpieczonych kompensacją szeregową i liniami przyległymi. Jeśli przekąźnik jest ustawiony z **Kompens. Szereg** *z*alaczone, wartość Z' nie jest już ustalona na 100%, ale ustawiana w procentach zasięgu. Wynika to z faktu, że kondensator szeregowy w liniach zabezpieczonych lub przyległych może odwracać indukcyjny charakter pozornej impedancji miejsca zwarcia ze względu na kondensator szeregowy. Dlatego impedancja postrzegana przez przekąźnik może być uznawana za pojemność elektryczną. Dlatego pozorne linie impedancji leżą w kwadrantach rezystancji pojemnościowej (tj. w kwadrancie II i IV). Efekt ten można wzmocnić z powodu efektów dławienia.

Należy zauważyć, że dla strefy przesunięcia Z' ustawienie: **Zn' Ph Rev Reach** dla elementów fazowych lub **Zn' Gnd Rev Rch** dla elementów ziemnych.

Odwrotna linia zasięgu impedancji elementów czworobocznych fazy ma przechylenie ustalone pod kątem -3° , jak pokazano na

poniższym diagramie:

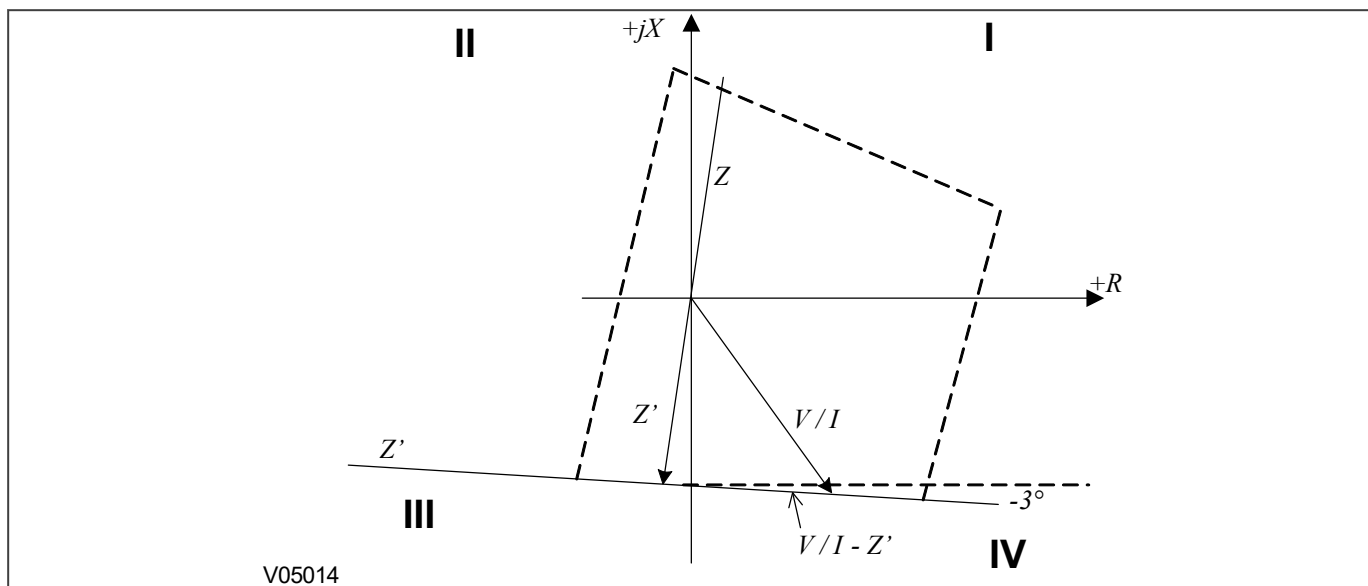


Figure 63: Konstrukcja odwrotnej linii zasięgu impedancji

Sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V - I \cdot Z'$$

$$S_2 = I \cdot \angle -3^\circ$$

Impedancja po stronie wyzwalań odwrotnej linii zasięgu impedancji jest wykrywana, gdy kąt między S_1 a S_2 jest większy niż 0° .

Aby upewnić się, że żądana impedancja miejsca zwarcia jest widoczna w charakterystyce w przypadku linii kompensacji szeregowej, konieczne jest sprawdzenie limitów charakterystyki, tj. zasięgu impedancji odwrotnej Z' .

Istnieje tu kilka ekstremalnych przykładów krótkich linii przylegających do linii długich z bardzo silnymi przepływami prądu, które mogą spowodować znaczące przemieszczenie miejsce geometryczne impedancji w kierunku pojemnościowej impedancji reaktywnej.

Odwrotny zasięg impedancji w strefie 1

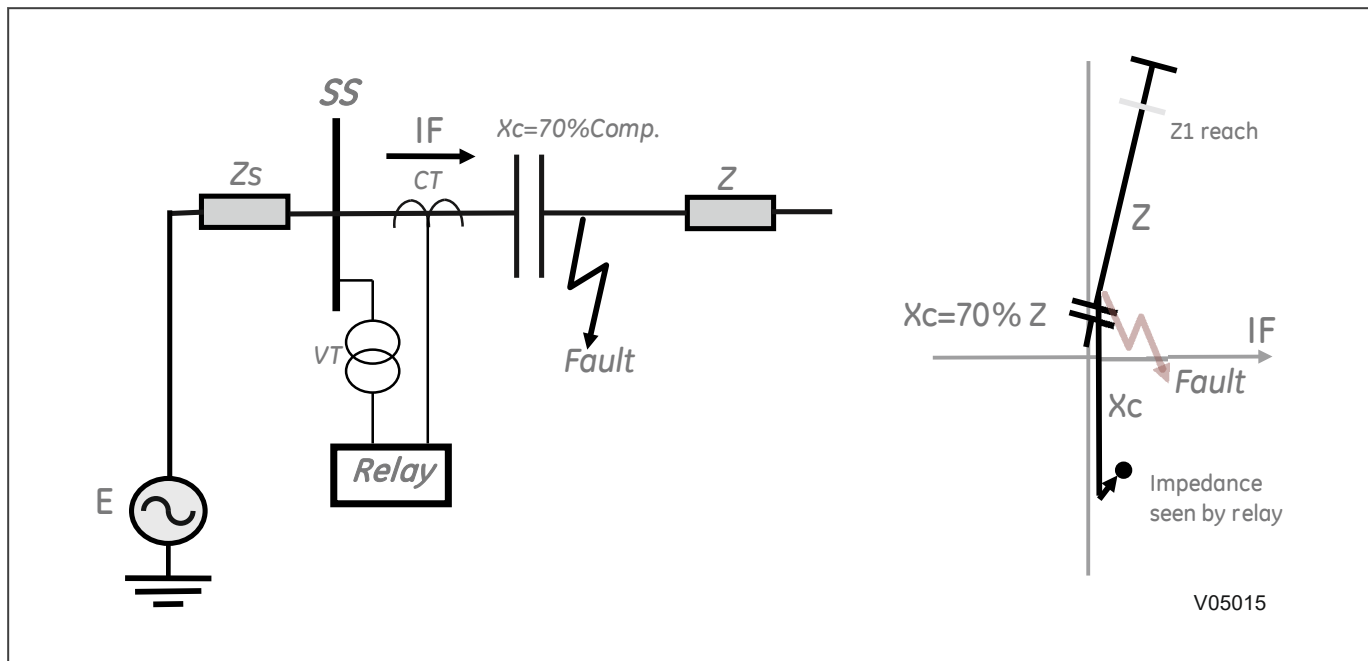


Figure 64: Odwrotny zasięg impedancji w strefie 1

Z położeniem VT pokazanym na rysunku powyżej:

Linia $Z = 100\%$

Kondensator $Z = 70\%$ linii Z

Przy ustawieniu strefy 1 $= 0,8 \cdot (1 - 0,7) = 0,24$ linii Z

Impedancja widziana przez przekaźnik jest pokazana na rysunku.

Pozwolenie na błędy wynoszące 20% dla zmierzonej impedancji $= 70\%/80\% = 87,5\%$

Ustawienie zasięgu odwrotnego strefy 1 powinno wynosić $87,5\%/24\% \sim 400\%$ zasięgu strefy 1

Odwrotny zasięg impedancji dla strefy 3 ustawiony jako przesunięcie lub kierunkowe do przodu

Z poniższego rysunku:

Typowy zasięg do przodu strefy $Z3 = (1 + 4 \cdot (1+13)) \cdot 1,2 = 68,4$

Z dla zwarcia w zwarcu 1 $= 1 - (0,7 \cdot 4) \cdot (1+13) = -38,2$

Ustawienie odwrotne $= 38,2/68,4 \sim 0,56 \cdot$ zasięg $Z3$ do przodu. Dlatego zasięg odwrotny stanowiłby 100% zasięgu do przodu strefy 3.

Ma to zastosowanie, jeśli strefa 3 jest ustawiona jako kierunkowa do przodu lub przesunięcia.

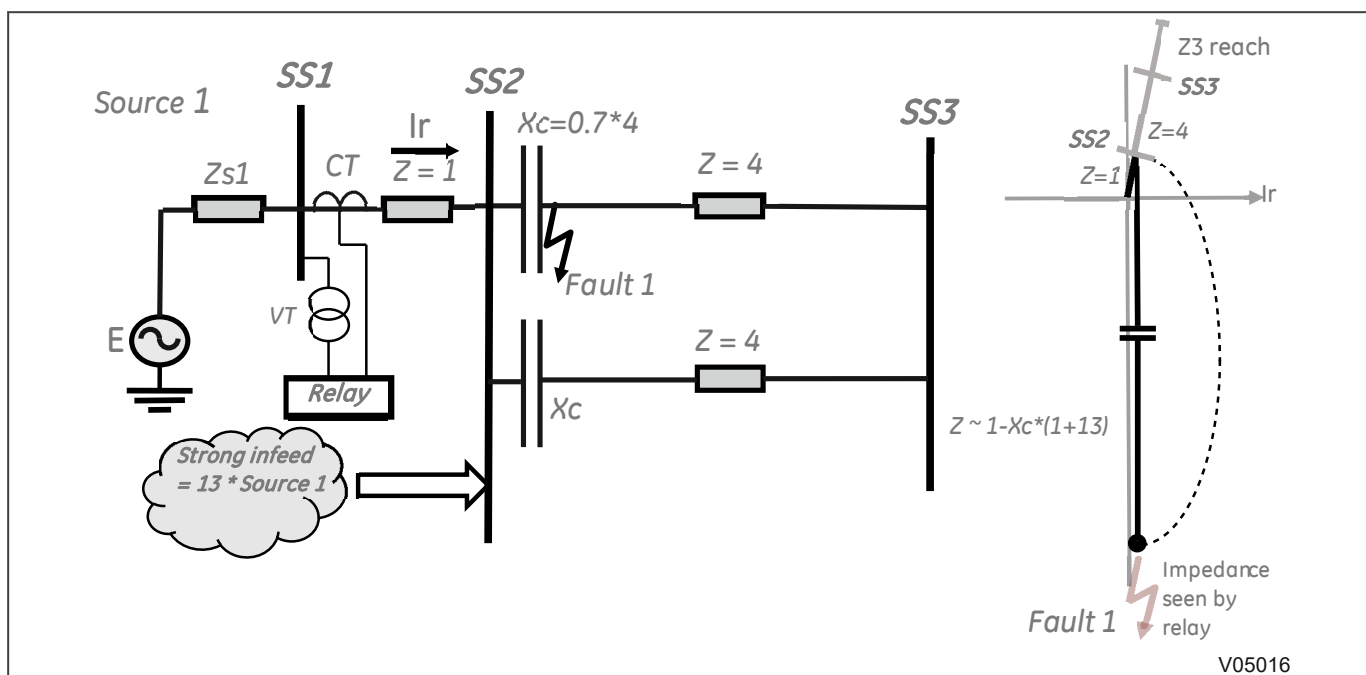


Figure 65: Odwrotny zasięg impedancji strefy 3 ustawiony jako kierunkowy do przodu lub przesunięty

Odwrotny zasięg impedancji dla strefy 4 ustawiony jako kierunkowy odwrotny

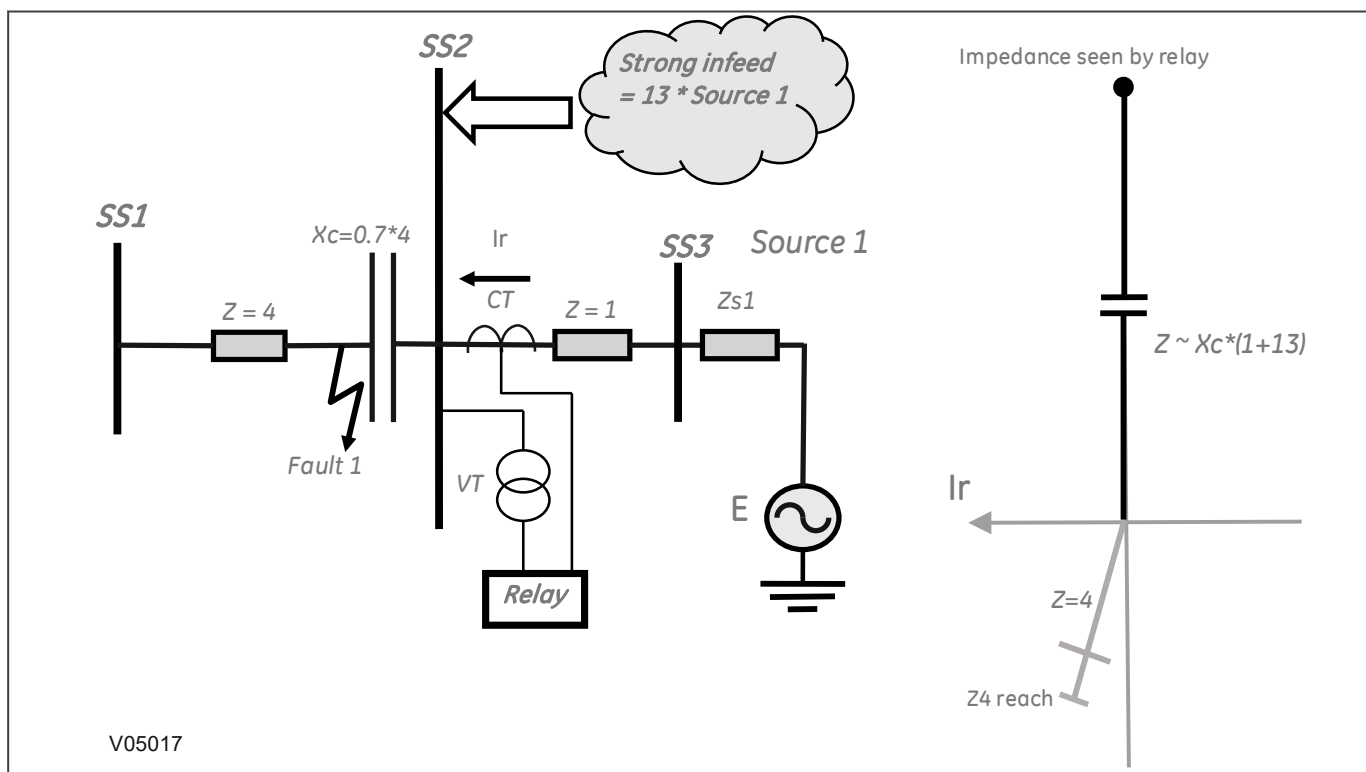


Figure 66: Odwrotny zasięg impedancji strefy 4 ustawiony jako kierunkowy odwrotny

Typowe ustawienie zasięgu odwrotnego ma obejmować co najmniej SS1. Dlatego strefa 4 = $1,2 * (13+1) * 4 = 67,2$

Weźmy pod uwagę wpływ zwarcia 1, ustawienie zasięgu odwrotnego $Z4 = 1,2 * (13+1) * (4*0,7) = 47$

Dlatego zasięg odwrotny musi wynosić około 100% zasięgu strefy 4.

Za pomocą tych przykładów można zakończyć rozsądne ustawienia dla odwrotnych linii zasięgu impedancji Z' (**Zn' Ph Rev Reach** i **Zn' Gnd Rev Rch**) dla linii kompensowanych szeregowo i powiązanych linii sąsiednich.

7.3.3.3 LINIA ZASIĘGU REZYSTYWNEGO ZWARCIA FAZOWEGO

Odnosząc się do poniższego rysunku:

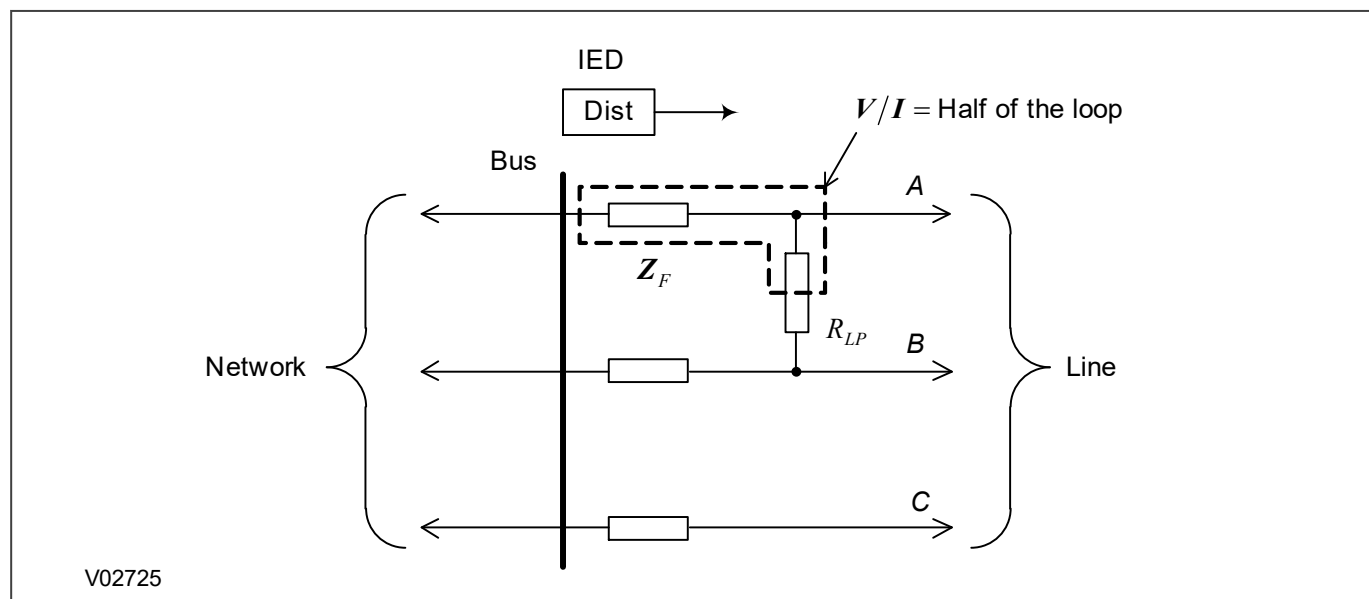


Figure 67: Zasięg rezystywny elementów fazowych

Ustawienie **Rx Ph. Resistive** definiuje całkowity pętlowy zasięg rezystywny R_{lp} zabezpieczenia odległościowego.

Ponieważ element odległościowy faza-faza mierzy połowę pętli, prawy zasięg rezystywny R charakterystyki jest równy połowie wartości ustawienia.

$R = \frac{1}{2} R_x Ph.$ *Resistive*

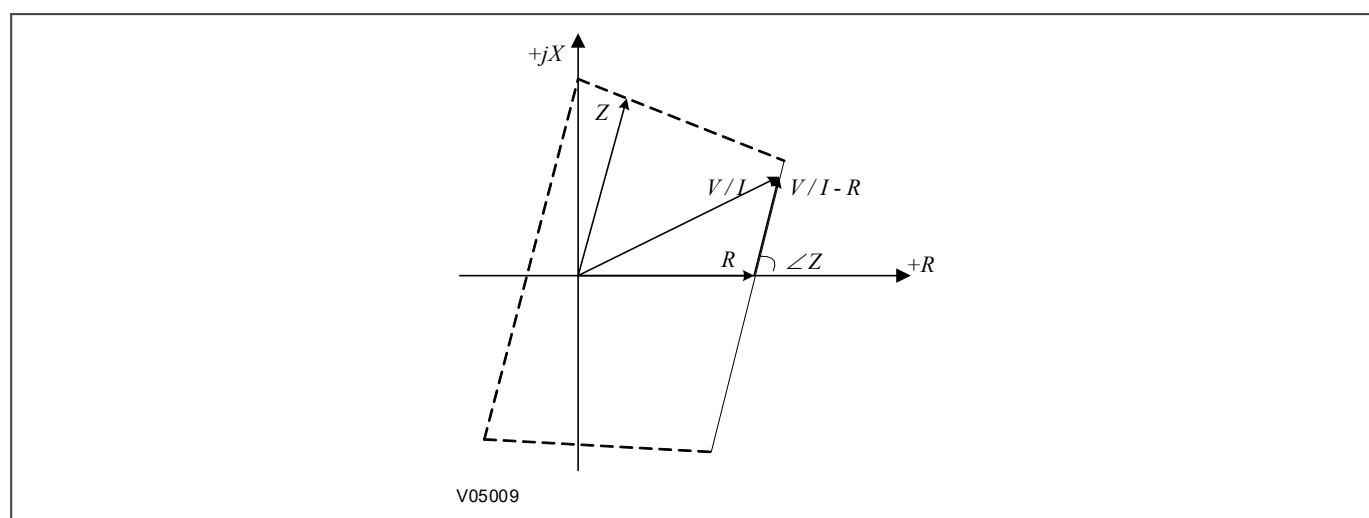


Figure 68: Konstrukcja linii zasięgu rezystywnego

Dla wszystkich wektorów V/I , które są po lewej stronie prawego ogranicznika, prawdziwy jest poniższy warunek:

$$\angle (V/I - R) \leq Z$$

lub

$$\angle (V - I \cdot R) \leq \angle I \cdot Z$$

Dwa sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V - I \cdot R$$

$$S_2 = I \cdot Z$$

Impedancja po lewej stronie prawej linii rezystywnej jest wykrywana, gdy kąt między S_1 a S_2 jest większy niż 0° .

7.3.3.4 ODWROTNA LINIA ZASIĘGU REZYSTYWNEGO ZWARCIA FAZOWEGO

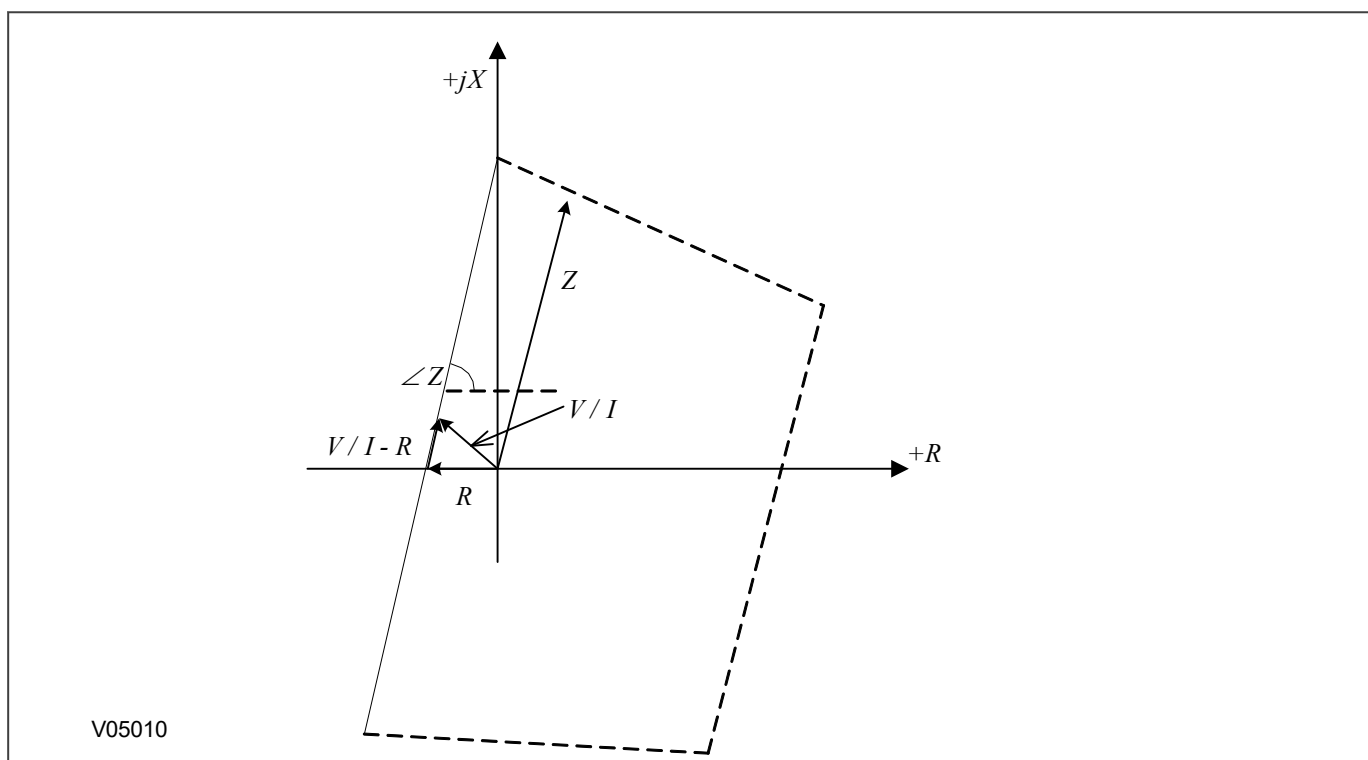


Figure 69: Konstrukcja odwrotnej linii zasięgu rezystywnego

Dla strefy przesunięcia R' oznacza ustawiany odwrotny zasięg rezystywny ($=\frac{1}{2} \cdot R_{x'} \cdot Ph \text{ Res. Rev.}$). Dla strefy kierunkowej R' jest stałe na 25% zasięgu rezystywnego ($=\frac{1}{2} \cdot R_{x'} \cdot Ph \text{ Res. Rev.}$), działając w przeciwnym kierunku.

Dwa sygnały podawane dla komparatora to:

$$S_1 = V - I \cdot R$$

$$S_2 = I \cdot Z$$

Impedancja po prawej stronie lewej linii rezystywnej jest wykrywana, gdy kąt między S_1 a S_2 jest mniejszy niż 0° .

7.3.3.5 PODSUMOWANIE CHARAKTERYSTYKI CZWOROBOCZNEJ ZWARCIA FAZOWEGO

Charakterystyki czworoboczne zwarcia fazowego podsumowano na poniższych rysunkach i w tabelach:

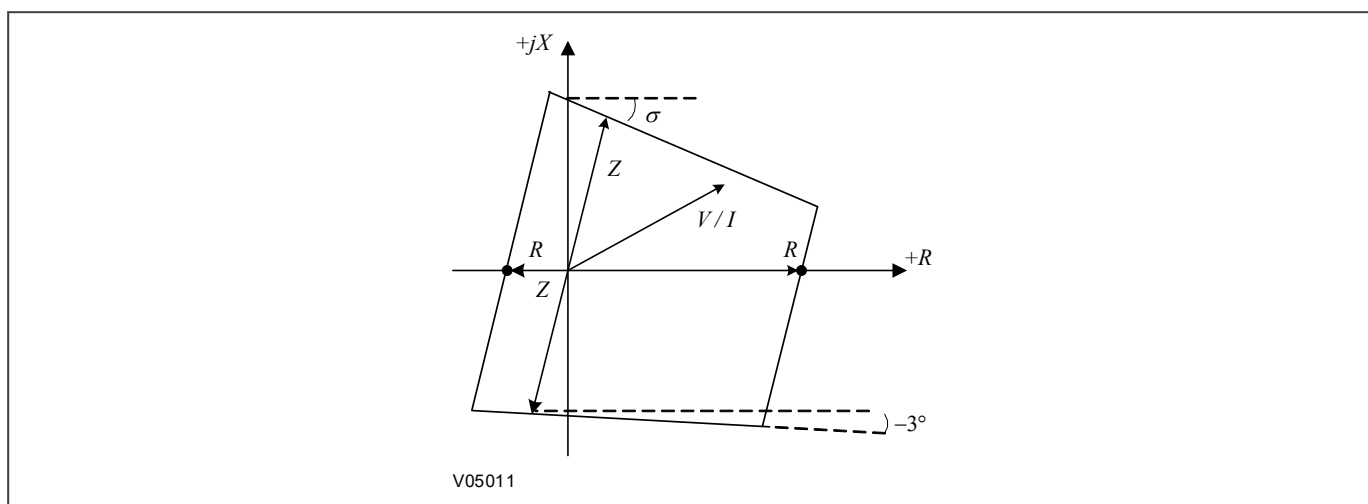


Figure 70: Podsumowanie charakterystyki czworobocznej zwarcia fazowego

Komparatory używane dla stref czworobocznych zwarcia fazowego podsumowano w poniższej tabeli:

Strefa	Linia	S1	S2	Stan ($\angle S1 - \angle S2$)
Do przodu / przesunięcie	Linia zasięgu impedancji	$V - I \cdot Z$	$I \cdot \angle \sigma^\circ$	$< 0^\circ$
Do przodu / przesunięcie	Odwrotna linia zasięgu impedancji	$V - I \cdot Z'$	$I \cdot \angle 3^\circ$	$> 0^\circ$
Do przodu / przesunięcie	Linia zasięgu rezystywnego	$V - I \cdot R$	$I \cdot Z$	$> 0^\circ$
Do przodu / przesunięcie	Odwrotna linia zasięgu rezystywnego	$V - I \cdot R'$	$I \cdot Z$	$< 0^\circ$
Odwrotnie	Linia zasięgu impedancji	$V + I \cdot Z$	$-I \cdot \angle \sigma^\circ$	$< 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotna linia zasięgu impedancji	$V + I \cdot Z'$	$-I \cdot \angle 3^\circ$	$> 0^\circ$
Odwrotnie	Linia zasięgu rezystywnego	$V + I \cdot R$	$-I \cdot Z$	$> 0^\circ$
Odwrotnie	Odwrotna linia zasięgu rezystywnego	$V + I \cdot R'$	$-I \cdot Z$	$< 0^\circ$

Ustawienia zasięgu sekwencji dodatniej używane dla charakterystyk czworobocznych zwarcia fazowego podsumowano w poniższej tabeli:

Strefa	Typ	Zasięg impedancji Z	Odwrotny zasięg impedancji Z'	Zasięg rezystywny R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
1 Ph-Ph	Do przodu	Z1 L-L Zasięg	Z1	$\frac{1}{2} \cdot R1$ L-L Impedan	0,25 R
1 Ph-Ph	Odwrotnie	Z1 L-L Zasięg	Z1	$\frac{1}{2} \cdot R1$ L-L Impedan	0,25 R
1 Ph-Ph	Rev Reach Series Comp.	Z1 L-L Zasięg	Z1' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} \cdot R1$ L-L Impedan	$\frac{1}{2} \cdot R1'$ Ph Res. Rev.
1e Ph-Ph	Do przodu	Z1e L-L Zasięg	Z1e	$\frac{1}{2} \cdot R1e$ Ph. Resistive	0,25 R
1e Ph-Ph	Odwrotnie	Z1e L-L Zasięg	Z1e	$\frac{1}{2} \cdot R1e$ Ph. Resistive	0,25 R
1e Ph-Ph	Rev Reach Series Comp.	Z1e L-L Zasięg	Z1e' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2} \cdot R1e$ Ph. Resistive	$\frac{1}{2} \cdot R1e'$ Ph Res. Rev.
2 Ph-Ph	Do przodu	Z2 L-L Zasięg	Z2	$\frac{1}{2} \cdot R2$ L-L Impedan	0,25 R
2 Ph-Ph	Odwrotnie	Z2 L-L Zasięg	Z2	$\frac{1}{2} \cdot R2$ L-L Impedan	0,25 R

Strefa	Typ	Zasięg impedancji Z	Odwrotny zasięg impedancji Z'	Zasięg rezystywny R	Odwrotny zasięg rezystywny R'
2 Ph-Ph	Przesunięcie*	Z2 L-L Zasięg	Z2' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*R2$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*R2'$ Ph Res. Rev.
3 Ph-Ph	Do przodu	Z3 L-L Zasięg	Z3	$\frac{1}{2}^*R3$ L-L Impedan	0,25 R
3 Ph-Ph	Odwrotnie	Z3 L-L Zasięg	Z3	$\frac{1}{2}^*R3$ L-L Impedan	0,25 R
3 Ph-Ph	Przesunięcie*	Z3 L-L Zasięg	Z3' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*R3$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*R3'$ Ph Res. Rev.
4 Ph-Ph	Do przodu	Z4 L-L Zasięg	Z4	$\frac{1}{2}^*R4$ L-L Impedan	0,25 R
4 Ph-Ph	Odwrotnie	Z4 L-L Zasięg	Z4	$\frac{1}{2}^*R4$ L-L Impedan	0,25 R
4 Ph-Ph	Przesunięcie*	Z4 L-L Zasięg	Z4' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*R4$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*R4'$ Ph Res. Rev.
P Ph-Ph	Do przodu	ZP L-L Zasięg	ZP	$\frac{1}{2}^*RP$ L-L Impedan	0,25 R
P Ph-Ph	Odwrotnie	ZP L-L Zasięg	ZP	$\frac{1}{2}^*RP$ L-L Impedan	0,25 R
P Ph-Ph	Przesunięcie*	ZP L-L Zasięg	ZP' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*RP$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*RP'$ Ph. Res. Rev.
Q Ph-Ph	Do przodu	ZQ L-L Zasięg	ZQ	$\frac{1}{2}^*RQ$ L-L Impedan	0,25 R
Q Ph-Ph	Odwrotnie	ZQ L-L Zasięg	ZQ	$\frac{1}{2}^*RQ$ L-L Impedan	0,25 R
Q Ph-Ph	Przesunięcie*	ZQ L-L Zasięg	ZQ' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*RQ$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*RQ'$ Ph. Res. Rev.
R Ph-Ph	Do przodu	ZR L-L Zasięg	ZR	$\frac{1}{2}^*RR$ L-L Impedan	0,25 R
R Ph-Ph	Odwrotnie	ZR L-L Zasięg	ZR	$\frac{1}{2}^*RR$ L-L Impedan	0,25 R
R Ph-Ph	Przesunięcie*	ZR L-L Zasięg	ZR' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*RR$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*RR'$ Ph. Res. Rev.
S Ph-Ph	Do przodu	ZS L-L Zasięg	ZS	$\frac{1}{2}^*RS$ L-L Impedan	0,25 R
S Ph-Ph	Odwrotnie	ZS L-L Zasięg	ZS	$\frac{1}{2}^*RS$ L-L Impedan	0,25 R
S Ph-Ph	Przesunięcie*	ZS L-L Zasięg	ZS' Ph Rev Reach	$\frac{1}{2}^*RS$ L-L Impedan	$\frac{1}{2}^*RS'$ Ph. Res. Rev.

Note:

*Jest to również odwrotny zasięg impedancji, jeśli ustawienie **Kompens. Szereg** jest *Zalaczone*.

7.4 WDROŻENIE ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO ZWARCIA FAZOWEGO I DOZIEMNEGO

Zabezpieczenie odległościowe wymaga wprowadzenia danych linii do prawidłowego działania. Dane należy wprowadzić za pomocą ustawień w kolumnie *PARAMETRY LINII*.

Zabezpieczenie odległościowe posiada tryb ustawienia, który domyślnie jest ustawiony na *Prosty*. Zalecamy ustawienia domyślne dla większości zastosowań. Zamiast ustawiać zasięgi impedancji strefy w omach, ustawienia strefy wprowadza się jako procenty danych linii zabezpieczonej określonych w ustawieniu *Impedancja linii* w kolumnie *PARAMETRY LINII*. Ustawienie zakłada, że współczynnik kompensacji resztkowej jest równy dla wszystkich stref. Zabezpieczenie oblicza wymagane ustawienia zasięgu ze wszystkich ustawień procentowych. Obliczone zasięgi strefy można wyświetlić, ale nie można zmienić ich wartości.

Tryb ustawień *Zaawansowany* umożliwia wprowadzenie poszczególnych zasięgów omowych odległości i współczynników kompensacji resztkowej dla każdej strefy. Po wybraniu trybu zaawansowanego wszystkie ustawienia procentowe powiązane z trybem ustawień *Simple* są ukryte, a ustawienia strefy odległości trzeba wprowadzić dla każdej strefy w kolumnie *ELEM ODLEGLOSC*.

7.4.1 CHARAKTERYSTYKI ZWARCIA FAZOWEGO

Każdą strefę fazy można *włączyć* lub *wyłączyć*, używając ustawienia **Zone Ph Status** w kolumnie *UST ODLEGLOS*.

Charakterystyki mogą być albo czworoboczne (wielobok), albo Mho (koliste). Wybrana charakterystyka dotyczy wszystkich stref. Wszystkie elementy odległości są kierunkowe i wykorzystują kompensację resztkową odpowiedniego zasięgu zwarcia fazowego.

7.4.2 CHARAKTERYSTYKI ZWARCIA DOZIEMNEGO

Każdą strefę uziemienia można *włączyć* lub *wyłączyć*, używając ustawienia **Zone Gnd Status** w kolumnie *UST ODLEGLOS*.

Charakterystyki mogą być albo czworoboczne (wielobok), albo Mho (koliste). Wybrana charakterystyka dotyczy wszystkich stref. Wszystkie elementy odległości są kierunkowe i wykorzystują kompensację resztkową odpowiedniego zasięgu zwarcia fazowego.

7.4.3 DECYZJA O WYZWOLENIU ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Zwarcie jest wykrywane, jeżeli napięcie fazowe spada poniżej 70% lub jeśli odbiera je selektor fazy. Po wykryciu zwarcia zabezpieczenie przechowuje wartości zarejestrowane w dwóch poprzednich cyklach. Służą do zapewnienia punktu odniesienia dla polaryzacji pamięci itp., gdy zwarcie jest przetwarzane.

Ze względów bezpieczeństwa należy spełnić szereg kryteriów, zanim zabezpieczenie odległościowe wyda polecenie wyzwalania. Są one następujące:

- Selektor fazy musi zidentyfikować zwarte fazy i upewnić się, że tylko odpowiednie strefy pomiaru odległości mogą doprowadzić do wyzwolenia. Możliwe selekcje fazowe to AN, BN, CN, AB, BC, CA i ABC. W przypadku zwarc doziemnych podwójnej fazy wybór to AB, BC lub CA, a N (neutralna) oznacza wyłącznie wskazanie.
- Dla wybranych elementów zwarcia doziemnego prądy fazowe i zerowe muszą przekraczać minimalny próg czułości. Dla wybranych elementów faza-faza prąd obwodowy musi przekraczać minimalny próg czułości. Domyślnie czułość ta to 5%In w przypadku zwarc faza-ziemia, a dla zwarc faza-faza obie zwarte fazy muszą przekraczać 5%In. Można podnieść minimalną czułość w razie potrzeby, ale zwykle nie jest to wymagane.
- Aby element odległości zwarcia doziemnego działał, odpowiedni detektor prądu zerowego musi wykryć sygnał.
- Impedancja zwartej fazy musi pojawiać się w strefie wyzwalania (pomiarowej), odpowiadającej wybranej fazie.

- W przypadku stref kierunkowych element kierunkowy musi zgadzać się ze strefą wyzwiania. Strefy 1, 2 i 4 są zawsze kierunkowe, a pozostałe są kierunkowe tylko wtedy, gdy zostały jako takie ustawione. W strefach kierunkowych element kierunkowy musi zgadzać się ze strefą wyzwiania. Na przykład strefa 1 to strefa kierunkowa do przodu i nie może wyzwalać w przypadku zwarć odwrotnych. Dlatego wyzwianie strefy 1 jest dozwolone tylko wtedy, gdy element kierunkowy wyda decyzję do przodu. Strefa 4 jest odwrotna, więc wymaga decyzji odwrotnej wydanej przez element kierunkowy.
- Ustawione opóźnienie czasowe dla strefy pomiarowej musi wygasnąć, a zmierzona impedancja miejsca zwarcia musi pozostawać wewnątrz charakterystyki strefy przez czas trwania opóźnienia. Zwykle strefa 1 nie ma opóźnienia czasowego (natychmiastowa), podczas gdy pozostałe strefy mają opóźnienia czasowe.
- Gdy używane są schematy odległościowe z kanałami, opóźnienie czasowe t_{Z2} dla strefy 2 o wydłużonym zasięgu można pominąć dla niektórych schematów.

7.4.4 WYBÓR FAZY ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Wybór fazy pozwala produktowi na dokładne określenie, które fazy uczestniczą w zwarcu i wyzwolenie prawidłowych stref pomiarowych.

Działanie elementów odległościowych jest kontrolowane przez selektor nałożony bieżącej fazy. Przez okres dwóch cykli po wykryciu sygnału selektora fazowego tylko elementy powiązane z rodzajem zwarcia wybranym przez selektor fazy mogą działać. Jeśli elementy te nie działają, wszystkie elementy są włączone przez kolejnych pięć cykli, zanim selektor fazy powraca do stanu nieaktywnego.

Praca elementu odległościowego podczas dwóch lub pięciu cykli powoduje utrzymanie stanu selektora fazy do momentu resetu elementu. Wyjątek pojawia się, gdy selekcjoner fazy zmienia decyzję podczas pracy elementu. W takim przypadku wybrane elementy są resetowane, a okres dwóch cykli uruchamia się wraz z nowym wyborem.

Note:

Każda istniejąca decyzja o wyzwoleniu nie jest resetowana pod tym warunkiem. Po pierwszym cyklu po wyborze selektora fazy może zmienić decyzję tylko na wybór obejmujący dodatkowe fazy.

W przypadku zwarć doziemnych dwufazowych włączone są tylko elementy faza-faza. Dzieje się tak, ponieważ są one na ogół dokładniejsze pod tymi warunkami niż elementy zwarcia doziemnego. Obciążony detektor poziomu prądu zerowego działa, aby wskazać udział ziemi w zwarcu.

7.4.4.1 WYBÓR ZWARTEJ FAZY

Fazę lub fazy zwarte wybiera się, porównując wielkość trzech nałożonych prądów faza-faza. Pojedyncze zwarcie fazowo-ziemne wytwarza ten sam nałożony prąd na dwóch sygnałach i zerowy na trzecim. Zwarcia faza-faza lub dwufazowe doziemne wytwarza jeden sygnał większy od dwóch pozostałych. Zwarcie trójfazowe wytwarza trzy nałożone prądy, które mają taką samą wielkość. Poniższy rysunek pokazuje, jak zmiany prądu można użyć do wyboru zwartych faz dla zwarcia C faza-ziemia (CN).

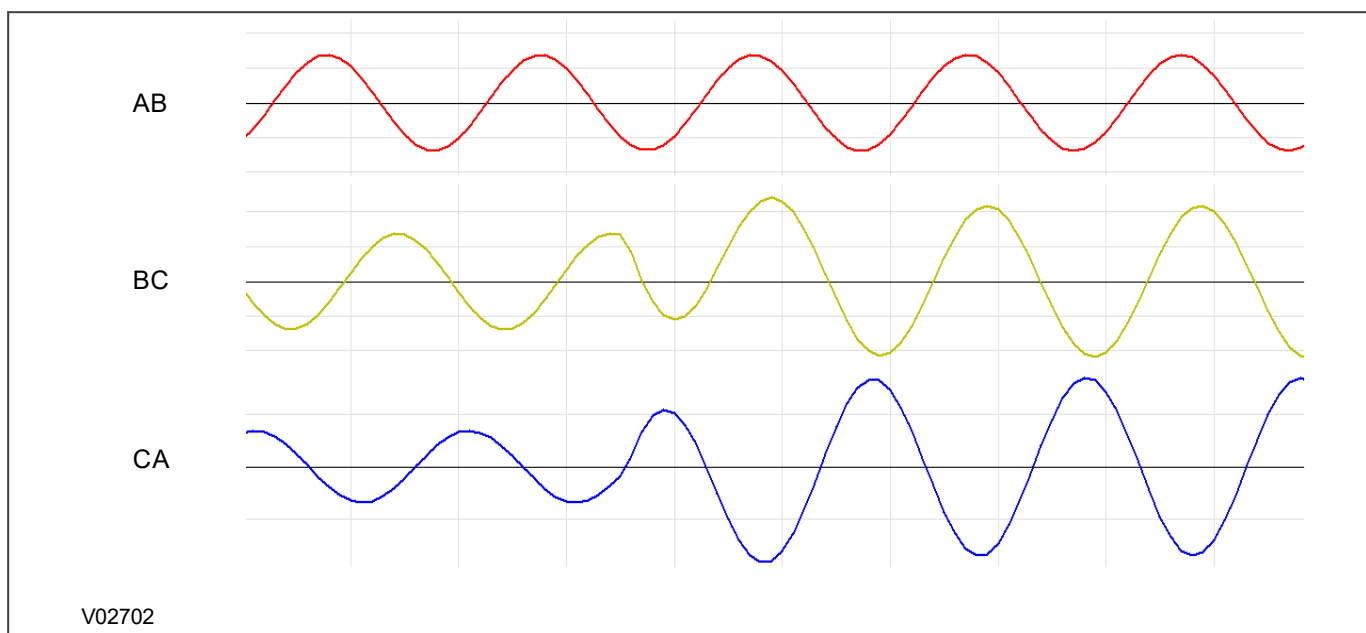


Figure 71: Zmiany prądu faza do fazy dla zwarcia C faza-ziemia (CN)

Domyślnie wybór fazy jest dokonywany, gdy dowolny nałożony prąd przekracza 5% prądu nominalnego ($0,05 I_n$).

Każdy nałożony prąd większy niż 80% największego nałożonego prądu jest uwzględniony w logice wyboru fazy.

Dla zastosowań, które mogą doświadczyć wysokich poziomów prądów subsynchronicznych, selektor fazy automatycznie podnosi próg z wartości domyślnej 5% I_n , aby zapobiec sporadycznemu działaniu, zachowując wysoką wrażliwość na zwarcia.

Note:

*W przypadku testowania elementów odległości przy użyciu zestawów testowych, które nie zapewniają modelu dynamicznego do generowania prawdziwych warunków delta, należy ustawić wartość **Tryb Test Stat** na **Zalaczone** w kolumnie COMMISSION TESTS. Powoduje to wyłączenie kontroli selektora i zmusza zabezpieczenie odległościowe do użycia konwencjonalnej (niedeltalnej) linii kierunkowej.*

Selektor fazy odbiera sygnał wykrycia zwarcia i włącza zabezpieczenie odległościowe na wszystkich elementach wybranych przez wykryty sygnał. Elementy te są włączone przez 2 cykle i normalnie powoduje to wyzwolenie. W przypadku podwójnych zwarć uziemienie-faza włączone są tylko odpowiednie elementy fazowe. Dzieje się tak, ponieważ w tych warunkach są one dokładniejsze niż elementy uziemienia. Jeśli jednak wyzwolenie nie zostanie rozpoczęte w ciągu 2 cykli, przez kolejnych 5 cykli wszystkie elementy odległości (w tym elementy faza-ziemia) są włączone. Podczas tych pięciu cykli może prowadzić to do nieprawidłowego działania elementów zwarcia doziemnego w przypadku podwójnego zwarcia faza-ziemia poza strefą. Wynika to z faktu, że jeden z elementów faza-ziemia może wykazywać znaczące wydłużenie zasięgu, co może prowadzić do nieprawidłowego działania. Aby temu zapobiec, włącza się tendencyjny detektor prądu zerowego i stosowany jest nadzór typu zwarcia.

7.4.5 OBciążONY DETEKTOR PRĄDU ZEROWEGO I NADZÓR TYPU ZWARCIA

Obciążony detektor prądu neutralnego pozwala elementom zwarcia doziemnego działać tylko w przypadku wykrycia wystarczającego prądu zerowego. Charakterystyka obciążonego detektora prądu zerowego została pokazana na poniższym rysunku.

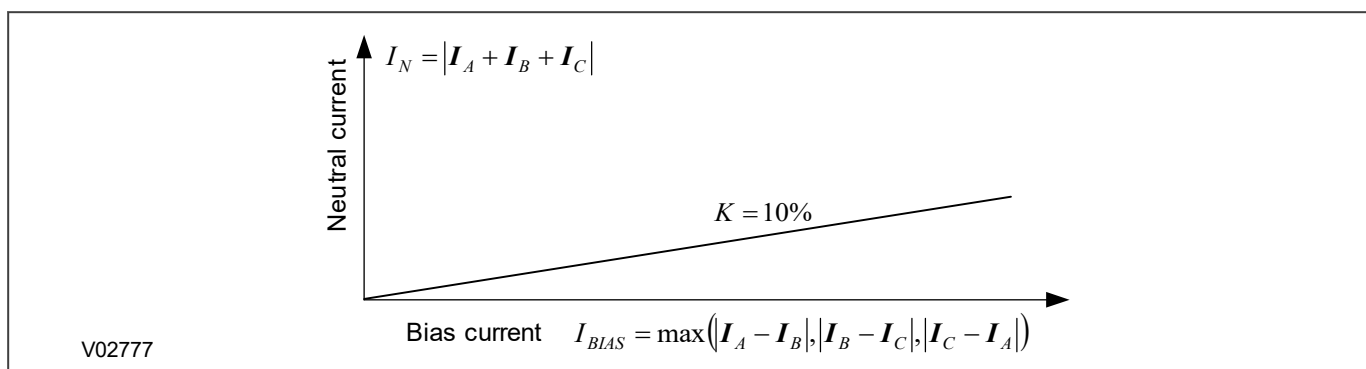


Figure 72: Charakterystyka obciążonego detektora prądu zerowego

Detektor prądu zerowego wykorzystuje maksymalnie trzyczasowe różnice jako wartość obciążoną. Pochyłość charakterystyki jest stała i wynosi 10%.

Obciążenie detektora prądu zerowego sprawia, że detektor jest na tyle czuły, aby działać dla każdego zwarcia jednofazowego bez ryzyka wychwytywania zerowego prądu rozlanego podczas zwarcia faza-faza. Zerowy prąd rozlany może wynikać z niedopasowanych transformatorów prądowych lub nasycenia transformatorów. Obciążenie zapewnia również, że elementy odległościowe zwarcia doziemnego są zwykle wyłączone dla podwójnych zwarcia faza-ziemia o dużej rezystancji w prądzie zerowym. Tego rodzaju zwarcia mogą występować w układach rezystywnie uziemionych lub układach uziemionych bezpośrednio ze względu na dużą odporność łukową. Biorąc pod uwagę, że warunki te są bardzo podobne do czystych zwarcia faza-faza, elementy odległościowe zwarcia doziemnego mogą wykazywać wysokie błędy pomiarowe, które pozwala rozwiązać zastosowanie detektora prądu zerowego.

Istnieje dodatkowy nadzór mający na celu zahamowanie pętli faza do uziemienia w przypadku podwójnych zwarcia faza do uziemienia. W technice tej sprawdza się bezwzględny kąt między prądem sekwencji zerowej a prądem sekwencji ujemnej. Pozwala to elementowi faza do uziemienia działać tylko wtedy, gdy kąt bezwzględny między sekwencją ujemną a sekwencją zerową wynosi mniej niż 50 stopni. Nadzór ten jest stosowany tylko w niektórych scenariuszach, gdy przełącznik znajduje się w stanie okresu 5-cyklowego.

7.4.6 KIERUNKOWANIE ELEMENTÓW ODLEGŁOŚCIOWYCH

Domyślnie technika delta jest stosowana do kierunkowania zabezpieczenia odległościowego. Działa zmiany stopniowe (delty) prądu i napięcia, aby określić, czy potencjalne warunki zwarcia występują w kierunku do przodu czy do tyłu. Progi prądu i napięcia delta używane w decyzji kierunkowej odległości są stałe, aby zapewnić optymalne działanie. Kąt charakterystyki kierunkowej (zwany także kątem charakterystyki przełącznika, RCA) jest ustawiony domyślnie na 60°, ale można zmienić go zgodnie z zastosowaniem przy użyciu ustawienia **Dir. Char Angle** w kolumnie **UST ODLEGLOS**.

Technika kierunkowej delty wymaga, aby zmiany napięcia i prądu przekraczały nastawione progi w celu określenia decyzji dotyczącej kierunku do przodu i odwrotnym. Jeżeli progi te nie zostaną przekroczone, ale dojdzie do wykrycia potencjalnego zwarcia, zabezpieczenie odległościowe wraca do konwencjonalnej techniki kierunkowej z polaryzacją pamięci napięciowej.

Jeśli nie korzysta się z techniki kierunkowej delty, można ustawić **Stan kier** w kolumnie **UST ODLEGLOS** na **Odstawione**; wtedy używana będzie polaryzacja pamięci.

7.4.7 ELEMENT KIERUNKOWY DELTA

Gdy stosowane jest zabezpieczenie odległościowe, algorytm delta służy do ukierunkowania wszystkich elementów odległościowych; mho i czworoboków. Jeśli kierunkowa delta nie jest używana, np. jeśli **Stan kier** w kolumnie **KIER DELTA** ustawiono na **Odstawione**, przełącznik powraca do konwencjonalnej linii kierunkowej dla mho i czworoboków. Linia konwencjonalna jest przedstawiona w sekcji CZWOROBOKI KIERUNKOWE.

Jeżeli **Stan kier** w **KIER DELTA** ustawiono na *Zalaczone*, IED również przełączy się na linię konwencjonalną, jeśli:

- jest ustawiony na *Zalaczone* w **Test statt** w **COMMISSION TESTS**
- jeśli nie ma wystarczających pomiarów Delta V i Delta I
- jeśli pamięć wygasła i nie jest poprawna (warunek SOTF)

Jeśli kierunkowa delta jest używana w połączeniu ze schematami komunikacji, algorytm delta może zapewnić dodatkowe zabezpieczenie w postaci kierunkowego zabezpieczenia porównawczego.

7.4.7.1 ZASADA DZIAŁANIA I KONFIGURACJA KIERUNKOWEJ DELTY

Delta kierunkowa bierze pod uwagę względny kąt fazowy prądu nałożonego ΔI (delta I) w porównaniu z napięciem nałożonym ΔV (delta V) w momencie powstania zwarcia. Delta jest obecna tylko wtedy, gdy wystąpi zwarcie i wygeneruje zmianę skokową z obciążenia stanu stacjonarnego sprzed zwarcia.

W zdrowych warunkach sieciowych napięcie systemu jest bliskie wartości nominalnej V_n i przepływowi prądu obciążenia. W takich warunkach stacjonarnych, jeśli napięcie zmierzone na każdej fazie jest porównywane z pamięcią zapisaną z dokładnie dwóch cykli układu zasilania, różnica między nimi wynosi zero. Zerowa zmiana napięcia ($\Delta V = 0$) i zerowa zmiana prądu ($\Delta I = 0$), z wyjątkiem sytuacji, gdy występują zmiany prądu obciążeniowego.

Gdy dojdzie do zwarcia w układzie, zmierzone zmiany delty to:

ΔV = napięcie zwarciove (czas „t”) – zdrowe napięcie sprzed zwarcia (t-2 cykle)

ΔI = prąd zwarciovy (czas „t”) – prąd obciążeniowy sprzed zwarcia (t-2 cykle)

Pomiary delty są różnicą wektorową powodującą wystąpienie wartości bezwzględnej i kąta delta. W warunkach zdrowego układu wartości sprzed zwarcia to te zmierzone 2 cykle wcześniej. W przypadku wykrycia zwarcia wartości sprzed zwarcia są utrzymywane przez czas trwania zwarcia.

Zmiany w wielkości bezwzględnej służą do wykrycia obecności zwarcia, a kąty do określenia, czy zwarcie występuje w kierunku do przodu, czy też odwrotnym.

Na poniższym rysunku pokazano nałożone (delta) sieci sekwencji dla jednofazowego zwarcia doziemnego.

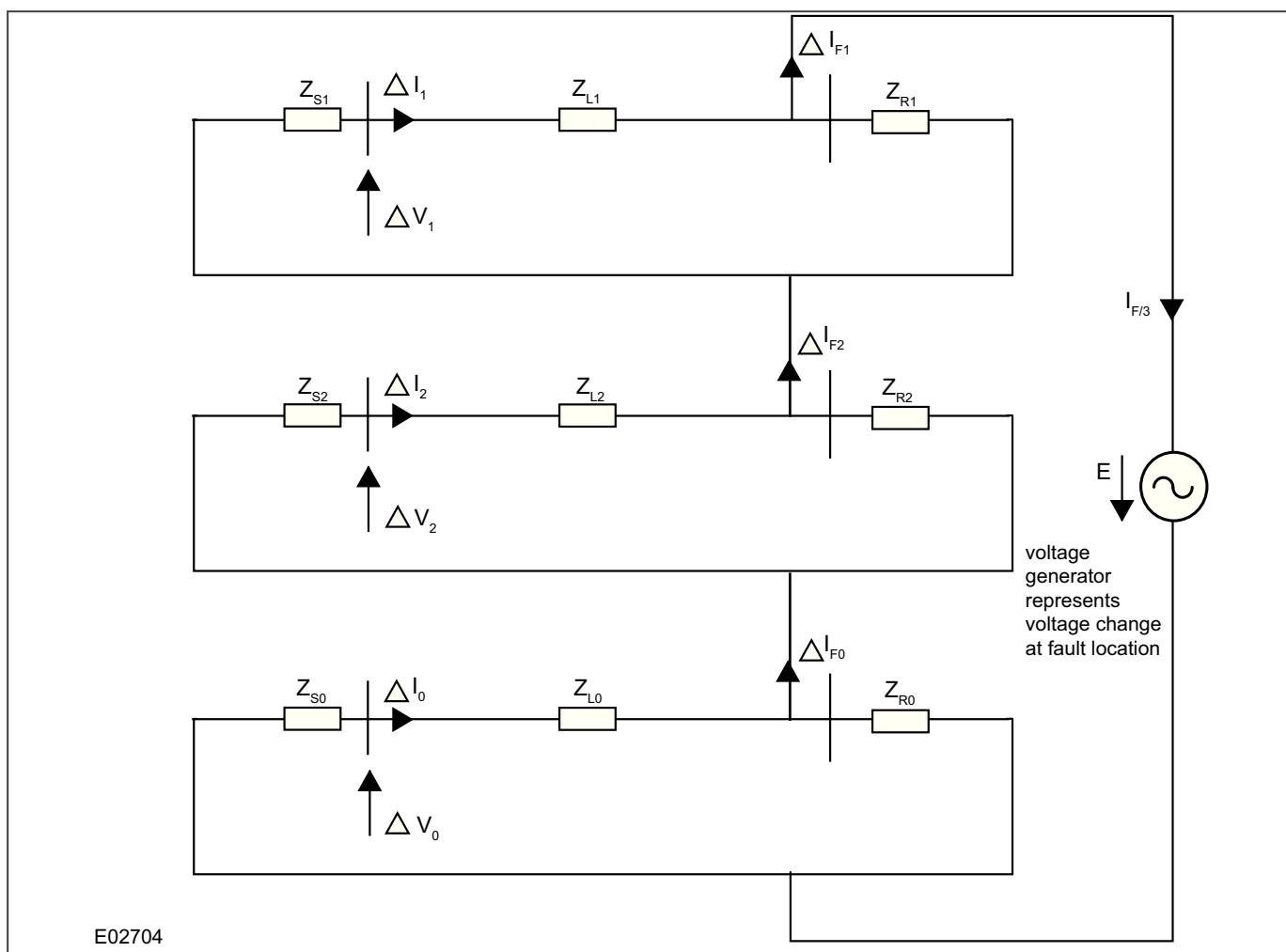


Figure 73: Połączenie nałożonych sieci sekwencji dla wewnętrznego zwarcia A-N

Zwarcie jest pokazane w pobliżu szyny zbiorczej na końcu linii R i skutkuje połączeniem sieci sekwencji dodatniej, ujemnej i zerowej w szeregu. Diagram delty pokazuje, że każde zwarcie jest generatorem Δ , połączonym w miejscu powstania zwarcia. Charakterystyki delty to:

- ΔI generowany przez zwarcie jest równy całkowitemu prądowi łuku uskokowego.
- ΔI dzieli się na równoległe ścieżki, z częściowym wkładem ze źródła „S” i częściowym z odległego końca „R” linii. W związku z tym każdy element mierzy mniejszą część ΔI .
- ΔV wytwarzany przez zwarcie jest równy napięciu łukowemu minus napięcie sprzed zwarcia, więc jest w antyfazie z napięciem sprzed zwarcia.
- ΔV zmierzony przez zabezpieczenie to spadek napięcia w poprzek źródła impedancji za miejscem zabezpieczenia. Jest zazwyczaj mniejszy niż DV zmierzony w miejscu zwarcia, ponieważ załamanie napięcia jest mniejsze bliżej źródła niż w miejscu zwarcia.
- W celu wykrycia zwarcia zmierzone ΔI i ΔV powiązane ze zwarcie muszą być większe niż odpowiednio ustawienie **Dir I Fwd** i **Dir V Fwd**.

7.4.7.2 DECYZJA KIERUNKOWA DELTA

Wielkości delta są generowane, gdy rozpoczyna się zwarcie. Poniższe kryteria charakteryzują kierunek zwarcia:

Zwarcie w kierunku do przodu:

ΔV to spadek napięcia, więc ma zwrot ujemny. ΔI to przepływ prądu do przodu, więc ma zwrot dodatni. Gdy ΔI i ΔV znajdują się w przybliżeniu w antyfazie, zwarcie jest w kierunku do przodu. Dokładna zależność kątowa dla zwarcia w kierunku do przodu to:

$$\Delta V / \Delta I = - (\text{impedancja źródła } Z_s)$$

gdzie Z_s to impedancja źródła za zabezpieczeniem.

Dla zwarcia w kierunku odwrotnym

ΔV to spadek napięcia, więc ma zwrot ujemny. ΔI to wydatek płynący w kierunku odwrotnym, więc ma zwrot ujemny. Gdy ΔI i ΔV znajdują się w przybliżeniu w fazie, zwarcie jest w kierunku odwrotnym. Dokładna zależność kątowa dla zwarcia w kierunku odwrotnym to:

$$\Delta V / \Delta I = (\text{impedancja odległego źródła } Z_r + Z_L)$$

gdzie Z_L to impedancja linii zabezpieczonej, a Z_r to impedancja źródła odległego końca.

Ustawienie kąta charakterystyki kierunkowej (RCA) (**Odl. Kat Char**) pozwala ustawić środek charakterystyki kierunkowej zgodnie z ilością, o jaką prąd nominalnie zalega za odniesieniem ΔV . Granica charakterystyki wynosi wówczas $\pm 90^\circ$ po obu stronach ustawionego kąta charakterystyki.

Note:

Jeśli schemat kierunkowy delta nie jest używany, kierunkowanie strefy odległości wykorzystuje stałe progi operacyjne: $\Delta V = 0,5 \text{ V}$ i $\Delta I = 5\% I_n$. Jeśli zwarcie ΔV jest poniżej $0,5 \text{ V}$, konwencjonalna linia odległości zapewnia prawidłową polaryzację do przodu/odwrotną. W przypadku schematów kierunkowych delta wystarczające ΔV musi być obecne, aby doszło do wyzwolenia.

Element kierunkowy delta spowoduje podjęcie decyzji w kierunku do przodu, gdy kąt między voltami delty a prądem delta przesuniętym o ustawienie **Odl. Kat Char** jest większy niż 90° . Ustawienie **Odl. Kat Char** to kąt charakterystyki impedancji źródłowej, Z_s .

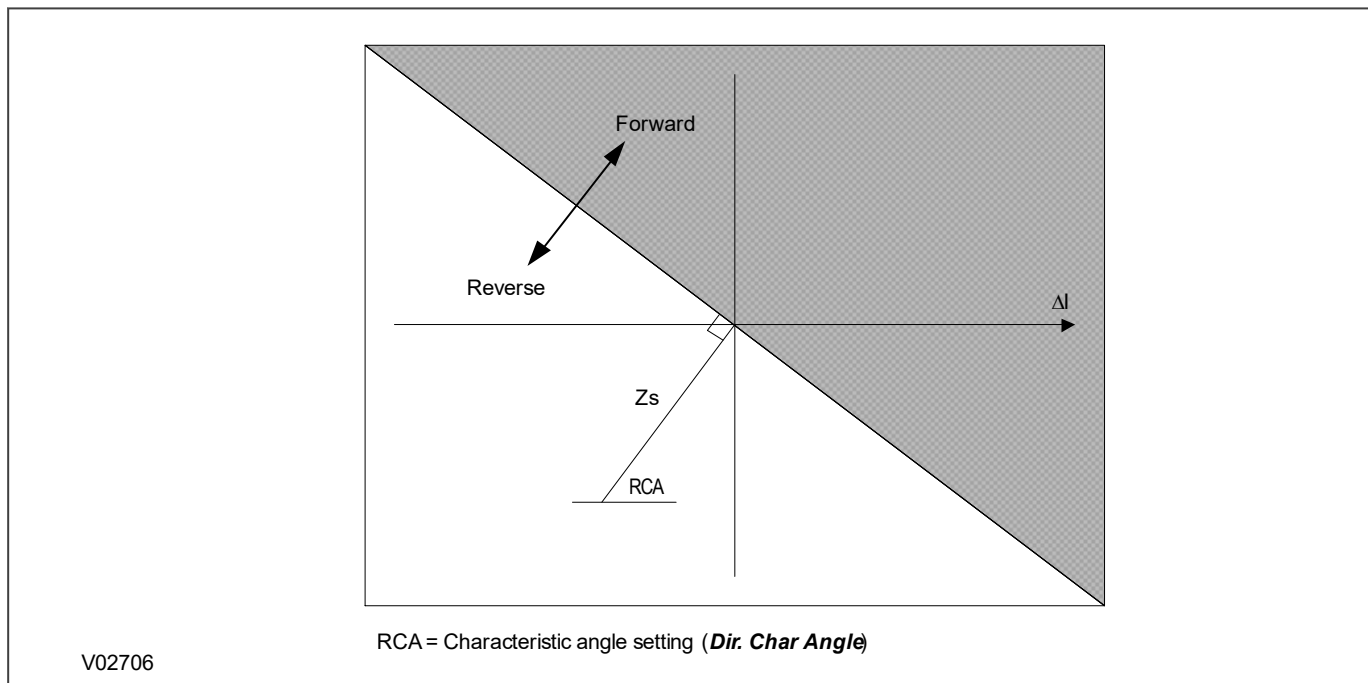


Figure 74: - ΔV regiony wyzwolenia do przodu i odwrotnie

Aby ułatwić testowanie elementów odległości przy użyciu zestawów testowych, które nie zawierają modelu dynamicznego do generowania prawdziwych warunków delta zwarcia, należy ustawić **Test stat** w kolumnie **COMMISSION TESTS** na *Zalaczone*. Powoduje to wyłączenie kontroli selektora i zmusza zabezpieczenie do użycia konwencjonalnej (niedeltalnej) linii kierunkowej.

Note:

Niektóre zestawy testowe z modelami dynamicznymi mają możliwość uwzględniania przesunięcia DC. Zdecydowanie zalecamy stosowanie przesunięcia DC, ponieważ forma falowa utworzona bez DC czasami tworzy skok prądu, który nie jest realistyczny i może to spowodować problem z algorytmem delta.

7.4.8 USTAWIENIA STREFY ELEMENTU ODLEGŁOŚCI

Ustawienia zabezpieczenia odległościowego są zawarte w kolumnach **UST ODLEGLOS** i **ELEM ODLEGLOSC** odpowiedniej grupy ustawień.

Zabezpieczenie odległościowe posiada **tryb ustawienia**, który domyślnie jest ustawiony na *Prosty*. Zalecamy ustawienia domyślne dla większości zastosowań. Zamiast ustawiać zasięgi impedancji strefy w omach, ustawienia strefy wprowadza się jako procenty danych linii zabezpieczonej określonych w ustawieniu **Impedancja linii** w kolumnie **PARAMETRY LINII**. Ustawienie zakłada, że współczynnik kompensacji resztkowej jest równy dla wszystkich stref. Zabezpieczenie oblicza wymagane ustawienia zasięgu ze wszystkich ustawień procentowych. Obliczone zasięgi strefy można wyświetlić, ale nie można zmienić ich wartości.

Tryb ustawień „Advanced” umożliwia wprowadzenie poszczególnych zasięgów omowych odległości i współczynników kompensacji resztkowej dla każdej strefy. Po wybraniu trybu „Advanced” wszystkie ustawienia procentowe powiązane z trybem ustawień „Simple” w kolumnie **UST ODLEGLOS** zostaną ukryte, a ustawienia strefy odległości należy wprowadzić dla każdej strefy w kolumnie **ELEM ODLEGLOSC**.

W przypadku trybu ustawień „Prosty” kolumna **ELEM ODLEGLOSC** zawiera listę ustawień, które zostały automatycznie obliczone i zastosowane. Lista ta jest przydatna jako odniesienie przy uruchamianiu i okresowych testach wtryskowych. W przypadku używania trybu ustawień „Zaawansowany” należy jednak podać wszystkie ustawienia dla każdej strefy.

Note:

Strefy odległości są kierunkowane decyzją kierunkową delta. Kąt charakterystyki dla tej decyzji jest ustawiany z konfiguracją kierunkową delta w kolumnie **UST ODLEGLOS**. Domyślne ustawienie to 60°.

7.4.8.1 USTAWIENIA ZAAWANSOWANE STREFY ODLEGŁOŚCI

Tryb Nastawien jest ustawiany w kolumnie **UST ODLEGLOS**. Istnieją dwa możliwe tryby: prosty i zaawansowany.

Jeśli jest ustawiony na *Prosty*, należy jedynie wprowadzić parametry linii, takie jak długość, impedancje i kompensacja resztkowa, znajdujące się w kolumnie **PARAMETRY LINII**. Zasięg ustawia się w procentach linii zabezpieczonej.

Zalecamy tryb ustawień *Zaawansowany* dla sieci, gdzie linie zabezpieczone i sąsiadujące mają odmienną konstrukcję, wymagają kątów charakterystycznych dla strefy niezależnej i kompensacji resztkowej. W tym trybie ustawień dostępne są wszystkie indywidualne ustawienia odległości omowej, kompensacji resztkowej i progi prądu roboczego na każdą strefę.

W zaawansowanym trybie ustawień należy także ustawić minimalną czułość prądu dla każdej strefy (**Zn Sensit.** **Iph>n** i **Zn Sensit. Igd>n**).

Ustawienie czułości prądu dla każdej strefy służy do ustawienia minimalnego prądu, który musi przepływać w każdej ze zwartych faz, zanim dojdzie do wyzwolenia. Na przykład, jeśli występuje zwarcie linii fazy A-B, zabezpieczenie musi zmierzyć oba prądy Ia i Ib powyżej minimalnej ustawionej czułości.

Domyślne ustawienie wynosi 7,5% In dla stref 1 i 2 oraz 5% dla pozostałych stref, aby zagwarantować, że praca elementu odległości nie jest ograniczona, aż do stosunku SIR 60.

Gdy używane są charakterystyki czworoboczne, można ustawić kąt przechylenia i linie zasięgu impedancji.

W trybie ustawień *Zaawansowany* linie zasięgu impedancji i charakterystyki czworobocznej są stałe, ale nie jako poziome linie oporu biernego. Aby uwzględnić tolerancje kątów fazowych w transformatorach prądowych i napięciowych itp., linie są przechylone do dołu przy opadaniu -3° .

W trybie ustawień *Zaawansowany* przechylenie linii górnych można zmienić.

7.4.8.2 CZUŁOŚCI STREFY ODLEGŁOŚCI

W trybie ustawień Simple ma zastosowanie minimalna czułość prądu, ale wartość jest automatycznie obliczana i stosowana na podstawie danych wprowadzonych w polach ustawień Simple. Kryteria stosowane do obliczenia wartości ustawienia są wymagane dla minimalnej wartości prądu płynącego w pętli zwarcia oraz dla napięcia punktowego zasięgu strefy. Dla stref innych niż 1 i 2 minimalny prąd musi być większy niż 5% prądu nominalnego, a minimalne napięcie w punkcie zasięgu strefy musi wynosić 0,25 V. Prąd odpowiadający kryteriom punktu zasięgu można wyrazić jako 0,25/zasięg strefy, a czułość można wyrazić jako:

$$\text{czułość} = \text{maks. } (5\%I_n, (0,25/\text{zasięg strefy}))$$

Strefy 1 i 2 są ustawione jako mniej wrażliwe niż odwrotna strefa 4. Zapewnia to stabilność zabezpieczenia w schemacie wydłużenia zasięgu lub blokowania. Dla stref 1 i 2 stosowane są takie same kryteria jak dla pozostałych stref. Stosuje się również kryterium minimalnej czułości w zależności od czułości strefy 4. Czułość musi przekraczać $1,5 \times$ czułość strefy 4 i może być wyrażona jako:

$$\text{Czułość } (Z1, Z2) = \text{maks. } (5\%I_n, (0,25/\text{zasięg strefy}), (1,5 \times \text{czułość strefy 4}))$$

Lub

$$\text{Czułość } (Z1, Z2) = \text{maks. } (5\%I_n, (0,25/\text{zasięg strefy}), (1,5 \times (0,25/\text{zasięg strefy 4})))$$

Zależność od elementu strefy 4 zawsze ma zastosowanie, nawet jeśli strefa 4 jest wyłączona.

Domyślne ustawienia zasięgu dla stref 1, 2 i 4 to odpowiednio 80%, 120% i 150%. Dla tych ustawień warunki zależne od strefy można zredukować do:

$$0,25/\text{zasięg strefy 1} = 0,25/(0,8 \times \text{impedancja linii})$$

$$0,25/\text{zasięg strefy 2} = 0,25/(1,2 \times \text{impedancja linii})$$

$$1,5 \times (0,25/\text{zasięg strefy 4}) = 0,25/\text{impedancja linii}$$

W takich przypadkach dla strefy 1 dominującym terminem zasięgu strefy jest termin strefy 1, a równanie można ograniczyć do:

$$\text{czułość } (Z1) = \text{maks. } (5\%I_n, (0,25/(0,8 \times \text{impedancja linii})))$$

Dla linii o impedancji mniejszej niż 6,25 Ω dominuje termin zasięgu strefy 1, a czułość jest większa niż 5% I_n . Ponad tą impedancją linii czułość to 5% I_n .

Podobnie dla strefy 2 dominującym terminem zasięgu strefy jest termin strefy 4, a równanie można ograniczyć do:

$$\text{czułość } (Z2) = \text{maks. } (5\%I_n, (0,25/\text{impedancja linii}))$$

Dla linii o impedancji mniejszej niż 5 Ω dominuje termin zasięgu strefy, a czułość jest większa niż 5% I_n . Ponad tą impedancją linii czułość to 5% I_n .

W trybie ustawień *Zaawansowany* powinny być stosowane takie same kwalifikacje dla minimalnej czułości strefy odległości jak dla minimalnej wrażliwości, aby zapewnić dokładność elementu odległościowego.

7.4.9 ZASTOSOWANIE Z KONDENSATOREM VT

Urządzenie zapewnia ustawienie dla zastosowań z przekładnikiem napięciowym kondensatora (CVT). Ustawienie to **Filtr CVT** i można je znaleźć w kolumnie **UST ODLEGŁOŚCI**. Domyślne ustawienie to *Odstawione* i jest używane dla konwencjonalnych uzwojonych przekładników napięcia. Jeśli używane są CVT, można ustawić **Filtr CVT** na

Pasywny lub *Aktywny* , aby zredukować efekty przejściowych komponentów spowodowane przez zbliżone zwarcia.

7.4.9.1 CVT Z PASYWNYM TŁUMIENIEM FERROREZONANSU

Pasywne tłumienie w celu zmniejszenia efektów komponentów przejściowych, które mogą być spowodowane zbliżonymi zwarciami, wykorzystuje konstrukcję antyrezonansową, a powstałe zniekształcenie przejściowe jest dość niewielkie. Pasywnie tłumione CVT czasami są klasyfikowane jako typ 2. W zastosowaniach z pasywnymi CVT wpływ na dokładność charakterystyki jest zwykle znikomy dla współczynników impedancji źródła do linii poniżej 30 ($SIR < 30$). Jednak przy wysokim współczynniku impedancji źródła do linii (SIR) zaleca się ustawienie **Filtr CVT** na *Pasywny*.

Ustawiając **Filtr CVT** na *Pasywny*, zabezpieczenie może wyzwolić się przy prędkościach podcyklowych, chyba że rzeczywista wartość SIR jest powyżej ustawienia. Jeśli szacuje się, że SIR będzie wyższa od ustawienia, chwilowy czas działania zwiększa się o około jedną czwartą cyklu częstotliwości mocy. Zabezpieczenie szacuje SIR jako stosunek nominalnego napięcia V_n do wielkości wektora komparatora I_Z (w woltach):

$$SIR = V_n / I_Z$$

gdzie:

- V_n = faza nominalna do napięcia zerowego
- I = prąd uszkodzeniowy
- Z = ustawienie zasięgu dla danej strefy

Dlatego, przy wolniejszym działaniu, I musi być niski, jak przy ograniczeniu przez relatywnie słaby przepływ, a Z musi być małe, jak dla krótkiej linii.

7.4.9.2 CVT Z AKTYWNYM TŁUMIENIEM FERROREZONANSU

Aktywne tłumienie w celu zmniejszenia efektów komponentów przejściowych, które mogą być wywołane bliskimi zwarciami, wykorzystuje dostrojony obwód L-C w CVT. Wytlumianie elementów przejściowych nie jest tak skuteczne jak tłumienie pasywne. CVT z aktywnym tłumieniem często nazywane są CVT typu 1. Aby zapewnić dokładność punktu zasięgu, w zastosowaniach z aktywnymi CVT ustawienie **Filtr CVT** należy ustawić na *Aktywny*. Zabezpieczenie różni się w zależności od obliczonego współczynnika impedancji źródła do linii $SIR (= V_n / I_Z)$.

gdzie:

- V_n = faza nominalna do napięcia zerowego
- I = prąd uszkodzeniowy
- Z = ustawienie zasięgu dla danej strefy

Wyzwalanie podcyklowe jest utrzymane dla niższych SIR , do współczynnika 2. Chwilowy czas pracy jest zwiększany o mniej więcej jedną czwartą cyklu częstotliwości mocy przy wyższych SIR .

Stany przejściowe spowodowane zapadaniem napięcia, jakkolwiek poważne, nie wpływają na pomiary kierunkowe zabezpieczenia, ponieważ wykorzystują pamięć napięciową.

7.4.10 OGRANICZANIE OBCIĄŻENIA

Ograniczniki obciążenia są zapewnione zarówno dla elementów odległościowych fazy, jak i zwarcia doziemnego, aby zapobiec nieprawidłowemu wyzwalaniu przy przepływie dużego obciążenia. Należy skonfigurować obwiednię ograniczającą, która otacza wartości obciążenia przewidywane w najgorszym przypadku, aby zablokować wyzwalanie dla każdej impedancji zmierzonej w ograniczonym regionie. Tylko impedancja miejsca zwarcia znajdująca się poza obszarem ograniczonym przez ograniczniki obciążenia może spowodować wyzwalanie. Charakterystyki ograniczników są pokazane na poniższym rysunku:

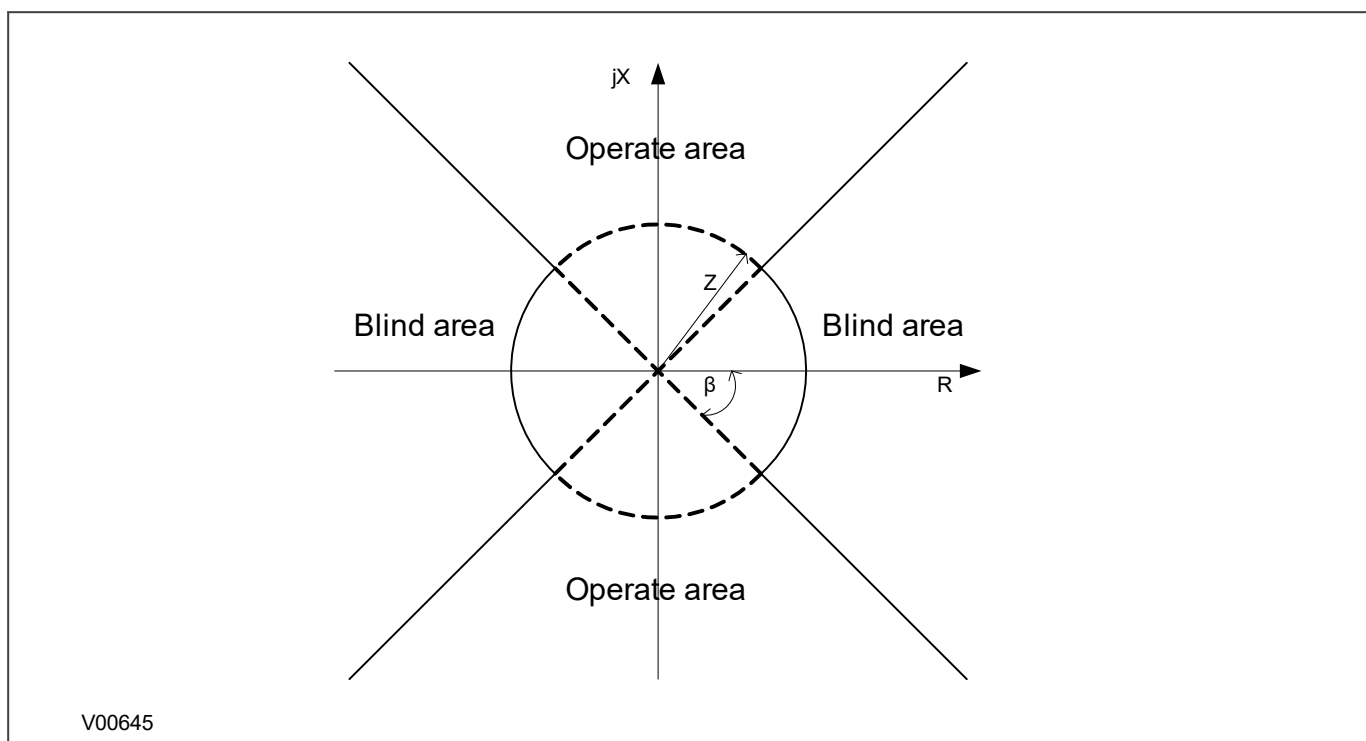


Figure 75: Charakterystyki ograniczników obciążenia

- Z oznacza wartości dla ustawień obciążenia / impedancji B. Ustawiają one promień okręgu podimpedancyjnego fazy i ziemi.
- β oznacza wartości dla ustawień obciążenia / kąta B. Ustawiają one kąt dwóch linii granicznych ogranicznika dla fazy i ziemi; gradient wzniesienia lub opadania względem osi rezystywnej.

Zabezpieczenie może umożliwić pominięcie ogranicznika obciążenia w dowolnym czasie, gdy zmierzone napięcie dla danej fazy spada poniżej ustawienia niedostatecznego napięcia. W takich okolicznościach niskie napięcie nie może być przypisane normalnym tolerancjom przepływu napięcia pod obciążeniem. Zwarcie musi być obecne na danej fazie, aby dopuszczalne było zadziałanie ogranicznika i umożliwienie zabezpieczeniu odległościowemu wyzwolenia w celu dokonania pomiaru w strefie. Zaletą pominięcia ograniczników obciążenia jest to, że pokrycie rezystywne dla zwarców w pobliżu miejsca zabezpieczenia może być wyższe.

Aby użyć ograniczników obciążenia, należy ustawić **Hamowanie obciążenia** na **Zalaczone**. Następnie należy ustawić odpowiednie wartości dla impedancji ogranicznika przy użyciu ustawień **Z<L-L Obcia.Imp.** i **Z<L-E Obcia.Imp.** wartości β przy użyciu ustawień **Kat Obce L-L** i **Kat Obce L-E** oraz próg podnapięcia przy użyciu ustawienia **Load Blinder V<**.

7.4.11 ZABEZPIECZENIE PRZED ZWARCIAMI CROSS-COUNTRY

„Zwarcie cross-country” to termin przyjęty w celu objęcia scenariuszy zwarców, gdy w systemie występują jednocześnie oddzielne zwarcia jednofazowe. W przypadku gdy stosowane jest wyzwalać jednobiegunowe, jeśli dojdzie do jednofazowego zwarcia doziemnego, napięcia na pozostałych fazach mogą wzrosnąć powyżej normy. Może to spowodować załamanie w innym miejscu systemu i doprowadzić do kolejnego zwarcia na innej fazie niż ta, na której wystąpiło pierwotne zwarcie.

Zabezpieczenie odległościowe w tym produkcie posiada logikę pominięcia zwarcia cross-country, która jest wbudowana w selektor fazy. Logika jest przeznaczona do zabezpieczenia systemów z uziemieniem stałym przed zwarciami cross-country. Zapewnia to prawidłowe działanie zwarcia w strefie 1, które może ewoluować, aby objąć inną fazę. W przypadku izolowanych lub kompensacyjnych systemów uziemiających zamiast tego stosowana będzie logika preferencyjna dla zwarców cross-country.

Logika pominięcia zwarcia cross-country:

- Zapobiega ewentualnemu fałszywego działaniu elementów odległościowych faza-faza, jednocześnie umożliwiając wyzwolenie odpowiedniego elementu fazowo-ziemnego strefy 1.
- Działa, gdy zabezpieczenie odległościowe dokonuje wyboru wielofazowego (gdy w zwarcu bierze udział więcej niż jedna faza), ale sygnał odbiera tylko element fazowo-ziemny strefy 1. Tylko działanie „na kącie” elementu fazowo-ziemnego strefy 1 może aktywować logikę. Zapobiega to nieprawidłowemu działaniu ze względu na wkroczenie impedancji.
- Umożliwia działanie tylko jednego elementu fazowo-ziemnego strefy 1. Działanie tego elementu musi być zgodne ze wskazaniem odbioru fazy selektora fazy. Na przykład, jeśli oryginalny wybór fazy wskazywał zaangażowanie tylko faz B i C, logika może pozwolić, aby wyzwolenie BN lub CN pominęło wybór faza-faza, ale pominięcie elementu AN nie jest dozwolone.
- Nie ma zastosowania, jeśli sygnał odbiera więcej niż jeden element strefy 1 w kierunku do przodu. W takim przypadku zwarcie jest uznawane za wielofazowe, a zabezpieczenie wyzwala trzybiegunowo.

Note:

Ograniczenie obciążenia można zastosować dla charakterystyk fazowych i ziemnych. Kompensacja resztkowa nie jest stosowana. Charakterystyki fazowe wykorzystują napięcie faza-faza i prąd faza-faza. Charakterystyki zwarcia doziemnego wykorzystują napięcie faza-zerowe i prąd faza-zerowy.

7.5 SYSTEMY IZOLOWANE I KOMPENSOWANE NA ODLEGŁOŚĆ

7.5.1 SYSTEMY Z UZIEMIENIEM CEWKĄ PETERSENA

System uziemienia cewką Petersena jest używany w kompensowanych systemach uziemienia, a także w przypadkach uziemienia o dużej impedancji. Systemy uziemione cewką Petersena (zwane też kompensowanymi lub rezonansowymi) występują powszechnie tam, gdzie system obejmuje głównie wiejskie linie napowietrzne. Są one szczególnie korzystne w miejscach, gdzie często występują zwarcia przemijające. W systemie uziemienia cewką Petersena cewka jest uziemiona za pomocą reaktora, którego reaktancja jest dostrojona tak, aby była nominalnie równa całkowitej pojemności doziemnej systemu. Podobnie jak w systemach izolowanych, jeśli jednofazowe zwarcie doziemne jest zastosowane do systemu uziemionego cewką Petersena, w warunkach stanu stacjonarnego nie przepływa prąd zwarcia doziemnego. Skuteczność metody redukcji prądu do zera zależy od dokładności dostrojenia wartości reaktancji, a wszelkie zmiany w systemie pojemnościowym (np. z powodu zmian w konfiguracji systemu) wymagają zmian w reaktancji cewki. W praktyce doskonałe dopasowanie reaktancji cewki do pojemności systemu jest trudne do osiągnięcia, aby płynął niewielki prąd zwarcia doziemnego.

Jeśli prąd zwarcia doziemnego jest poniżej pewnego poziomu w izolowanych i kompensacyjnych systemach uziemionych, zwarcie jest samogasnące ze względu na niską wielkość prądu. Jawi się więc jako zjawisko przejściowe. Na poniższym rysunku pokazano poziomy prądu zwarcia doziemnych, poniżej których samogasną one w tego typu systemach. Według statystyk około 80% zwarcia doziemnych w systemach uziemienia cewką Petersena samogasnie. To po części tłumaczy ich popularność.

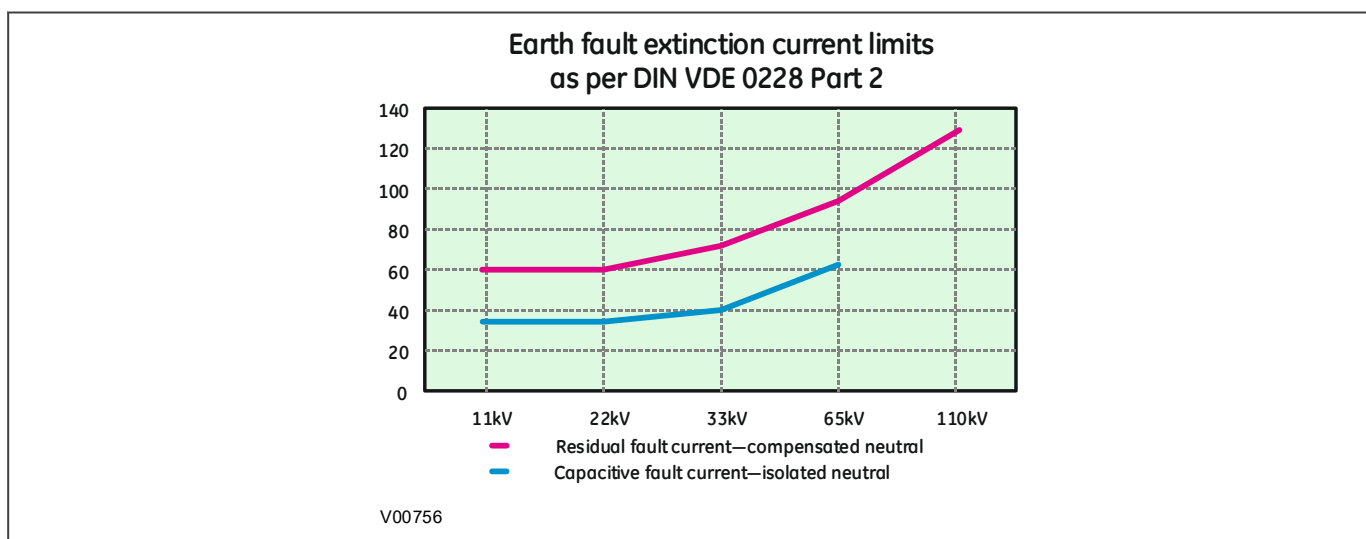


Figure 76: Poziom prądu (ampery), przy którym zwarcia przemijające są samogasnące

Poniższy rysunek przedstawia prostą sieć uziemioną przez reaktancję cewki Petersena. Można wykazać, że jeśli reaktor jest prawidłowo dostrojony, teoretycznie prąd zwarcia doziemnego nie będzie płynął.

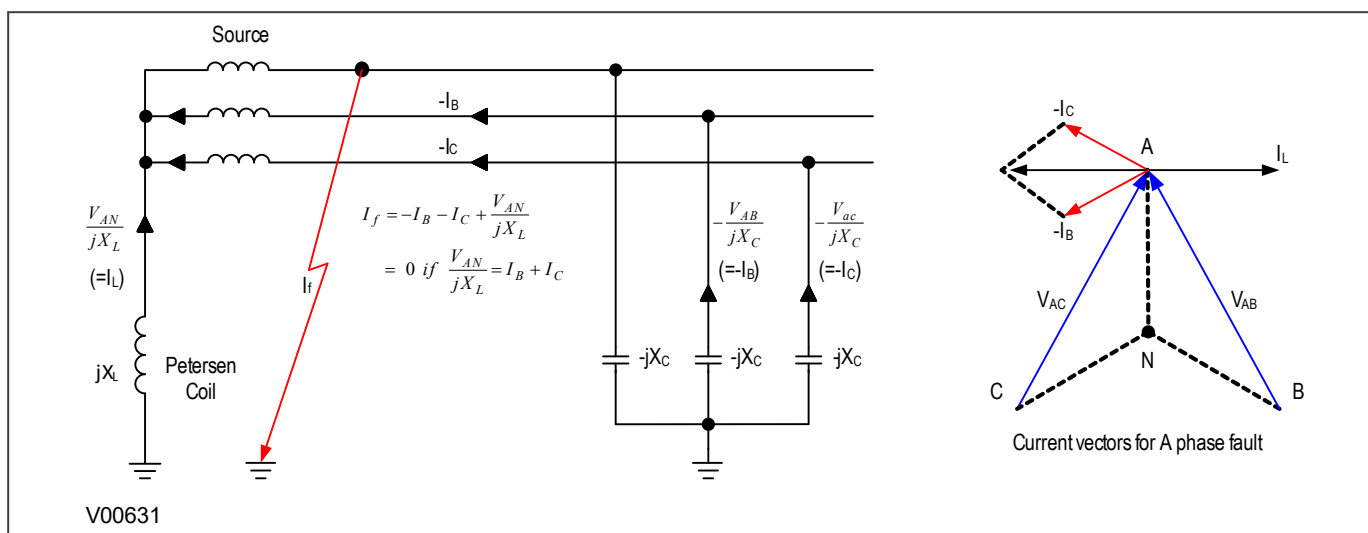


Figure 77: Zwarcie doziemne w systemie uziemionym cewką Petersena

Weźmy pod uwagę układ dystrybucji promieniowej uziemiony cewką Petersena ze zwarcie doziemnym na fazie C, pokazany na poniższym rysunku:

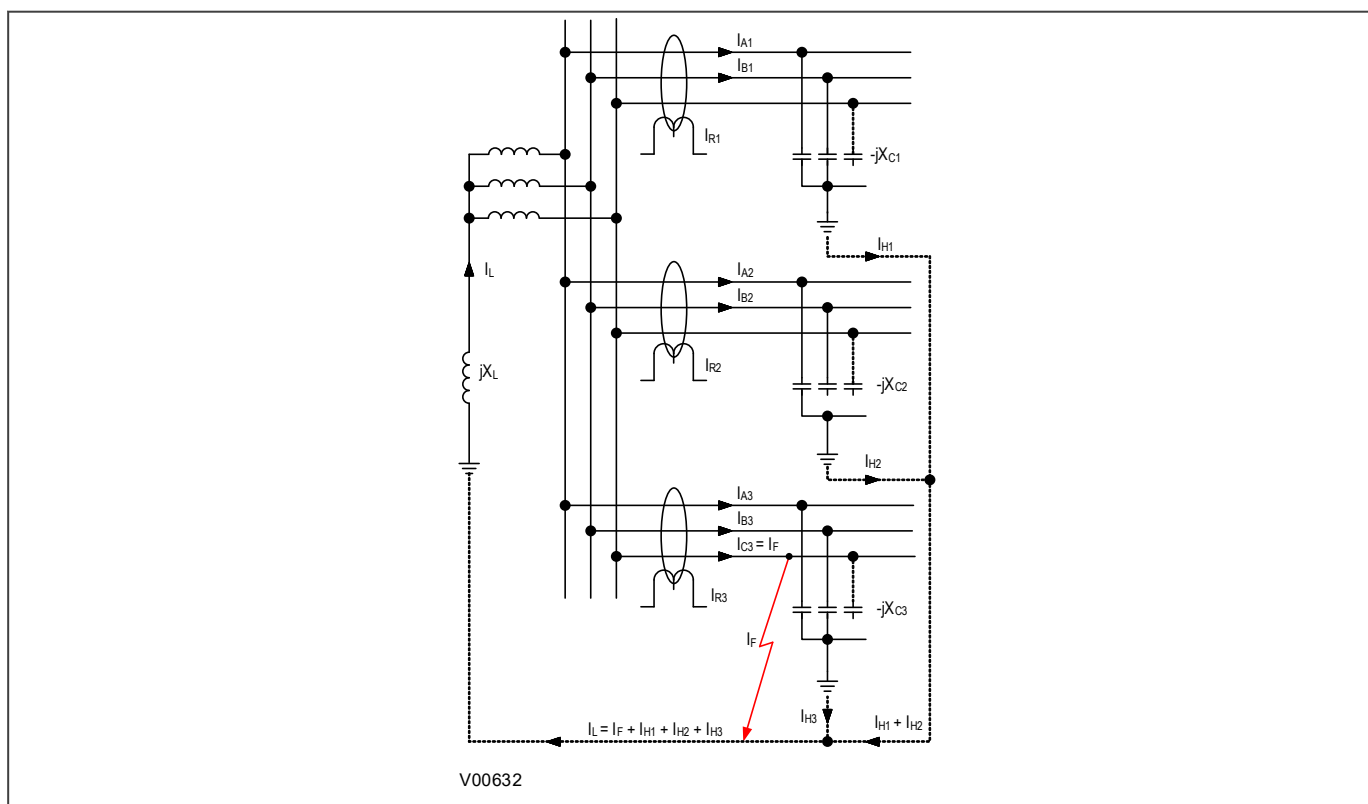


Figure 78: Rozkład prądów podczas zwarcia fazy C

Zakładając, że rezystancja nie występuje w X_L lub X_C , wynikające z tego diagramy fazora będą takie, jak pokazano na poniższym rysunku:

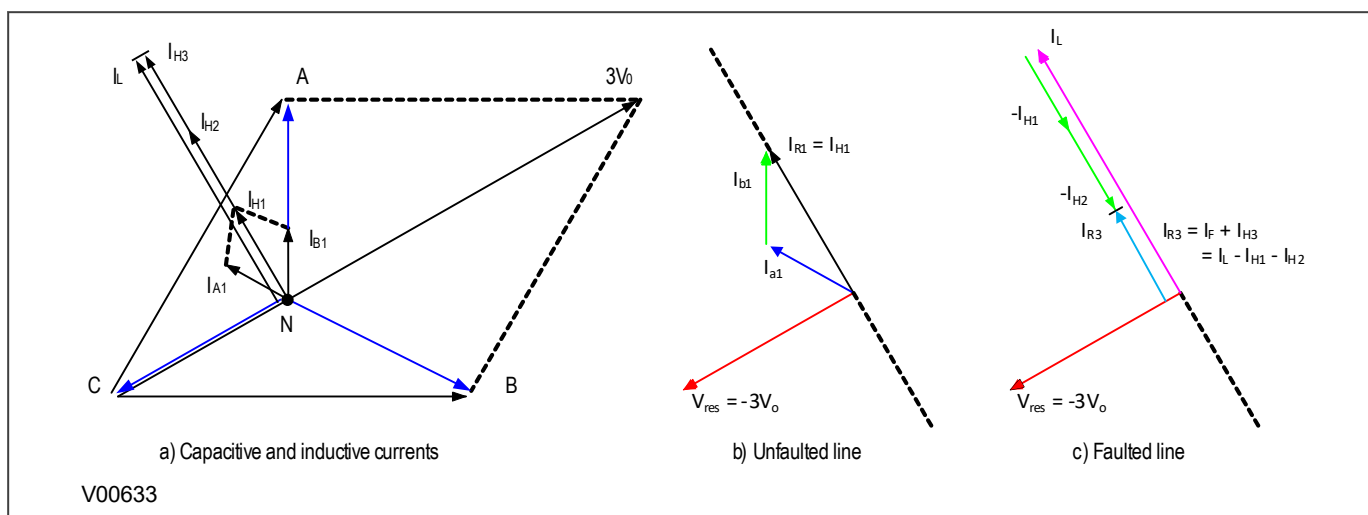


Figure 79: Fazory dla zwarcia doziemnego fazy C w systemie uzimienia cewką Petersena

Można zauważyć, że:

- Napięcie w zwartej fazie zmniejsza się do niemal 0 V
- Zdrowe fazy podnoszą napięcia fazy do ziemi o czynnik $\sqrt{3}$
- Trójkąt napięć pozostaje zrównoważony
- Prądy ładowania prowadzą napięcia o 90°

Używając przekładnika ziemnozwarciowego (CBCT) można zmierzyć niezrównoważenia prądu na zdrowych przewodach zasilających. Odpowiadają one prostemu dodawaniu wektorów I_{A1} i I_{B1} , I_{A2} i I_{B2} , I_{A3} oraz I_{B3} i opóźniają napięcie resztkowe dokładnie o 90° .

Wielkość prądu szcztkowego I_{R1} jest równa trzykrotności prądu ładowania w stanie stacjonarnym na fazę. Na zwartym przewodzie zasilającym prąd szcztkowy jest równy $I_L - I_{H1} - I_{H2}$ (C). Zostało to pokazane w sieci sekwencji serowej na poniższym rysunku:

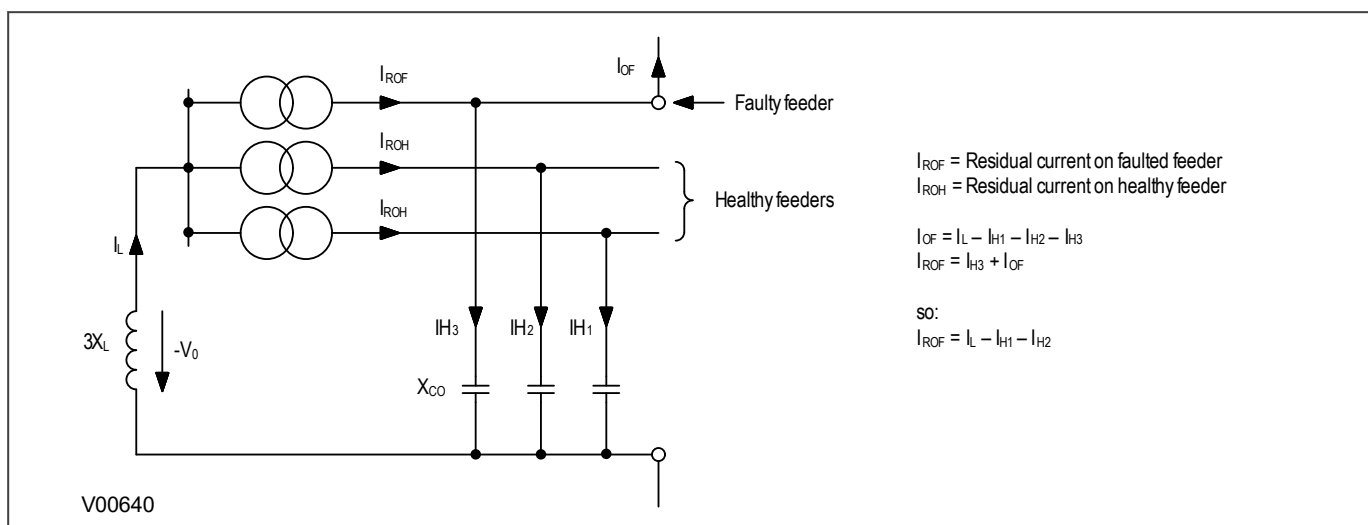


Figure 80: Sieć sekwencji zerowej wykazująca prądy szcztkowe

Jednak w praktyce rezystancja jest obecna, prowadząc do powstania poniższych diagramów fazora:

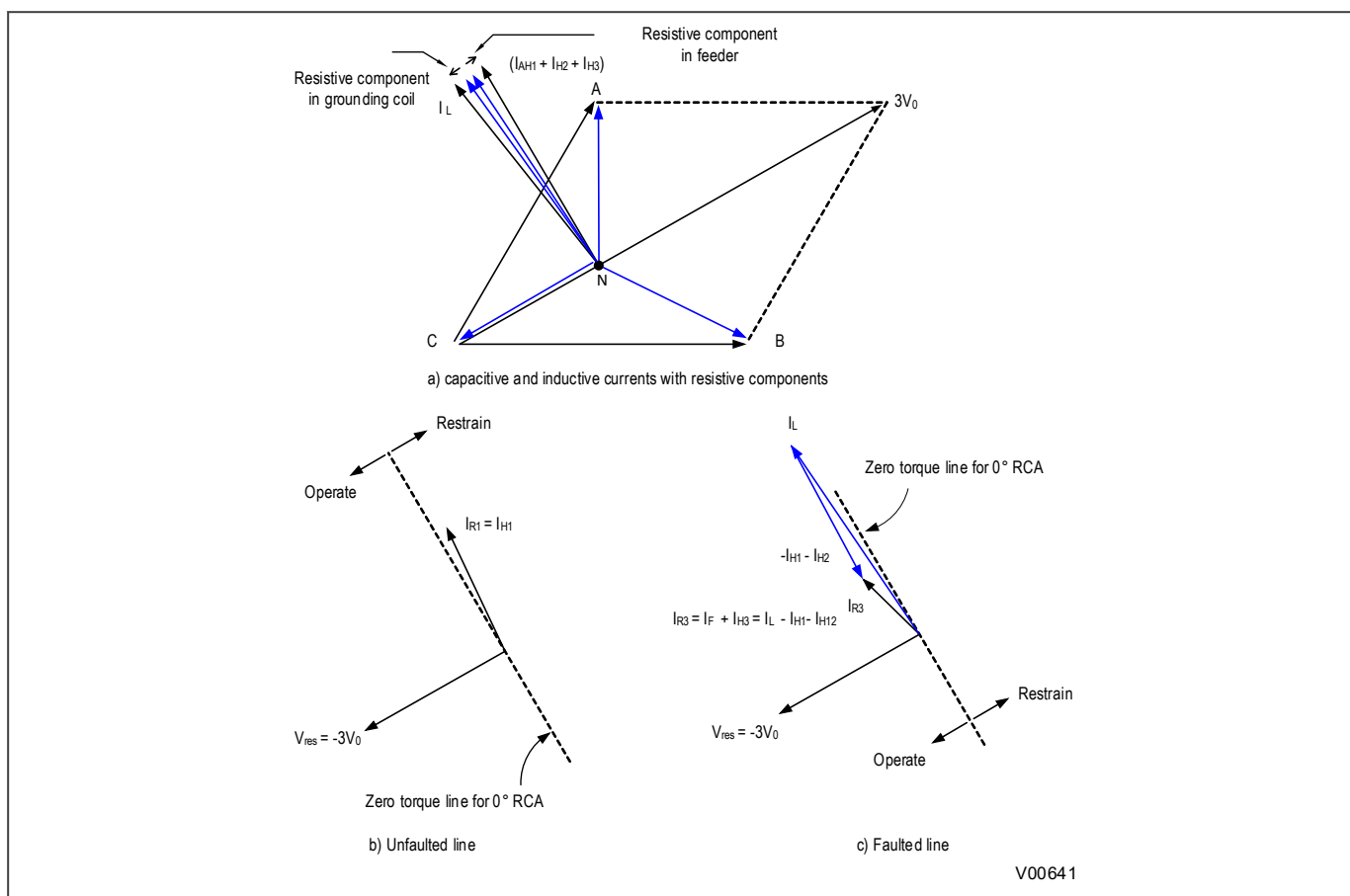


Figure 81: Zwarcie doziemne fazy C w systemach uzimienia cewką Petersena: praktyczny przypadek z obecną rezystancją

Jeśli napięcie szczytkowe jest używane jako napięcie polaryzujące, prąd szczytkowy jest przesunięty fazowo o kąt mniejszy niż 90° na zwartym przewodzie zasilającym i większy niż 90° na zdrowych przewodach zasilających. Przy RCA 0° prąd szczytkowy zdrowego przewodu zasilającego spadnie w obszarze „hamowania” charakterystyki, podczas gdy prąd szczytkowy zwartego przewodu zasilającego spadnie w obszarze „działania”.

Często rezystancja jest celowo wstawiana równolegle z cewką Petersena, aby zapewnić możliwy do zmierzenia prąd zwarcia doziemnego i zwiększyć różnicę kątową między sygnałami szczytkowymi w celu wzmocnienia decyzji kierunkowej.

Kierunkowość jest zazwyczaj wdrażana za pomocą funkcji wattmetrycznej lub funkcji wykrywania przejściowych zwarc doziemnych (TEFD), a nie prostej funkcji kierunkowej, ponieważ są one bardziej czułe. Więcej informacji o TEFD można znaleźć w rozdziale wykrywanie przejściowego zwarcia doziemnego w funkcjach zabezpieczenia prądowego.

7.5.2 ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE PRZED ZWARCIAMI DOZIEMNYMI DLA SYSTEMÓW IZOLOWANYCH I KOMPENSACYJNYCH

Istnieją cztery typy zwarc, które należy rozważyć przy zapewnianiu zabezpieczenia odległościowego dla izolowanych lub kompensacyjnych systemów uzimienia. Zwania te obejmują trzy fazy, zwania faza-faza, jednofazowe zwania doziemne i zwania cross-country obejmujące oddzielne jednofazowe zwania doziemne.

Zwania obejmujące trzy fazy i faza-faza nie wymagają szczególnej uwagi; wyzwalenie odbywa się zgodnie z limitami impedancji strefy, kierunkiem zwarcia i opóźnieniem czasowym strefy.

Zwania w izolowanych lub kompensacyjnych systemach uzimienia, obejmujące jednofazowe zwania doziemne lub zwania cross-country, wymagają szczególnej uwagi.

7.5.2.1 JEDNOFAZOWE ZWARCIA DOZIEMNE W SYSTEMACH IZOLOWANYCH LUB KOMPENSACYJNYCH

W izolowanych lub kompensacyjnych systemach uziemienia jednofazowe zwarcie doziemne nie prowadzi do spięcia, ponieważ do ziemi przepływa tylko niewielki prąd pojemnościowy lub kompensacyjny. W większości przypadków zwarcie doziemne samogaśnie. W pozostałych przypadkach system może nadal działać z obecnym zwarcie doziemnym do czasu lokalizacji i usunięcia go poprzez izolowanie zwartego przewodu zasilającego. Wskazanie zwarcia doziemnego może być zapewnione przez funkcję wattmetryczną lub funkcję wykrywania przejściowego zwarcia doziemnego (TEFD).

W przypadku zwarcia w sieci z bezpośrednim uziemieniem zabezpieczenie odległościowe musi wyzwoić się możliwe szybko, aby odizolować zwarcie. Dotyczy to wszystkich typów zwarć, w tym jednofazowego zwarcia doziemnego. W izolowanych lub kompensacyjnych systemach uziemienia jednofazowe zwarcie doziemne musi być prawidłowo zidentyfikowane w celu sterowania siecią, ale chwilowe wyzwolenie nie powinno nastąpić, ponieważ system (przynajmniej przez pewien czas) pozostaje podłączony – a wielkość prądu zakłócenia nie będzie bardzo wysoka – i/lub zwarcie w większości przypadków samogaśnie.

Ponadto w przypadku bezpośredniego zwarcia doziemnego napięcie na zwartej fazie może wynosić 0 V w całej sieci podłączonej galwanicznie. Używanie zapadniętego napięcia w połączeniu z prądem obciążenia dawałoby zmierzone wartości impedancji w zwartej fazie wynoszące 0Ω w całej sieci, powodując nieprawidłowe i niekontrolowane wyzwolenie.

Ponieważ zabezpieczenie odległościowe nie powinno działać dla jednofazowego zwarcia doziemnego, wykrycie sygnałów elementów wykrywania zwarcia w warunkach jednofazowego zwarcia doziemnego nie może prowadzić do wyzwolenia. Może to być szczególnie problematyczne w dużych sieciach izolowanych, gdzie pojemność doziemna jest duża. Gdy dochodzi do jednofazowego zwarcia doziemnego, napięcia na niezwartych fazach rosną względem ziemi, podobnie jak powiązane pojemnościowe prądy doziemne. W początkowej połowie cyklu po powstaniu zwarcia amplituda prądu doziemnego zapłonu łukowego zakłócenia może być dużo wyższa niż prąd nominalny, z częstotliwością zbliżoną do częstotliwości nominalnej systemu. Aby zapobiec nieprawidłowemu wykryciu podczas jednofazowych zwarć doziemnych, częstą praktyką jest opóźnianie o krótki czas wykrywania zwarć jednofazowych doziemnych na izolowanych lub kompensacyjnych systemach uziemienia. Opóźnienie to jest pomijane, jeśli zwarcie ewoluuje w podwójne zwarcie doziemne.

7.5.2.2 ZWARCIA CROSS-COUNTRY W SYSTEMACH IZOLOWANYCH LUB KOMPENSACYJNYCH

Jeśli jednofazowe zwarcie doziemne występuje w izolowanym lub kompensacyjnym systemie uziemienia, napięcie faza do ziemi na zdrowych fazach zwiększa się o czynnik $\sqrt{3}$. Wzrost ten może powodować podwójne zwarcia doziemne (lub zwarcia cross-country). Podwójne zwarcie doziemne jest podobne do zwarcia dwufazowego, jednak w przypadku podwójnych zwarć doziemnych ścieżka zwarcia biegnie od lokalizacji jednego zwarcia doziemnego do drugiego przez ziemię. Drugie zwarcie może znajdować się w dowolnym miejscu systemu, w zależności od tego, gdzie znajduje się najsłabszy punkt w izolacji.

Prawdopodobieństwo wystąpienia podwójnego zwarcia doziemnego wzrasta wraz ze wzrostem wielkości sieci. Strategia zabezpieczenia zwykle stosowana dla zwarć cross-country polega na odizolowaniu jednej z lokalizacji zwarć i oczekiwaniu, że druga lokalizacja zwarcia samogaśnie podobnie do jednofazowego zwarcia doziemnego. Zwartą linię może być wyzwolona ręcznie po identyfikacji lokalizacji zwarcia. Zabezpieczenie odległościowe stosowane do systemu izolowanych musi mieć tzw. preferencję fazy podwójnego zwarcia doziemnego, która wybiera predefiniowaną pętlę faza-ziemia do pomiaru w całej sieci połączonej galwanicznie.

W przypadku zwarć cross-country pomiary od pętli fazowej do pętli fazowej między dwiema lokalizacjami zwarcia nie wytwarzają przydatnych wyników, ponieważ prądy fazowe przynależą do innych pętli zwarcia. W przypadku drugiego zwarcia pętli ziemi dokładniej mierzą impedancję zwarcia. W przypadku zwarcia cross-country wszystkie urządzenia w sieci powinny podążać albo za tak zwaną logiką „cykliczną”, albo „acykliczną”, aby wybrać preferencję fazy dla pomiaru impedancji. Służy to do określenia, która część systemu powinna być wyizolowana przez wyzwolenie trójfazowe. Wyzwolenie pozwoli reszcie systemu na kontynuowanie pracy (obecne jednofazowe zwarcie doziemne, ale zasilanie utrzymane). Wtedy, po zlokalizowaniu jednofazowego zwarcia doziemnego, zwartą sekcję można wyzwolić ręcznie.

Najczęściej stosowaną logiką preferencji fazy jest C(A) acykliczna (tj. C przed A przed B), ale inne preferencje również mogą być używane.

7.5.3 WDROŻENIE ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO DLA SIECI IZOLOWANYCH I KOMPENSACYJNYCH

Przy stosowaniu zabezpieczenia odległościowego dla systemów kompensacyjnych lub izolowanych należy wziąć pod uwagę następujące kluczowe punkty:

- Zabezpieczenie odległościowe nie może wyzwalać się dla jednofazowych zwarcć doziemnych
- W przypadku zwarcć cross-country metody zabezpieczenia są inne niż w przypadku systemów uziemionych bezpośrednio. W takim przypadku należy zastosować logikę cykliczną lub acykliczną, aby wybrać preferencję fazy dla pomiaru impedancji

7.5.3.1 USTAWIENIE SYSTEMU UZIEMIENIA SIECI

Ustawienie **Odl Odgalezienie** w kolumnie *UST ODLEGLOS* definiuje zachowanie funkcji zabezpieczenia odległościowego w zależności od typu systemu uziemienia. Opcje ustawień to:

- *Ziemia odizol.* dla systemów izolowanych lub kompensacyjnych
- *Standard* dla systemów uziemionych bezpośrednio

Jeśli wybrano *Ziemia odizol.*:

- Zabezpieczenie odległościowe jest blokowane dla jednofazowych zwarcć doziemnych
- Zwarcie doziemne jest wykrywane przy użyciu prądu zerowego (I_N) i/lub napięcia zerowego (V_N)
- Nie ma wpływu na zwarcia dwufazowe lub trójfazowe
- W przypadku zwarcć cross-country do wyboru preferencji fazy stosowana jest logika cykliczna lub acykliczna, aby zmierzyć impedancję
- Sygnał DDB **Siec Izol/Komp.** (1983) jest potwierdzony

7.5.3.2 PIERWSZE WYKRYCIE ZWARCIA DOZIEMNEGO

W trybie izolowanym lub kompensacyjnym nie powinno dojść do wyzwolenia dla jednofazowego zwarcia doziemnego. Ponadto jego wykrywanie za pomocą kryteriów impedancji prowadziłoby do fałszywych informacji, ponieważ napięcia w sieci galwanicznej będą wynosiły 0 V dla zwartej fazy. Zamiast tego zwarcie jest wykrywane poprzez porównanie I_N i/lub V_N z możliwym do ustawienia progiem.

Można wybrać tylko V_N , tylko I_N , V_N LUB I_N , LUB V_N ORAZ I_N jako kryteria wyboru. Tryb jest ustawiany przez ustawienie **1P Mode** w kolumnie *UST ODLEGLOS*. Sygnał jednofazowego zwarcia doziemnego (**Izol/Komp ZD**) jest następnie wytwarzany po opóźnieniu czasowym ustalonym przez **1P Time delay**.

I_N można ustawić od 0,05 I_n do 1 I_n w krokach 10 mA. V_N można ustawić od 1 V do 80 V w krokach 1 V.

Timer wykrycia sygnału jest dostępny dla wykrywania pierwszego zwarcia doziemnego. Można go ustawić od 0 do 10 sekund w krokach co 10 ms.

Selektor trybu decyduje, czy zwarcie jednofazowe jest określane tylko przez V_N , tylko I_N , V_N lub I_N , lub V_N i I_N . Tryb jest ustawiany przez ustawienie **1P Mode** w kolumnie *UST ODLEGLOS*. Sygnał jednofazowego zwarcia doziemnego (**Izol/Komp ZD**) jest następnie wytwarzany po opóźnieniu czasowym ustalonym przez 1P Time delay.

7.5.3.2.1 KRYTERIA NAPIĘCIA ZEROWEGO

Wpływ prądu doziemnego w zwarcu można określić, biorąc pod uwagę zmiany napięciu faza do fazy i przemieszczenia napięcia zerowego. Podczas zwarcć doziemnych oczekuje się znaczącego przesunięcia napięcia zerowego, podczas gdy nie należy spodziewać się braku równowagi trójkąta napięcia. Na poniższym rysunku pokazano zwarcie doziemne fazy A.

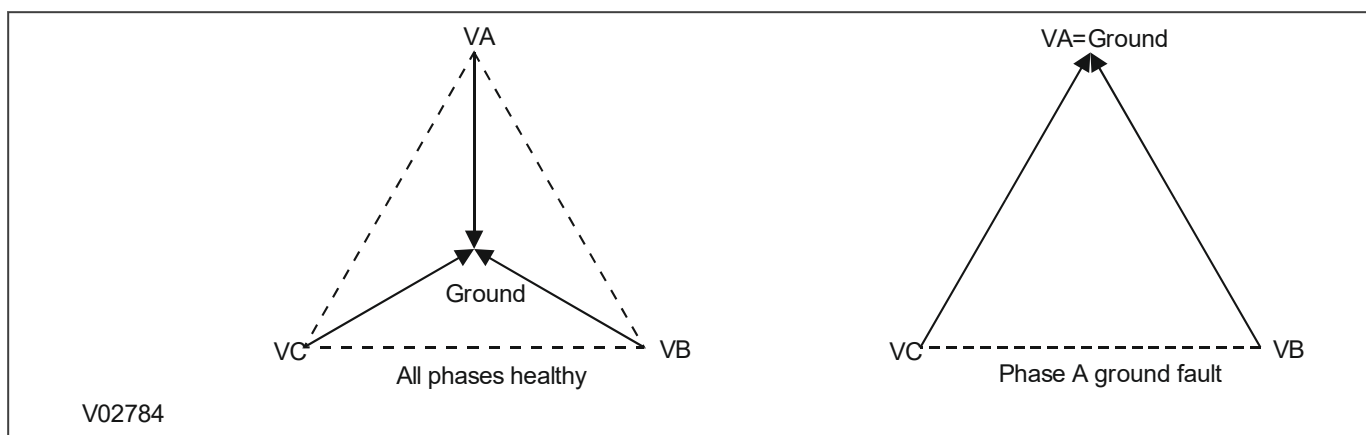


Figure 82: Rozkład napięcia w izolowanym systemie dla zwarcia doziemnego fazy A

Zatem możemy ustalić zwarcie doziemne, sprawdzając, czy napięcie zerowe V_N przekracza możliwy do ustawienia próg **Nastawa UN>**, oraz czy napięcia faza-faza nadal są zrównoważone.

$$0.8(\max. V_{ph-ph}) < (\min. V_{ph-ph})$$

Zerowe przemieszczenie ustala się poprzez porównanie neutralnego napięcia V_N z progiem ustawionym w **Nastawa UN>**

7.5.3.2.2 KRYTERIA PRĄDU ZEROWEGO

Obciążony detektor poziomu zerowego (LDBN), opisany w sekcji Obciążony detektor prądu zerowego, służy do poprawienia stabilności i jest uzupełniony o dodatkowy minimalny próg sterowany ustawieniem **IN > Nast. Prad.** W przypadku długich i mocno obciążonych linii przeprowadzana jest również kontrola prądu sekwencji ujemnej.

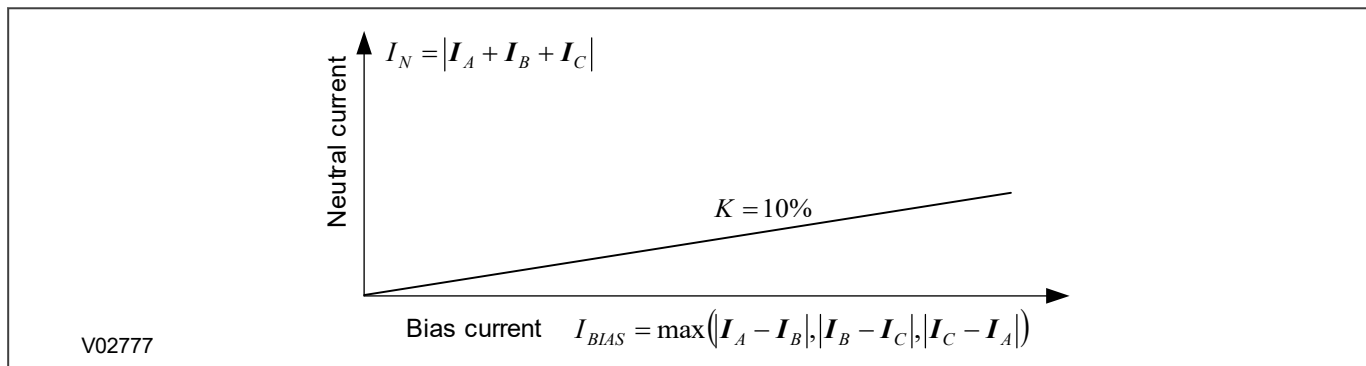


Figure 83: Obciążony detektor prądu zerowego

7.5.3.2.3 ODPOWIEDNIE USTAWIENIA DO WYKRYWANIA PIERWSZEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

Poniższe ustawienia są widoczne, jeśli ustawienie **Odl Odgalezenie** to *Ziemia odizol..*

IN > Nast. Prad: ustawia próg dla nadprądu pierwszego zwarcia doziemnego (domyślnie – 0,1In)

Nastawa UN>: ustawia próg dla nadnapięcia pierwszego zwarcia doziemnego (domyślnie – 12 V)

1P Mode: ustawia metodę wykrycia pierwszego zwarcia (domyślnie – VN>)

1P Time Delay: ustawia opóźnienie odbioru pierwszego zwarcia (domyślnie – 50 ms)

7.5.3.2.4 PIERWSZE WYKRYCIE ZWARCIA DOZIEMNEGO

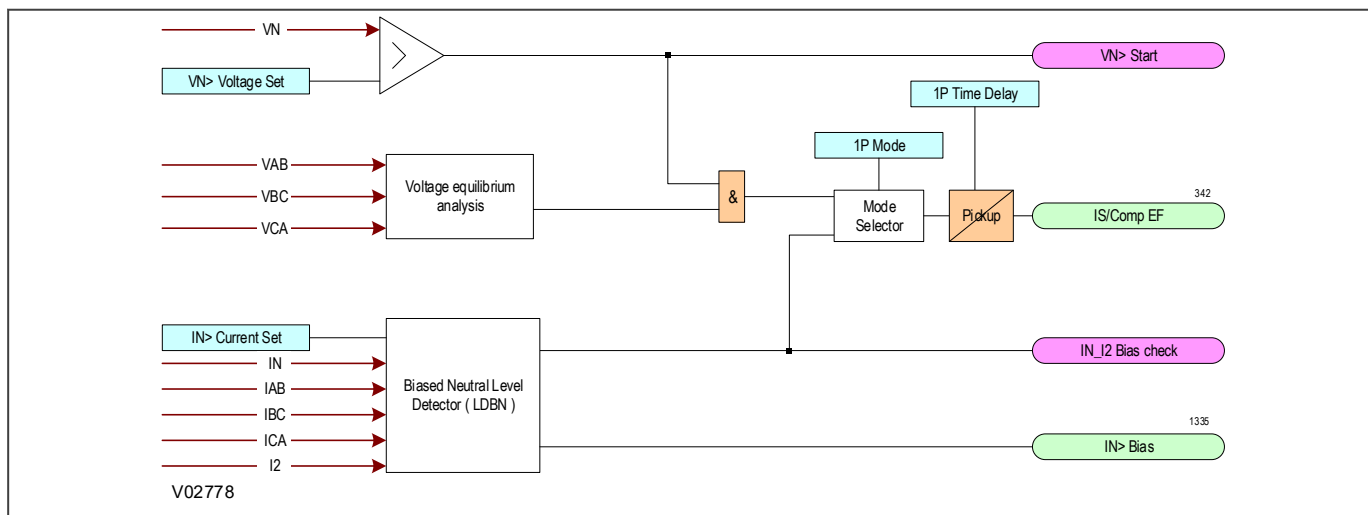


Figure 84: Pierwsze wykrycie zwarcia doziemnego

Wykrywanie pierwszego zwarcia zakłada wykrycie drugiego zwarcia doziemnego i blokuje wyzwalanie elementów faza do fazy dla stref 1, 2, 3 i 4 (strefy P, Q, R i S nie są blokowane). Wytworza także sygnał DDB wskazujący jednofazowe zwarcie doziemne (**Izol/Komp ZD**). Zazwyczaj w przypadku stref P i Q zewnętrzne strefy początkowe będą używane do wykrycia, czy druga pętla ziemi zbiega się w charakterystykę impedancji.

Sygnał $VN> Pob$ jest ustalany poprzez porównanie napięcia zerowego VN z progiem ustawionym przez **Nastawa UN>**. Sygnał jest bramkowany innym sygnałem wskazującym, czy trójkąt napięcia fazowego jest zrównoważony, czy też nie, a następnie przekazywany do selektora trybu. Jeśli trójkąt napięcia jest zrównoważony i nie występuje stan nadnapięciowy, zostaje wskazane zwarcie jednofazowe.

Selektor trybu decyduje, czy jednofazowe zwarcie doziemne jest określone przez tylko $VN>$, tylko $IN>$, $VN>$ lub $IN>$, lub $VN>$ i $IN>$. Tryb jest ustawiany przez ustawienie **1P Mode** w kolumnie **UST ODLEGLOS**. Sygnał jednofazowego zwarcia doziemnego (**Izol/Komp ZD**) jest następnie wytwarzany po opóźnieniu czasowym ustalonym przez **1P Time delay**.

7.5.3.3 LOGIKA WYKRYWANIA ZWARĆ

Wystąpienie drugiego błędu w tej samej fazie jest mało prawdopodobne, ponieważ napięcie fazowe do neutralnego w tej fazie spadło do zera w wyniku pierwszego błędu. Jednak istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo wystąpienia drugiego błędu w jednej z pozostałych faz, gdyż napięcie wzrosło o wartość współczynnika $\sqrt{3}$, a dodatkowe napięcie bardziej obciąża izolację, zwiększając prawdopodobieństwo wystąpienia błędu w dalszej części linii.

Drugi błąd uziemienia (w innej fazie) spowoduje nierównowagę w trójkącie napięciowym. Jest to wykorzystywane w ramach procesu wykrywania drugiego błędu. Poniżej przedstawiono kryteria wykrywania drugiego błędu:

Drugi błąd uziemienia jest potwierdzony, gdy wykryto pierwszy błąd uziemienia ORAZ występują nierównowaga trójkąta napięcia międzyfazowego, ORAZ przekroczenie ustawionego progu przez napięcie neutralne ORAZ przekroczenie przez prąd neutralny ustawionego poziomu o próg wraz z detektorem neutralnego poziomu napięcia (LDBN).

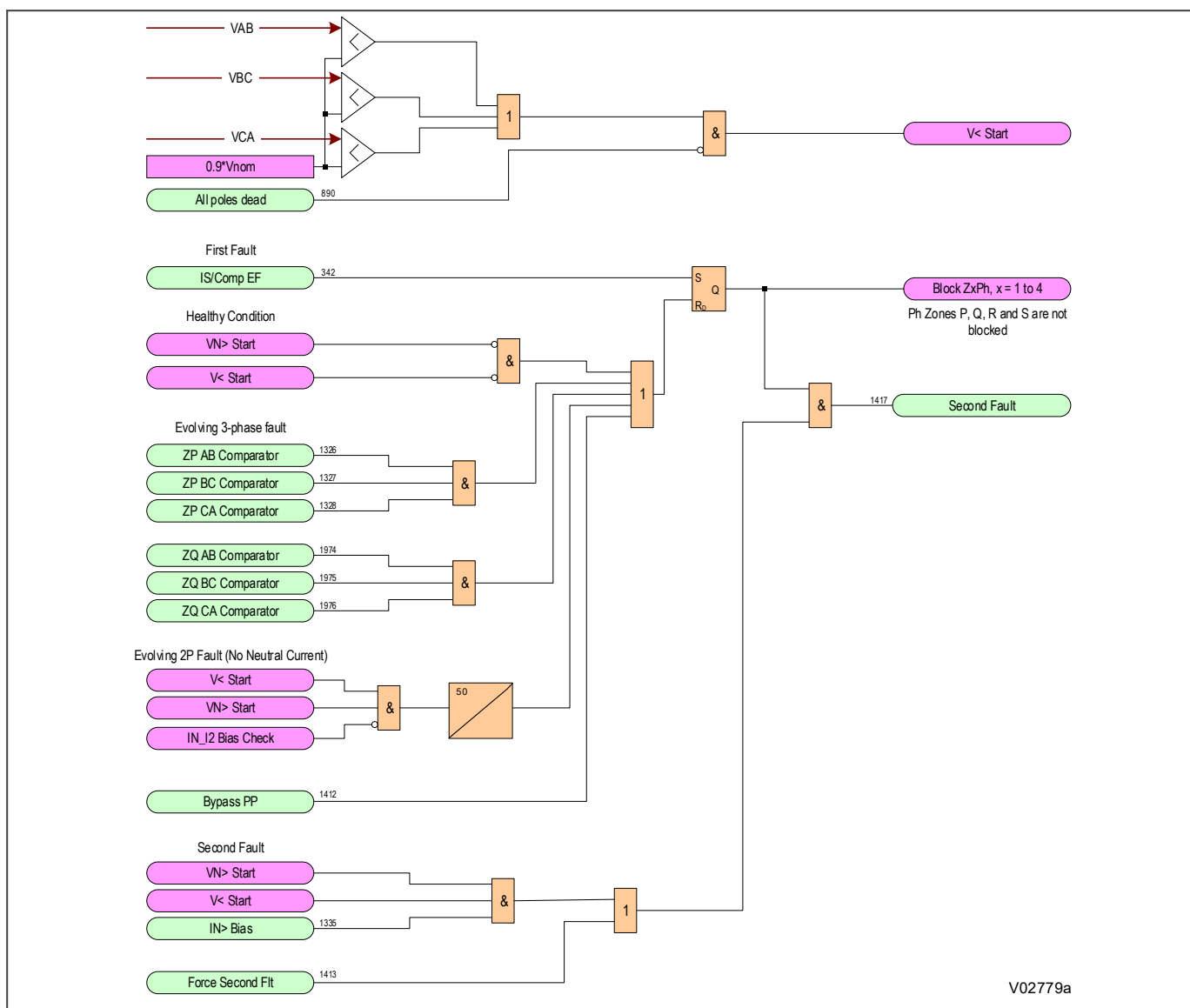


Figure 85: Logika wykrywania drugiego zwarcia doziemnego

Drugi błąd jest wykrywany, jeśli dodatkowo występują przepięcie neutralne, nierównowaga w trójkącie napięciowym (zbyt niskie napięcie fazowe) oraz wystarczające przepięcie neutralne (co najmniej 50 mA w przypadku prawidłowej pracy urządzenia).

7.5.3.4 LOGIKA PREFERENCYJNEJ FAZY

Przy podwójnych zwarciach doziemnych (zwarcia cross-country) celem jest odizolowanie jednej z lokalizacji zwarcia i oczekuje się, że zwarcie w drugiej lokalizacji samogaśnie lub zostanie wyzwolone ręcznie po pomyślnym wykryciu. Aby osiągnąć to dla systemów izolowanych lub kompensacyjnych, zabezpieczenie odległościowe musi posiadać preferencję co do tego, jaką pętlę fazowo-ziemną zmierzyć.

Istnieją dwa rodzaje kryteriów priorytetowych: cykliczne i acykliczne.

W przypadku kryteriów acyklicznych jedna faza ma zawsze najniższy priorytet. Przykładowo logika acykliczna A(B) oznacza, że: faza A ma wyższy priorytet niż faza B, faza B ma wyższy priorytet niż faza C, a faza C ma najniższy priorytet i nigdy nie zostanie wybrana, zatem C ma najniższy priorytet. Kryteria acykliczne są najczęściej stosowane dla systemów dystrybucji.

W przypadku kryteriów cyklicznych zakłada się, że priorytety faz są zawsze porównywane cyklicznie. Przykładowo logika cykliczna C(A) oznacza, że: faza C ma wyższy priorytet niż faza A, faza A ma wyższy priorytet niż faza B, ale w tym przypadku priorytet fazy B jest wyższy niż fazy C.

Definicje wszystkich kombinacji acyklicznych i cyklicznych podano w poniższej tabeli:

Kryterium	Priorytet	Pętle konwergentne	Wybrana faza
A(B) acykliczna	A przed B, B przed C	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	AN BN AN AN
B(A) acykliczna	B przed A, A przed C	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	BN BN AN BN
A(C) acykliczna	A przed C, C przed B	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	AN CN AN AN
C(A) acykliczna	C przed A, A przed B	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	AN CN CN CN
B(C) acykliczna	B przed C, C przed A	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	BN BN CN BN
C(B) acykliczna	C przed B, B przed A	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	BN CN CN CN
A(C) cykliczna	A przed C, C przed B, B przed A	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	BN CN AN AN
C(A) cykliczna	C przed A, A przed B, B przed C	AN, BN BN, CN CN, AN AN, BN, CN	AN BN CN CN

Można ustawić preferencję fazy za pomocą **Phase prio. 2pG** w kolumnie **LOGIKA DZIAŁANIA**.

Note:

Ustawienie **Phase prio. 2pG** jest widoczne tylko wtedy, gdy ustawienie **Odl Odgalezienie to Ziemia odizol.**, a ustawienie **Tryb podstawowy to Alternative**.

7.5.3.4.1 LOGIKA WŁĄCZANIA USTAWIENIA PRIORYTETU

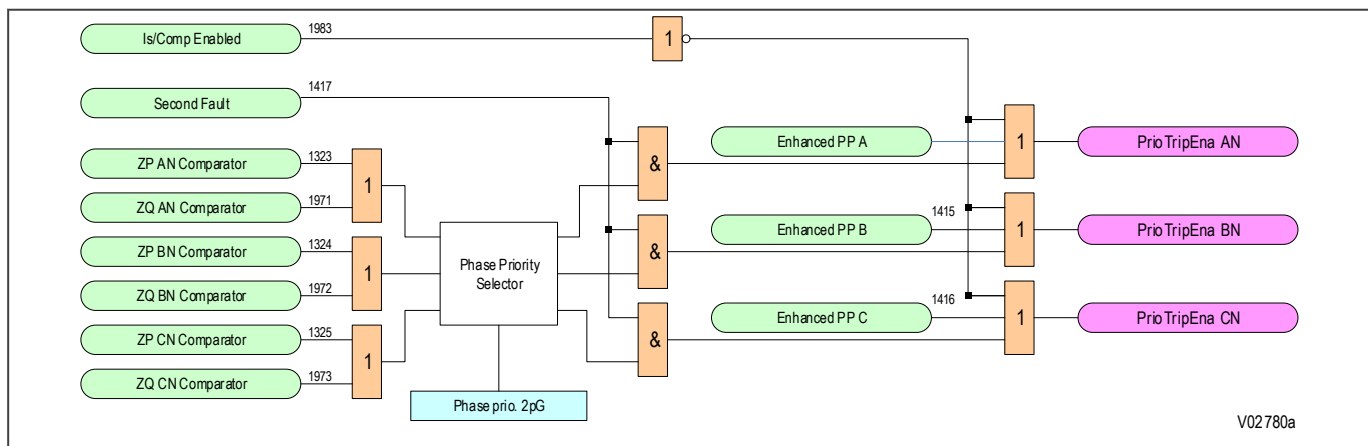


Figure 86: Logika włączania ustawienia priorytetu

Note:

Selektor priorytetu preferencji dotyczącej fazy wymaga, aby co najmniej dwie pętle fazy do masy, jak wskazano w powyższej tabeli, występowały w strefie P lub Q.

W przypadku układów izolowanych lub kompensowanych, jeśli wystąpi obejście/błąd cewki i układ uzyska skuteczne oraz solidne uziemienie, przekaźnik odległości powinien zachowywać się normalnie, tj. żadna wcześniej określona logika preferencji dotyczącej fazy nie powinna decydować o tym, która pętla zostanie wyzwolona. Gdy cewka będzie sprawna / nie będzie występował jej błąd, IED będzie działać na podstawie logiki preferencji dotyczącej fazy. Aby włączyć to działanie i obejść logikę preferencji dotyczącej fazy, można połączyć sygnał zewnętrzny lub funkcję wewnętrzną z DDB 1412 **ByPass PP**. To połączone wejście może służyć jako rozpoczęcie przetężenia lub wejście zewnętrzne, wskazujące, na przykład, obejście/błąd cewki.

7.5.3.4.2 LOGIKA URUCHAMIANIA STREFY

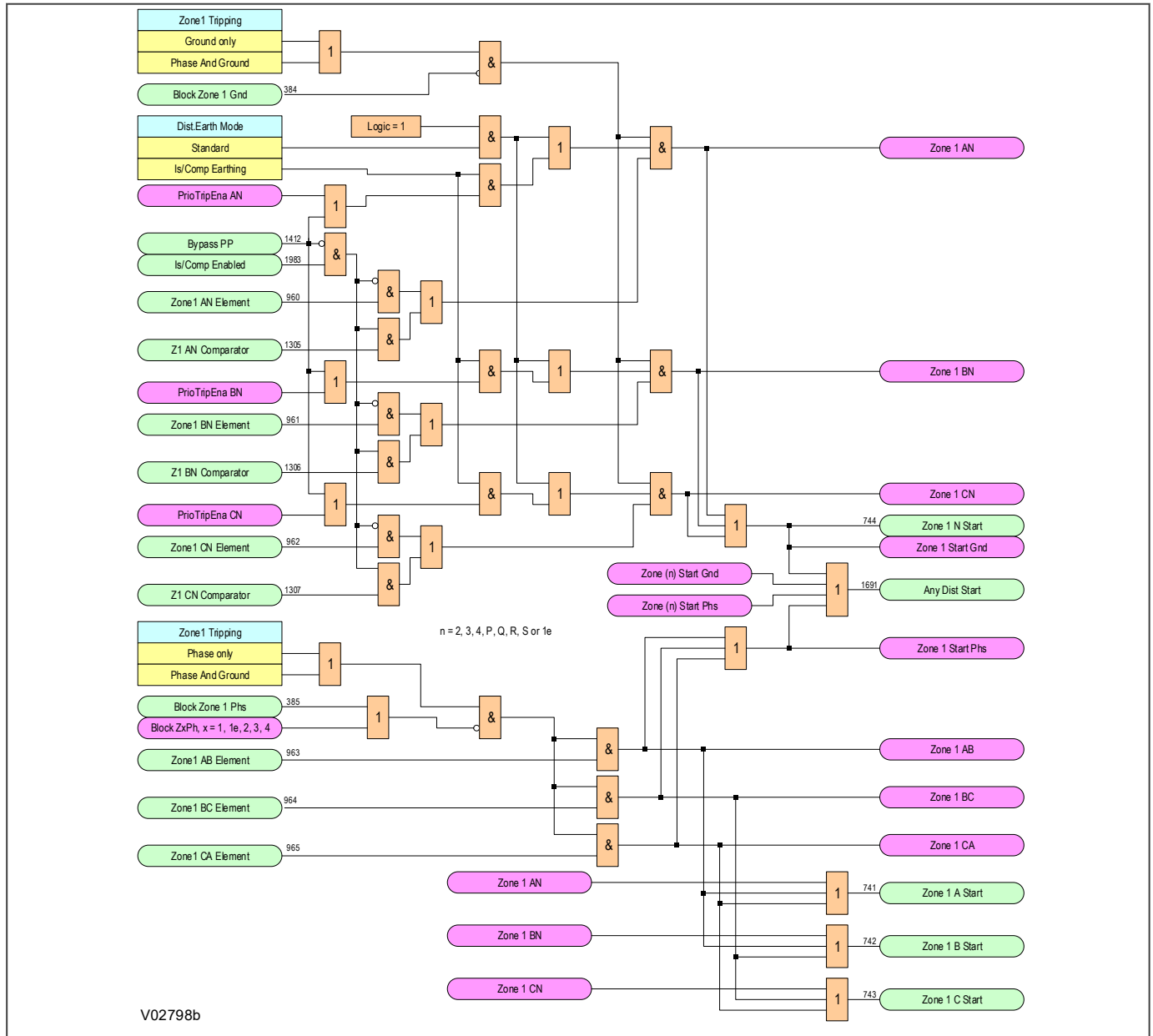


Figure 87: Logika uruchamiania strefy

7.5.3.4.3 LOGIKA TIMERA STREFY

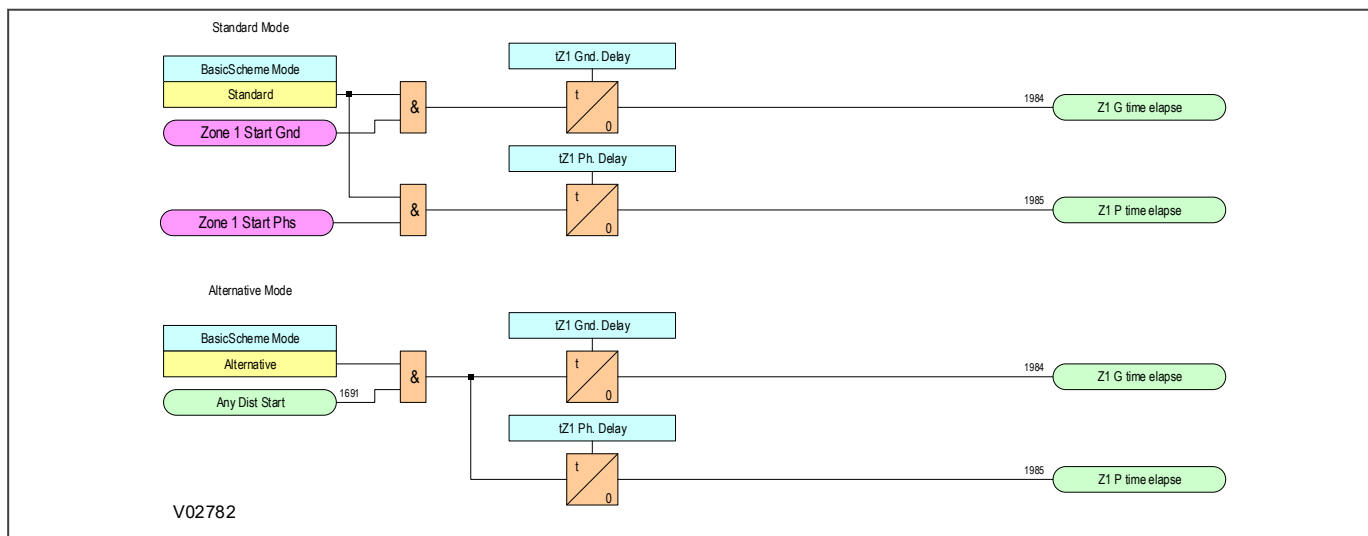


Figure 88: Logika timera strefy

Note:

Mimo iż powyższy diagram pokazuje tylko logikę 1 strefy, logika dla pozostałych stref działa na podstawie tych samych zasad.

7.5.3.4.4 LOGIKA WYZWOLENIA STREFY

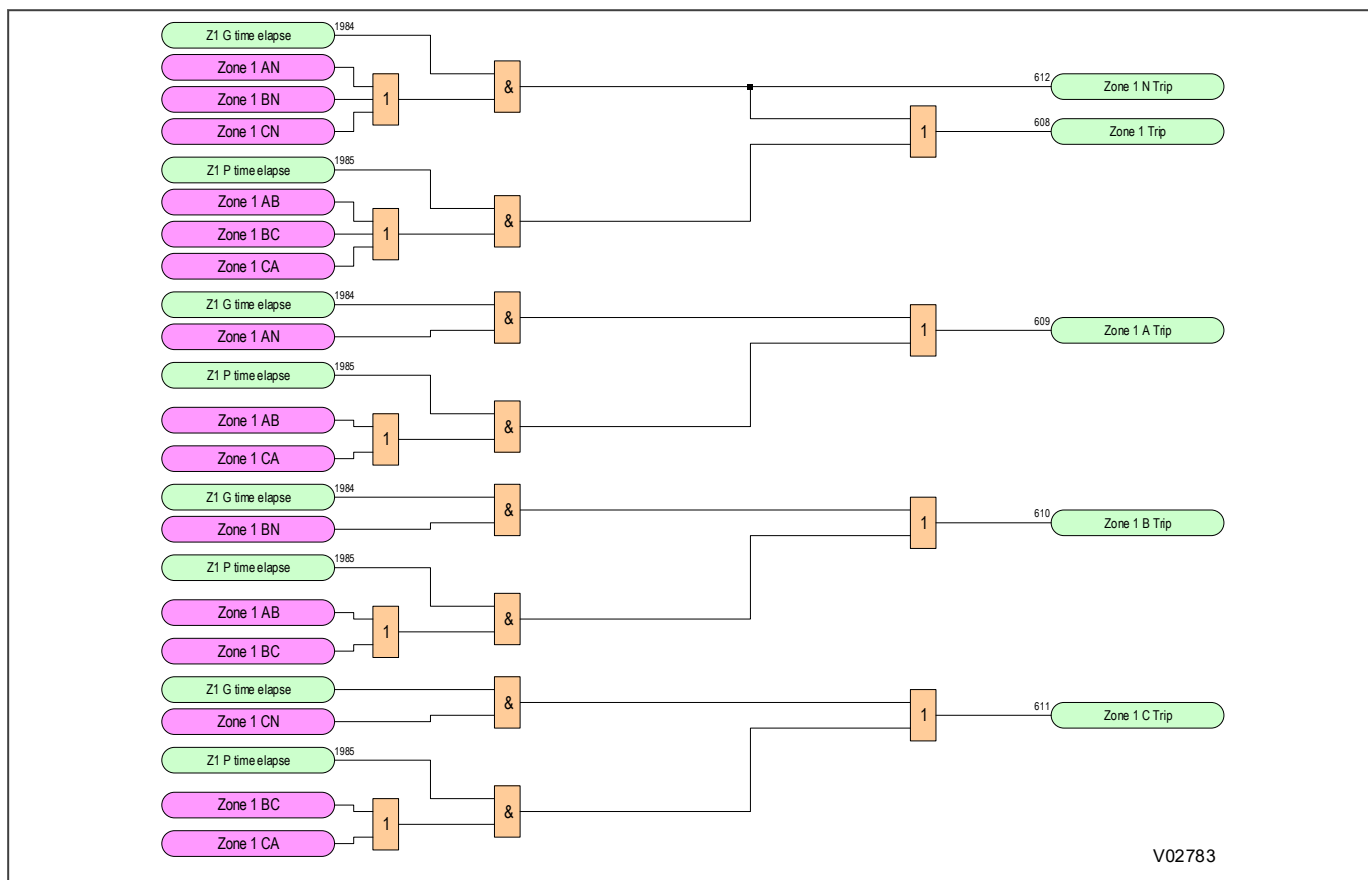


Figure 89: Logika wyzwolenia strefy

Note:

Mimo iż powyższy diagram pokazuje tylko logikę 1 strefy, logika dla pozostałych stref działa na podstawie tych samych zasad.

7.6 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

7.6.1 WYBÓR TRYBU USTAWIEŃ

Produkt ma dwa tryby ustawień dla zabezpieczenia odległościowego: *Prosty* lub *Zaawansowany*. W większości przypadków zalecamy ustawienie *Prosty*. Za pomocą trybu *Simple mode* trzeba wprowadzić jedynie parametry linii, takie jak długość, impedancje i kompensacja resztkowa. Zasięg ustawia się w procentach linii zabezpieczonej.

Zalecamy tryb ustawień *Zaawansowany* dla sieci, gdzie linie zabezpieczone i sąsiadujące mają odmienną konstrukcję, wymagają kątów charakterystycznych dla strefy niezależnej i kompensacji resztkowej. W trybie ustawień *Zaawansowany* wszystkie indywidualne ustawienia odległości omowej, kompensacji resztkowej i progi prądu roboczego są dostępne dla każdej strefy.

7.6.2 WYBÓR CHARAKTERYSTYKI ROBOCZEJ

Co do zasady zalecamy następujące charakterystyki:

- Dla krótkiej linii: wybrać Mho dla stref zwarć fazowych i czworoboczną dla stref zwarć doziemnych.
- Do zastosowań w przekładnikach napięciowych otwartej delty (vee-connected): ustawić Mho do zabezpieczenia odległościowego zwarć fazowych. Dla zabezpieczenia przed zwarciami doziemnymi należy wyłączyć elementy odległości zwarcia doziemnego i zamiast tego użyć kierunkowego zwarcia doziemnego.

7.6.2.1 CHARAKTERYSTYKA FAZY

Wybór charakterystyki fazy jest wspólny dla wszystkich stref, umożliwiając wybór Mho lub czworoboku. Ogólnie rzecz biorąc, wybrana charakterystyka pasuje do praktyki użytkowej. Co do zasady zalecamy charakterystykę Mho do zabezpieczenia linii i charakterystykę czworoboczną do zastosowań kablowych.

Na poniższym rysunku pokazano podstawowe ustawienia potrzebne do konfiguracji strefy czworobocznej skierowanej do przodu (nie pokazano ogranicznika).

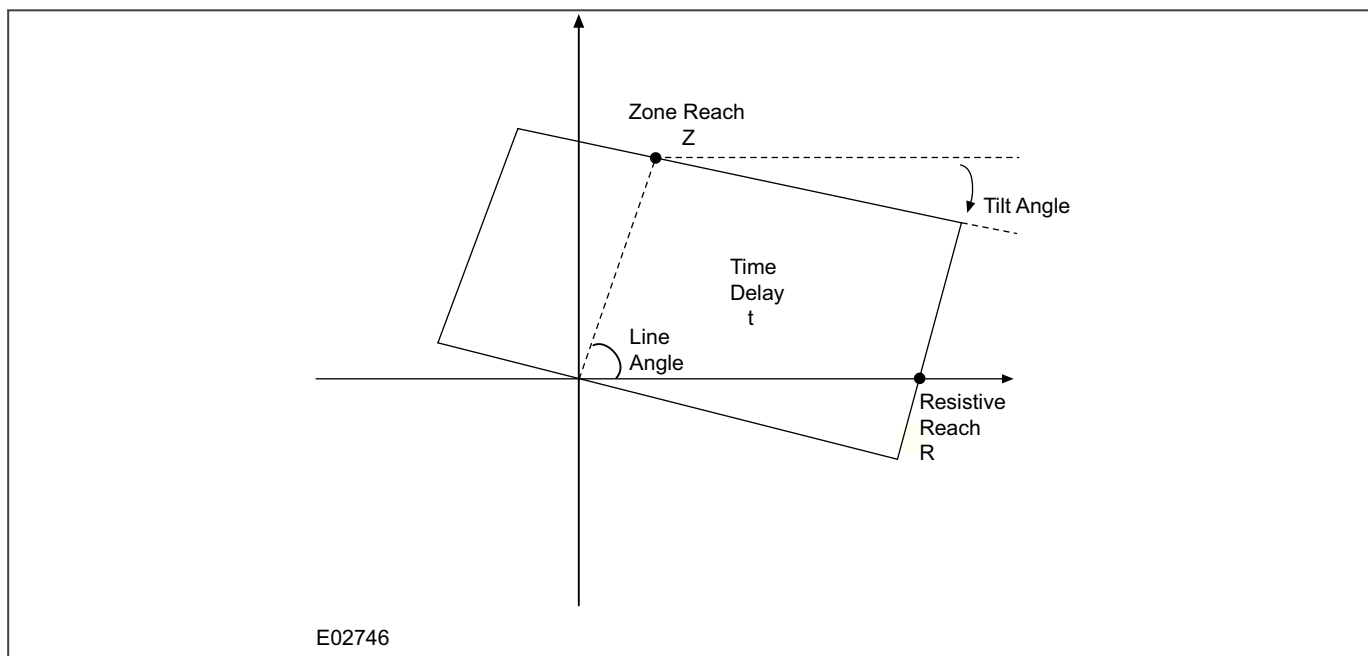


Figure 90: Ustawienia wymagane do zastosowania strefy czworobocznej

Na poniższym rysunku pokazano podstawowe ustawienia potrzebne do konfiguracji strefy Mho, zakładając, że włączono ogranicznik obciążenia.

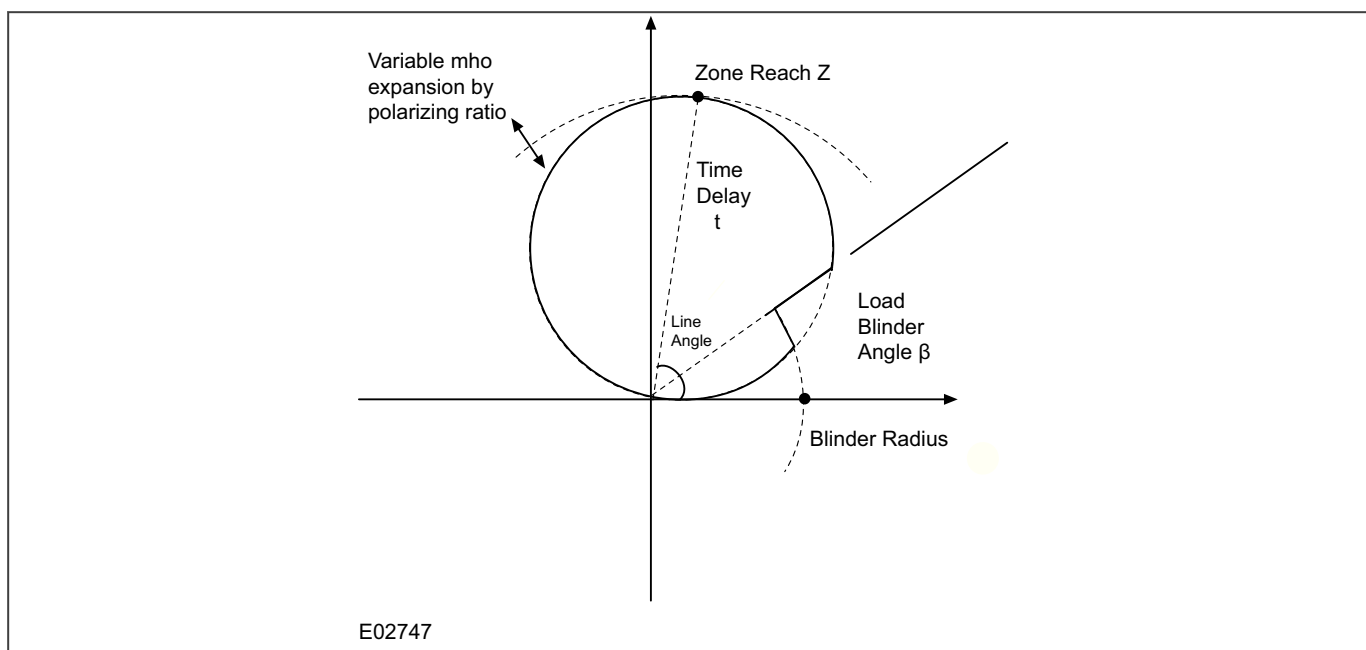


Figure 91: Ustawienia wymagane do zastosowania strefy mho

7.6.2.2 CHARAKTERYSTYKI ZWARCIA DOZIEMNEGO

Wybór charakterystyki zwarcie doziemnego jest wspólny dla wszystkich stref, umożliwiając wybór Mho lub czworoboku. Ogólnie rzecz biorąc, wybrana charakterystyka pasuje do praktyki użytkowej. Co do zasady zalecamy charakterystykę Mho do zabezpieczenia linii i charakterystykę czworoboczną do zastosowań kablowych.

Charakterystyki czworoboczne zwarcia doziemnego są także zalecane do wszystkich linii krótszych niż 10 mil (16 km). Zapewnia to, że pokrycie rezystancyjne łukiem zwarciovym nie zależy od dynamicznego rozszerzania okręgu Mho i jest znaną wartością zadaną.

7.6.3 WYTYCZNE DOTYCZĄCE USTAWIANIA ZASIĘGU STREFY

Elementy strefy 1 zabezpieczenia odległościowego powinny być ustawione tak, aby pokryć jak najwięcej zabezpieczonej linii, umożliwiając chwilowe wyzwolenie dla maksymalnie dużej liczby zwarc. W większości zastosowań zasięg strefy 1 (Z1) nie powinien być w stanie reagować na zwarcia wykraczające poza zabezpieczoną linię. Dla zastosowań o skróconym zasięgu strefa 1 musi zatem być ustawiona tak, aby uwzględnić wszystkie możliwe błędy wydłużenia zasięgu. Błędy te wynikają z błędów pomiarowych, przekładników prądu i napięcia oraz niedokładnych danych o impedancji linii. W związku z tym zalecamy ograniczenie zasięgu elementów odległościowych strefy 1 do 80% impedancji zabezpieczonej linii (impedancja linii sekwencji faz dodatnich), przy czym elementy strefy 2 są ustawione tak, aby pokryć pozostałe 20% linii.

Elementy strefy 2 należy ustawić tak, aby pokrywały 20% linii nieobjętej strefą 1. Zezwalając na błędy związane ze skróceniem zasięgu, zasięg strefy 2 (Z2) powinien być ustawiony nadmiarowo na 120% impedancji zabezpieczonej linii dla wszystkich warunków zwarciovych. W przypadku stosowania schematów wyzwalania wymagane jest szybkie działanie elementów strefy 2. Dlatego korzystne jest ustawienie strefy 2 możliwie daleko, aby zwarcia na zabezpieczonej linii znajdowały się w zasięgu. Wymogiem ograniczającym jest to, by w miarę możliwości strefa 2 nie wykraczała poza zasięg strefy 1 przylegającego zabezpieczenia linii. Z tego powodu, o ile to możliwe, zasięg strefy 2 należy ustawić, aby pokryć 50% impedancji najkrótszej przylegającej linii.

Elementy strefy 3 zazwyczaj są wykorzystywane do zapewnienia ogólnego zabezpieczenia rezerwowego dla przylegających obwodów. Zasięg strefy 3 (Z3) jest zatem ustawiony na 120% łącznej impedancji linii zabezpieczonej plus najdłuższa linia przylegająca. Wyższa impedancja pozorna linii przylegającej może być dozwolona, gdy prąd zwarciovym może być zasilany z wielu źródeł lub przepływać przez wiele ścieżek równoległych.

Strefę 3 można też zaprogramować z lekkim przesunięciem odwrotnym („rev”), w którym to przypadku jej zasięg w kierunku odwrotnym jest ustawiony jako procent impedancji linii zabezpieczonej. Zapewnia to zazwyczaj

zabezpieczenie rezerwowe dla lokalnej szyny zbiorczej, gdzie zasięg przesunięcia jest ustawiony na 20% dla krótkich linii (<30 km) lub na 10% dla długich linii.

Strefę 3 można też ustawić jako kierunkową strefę odwrotną. Wybrane ustawienie dla strefy 3, jeśli jest używana, zależy od zastosowania. Typowe zastosowania obejmują jej użycie jako dodatkowej strefy opóźnionej w czasie lub strefy odwrotnej zabezpieczenia dodatkowego dla szyn i przekładników.

Programowalne elementy strefy można ustawić z takimi samymi opcjami jak strefę 3 (do przodu, do tyłu lub przesunięcie). Strefy programowalnej można użyć jako dodatkowej strefy zabezpieczenia w kierunku do przodu, jeśli zwyczajnie lub praktyka wymagają użycia więcej niż trzech stref zabezpieczenia odległościowego.

Elementy strefy 4 mogą także stanowić zabezpieczenie rezerwowe dla lokalnej szyny zbiorczej. Jeśli strefa 4 jest używana, aby zapewnić odwrotne decyzje kierunkowe dla schematów blokowania lub dopuszczenia wydłużenia zasięgu, strefa 4 musi sięgać dalej za zabezpieczenie niż strefa 2 w celu zabezpieczenia odległego końca. W takich przypadkach zasięg odwrotny powinien wynosić:

- Mho: $Z_4 > \text{Zasięg zdalnej strefy 2} \times 120\%$
- Czworobok: $Z_4 > (\text{Zasięg zdalnej strefy 2} \times 120\%) \text{ minus impedancja linii zabezpieczonej}$

Note:

W przypadku Mho impedancja linii nie jest odejmowana. Zapewnia to, że niezależnie od wielkości dynamicznego rozszerzania okręgu, strefa skierowana odwrotnie zawsze wykrywa wszystkie zwarcia stałe i rezystywne zdolne do wykrycia przez strefę 2 na zdalnym końcu linii.

7.6.3.1 ZASIĘGI REZYSTYWNE CZWOROBOCZNE

Dwa tryby ustawień są możliwe dla zasięgu rezystywnego, który można ustawić przez **Rez. Poligonalna**:

Ogólny: w tym trybie wszystkie strefy dzielą jedno wspólne ustawienie zasięgu rezystywnego zwarcia

Proporcjonalny: w tym trybie stosunek zasięgu strefy do zasięgu rezystywnego jest taki sam dla wszystkich stref. **Rez. Zwarc** definiuje zwarcie odniesienia na zdalnym końcu linii. Zasięg rezystywny jest ustawiony jako taki sam procent rezystancji zwarcia jak w ustawieniu Zone Reach. Na przykład, jeśli zasięg strefy 1 to 80% zabezpieczonej linii, jej zasięg rezystywny stanowi 80% referencyjnej rezystancji zwarcia.

Ustawienie *Proporcjonalny* jest używane do unikania stref o zbyt szerokim zasięgu (szerokość zasięgu rezystywnego w porównaniu z długością zasięgu impedancji). Ogólnie rzecz biorąc, aby ułatwić testowanie wtryskowe, współczynnik kształtu każdej strefy jest najlepszy w zakresie od 1 do 15:

$$1/15^{\text{th}} \leq \text{ustawienie zasięgu } Z / R \leq 15$$

Ustawienia zasięgu rezystywnego powinny być wybierane zgodnie z praktyką użytkową. Jeśli takie wytyczne nie istnieją, punktem wyjścia dla strefy 1 jest:

- Kable: zasięg rezystywny = $3 \times \text{zasięg strefy 1}$
- Linie napowietrzne: zasięg rezystywny = $[2,3 - 0,0045 \times \text{długość linii (km)}] \times \text{zasięg strefy 1}$
- Linie dłuższe niż 400 km: $0,5 \times \text{zasięg strefy 1}$

Note:

Ponieważ prąd zakłóceńowy dla zwarcia doziemnego może być ograniczony przez rezystancję fundamentową słupa, wysoką rezystywność gleby i słaby przepływ prądu, każda odporność na łuk elektryczny jest często wyższa niż dla odpowiadającego mu zwarcia fazowego w tej samej lokalizacji. Konieczne może być ustawienie $R_n \text{ Gnd Resistive}$ na wartość wyższą niż $R_n \text{ Ph Resistive}$. Ustawienie $R_n \text{ Gnd Resistive}$ trzykrotnie większe niż $R_n \text{ Ph Resistive}$ nie jest rzadkością.

7.6.4 ZASIĘGI REZYSTYWNE I PRZECHYLANIE ZWARCIA DOZIEMNEGO

Zabezpieczenie umożliwia dwie metody przechylenia linii zasięgu impedancji.

- Automatyczna regulacja kąta górnej linii oporu biernego (przechylenie dynamiczne)
- Stałe ustawienie górnej linii, które pomija przechylenie dynamiczne (stałe przechylenie)

7.6.4.1 PRZECHYLANIE DYNAMICZNE

Wymagania przechylenia dynamicznego są różne dla linii krótkich i długich:

Linie długie

W przypadku linii długich i średnich, w których stosuje się czworoboczną charakterystykę odległości zwarcia doziemnego, **Zn Dynamic Tilt** należy włączyć, a początkowym kątem nachylenia powinna być wartość -3° (jak w ustawieniu domyślnym). Przechylenie to kompensuje ewentualne błędy w danych linii dotyczące prądu i napięcia.

W przypadku zwarć o wysokiej rezystywności podczas eksportu mocy skrócony zasięg strefy 1 jest dozwolony do przechylenia w dół o różnicę kątową między fazą zwartą a prądem sekwencji zerowej $\angle(I_{ph}-I_2)$, poczynając od ustawionego kąta -3° . Zapewnia to stabilność strefy 1 dla zwarć o wysokiej rezystancji poza zasięgiem strefy 1 nawet podczas ciężkich warunków obciążenia (wysoki kąt obciążenia między dwoma źródłami napięcia) i wystarczającą czułość dla wewnętrznych zwarć o wysokiej rezystancji. Kąt przechylenia dla pozostałych stref (które z natury mają wydłużony zasięg) pozostaje na poziomie -3° .

W przypadku importu mocy strefa 1 pozostaje na poziomie -3° , podczas gdy pozostałe strefy mogą przechylać się do góry o różnicę kątową $\angle(I_{ph}-I_2)$, poczynawszy od -3° . Zwiększa to zasięgi rezystywne strefy 2 i strefy 4 i zabezpiecza prawidłową pracę w schematach pozwalających na wydłużenie zasięgu lub blokujących.

Krótkie linie

W przypadku bardzo krótkich linii, zwykle poniżej 10 mil (16 km), współczynnik zasięgu rezystywnego do zasięgu oporu biernego (R/X) może z łatwością przekroczyć 10. Dla takich zastosowań kształt geometryczny charakterystyki czworobocznnej może być taki, że górna linia oporu biernego jest zbliżona lub przecina oś rezystywną, jak pokazano na poniższym rysunku:

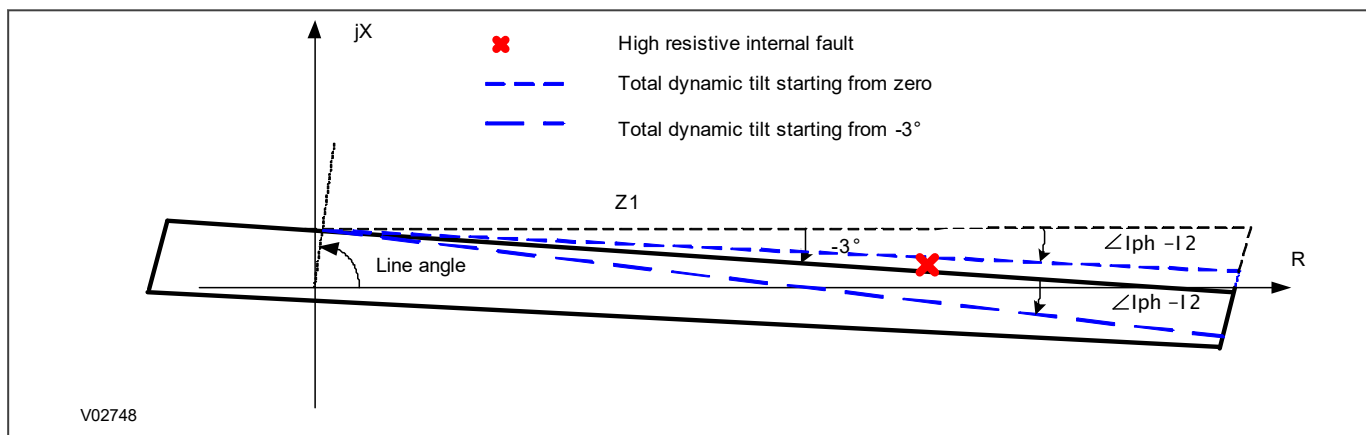


Figure 92: Efekt nadmiernego przechylenia

W sytuacji zwarć zewnętrznych o wysokiej rezystancji na krótkiej linii, zwłaszcza w przypadku eksportu dużych ilości mocy, strefa 1 pozostaje stabilna ze względu na dynamiczne przechylenie linii zasięgu impedancji do dołu. Jednak należy wziąć pod uwagę wykrycie wewnętrznych zwarć o dużej rezystancji, zwłaszcza w kierunku końca linii. W takich zastosowaniach można wybrać, czy wykrywanie zwarć o wysokiej rezystancji wykorzystuje bardzo czuły schemat wspomagania kierunkowego zwarć doziemnych, czy też usuwa zwarcie przy użyciu zabezpieczenia odległościowego uziemienia. Aby odległość działała, konieczne jest wyeliminowanie nadmiernego przechylenia dla zwarć wewnętrznych poprzez zmniejszenie początkowego kąta przechylenia -3° do zera, by ogólne przechylenie linii zasięgu impedancji było równe tylko kątowi $\angle(I_{ph}-I_2)$.

Jak pokazano na poprzednim rysunku, wewnętrzne zwarcie rezystywne następnie opada w charakterystyce roboczej strefy 1. Jednak w przypadku krótkich linii kąt obciążenia jest stosunkowo niski w porównaniu z długimi liniami przesyłowymi dla takiej samej zdolności przesyłowej, dlatego dynamiczne przechyłanie linii zasięgu impedancji może być umiarkowane. W związku z tym konieczne może być ograniczenie zasięgu strefy 1, aby zagwarantować stabilności strefy 1. Jest to szczególnie zalecane, jeśli zabezpieczenie odległościowe działa w ramach schematu komunikacji. Podsumowując, w przypadku bardzo krótkich linii o dużych współczynnikach ustawienia R/X, zalecamy ustawienie początkowego kąta przechyłu do zera i zasięgu strefy 1 na 70–75% impedancji linii.

Powyższe zakłada sieci jednorodne, gdzie kąt prądu sekwencji zerowej pochodzący z punktu przekątnikowego jest bardzo zbliżony do kąta całkowitego prądu zakłóceniegowego. Jeżeli sieć jest niejednorodna, istnieje różnica kątowa powodująca niedokładne przechylenie dynamiczne. Dlatego w takich sieciach należy rozważyć charakterystykę czworoboczną ze stałym kątem przechylenia lub charakterystykę mho, aby uniknąć wydłużenia zasięgu strefy 1.

Note:

Można też użyć schematów kierunkowych delta, aby wykryć zwarcia o wysokiej rezystancji.

7.6.4.2 STAŁE PRZECHYLANIE

Alternatywą dla przechylania dynamicznego jest stały kąt przechylania. Służy do zastosowań, w których przepływ mocy jest jednokierunkowy.

Koniec eksportowy

Aby zapewnić stabilność, kąt przechylenia strefy 1 na końcu eksportowym musi być ujemny i powyżej maksymalnej różnicy kątowej między zasilaniem źródeł i zwarć rezystywnych. Dane te powinny być znane z badania przepływu obciążenia, ale jeśli są niedostępne, minimalnym zalecanym ustawieniem będzie różnica kątowa między napięciem i prądem zmierzonym na lokalnym końcu podczas najcięższego obciążenia w połączeniu z ograniczonym zasięgiem strefy 1 wynoszącym 70-75% impedancji linii.

Note:

Przy ostrym stałym kącie przechylenia skuteczny zasięg rezystywny byłby znacznie zmniejszony. Dlatego w przypadku linii krótkich zalecane jest przechylenie dynamiczne (ze zmiennym kątem przechylenia w zależności od rezystancji w miejscu zwarcia i lokalizacji). Dla pozostałych stref wydłużonego zasięgu należy ustawić kąt przechylania na zero.

Koniec importowy

Ustawić kąt przechylania strefy 1 na zero, a dla pozostałych stref typowe ustawienie powinno być dodatnie i wynosić między +5° a +10°.

Note:

Dokładność ustawienia dla stref wydłużonego zasięgu nie jest kluczowa, ponieważ nie stanowi ono zagrożenia nieprawidłowego działania odległościowego. Celem jest zwiększenie zasięgu strefy 2 i strefy 4 i poprawienie działania schematów komunikacji.

7.6.5 USTAWIENIA STREFY ZWARCIA FAZOWEGO

W przypadku korzystania z trybu ustawień Advanced poza ustawieniami zasięgu i kompensacji należy wprowadzić dodatkowe ustawienia.

Każda strefa ma minimalne ustawienie czułości prądowej (**Zn Sensit. Iph>**) ustawiające minimalny prąd, który musi płynąć w każdej ze zwartych faz, zanim dojdzie do wyzwolenia. Zaleca się pozostawienie tych ustawień domyślnych. Wyjątkiem jest sytuacja, gdy zabezpieczenie jest mniej czułe, aby dopasować się do innego zabezpieczenia istniejącego w tym systemie zasilania, lub aby stopniować się z ustawieniem odbioru sygnału dowolnego zabezpieczenia nadprądowego dla obwodów tee-off.

Gdy używane są charakterystyki czworoboczne, można ustawić kąty przechylenia linii zasięgu impedancji.

Fabrycznie linie zasięgu impedancji charakterystyk czworobocznych nie są ustawione jako poziome linie oporu biernego. Aby uwzględnić tolerancje kątów fazowych w transformatorach liniowych itp., linie są przechylone do dołu przy opadaniu -3° . To przechylenie w dół zapobiega wydłużonemu zasięgowi strefy 1.

Stałe ustawienie przechyłu elementów fazowych może być również używane, aby skompensować efekty wydłużenia zasięgu przy przepływie dużych obciążeń eksportowych sprzed zwarcia. W takich przypadkach rezystancja łuku uskokowego jest przesunięta fazowo w części biegunowej impedancji, przechylając się w dół w kierunku osi rezystywnej i nie okazując się w pełni rezystywną z natury. W przypadku długich linii o dużym przepływie mocy górna linia strefy 1 może przechylać się w dół w zakresie -5° do -15° , naśladując przesunięcie fazowe rezystancji.

Note:

Kąt ujemny jest używany, aby ustawić gradient przechylenia do dołu, a kąt dodatni do przechylenia w górę.

Note:

Charakterystyki Mho mają nieodłączną tendencję do unikania niechcianego wydłużonego zasięgu, dzięki czemu są bardzo pożądane przy zabezpieczaniu długich linii.

7.6.6 ELEMENT KIERUNKOWY ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Strefy odległości są kierunkowane decyzją delta. W przypadku decyzji kierunkowych delta ustawienia kąta charakterystyki przekaźnika (RCA) muszą opierać się na średnim kącie impedancji źródła + linii dla zwarć w dowolnym miejscu wewnątrz lub na zewnątrz linii. Zazwyczaj kąt **Dir Char Angle** jest ustawiony na 60° , ponieważ nie ma konieczności, aby ustawienie to było precyzyjne. Gdy dochodzi do zwarcia, prąd delta nigdy nie zbliża się do granicy charakterystyki, więc ustawienie przybliżone jest wystarczające.

Kąt 60° jest powiązany głównie ze źródłami indukcyjnymi i odpowiada większości zastosowań. Jednak w zastosowaniach z linii kompensowanej szeregowo, gdzie kondensator jest fizycznie zlokalizowany za przekładnikiem napięciowym, kąt charakterystyki kierunkowej delta należy dostosować. W takich zastosowaniach kondensator jest uwzględniony w impedancji równorzędnej źródła. Wtedy ogólna impedancja źródła widziana przez zabezpieczenie staje się przede wszystkim pojemnościowa, jeśli indukcyjność normalnie silnego źródła jest mniejsza niż wartość kondensatora. W tym przypadku obliczony kąt pracy podczas zwarcia wewnętrznego nie może mieścić się w domyślnej granicy działania linii kierunkowej delty 60° . Mogłoby to prowadzić do błędnej (odwrotnej) decyzji kierunkowej. Dla takiego zwarcia najlepszym rozwiązaniem będzie przesunięcie stopnia zerowego. Jednak czynnikiem ograniczającym są zwarcia zewnętrzne, dla których źródło jest zawsze indukcyjne bez względu na stopień kompensacji i dla którego przesunięcie o 60° jest niewłaściwsze. Aby zapewnić prawidłowe, niezawodne i szybkie działanie dla obu lokalizacji zwarć w przypadku źródła głównie pojemnościowego, zalecamy ustawienie **Dir Char Angle** na 30° .

Jeśli **Stan kier** w kolumnie **KIER DELTA** ustawiono na *Odstawione*, zalecamy ustawienie 1 (100%). Z tym ustawieniem stosuje się połączenie autopolaryzacji i polaryzacji pamięci adekwatne dla większości zastosowań.

7.6.7 WYTYCZNE DOTYCZĄCE USTAWIANIA ELEMENTU KIERUNKOWEGO DELTA

W przypadku elementu kierunkowego delta ustawienia kąta charakterystyki przekaźnika (RCA) muszą opierać się na średnim kącie impedancji źródła + linii dla zwarć w dowolnym miejscu wewnątrz lub na zewnątrz linii. Zazwyczaj kąt **Dir Char Angle** jest ustawiony na 60° , ponieważ nie ma konieczności, aby ustawienie to było precyzyjne. Gdy dochodzi do zwarcia, prąd delty nigdy nie zbliża się do granicy charakterystyki, więc można użyć przybliżonego ustawienia.

7.6.7.1 PROGI DELTA

Aby osiągnąć najlepszą wydajność, należy ustawić próg prądowy **Odl. I Przod** na 10 do 20% I_n . Zapewnia to wykrycie wszystkich typów zwarc, jeśli udział prądu zakłóceniewego na zwarcie doziemne na zdalnym końcu linii generuje co najmniej taką wielkość delta. Aby wybrać prawidłowe ustawienie delta V w kierunku do przodu, należy zapoznać się z poniższą tabelą, w której porównano SIR (współczynnik impedancji źródła do linii) z zalecanym ustawieniem delta V do przodu (ΔV Fwd).

Najniższy współczynnik SIR przekładni	Zalecane ΔV Fwd (jako % V_n)
≥ 0.3	4%
≥ 0.5	6%
≥ 1	9%
≥ 2	13%
≥ 3	15%
≥ 5	17%
≥ 10	19%
25 – 60	21%

Detektory zwarc w kierunku odwrotnym muszą być ustawione jako bardziej czułe, ponieważ służą do wywoływania elementów blokujących i zabezpieczeń prądowych w kierunku odwrotnym. Sugerujemy, aby wszystkie detektory w kierunku odwrotnym ustawić na 66 do 80% detektora w kierunku do przodu, zazwyczaj:

- $Odl. U Tyl = Odl. U Przod \times 0,66$
- $Odl. I Tyl = Odl. I Przod \times 0,66$

Ze względu na metodę implementacji delty są obecne tylko przez 2 cykle przy powstaniu zwarcia. Jeśli włączony jest którykolwiek element odległości, automatycznie umożliwia potwierdzenie decyzji delta do przodu lub odwrotnie do czasu, aż zwarcie zostanie usunięte z systemu. Dlatego w kolumnie DISTANCE SETUP jako detektory zwarc muszą być włączone niektóre strefy odległości. Nie ma znaczenia, jakie opóźnienie czasowe jest stosowane w odniesieniu do strefy/stref. Może być to opóźnienie odległości typowe dla tej strefy lub ustawione jako „Disabled” w kolumnie LOGIKA DZIAŁANIA, jeśli nie jest wymagane wyzwalenie odległościowe. Jako minimum włączona musi być strefa 3 z zasięgiem odwrotnym, aby umożliwić potwierdzenie Dir. Rev i do przodu oraz Dir. Fwd do przodu.

Obowiązujące zasięgi to:

- Strefa 3 do przodu: ustawiona jako co najmniej tak długa jak konwencjonalna strefa 2 (120–150% zabezpieczonej linii)
- Strefa 3 w kierunku odwrotnym: ustawiona jako co najmniej tak długa jak konwencjonalna strefa 4 lub uzupełniona poprzez przypisanie strefy 4, jeśli duży zasięg odwrotny nie jest preferowany dla strefy 3.

Co do zasady w takich zastosowaniach startera zalecamy charakterystykę Mho, ale czworoboki także są dopuszczalne. Jako że starter Mho ma prawdopodobnie duży promień, radzimy zastosować ogranicznik obciążenia.

7.6.8 KONFIGURACJA FILTROWANIA

Zapewniono szereg filtrów i funkcji, aby uniknąć fałszywego wyzwolenia w warunkach, które mogą stanowić wyzwanie dla zabezpieczenia odległościowego.

7.6.8.1 ODLEGŁOŚCIOWY FILTR CYFROWY

W większości zastosowań zalecamy ustawienie **Filtry cyfrowe** na *Standard*. Zapewnia to szybkie podcyklowe wyzwalenie zabezpieczenia. W niektórych rzadkich przypadkach, np. gdy linie bezpośrednio sąsiadują z transmisją wysokiego napięcia DC (HVDC), wejścia prądu i napięcia mogą być mocno zniekształcone w warunkach zwarcowych. Powstałe sinusoidy niefundamentalne mogą wpływać na dokładność punktu zasięgu zabezpieczenia.

Aby nie wpłynęło to na zabezpieczenie, należy wybrać ustawienie *Specjal aplikac* do włączenia filtra dla specjalnych zastosowań.

Note:

Podczas używania filtra dla specjalnych zastosowań chwilowy czas działania zwiększa się o mniej więcej jedną czwartą cyklu częstotliwości mocy.

7.6.8.2 USTAWIANIE CVT

CVT z pasywnym tłumieniem ferorezonansu

Należy ustawić **Filtr CVT** na *Pasywny* dla każdego typu 2 CVT (te o konstrukcji antyrezonansowej). Należy zastosować ustawienie odcięcia SIR, powyżej którego praca zostaje spowolniona o jedną czwartą cyklu. Typowe ustawienie SIR wynosi 30. Poniżej tego ustawienia zabezpieczenie wyzwala podcykl, a jeśli przepływ jest słaby, filtr CVT dostosowuje się do spowolnienia zabezpieczenia i tymczasowego przemijającego wydłużeniu zasięgu.

CVT z aktywnym tłumieniem ferorezonansu

Należy ustawić **Filtr CVT** na *Aktywny* dla każdego typu 1 CVT.

7.6.9 KONFIGURACJA OGRANICZENIA OBCIĄŻENIA

Zdecydowanie zalecamy włączenie ograniczenia obciążenia, zwłaszcza dla linii powyżej 150 km (90 mil) i dla każdej sieci, w której mogą występować kołysania mocy. Zapobiega to nieharmonijnym tymczasowo niskim częstotliwościom, które powodują problemy z wtargnięciem obciążenia.

Promień impedancji musi być ustawiony poniżej obciążenia w najgorszym przypadku i często przyjmuje się, że jest to 120% przeciążenia jednej linii pomnożone przez dwa, aby uwzględnić zwiększone obciążenie podczas przerw lub usuwania zwarcia w sąsiednim obwodzie równoległym. Wtedy dodatkowe dopuszczenie tolerancji pomiaru skutkuje zalecanym ustawieniem, które zwykle mieści się między jedną czwartą a jedną trzecią znamionowego pełnego prądu obciążeniowego:

$$Z \leq (Z_{\text{znamionowe napięcie fazowe } V_n) / (I_{\text{FLC}} \times 3)$$

Gdy obciążenie znajduje się przy najgorszym współczynniku mocy, powinno pozostać poniżej ustawienia beta (β). Jeśli więc założymy typowy współczynnik mocy 0,85 w najgorszym przypadku, wówczas:

$$\beta \geq \cos^{-1}(0,85) + 15^\circ \text{ margines } \geq 47^\circ$$

oraz w celu zapewnienia wykrycia zwarcia linii:

$$\beta \leq (\text{Kąt linii} - 15^\circ).$$

W praktyce często stosuje się kąt w połowie drogi między kątem obciążenia czołowego w najgorszym przypadku a kątem impedancji zabezpieczonej linii.

W rezultacie umożliwia to pominięcie ogranicznika obciążenia w dowolnym czasie, gdy zmierzone napięcie dla danej fazy spada poniżej ustawienia (**Load Blinder V**) niedostatecznego napięcia. W takich okolicznościach niskie napięcie nie może być wyjaśnione przez normalne tolerancje przepływu napięcia pod obciążeniem. Zwarcie musi być obecne na danej fazie, aby dopuszczalne było zadziałanie ogranicznika i umożliwienie strefom odległościowym wyzwolenia zgodnie z kształtem całej strefy. Zaletę stanowi fakt, że pokrycie rezystywne dla zwarcia w pobliżu miejsca zabezpieczenia może być wyższe.

Ustawienie podnapięciowe musi być niższe niż najniższe napięcie zerowe fazy przy dużym przepływie obciążenia i hamowane napięcie systemu. Zalecane ustawienie **Load Blinder V** to 70% V_n .

7.6.10 KONFIGURACJA POLARYZACJI

Można wybrać, ile polaryzacji pamięci wymieszać z autopolaryzacją przy użyciu ustawienia **Polaryz Odl.**. Niektóre zalecenia to:

Zastosowania kablowe:

Użyć 20% pamięci (0,2). Powoduje to minimalne rozszerzanie Mho i utrzymuje zabezpieczony odcinek linii w zasięgu rozszerzonego Mho, zapewniając tym samym większą dokładność i szybsze czasy zadziałania dla zwarć zbliżeniowych. Odpowiada to wytycznym wcześniej podanym dla zastosowań LFZP123 lub LFZR

Linie kompensowane szeregowo

Należy użyć maksymalnej polaryzacji pamięci (ustawienie = 5). Duża zawartość pamięci zapewnia prawidłowe działanie nawet przy negatywnych efektach reaktancji kondensatorów kompensacyjnych w obrębie stref lub w obrębie impedancji liniowej.

Krótkie linie

W przypadku linii krótszych niż 10 mil (16 km) lub gdy SIR jest wyższy niż 15, należy użyć maksymalnej polaryzacji pamięci (ustawienie = 5). Zapewnia to wystarczające rozszerzanie charakterystyki, aby pokryć rezystancję łuku zwarciovego.

Ogólne zastosowania liniowe

Użyć dowolnego ustawienia między 0,2 a 1.

7.6.11 PRZYKŁAD ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

W tej sekcji przedstawiono sprawdzony przykład konfiguracji zabezpieczenia odległościowego. W tym przypadku zakładamy, że rozszerzenie strefy 1 nie jest używane, a do podstawowego zabezpieczenia odległościowego potrzebne są tylko trzy strefy (strefa 1 i 2 kierunkowa do przodu i strefa 3 przesunięta w kierunku do przodu). Wyprowadza się poniższe ustawienia:

- Impedancja linii
- Kompensacja resztkowa
- Ustawienia zasięgu strefy 1 dla zwarć fazowych i zwarć doziemnych
- Ustawienia zasięgu strefy 2 dla zwarć fazowych i zwarć doziemnych
- Ustawienia zasięgu strefy 3 dla zwarć fazowych i zwarć doziemnych
- Ustawienia zasięgu odwrotnego strefy 3
- Ustawienia zasięgu strefy 4 (do użycia w schematach pozwolenia na wydłużenie zasięgu lub blokujących w razie potrzeby)
- Unikanie obciążenia

Ustawienia mają zastosowanie, gdy charakterystyki zabezpieczenia odległościowego ustawiono jako Mho lub czworoboczne. Jeśli jednak wybrano czworobok, należy wziąć pod uwagę zasięgi rezystywne czworoboków.

W tym przykładzie chcemy zabezpieczyć jedną linię złożoną z dwóch linii 230 kV o długości 100 km między podstacją w Green Valley i podstacją przy Blue River. Istnieją źródła generujące w Tiger Bay, 80 km od Green Valley, i w Rocky Bay, 60 km od Blue River.

Diagram jednej linii dla systemu pokazano na poniższym rysunku:

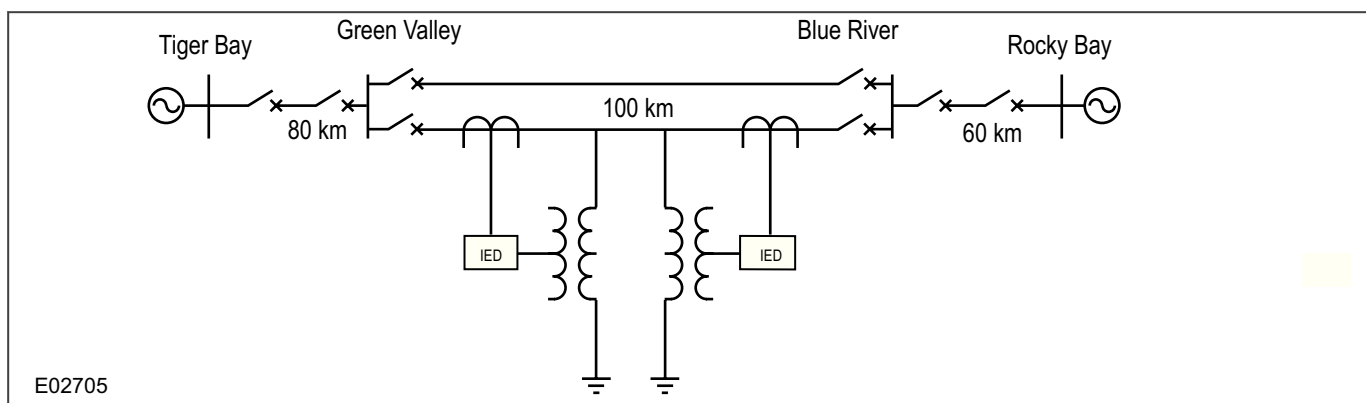


Figure 93: Przykładowy system energetyczny

Dane systemu są następujące:

- Napięcie systemu: 230 kV
- Uziemienie systemu: bezpośrednie
- Współczynnik CT: 1200 : 5
- Współczynnik VT: 230 000 : 115
- Długość linii: 100 km
- Dodatnia sekwencja impedancji linii (Z_1): $0,089 + j0,476$ omów/km = $0,484 \angle 79,4^\circ$
- Zerowa sekwencja impedancji linii (Z_0): $0,426 + j1,576$ omów/km = $1,632 \angle 74,8^\circ$
- Z_0/Z_1 : $3,372 \angle -4,6^\circ$
- Poziom zwarciaowy podstacji Green Valley: 2000 MVA do 5000 MVA
- Poziom zwarciaowy podstacji Blue River: 1000 MVA do 3000 MVA
- Wartość znamionowa obwodu ciągłego: 400 MVA
- Współczynnik mocy obciążenia w najgorszym przypadku: 0.85

7.6.11.1 OBLICZANIE IMPEDANCJI LINII

Stosunek impedancji drugorzędnej do głównej = $(1200/5)/(230000/115) = 0,12$

Łączna impedancja linii głównej (dla długości 100 km) = $100 \times 0,484 \angle 79,4^\circ \Omega$

$$\text{Łączna impedancja drugorzędna} = (0,12 \times 100 \times 0,484) \angle 79,4^\circ = 5,81 \angle 79,4^\circ \Omega$$

W związku z tym wartości drugorzędne są następujące:

Kat linii = 80°

Impedancja linii = 5,81 Ω

7.6.11.2 KOMPENSACJA RESZTKOWA DLA ELEMENTÓW ZWARCIA DOZIEMNEGO

Współczynnik kompensacji resztkowej można zastosować niezależnie od niektórych stref, jeśli to konieczne. To przydatna funkcja, gdy charakterystyka impedancji linii zmienia się między sekcjami lub w przypadku używania obwodów hybrydowych. W tym przykładzie tak nie jest, więc do każdej strefy można zastosować współczynnik kZN. Jest to ustawione jako współczynnik **kN** i kąt **KN Kat**:

Wiemy, że

$$k_{ZN} = (Z_0 - Z_1)/3Z_1$$

Wykonując obliczenia z podanymi wartościami...

$$|Z_0 - Z_1| = 1.15$$

$$|3Z_1| = 1.452$$

$$\angle(Z_0-Z_1) = 72,9^\circ$$

$$\angle 3Z_1 = 79,4^\circ$$

Więc...

$$kZ_N = 0,79 \angle -6,5^\circ$$

A zatem ustawienie:

$$kN = 0,79$$

$$KN\ Kat = -6,5^\circ$$

7.6.11.3 USTAWIENIA ZASIĘGU FAZY I UZIEMIENIA STREFY 1

Dla zabezpieczenia w Green Valley:

Wymagany zasięg strefy 1 to 80% impedancji linii między podstacjami Green Valley i Blue River.

Używając trybu ustawień *Simple*:

- Ustawić **Stref1 L-L Stan** i **Stref1 L-E Stan** na *Zalaczone*
- Ustawić **Stref1 L-LZasieg** i **Stref1 LE Zasieg** na 80%

Z tego algorytm zabezpieczenia automatycznie obliczy wymagane zasięgi omowe.

Alternatywnie, używając trybu ustawień *Zaawansowany*, wartości można obliczyć i wprowadzić ręcznie w następujący sposób:

$$\text{Wymagany zasięg strefy 1} = 0,8 \times 100 \times 0,484 \angle 79,4^\circ \times 0,12 = 4,64 \angle 79,4^\circ \Omega \text{ drugorzędny}$$

Zatem:

- Ustawić **Z1 L-L Zasieg** i **Str2Faza CzasUpl** = 4,64 Ω
- Ustawić **Z1 L-L Kat** i **Str2Ziem CzasUpl** = 80°

7.6.11.4 USTAWIENIA ZASIĘGU FAZY I UZIEMIENIA STREFY 2

Dla zabezpieczenia w Green Valley:

W trybie *Zaawansowany*:

Wymagana impedancja strefy 2 = impedancja linii od Green Valley do Blue River + 50% impedancja linii od Blue River do Rocky Bay

$$= (100+30) \times 0,484 \angle 79,4^\circ \times 0,12$$

$$= 7,56 \angle 79,4^\circ \Omega \text{ drugorzędny}$$

Zatem:

- Ustawić **Z2 L-L Zasieg** i **Z2 L-E Zasieg** = 7,56 Ω
- Ustawić **Z2 L-L Kat** i **Z2 L-E Kat** = 80°

Alternatywnie, w trybie ustawień *Prosty*, zasięg ten można ustawić jako procent zabezpieczonej linii. Zazwyczaj stosuje się co najmniej 120% linii między Green Valley a Blue River.

7.6.11.5 USTAWIENIA ZASIĘGU FAZY I UZIEMIENIA STREFY 3

Dla zabezpieczenia w Green Valley:

W trybie *Zaawansowany*:

Wymagana impedancja strefy 3 = 1,2 (impedancja linii od Green Valley do Blue River) + impedancja linii od Blue River do Rocky Bay

$$= 1,2 \cdot (100 + 60) \times 0,484 \angle 79,4^\circ \times 0,12$$

$$= 11,15 \angle 79,4^\circ \Omega \text{ drugorzędny}$$

Zatem:

- Ustawić **Z3 L-L Zasięg** i **Z2 L-E Zasięg** = 11,15 Ω
- Ustawić **Z2 L-L Kat** i **Z2 L-E Kat** = 80°

Alternatywnie, w trybie ustawień *Prosty*, zasięg ten można ustawić jako procent zabezpieczonej linii.

7.6.11.6 USTAWIENIA ZASIĘGU ODWROTNEGO STREFY 3

Dla zabezpieczenia w Green Valley:

Wobec braku specjalnych wymagań, ponieważ długość zabezpieczonej linii wynosi więcej niż 30 km, strefie 3 można nadać niewielki zasięg odwrotny, powiedzmy 10%.

Korzystając z trybu *Zaawansowany* w kolumnie *UST ODLEGLOS*, należy ustawić:

- **Z3' Ph Rev Reach** i **Z3' Gnd Rev Rch** = 0,1 * 5,81 = 0,58 Ω

7.6.11.7 USTAWIENIA ZASIĘGU ODWROTNEGO STREFY 4

Dla zabezpieczenia w Green Valley:

Jeśli strefa 4 jest używana, aby zapewnić odwrotne decyzje kierunkowe dla schematów blokowania lub dopuszczenie wydłużenia zasięgu, strefa 4 musi sięgać dalej za lokalne zabezpieczenie niż strefa 2 zabezpieczenia zdalnego. Można to osiągnąć, ustawiając strefę 4 $\geq 1,2 \times$ zasięg strefy zdalnej 2, gdzie stosuje się charakterystykę mho.

Zasięg strefy zdalnej 2 = impedancja linii od Green Valley do Blue River + 50% impedancji linii od Green Valley do Tiger Bay

$$= (100 + 40) \times 0,484 \angle 79,4^\circ \times 0,12$$

$$= 8,13 \angle 79,4^\circ \Omega \text{ drugorzędny}$$

$$\text{Zasięg strefy 4} \geq (8,13 \angle 79,4^\circ \times 120\%) = 5,81 \angle 79,4^\circ$$

$$= 3,95 \angle 79,4^\circ \Omega \text{ drugorzędny}$$

Jest to minimalne ustawienie zasięgu strefy 4, więc:

- Ustawić **Z4 L-L Zasięg** i **Z4 L-E Zasięg** = 3,96 Ω
- Ustawić **Z4 L-L Kat** i **Z4 L-E Kat** = 80°

7.6.11.8 UNIKANIE OBCIĄŻENIA

Maksymalny pełny prąd obciążeniowy linii można określić na podstawie obliczeń:

$$I_{FLC} = [(Z_{namionowe} MVA_{FLC}) / (\sqrt{3} \times kV \text{ linii})]$$

Ustawienie to musi pozwalać na poziom przeciążenia, zazwyczaj maksymalny prąd 120% I_{FLC} występujący na liniach przesyłowych systemu. Również w przypadku linii dwutorowej, podczas czasu bezprądowego automatycznego ponownego zamykania przy usuwaniu zwarcia na przyległym obwodzie, na zdrowej linii przez krótki czas może przepływać dwukrotność tego poziomu. Zatem obciążenie obwodu prądem może wynosić $2,4 \times I_{FLC}$.

Przy tak dużym przepływie obciążenia napięcie układu może być obniżane, zazwyczaj napięciami fazowymi do 90% wartości nominalnej V_n .

Zezwolenie na tolerancję w wejściach obwodu pomiarowego (błąd linii CT, błąd VT, dokładność zabezpieczenia i margines bezpieczeństwa) powoduje impedancję obciążenia, która może być 3 razy większa niż oczekiwana wartość znamionowa.

Aby uniknąć obciążenia, należy ustawić impedancję ograniczenia:

$$Z \leq (Z_{\text{znamionowe napięcie faza-ziemia } V_n}) / (I_{\text{FLC}} \times 3) \\ = (115/\sqrt{3}) / (I_{\text{FLC}} \times 3)$$

Ustawić próg napięcia $V <$ ograniczenia na zalecane 70% wartości $V_n = 66,4 \times 0,7 = 45 \text{ V}$.

7.6.11.9 USTAWIENIA ZASIĘGU REZYSTYWNEGO CZWOROBOKU

Przy stosowaniu charakterystyk czworobocznych oraz zasięgów impedancji należy również rozważyć zasięgi rezystywne. Zasięgi rezystywne elementów zwarcia fazowego należy ustawić, aby objąć maksymalną oczekiwaną rezystancję zwarcia faza-faza. Zasięgi rezystywne elementów zwarcia doziemnego powinny uwzględniać odporność łukową i rezystancję fundamentową słupa.

Elementy zwarcia fazowego

W idealnym przypadku zasięg rezystywny powinien być większy niż maksymalna rezystancja łuku zwarcia faza-faza (R_a), obliczony pod względem minimalnego oczekiwanego prądu zwarcia faza-faza, maksymalnej separacji przewodu fazowego, zgodnie ze wzorem opracowanym przez (van) Warringtona jako:

$$R_a = (28710 \times L) / I_f \times 1,4$$

gdzie:

- I_f = minimalny oczekiwany prąd zwarcia faza-faza (A)
- L = maksymalna separacja przewodu fazowego (m)

Typowe wartości dla R_a podano w poniższej tabeli dla różnych wartości minimalnych oczekiwanych prądów zwarcia fazowego:

Rozstaw przewodów (m)	Typowe napięcie układu (kV)	RA DLA $I_f = 1 \text{ kA}$	RA DLA $I_f = 2 \text{ kA}$	Ra dla $I_f = 3 \text{ kA}$
4	110 - 132	7,2 Ω (główny)	2,8 Ω (główny)	1,6 Ω (główny)
8	220 - 275	14,5 Ω (główny)	5,5 Ω (główny)	3,1 Ω (główny)
11	380 - 400	19,9 Ω (główny)	7,6 Ω (główny)	4,3 Ω (główny)

Note:

Dla obwodów z przepływem z więcej niż jednego terminala, rezystancja w miejscu zwarcia będzie wydawać się większa. Dzieje się tak, ponieważ zabezpieczenie nie może zmierzyć wkładu prądu ze zdalnego terminala. Pozorny wzrost rezystancji w miejscu zwarcia może być od 2 do 8 razy większy od obliczonej rezystancji. Z tego powodu zalecamy ustawienie zasięgów rezystywnych strefy na 4 razy większe niż obliczona rezystancja łukowa.

W tym przykładzie minimalny poziom zwarcia fazowego to 1000 MVA. Odpowiada to skutecznej impedancji zasilania zwarcia:

$$Z = \text{kV}^2 / \text{MVA} = 230^2 / 1000 = 53 \Omega \text{ (główny)}$$

Najniższy poziom prądu zwarcia fazowego to:

$$I_{\text{fault}} = (\text{MVA} \times 1000) / (\sqrt{3} \times \text{kV}) \\ = (1000 \times 1000) / (\sqrt{3} \times 230) \\ = 2,5 \text{ kA}$$

Dając, zgodnie ze wzorem (van) Warringtona, rezystancję łukową:

$$R_a = 4 \, \Omega$$

Można przeprowadzić obliczenia przyrostowe, aby uściślić oczekiwany prąd zwarcia (który spada, gdy w obliczeniu uwzględnimy uściśnione wartości R_a), ale ponieważ R_a jest stosunkowo mała w porównaniu do wstępnie obliczonej wartości Z , wartość ta jest dopuszczalna.

Aby skompensować przepływ zdalny można dodać mały dodatkowy współczynnik, by uwzględnić oczekiwany prąd zwarcia niższy niż ten zastosowany w obliczeniach. Zamiast więc ustawiać zasięgi rezystywne strefy 4 razy większe niż obliczona rezystancja łukowa, można zastosować współczynnik 5.

Zastosowanie współczynnika 5 daje minimalne ustawienie:

$$\text{Zasięg rezystywny fazy} = 5 \times R_a = 20 \, \Omega \text{ (wartość główna)}$$

Zasięg rezystywny fazy można ustawić na wyższy niż to (np. korzystając z zasady: $[2,3 - 0,0045 \times \text{długość linii (km)}] \times \text{zasięg strefy 1}$), więc zazwyczaj byłby on ustawiony na wyższy niż $20 \, \Omega$, ale na niższy niż ustawienie unikania obciążenia.

Elementy zwarcia doziemnego

Rezystancja zwarcia obejmuje rezystancję łukową i rezystancję fundamentową słupa. Typowe ustawienie pokrycia zasięgu rezystywnego wyniosłoby $40 \, \Omega$ (główny).

W przypadku zwarć doziemnych o wysokiej rezystancji może wystąpić sytuacja, w której nie zadziałałyby żadne elementy odległościowe. W takich przypadkach należy zastosować dodatkowe zabezpieczenie przed zwarcie doziemnym (np. zabezpieczenie DEF). Jeśli używane jest dodatkowe zabezpieczenie przed zwarcie doziemnym, duże zasięgi rezystywne dla zabezpieczenia odległościowego przed zwarcie doziemnym nie muszą być używane, aby zasięg rezystywny zwarcia doziemnego można było ustawić zgodnie z praktyką użytkową. W przypadku braku szczegółowych wytycznych dla strefy 1 zalecamy następujące ustawienia:

- Kable: zasięg rezystywny = $3 \times \text{zasięg strefy 1}$
- Linie napowietrzne: wybrać zasięg rezystywny w zakresie $[2,3 - 0,0045] \times \text{długość linii (km)} \times \text{zasięg strefy 1}$
- Linie dłuższe niż 400 km: wybrać zasięg rezystywny = $0,5 \times \text{zasięg strefy 1}$

7.6.12 ZASTOSOWANIA Z PRZEWODEM TRÓJNIKOWYM (TEED FEEDER)

Zabezpieczenie odległościowe może być używane do ochrony trzech linii terminali (trójniki). Połączenie wzajemne tych trzech terminali wpływa jednak na pozorne impedancje postrzegane przez elementy odległościowe, stwarzając pewne problemy.

Jako przykład weźmy pod uwagę poniższy rysunek, który przedstawia przewód trójnikowy z terminalami A, B i C, ze zwarcie przyłożonym w pobliżu terminala B:

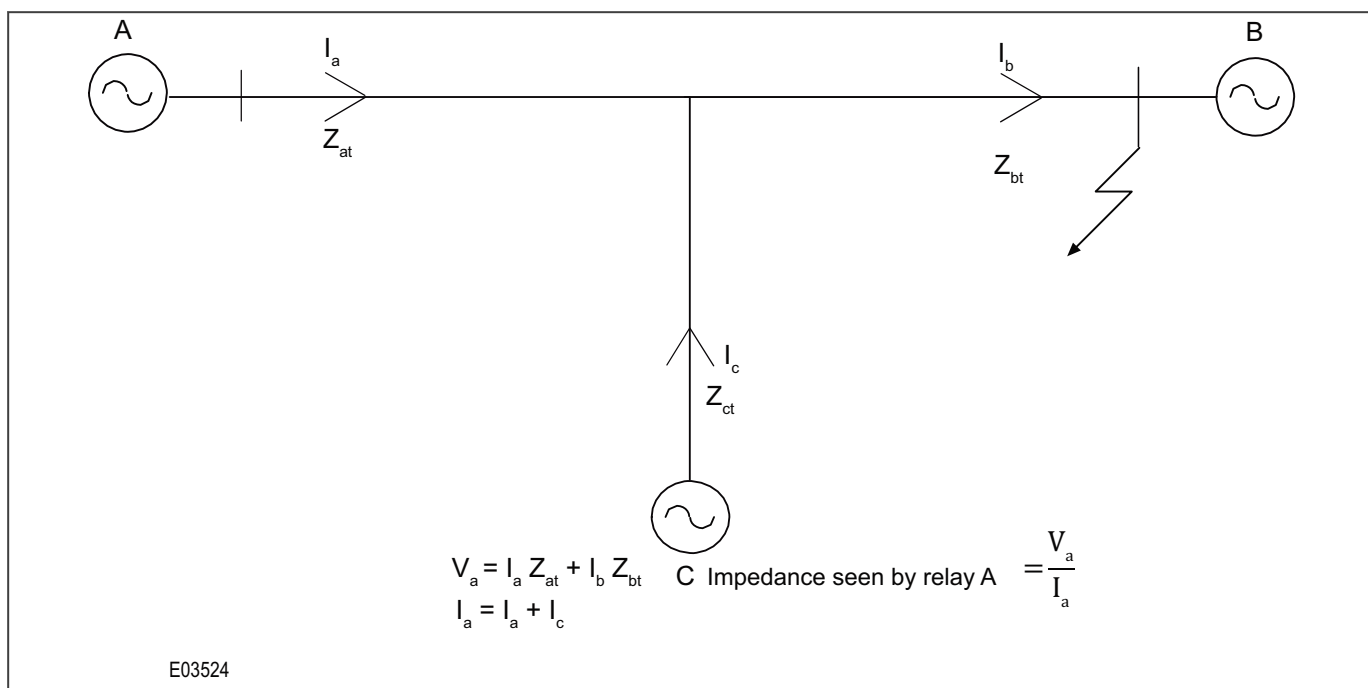


Figure 94: Pozorne impedancje postrzegane przez zabezpieczenie odległościowe na przewodzie trójnikowym

Impedancja postrzegana przez elementy odległościowe na terminalu A jest podana przez:

$$Z_a = Z_{at} + Z_{bt} + [Z_{bt} \cdot (I_c / I_a)]$$

Dla zwarć poza punktem trójnika, z przepływem z terminali A i C, elementy odległościowe w A (i C) będą miały skrócony zasięg. Jeśli terminal C jest stosunkowo silnym źródłem, efekt skrócenia zasięgu w A może być znaczny. Jeśli strefę 2 ustawiono na typową wartość 120% linii AB, element może nie zadziałać dla zwarć wewnętrznych. Aby to skompensować, element strefy 2 musi być ustawiony na dalsze wydłużenie zasięgu o czynnik, który uwzględnia efekt przepływu z punktu trójnika.

Jeśli więc przepływ jest obecny w obwodzie trójnikowym, wszystkie elementy strefy 2 należy ustawić na zasięg obu zdalnych terminali wydłużony o współczynnik, który bierze pod uwagę efekt przepływu z punktu trójnika.

Podobnie jak wydłużony zasięg elementów strefy 2, należy również zapewnić skrócony zasięg elementów strefy 1. Elementy strefy 1 w każdym terminalu muszą być ustawione tak, aby nie osiągać rzeczywistej impedancji do najbliższego terminalu (przypadek ograniczający = brak przepływu do punktu trójnika – stąd brak wkładu wydłużonego zasięgu).

Zmiana wymagań zasięgu w celu spełnienia oczekiwań związanych z przepływem jest możliwa przy użyciu alternatywnej funkcji ustawień grupy. Dopasowanie zawartości grupy ustawień do różnych warunków w połączeniu z odpowiednim przełączaniem grupy ustawień umożliwia spełnienie wymagań dotyczących zmiennego zasięgu.

Schematy komunikacji z nośnikiem mogą być również stosowane w połączeniu z elementami odległościowymi, aby zabezpieczyć przewody trójnikowe. Mimo iż schematy dopuszczenia wydłużenia lub skrócenia zasięgu mogą być używane, wiążą się z pewnymi ograniczeniami. Schematy blokowania zwykle są uważane za najbardziej odpowiednie.

Aby uzyskać pełne wyjaśnienia dotyczące zastosowań z przewodami trójnikowymi w schematach komunikacji z nośnikiem, należy zapoznać się z rozdziałem Schematy komunikacji z nośnikiem.

ROZDZIAŁ 8

SCHEMATY KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

8.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	179
Wprowadzenie	180
Logika schematu komunikacji odległościowej	181
Logika schematu DEF	207
Logika schematu delta	222
Schematy teleochrony DE	233
Uwagi dotyczące zastosowania	235

8.2 WPROWADZENIE

Zapewnienie kanałów komunikacyjnych między terminalami zabezpieczonej linii przesyłowej lub przewodu dystrybucyjnego umożliwia zastosowanie zabezpieczenia jednostki.

Urządzenia zabezpieczające znajdujące się na różnych terminalach można skonfigurować tak, aby komunikować się ze sobą w celu wdrożenia schematów zabezpieczenia jednostki. Wymiana prostego sygnału polecenia WŁ./WYŁ. pozwala zabezpieczeniu jednostki na osiągnięcie schematów zabezpieczenia odległościowego (np. odległościowe), schematów kierunkowych zwarcia doziemnego (DEF) i, jeśli dotyczy, zabezpieczenia porównania kierunkowego delta (delta). Schematy, w których kanał komunikacyjny jest używany do wysyłania sygnałów poleceń między końcami linii, zwane są schematami komunikacji z nośnikiem.

Określenia „simpleks” i „dupleks” służą do opisanego używanego rodzaju kanału komunikacji. Komunikacja simpleks, czasem zwana półdupleksem, wymaga jednego kanału komunikacyjnego między końcami linii. Sygnały mogą być wysyłane w obu kierunkach, ale nie w tym samym czasie. Komunikacja duplex wymaga dwóch kanałów komunikacji między końcami linii (jeden w każdym kierunku). Komunikacja duplex pozwala na wysyłanie i odbieranie sygnałów w tym samym czasie.

8.3 LOGIKA SCHEMATU KOMUNIKACJI ODLEGŁOŚCIOWEJ

Gdy używane są schematy komunikacji z nośnikiem w połączeniu z zabezpieczeniem odległościowym, można wybrać, czy używać ich tylko z elementami odległościowymi fazy, tylko z elementami odległościowymi zwarcia doziemnego (uziemiaenie) lub dla obu elementów zwarcia fazowego i zwarcia doziemnego.

8.3.1 WDRAŻANIE SCHEMATÓW KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

Przy zabezpieczeniu odległościowym schematy wyzwiania służą do podłączenia podobnych urządzeń w różnych terminalach na chronionej linii, aby zapewnić szybkie usuwanie zwarć w dowolnym miejscu na linii.

Dla zabezpieczenia odległościowego typowe jest ustawienie, w którym elementy zabezpieczenia odległościowego strefy 1 obejmują tylko 80% linii od punktu przekaźnikowego. Zwarcia na pozostałych 20% linii byłyby, ogólnie rzecz biorąc, usuwane przez opóźniony element strefy 2, który może wynosić setki milisekund po powstaniu zwarcia. Istnieje jednak granica rezystancji łukowej i rezystancji fundamentalnej słupa, które mogą być odpowiednio objęte IED, ponieważ zakres jest ograniczony ich zasięgiem omowym. Jeśli oczekiwane są ekstremalnie wysokie wartości rezystancji zwarcia doziemnego, można zastosować opcjonalny schemat porównania kierunkowego zwarcia doziemnego (DEF), aby uzupełnić schematy odległościowe.

Schematy komunikacji odległościowej zapewniają szybkie usuwanie zwarć na całym obwodzie dzięki przekazywaniu sygnałów poleceń.

Do komunikacji między lokalnymi i zdalnymi terminalami można użyć InterMiCOM 64 (IM64).

8.3.1.1 RODZAJE SCHEMATÓW KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

Produkt posiada dwa niezależne schematy komunikacji z nośnikiem (schemat komunikacji 1 i schemat komunikacji 2). Schematy te są od siebie niezależne, ale projekt obu jest taki sam. Każdy z dwóch schematów komunikacji z nośnikiem obejmują następujące opcje:

- Schematy dopuszczenia skrócenia zasięgu (PUR, PUTT)
- Schematy dopuszczenia wydłużenia zasięgu (POR, POTT)
- Schemat blokowania (Block 1)
- Schemat blokowania (Block 2)
- Schemat odblokowania POR
- Schemat odblokowania PUR
- Programowalne
- Programowalne odblokowanie

Dodatkowe schematy komunikacji 1 obejmują:

- DE Z1e
- DE Perm. Z1e
- DE Block Z1e

Opcje skrócenia zasięgu mogą służyć do wdrożenia schematów odległościowych komunikacji z nośnikiem. Inne opcje mogą być używane z dowolnym schematem komunikacji z nośnikiem.

Na poniższym diagramie pokazano, jak można przypisać schematy.

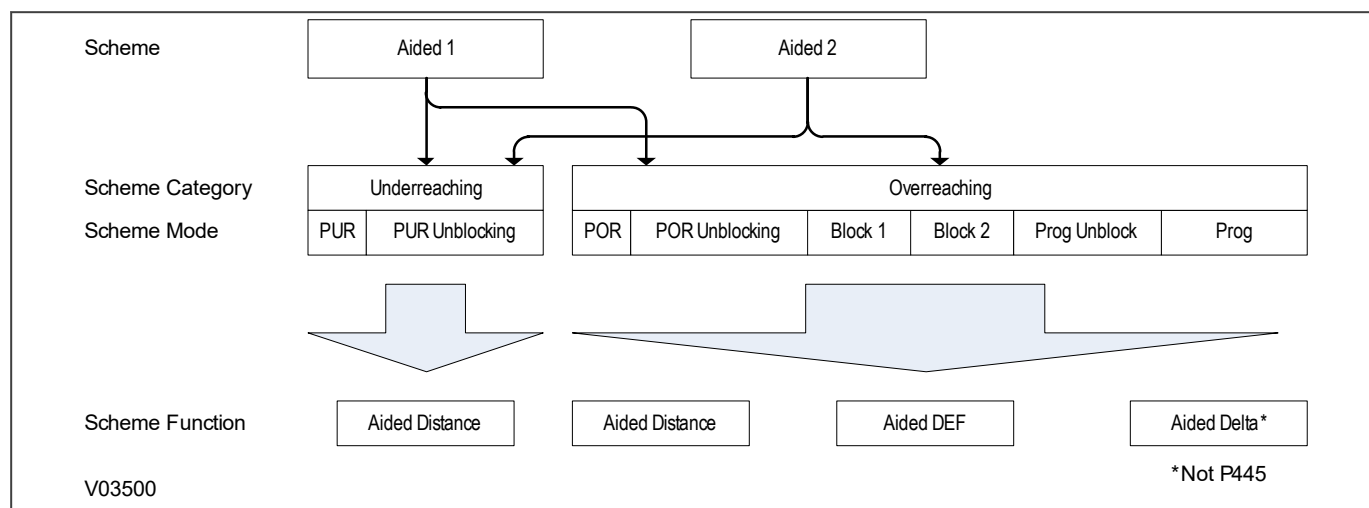


Figure 95: Przypisanie schematu

8.3.1.2 DOMYŚLNE SCHEMATY KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

Produkt obejmuje dwa schematy komunikacji z nośnikiem, które mogą działać równolegle. Schematy są nazywane jako „Schemat komunikacji 1” i „Schemat komunikacji 2”: Schematy zostały zaprojektowane do samodzielnego działania z oddzielnym kanałem komunikacyjnym dedykowanym każdemu z nich, ale mogą współdzielić jeden kanał komunikacyjny, jeśli to konieczne. Jeśli oba schematy są używane i współdzielą wspólny kanał, wówczas – w przypadku gdy jeden ze schematów inicjuje transmisję sygnału polecenia – oba schematy odbiorą to polecenie i je wprowadzą.

Jeśli nie ma konieczności korzystania ze schematów komunikacji, należy ustawić **Wydł. 1 Wybor** i **Aid. 2 Selection** (w kolumnie *LOGIKA DZIAŁANIA*) na *Odstawione*. Jeśli ustawienie(-a) jest/są włączone, dostępny jest wybór różnych schematów; standardowe schematy wyzwiania transmisji, schematy blokowania lub niestandardowe schematy programowalne.

Użytkownik wybiera rodzaj schematu oraz to, czy ma być on używany w połączeniu z zabezpieczeniem odległościowym i/lub zabezpieczeniem DEF.

Opcje schematów są następujące:

- *Odstawione*: nie jest stosowany żaden schemat
- *PUR*: schemat dopuszczenia skrócenia zasięgu z wyzwoleniem transmisji (PUPP, PUR lub PUTT)
- *PUR Nieblok*: schemat odblokowania dopuszczenia skrócenia zasięgu
- *POR*: schemat dopuszczenia wydłużenia zasięgu z wyzwoleniem transmisji (POP, POR lub POTT)
- *POR Nieblok*: schemat odblokowania dopuszczenia wydłużenia zasięgu
- *Blok1*: sygnał strażniczy odwrócenia prądu jest wysyłany, aby zakwalifikować elementy strefy 4 skierowane odwrotnie
- *Blok2*: odebrany sygnał strażniczy odwrócenia prądu kwalifikuje elementy strefy 4 skierowane odwrotnie
- *Prog. Nieblok*: umożliwia zdefiniowanie, które elementy są używane do potwierdzania sygnałów dla odblokowania wydłużenia zasięgu.
- *Programowal*: umożliwia zdefiniowanie, które elementy służą do potwierdzania sygnałów dla wyzwiania transmisji wydłużenia zasięgu, korzystając z własnej maski wysyłania

Dodatkowe schematy komunikacji 1 obejmują:

- DE Z1e
- DE Perm. Z1e
- DE Block Z1e

Note:

Schematy PUR nadają się tylko do zabezpieczenia odległościowego. Dlatego, jeśli wybrano program PUR, opcja przypisania do innego zabezpieczenia nie jest dostępna.

Note:

W przypadku programu wspomaganego schematu 1 PUR, POR i programy blokowania można osiągnąć za pomocą sygnalizacji 1-kanalowej lub 3-kanalowej tylko dla zabezpieczenia odległościowego. Wspomaganych programów DEF i delta nie można wykonać za pomocą sygnalizacji 3-kanalowej.

**Caution:**

Strefy 1, 2 i 4 muszą wdrożyć *PUR/POR* i blokujące programy wspomagane. W tym przypadku strefa 1 i strefa 2 powinny być skierowane do przodu, a strefa 4 w kierunku odwrotnym. Dlatego, jeśli *tryb ustawień* przekaźnika to *Zaawansowany* i wybrany został dowolny kierunek strefy, który narusza programy wspomagane, wtedy wspomagane programy odległościowe powinny zostać wymuszone do wyłączenia przez użytkownika.

8.3.2 SCHEMAT DOPUSZCZAJĄCY SKRÓCONY ZASIĘG

Najprostszym trybem programu wspomaganego nośnikiem do użycia w zastosowaniach odległościowych jest program pozwalający na niewystarczający zasięg, często zwany PUR, PUP lub PUTT. Zwykle używamy określenia PUR.

Aby użyć tego schematu, należy ustawić odpowiednie ustawienie (**Wydl. 1 Wybor** lub **Wydl. 2 Wybor**) w kolumnie LOGIKA DZIAŁANIA na *PUR*.

Kanał dla programu PUR jest kluczowany (co oznacza, że sygnał wspomagający jest potwierdzany), jeśli działa element strefy 1 o niewystarczającym zasięgu. Jeśli zdalne urządzenie wykryje zwarcie skierowane do przodu i sygnał ten zostanie odebrany, zabezpieczenie zdalne działa bez dalszego opóźnienia. Zwarcia w ostatnich 20% zabezpieczonej linii są zatem usuwane z minimalnym opóźnieniem czasowym.

Note:

Zakłada to 20% typowej strefy końcowej, gdy strefa 1 jest ustawiona na 80% zabezpieczonej linii.

Poniżej przedstawiono niektóre z głównych funkcji i wymagań dla schematu dopuszczającego niewystarczający zasięg.

- Wymagany jest tylko kanał simpleks.
- Bezpieczeństwo schematu jest wysokie, ponieważ jeden kanał jest kluczowany tylko dla zwarć w zabezpieczonej linii.
- Jeśli wyłącznik obwodu w terminalu zdalnym jest otwarty, zwarcia w zdalnych 20% linii są usuwane przy użyciu opóźnienia czasowego strefy 2 lokalnego zabezpieczenia.
- W przypadku słabego przepływu lub przepływu zasilania ze zdalnego terminala (prąd poniżej czułości zabezpieczenia), zwarcia w zdalnych 20% linii są usuwane przy użyciu czasowego opóźnienia strefy 2 lokalnego zabezpieczenia.
- Jeśli kanał sygnalizacyjny zwiedzie, dostępne pozostaje wyzwolenie podstawowego programu odległościowego.

Logika PUR jest następująca:

- Logika wysyłania: potwierdzić sygnał, jeśli zadziała element strefy 1
- Logika wyzwolenia dopuszczalnego: wyzwolić, jeśli element strefy 2 odbierze sygnał ORAZ zostanie odebrany sygnał wspomaganego nośnikiem

Poniższa tabela przedstawia uproszczoną logikę programu:

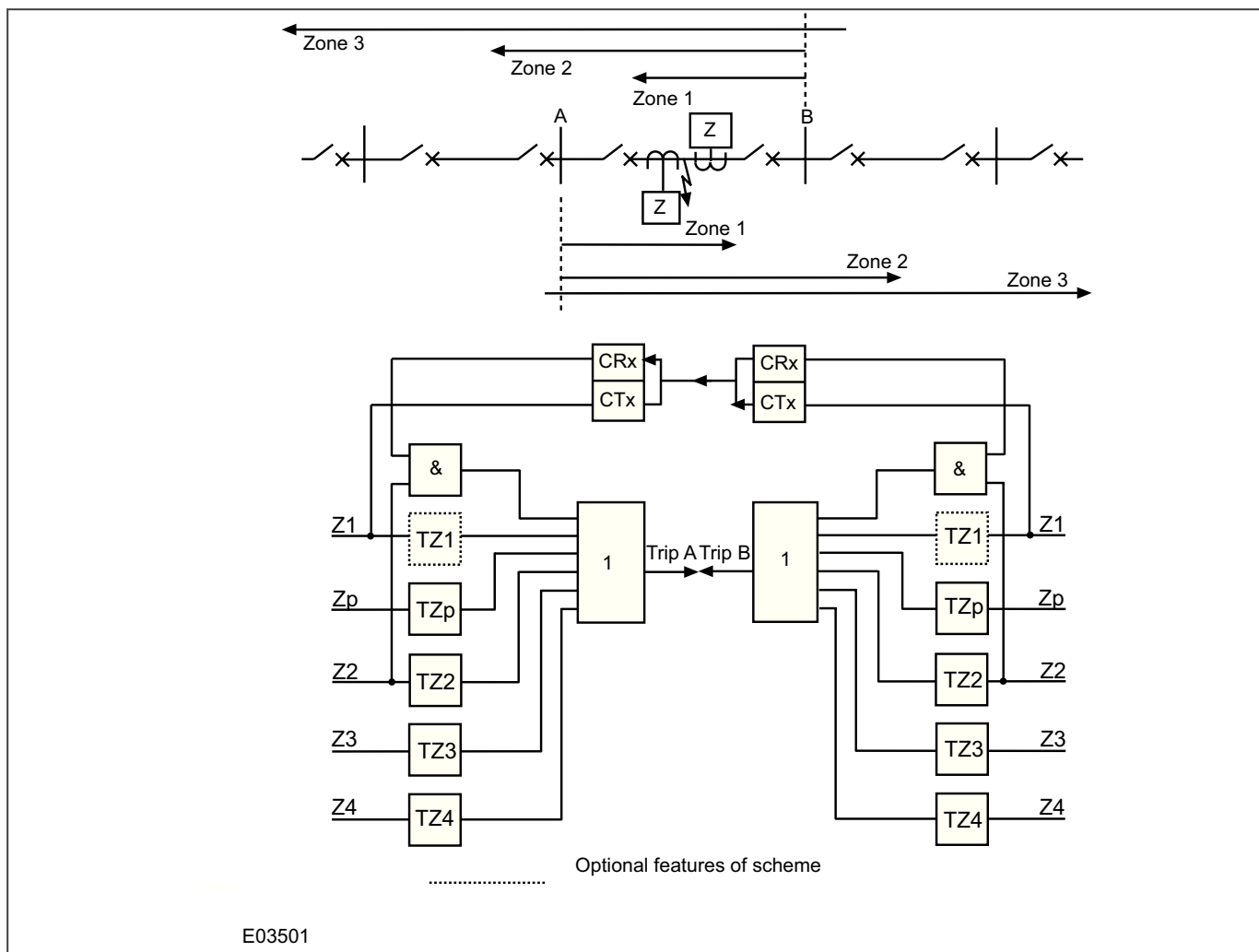


Figure 96: Odległościowy program wspomaganie PUR

8.3.3 SCHEMAT DOPUSZCZAJĄCY WYDŁUŻENIE ZASIĘGU

Schematy dopuszczające wydłużenie zasięgu są różnie nazywane: POR, POP lub POTT. Zwykle używamy określenia POR.

W schemacie dopuszczającym wydłużenie zasięgu kanał jest kluczowany (co oznacza, że sygnał wspomagający jest potwierdzony) przez odebranie elementu strefy 2 o wydłużonym zasięgu.

Aby użyć tego schematu, należy ustawić odpowiednie ustawienie (**Wydł. 1 Wybor** lub **Wydł. 2 Wybor**) w kolumnie **LOGIKA DZIAŁANIA** na **POR**.

Jeśli element zdalny zabezpieczenia odległościowego wykryje zwarcie w kierunku do przodu i odbierze sygnał POR, zabezpieczenie działa bez dalszego opóźnienia. Zwarcia w ostatnich 20% zabezpieczonej linii są zatem usuwane z minimalnym opóźnieniem czasowym.

Note:

Zakłada to 20% typowej strefy końcowej, gdy strefa 1 jest ustawiona na 80% zabezpieczonej linii.

Poniżej przedstawiono niektóre główne funkcje i wymagania dla programu POR:

- Schemat wymaga duplexowego kanału sygnalizacji, aby zapobiec ewentualnemu błędowi, jeśli nośnik jest kluczowany do zewnętrznego zwarcia. Ponieważ kanał sygnalizacyjny może być kluczowany dla zwarć zewnętrznych względem strefy zabezpieczonej, ważne jest, aby były one odbierane tylko przez zamierzonego odbiorcę. Kanał simpleks nie może tego zapewnić.
- Schemat POR może być korzystniejszy od schematu PUR do zabezpieczenia krótkich linii przesyłowych. Dzieje się tak, ponieważ zasięg rezystywny elementów strefy 2 może być większy niż elementów strefy 1 (w przypadku elementów Mho)
- Logika chroniąca odwrócenie prądu zapobiega błędom zabezpieczenia zdrowej linii dla szybkich odwróceń prądu, które mogą wystąpić w zastosowaniach z liniami dwutorowymi, co może być spowodowane sekwencyjnym otwieraniem wyłączników obwodu.
- Jeśli kanał sygnalizacyjny zwiedzie, dostępne pozostaje wyzwolenie podstawowego programu odległościowego.

Logika POR jest następująca:

- Logika wysyłania: potwierdzić sygnał, jeśli element strefy 2 wykryje sygnał.
- Logika wyzwiania dopuszczalnego: wyzwolić, jeśli element strefy 2 zadziała ORAZ odbierany jest sygnał wykorzystujący kanał.

Schemat POR używa także strefy 4 skierowanej odwrotnie jako detektora zwarć w kierunku odwrotnym. Jest to stosowane w logice odwrócenia prądu oraz w funkcji echa słabego przepływu, co zaznaczono kropkami na poniższym rysunku:

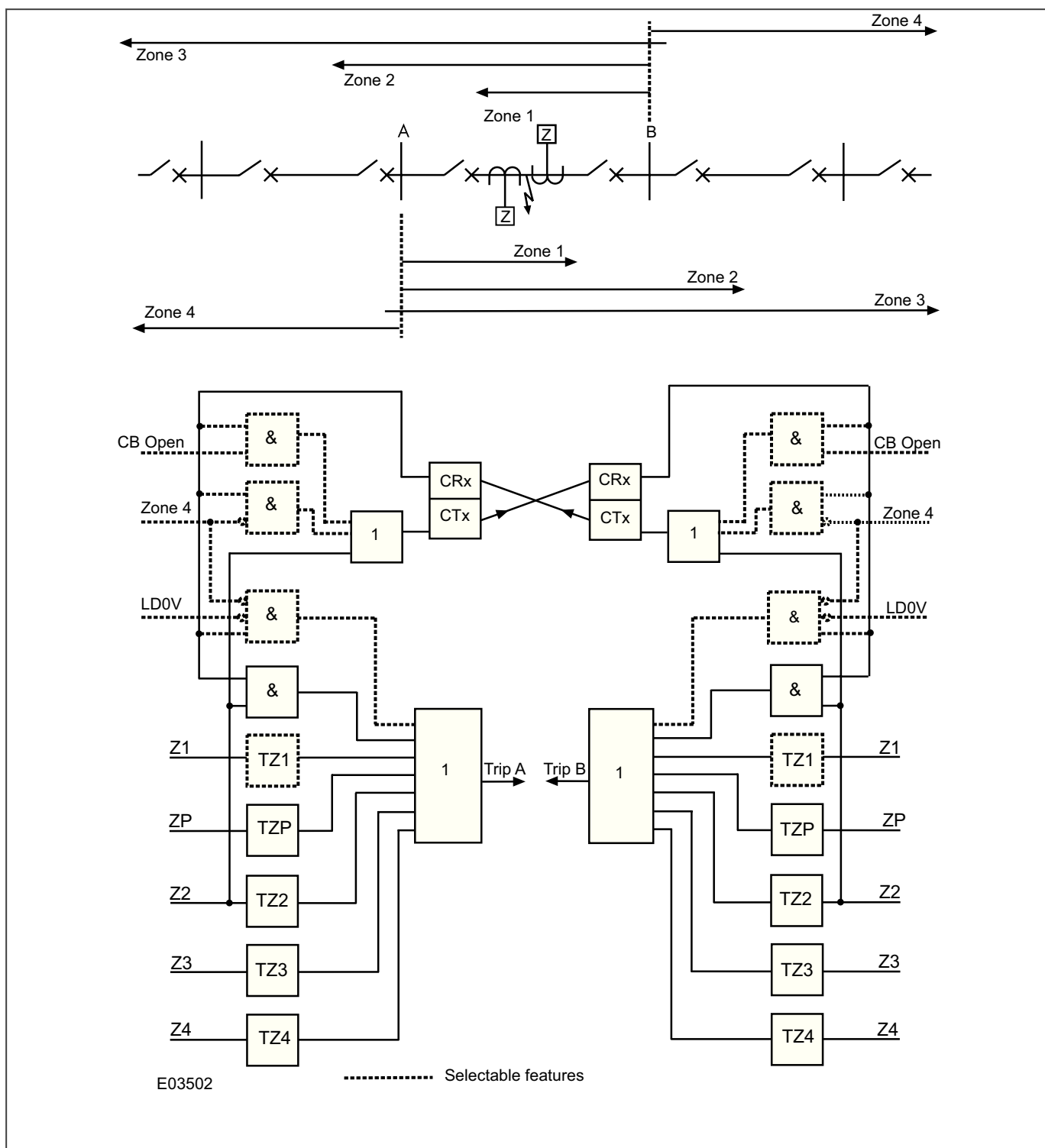


Figure 97: Odległościowy program wspomaganie POR

Schemat POR jest wzmocniony przez funkcje wzmocnienia wyzwolenia POR oraz słabego przepływu POR.

8.3.3.1 WZMOCNIENIE WYZWOLENIA DOPUSZCZALNEGO WYDŁUŻONEGO ZASIĘGU

Logika wysyłania w schemacie POR jest ułożona tak, aby dla każdego polecenia wyzwolenia na lokalnym końcu zabezpieczenie lokalne wysyłało sygnał wykorzystujący kanał do zdanego końca. Ułatwia to jak najszybszą izolację

zwarć na każdym terminalu. Sygnał wysyłania jest generowany przez polecenie **Kazdy WYL** i wysyłany na dowolnym kanale, który jest w użyciu.

Funkcja ta nazywana jest wzmocnieniem przyzwolenia na wyzwolenie. Ma ona na celu upewnienie się, że wyzwolenie synchroniczne odbywa się na wszystkich zabezpieczonych terminalach.

8.3.3.2 FUNKCJE SŁABEGO PRZEPŁYWU DOPUSZCZALNEGO WYDŁUŻENIA ZASIĘGU

Specjalną logikę słabego przepływu (WI) można stosować ze schematami POR. Ustawienie **Słaby koniec** można znaleźć w kolumnie **LOGIKA DZIAŁANIA**. **Słaby koniec** można ustawić na *Echo*, *Echo i OW* lub *Odstawione*.

Echo słabego przepływu

Dla schematu POR sygnał jest zwykle wysyłany tylko wtedy, gdy odpowiedni sygnał powiązany z odbiorem strefy wysyłania wykryje zwarcie. Jednak w niektórych okolicznościach przepływ prądu zakłóceńowego na jednej linii może być na tyle niski, że nie wystarcza do obsługi żadnej ze stref odległościowych. W innym scenariuszu, jeśli wyłącznik obwodu w jednym z terminali jest w stanie otwartym, przepływ prądu będzie zerowy. Scenariusze te nazywamy warunkami słabego przepływu (WI). Bez szczególnej uwagi mogłyby spowodować powolne usuwanie zwarć na terminalu, który podaje prąd zwarcia (nazywany terminalem „mocnego przepływu”). To zazwyczaj prowadzi do wyzwolenia po opóźnieniu czasowym strefy 2 (tZ2). Aby uniknąć opóźnionego wyzwolenia strefy 2, urządzenie podlegające warunkom słabego przepływu można ustawić na sygnały echa odbierane na łączu wykorzystującym kanał z powrotem do inicjującego IED bez opóźnienia. Umożliwia to urządzeniom w punktach słabego przepływu dopuszczalne chwilowe wyzwolenie.

Logika wysyłania echa słabego przepływu:

- Nie wykryto zadziałania żadnej strefy odległościowej, ale sygnał POR został odebrany.

Echo słabego przepływu i wyzwolenie

Logika echa słabego przepływu wytworzy wspomagane wyzwolenie na terminalu mocnego przepływu, ale nie wytworzy wyzwolenia w słabym przepływie. Ustawienie **Słaby koniec** na *Echo i OW* umożliwia wyzwolenie wyłącznika obwodu słabego przepływu zwartej linii. Trzy elementy podnapięciowe **Va<**, **Vb<** i **Vc<** są używane do wykrywania zwarcia linii na terminalu słabego przepływu. Ta kontrola napięcia zapobiega wyzwoleniu podczas nieuzasadnionych zadziałań kanału lub podczas testowania kanału.

Logika echa słabego przepływu i wyzwolenia:

- Nie wykryto działania żadnej strefy odległościowej, ale odebrano sygnał POR ORAZ istnieje warunek **V<**.

Wyzwalanie słabego przepływu jest opóźnione w czasie zgodnie z wartością ustawioną w **WI Opoz OW** w kolumnie **LOGIKA DZIAŁANIA**. Z powodu użycia rozdzielonych elementów podnapięciowych fazy wyzwolenie jednofazowe można w razie potrzeby włączyć dla wyzwoleń WI. Jeśli wyzwolenie jednofazowe jest wyłączone, w warunkach słabego przepływu wystąpi wyzwolenie trójfazowe po upływie czasu **WI Opoz OW**.

Wyzwolenie słabego przepływu można zablokować ustawieniem **BlkWI OW Zanik f**, gdy linia jest bez napięcia (wszystkie bieguny bez napięcia) po ustawionym czasie **WI OW Zanik f Op**. Funkcja ta domyślnie jest ustawiona na *Odstawione*.

Echo otwartego CB

Zapewniona jest funkcja, która umożliwia utrzymanie szybkiego wyzwolenia na całej długości zabezpieczonej linii, nawet jeśli otwarty jest jeden terminal. Jest to funkcja **WYLotw.echa** inicjowana przez ustawiony czas **WYLotw.Opóz.echa** (domyślnie 250 ms) po zasileniu energią transoptora **Breaker Open**. To opóźnienie czasowe zapobiega niepotrzebnemu echu otwartego terminala ze względu na opóźnienie dostarczenia sygnału wysyłania po wyzwoleniu. Jednak nie dojdzie do opóźnienia czasowego wprowadzonego w echo sygnału, gdy wyłącznik jest już otwarty. Funkcja ta jest domyślnie ustawiona na *Zalaczone*.

8.3.4 SCHEMAT DOPUSZCZENIA UTRATY OCHRONY

Schemat ten jest przeznaczony do stosowania z komunikacją z kluczowanym przesunięciem częstotliwości (FSK) nośnika linii zasilającej (PLC).

Gdy zabezpieczona linia jest zdrowa, częstotliwość ochrony jest przesyłana między końcami linii, aby zweryfikować, czy kanał jest w eksploatacji. Jednak gdy dojdzie do zwarcia linii i sygnał dopuszczalnego wyzwolenia musi zostać przesłany przez linię, częstotliwość przesyłowa linii energetycznej jest przesuwana na inną (wyzwalaną) częstotliwość. Dlatego funkcja odległościowa powinna odbierać albo częstotliwość ochrony, albo częstotliwość wyzwolenia, a nie obie jednocześnie. W przypadku niektórych typów zwarcie liniowe może osłabiać sygnały PLC, przez co sygnał dopuszczenia jest utracony i nie zostaje odebrany na drugim końcu linii. Aby rozwiązać ten problem, gdy ochrona zostaje utracona i nie jest odbierana częstotliwość wyzwolenia, zabezpieczenie otwiera okno czasowe, w którym logika schematu dopuszczania działa tak, jakby odebrano sygnał wyzwolenia. Należy przypisać dwa wyjścia optoizolowane: jedno służy do odbierania kanału, drugie jest oznaczone jako utrata ochrony (odwrotna funkcja do odebrania ochrony).

Utrata logiki ochrony jest opisana w poniższej tabeli:

Stan systemu	Odebrany kanał dopuszczenia	Utrata ochrony	Dopuszczenie wyzwolenia	Alarm wygenerowany
Zdrowa linia	Nie	Nie	Nie	Nie
Zwarcie linii wewnętrznej	Tak	Tak	Tak	Nie
Odblokować	Nie	Tak	Tak, podczas okna 150 ms	Tak, opóźnienie przy odbiorze o 150 ms
Anomalia sygnalizacyjna	Tak	Nie	Nie	Tak, opóźnienie przy odbiorze o 150 ms

Okno czasowe, podczas którego logika odblokowania jest włączana, zaczyna się 10 ms po utracie sygnału ochrony i trwa przez 150 ms. Opóźnienie 10 ms daje urządzeniu sygnalizacyjnemu czas na zmianę częstotliwości, jak przy normalnym działaniu. Na czas trwania każdego stanu alarmowego wywoływana jest logika rozszerzenia strefy 1, jeśli ustawienie **Schem Wydl Z1** jest ustawione na obsługę zwarcia kanału.

8.3.5 LOGIKA OCHRONY ODWRÓCENIA PRĄDU

W przypadku linii dwutorowych kierunek prądu zwarciovego może zmienić się w jednym obwodzie, gdy wyłączniki obwodu otwierają się sekwencyjnie, aby usunąć zwarcie na obwodzie równoległym. Zmiana kierunku prądu powoduje wydłużenie zasięgu elementów odległościowych, aby dostrzec zwarcie w kierunku przeciwnym do kierunku, dla którego początkowo wykryto zwarcie (ustawienie tych elementów przekracza 150% impedancji linii na każdym terminalu). Bieg między zadziałaniem a resetowaniem elementów odległościowych o wydłużonym zasięgu na każdym terminalu linii może spowodować dopuszczalne wydłużenie zasięgu, a schematy blokowania mogą wyzwolić zdrową linię. Konfiguracja systemu, która może skutkować odwróceniami prądu, jest pokazana na poniższym rysunku. Dla zwarcia na linii L1 zbliżonej do wyłącznika obwodu B, gdy wyłącznik obwodu B powoduje odwrócenie kierunku przepływu prądu na linii L2. Logika ochrony odwrócenia prądu jest uwzględniona w tym produkcie, aby zapobiec nieprawidłowemu wyzwoleniu schematów POR i blokowaniu w warunkach odwrócenia prądu.

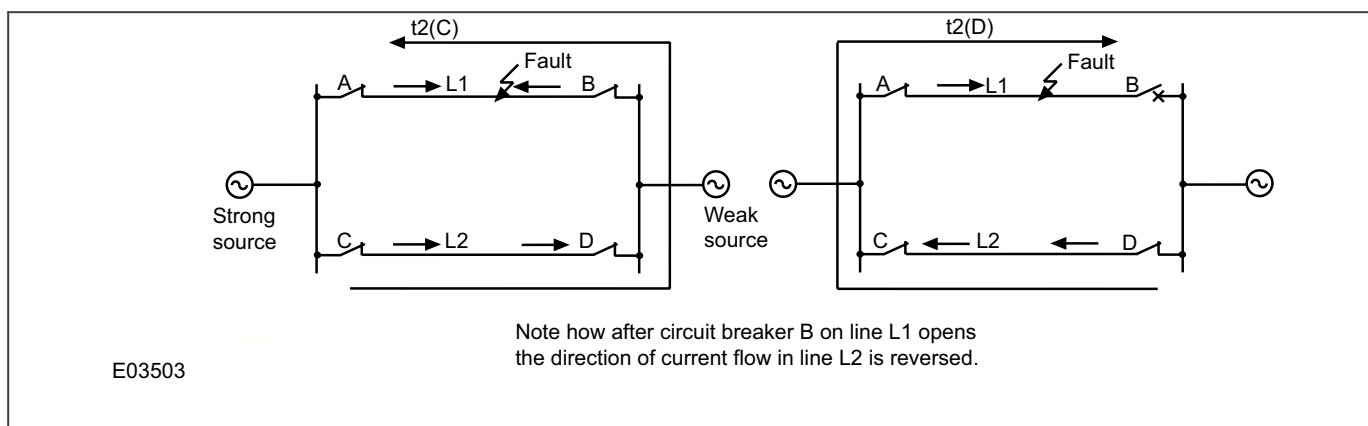


Figure 98: Przykład odwrócenia kierunku prądu zakłóceniewego

Ochrona odwrócenia prądu uwzględniona w logice schematu dopuszczenia wydłużenia zasięgu jest inicjowana, gdy elementy strefy 4 skierowane odwrotnie działają na zdrowej linii.

Gdy elementy strefy 4 skierowane odwrotnie zadziałają, logika dopuszczenia wyzwolenia i logika wysyłania sygnału są hamowane na podstacji D. Resetowania czasu ochrony przed odwróceniem prądu jest inicjowane, gdy resetuje się strefa 4 skierowana odwrotnie. Opóźnienie czasu ***tReversal Guard*** jest wymagane w przypadku, gdy na końcu D element wyzwolenia wydłużenia zasięgu zadziała przed zresetowaniem wysyłania sygnału z zabezpieczenia na końcu C. W przeciwnym razie doszłoby do wydłużenia zasięgu w D. Dopuszczalne wyzwalać dla produktów w podstacjach D i C jest włączane ponownie, gdy zwarta linia jest odizolowana i wygaś czas ochrony przed odwróceniem prądu.

Ochrona przed odwróceniem prądu uwzględniona w logice schematu blokowania jest inicjowana, gdy element blokujący odbiera sygnał, aby zahamować wyzwolenie wykorzystujące kanał. Gdy dochodzi do odwrócenia prądu i resetu elementów strefy 4 skierowanych odwrotnie, sygnał blokowania jest utrzymywany przez timer ***tReversal Guard***. W związku z tym zabezpieczenia zdrowej linii nie mogą wydłużyć zasięgu z powodu sekwencyjnego otwierania wyłączników obwodu w zwartej linii. Po wyizolowaniu zwartej linii elementy strefy 4 skierowane odwrotnie na podstacji C i elementy skierowane do przodu na podstacji D są resetowane.

Dostępne są dwa warianty schematu blokowania:

- Blokowanie 1 (ochrona przed odwróceniem zastosowana do wysyłania sygnału)
- Blokowanie 2 (ochrona przed odwróceniem zastosowana do odbioru sygnału)

8.3.6 SCHEMATY BLOKOWANIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Dostępne są dwa domyślne schematy blokowania:

- Blokowanie 1
- Blokowanie 2

Oba schematy są do siebie podobne. Oba schematy obejmują sygnały ochrony przed odwróceniem prądu używane w połączeniu z elementami strefy 4 skierowanymi odwrotnie. W schemacie blokowania 1 sygnał ochrony przed odwróceniem prądu jest stosowany do wysyłania sygnału, a w schemacie blokowania 2 jest stosowany do odbierania sygnału.

Kanał sygnalizacyjny jest kluczowany z działania elementów strefy 4 skierowanych odwrotnie. Jeśli element zdalnej strefy 2 odbierze sygnał, zadziała po opóźnieniu wyzwolenia, jeśli nie zostanie odebrane blokowanie. Poniżej wymienione niektóre główne funkcje i wymagania schematu blokowania:

- Schematy blokowania wymagają tylko kanału komunikacji simpleks.
- Strefa 4 skierowana odwrotnie służy do wysyłania sygnału blokującego do zdalnego końca, aby zapobiec niepożądanemu wyzwoleniu.

- Gdy używany jest kanał simpleks, schemat blokowania można łatwo zastosować do linii z wieloma terminalami pod warunkiem, że nie występuje wypływ na jakiekolwiek zwarcia wewnętrzne.
- Sygnał blokujący jest przesyłany przez zdrową linię, a tym samym unika się problemów związanych z załamaniem sygnałów nośnych linii energetycznej.
- Schematy blokujące zapewniają podobny zasięg rezystywny co schematy dopuszczenia wydłużenia zasięgu.
- Szybkie wyzwianie występuje na silnym końcu linii źródłowej dla zwarć wzdłuż zabezpieczonej sekcji linii, nawet jeśli na drugim końcu zabezpieczonej linii występuje słaby lub zerowy przepływ.
- Jeśli terminal linii jest otwarty, szybkie wyzwianie nadal występuje dla zwarć wzdłuż całej długości zabezpieczonej linii.
- Jeśli kanał sygnalizacyjny nie wyśle sygnału blokującego podczas zwarcia, szybkie wyzwianie nastąpi dla zwarć wzdłuż całej zabezpieczonej linii, ale także dla niektórych zwarć na następnym odcinku linii.
- Jeżeli kanał sygnalizacji jest wyłączony z eksploatacji, zabezpieczenie działa w konwencjonalnym trybie podstawowym.
- Czas ochrony przed odwróceniem prądu jest uwzględniony w logice, aby zapobiec niepożądanemu wyzwianiu na zdrowych obwodach podczas odwracania prądu na równoległych obwodach.

Logika schematu blokowania:

- Logika wysyłania: potwierdzić nośnik, jeśli element odwrotnej strefy 4 odbiera sygnał
- Logika wyzwiania: wyzwolić, jeśli element strefy 2 odbiera sygnał, gdy nie odebrano żadnego nośnika, ale tylko po upływie czasu opóźnienia sygnału

Poniższa tabela przedstawia uproszczoną logikę schematu.

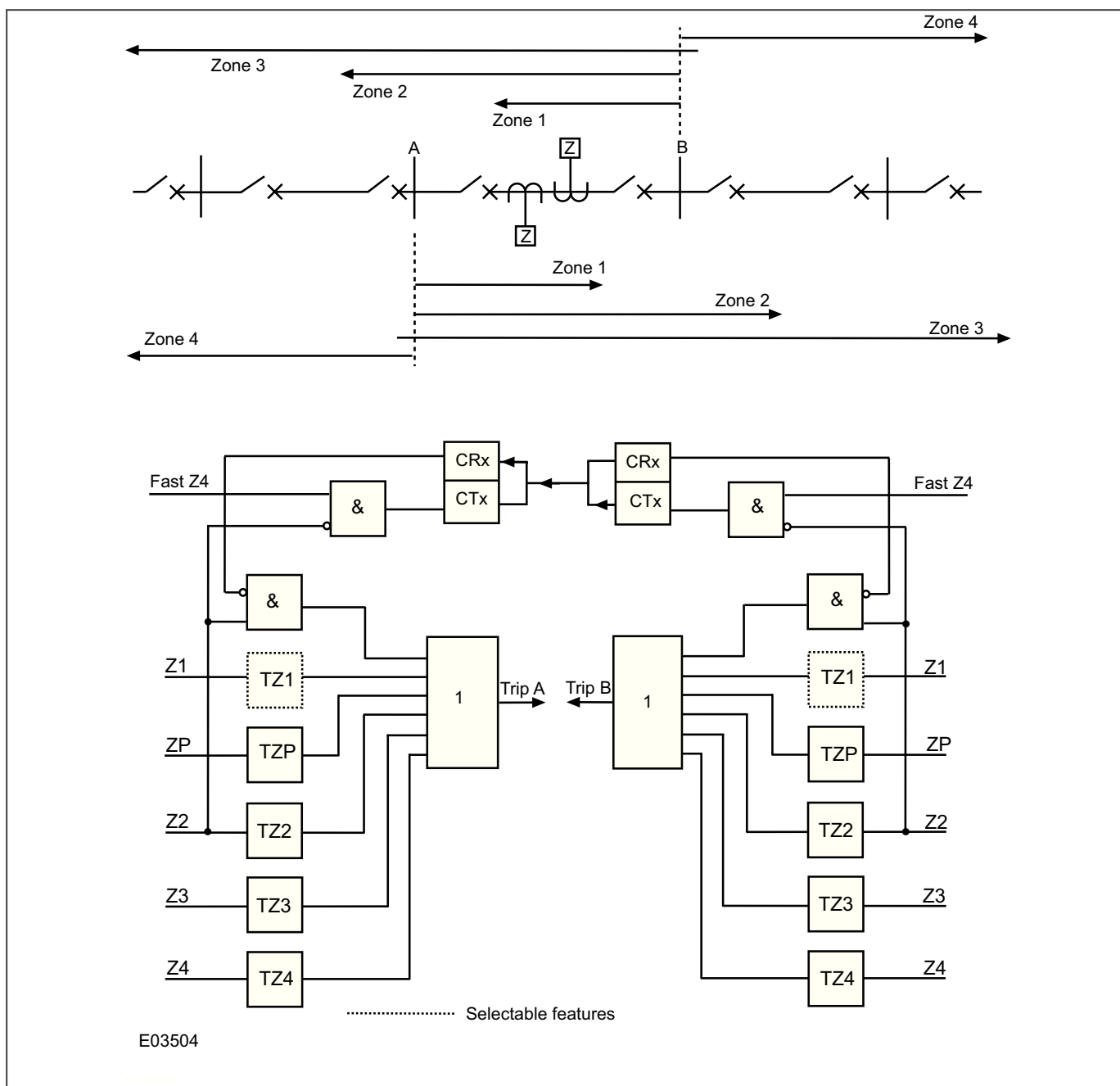


Figure 99: Schemat blokowania odległościowego (BOP)

8.3.7 SCHEMATY ODBLOKOWANIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Schematy odblokowania odległościowego są zaprojektowane z myślą do wykorzystania z komunikacją przy użyciu nośnika linii zasilającej (PLC), gdzie różne częstotliwości są wykorzystywane do wskazania, czy sygnał ochrony (stan bez zwarcia) lub wyzwolenia (stan zwarcia) powinien zostać przesłany do zdalnego terminala (zdalnych terminali). Zwykle przesyłany i odbierany powinien być albo sygnał ochrony, albo sygnał wyzwolenia. Jednak w niektórych warunkach sygnał PLC może być mocno atenuowany lub zostać całkowicie utracony. W takich warunkach schematy odblokowania dopuszczają wydłużenia zasięgu umożliwiając dopuszczenie wyzwolenia na krótki czas po utracie nośnika. Zapewnia to szybkie i selektywne usuwanie zwarc.

Aby użyć tego schematu, należy przypisać dwa wejścia. Zwykle wejścia są mapowane do optowejś w domyślnym PSL. W poniższej tabeli pokazano domyślne mapowanie dla schematu 1.

Sygnal DDB (optowejście)	Sygnal DDB
Input L3 (DDB: 34)	Aided 1 Scheme Rx (DDB: 493)
Input L4 (DDB: 35)	Wyd1 Blk.kom.zap (DDB: 492)

Sygnal **Aided 1 Scheme RX** odpowiada sygnałowi „channel-receive” dla schematu 1. Sygnal **Wyd1 Blk.kom.zap** odpowiada sygnałowi „channel out of service” lub „loss of guard” („Loss of guard” to sygnał odwrotny do „guard received”).

Oprócz domyślnego mapowania możliwe jest mapowanie sygnałów do innych wejść, jeśli to konieczne.

Okno, podczas którego logika odblokowania jest włączana, zaczyna się 10 ms po utracie sygnału ochrony i trwa przez 150 ms. Opóźnienie 10 ms daje urządzeniu sygnalizacyjnemu czas na zmianę częstotliwości.

Note:

*Jeśli ustawienie **Schem Wydl Z1** jest ustawione na zwarcie kanału, logika wydłużenia strefy 1 zostanie wywołana w przypadku zwarcia kanału.*

Ten schemat zapewnia także logikę utraty ochrony, jak opisano poniżej.

Stan systemu	Odebrany kanał dopuszczenia	Utrata ochrony	Dopuszczenie wyzwolenia	Alarm wygenerowany
Zdrowa linia	Nie	Nie	Nie	Nie
Zwarcie linii wewnętrznej	Tak	Tak	Tak	Nie
Odblokować	Nie	Tak	Tak, podczas okna 150 ms	Tak, opóźnienie przy odbiorze o 150 ms
Anomalia sygnalizacyjna	Tak	Nie	Nie	Tak, opóźnienie przy odbiorze o 150 ms

8.3.8 DIAGRAMY LOGIKI ODLEGŁOŚCIOWEJ

8.3.8.1 LOGIKA WYSYŁANIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

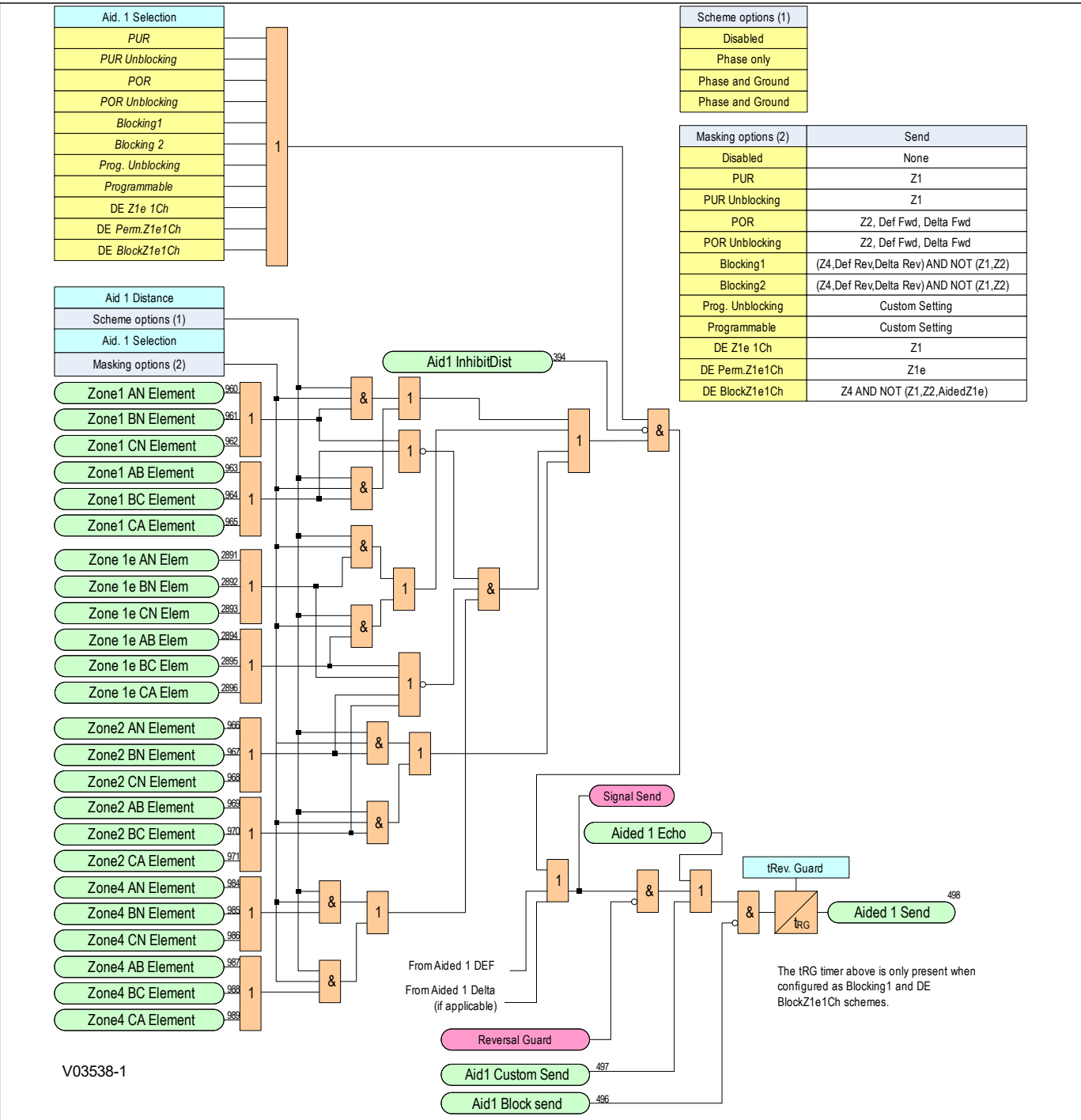


Figure 100: Logika wysyłania odległościowego 1Ch

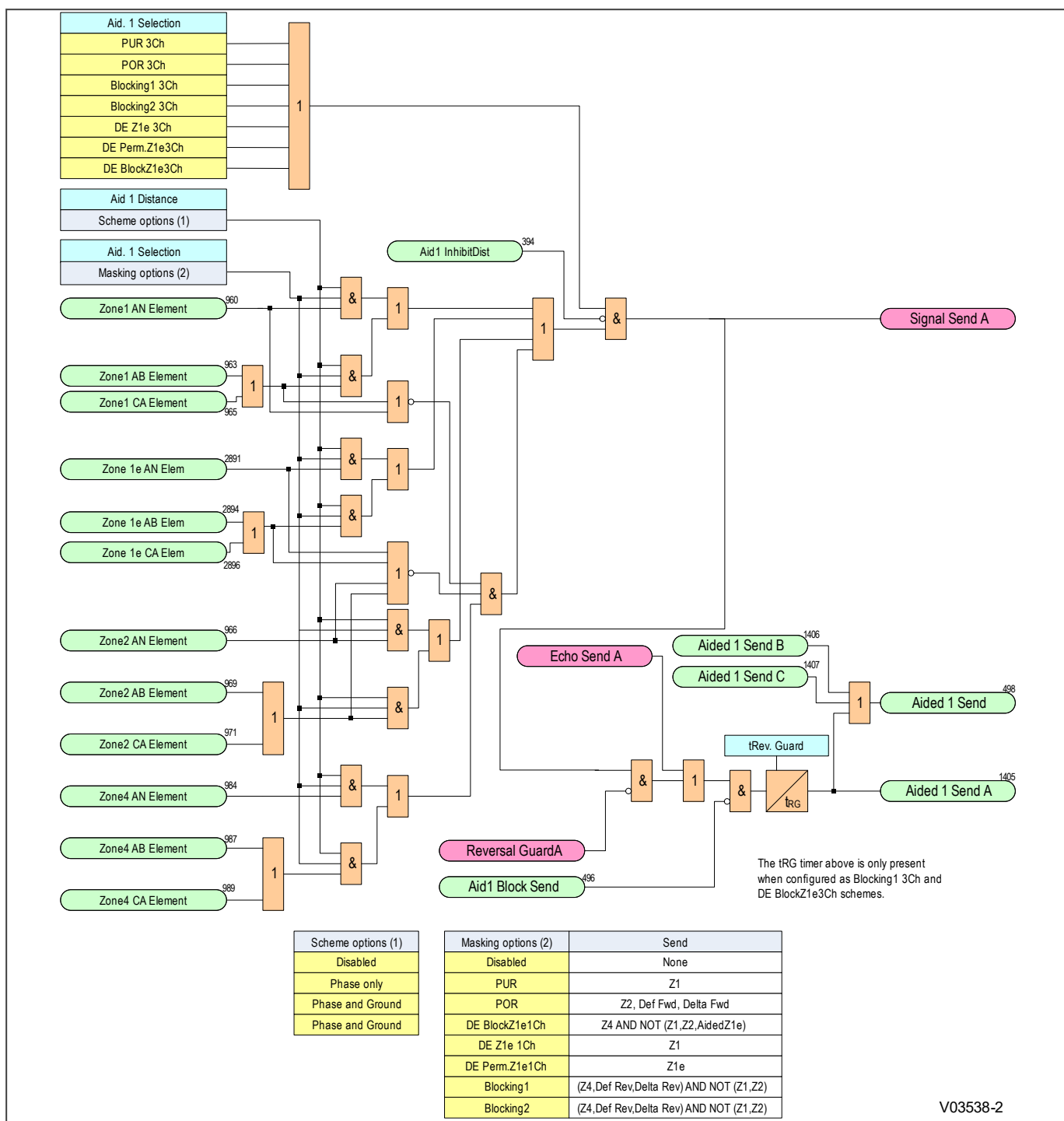


Figure 101: Logika wysyłania odległościowego ACh

Note:

Logika przedstawiona powyżej dotyczy kanału A. Kanały B i C działają na podobnych zasadach.

8.3.8.2 LOGIKA ODBIERANIA SCHEMATÓW KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

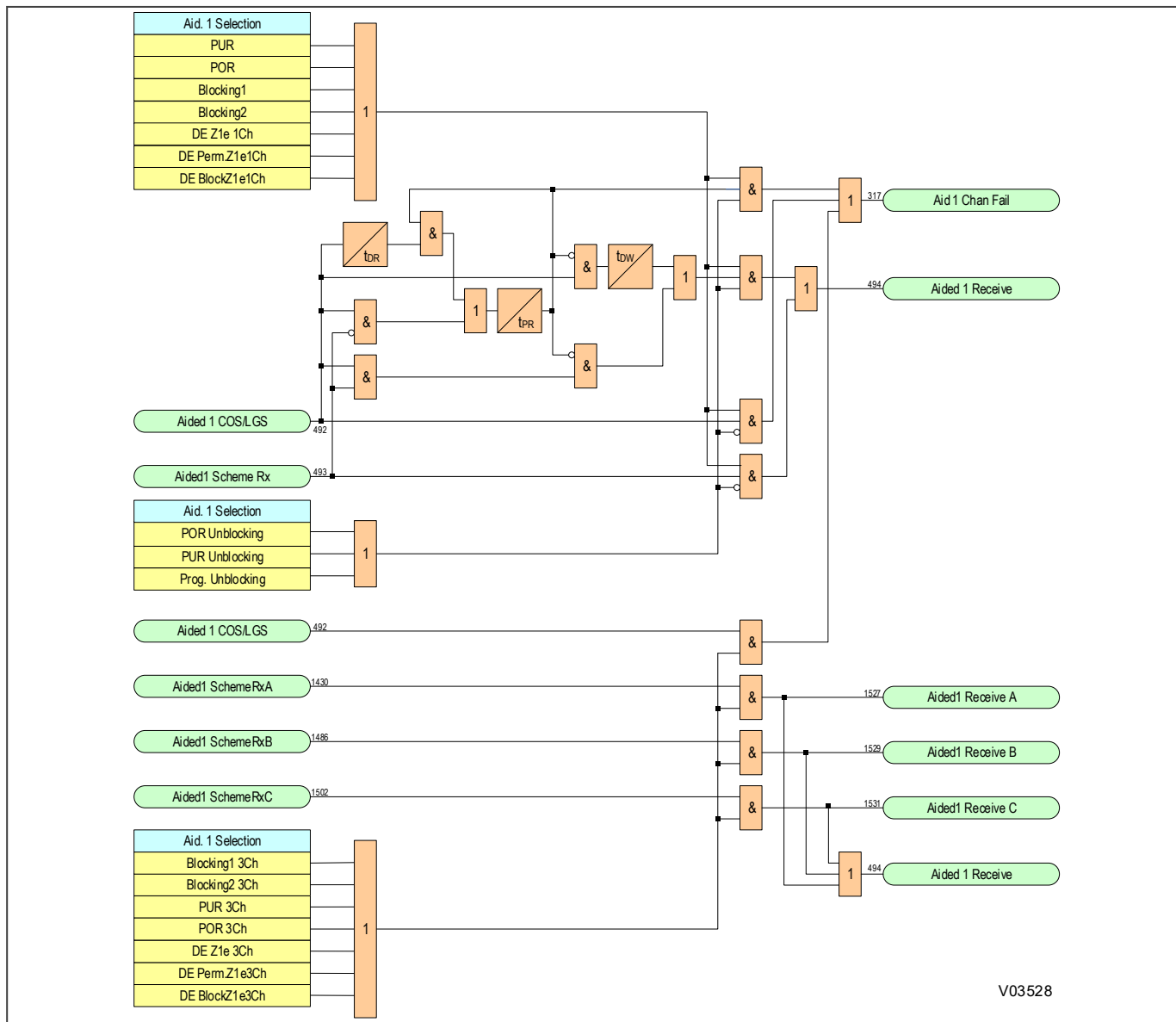


Figure 102: Logika odbierania schematów komunikacji z nośnikiem

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwalania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwalania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.3.8.3 LOGIKA WYZWALANIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

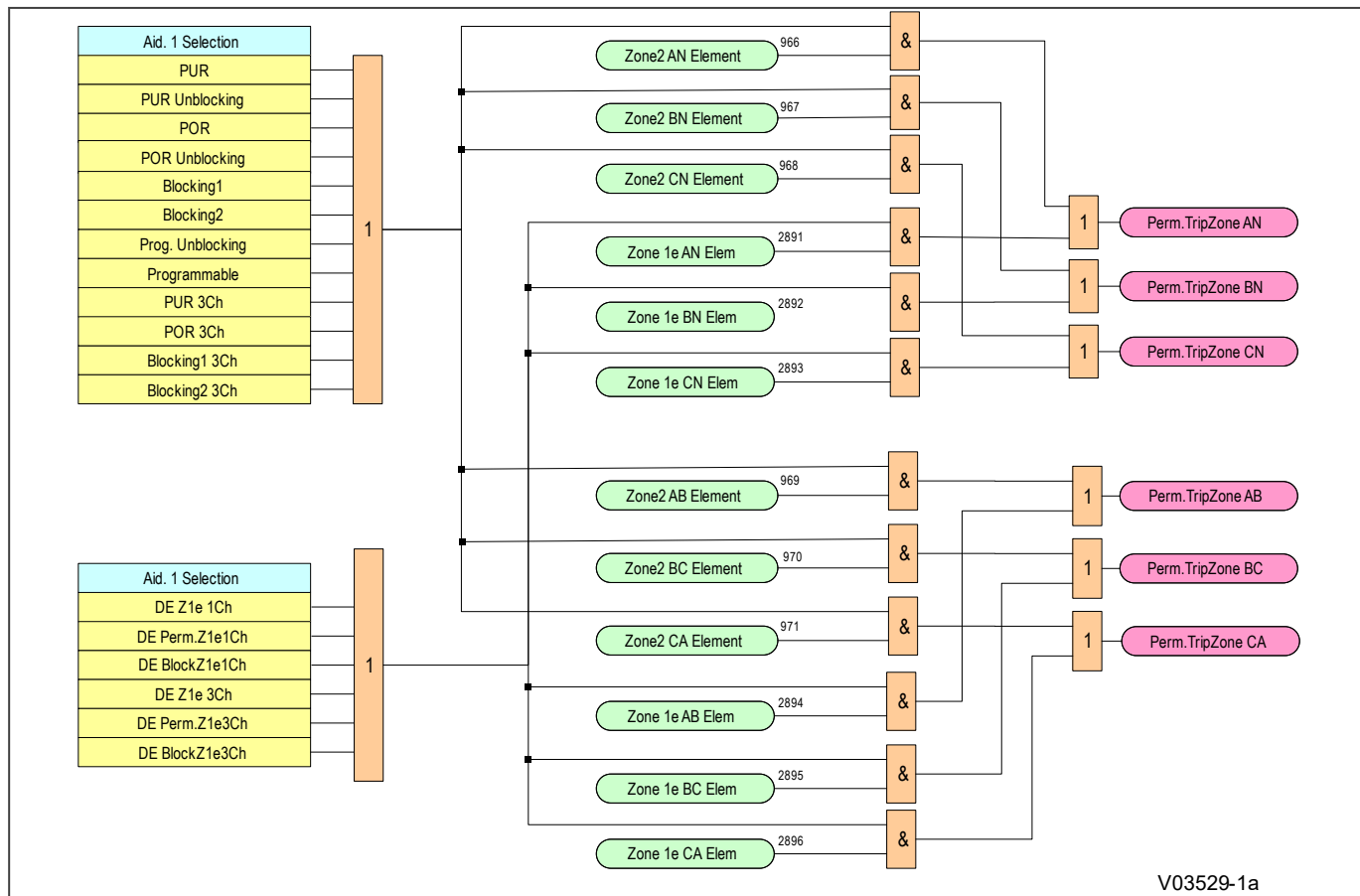


Figure 103: Logika wyzwiania odległościowego 1Ch (1 z 2)

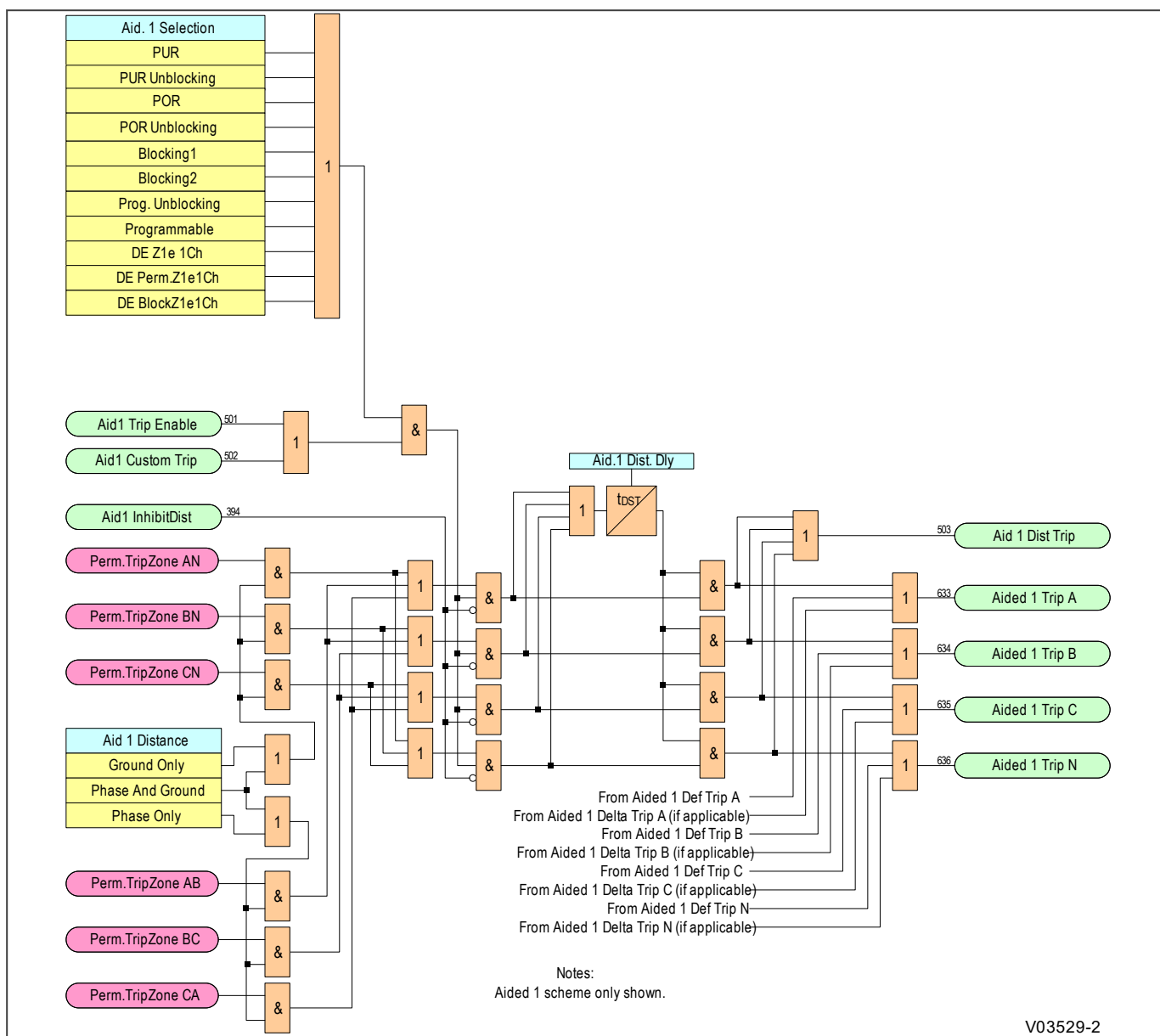


Figure 104: Logika wyzwalania odległościowego 1Ch (2 z 2)

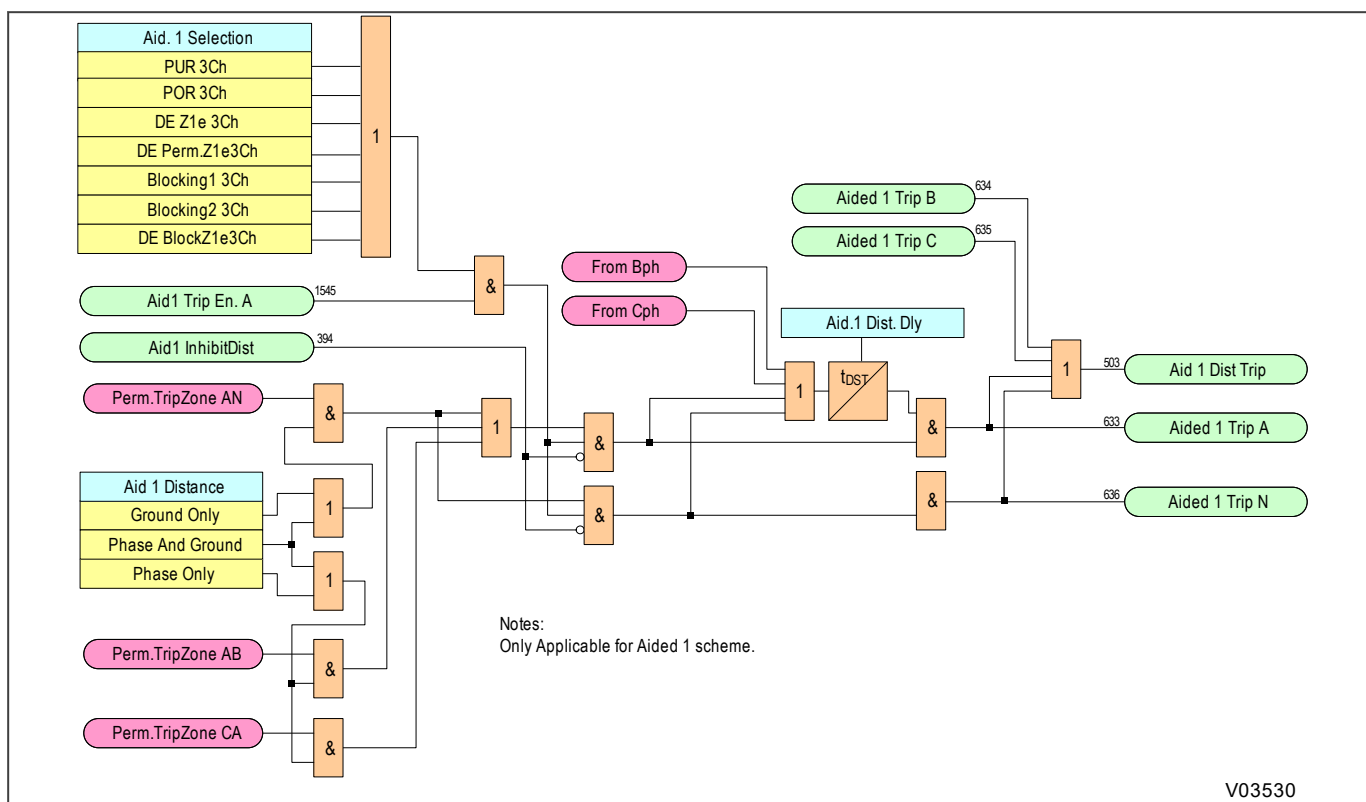


Figure 105: Logika wyzwalania odległościowego ACh

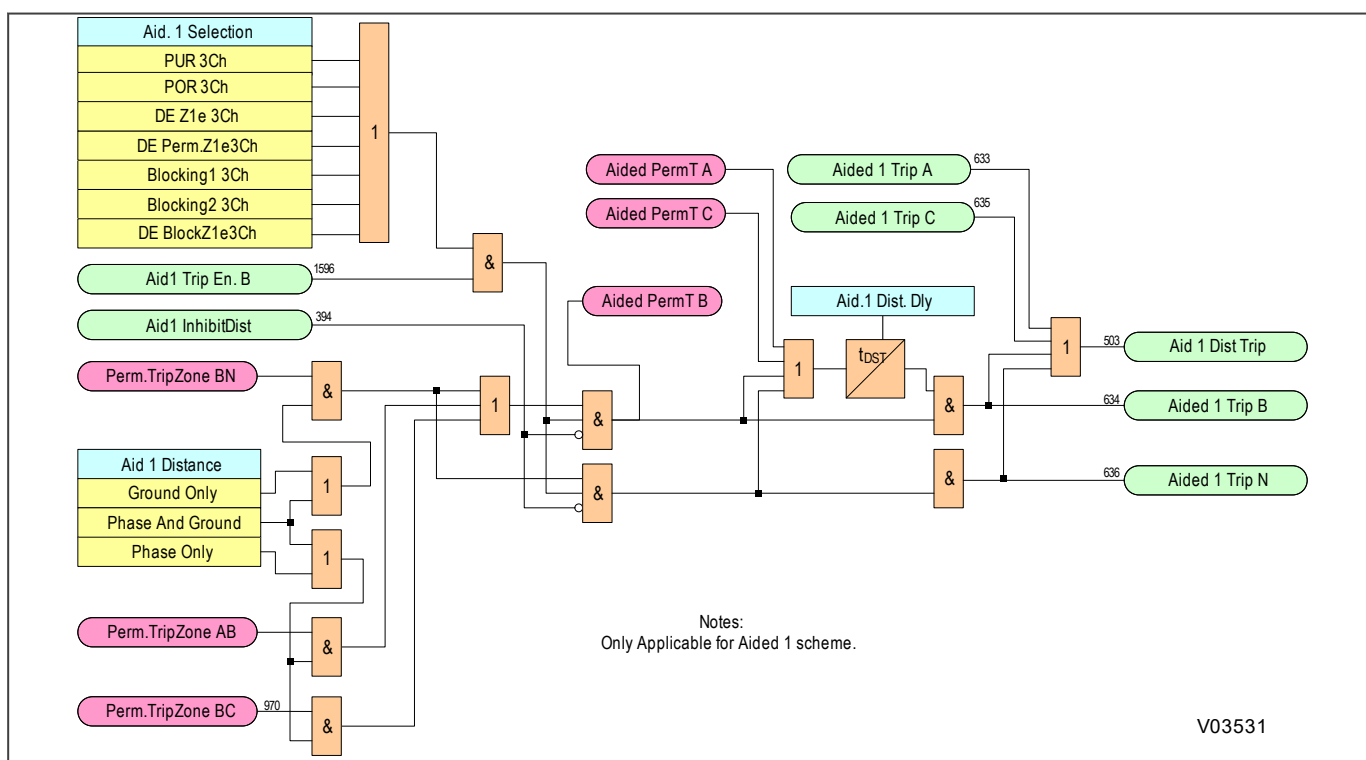


Figure 106: Logika wyzwalania odległościowego BCh

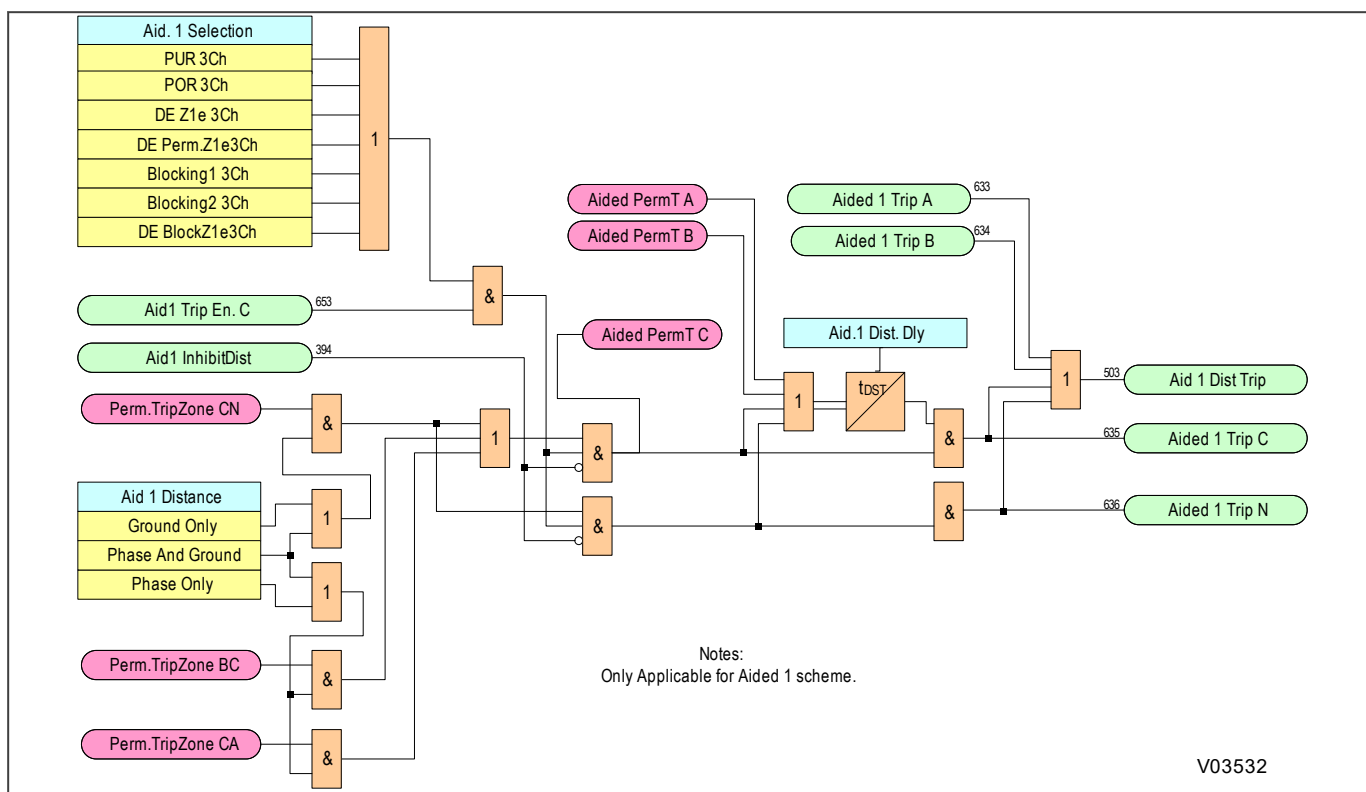


Figure 107: Logika wyzwalania odległościowego CCh

8.3.8.4 LOGIKA WYZWALANIA PUR

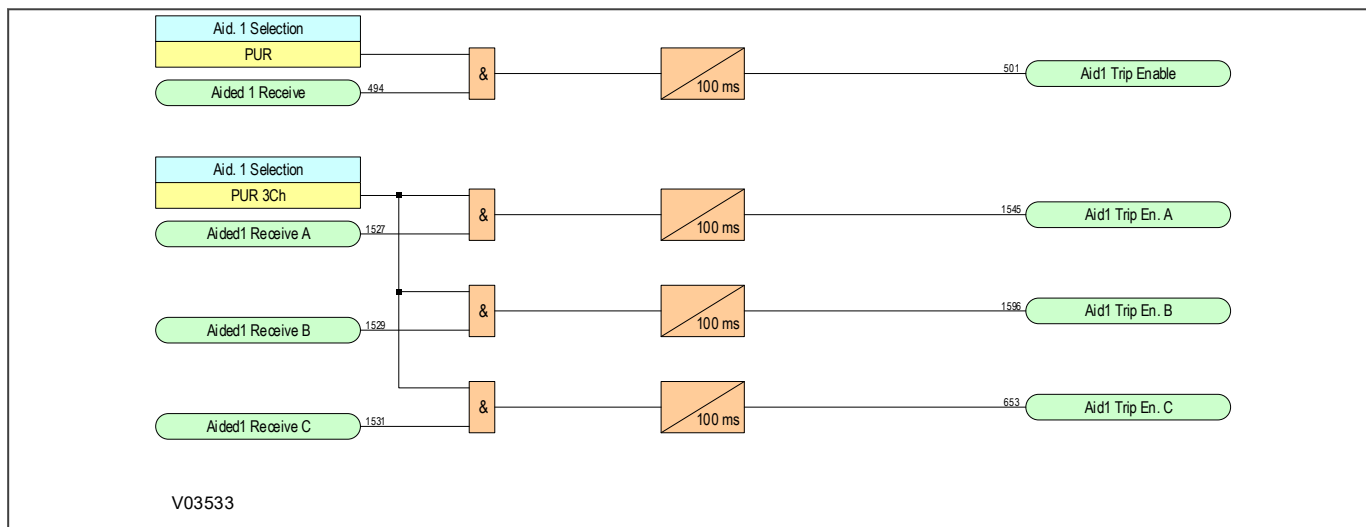


Figure 108: Logika wyzwalania PUR

8.3.8.5 LOGIKA WYZWALANIA POR

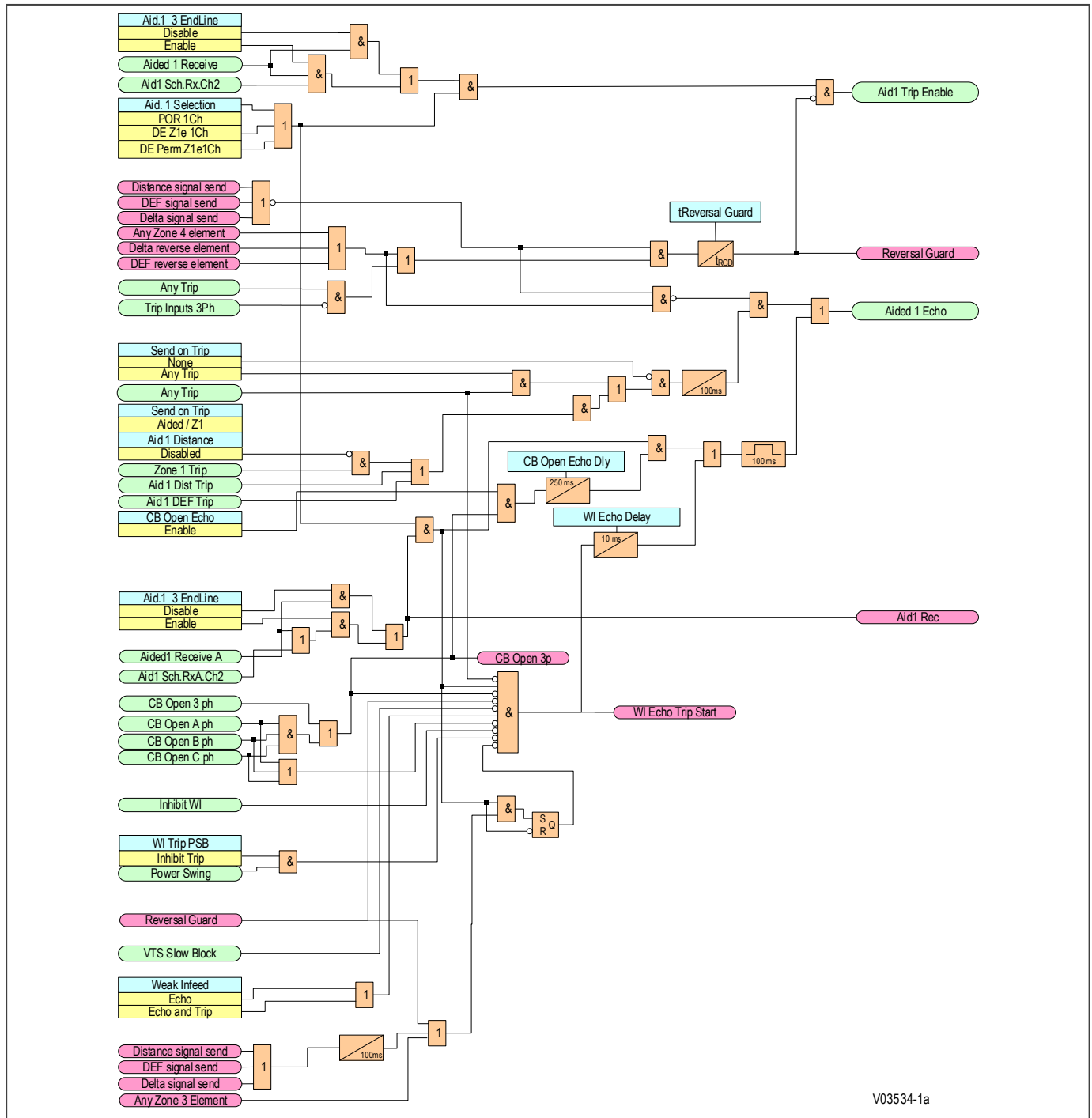


Figure 109: Logika wyzwania POR 1Ch (1 z 2)



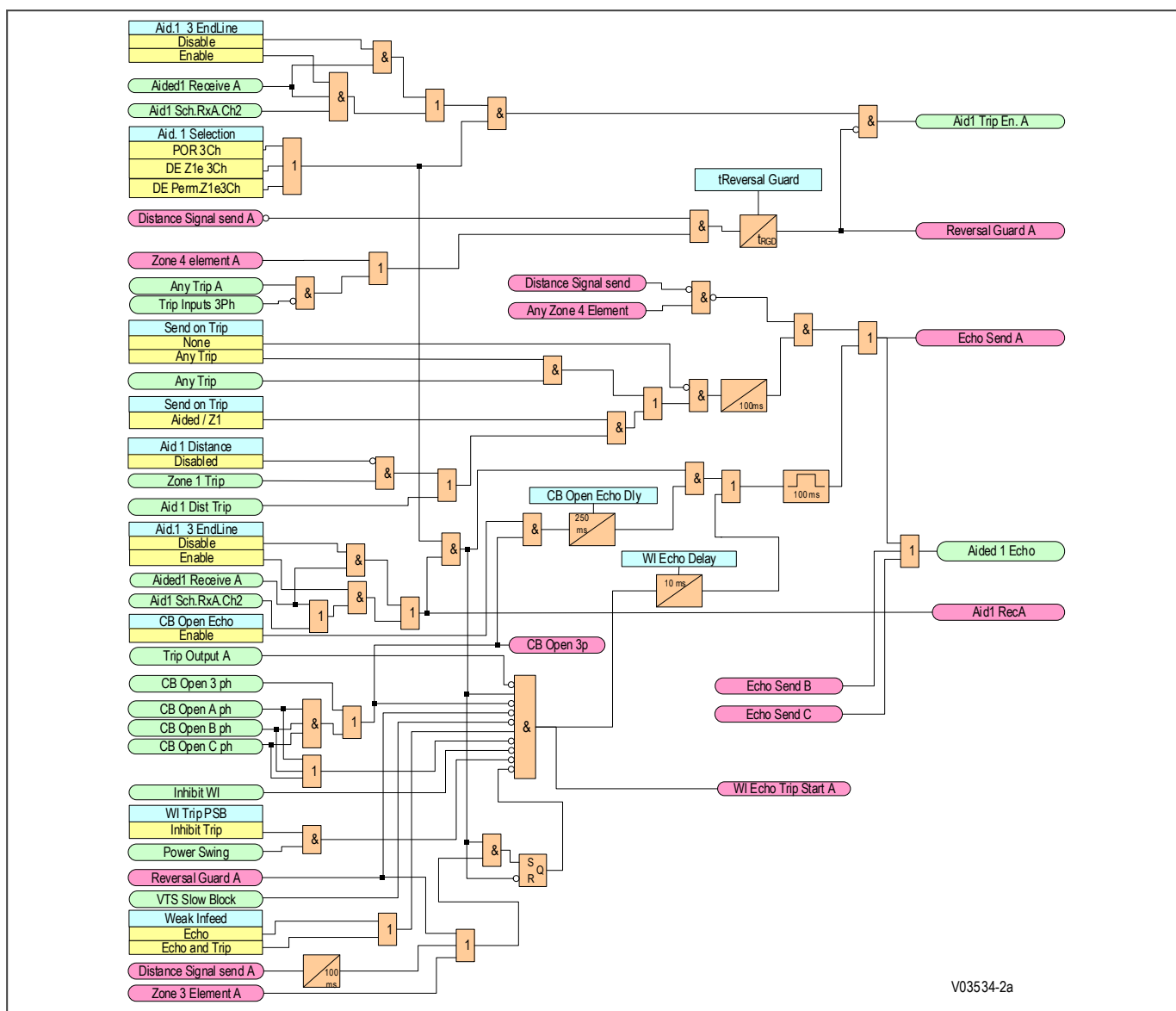


Figure 111: Logika wyzwalania POR Ach (1 z 2)

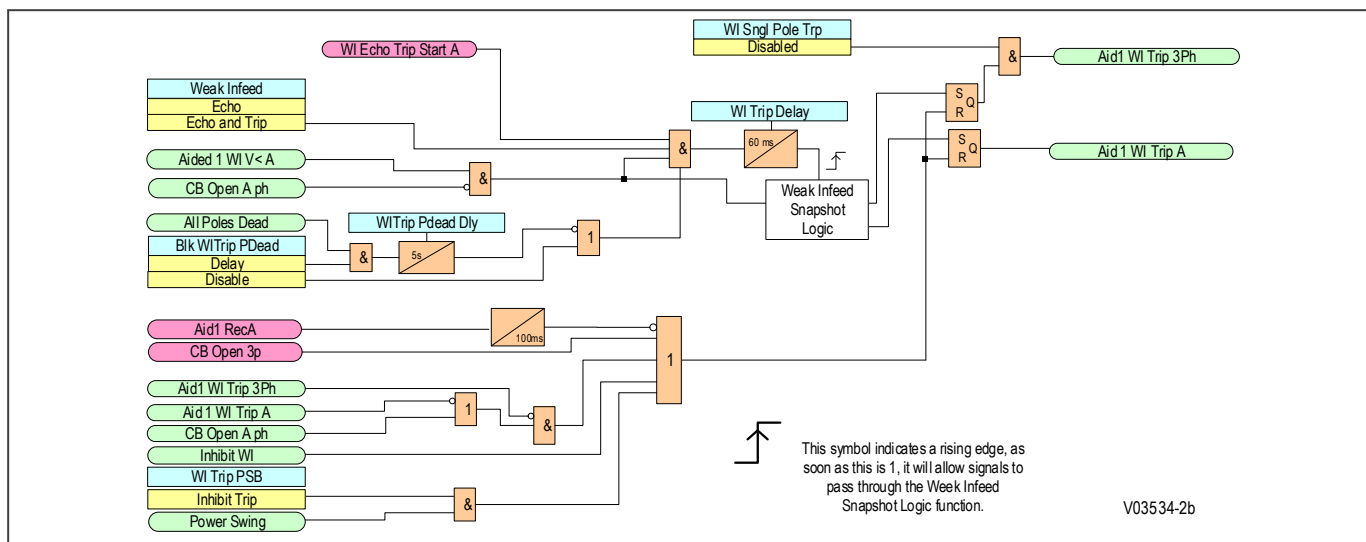


Figure 112: Logika wyzwalań POR Ach (2 z 2) – wyzwolenie słabego przepływu

Note:

Logika przedstawiona powyżej dotyczy kanału A. Kanały B i C działają na podobnych zasadach.

8.3.8.6 LOGIKA WYZWALANIA POR

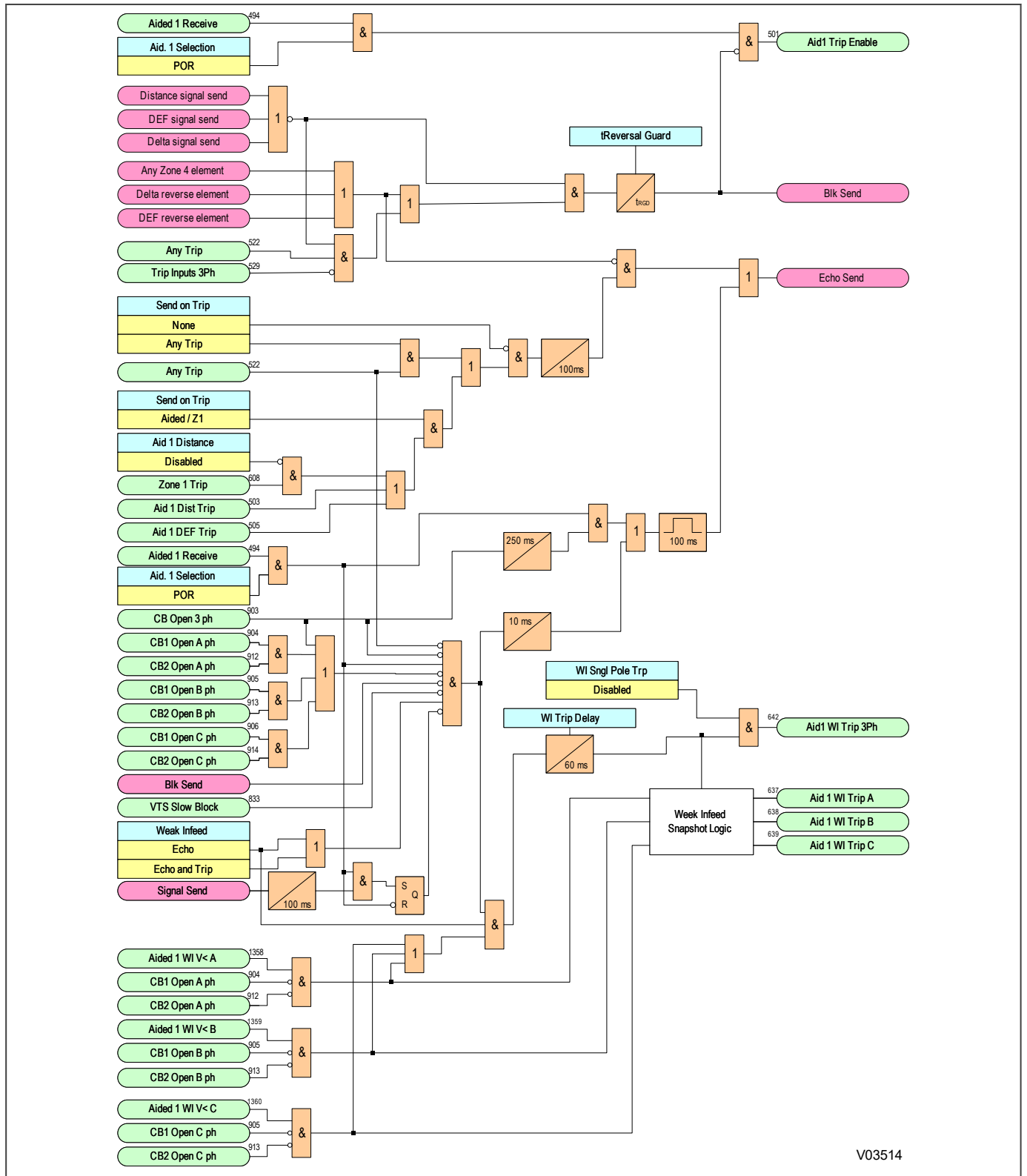


Figure 113: Logika wyzwiania POR

8.3.8.7 LOGIKA WYZWALANIA SCHEMATU BLOKOWANIA 1

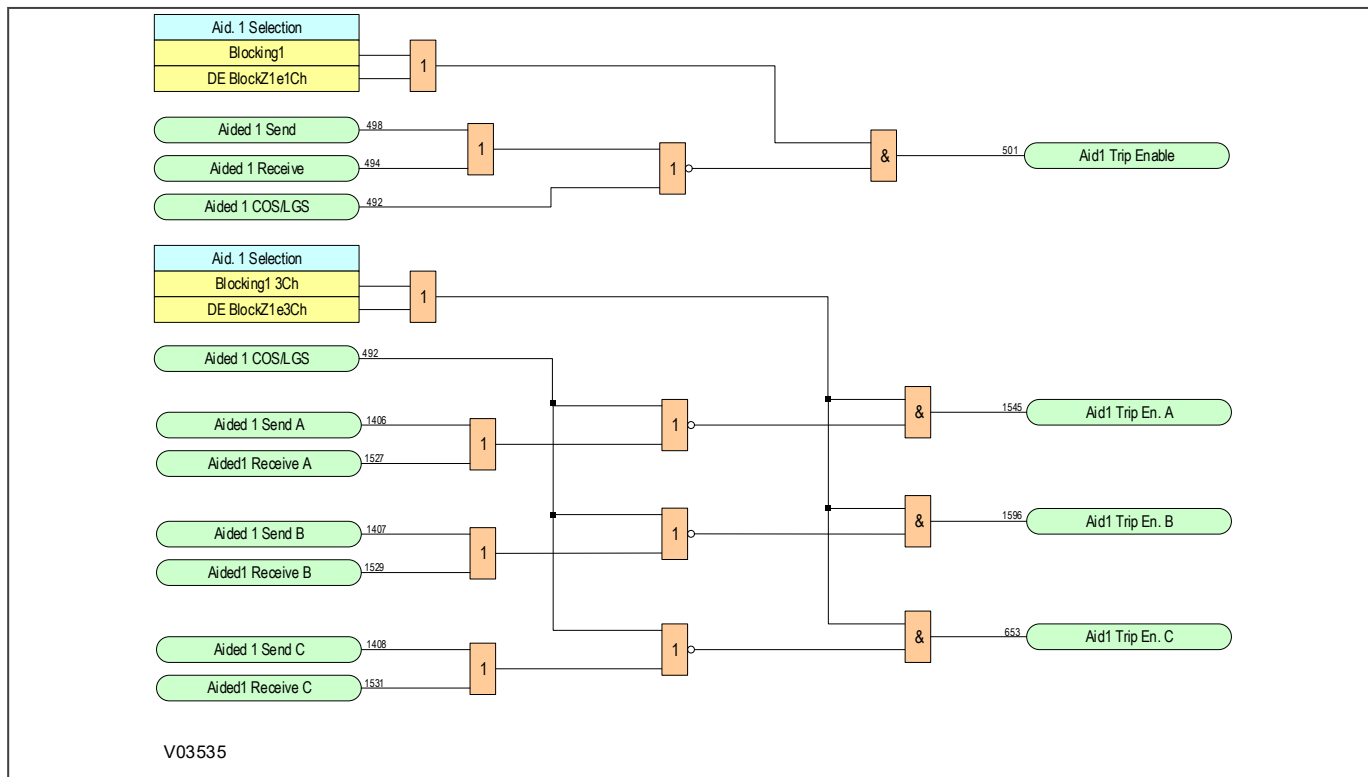


Figure 114: Logika wyzwiania schematu blokowania 1

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwiania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwiania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.3.8.8 LOGIKA WYZWALANIA SCHEMATU BLOKOWANIA 2

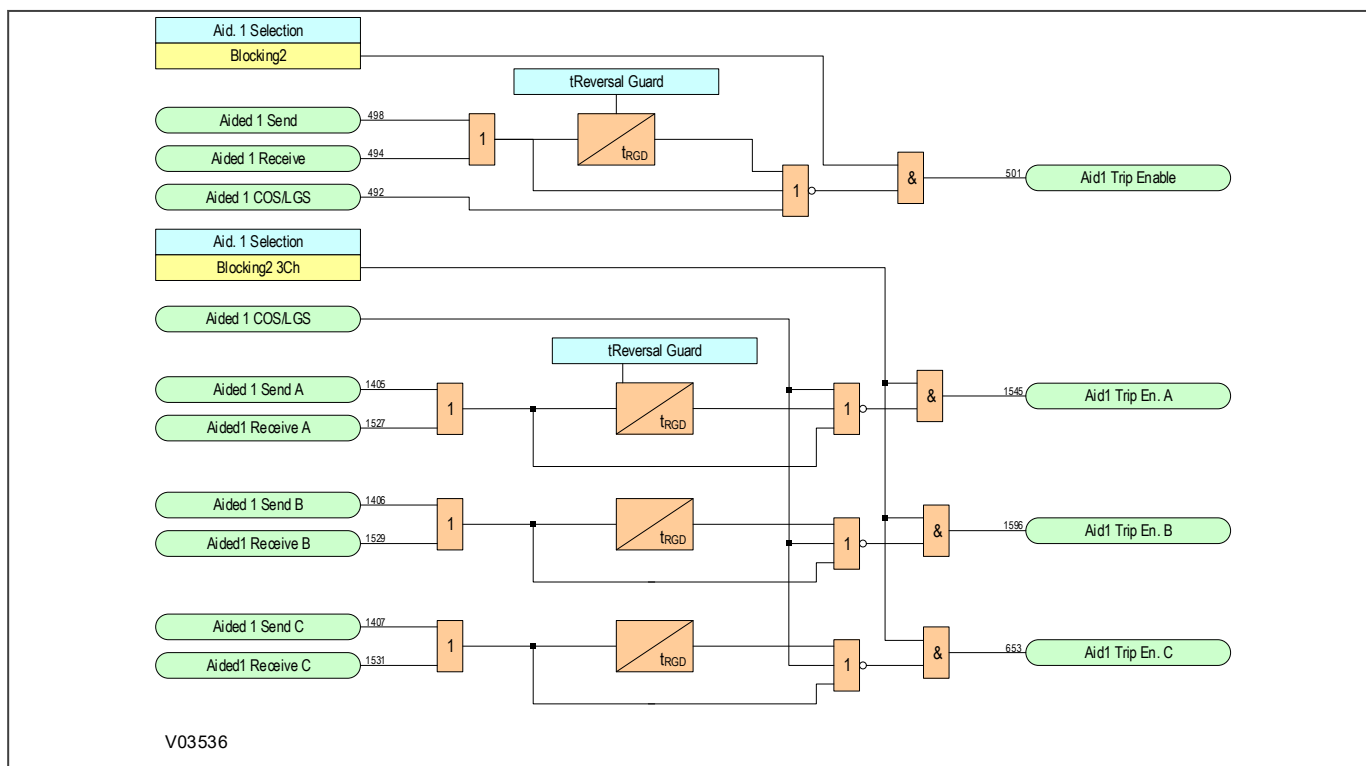


Figure 115: Logika wyzwiania schematu blokowania 2

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwiania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwiania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.4 LOGIKA SCHEMATU DEF

8.4.1 WPROWADZENIE DEF

Zwarcia o wysokiej rezystancji mogą być trudne do wykrycia za pomocą zabezpieczenia odległościowego. Element DEF (kierunkowe zwarcie doziemne) jest czasem używany w połączeniu ze schematem komunikacji, aby zapewnić zabezpieczenie przed takimi zwarciami. Stosowanie logiki wyzwalania w połączeniu z elementem DEF umożliwia szybsze czasy wyzwalania i może ułatwić wyzwalanie jednofazowe w razie potrzeby.

Aby użyć zabezpieczenia DEF, potrzebne są odpowiednie kanały komunikacji między terminalami w schemacie. Programowalna logika schematu (PSL) pozwala na mapowanie sygnałów do komunikacji przez kanały. Mapowane sygnały mogą być wysyłane do zdalnego terminala lub mogą to być sygnały, które mają być odbierane ze zdalnego terminala. Dostępne są dwa schematy DEF.

W przypadku zabezpieczenia DEF prąd szczytkowy (prąd zwarcia doziemnego) jest porównywany z progiem, aby określić obecność zwarcia, a wielkość kierunkowa w celu określenia jego kierunku. Pomiar kierunkowy z terminali zabezpieczających są potem używane w połączeniu z sygnałami teleochronnymi między terminalami, a logika schematu służy do określenia, czy zwarcie występuje w obrębie zabezpieczonej linii (a co za tym idzie występuje wyzwolenie), czy też poza zabezpieczoną linią (a co za tym idzie występuje zahamowanie).

8.4.2 WDROŻENIE

Zabezpieczenie DEF może być używane ze schematami dopuszczenia wydłużenia zasięgu lub schematami blokowania.

Zabezpieczenie DEF jest włączane ustawieniem **Kierunkowe IN** w kolumnie **KONFIGURACJE**. Sprawia to, że ustawienia w kolumnie **WYDL KIER L-E** stają się widoczne.

DEF wymaga wielkość polaryzacji (wybieranej w ustawieniu **Kier L-E Polar**) w połączeniu z ustawieniem kąta charakterystyki (**Kier L-E KatChar**), aby podjąć decyzję kierunkową.

Dla wszystkich modeli sygnał pochodny z wejść napięcia fazowego można wykorzystać do polaryzacji. Dla niektórych modeli z większą liczbą wejść VT można użyć wejść zmierzonych bezpośrednio.

Można wybrać między polaryzacją sekwencji zerowej lub polaryzacją sekwencji ujemnej dla elementu DEF. W przypadku polaryzacji sekwencji zerowej można wybrać włączenie innowacyjnej funkcji zwanej wirtualną polaryzacją prądu, aby wzmocnić funkcję DEF.

Zabezpieczenie DEF jest blokowane, jeśli spełniony jest którykolwiek z następujących warunków:

- Sygnał **Kazdy WYL** jest potwierdzony przez jedną ze zintegrowanych funkcji zabezpieczenia
- Selektor fazy odbiera więcej niż jedną fazę
- Potwierdzony jest jeden z sygnałów **Martw Pol A**, **Martw Pol B** lub **Martw Pol C**

8.4.3 POLARYZACJA DEF

Zasadniczo istnieją dwa sposoby ustalenia kierunku zwarcia doziemnego:

- Polaryzacja sekwencji zerowej
- Polaryzacja sekwencji ujemnej

W przypadku polaryzacji sekwencji zerowej zwykle wykorzystywany jest pomiar napięcia resztkowego (VN). Można to osiągnąć tylko wtedy, gdy używa się 5-kolumnowego VT lub jednofazowego VT. Specjalna forma polaryzacji sekwencji zerowej, zwana wirtualną polaryzacją prądu, jest możliwa do użycia z tym urządzeniem. Wirtualna polaryzacja prądu umożliwia kierunkowanie dla niskich poziomów napięcia polaryzacyjnego.

8.4.3.1 POLARYZACJA SEKWENCJI ZEROWEJ

Napięcie szczytowe jest generowane podczas zwarc doziemnych. Ta ilość sekwencji zerowej może być używana do polaryzacji decyzji kierunkowej zabezpieczenia DEF. Urządzenie może pozyskać napięcie szczytowe, jeśli jest podłączone do odpowiedniego układu przekładnika napięciowego (VT).

Aby DEF używał pochodnego sygnału napięcia, trzy wejścia napięcia fazowego muszą być dostarczane z 5-kolumnowego VT lub z trzech jednofazowych VT z uziemionym głównym punktem gwiazdowym. Te układy VT umożliwiają przejście strumienia resztkowego, a dzięki temu urządzenie może uzyskać wymagane napięcie szczytowe. 3-kolumnowy VT nie ma ścieżki dla strumienia resztkowego, a zatem nie nadaje się do polaryzacji sekwencji zerowej.

Niewielkie poziomy napięcia resztkowego mogą występować w normalnych warunkach z powodu nierównowagi systemu, niedokładności VT i tolerancji urządzenia. Można ustawić próg (**KierL-EUNpol Par**), aby zapewnić stabilność względem zadziałania DEF w tych warunkach. Napięcie szczytowe (**Vres**) nominalnie jest 180° poza fazą z prądem szczytowym, więc elementy DEF są polaryzowane z wielkości -Vres. To przesunięcie fazy o 180° jest automatycznie kompensowane w tym urządzeniu.

W przypadku produktów zaprojektowanych do sterowania zastosowaniami z dwoma wyłącznikami obwodu można ponownie przypisać drugi synchronizm kontroli VT, aby zapewnić wejście zmierzonego napięcia dla funkcji DEF. Aby to zrobić, należy ustawić **PU2 Wybor** na *Otw Trojkat* w kolumnie **PRZEKLADNIE I/U**. Następnie pokazuje się ustawienie **KierL-EWej Unpol** w kolumnie **WYDL KIER L-E**, które można ustawić na *Zmierzone* lub *Obliczone*.

8.4.3.1.1 WIRTUALNA POLARYZACJA PRĄDU

Technika zwana wirtualną polaryzacją prądu może umożliwić pracę zabezpieczenia DEF, nawet jeśli napięcie polaryzacji jest poniżej progu **KierL-EUNpol Par**. Jeśli selektor fazy prądu nałożonego powiązany z zabezpieczeniem odległościowym zidentyfikował zwartą fazę, np. fazę A, usuwa napięcie fazy z obliczenia resztkowego $V_a + V_b + V_c$, pozostawiając jedynie $V_b + V_c$. Wynikowe napięcie polaryzacyjne ma dużą wielkość i ten sam kierunek co -Vres. Pozwala to na zastosowanie zabezpieczenia nawet tam, gdzie bezpośrednie uziemienie za zabezpieczeniem zapobiega rozwojowi napięcia resztkowego.

Ta technika odejmowania zwartej fazy jest opisana jako wirtualna polaryzacja prądu, ponieważ usuwa potrzebę użycia prądu polaryzacyjnego z przekładnika prądowego (CT) w gwiazdowym połączeniu ziemnym za urządzeniem.

Jeśli funkcja ta nie będzie używana, należy ustawić **Wirtual I Polar** na *Odstawione*, aby nie doszło do usunięcia napięcia zwartej fazy z obliczenia napięcia resztkowego. Wtedy zabezpieczenie DEF jest polaryzowane wyłącznie przez napięcie resztkowe.

Kryteria kierunkowe z polaryzacją sekwencji zerowej (prąd wirtualny) są następujące:

Kierunkowe do przodu

$$90^\circ < (\text{angle}(\text{VNpol}) + 180^\circ) - (\text{angle}(\text{IN}) - \text{RCA}) < 90^\circ$$

Kierunkowe odwrotne

$$90^\circ > (\text{angle}(\text{VNpol}) + 180^\circ) - (\text{angle}(\text{IN}) - \text{RCA}) > 90^\circ$$

Jest to przedstawione na poniższym rysunku:

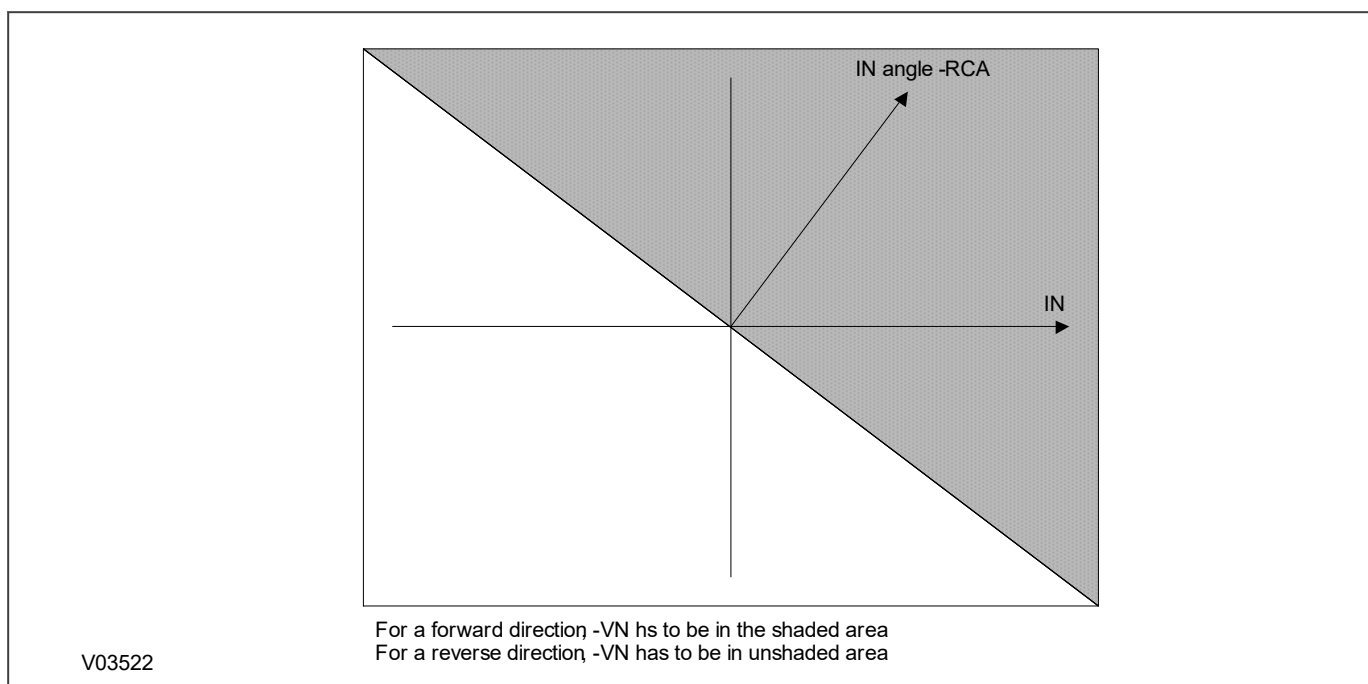


Figure 116: Wirtualna polaryzacja prądu

Napięcie polaryzacyjne (Vn_{pol}) jest zgodne z poniższą tabelą, a RCA to kąt charakterystyki przekaźnika zdefiniowany ustawieniem **Kier L-E KatChar**.

Odbiór selektora fazy	VN _{pol}
Zwarcie fazy A	VB + VC
Zwarcie fazy B	VA + VC
Zwarcie fazy C	VA + VB
Brak wyboru	VN = VA + VB + VC

Note:

Wirtualna polaryzacja prądu działa, jeśli ustawienie **Kier L-E Polar** to *Zero Sequence*, ustawienie **Wirtual I Polar** to *Zalaczone*, a napięcie VN jest niższe niż wybrana wartość w ustawieniu **KierL-EUN_{pol} Par**.

8.4.3.2 POLARYZACJA SEKWENCJI UJEMNEJ

W niektórych zastosowaniach polaryzacja napięcia resztkowego funkcji DEF może nie być możliwa lub może być problematyczna. Przykładowe przypadki to:

- Zamontowany jest przekładnik napięciowy 3-kolumnowy, ale nie ma ścieżki dla strumienia resztkowego.
- Gdy zastosowanie posiada linię równoległą i może istnieć wzajemne sprzęganie sekwencji zerowej.

Problemy w tych zastosowaniach można złagodzić, używając napięcia sekwencji fazy ujemnej (nps) do polaryzacji. Próg napięcia musi być ustawiony w komórce **KierL-EU2_{pol} Par**.

Note:

Ustawienie to trzykrotność V2.

Note:

Gdy wielkość prądu używanego do obsługi schematu DEF ma polaryzację nps, jest to prąd resztkowy, a nie prąd nps, tj. ustawienia **DEF FWD Set** i **KierL-E Tyl Par** dotyczą prądu resztkowego.

Note:

Minimalny prąd sekwencji ujemnej wymagany do polaryzacji nps to wartość podana w ustawieniu **KierL-E Tyl Par**

Kryteria kierunkowe z polaryzacją sekwencji ujemnej są następujące:

Kierunkowe do przodu

$$-90^\circ < [(angle(V2) + 180^\circ) - (angle(I2) - RCA)] < 90^\circ$$

Kierunkowe odwrotne

$$-90^\circ > [(angle(V2) + 180^\circ) - angle(I2) - RCA] > 90^\circ$$

gdzie RCA to kąt charakterystyki przekaźnika ustawiony w **Kier L-E KatChar**.

Jest to przedstawione na poniższym rysunku:

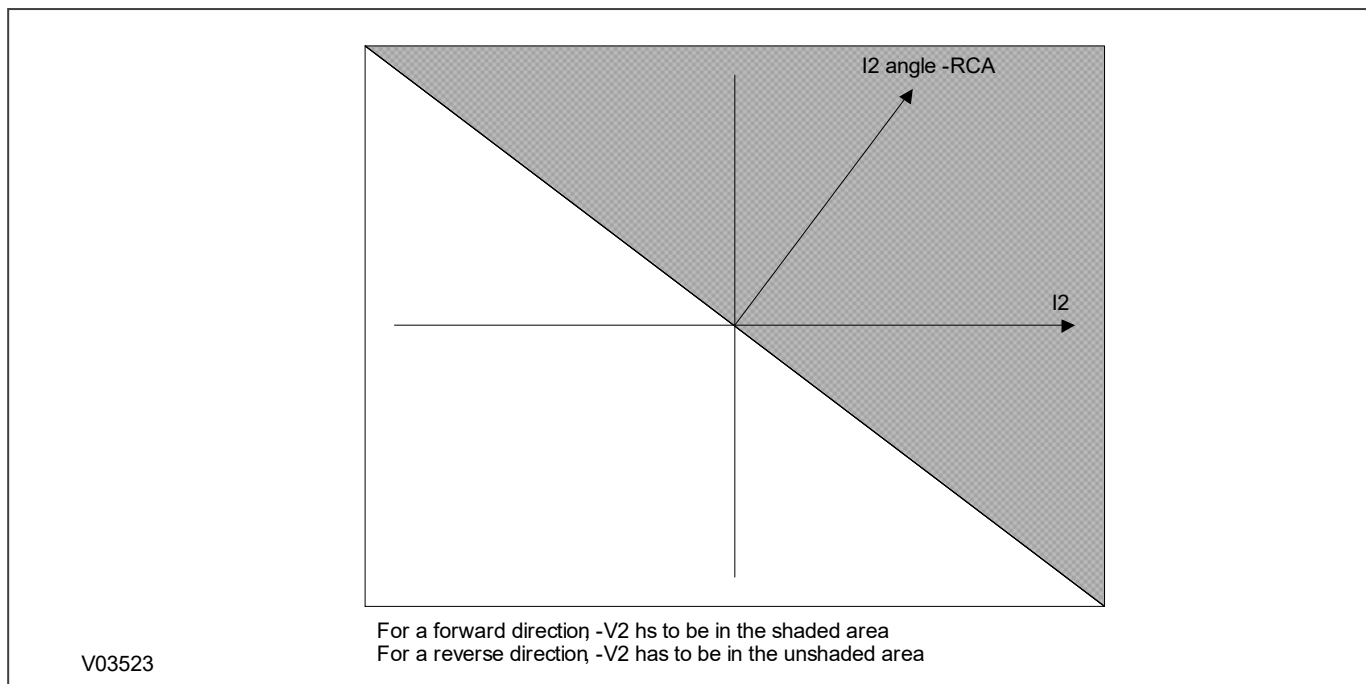


Figure 117: Kryteria kierunkowe dla polaryzacji napięcia resztkowego

8.4.4 WYTYCZNA USTAWIANIA FUNKCJI DEF

Aby użyć zabezpieczenia DEF, należy ustawić polaryzację i progi. Polaryzację można osiągnąć, używając albo sygnałów sekwencji zerowej, albo sygnałów sekwencji ujemnej.

W przypadku funkcji DEF spolaryzowanej sekwencją zerową, typowe napięcie sekwencji zerowej w zdrowym systemie może wynosić aż 1% (tj. 3% resztkowe), a błąd przekładnika napięciowego (VT) może wynosić 1% na fazę. Ustawienie **VNpol Set** między 1% a 4%. Vn jest typowe, aby uniknąć błędnego wykrywania na używanych sygnałach. Pomiar napięcia resztkowego podany w kolumnie **MEASUREMENTS 1** może pomóc w ustaleniu wymaganego ustawienia progu podczas rozruchu, gdyż oznacza poziom obecnego napięcia resztkowego. Funkcja wirtualnej polaryzacji prądu stworzy napięcie polaryzacyjne, które jest zawsze duże bez względu na obecność VN.

W przypadku funkcji DEF prąd szczytkowy w warunkach zwarcia leży pod kątem opóźniającym napięcie spolaryzowane. Dlatego wymagane są ujemne ustawienia kąta charakterystyki dla zastosowań z DEF. Jest to ustawiane w komórce **Kier L-E KatChar** w ustawieniu **EARTH FAULT**.

Poniższe ustawienia katowe są zalecane dla urządzenia spolaryzowanego napięciem resztkowym:

- Systemy dystrybucji z uziemieniem bezpośrednim: -45°
- Systemy transmisji z uziemieniem bezpośrednim: -60°

Jeśli **Wirtual I Polar** ustawiono na „Odstawione”, uniemożliwia to sprawdzenie fazy zwartej i późniejsze usunięcie napięcia fazy zwartej. Wtedy zabezpieczenie DEF jest polaryzowane wyłącznie przez napięcie resztkowe.

W przypadku polaryzacji sekwencji ujemnej ustawienia kąta charakterystyki przekaźnika (**Kier L-E KatChar**) muszą opierać się na kącie impedancji źródła sekwencji fazy ujemnej przed urządzeniem. Typowe ustawienie to -60° .

Ustawienie **KierL-EPzrod Par** określa czułość prądową (czułość wyzwalania) schematu DEF. Ustawienie to musi być wyższe niż jakiekolwiek stałe niezrównoważenie prądu szczytkowego. Typowe ustawienie wyniesie od 10% do 20% I_n .

Ustawienie **KierL-E Tyl Par** określa czułość prądową dla odwrotnego zwarcia doziemnego. Ustawienie to musi być zawsze niższe od progu DEF w kierunku do przodu, aby zapewnić prawidłowe działanie schematów blokowania i zapewnić stabilność odwrócenia prądu w zastosowaniach z linią równoległą. Zalecane ustawienie do 2/3 ustawienia DEF w kierunku do przodu.

Note:

*Ustawienie **KierL-E Tyl Par** musi być wyższe niż maksymalna nierównowaga prądu resztkowego w stanie stacjonarnym.*

8.4.5 SCHEMAT DEF POR

Schemat ma takie same funkcje i wymagania co odpowiadający mu schemat odległościowy i zapewnia ochronę wrażliwą w przypadku zwarć doziemnych o wysokiej rezystancji.

Kanał sygnalizacyjny jest kluczowany z działania elementu **KierL-EPzrod Par** skierowanego do przodu. Jeśli urządzenie zdalne także wykryło zwarcie w kierunku do przodu, działa bez dodatkowego opóźnienia, gdy odbiera ten sygnał.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: kluczować kanał, jeśli **KierL-EPzrod Par** odbiera sygnał
- Logika wyzwolenia dopuszczonego: wyzwolić, jeśli **KierL-EPzrod Par** odbierze sygnał i odbierane jest kluczowanie kanału

Poniższy rysunek przedstawia zasięgi elementu oraz uproszczoną logikę schematu DEF POR.

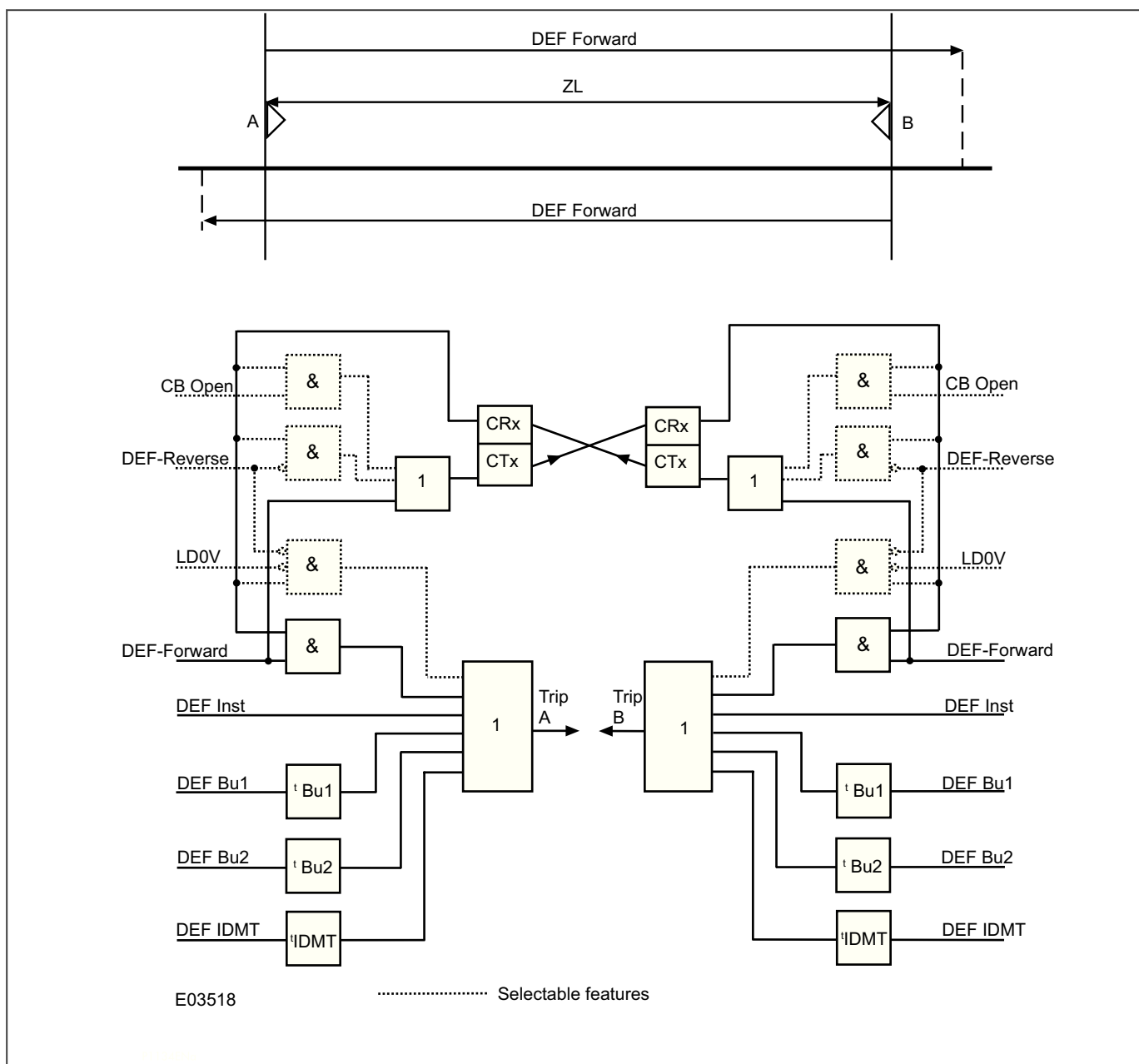


Figure 118: Schemat DEF POR

8.4.6 SCHEMAT BLOKOWANIA DEF

Schemat ma takie same funkcje/wymagania co odpowiadający mu schemat odległościowy i zapewnia ochronę wrażliwą w przypadku zwarć doziemnych o wysokiej rezystancji.

Kanał sygnalizacyjny jest kluczowany z działaniem elementu DEF w kierunku odwrotnym (**KierL-E Tyl Par**). Jeśli element DEF urządzenia zdalnego (**KierL-EPrzod Par**) odbierze sygnał, zadziała po wygaśnięciu **Aid. 1 DEF Dly.**, jeśli nie zostanie odebrane blokowanie.

Gdy na diagramie widać „t”, oznacza to opóźnienie czasowe związane z elementem. Aby zapewnić czas na nadejście sygnału blokującego, można użyć krótkiego opóźnienia czasowego przy wyzwalaniu.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: kluczować kanał, jeśli **KierL-E Tyl Par** odbiera sygnał
- Logika wyzwalania: wyzwolić, jeśli ustawiono **DEF FWD Set** ORAZ kanał NIE odebrał po wygaśnięciu **Aid. 1 DEF Dly..**

Na poniższym rysunku pokazano zasięgi elementów oraz uproszczoną logikę schematu blokowania kierunkowego zwarcia doziemnego (DEF).

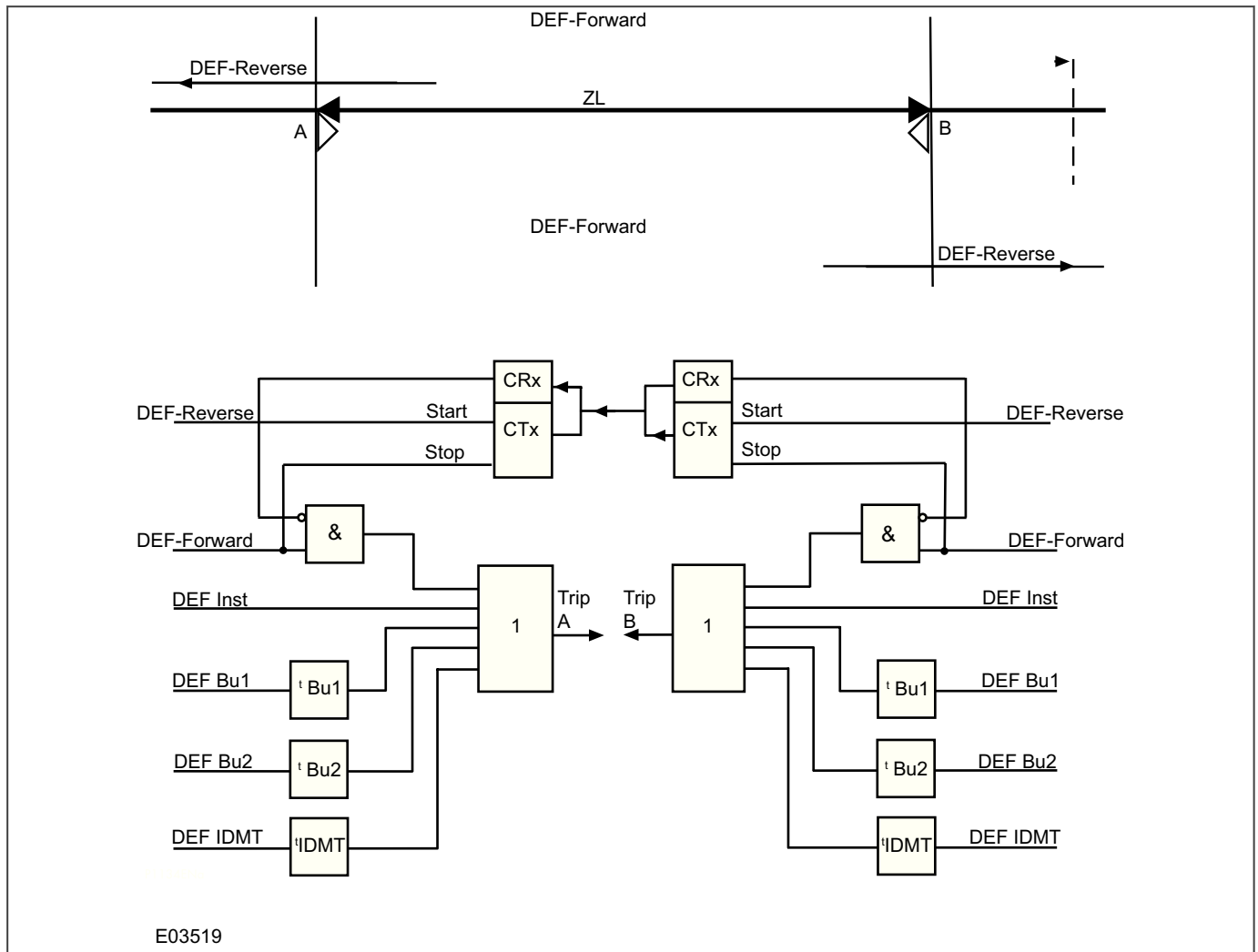


Figure 119: Schemat blokowania DEF

8.4.7 SCHEMATY LOGIKI DEF

8.4.7.1 SYGNAŁY KIERUNKOWE DEF

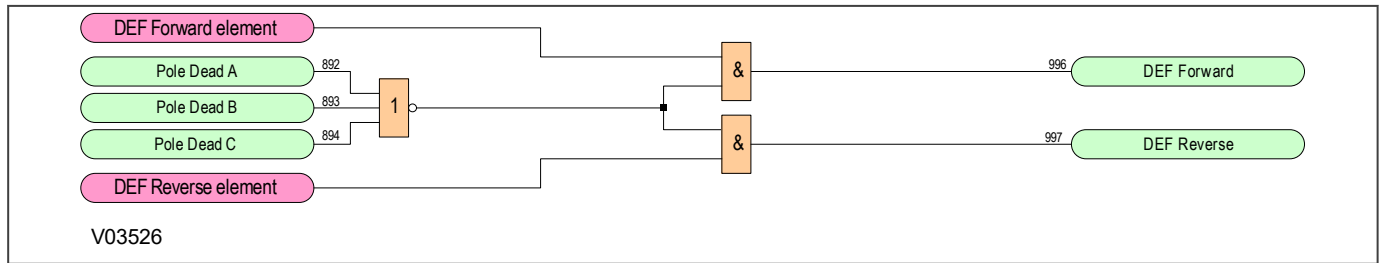


Figure 120: Sygnały kierunkowe DEF

8.4.7.2 LOGIKA WYSYŁANIA DEF

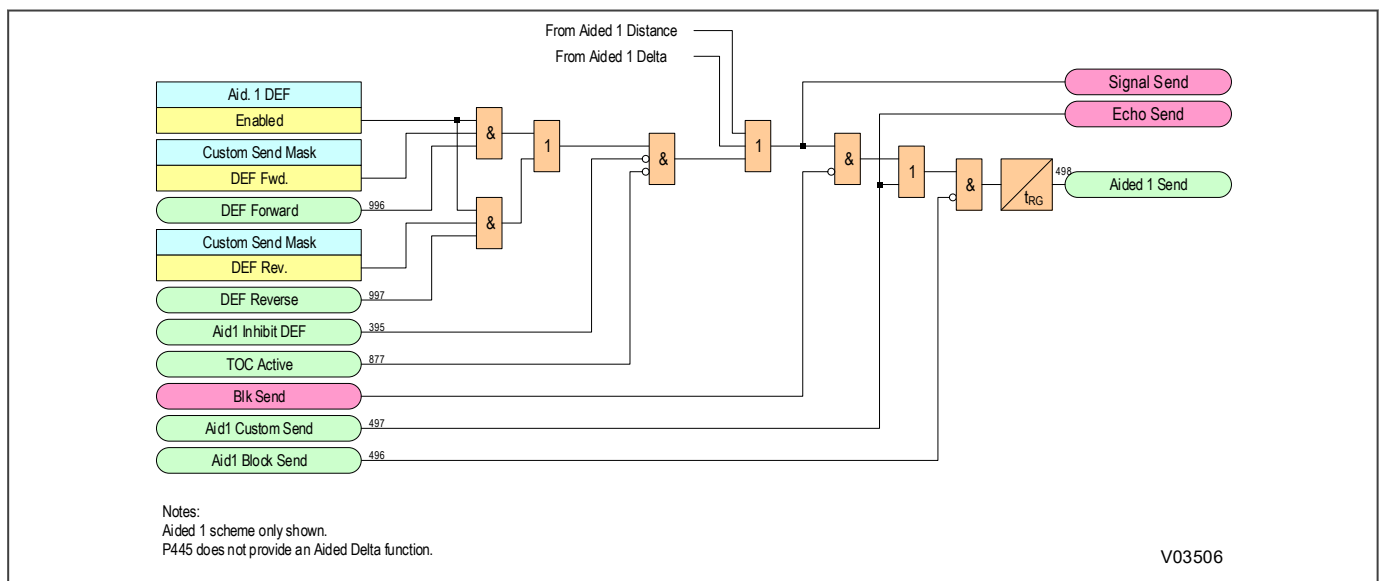


Figure 121: Logika wysyłania DEF

8.4.7.3 LOGIKA ODBIERANIA SCHEMATÓW KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

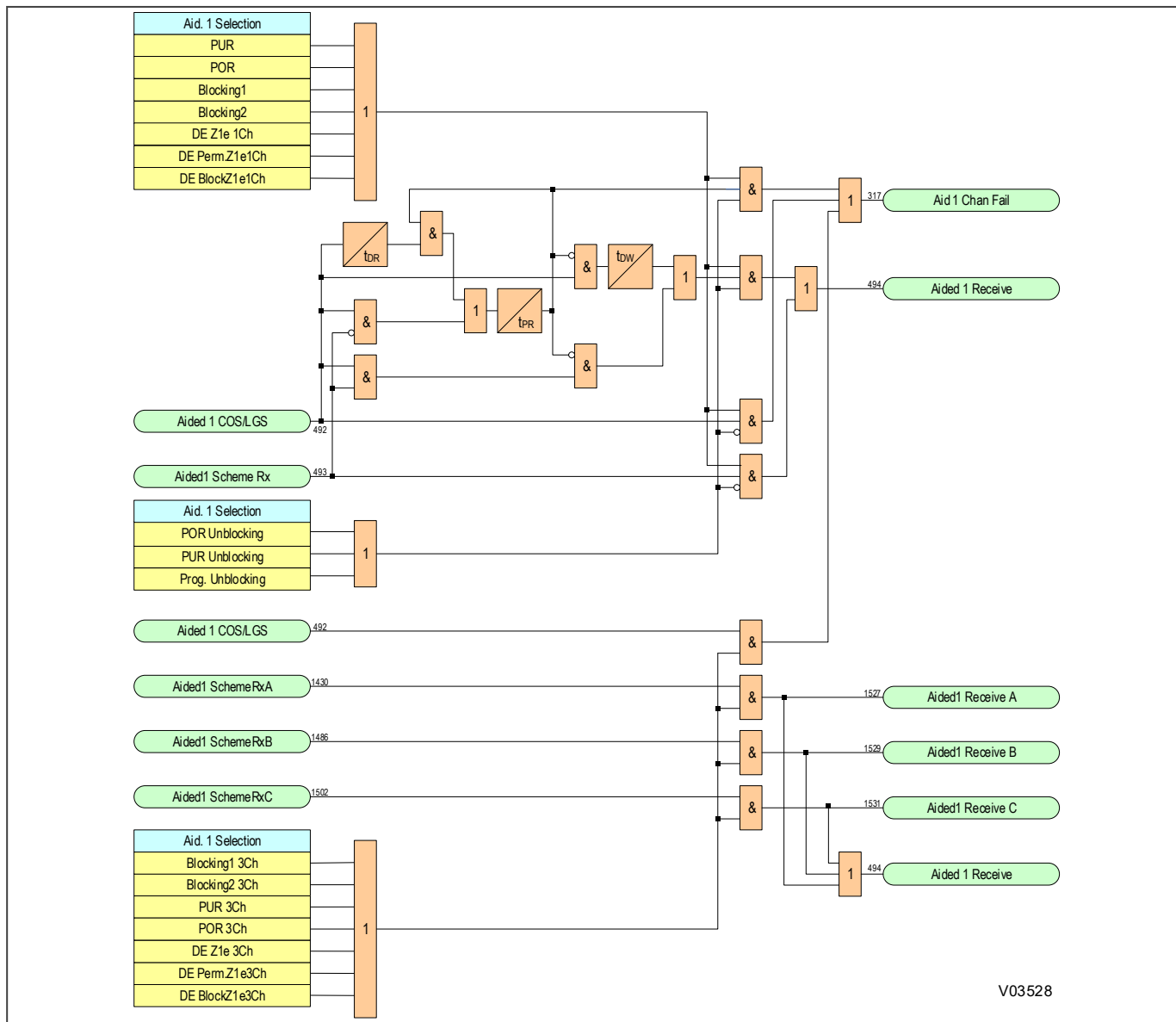


Figure 122: Logika odbierania schematów komunikacji z nośnikiem

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwalania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwalania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.4.7.4 LOGIKA WYZWALANIA DEF

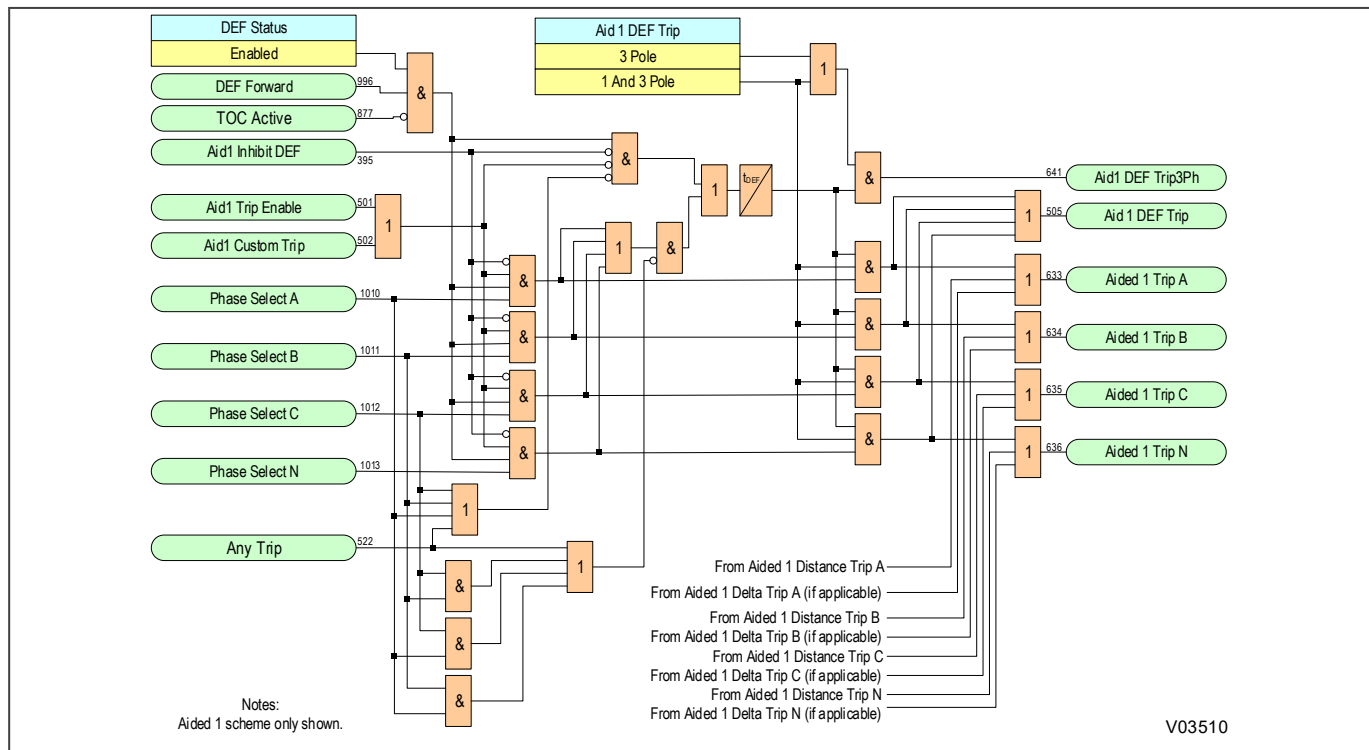


Figure 123: Logika wyzwalania DEF

8.4.7.5 LOGIKA WYZWALANIA POR

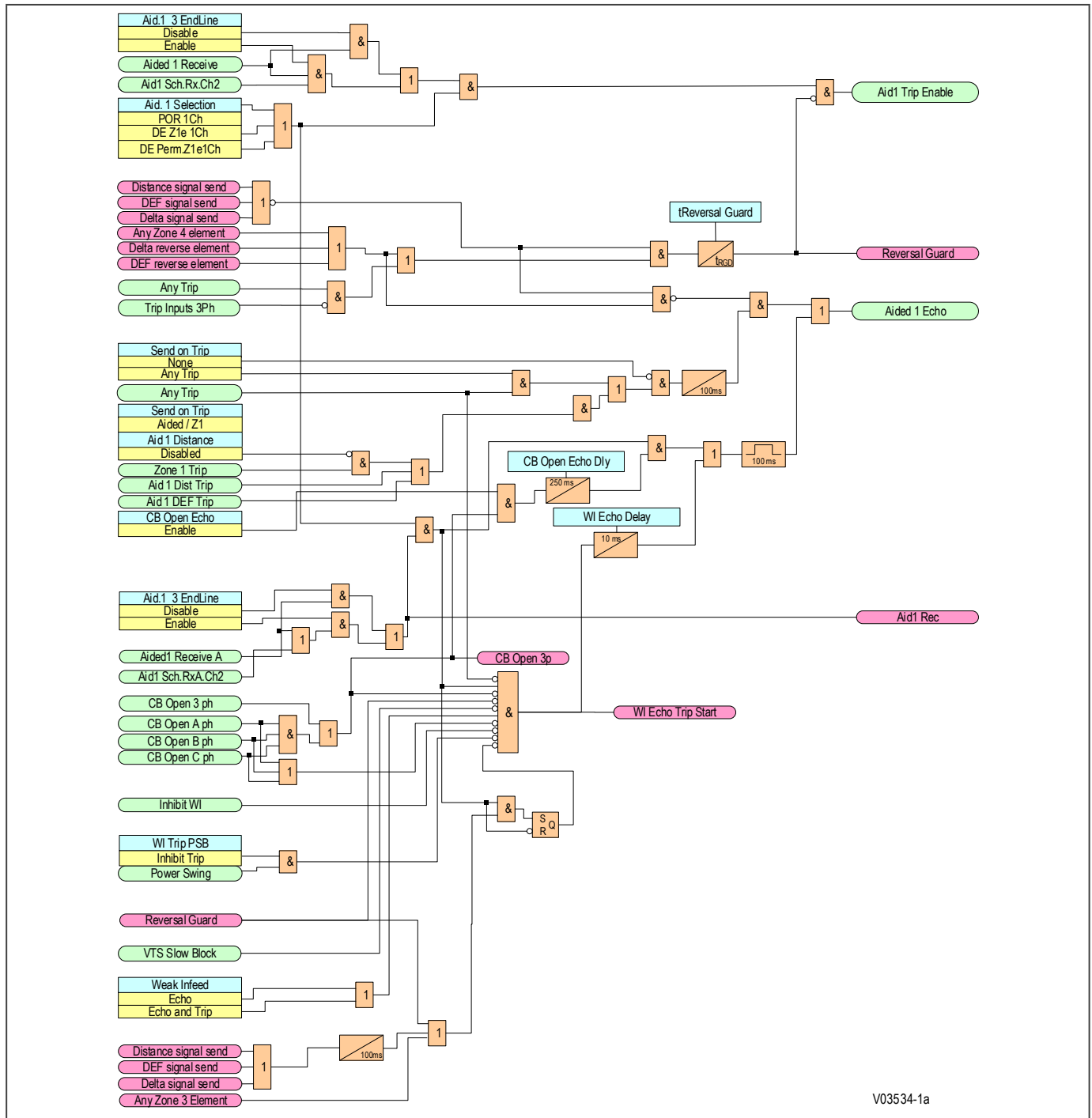


Figure 124: Logika wyzwiania POR 1Ch (1 z 2)

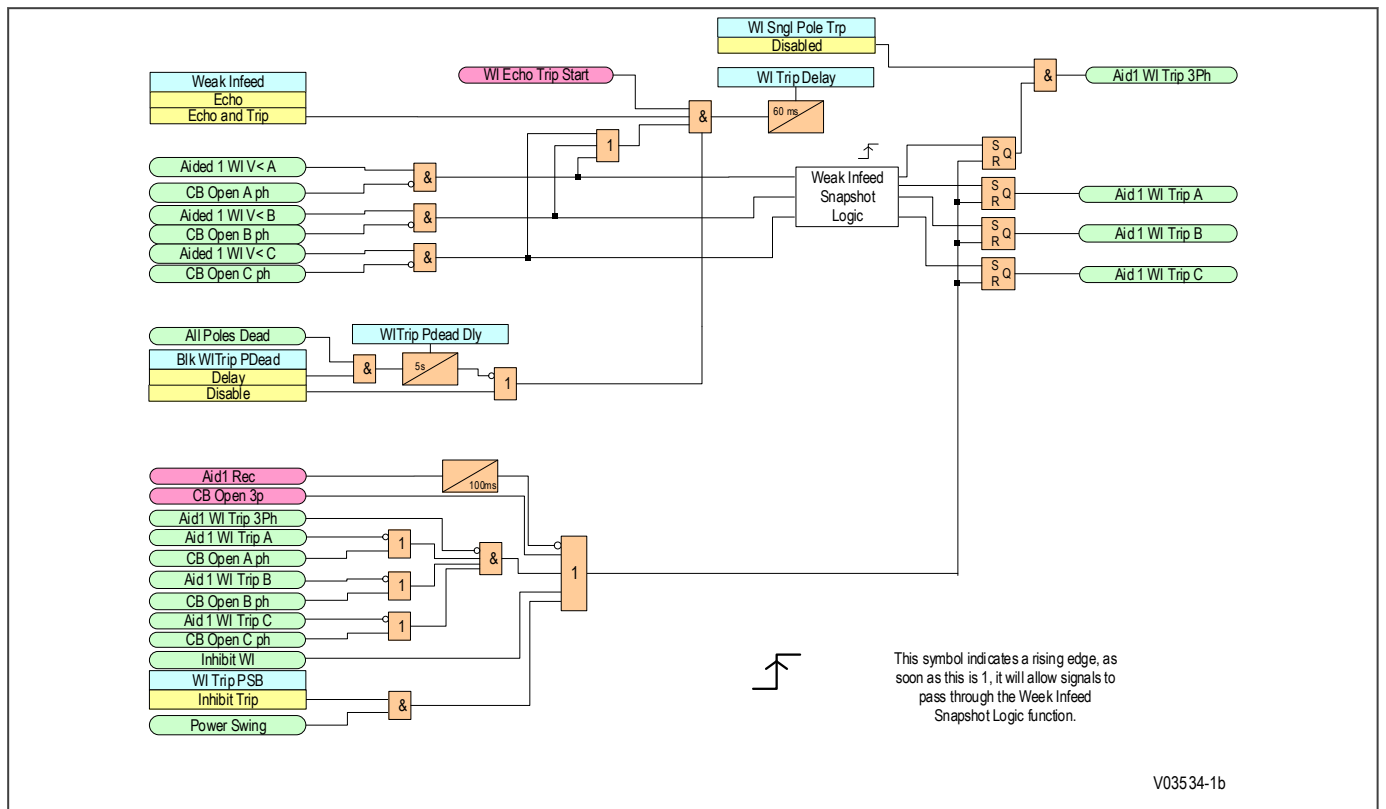


Figure 125: Logika wyzwalania POR 1Ch (2 z 2) – wyzwolenie słabego przepływu

8.4.7.6 LOGIKA WYZWALANIA POR

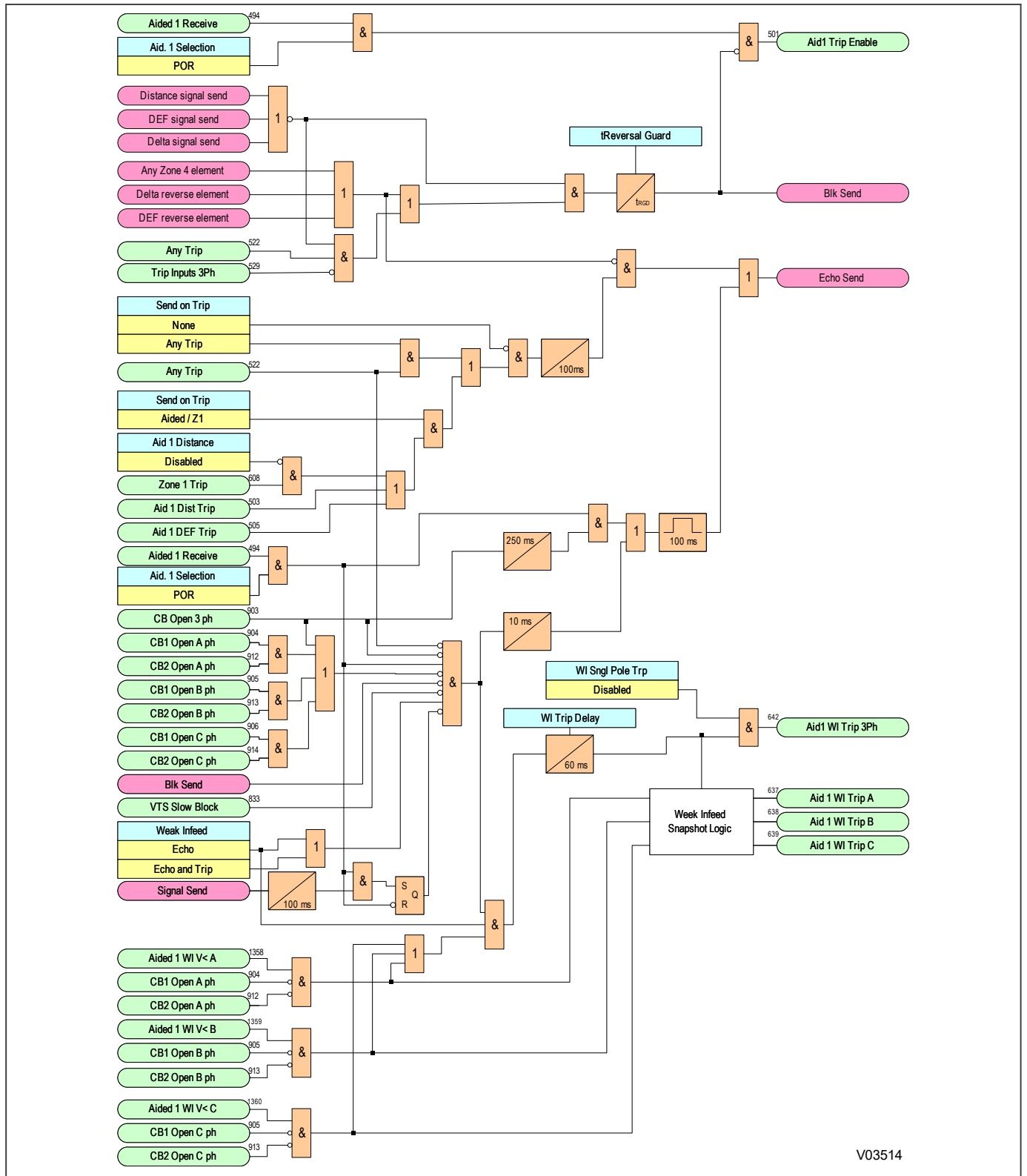


Figure 126: Logika wyzwiania POR

8.4.7.7 LOGIKA WYZWALANIA SCHEMATU BLOKOWANIA 1

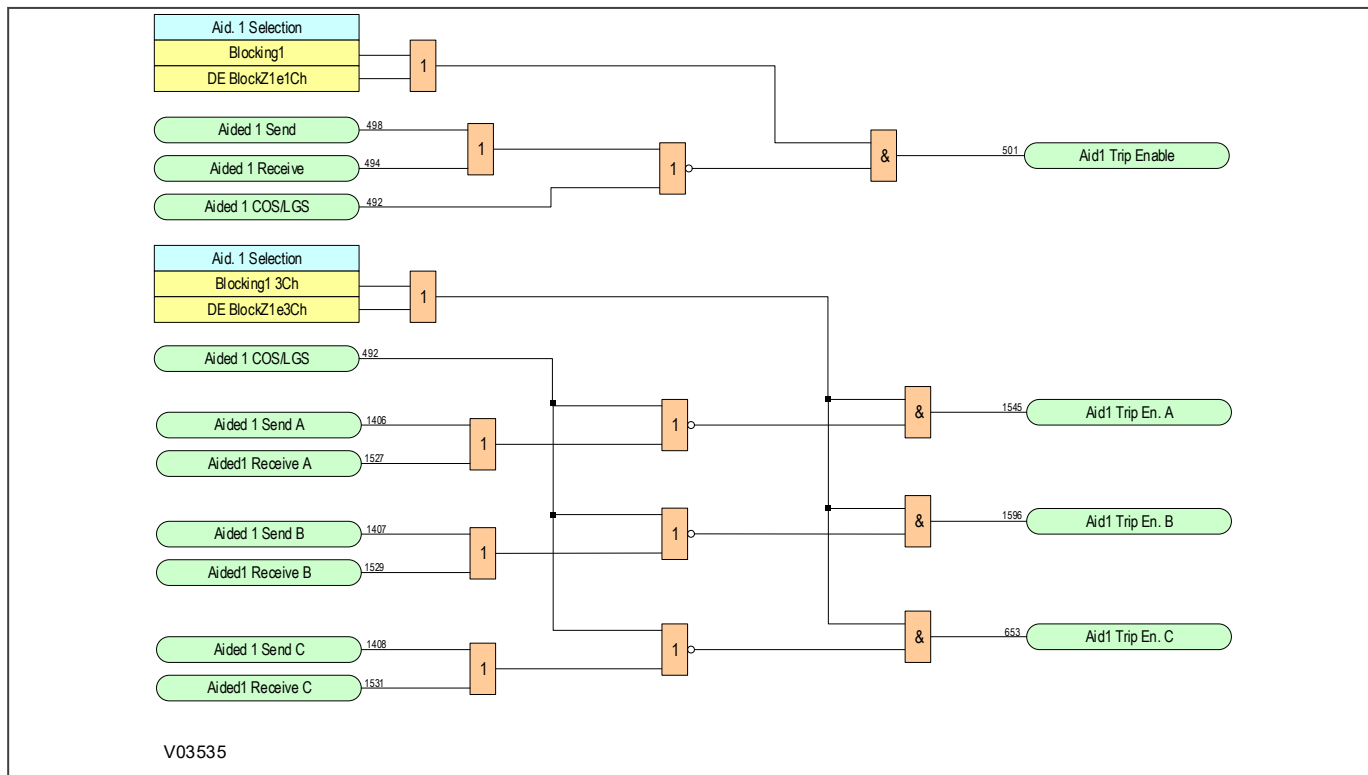


Figure 127: Logika wyzwalania schematu blokowania 1

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwalania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwalania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.4.7.8 LOGIKA WYZWALANIA SCHEMATU BLOKOWANIA 2

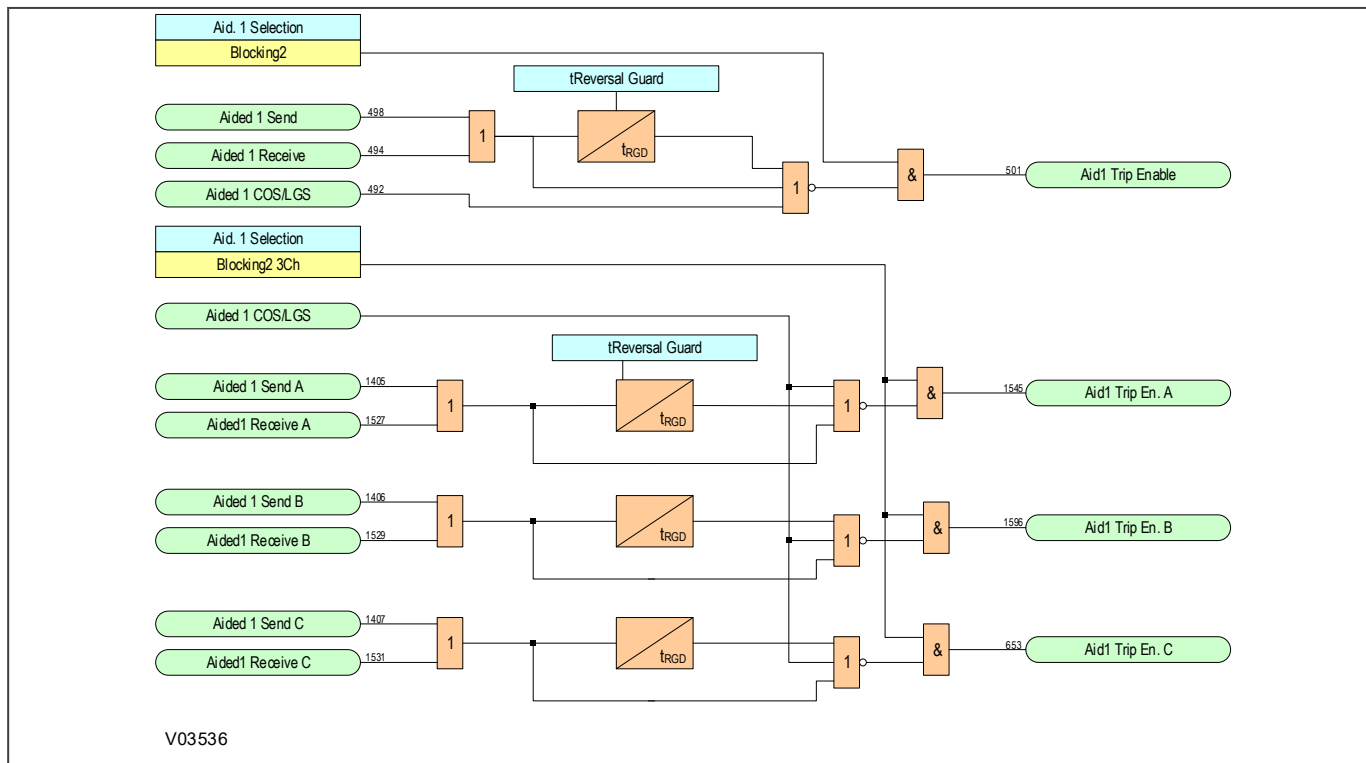


Figure 128: Logika wyzwiania schematu blokowania 2

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwiania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwiania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.5 LOGIKA SCHEMATU DELTA

Jeśli wybrano schemat dopuszczenia wydłużenia zasięgu lub blokowania, można go użyć, aby wdrożyć zabezpieczenie z porównaniem kierunkowym (delta).

Caution:

Schemat delta nie powinien być używany na kanale komunikacji, jeśli kanał ten służy do wdrożenia schematu odległościowego lub schematu DEF. Należy się upewnić, że elementy odległościowe i DEF są wyłączone, aby użyć schematu delta (zabezpieczenie z porównaniem kierunkowym).

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwalania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwalania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.5.1 SCHEMAT DELTA POR

Kanał dla schematu delta POR jest kluczowany działaniem elementów delta o wydłużonym zasięgu w kierunku do przodu. Jeśli urządzenie zdalne także wykryło zwarcie w kierunku do przodu po odebraniu tego sygnału, zabezpieczenie zadziała.

Jeśli kanał sygnalizacyjny zawiedzie, dostępne pozostaje wyzwolenie podstawowego programu odległościowego.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: kluczować kanał, jeśli wykryto zwarcie delta w kierunku do przodu
- Logika dopuszczenia wyzwalania: wyzwolić, jeśli odebrano zwarcie delta w kierunku do przodu ORAZ kluczowany kanał.

Schemat przedstawiono na poniższym rysunku.

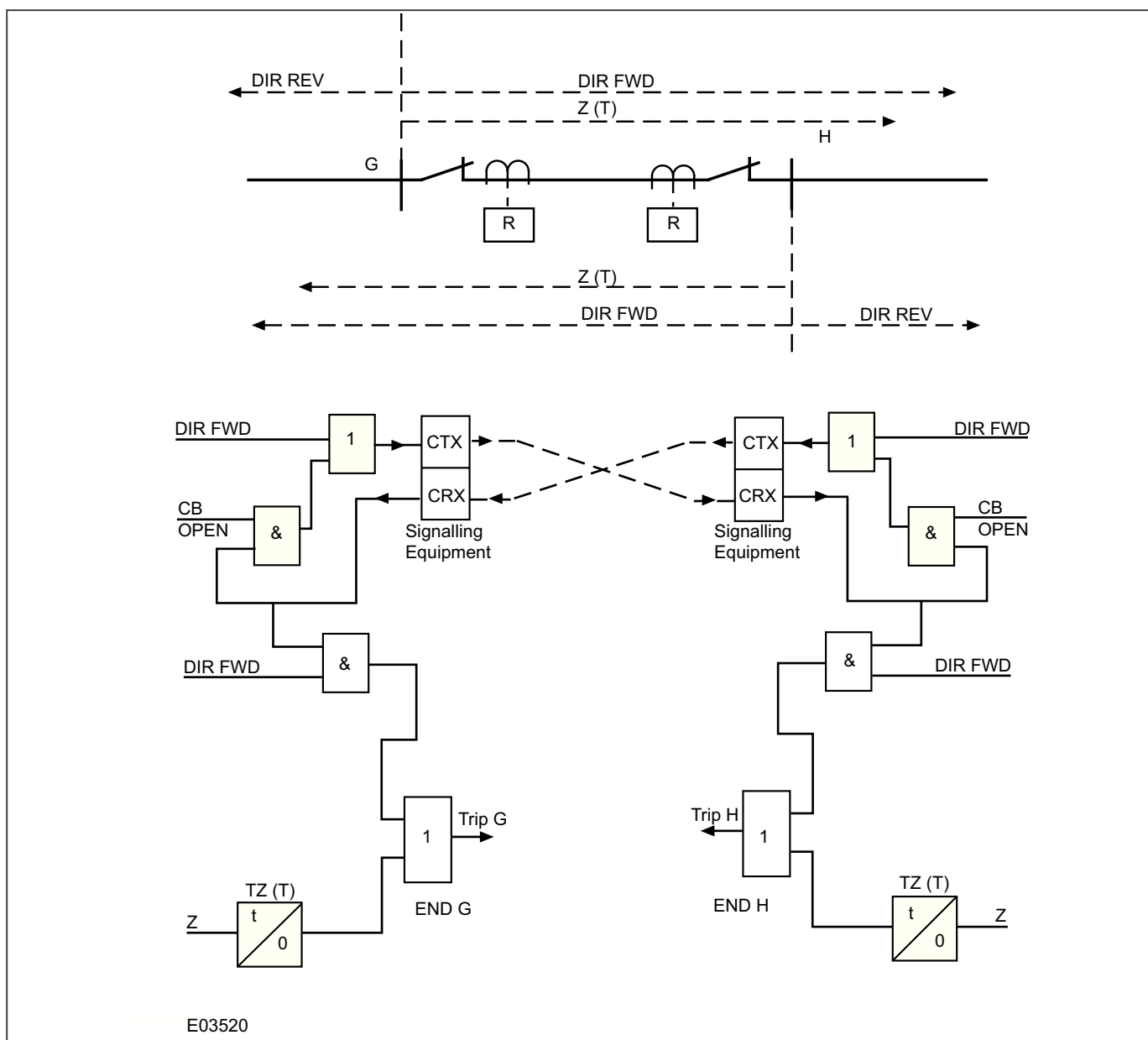


Figure 129: Schemat delta POR

8.5.2 SCHEMAT BLOKOWANIA DELTA

Kanał sygnalizacyjny jest kluczowany działaniem elementów delta w kierunku odwrotnym. Jeśli urządzenie zdalne wykryje delta w kierunku do przodu, zadziała po opóźnieniu wyzwolenia, jeśli nie zostanie odebrane blokowanie.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: kluczować kanał, jeśli wykryte zostanie zwarcie delta w kierunku odwrotnym
- Logika wyzwiania: wyzwolić, jeśli wykryto warunek zwarcia delta w kierunku do przodu ORAZ sygnał kluczowanego kanału NIE jest odebrany przed wygaśnięciem opóźnienia czasowego delta.

Schemat przedstawiono na poniższym rysunku.

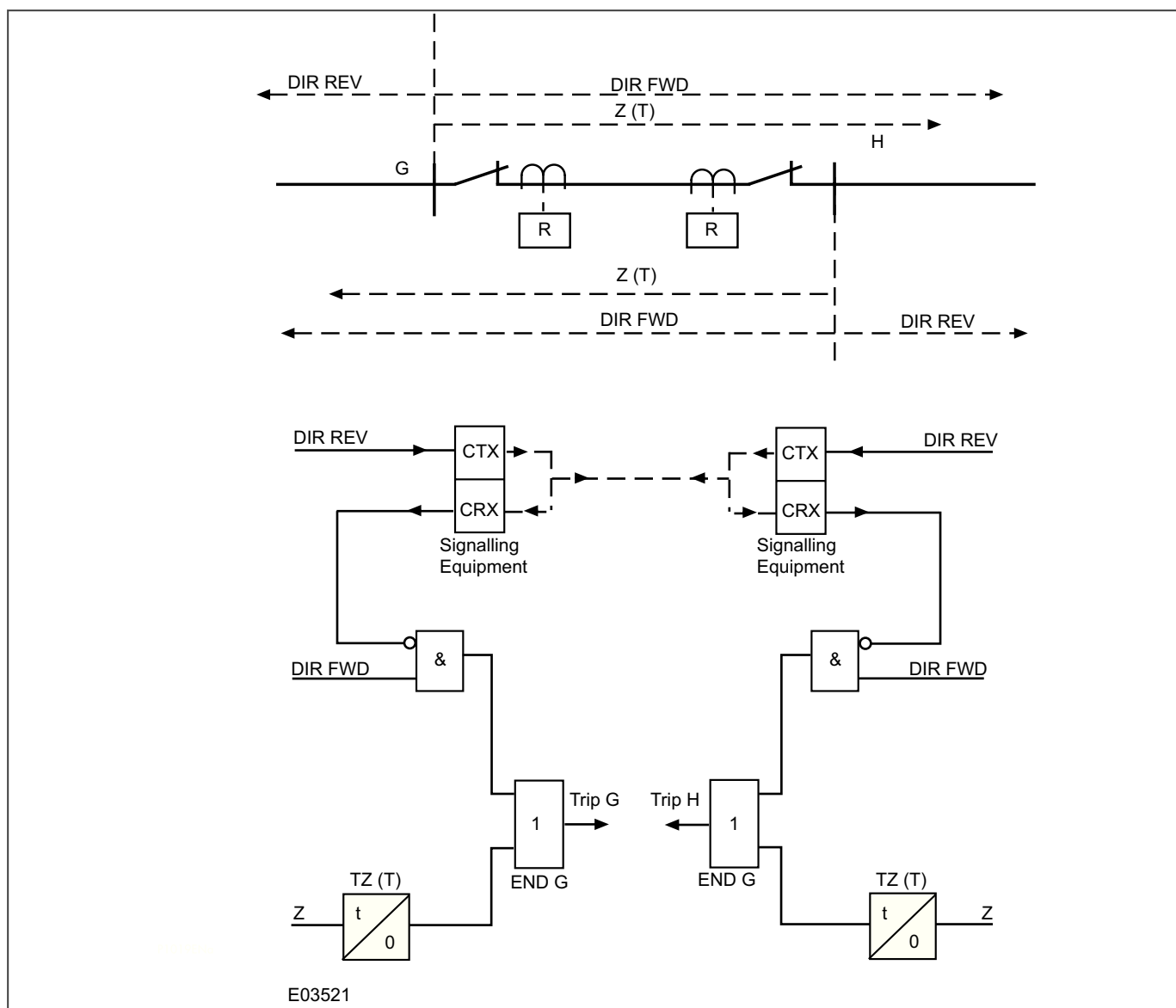


Figure 130: Schemat blokowania delta

8.5.3 DIAGRAMY LOGIKI DELTA

8.5.3.1 LOGIKA WYSYŁANIA DELTA

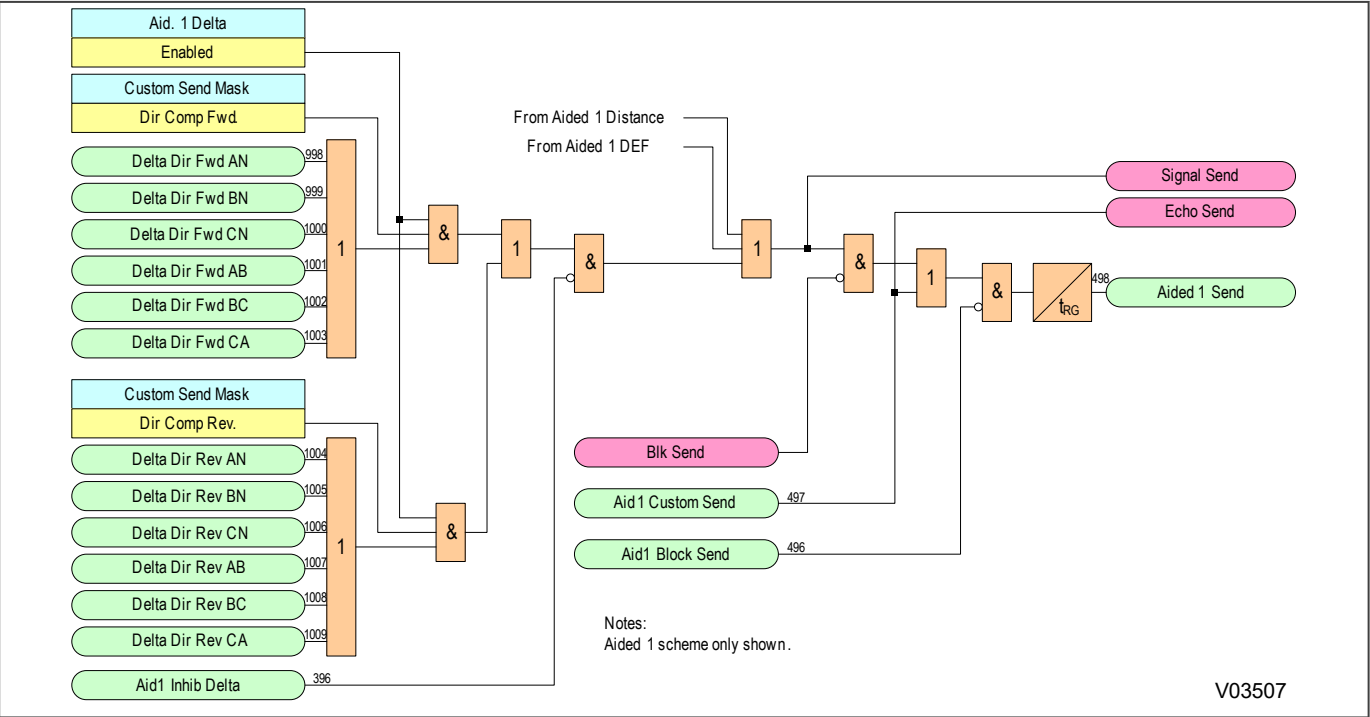


Figure 131: Logika wysyłania delta

8.5.3.2 LOGIKA ODBIERANIA SCHEMATÓW KOMUNIKACJI Z NOŚNIKIEM

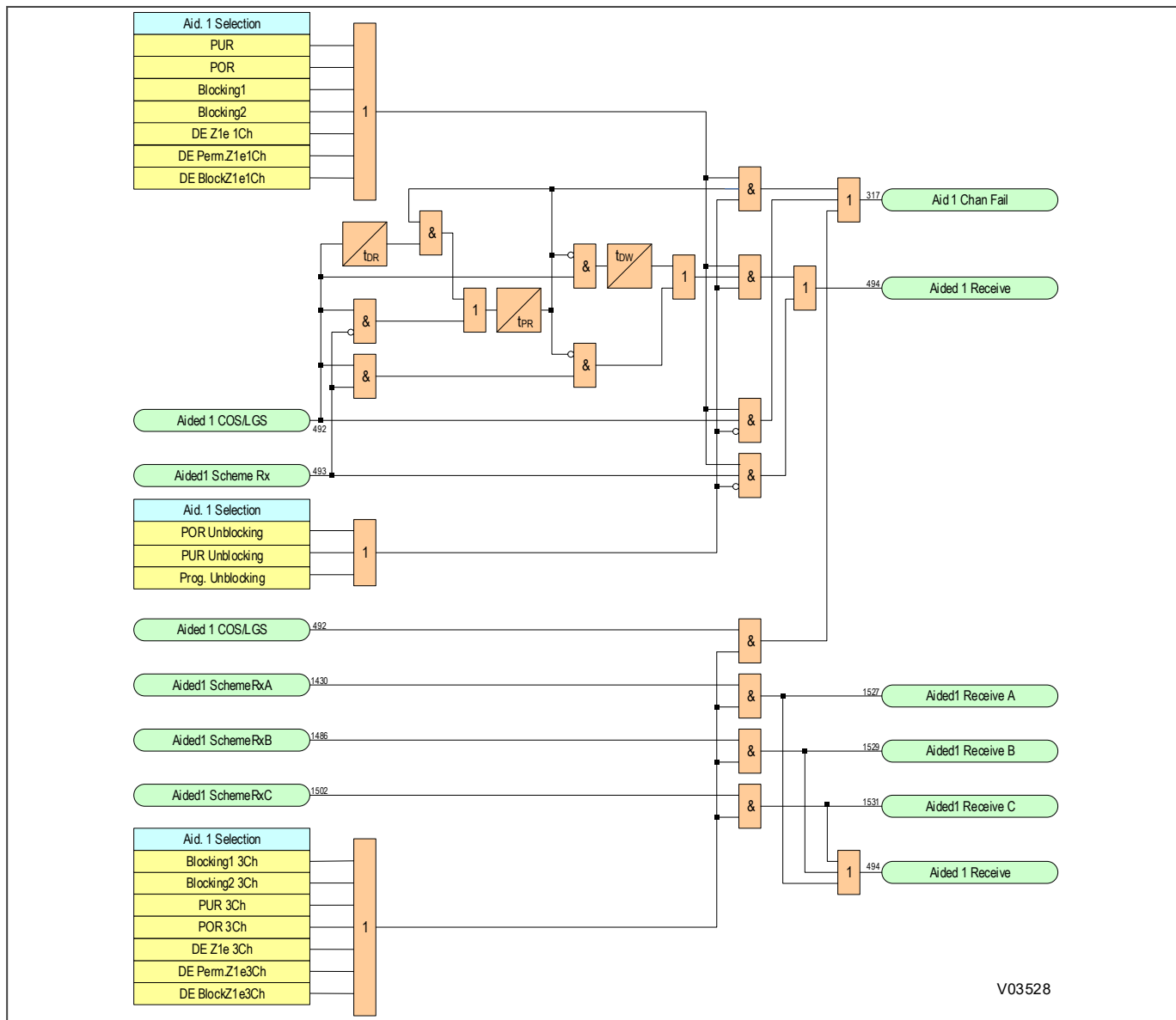


Figure 132: Logika odbierania schematów komunikacji z nośnikiem

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwalania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwalania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.5.3.3 LOGIKA WYZWALANIA DELTA

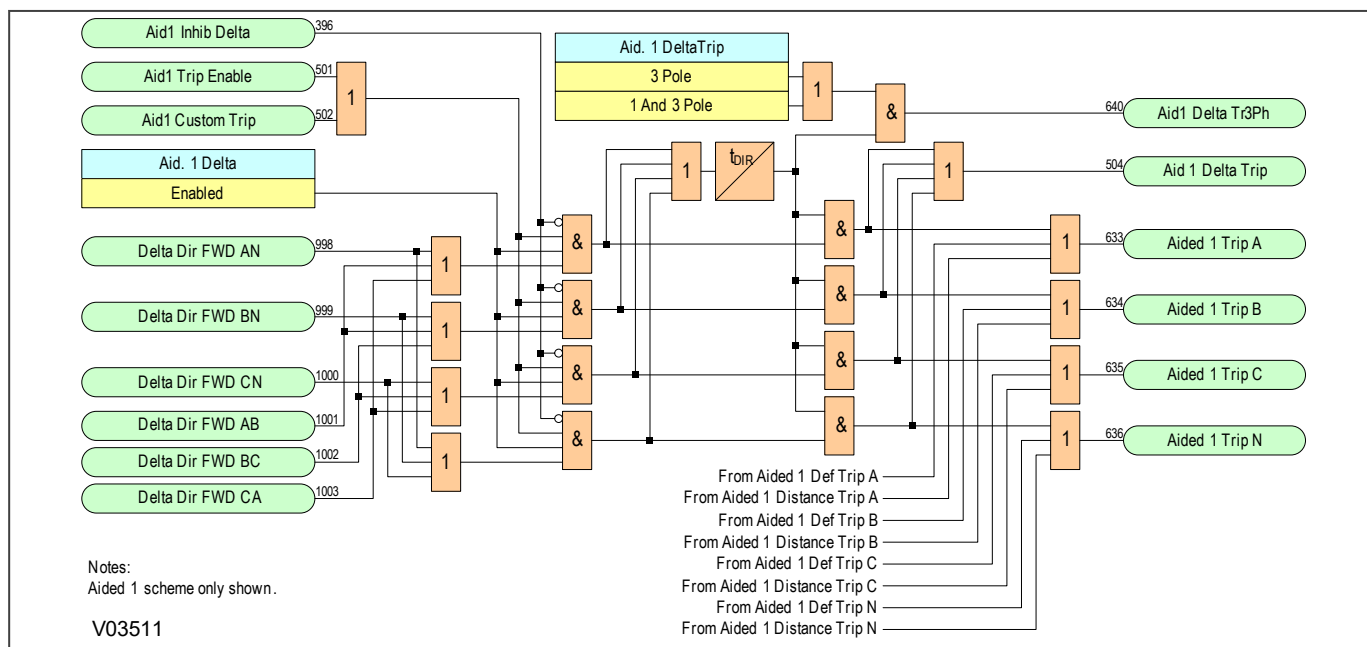


Figure 133: Logika wyzwalania delta

8.5.3.4 LOGIKA WYZWALANIA POR

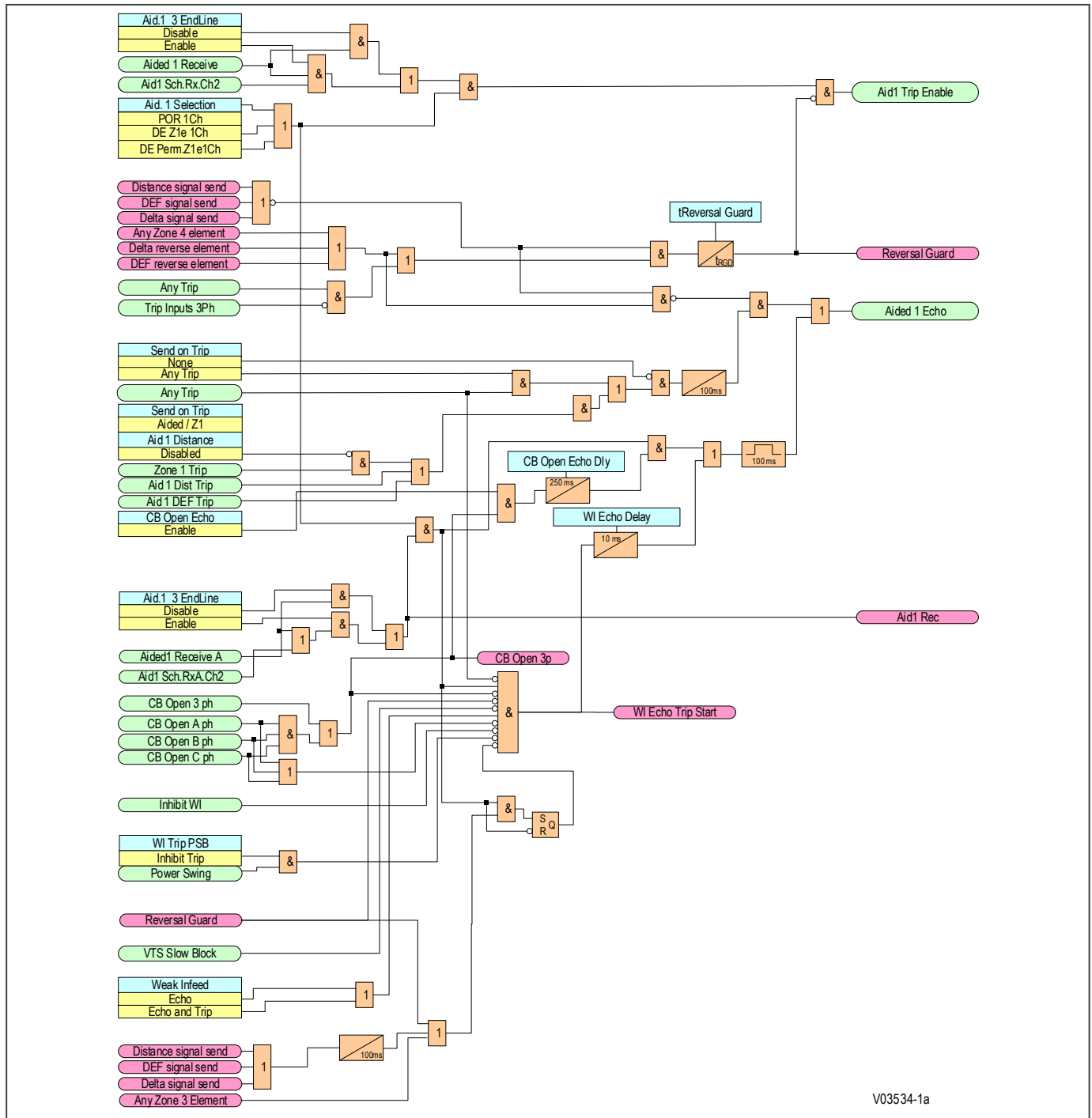


Figure 134: Logika wyzwiania POR 1Ch (1 z 2)

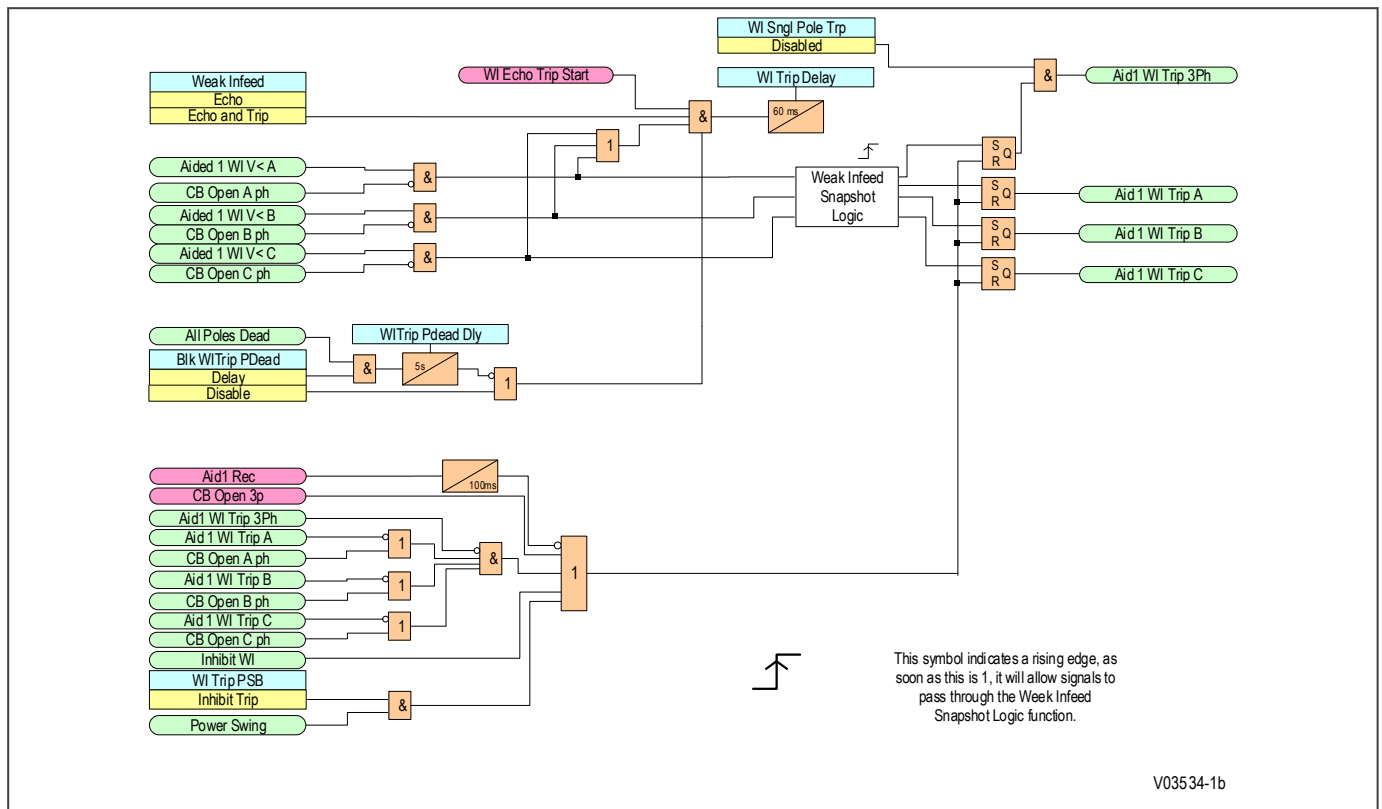


Figure 135: Logika wyzwalania POR 1Ch (2 z 2) – wyzwolenie słabego przepływu

8.5.3.5 LOGIKA WYZWALANIA POR

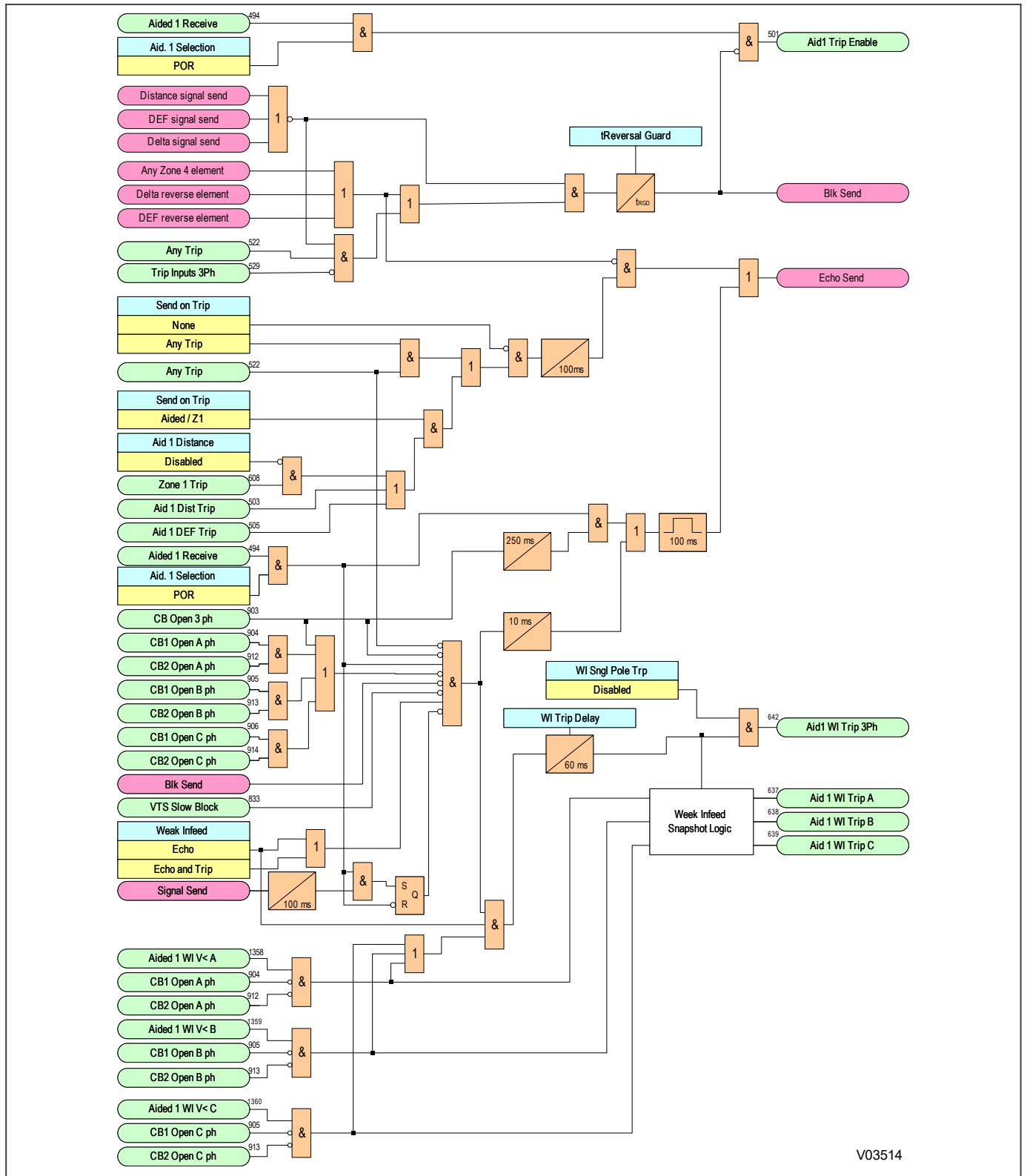


Figure 136: Logika wyzwiania POR

8.5.3.6 LOGIKA WYZWALANIA SCHEMATU BLOKOWANIA 1

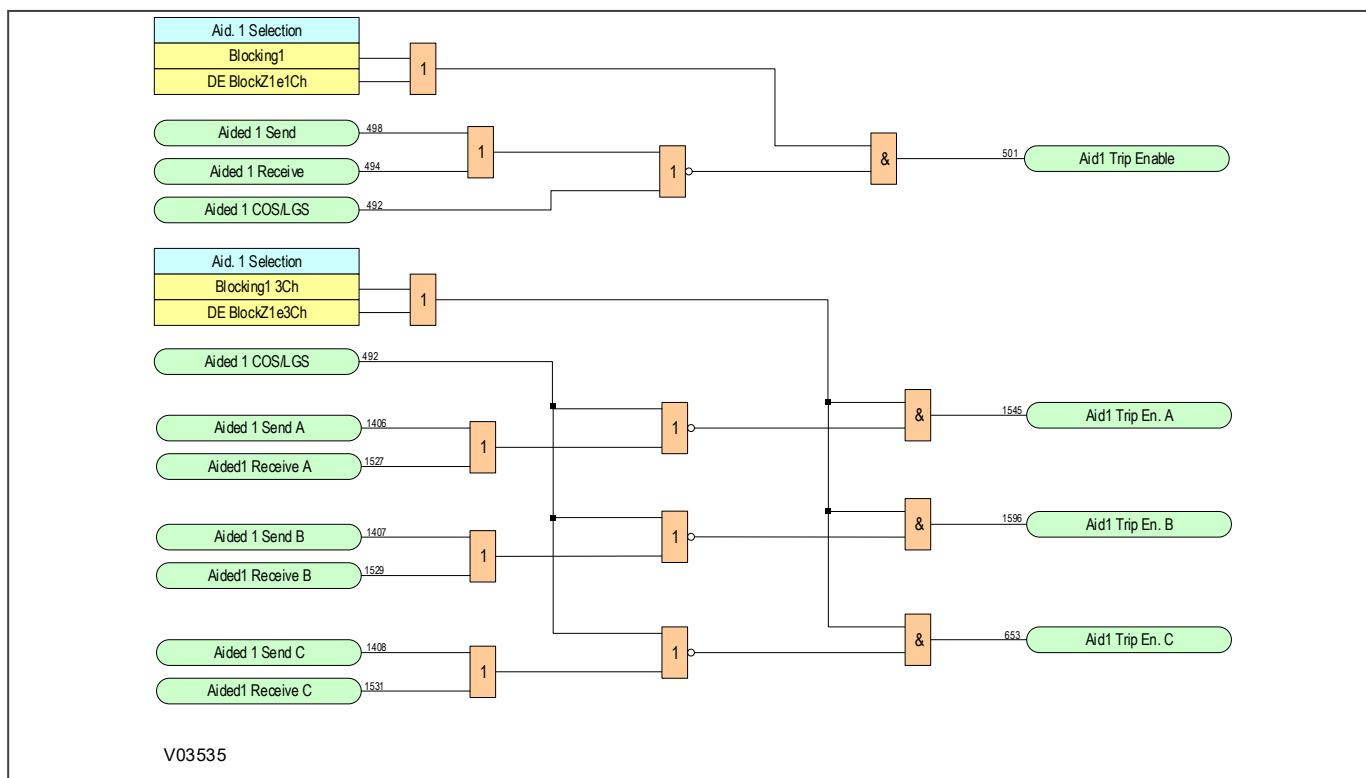


Figure 137: Logika wyzwalania schematu blokowania 1

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwalania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwalania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.5.3.7 LOGIKA WYZWALANIA SCHEMATU BLOKOWANIA 2

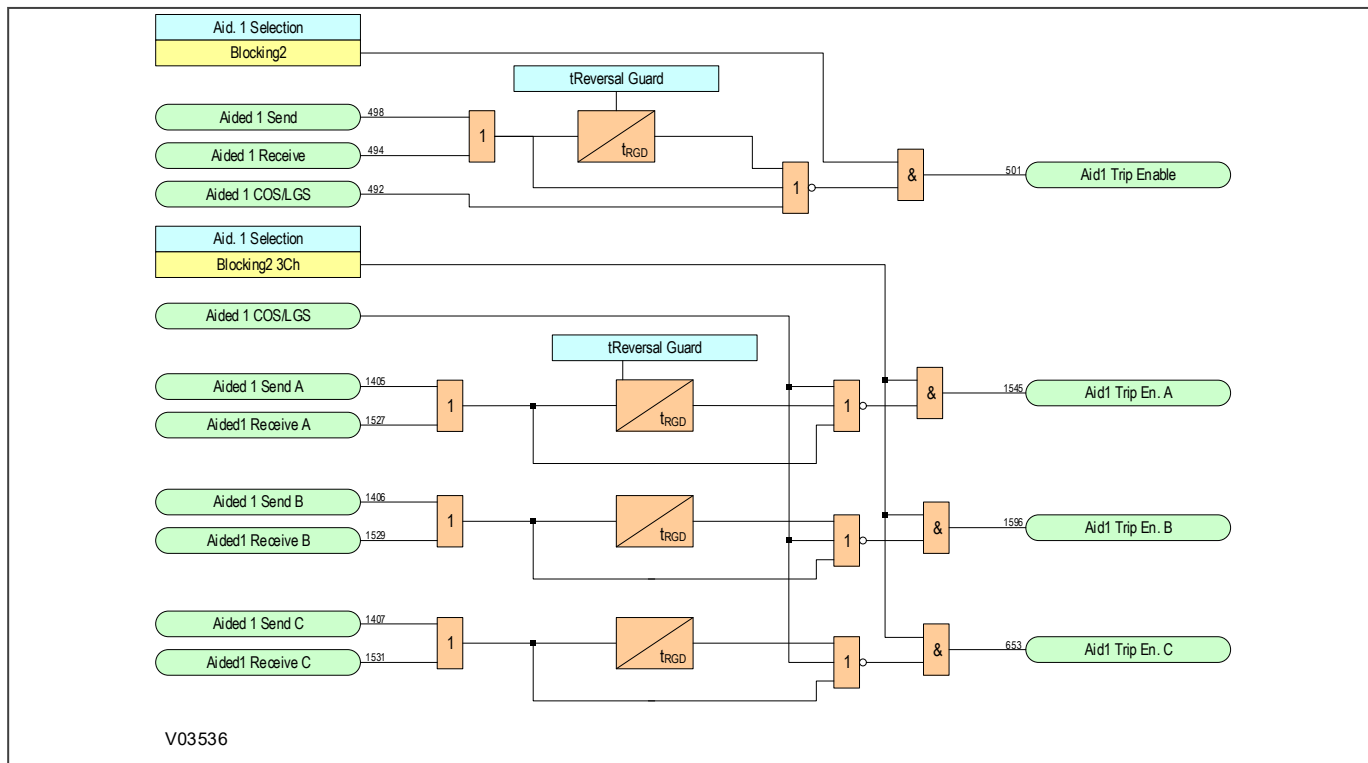


Figure 138: Logika wyzwiania schematu blokowania 2

Note:

Schemat odległościowy wymaga komunikacji sygnału/sygnałów poleceń z użyciem nośnika między końcami linii. W przypadku obsługi schematów odległościowych z nośnikiem i oddzielaniem faz przekazywane muszą być trzy sygnały poleceń (jeden do nadzorowania wyzwiania każdej fazy). W przeciwnym razie wymagany jest przesył pojedynczego polecenia (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz).

Schemat delta wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać złożony sygnał kierunkowy delta (uniwersalnie stosowany do wszystkich faz) między końcami linii.

Schemat DEF wymaga oddzielnego kanału komunikacji poleceń, aby przesyłać sygnał poleceń z użyciem nośnika (uniwersalnie mający zastosowanie do wszystkich faz) między końcami linii. Jeśli wdrożony jest schemat odległościowy wyzwiania trójbiegunowego z użyciem nośnika (tj. NIE jest rozdzielany fazowo), jeden wspólny sygnał z użyciem nośnika może być dzielony między podobnymi schematami odległościowymi i DEF z użyciem nośnika.

8.6 SCHEMATY TELEOCHRONY DE

Poniższe schematy teleochrony są specyficzne dla DE:

- Schemat rozszerzenia strefy 1 DE dla 1 Ch (**DE Z1e 1Kan**) do pracy ze wspólnym kanałem komunikacyjnym
- Schemat rozszerzenia strefy 1 DE dla 3 Ch (**DE Z1e 3h**) do pracy z kanałem wysyłania na fazę
- Schemat dopuszczenia rozszerzenia strefy 1 DE dla 1 Ch (**DE Pusz.Z1e1Kan**) do pracy ze wspólnym kanałem wysyłania
- Schemat dopuszczenia rozszerzenia strefy 1 dla 3 Ch (**DE Pusz.Z1e3Kan**) do pracy z kanałem wysyłania na fazę
- Schemat blokowania DE dla ustawienia 1 Ch. **DE BlokZ1e1Kan** do pracy ze wspólnym kanałem wysyłania
- Schemat blokowania DE dla ustawienia 3 Ch. **DE BlokZ1e3Kan** do pracy z kanałem wysyłania na fazę

Schematy te istnieją jedynie w ramach *AIDED SCHEME 1*.

Schematy te pracują ze strefą „Z1e”. Strefa ta jest całkowicie niezależna od *ZONE 1 EXTENSION (Z1x)* w ramach *AIDED SCHEME 1*. Z1e jest niezależną samodzielną strefą, którą można ustawić, aby zachowywała się jak inne strefy w przekaźniku. Schematy DE używają strefy Z1e, aby kluczować kanał dopuszczenia i umożliwić dopuszczenie lub odblokowanie wyzwolenia.

Strefa Z1e może być ustawiona do przodu lub odwrotnie. Należy pamiętać, że jeśli będzie używana ze schematami DE, musi być ustawiona do przodu dla kluczowania lub zezwalania na schemat teleochrony.

Jeśli któreś z tych schematów są wybrane, można zainicjować lub zablokować automatyczne ponowne zamknięcie. Patrz ustawienie GROUP x SPZ\ **Wydł Odl SPZ\Inicjacja SPZ** lub **Blokowanie SPZ**.

8.6.1 OPIS SCHEMATU DE

Schemat rozszerzenia strefy 1 dla 1 Ch (**DE Z1e 1Kan**) i schemat rozszerzenia strefy 1 dla 3 Ch (**DE Z1e 3Kan**)

Schematy te wykorzystują istniejącą logikę schematów zgodnie z POR 1Ch lub POR 3Ch, ale strefy wysyłania i odbierania są następujące:

Logika wysyłania: strefa 1

Logika dopuszczenia wyzwolenia: Z1e ORAZ kanał odbierania (na zasadzie na fazę dla **DE Z1e 3Kan**)

Schemat zostanie wyzwolony po upływie czasu opóźnienia **Wydł.1 Odl. Opoz.**

Schemat dopuszczenia rozszerzenia strefy 1 dla 1 Ch (**DE Pusz.Z1e1Kan**) i schemat dopuszczenia rozszerzenia strefy 1 dla 3 Ch (**DE Pusz.Z1e3Kan**)

Schematy te wykorzystują istniejącą logikę schematów zgodnie z POR 1Ch lub POR 3Ch, ale strefy wysyłania i odbierania są następujące:

Logika wysyłania: Z1e

Logika dopuszczenia wyzwolenia: Z1e ORAZ kanał odbierania (na zasadzie na fazę dla **DE Pusz.Z1e3Kan**)

Schemat zostanie wyzwolony po upływie czasu opóźnienia **Wydł.1 Odl. Opoz.**

Schemat blokowania dla 1Ch **DE BlokZ1e1Kan** i schemat blokowania dla 3Ch **DE BlokZ1e3Kan**

Schematy te wykorzystują istniejącą logikę schematów zgodnie ze schematem blokowania 1 Blocking 1Ch i Blocking 1 3Ch, ale strefy wysyłania i odbierania są następujące:

Logika wysyłania blokowania: strefa 4

Logika wyzwolenia: Z1e ORAZ nie odebrano kanału (na zasadzie na fazę dla **DE BlokZ1e3Kan**)

Schemat zostanie wyzwolony po upływie czasu opóźnienia **Wydł.1 Odl. Opoz.** W tym przypadku w celu wyzwolenia należy zapewnić wystarczająco dużo czasu na odebranie sygnału zdalnego przekaźnika oraz na opóźnienie kanału.

Note:

Jeśli schemat jest używany jako 3Ch, nie można używać schematów DEF lub delta.

8.7 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

8.7.1 ODLEGŁOŚCIOWY PROGRAM WSPOMAGANIA PUR

Schemat ten pozwala na chwilowe wyzwolenie strefy 2 po odebraniu sygnału z elementu o skróconym zasięgu zabezpieczenia zdalnego końca.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: strefa 1
- Logika dopuszczenia wyzwolenia: strefa 2 plus odbiór kanału

Ustawienie opóźnienia czasowego (**Wydł.1 Odl. Opoz**, **Wydł.2 Odl. Opoz**) należy ustawić na 0 ms, aby zapewnić szybkie usuwanie zwarć.

8.7.2 ODLEGŁOŚCIOWY PROGRAM WSPOMAGANIA POR

Schemat ten pozwala na chwilowe wyzwolenie strefy 2 po odebraniu sygnału z elementu o wydłużonym zasięgu zabezpieczenia zdalnego końca.

Logika jest następująca:

- Logika wysyłania: strefa 2
- Logika dopuszczenia wyzwolenia: strefa 2 plus odbiór kanału

Ustawienie opóźnienia czasowego (**Wydł.1 Odl. Opoz**, **Wydł.2 Odl. Opoz**) należy ustawić na 0 ms, aby zapewnić szybkie usuwanie zwarć.

Schemat POR używa także IED strefy 4 skierowanej odwrotnie jako detektora zwarć w kierunku odwrotnym. Jest to stosowane w logice odwrócenia prądu oraz w funkcji opcjonalnej echa słabego przepływu.

Słaby przepływ

Gdy stosowane jest wyzwalamie słabego przepływu, typowe ustawienie napięcia stanowi 70% napięcia znamionowego fazowo-neutralnego. Wyzwalanie słabego przepływu jest opóźnione w czasie zgodnie z wartością **WI Opoz** i zazwyczaj wynosi 60 ms.

Ochrona odwrócenia prądu

Zalecane ustawienia to:

- **tReversal Guard** = maksymalny czas resetowania kanału sygnalizacyjnego + 60 ms.

8.7.3 SCHEMAT BLOKOWANIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Schemat ten wykorzystuje element strefy 4 skierowanej odwrotnie, aby blokować działanie elementu strefy 2 skierowanej do przodu w zabezpieczeniu na zdalnym końcu.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: odwrotna strefa 4
- Logika wyzwolenia: strefa 2 plus kanał NIEODEBRANY

Aby zapewnić czas na nadejście sygnału blokującego, krótkie opóźnienie czasowe należy zapewnić przed wyzwoleniem (**Wydł.1 Odl. Opoz**, **Wydł.2 Odl. Opoz**). Zalecane opóźnienie jest następujące:

- Zalecane ustawienie = maksymalny czas pracy kanału sygnalizacyjnego + jeden cykl częstotliwości sieciowej.

Note:

Zapewnione są dwa warianty schematu blokowania, blokowanie 1 i blokowanie 2. Oba schematy działają podobnie, z wyjątkiem położenia czasu ochrony odwrócenia w logice. Blokowanie 2 może czasami umożliwić szybsze odblokowywanie, gdy zwarcie zmienia się z zewnętrznego na wewnętrzne, tym samym umożliwiając szybsze wyzwolenie.

Ochrona odwrócenia prądu

Zalecane ustawienia są następujące:

- Gdy używane są dwupłaskowe kanały sygnalizacyjne: ustawić **tReversal Guard** na maksymalny czas pracy kanału sygnalizacyjnego + 20 ms.
- Gdy używany jest simpleksowy kanał sygnalizacyjny: ustawić **tReversal Guard** na połączenie maksymalnego czasu pracy kanału sygnalizacyjnego minus minimalny czas resetowania kanału sygnalizacyjnego, a następnie dodać 20 ms.

8.7.4 SCHEMAT DEF POR

Schemat ten umożliwia natychmiastowe wyzwolenie DEF lokalnego terminala, jeśli dostrzeżę zwarcie do przodu ORAZ odbiera sygnał z zabezpieczenia zdalnego końca, wskazując, że ono też dostrzeżę zwarcie w kierunku do przodu.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: DEF do przodu
- Logika dopuszczenia wyzwolenia: DEF do przodu plus kanał odebrany

Opóźnienie czasowe powinno być zwykle ustalone na 0 ms.

8.7.5 SCHEMAT BLOKOWANIA DEF

Schemat ten zapobiega wyzwoleniu DEF lokalnego terminala, jeśli odbiera sygnał z zabezpieczenia zdalnego końca, wskazując, że zwarcie występuje w kierunku odwrotnym, a zatem jest poza strefą.

Logika wygląda następująco:

- Logika wysyłania: DEF w kierunku odwrotnym
- Logika wyzwalania: DEF do przodu plus kanał NIE odbiera z małym ustawionym opóźnieniem

Aby zapewnić czas na nadejście sygnału blokującego, można użyć krótkiego opóźnienia czasowego przy wyzwalaniu. Zalecane ustawienie czasu opóźnienia (**Aid. 1 DEF Dly.**, **Aid. 2 DEF Dly.**) to maksymalny czas pracy kanału sygnalizacyjnego + 20 ms.

8.7.6 SCHEMAT DELTA POR

Schemat ten umożliwia natychmiastowe wyzwolenie Delta lokalnego terminala, jeśli widzi zwarcie do przodu ORAZ odbiera sygnał z zabezpieczenia zdalnego końca, wskazując, że ono też dostrzeżę zwarcie w kierunku do przodu.

- Logika wysyłania: zwarcie delta do przodu
- Logika dopuszczenia wyzwolenia: zwarcie delta do przodu plus kanał odebrany

Opóźnienie czasowe (**Wydl. 1 Delta Op**, **Wydl. 2 Delta Op**) powinno być ustawione na 0 ms, aby szybko usuwać zwarcia.

Ochrona odwrócenia prądu

Odwroćenia prądu podczas usuwania zwarć na przylegających równoległych liniach należy traktować ostrożnie. Aby zapobiec błędom, należy ustawić czas ochrony odwrócenia prądu.

Zalecane ustawienie (**tReversal Guard**) to maksymalny czas resetowania kanału sygnalizacyjnego + 35 ms.

8.7.7 SCHEMAT BLOKOWANIA DELTA

Schemat ten zapobiega wyzwoleniu delta lokalnego terminala, jeśli odbiera sygnał z zabezpieczenia zdalnego końca, wskazując, że zwarcie występuje w kierunku odwrotnym, a zatem jest poza strefą.

- Logika wysyłania: zwarcie delta w kierunku odwrotnym
- Logika wyzwolenia: zwarcie delta do przodu plus kanał NIEODEBRANY, opóźnienie o T_p (krótkie opóźnienie czasowe)

Zalecane ustawienie opóźnienia (**Wydl. 1 Delta Op**, **Wydl. 2 Delta Op**): maksymalny czas pracy kanału sygnalizacyjnego + 6 ms.

Ochrona odwrócenia prądu

Odwrócenia prądu podczas usuwania zwarć na przylegających równoległych liniach należy traktować ostrożnie. Aby zapobiec błędom, należy ustawić czas ochrony odwrócenia prądu.

Zalecane ustawienie (**tReversal Guard**) to maksymalny czas resetowania kanału sygnalizacyjnego + 35 ms.

8.7.8 ZASTOSOWANIA Z PRZEWODEM TRÓJNIKOWYM (TEED FEEDER)

Zabezpieczenie odległościowe może być używane do ochrony trzech linii terminali (trójniki). Połączenie wzajemne tych trzech terminali wpływa jednak na pozorne impedancje postrzegane przez elementy odległościowe, stwarzając pewne problemy.

Jako przykład weźmy pod uwagę poniższy rysunek, który przedstawia przewód trójnikowy z terminalami A, B i C, ze zwarcie przyłożonym w pobliżu terminala B:

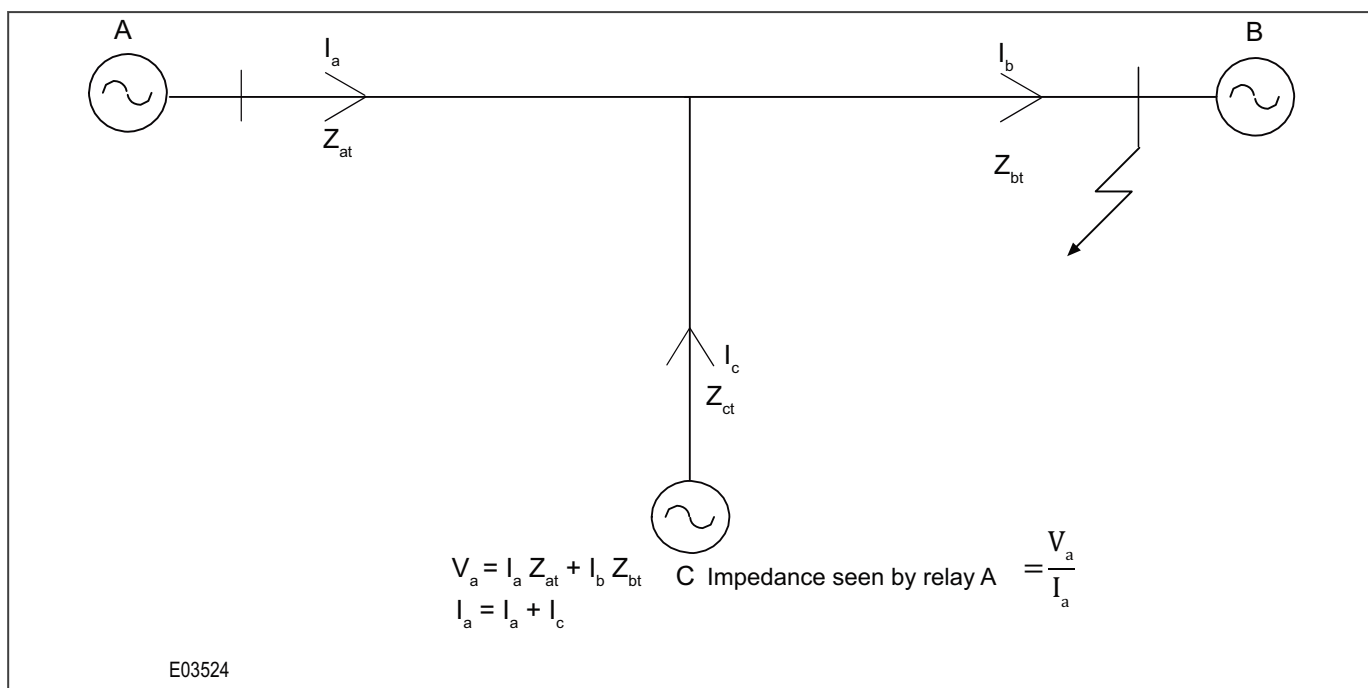


Figure 139: Pozorne impedancje postrzegane przez zabezpieczenie odległościowe na przewodzie trójnikowym

Impedancja postrzegana przez elementy odległościowe na terminalu A jest podana przez:

$$Z_a = Z_{at} + Z_{bt} + [Z_{bt} \cdot (I_c / I_a)]$$

Dla zwarć poza punktem trójnika, z przepływem z terminali A i C, elementy odległościowe w A (i C) będą miały skrócony zasięg. Jeśli terminal C jest stosunkowo silnym źródłem, efekt skrócenia zasięgu w A może być znaczny.

Jeśli strefę 2 ustawiono na typową wartość 120% linii AB, element może nie zadziałać dla zwarć wewnętrznych. Aby to skompensować, element strefy 2 musi być ustawiony na dalsze wydłużenie zasięgu o czynnik, który uwzględnia efekt przepływu z punktu trójkąta.

Jeśli więc przepływ jest obecny w obwodzie trójkątowym, wszystkie elementy strefy 2 należy ustawić na zasięg obu zdalnych terminali wydłużony o współczynnik, który bierze pod uwagę efekt przepływu z punktu trójkąta.

Podobnie jak wydłużony zasięg elementów strefy 2, należy również zapewnić skrócony zasięg elementów strefy 1. Elementy strefy 1 w każdym terminalu muszą być ustawione tak, aby nie osiągać rzeczywistej impedancji do najbliższego terminalu (przypadek ograniczający = brak przepływu do punktu trójkąta – stąd brak wkładu wydłużonego zasięgu).

Zmiana wymagań zasięgu w celu spełnienia oczekiwań związanych z przepływem jest możliwa przy użyciu alternatywnej funkcji ustawień grupy. Dopasowanie zawartości grupy ustawień do różnych warunków w połączeniu z odpowiednim przełączaniem grupy ustawień umożliwia spełnienie wymagań dotyczących zmiennego zasięgu.

Schematy komunikacji z nośnikiem mogą być również stosowane w połączeniu z elementami odległościowymi, aby zabezpieczyć przewody trójkątowe. Mimo iż schematy dopuszczenia wydłużenia lub skrócenia zasięgu mogą być używane, wiążą się z pewnymi ograniczeniami. Schematy blokowania zwykle są uważane za najbardziej odpowiednie.

8.7.8.1 SCHEMATY POR DLA TRÓJNIKOWYCH LINII ZASILAJĄCYCH

Schemat dopuszczenia wydłużenia zasięgu (POR) wymaga użycia dwóch kanałów sygnalizacyjnych między każdą parą terminali. W przypadku trójkątowej linii zasilającej dopuszczenie wyzwolenia jest wydawane tylko w przypadku, gdy działaniu lokalnej strefy 2 (lub Z1 w przypadku schematów DE) towarzyszy odbiór sygnałów z obu terminali zdalnych. Funkcja „AND” sygnałów odebranych może zostać wdrożona przy użyciu zewnętrznej logiki lub w ramach wewnętrznej logiki programowalnej schematu (PSL).

Alternatywnie, używając ustawienia **Aid. 1 3 EndLine** w kolumnie **AIDED SCHEME 1**, przekaźnik:

- Uwzględni bramkę AND z dwoma wejściowymi sygnałami odebranymi **Wyd1 Blk.Kom** i **Aid Ch. Rx. Ch2** dla wyzwolenia wspomaganego oraz wyzwolenia słabego przepływu
- Uwzględni bramkę OR z dwoma wejściowymi sygnałami odebranymi **Wyd1 Blk.Kom** oraz **Aid Ch. Rx. Ch2** dla celów echa

Jest to przeznaczone do stosowania w poniższym scenariuszu. Weźmy pod uwagę schemat z trzema zakończeniami na poniższym rysunku. Przy MOCNYM końcu A i słabszych końcach B i C przekaźniki na końcach B i C są ustawione z echem (brak wyzwolenia słabego przepływu). W tym przypadku możemy zakładać, że strefa 2 na końcu A dostrzega wszystkie zwarcia aż do szyn zbiorczych na końcach B i C.

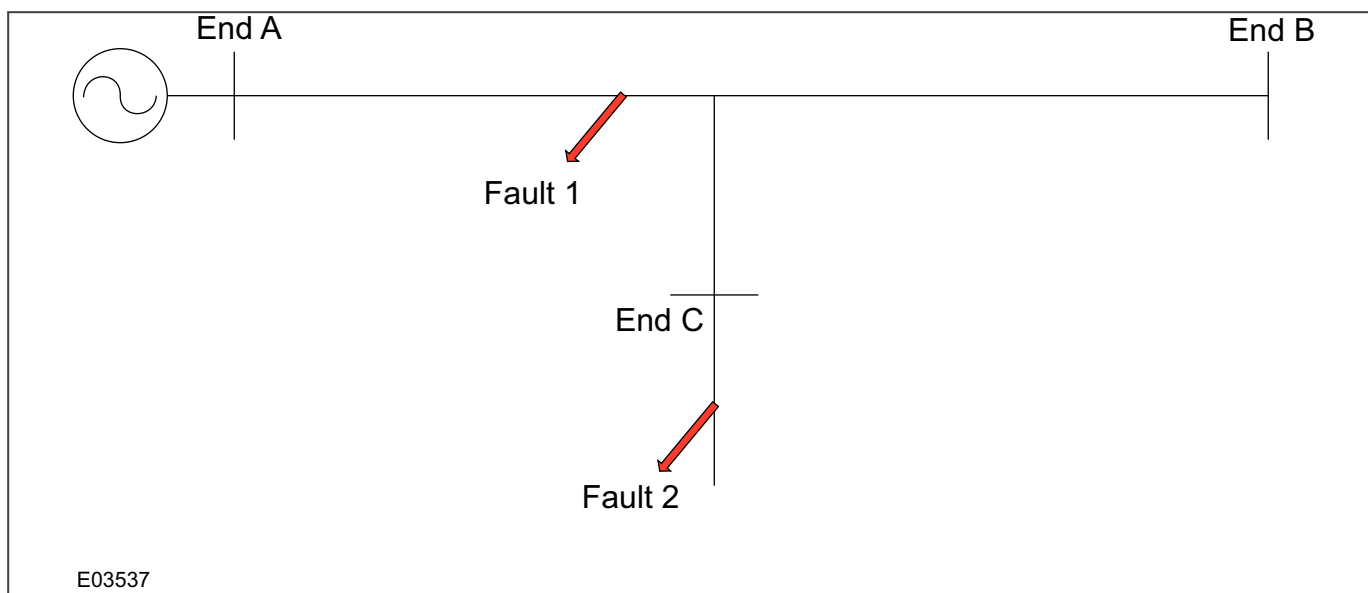


Figure 140: Przykład zwarcia trójkątowego przewodu zasilającego POR

Dla zwarcia 1:

- Koniec A: widzi zwarcie s trefie 2 i wysyła sygnał do końca C i B.
- Wysyłanie echa, koniec B: nie widzi zwarcia i, ponieważ jest to OR z obu odbieranych sygnałów, wyśle sygnał z powrotem do A i C. Nie wywoła wyzwolenia, ponieważ to tylko echo
- Wysyłanie echa, koniec C: nie widzi zwarcia, a ponieważ jest to OR z obu sygnałów odbieranych, więc wyśle sygnał z powrotem do A i B. Nie wywoła wyzwolenia, ponieważ jest ustawiony tylko jako echo
- Koniec A: wywoła wyzwolenie, ponieważ dopuszczenie to AND z odebranych sygnałów zwarcie końca B i C i dostrzeżenie zwarcie w strefie 2

Końce B i C można ustawić także na wyzwolenie słabego przepływu i, o ile te przekaźniki odbierają sygnał z obu zdalnych końców, warunki są spełnione (napięcie poniżej ustawienia **WI U<Prog**. Brak otwartego cb, brak odległości itp.), a przekaźnik wyzwoli słaby przepływ.

Dla zwarcia 2:

- Koniec A: widzi zwarcie s trefie 2 i wysyła sygnał do końca C i B.
- Wysyłanie echa, koniec B: nie widzi zwarcia i, ponieważ jest to OR z obu odbieranych sygnałów, wyśle sygnał z powrotem do A i C. Nie wywoła wyzwolenia, ponieważ jest ustawiony tylko jako echo
- Wysyłanie echa, koniec C: dostrzeże zwarcie w kierunku odwrotnym, dlatego nie wyśle echa i nie wywoła wyzwolenia.
- Koniec A: nie wywoła wyzwolenia, ponieważ dopuszczone wyzwolenie to AND z obu sygnałów odbierania ze zwarcie końca B i C i w tym przypadku sygnał NO został odebrany z końca C

Aby zapewnić pracę wewnętrznych zwarcie w schemacie POR, zabezpieczenie na każdym z trzech terminali powinno widzieć zwarcie w dowolnym miejscu na zabezpieczonej linii zasilającej. Może to wymagać bardzo dużych ustawień zasięgu strefy 2, aby wziąć pod uwagę pozorne impedancje dostrzegane przez elementy odległościowe.

Mimo iż schematy POR są wykonalne dla trójkątnych linii zasilających, wymagania sygnalizacyjne i bardzo duże ustawienia strefy 2 sprawiają, że ich stosowanie nie jest atrakcyjne.

Jeśli strefa 2 musi być duża, istnieją pewne schematy równoważne dla POR, które wykorzystują niezależną strefę wydłużenia zasięgu **Z1e** do użycia w tym celu. Schematy te to **DE Perm Z1e 1ch** oraz **DE Perm Z1e 3ch**

8.7.8.2 SCHEMATY PUR DLA TRÓJNIKOWYCH LINII ZASILAJĄCYCH

W przypadku schematu dopuszczenia skrócenia zasięgu (PUR) kanał sygnalizacyjny jest kluczowany tylko dla zwarć wewnętrznych. Kanał jest kluczowany przez działanie strefy 1. Wspomagane wyzwolenie nastąpi w terminalu odbiorczym, jeśli jego wymagania ustawienia wydłużenia zasięgu strefy 2 zostały spełnione.

W przypadku trójkowych przewodów zasilających dopuszczenie wyzwolenia jest używane na terminalu, jeśli pracy strefy 2 tego terminala towarzyszy odbiór sygnału ze zdalnego terminala EITHER. Sprawia to, że wymagania kanału sygnalizacyjnego PUR są mniej wymagające niż dla systemu dopuszczenia wydłużenia zasięgu (POR). Można użyć kanału sygnalizacyjnego nośnika linii zasilającej (PLC) lub triangulowanego układu sygnalizacji, przez co schemat PUR jest bardziej atrakcyjny niż POR do zabezpieczenia trójkowej linii zasilającej.

Należy jednak pamiętać, że istnieją przypadki, w których chwilowe wyzwolenie nie nastąpi w schemacie PUR. Poniższy rysunek opisuje trzy przypadki, w których dojdzie do opóźnionego wyzwolenia:

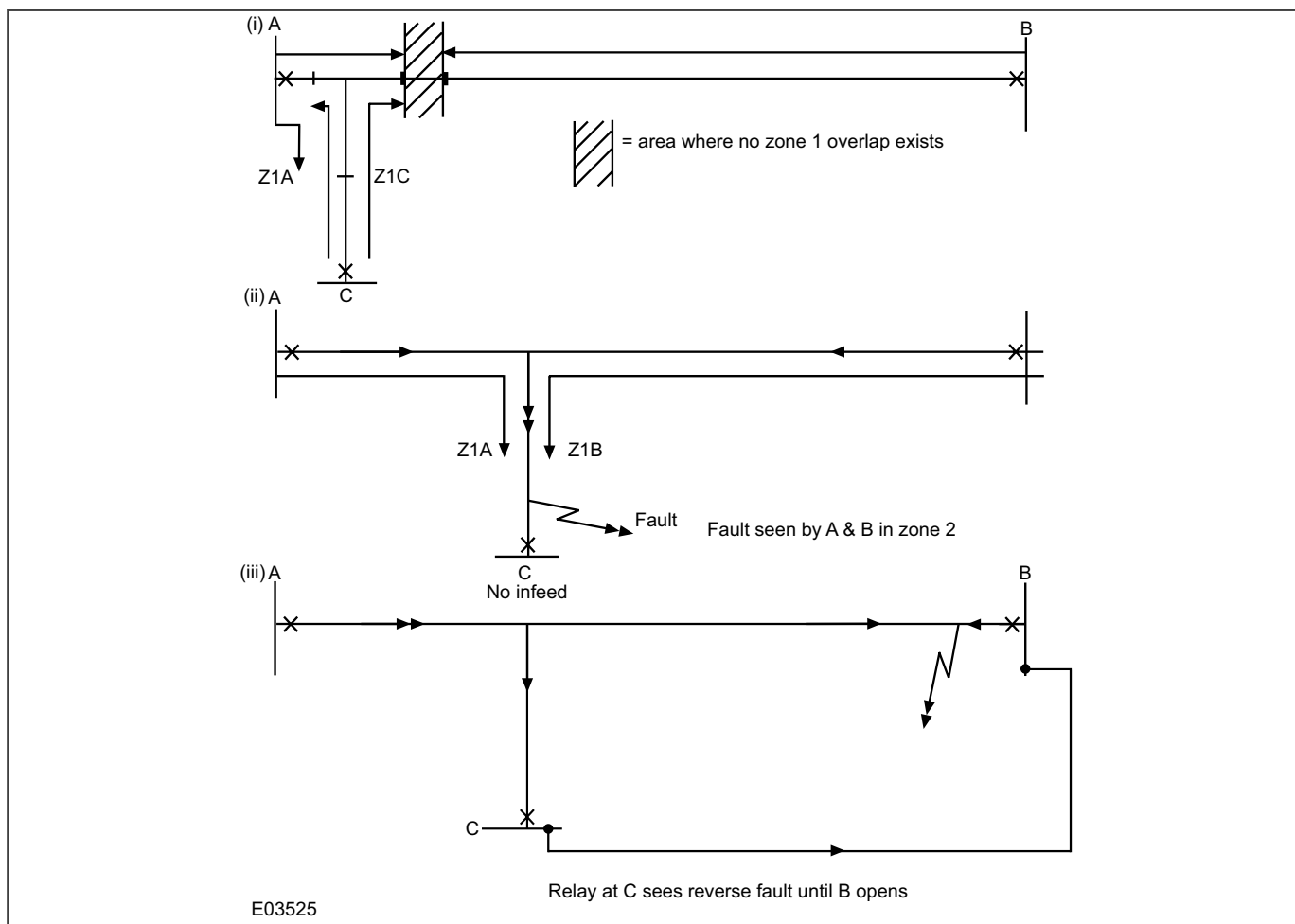


Figure 141: Problematic fault scenarios for PUR with three-phase lines

- Scenariusz (i) pokazuje krótką linię trójkową podłączoną do jednego pobliskiego terminala i jednego odległego terminala. W tym przypadku elementy strefy 1 ustawione na 80% najkrótszej podłączonej długości

przewodu zasilającego nie zachodzą na siebie, co prowadzi do tego, że sekcja nie jest objęta żadnym elementem strefy 1. Każde zwarcie w tej sekcji polegałoby na opóźnionym wyzwaniu strefy 2.

- Scenariusz (ii) pokazuje przykład, w którym terminal C nie ma przepływu. Elementy odległościowe w C nie mogą działać w przypadku zwarć zbliżonych to terminala. Ponieważ zwarcie jest poz zasięgami strefy 1 A i B, usuwanie będzie zależeć od opóźnionego wyzwania strefy 2 w A i B.
- Scenariusz (iii) pokazuje przykład, w którym wpływ z terminala C zasila zwarcie wewnętrzne poprzez terminal B. W tym przypadku terminal C nie dostrzeże zwarcia do czasu zadziałania wyłącznika w B. W rezultacie dojdzie do wyzwania sekwencyjnego (a zatem opóźnionego).

8.7.8.3 SCHEMATY BLOKOWANIA DLA TRÓJNIKOWYCH LINII ZASILAJĄCYCH

W przypadku schematów blokowania można osiągnąć dużą prędkość pracy dla obwodów, w których nie ma przepływu prądu z jednego lub kilku terminali. Sprawia to, że schemat blokowania dobrze nadaje się do zabezpieczenia trójkowych linii zasilających. Schemat ten ma również tę zaletę, że wymagania sygnalizacyjne można spełnić za pomocą jednego kanału simpleksowego.

Note:

Triangulowane kanały simpleksowe mogą być stosowane w miejscu wspólnego simpleksu.

Jak w przypadku schematów dopuszczenia skrócenia zasięgu (PUR), ograniczenie wdrożenia schematu blokowania to scenariusz, w którym wpływ z jednego terminala zasila zwarcie wewnętrzne poprzez inny terminal. Terminal z wpływem widzi stan zwarcia w kierunku odwrotnym. W rezultacie sygnał blokujący jest wysyłany do dwóch zdalnych terminali. Mimo iż zwarcie zostanie usunięte, wyzwolenie nie zostanie wywołane do momentu upływu opóźnienia czasowego strefy 2.

ROZDZIAŁ 9

SCHEMATY BEZ WSPOMAGANIA

9.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W tym rozdziale opisano schematy odległościowe, które nie wymagają komunikacji między końcami (bez wspomagania).

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	243
Schematy bez wspomagania	244
Schematy podstawowe	245
Schematy wyzwolenia przy zamknięciu	249
Schemat rozszerzenia strefy 1	254
Schemat utraty obciążenia	256

9.2 SCHEMATY BEZ WSPOMAGANIA

Produkt zapewnia zabezpieczenie odległościowe. Zabezpieczenie odległościowe zostało zaprojektowane do stosowania jako samodzielne zabezpieczenie niejednostkowe lub do użycia z systemami komunikacji, aby zapewnić zabezpieczenie jednostki (schematy komunikacji z nośnikiem).

Samodzielne działanie zapewnia działanie podstawowego schematu zabezpieczenia odległościowego (np. chwilowe zadziałanie strefy 1, opóźnione zabezpieczenie strefy 2 i dodatkowe opóźnienie zabezpieczenia rezerwowego itp.). Wdraża także specjalne samodzielne schematy, które nie wymagają komunikacji. Są one zwane schematami odległościowymi bez wspomagania.

Te uwzględnione w produkcie schematy można podzielić na następujące kategorie:

- Schematy podstawowe
- Schematy wyzwolenia przy zamknięciu
- Schemat rozszerzenia strefy 1
- Schemat utraty obciążenia

Ustawienia tych schematów można znaleźć w kolumnie *LOGIKA DZIAŁANIA*.

9.3 SCHEMATY PODSTAWOWE

Działanie schematu podstawowego zawsze odbywa się, jeśli włączone są elementy odległościowe. Jest to proces, za pomocą którego zmierzona impedancja linii jest porównywana z konfiguracją strefy pomiaru odległości (ustawienia zasięgu i timery). Chwilowe lub opóźnione w czasie sygnały wyzwalań i blokowania mogą być wydawane dla określonej strefy zgodnie z jej ustawieniami i zmierzonymi wartościami impedancji.

Istnieje dziewięć stref schematów podstawowych: strefa 1, strefa 1e, strefa 2, strefa 3, strefa 4, strefa P, strefa Q, strefa R i strefa S.

Ustawienia schematu podstawowego obejmują:

- Ustawienie trybu, które jest wspólne dla wszystkich stref
- Ustawienia wyzwalań strefy dla każdej strefy
- Ustawienia opóźnienia fazowego strefy dla każdej strefy
- Ustawienia opóźnienia uziemiania dla każdej strefy

W odniesieniu do poszczególnych stref można ustalić elementy fazowe i zwarcia doziemnego na różne opóźnienia czasowe.

W celu uzupełnienia działania schematu podstawowego istnieją także samodzielne schematy (bez wspomagania), które zapewniają terminowe usuwanie poszczególnych scenariuszy zwarć, gdzie sygnalizacja z nośnikiem jest niedostępna lub niepotrzebna. Scenariusze te obejmują wyzwolenie przy zamknięciu (w tym włączenie na zwarcie i wyzwolenie przy ponownym zamknięciu), utratę obciążenia oraz rozszerzenie strefy 1.

Schemat podstawowy jest stale wykonywany, niezależnie od schematów przyspieszenia z nośnikiem, które mogą być włączone.

9.3.1 TRYBY SCHEMATU PODSTAWOWEGO

Działanie stref odległościowych zgodnie z ich ustawionymi opóźnieniami czasowymi zwane jest podstawowym schematem. Schemat podstawowy zawsze działa, niezależnie od schematów przyspieszenia z nośnikiem, które mogą być włączone.

Ustawienie **Tryb podstawowy** definiuje, w jaki sposób timery powiązane z różnymi strefami odległości w schemacie podstawowym są inicjowane przez odbiór (start) elementów strefy.

W trybie *Standard* timer strefy uruchamia się tylko wtedy, gdy następuje uruchomienie odpowiedniej strefy odległości.

W trybie *Alternative*, jeśli warunek powoduje uruchomienie któregoś z włączonych elementów odległościowych, zapewniony jest sygnał DDB **Any Distance Start**. Uruchamia to timer powiązany ze wszystkimi włączonymi strefami (uruchamiają się timery strefy fazowej i strefy ziemi). Timery są resetowane, jeśli resetowany jest sygnał **Any Distance Start**. Jeśli element pomiarowy strefy odległościowej zostanie odebrany w momencie, gdy jego powiązany timer strefy dobiegnie do końca, wydawane jest polecenie wyzwolenia dla tego elementu strefy.

Tryb *Alternative* jest szczególnie przydatny w przypadku ewoluujących zwarć, ponieważ wszystkie timery stref są inicjowane na początku powstania zwarcia, a nie po oczekiwaniu na uruchomienie timera, gdy dodatkowe fazy stają się zwarte. Skraca to czas usuwania zwarć, gdy powstają.

Dwa tryby opisano na poniższych schematach logicznych.

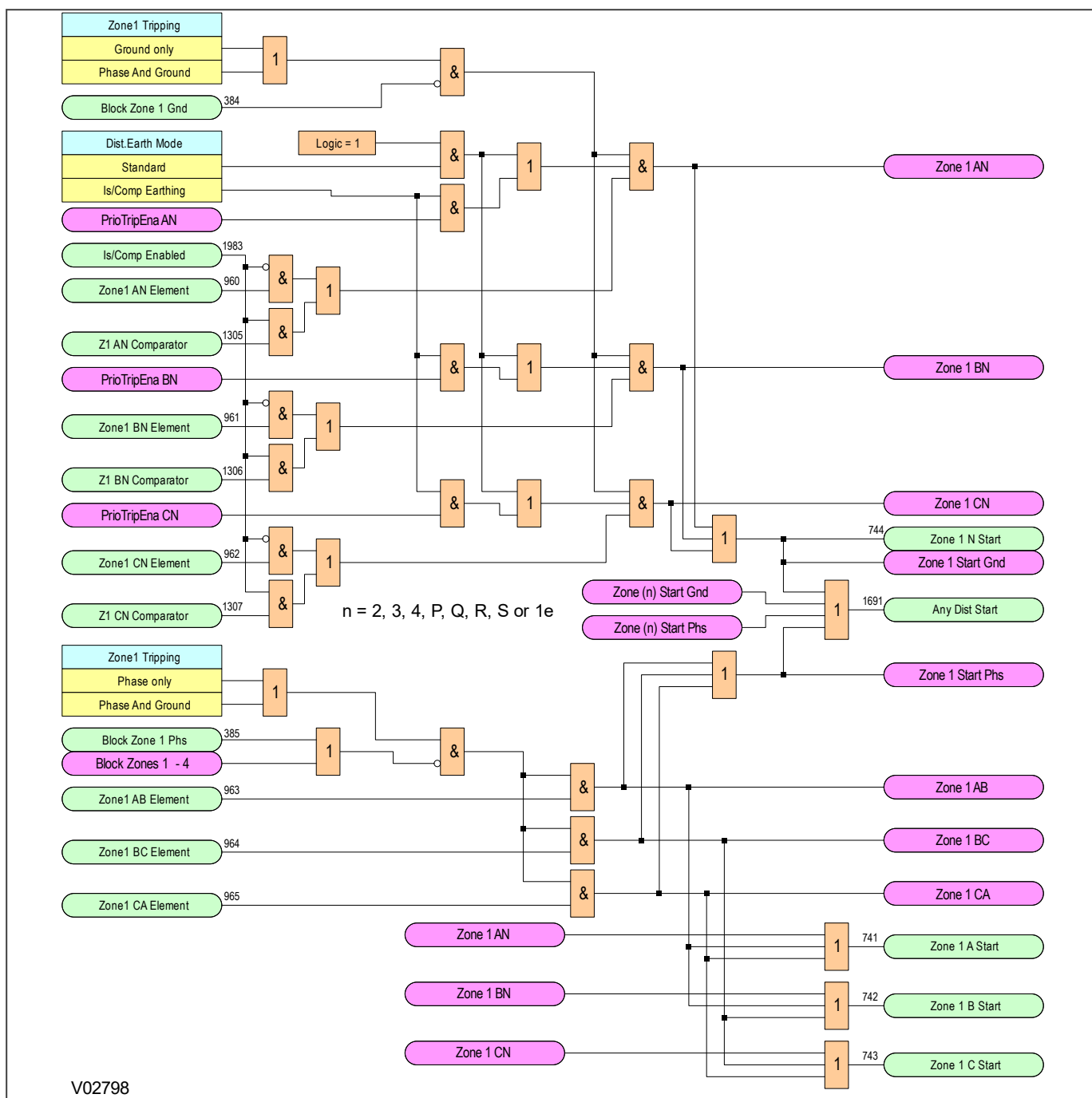


Figure 142: Logika uruchamiania strefy

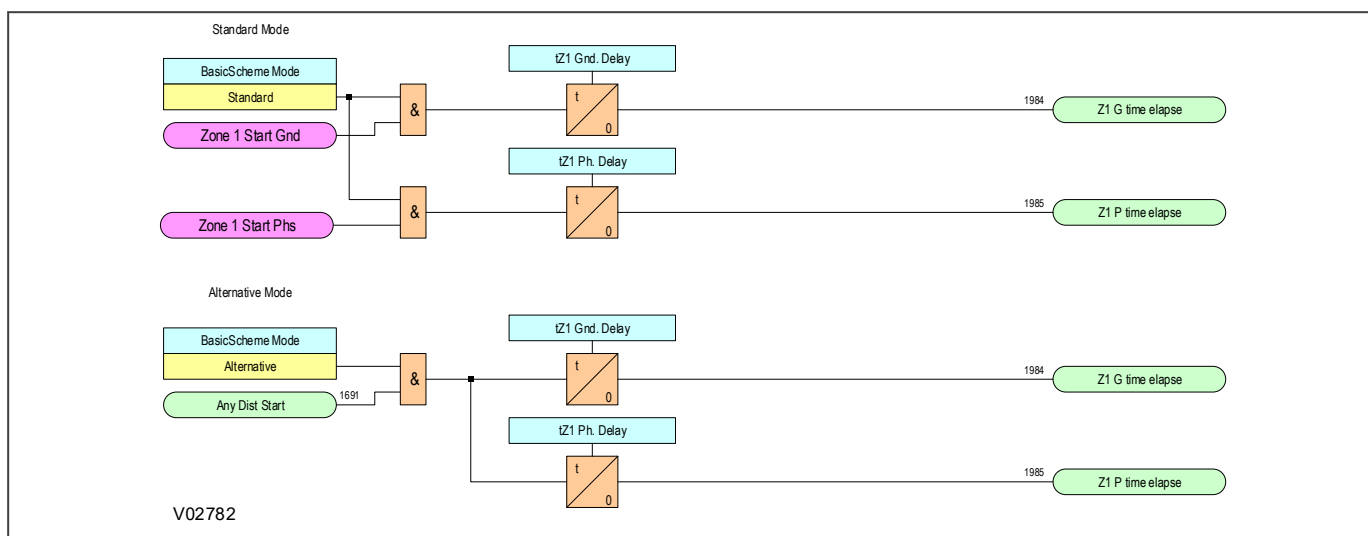


Figure 143: Logika timera strefy

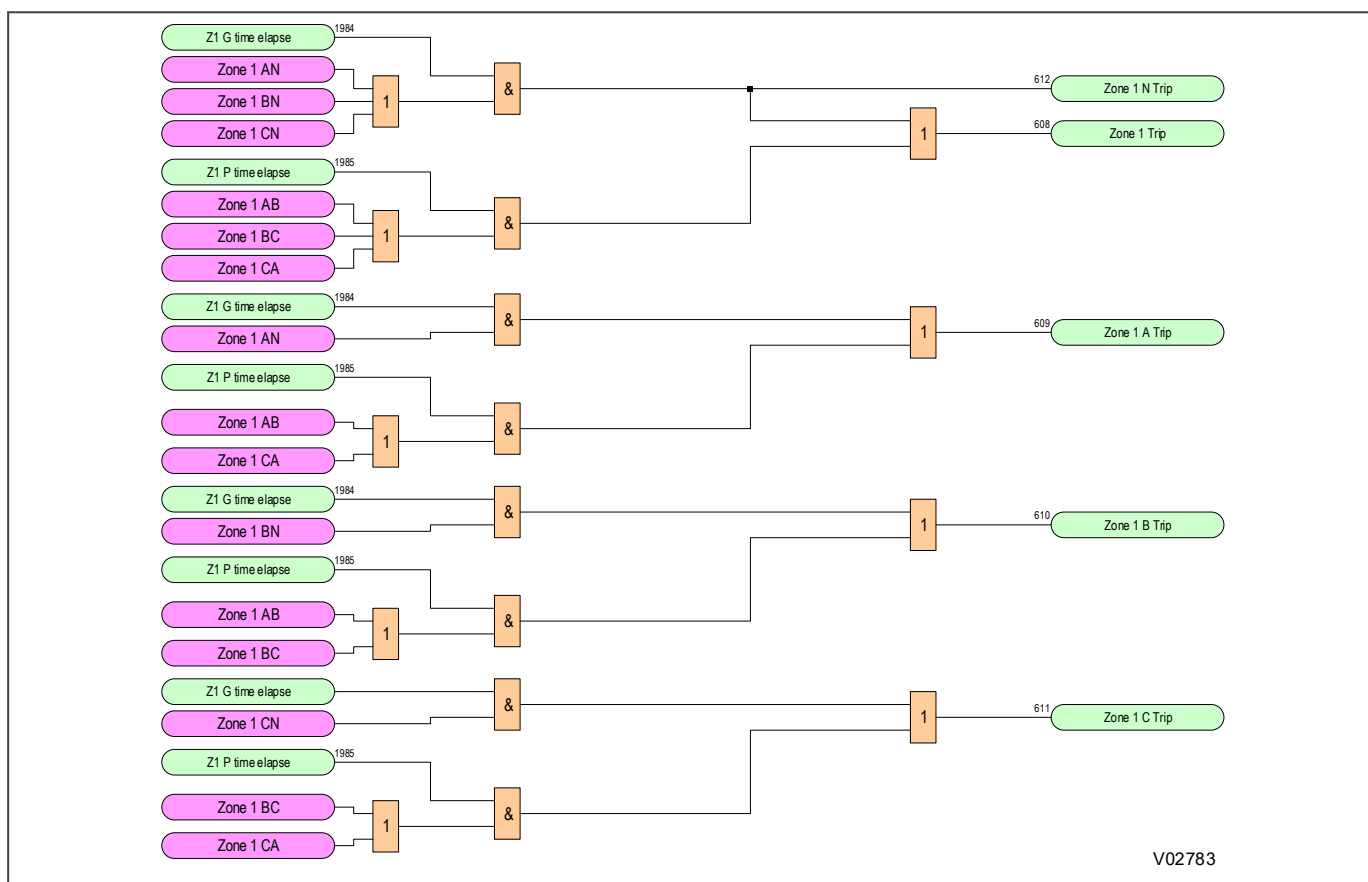


Figure 144: Logika wyzwolenia strefy

9.3.2 USTAWIENIE PODSTAWOWEGO SCHEMATU

Opóźnienie czasowe strefy 1 (tZ1) jest zwykle ustawione na zero, zapewniając chwilowe działanie.

Opóźnienie czasowe strefy 2 (tZ2) jest ustawione na koordynację z czasem usuwania zwarcia strefy 1 dla przyległych linii. Całkowity czas usuwania zwarcia obejmuje czas pracy strefy 1 za urządzeniem plus czas pracy powiązanego wyłącznika. Należy również przyzwolić na resetowanie elementów strefy 2 po usunięciu zwarcia na

przyległej linii, a także zapewnić margines bezpieczeństwa. Typowe minimalne opóźnienie czasowe strefy 2 to opóźnienie rzędu 200 ms.

Opóźnienie czasowe strefy 3 (tZ3) jest zwykle ustawiane z wzięciem pod uwagę tych samych czynników, co w przypadku opóźnienia czasowego strefy 2, z wyjątkiem faktu, że opóźnienie musi koordynować się z usuwaniem zwarcia za strefą 2. Typowy minimalny czas pracy strefy 3 wynosi 400 ms.

Opóźnienie czasowe strefy 4 (tZ4) musi koordynować się z każdym zabezpieczeniem przyległych linii w kierunku odwrotnym zabezpieczenia.

Oddzielne opóźnienia czasowe można zastosować zarówno dla stref zwarć fazowych, jak i doziemnych, przy czym opóźnienia zwarć doziemnych są ustawiane na dłuższe do stopnia czasowego z zabezpieczeniem zewnętrznym uziomowym / doziemnym nadprądowym.

Każda strefa (#), która może sięgać przez reaktancję transformatora i zmierzyć wtórne zwarcia boczne w ramach tej strefy impedancji, powinna mieć zastosowane niewielkie opóźnienie czasowe. Ma to na celu uniknięcie wyzwolenia na prądzie rozruchowym podczas zasilania transformatora energią.

Co do zasady, jeśli ustawienie zasięgu strefy jest większe niż 50% reaktancji transformatora, należy ustawić opóźnienie strefy na 100 ms lub więcej. Alternatywnie można użyć drugiego wyjścia detektora harmonicznego (dostępne w programowalnej logice schematu) do blokowania stref, które mogą być zagrożone wyzwoleniem na prądzie rozruchowym. Ustawienia dla detektora prądu rozruchowego można znaleźć w kolumnie *SUPERVISION*.

Na poniższym rysunku pokazano typowe zastosowanie schematu podstawowego.

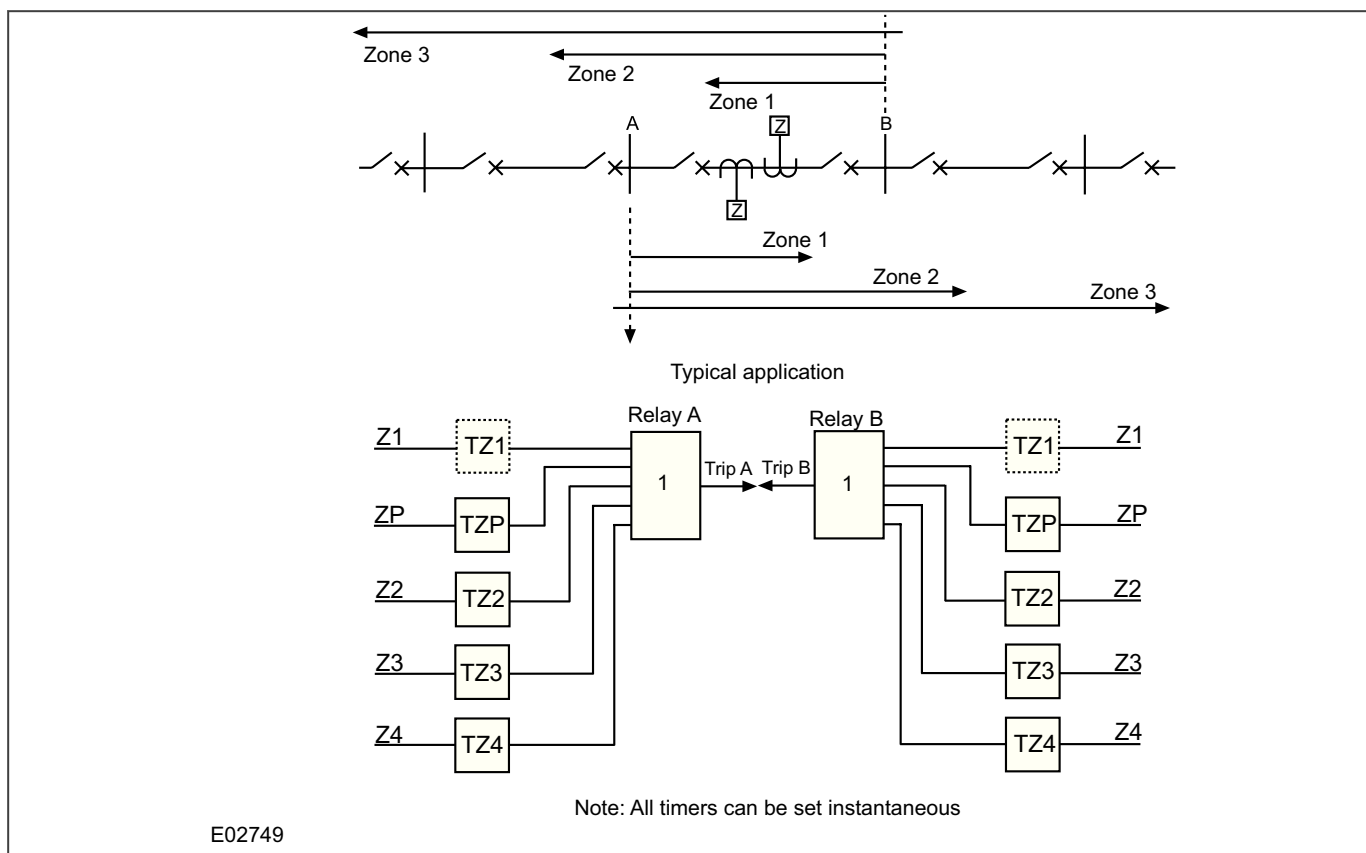


Figure 145: Podstawowy schemat odległościowy z odstępami czasu

9.4 SCHEMATY WYZWOLENIA PRZY ZAMKNIĘCIU

Logika jest przewidziana w sytuacjach, w których specjalne wyzwolenie może być konieczne po zamknięciu powiązanego wyłącznika obwodu. Dwa przypadki logiki wyzwolenia lub zamknięcia (TOC) zapewniono dla:

- Włączenia na zwarcie (SOTF)
- Wyzwolenia przy ponownym zamknięciu (TOR)

SOTF zapewnia chwilowe działanie wybranych elementów, jeśli występuje zwarcie przy ręcznym zamknięciu wyłącznika obwodu.

TOR zapewnia chwilowe działanie wybranych elementów, jeśli utrzymuje się zwarcie przy próbach automatycznego ponownego zamknięcia wyłącznika obwodu

Funkcje SOTF i TOR są zwane logiką wyzwolenia przy zamknięciu. Obie metody działają równolegle, jeśli zmapowano je do macierzy wyzwalań SOTF i TOR w pliku ustawień.

Ustawienia włączenia na zwarcie (SOTF) oraz wyzwolenia przy ponownym zamknięciu (TOR) znajdują się w sekcji *TRIP ON CLOSE* kolumny *LOGIKA DZIAŁANIA*.

SOTF i TOR są uzupełniane przez detektory poziomu prądu bez napięcia (zwane też detektorami poziomu CNV). Te detektory CNV są ustawiane przy użyciu ustawień napięcia i prądu w kolumnie *CB FAIL & P. DEAD*. Takie same ustawienia są używane do wykrywania logiki bieguna bez napięcia. Opóźnienie czasowe 10 ms w logice unika potencjalnego biegu między detektorami poziomu bardzo szybkiego nadnapięcia i podprądu.

Na poniższych rysunkach pokazano funkcję wyzwolenia przy zamknięciu w odniesieniu do stref odległościowych oraz funkcję wyzwolenia przy zamknięciu, gdy jest zasilana przez detektory poziomu prądu bez napięcia.

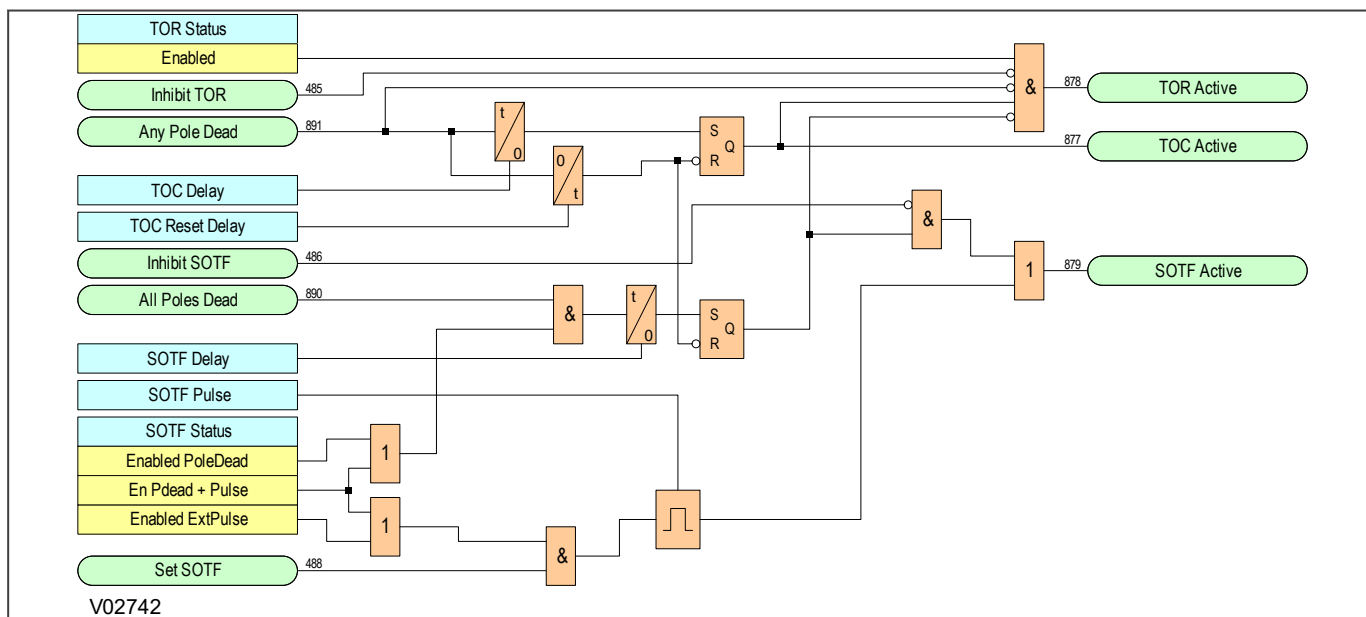
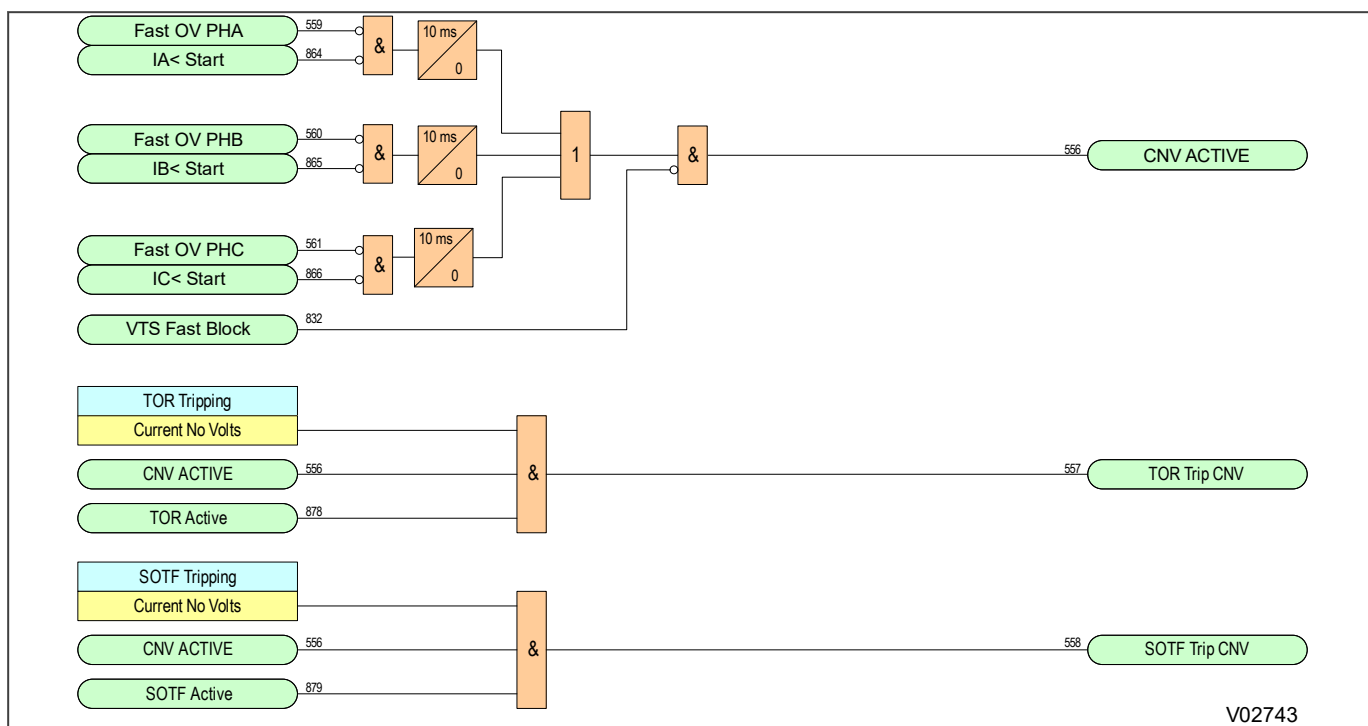


Figure 146: Logika wyzwolenia przy zamknięciu



V02743

Figure 147: Wyzwolenie przy zamknięciu oparte na detektorach poziomu CNV

9.4.1 WŁĄCZENIA NA ZWARCIE (SOTF)

Można użyć ustawienia **Stan ZAZW**, aby aktywować SOTF na trzy różne sposoby. Mogą to być:

- Włączenie przy użyciu logiki wykrywania bieguna bez napięcia. Jeśli wykryty zostanie warunek „All Pole Dead”, uruchomi się timer **Opozni ZAZW**. Po wygaśnięciu timera SOTF jest włączany i pozostaje aktywny przez czas ustawiony w **ZAZW SPZ op kas**.
- Włączenie przez impuls zewnętrzny. SOTF jest włączany, gdy zewnętrzny impuls połączony z DDB **Ustaw ZAZW** jest WŁ. Impuls zewnętrzny może być na przykład poleceniem zamknięcia wyłącznika obwodu. Funkcja pozostaje aktywna przez czas z ustawienia **Imp ZAZW**.
- Włączenie przy użyciu zarówno logiki wykrywania bieguna bez napięcia, jak i impulsu zewnętrznego.

Chwilowe wyzwolenie trzech biegunów (oraz blokowanie automatycznego ponownego zamknięcia) występuje dla każdego zwarcia wykrytego przez wybrane strefy lub detektory poziomu prądu bez napięcia w trybie SOTF. Bez względu na to, czy ta funkcja jest włączona, czy też wyłączona, normalne elementy opóźnione w czasie lub schemat z użyciem kanału nadal działają i mogą wyzwać obwód.

Opozni ZAZW to opóźnienie czasowe odbioru, które rozpoczyna się po otwarciu wszystkich trzech biegunów wyłącznika obwodu (CB). Jeśli CB jest następnie zamykany po upływie ustawionego opóźnienia czasowego, zabezpieczenie SOTF jest aktywne. SOTF zapewnia większą ochronę dla ręcznego zamykania wyłącznika (nie dla automatycznego ponownego zamknięcia). Ustawienie jest widoczne tylko wtedy, gdy wybrano *Zal martw pole* lub *Zal MrtwPole&imp* do włączenia SOTF.

Gdy tryb włączenia na zwarcie jest aktywny, zabezpieczenie jest wyzwalane natychmiastowo do odbioru dowolnej strefy wybranych w tych łączach. Aby obsługiwać zwarcia na całej długości obwodu, należy wybrać co najmniej strefę 1 i strefę 2 przy użyciu ustawień wyzwalania SOTF. Jeśli żadne elementy nie zostały wybrane, zabezpieczenie zapewniają normalne elementy opóźnione w czasie i schemat komunikacji.

Ustawione przez użytkownika okno czasowe, w którym zabezpieczenie SOTF jest aktywne to **Imp ZAZW**. Jest ono widoczne tylko wtedy, gdy wybrano *Zal zew impuls* lub *Zal MrtwPole&imp* do włączenia SOTF.

9.4.1.1 TRYB WŁĄCZENIA NA ZWARCIE

Aby zapewnić szybką izolację zwarć (np. zamkniętego trójfazowego uziemnika) przy zasileniu energią należy włączyć tę funkcję z odpowiednimi strefami lub czujnikami poziomu prądu bez napięcia (CNV), w zależności od praktyk użytkowych.

Jeśli używane są przekładniki napięciowe z szyną zbiorczą, sygnał **Pole Dead** nie jest wytwarzany. Aby zapewnić prawidłowe działanie, należy podłączyć pomocnicze styki wyłącznika obwodu. Nie jest to konieczne, jeśli SOTF jest aktywowane przez impuls zewnętrzny.

- **Opoz ZAZW:** wybrany czas powinien być dłuższy niż najwolniejsze czas bezprądowy opóźnionego automatycznego ponownego zamknięcia, ale krótszy niż czas, w którym operator systemu może ponownie zasilić obwód energią po jego otwarciu/wyzwoleniu. Zalecamy 110 s jako typowe ustawienie.
- **Imp ZAZW:** zwykle można ustawić tę wartość na 500 ms. Ten czas wystarcza, aby całkowicie ustalić pamięć napięciową zabezpieczenia odległościowego.
- **ZAZW SPZ op kas:** zalecamy 500 ms jako typowe ustawienie (wybrane jako nadmiarowe dla długości 16 cykli polaryzowania pamięci, pozwalając na pełne naładowanie pamięci przed wznowieniem normalnego zabezpieczenia).

9.4.1.2 WYZWALANIE SOTF

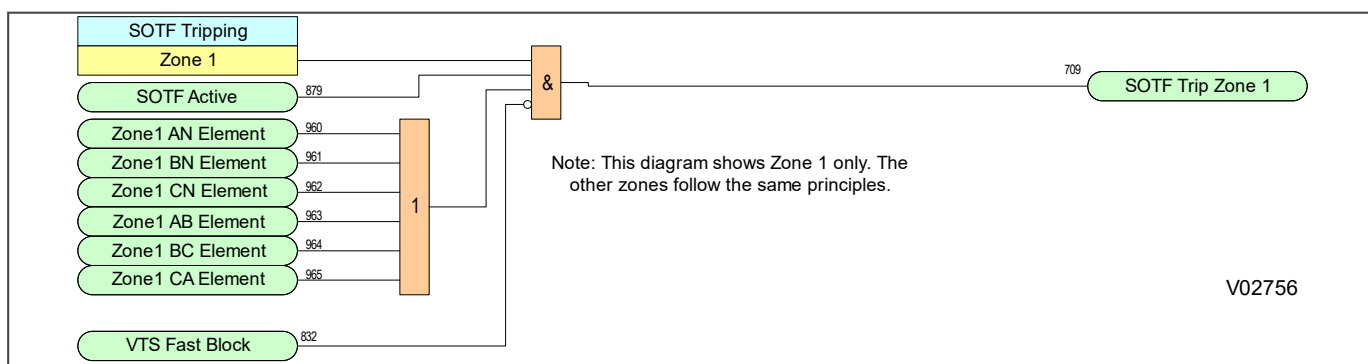


Figure 148: Wyzwalanie SOTF

9.4.1.3 WYZWALANIE SOTF Z CNV

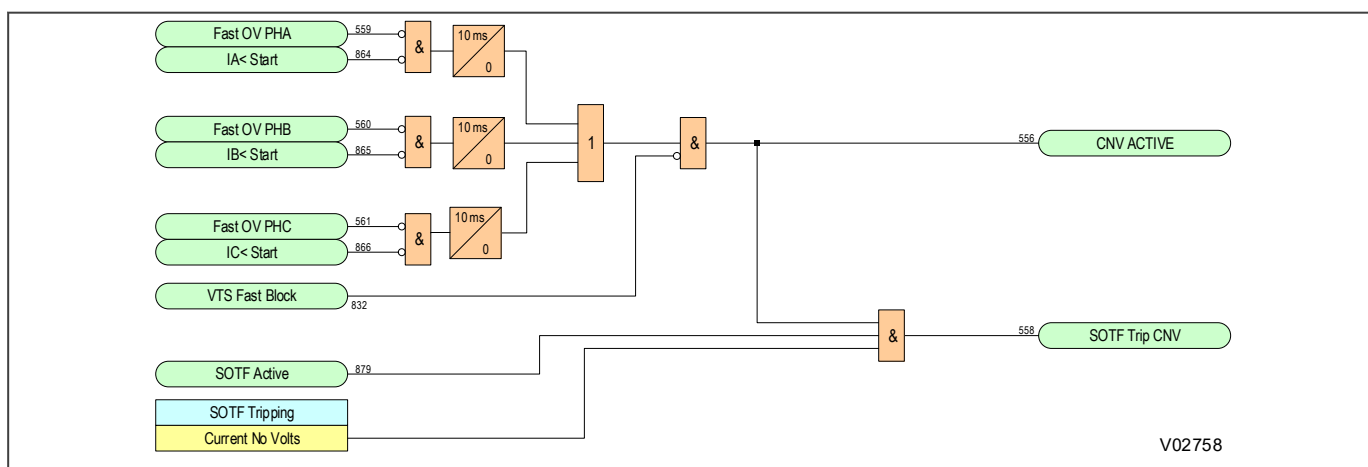


Figure 149: Wyzwalanie SOTF z CNV

9.4.2 WYZWOLENIA PRZY PONOWNYM ZAMKNIĘCIU (TOR)

Wyzwolenia przy ponownym zamknięciu (TOR) to specjalne zabezpieczenie po automatycznym ponownym zamknięciu. Do włączania lub wyłączania TOR służy ustawienie **ZAZW SPZ Stan**. Po włączeniu TOR jest aktywowane po wygaśnięciu opóźnienia TOC i gotowe do użycia, gdy dojdzie do automatycznego ponownego zamknięcia.

Gdy funkcja ta jest włączona, zabezpieczenie pracuje w trybie „Wyzwolenie przy ponownym zamknięciu” przez okres po zamknięciu wyłącznika obwodu (CB). Trójfazowe chwilowe wyzwolenie następuje dla każdego zwarcia wykrytego przez wybrane strefy lub detektory poziomu CNV. Bez względu na to, czy ta funkcja jest włączona, czy też wyłączona, normalne elementy opóźnione w czasie lub schemat z użyciem kanału nadal działają i mogą wyzwalać obwód.

Funkcje SOTF i TOR działają przez okres ustawiony w **ZAZW SPZ op kas** po zasileniu obwodu energią. Timer opóźnienia rozpoczyna się po zamknięciu CB i jest wspólny dla zabezpieczenia SOTF i TOR. Gdy timer wygaśnie po pomyślnym zamknięciu zabezpieczenie powraca do normalnej pracy.

Ustawiane przez użytkownika opóźnienie czasowe (**Opozn TOC**) rozpoczyna się po otwarciu CB, po czym włączana jest funkcja TOR. Opóźnienie czasowe nie może przekraczać ustawienia minimalnego czasu bez napięcia automatycznego ponownego zamknięcia, ponieważ oba czasu zaczynają się równocześnie, a zabezpieczenie TOR musi być gotowe do czasu zamknięcia CB w przypadku potencjalnie trwałych zwarć.

Gdy aktywny jest tryb wyzwolenia przy ponownym zamknięciu, zabezpieczenie jest wyzwalane natychmiastowo do odbioru dowolnej wybranej strefy odległościowej. Strefę można wybrać ustawieniem **ZAZW SPZ OW**. Na przykład strefa 2 może działać bez oczekiwania na zwykłe opóźnienie czasowe, jeśli zwarcie jest w strefie 2 przy zamknięciu CB. Dodatkowo prąd bez napięcia można zmapować do szybkiego usuwania zwarć przy ponownym zamknięciu linii dla trwałego zwarcia. Aby obsługiwać zwarcia na całej długości obwodu, należy wybrać co najmniej strefę 1 i strefę 2. Jeśli żadne elementy nie zostały wybrane, zabezpieczenie zapewniają normalne elementy opóźnione w czasie i schemat komunikacji. Wyzwalanie TOR jest trójfazowe, a automatyczne ponowne zamknięcie jest blokowane.

9.4.2.1 TRYB WYZWOLENIA PRZY PONOWNYM ZAMKNIĘCIU

Aby zapewnić szybką izolację utrzymujących się zwarć po ponownym zamknięciu wyłącznika obwodu, należy włączyć tę funkcję z wybranymi odpowiednimi strefami lub detektorami poziomu prądu bez napięcia (CNV).

- **Opozn TOC**: wyzwolenie przy ponownym zamknięciu (TOR) jest aktywowane po upływie czasu **Opozn TOC**. Ustawienie to nie może przekraczać minimalnego ustawienia **Dead Time** automatycznego ponownego zamknięcia, aby upewnić się, że TOR jest aktywne natychmiast po poleceniu ponownego zamknięcia.
- **ZAZW SPZ op kas**: zalecamy 500 ms jako typowe ustawienie.

9.4.2.2 LOGIKA WYZWOLENIA TOR DLA ODPOWIEDNICH STREF

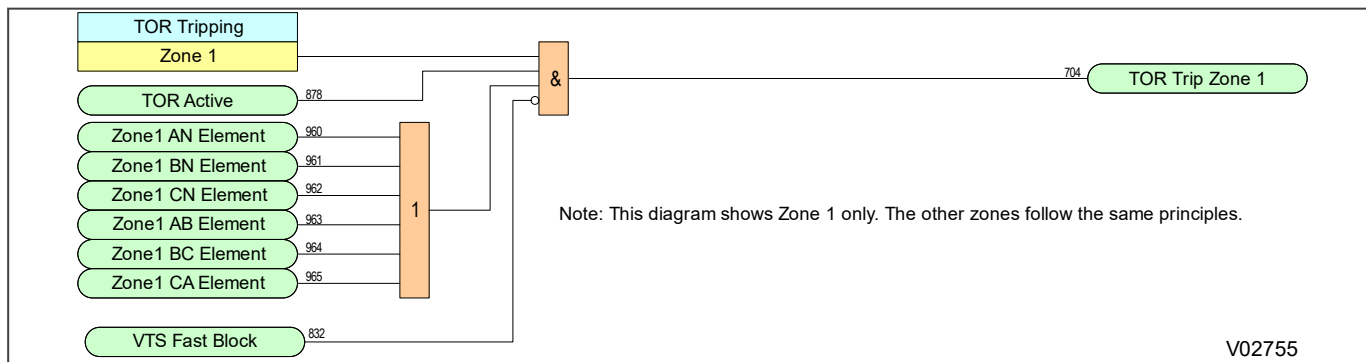


Figure 150: Logika wyzwolenia TOR dla odpowiednich stref

9.4.2.3 LOGIKA WYZWOLENIA TOR Z CNV

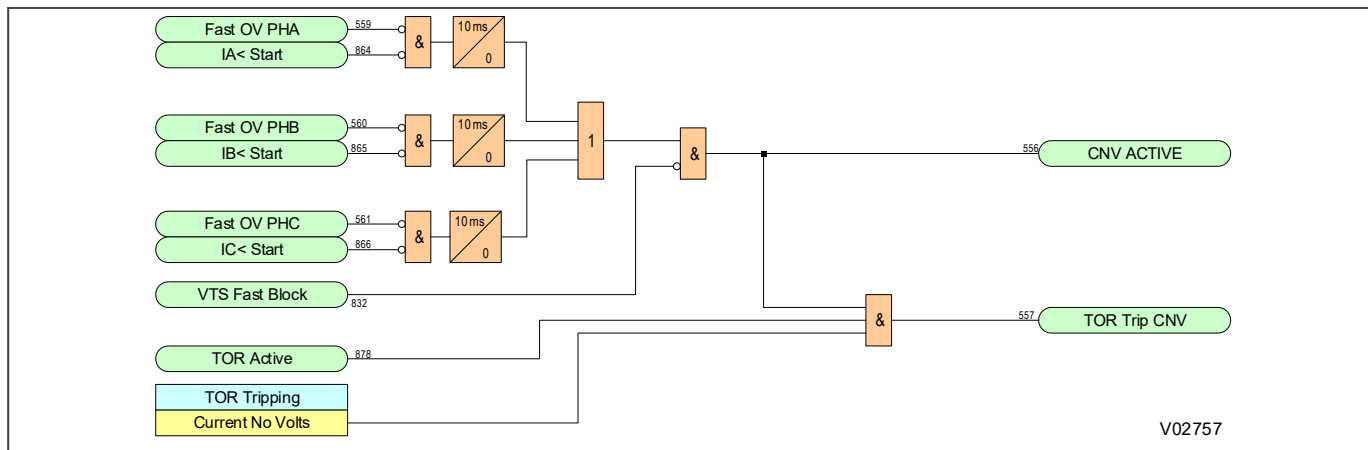


Figure 151: Logika wyzwolenia TOR z CNV

9.4.3 POLARYZACJA PODCZAS ZASILANIA OBWODU ENERGIA

Gdy tryby włączania na zwarcie (SOTF) i wyzwolenia przy ponownym zamknięciu (TOR) są aktywne, kierunkowane elementy odległościowe są częściowo polaryzowane skośnie z innych faz. Używana jest taka sama proporcja napięcia zdrowej fazy do zwartej fazy jak podana w ustawieniu **Polaryz Odl.** w menu **UST ODLEGŁOS.**

Częściowa polaryzacja skrośna jest zatem zastępowana normalną polaryzacją pamięci na czas trwania **Opoz** **TOC**. Jeśli dostępne jest niewystarczające napięcie polaryzacyjne, w charakterystyce strefy 1 uwzględniono niewielkie przesunięcie odwrotne (około 25% zasięgu do przodu), aby umożliwić szybkie usuwanie bliskich zwarc trójfazowych.

9.5 SCHEMAT ROZSZERZENIA STREFY 1

Automatyczne ponowne zamknięcie jest powszechnie stosowane na promienistych obwodach linii napowietrznych, aby przywrócić zasilanie po zwarcu przemijającym. Można zastosować schemat rozszerzenia strefy 1 dla promienistej napowietrznej linii zasilającej, aby zapewnić szybkie zabezpieczenie przed zwarciami przemijającymi na całej zabezpieczonej linii. Na poniższym rysunku przedstawiono alternatywne wybory zasięgu dla strefy 1: Z1 lub rozszerzony zasięg Z1X.

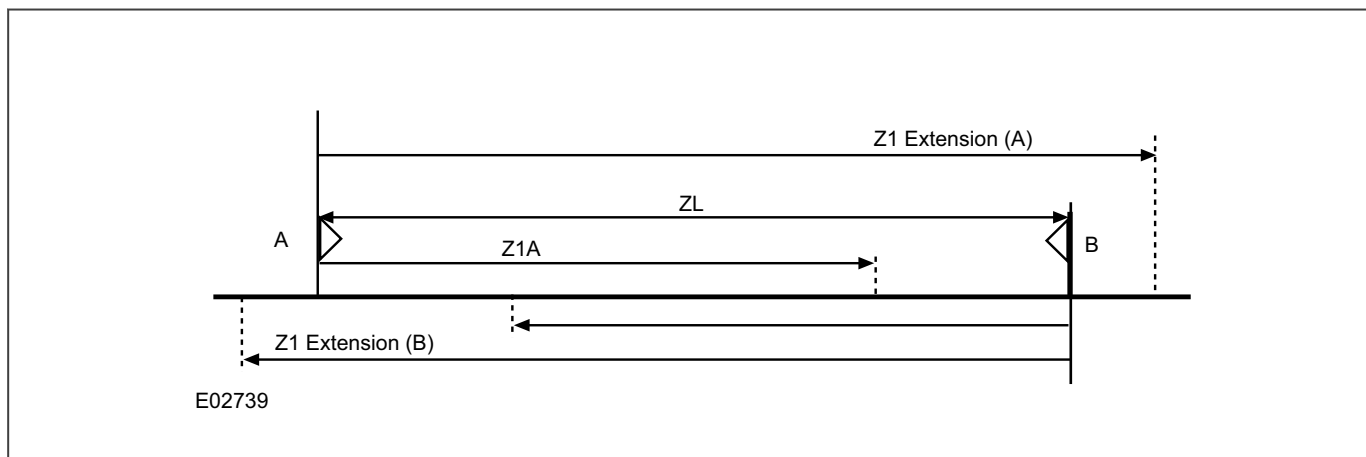


Figure 152: Schemat rozszerzenia strefy 1

W tym schemacie strefa 1X jest włączona i ustawiona na wydłużenie zasięgu zabezpieczonej linii. Zwarcie na linii, w tym w 20% końcowych nieobjętych strefą 1, prowadzi do chwilowego wyzwolenia, po którym następuje automatyczne ponowne zamknięcie. Strefa 1X ma zasięgi rezystywne i kompensację resztkową podobne do strefy 1. Automatyczny reklozer służy do hamowania wyzwolenia ze strefy 1X, aby ponowne zamknięcie urządzenia działało tylko z logiką schematu podstawowego w celu koordynowania się z zabezpieczeniem za urządzeniem w przypadku trwałych zwarc. Dlatego zwarcia przemijające na linii są usuwane natychmiastowo, co zmniejsza prawdopodobieństwo zmiany zwarc trwale przemijających. Schemat może jednak działać w przypadku niektórych zwarc na przyległej linii, choć następuje po nim automatyczne ponowne zamknięcie z prawidłowym rozróżnianiem zabezpieczenia. Wystąpiłyby wzmożone operacje wyłącznika obwodu wraz z przemijającą utratą zasilania do podstacji.

Wyzwolenie przy zwarcu	Opóźnienie czasowe Z1X
Wyzwolenie przy pierwszym zwarcu	= $tZ1$
Wyzwolenie przy zwarcu dla zwarcia trwałego przy automatycznym ponownym zamknięciu	= $tZ2$

Schemat rozszerzenia strefy 1 można wyłączyć, włączyć na stałe lub włączyć do użytku, gdy kanał komunikacyjny zawiedzie, a schemat komunikacyjny nie działa. Jeśli jest używana w połączeniu ze schematem z kanałami, Z1X można ustawić na włączoną, gdy zawiedzie Ch1 lub Ch2, lub gdy wszystkie kanały zawiodą, lub któryś kanał zawiedzie.

Schematy rozszerzenia strefy 1 mają następujące zasięgi:

- **Wydl L-L Z1** zasięg 100% do 9999% z krokami 1%
- **Wydl L-E Z1** zasięg 100% do 9999% z krokami 1%
- **Wydl L-L Z1 Rez** zasięg 100% do 200% z krokami 1%
- **Wydl L-E Z1 Rez** zasięg 100% do 200% z krokami 1%

Note:

Ponad 500/IN omów dokładność pomiarów nie jest gwarantowana. Mnożnik powinien dawać nie więcej niż 500/IN.

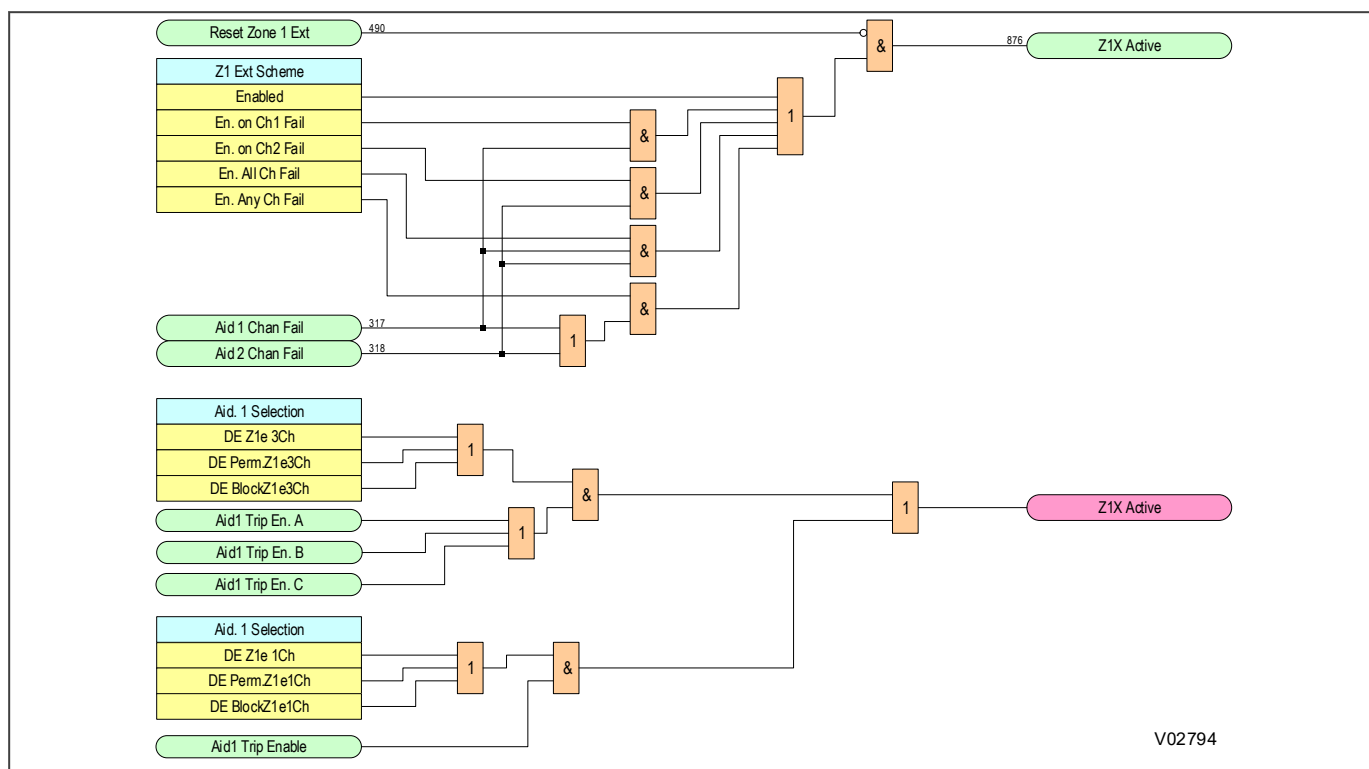


Figure 153: Logika rozszerzenia strefy 1

9.6 SCHEMAT UTRATY OBCIĄŻENIA

Schemat utraty obciążenia zapewnia szybką ochronę jednostkową dla większości typów zwarcć na linii zasilanej z dwoma końcami lub linii zasilającej, ale nie wymaga komunikacji.

Jest używany w obwodach, które przeznaczono do wyzwalania trójbiegunowego i zapewnia zabezpieczenie przed zwarciami obejmującymi jedną lub dwie fazy. Nie nadaje się do zastosowań z wyzwalaniem jednobiegunowym i nie zabezpiecza przed zwarciami trójfazowymi.

Schemat nie wymaga komunikacji, ale może być używany ze schematami komunikacji z nośnikiem, jeśli komunikacja jest dostępna.

Schemat utraty obciążenia może być na stałe włączony, na stałe wyłączony lub włączony, jeśli awaria komunikacji zagraża działaniu schematu z użyciem kanałów. Jeśli jest używany w połączeniu ze schematem z kanałami, utratę obciążenia można ustawić na włączoną, jeśli zawiedzie tylko kanał 1, lub jeśli zawiedzie kanał 2, lub jeśli zawiodą oba kanały, lub jeśli zawiedzie któryś kanał. Awaria komunikacji schematu wspomaganego jest wykrywana przez logikę odblokowania dopuszczenia schematu lub wystąpienie wejścia kanału wycofanego z użytku (COS).

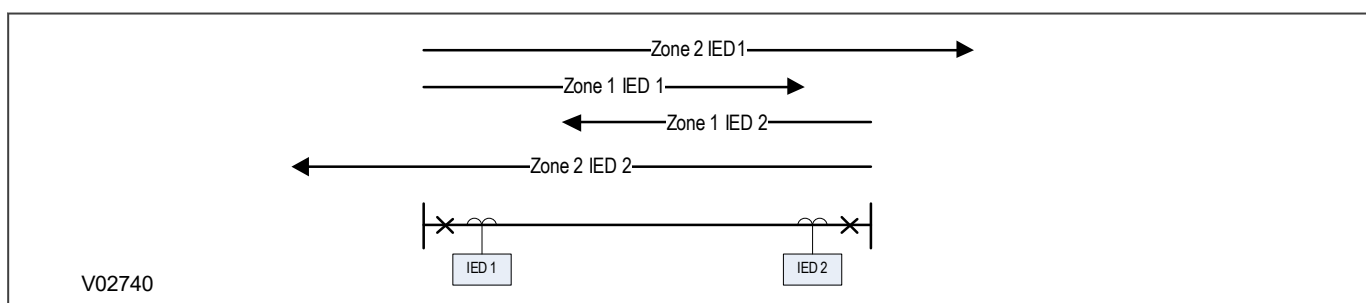


Figure 154: Schemat przyspieszonego wyzwalania utraty obciążenia

Każde zwanie w zasięgu strefy 1 powoduje szybkie wyzwolenie lokalnego wyłącznika obwodu. W przypadku zwarcia strefy końcowej dla IED 1 (obok IED 2) ze zdalnym przepływem (z IED 2) zdalny wyłącznik jest wyzwalany w strefie 1 przez urządzenie zdalne w IED 2. Lokalne urządzenie (IED 1) może to rozpoznać poprzez wykrycie prądu obciążenia w zdrowych fazach. Warunek ten w połączeniu z zadziałaniem komparatora strefy 2 w IED 1P może być używany do wyzwolenia lokalnego wyłącznika obwodu.

Zanim dojdzie do przyspieszonego wyzwolenia, przed zwarcem musi zostać wykryty prąd obciążenia. Utrata prądu obciążenia otwiera okno czasowe, w którym dochodzi do wyzwolenia, jeśli zadziała komparator strefy 2. Typowe ustawienie dla tego okna to 40 ms, jak pokazano na poniższym rysunku, choć można to zmienić w ustawieniu **Okno Utr Obc**. Przyspieszone wyzwolenie jest opóźniane o 18 ms, aby zapobiec inicjowaniu wyzwolenia utraty obciążenia z powodu niezgodności między biegunami wyłącznika obwodu w celu usuwania zewnętrznego zwarcia. Lokalny czas usuwania zwarcia można obliczyć w następujący sposób:

$$t = Z1d + 2CB + LDr + 18 \text{ ms}$$

gdzie:

- Z1d = maksymalny czas wyzwolenia strefy 1 za urządzeniem
- CB = czas działania wyłącznika
- LDr = czas resetowania detektora poziomu (**LOL <1**) przed urządzeniem

W przypadku obwodów z obciążeniem odpływowym z zabezpieczonej linii należy zachować ostrożność przy ustawianiu funkcji utraty obciążenia, aby upewnić się, że ustawienie detektora poziomu podprądowego jest powyżej odpływowego prądu obciążenia. Po wybraniu funkcji utraty obciążenia działa z głównym wybranym schematem odległościowym. Zapewnia to szybkie usuwanie zwarcć strefy końcowej gdy wybrano schemat podstawowy lub, w przypadku schematów wyzwalania z sygnałem dopuszczenia, szybkie pomocnicze usuwanie zwarcć strefy końcowej, jeśli kanał zawiedzie.

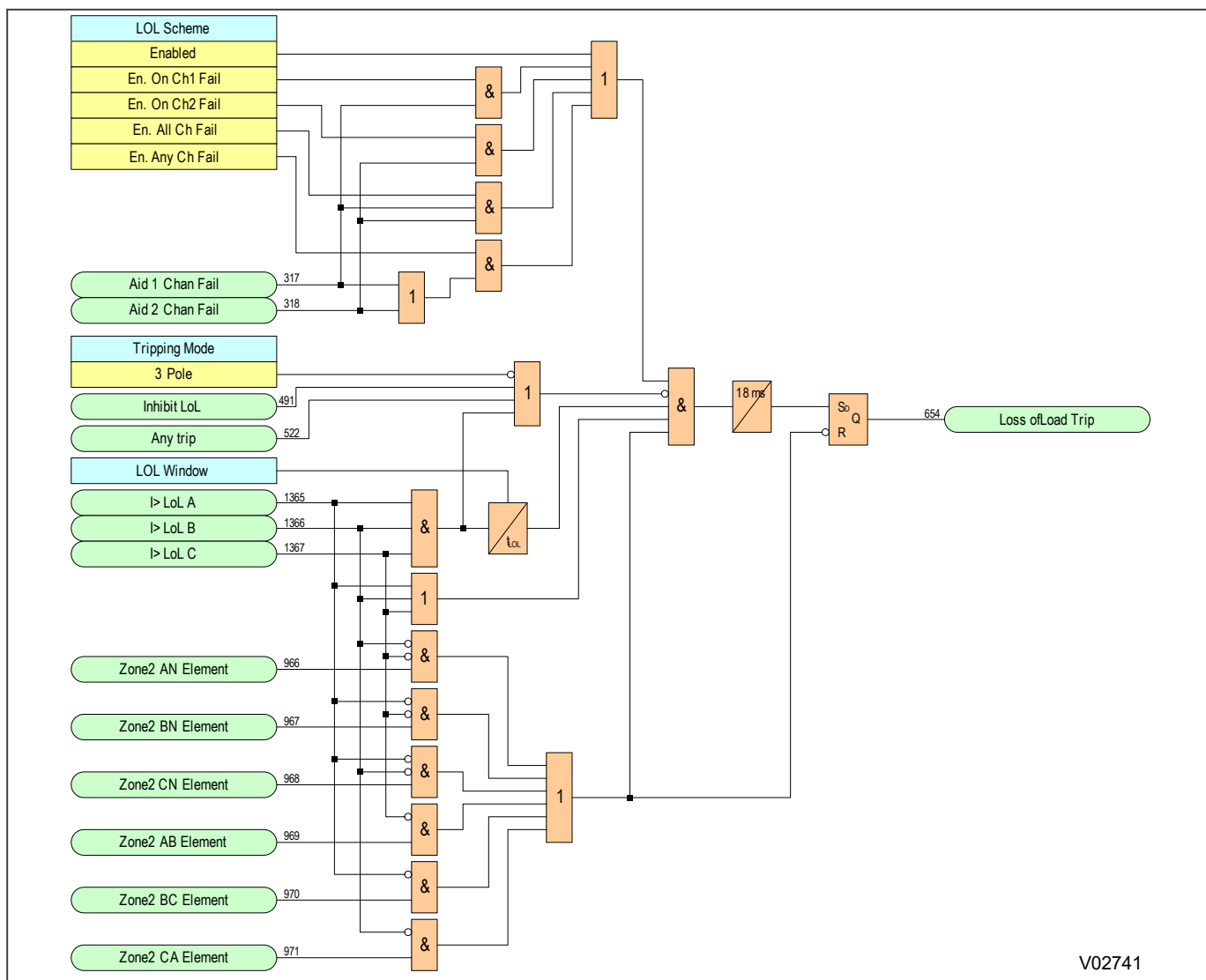
Note:

Wyzwolenie utraty obciążenia jest dostępne tylko w przypadku użycia wyzwalania trójbiegunowego.

Note:

Zapewnienie sygnału DDB **Kazdy WYL** lub sygnału DDB **Blok LoL** zapobiegnie wyzwoleniu LOL.

Szczegółowy schemat logiki utraty obciążenia pokazano poniżej:



V02741

Figure 155: Logika utraty obciążenia

ROZDZIAŁ 10

FUNKCJE KOŁYSAŃ MOCY

10.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W tym rozdziale opisano specjalne funkcje blokowania i zabezpieczania, które wykorzystują analizę kołysań mocy.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	259
Wprowadzenie do blokowania kołysania mocy	260
Blokowanie kołysań mocy	262
Zabezpieczenie przed utratą synchronizmu	278

10.2 WPROWADZENIE DO BLOKOWANIA KOŁYSANIA MOCY

Kołysania mocy to wahania w przepływie mocy, które występują, gdy kąty fazowe napięcia w różnych punktach generowania przesuwają się względem siebie. Mogą one być spowodowane zdarzeniami takimi jak zwarcia i ich późniejsze usuwanie. Kołysania mocy mogą być klasyfikowane jako stabilne lub niestabilne.

Stabilne kołysanie mocy to takie, w którym po zakłóceniu wszystkie źródła generowania powracają do stanu, w którym generują napięcia synchroniczne. Niestabilne kołysanie mocy to takie, w którym co najmniej jedno źródło generacji nie może wznowić pracy synchronicznej z resztą systemu. W takim przypadku bieguny jednego źródła generowania ślizgają się względem biegunów drugiego. Stan ten znany jest jako poślizg biegunów.

Kołysanie mocy może sprawiać, że impedancja przedstawiona zabezpieczeniu odległościowemu przeniesie się z obszaru normalnego obciążenia do jednego lub kilku charakterystyk jej wyzwolenia. Mogłoby to spowodować niechciane lub niekontrolowane wyzwolenie.

Note:

Kołysania mocy nie obejmują ziemi, więc wpływają tylko na impedancje fazowe.

W przypadku stabilnych kołysań mocy zabezpieczenie odległościowe nie powinno być wyzwalane. Aby zapobiec wyzwoleniu, funkcja blokowania kołysań mocy (PSB) jest zwykle zapewniana w celu wsparcia zabezpieczenia odległościowego.

W przypadku niestabilnych kołysań mocy może istnieć strategia wszczyniania kontrolowanego rozdziału systemu. W takim przypadku zabezpieczenie odległościowe nie powinno być wyzwalane podczas utraty stabilności. Jeśli oczekiwane są kołysania mocy lub warunki poślizgu biegunów, niektóre punkty sieci mogą być oznaczone jako punkty rozdziału, w których sieć powinna rozdzielać się w przypadku wystąpienia niestabilnych (lub potencjalnie niestabilnych) warunków. Strategiczne rozdzielanie systemu można osiągnąć za pomocą dedykowanego zabezpieczenia wyzwolenia przy utracie synchronizmu (OOS lub OST). Rozdzielenie można też osiągnąć poprzez strategiczne ograniczenie czasu trwania, w którym działanie określonego zabezpieczenia odległościowego jest blokowane w warunkach kołysania mocy.

Metoda często używana do zrozumienia stabilności systemu energetycznego i poślizgu biegunów jest zwana kryterium równego obszaru. Opiera się to na szeregu krzywych operacyjnych przedstawionych na poniższym rysunku:

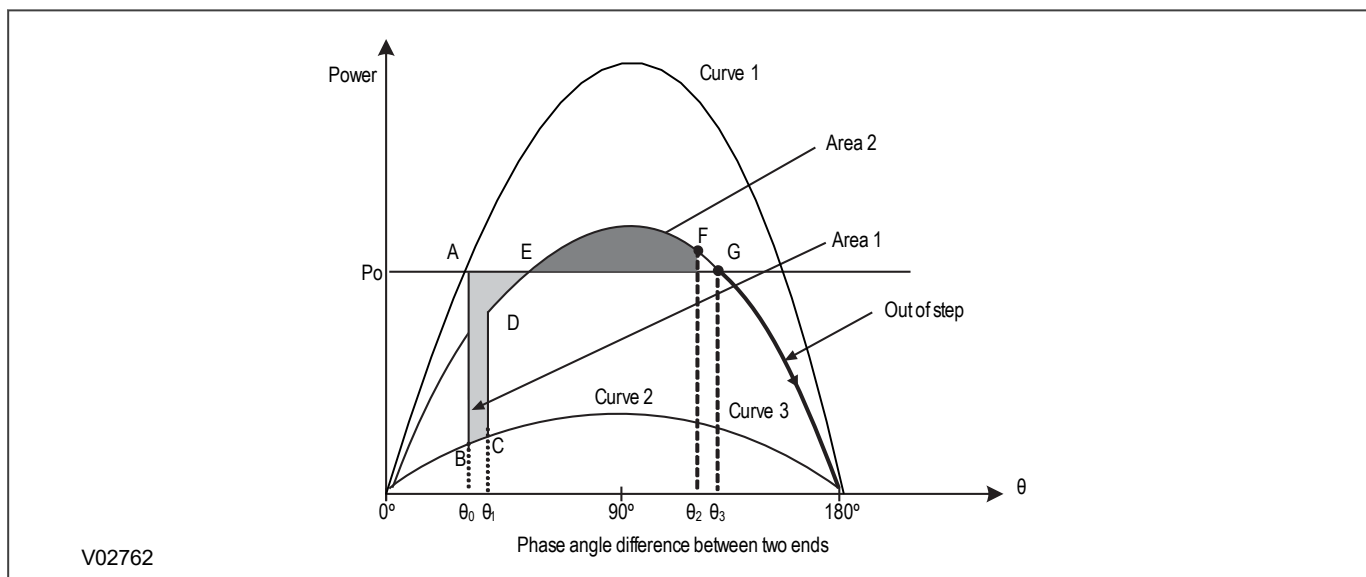


Figure 156: Transfer mocy związany z różnicą kątową między dwoma źródłami generacyjnymi

Rysunek opisuje zachowanie systemu energetycznego z równoległymi liniami łączącymi dwa źródła generowania.

- Krzywa 1 przedstawia działanie systemu przed zwarcim poprzez równoległe linie, w których przenoszona moc to P_o .
- Krzywa 2 przedstawia moc transmitowaną podczas zwarcia fazowo-ziemnego.
- Krzywa 3 przedstawia nową krzywą mocy, gdy dojdzie do wyzwolenia zwartej linii.

W momencie powstania zwarcia punkt pracy A przesuwają się do B, co jest obniżonym poziomem transmisji mocy. W związku z tym istnieje nadwyżka mocy (A do B) na tym końcu wysyłania i odpowiadający jej deficyt mocy na końcu odbioru. Generatory na końcu wysyłającym uruchamiają się, aby przyspieszyć, a generatory na końcu odbioru zwalniają, więc kąt fazowy θ zwiększa się, a punkt pracy przesuwają się wzdłuż krzywej 2 do momentu usunięcia zwarcia (punkt C). W tym punkcie kąt fazowy to θ_1 . Punkt pracy teraz przesuwają się do punktu D na krzywej 3, która przedstawia krzywą transferu mocy, gdy w eksploatacji jest tylko jedna linia. Nadal występuje nadwyżka mocy na wysyłającym końcu i deficyt na końcu odbioru, więc generatory nadal tracą synchronizm, a punkt pracy przesuwają się dalej wzdłuż krzywej 3.

Jeśli w którymś punkcie między E i G (punkt F) generatory obracają się z tą samą prędkością, kąt fazowy przestanie wzrastać. Zgodnie z kryterium równego obszaru dzieje się tak, gdy obszar 2 jest równy obszarowi 1. Wysyłający koniec zacznie teraz zwalniać, a koniec odbierający przyspieszać. Dlatego kąt fazowy zacznie się zmniejszać, a punkt pracy cofnie się w kierunku E. Gdy punkt pracy przejdzie przez E, deficyt końcowy netto końca wysyłającego staje się nadwyżką, a nadwyżka końca odbierającego staje się deficytem, więc generatory na końcu wysyłającym zaczynają przyspieszać, a generatory na końcu odbierającym zaczynają zwalniać. Bez strat punkt pracy systemu będzie oscylował wokół punktu E na krzywej 3, ale w praktyce oscylacja jest wytłumiona, a system ostatecznie ustala się w punkcie pracy E.

Jeśli zatem obszar 1 jest mniejszy niż obszar 2, system będzie oscylował, ale zachowa synchronizm. Kołysanie to jest zwykle nazywane odzyskiwalnym lub stabilnym kołysaniem mocy. W przeciwnej sytuacji, jeśli system przejdzie przez punkt G z dalszym wzrostem różnicy kątowej między końcem wysyłającym a końcem odbierającym, utraci synchronizm i stanie się niestabilny. Dzieje się tak, jeśli początkowy transfer mocy P_o jest tak wysoki, że obszar 1 jest większy niż obszar 2. To kołysanie mocy nie jest odzyskiwalne i zwykle nazywamy je warunkiem utraty synchronizmu lub poślizgiem biegunów. W takim przypadku tylko rozdzielenie systemu i późniejsza ponowna synchronizacja generatorów może przywrócić normalną pracę systemu.

Pokazany punkt G ma około 120° , ale może się to różnić. Jeśli na przykład moc transmitowana sprzed zwarcia (P_o) była wysoka, a usuwanie zwarcia powolne, obszar 1 będzie większy. Aby w tym przypadku przywrócić system, kąt θ musi być zbliżony do 90° . Podobnie, jeśli transmitowana moc sprzed zwarcia P_o jest niska, a usuwanie zwarcia szybkie, obszar 1 będzie mały, a kąt θ zbliży się do 180° , przy czym system pozostanie stabilny.

10.3 BLOKOWANIE KOŁYSAŃ MOCY

Kołysanie mocy może sprawić, że impedancja przedstawiona funkcji odległościowej przeniesie się z obszaru normalnego obciążenia do jednej lub kilku stref wyzwalania. Stabilne kołysania mocy nie powinny powodować wyzwalania zabezpieczenia odległościowego. Dlatego, jeśli kołysanie mocy jest uznawane za stabilne, funkcja zabezpieczenia odległościowego dla strefy jest zablokowana. Niestabilne kołysanie mocy powinno albo wyzwolić odpowiedni element zabezpieczenia, albo rozdzielić system. Dlatego element zabezpieczenia odległościowego powinien być również blokowany dla niestabilnych kołysań mocy, jeśli istnieje strategia dla kontrolowanego rozdzielania systemu.

10.3.1 WYKRYWANIE KOŁYSAŃ MOCY

Istnieją dwa tryby wykrywania kołysań mocy: *Zaawansowany* i *Otw Trojkat*. Można je ustawić w **Kołys mocy stan**.

Tryb zaawansowany zapewnia pracę bez konieczności zmiany ustawień. Wykorzystuje technikę nakładania prądu (zwaną także techniką delta). Technika ta nadaje się do kołysań mocy w zakresie częstotliwości normalnych do szybkich ($>0,5$ Hz)

Aby wykryć wolniejsze kołysania mocy ($<0,5$ Hz) używana jest pomocnicza technika oparta na charakterystykach impedancji. Ta tzw. technika powolnego kołysania wywoła funkcję blokowania kołysania mocy, jeśli kołysanie mocy będzie zbyt wolne dla zadziałania techniki delta. Metoda impedancji wykorzystuje charakterystyki impedancji koncentryczne czworoboczne strefy 7 i strefy 8. Wykrywanie kołysań mocy osiąga się poprzez pomiar czasu potrzebnego na przejście trajektorii impedancji przez strefę 8 do strefy 7 (delta Z). W trybie *Otw Trojkat* metoda impedancji jest używana dla wszystkich kołysań mocy.

Po wykryciu kołysania mocy następują poniższe działania:

- Odpowiednie elementy odległościowe są blokowane (jeśli blokowanie jest włączone).
- Wszystkie strefy są przełączane na autopolaryzowane charakterystyki mho z 10% przesunięciem zasięgu, aby zapewnić maksymalną stabilność podczas kołysania.

10.3.1.1 WYKRYWANIE KOŁYSAŃ MOCY BEZ WPROWADZANIA USTAWIEŃ

W tym przypadku chodzi o to, że użytkownik nie musi definiować żadnych kryteriów charakterystyki. Jedyne ustawienia, które trzeba zdefiniować, to działania w przypadku kołysania mocy (pozwolenie na wyzwolenie, blokowanie lub odblokowanie z opóźnieniem).

Technika wykrywania kołysań mocy bez wprowadzania ustawień wykorzystuje detektor nałożonego prądu (ΔI), jak w selektorze prądu. Dla każdej pętli fazowej (A-B, B-C, C-A) rzeczywisty zmierzony prąd jest porównywany z prądem zmierzonym z dokładnie dwóch cykli wcześniej (obecny w 2-cyklowym buforze FIFO). Jeśli istnieje między nimi różnica (ΔI), oznacza to, że coś dzieje się w tej pętli prądowej.

Nałożony prąd (ΔI) jest porównywany z ustawionym progiem (ustawionym na $5\%I_n$), aby wytworzyć sygnał przełączania PH1. Ten sygnał przełączania jest używany jako wejście dla funkcji blokowania kołysań mocy. Uruchamia też wartości próbki prądowej w 2-cyklowym buforze FIFO, które mają być przechowane w pamięci w celu dalszych porównań prądowych.

Nałożone prądy pojawiają się zarówno w warunkach zwarcia, jak i kołysań mocy. W warunkach zwarcia komponenty nałożone zwykle nie wykraczają poza dwa cykle. Jednak w warunkach kołysania mocy nałożone prądy utrzymują się dłużej niż dwa cykle. Możemy wykorzystać ten fakt do odróżnienia zwarć od kołysań mocy.

Podczas kołysania mocy (w przypadku braku zwarcia) selektor fazy wskaże wybór trójfazowy lub fazowo-fazowy, jeśli jeden biegun jest bez napięcia. A zatem jeśli komponenty nałożone utrzymują się przez trzy cykle, a wskazanie zwartej fazy „trójfazowe z jednym biegunem bez zasilania” występuje podczas tych trzech cykli, wykryto kołysanie mocy i zapewniono odpowiednie sygnały.

Po wykryciu kołysania mocy próg ΔI używany przez selektor fazy rośnie, a wartości prądowe obecne w buforze dwóch cykli są zapisywane. Zapewnia to pokrycie zwarć, które mogą wystąpić w trakcie kołysania mocy.

W stanie zwarcia detektor prądu nałożonego powinien resetować się po dwóch cyklach, ponieważ gdy wartości prądu zwarciovego przejdą do bufora FIFO, będzie on porównany z obecnym prądem zwarciovym, a prąd nałożony powróci do zera. Pozwoli to na resetowanie funkcji wykrywania kołysań mocy.

Konfiguracja wykrywania kołysań mocy bez wprowadzania ustawień

Wykrywanie kołysań mocy oparte na prądzie nałożonym nie wymaga badań systemowych. Należy jedynie zdecydować, czy strefa ma być zablokowana, czy też zezwalać na wyzwolenie w przypadku wykrycia kołysania mocy. Można to zrobić strefa po strefie, używając ustawień dla danej strefy. Na przykład ustawienie strefy 1 to **Strf 1 Faz. KM**. Dostępne opcje to *Blokowany*, *Zezw. OW* lub *Opoz. Odbl.*

10.3.1.1.1 SYNCHRONIZACJA SYGNAŁÓW SELEKTORA FAZY

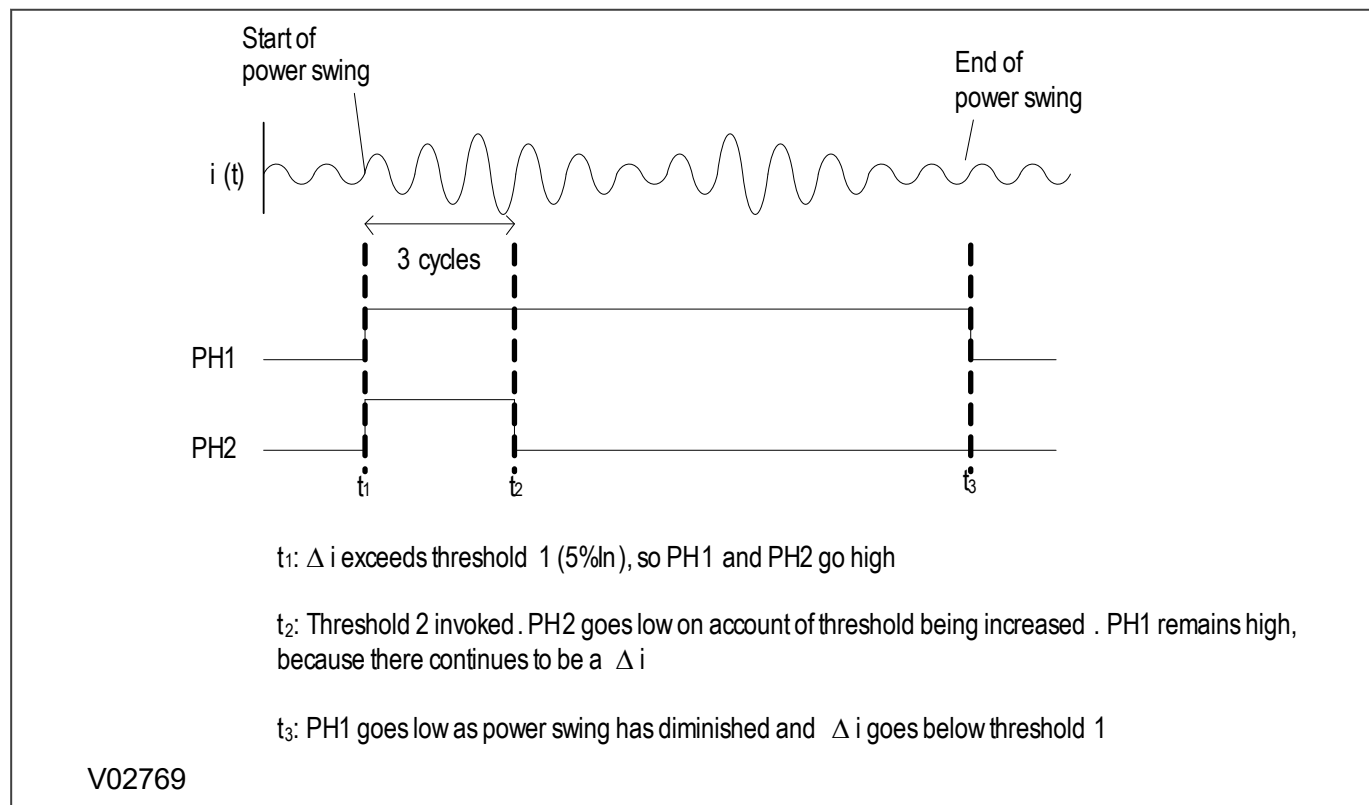


Figure 157: Synchronizacja selektora fazy dla stanu kołysania mocy

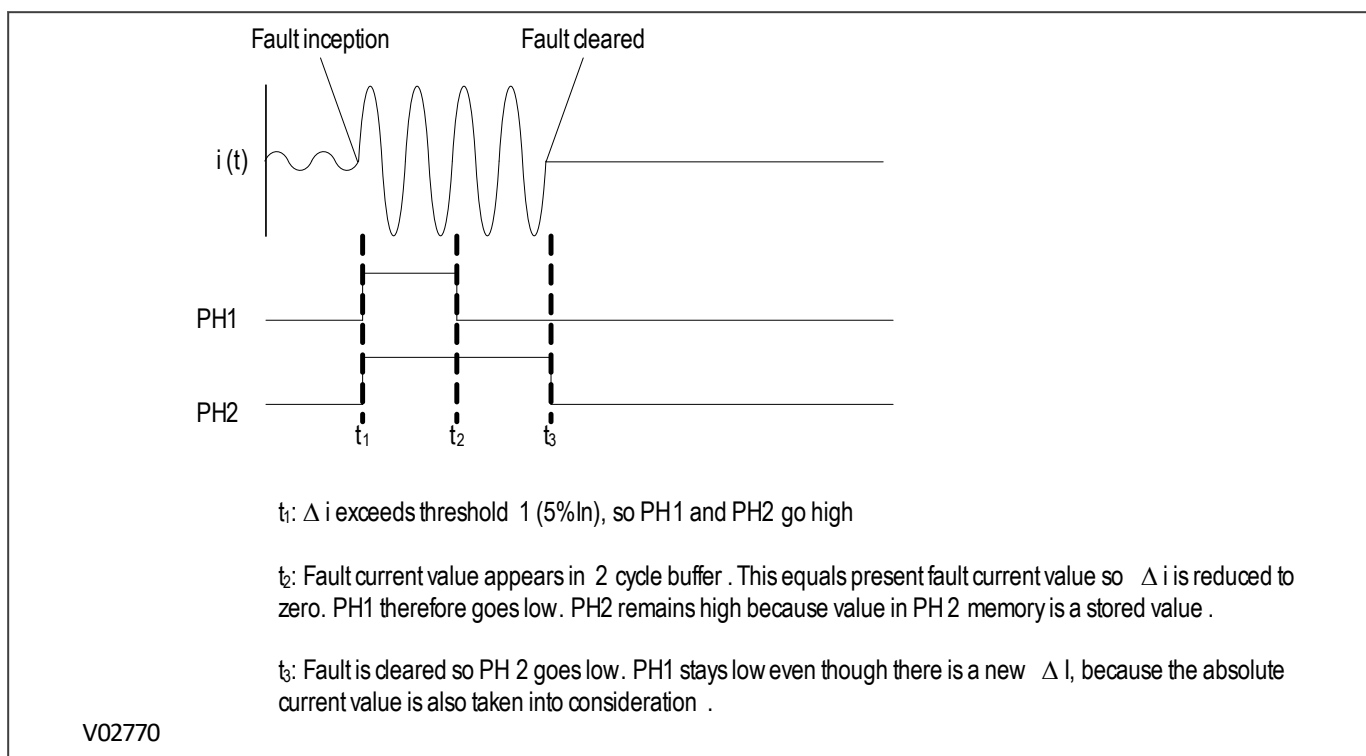


Figure 158: Synchronizacja selektora fazy dla stanu zwarcia

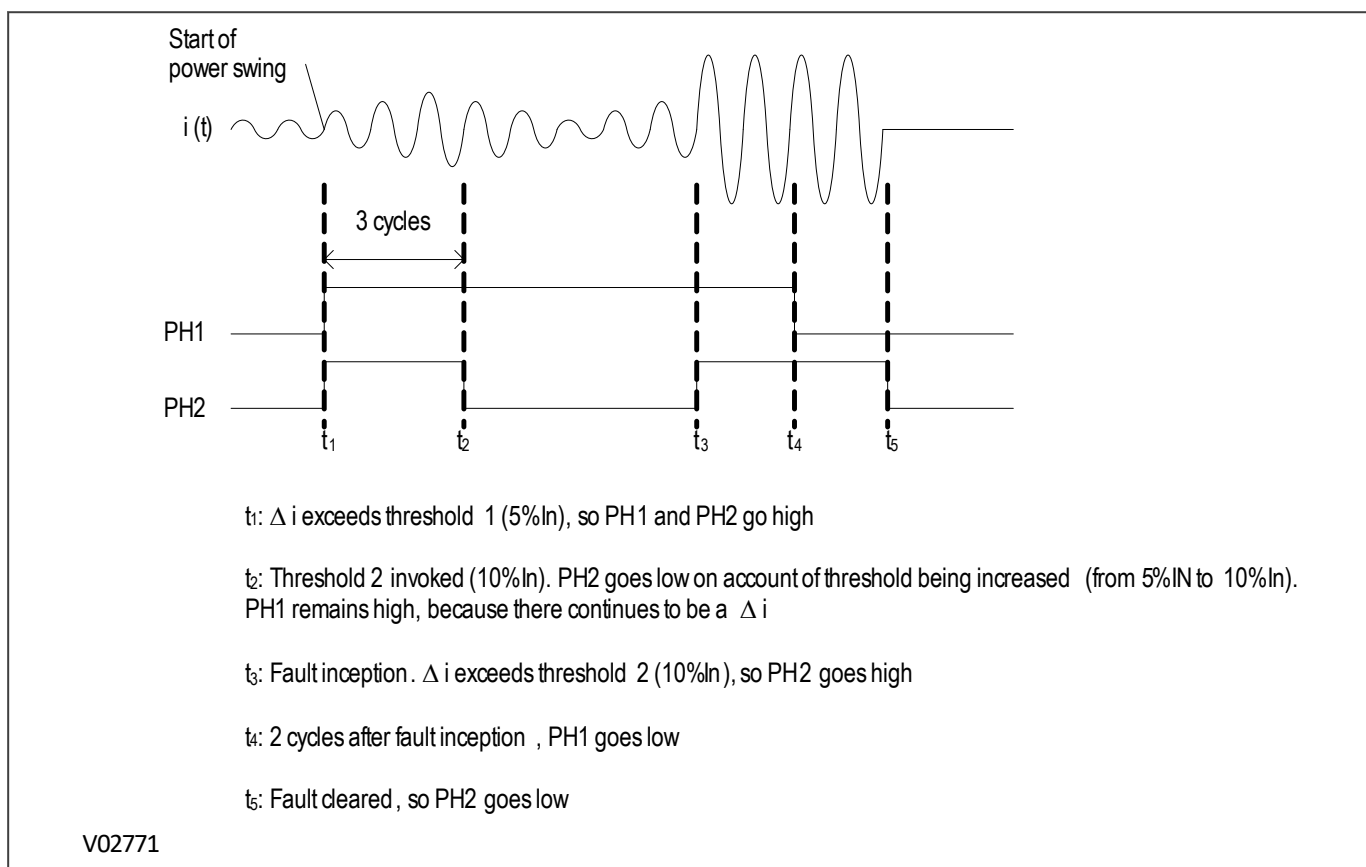


Figure 159: Synchronizacja selektora fazy dla zwarcia podczas kołysania mocy

10.3.1.2 WYKRYWANIE POWOLNEGO KOŁYSANIA MOCY

W przypadku powolnych kołysań mocy (0,5 Hz i mniej), gdzie prąd nałożony może pozostać poniżej minimalnego progu $5\%I_n$ wymaganego dla detektora prądu nałożonego (ΔI), wykorzystywana jest inna metoda. Metodę tę nazywamy wykrywaniem powolnego kołysania. Wymaga ona włączenia ustawienia **Male kolys**.

Note:

Jeśli funkcja Slow Swing nie jest włączona, bardzo powolne kołysania mocy ($<0,5$ Hz) mogą nie zostać wykryte.

Metoda wykrywania powolnego kołysania opiera się na pomiarach zmiennej impedancji i wykorzystuje parę konfigurowalnych koncentrycznych stref czworobocznych na płaszczyźnie impedancji (strefa 7 i 8). Ponieważ kołysania mocy nie obejmują ziemi, pomiary impedancji opierają się na dodatnich ilościach sekwencyjnych i konieczne są jedynie pomiary fazowe. Charakterystykę pokazano na poniższym rysunku:

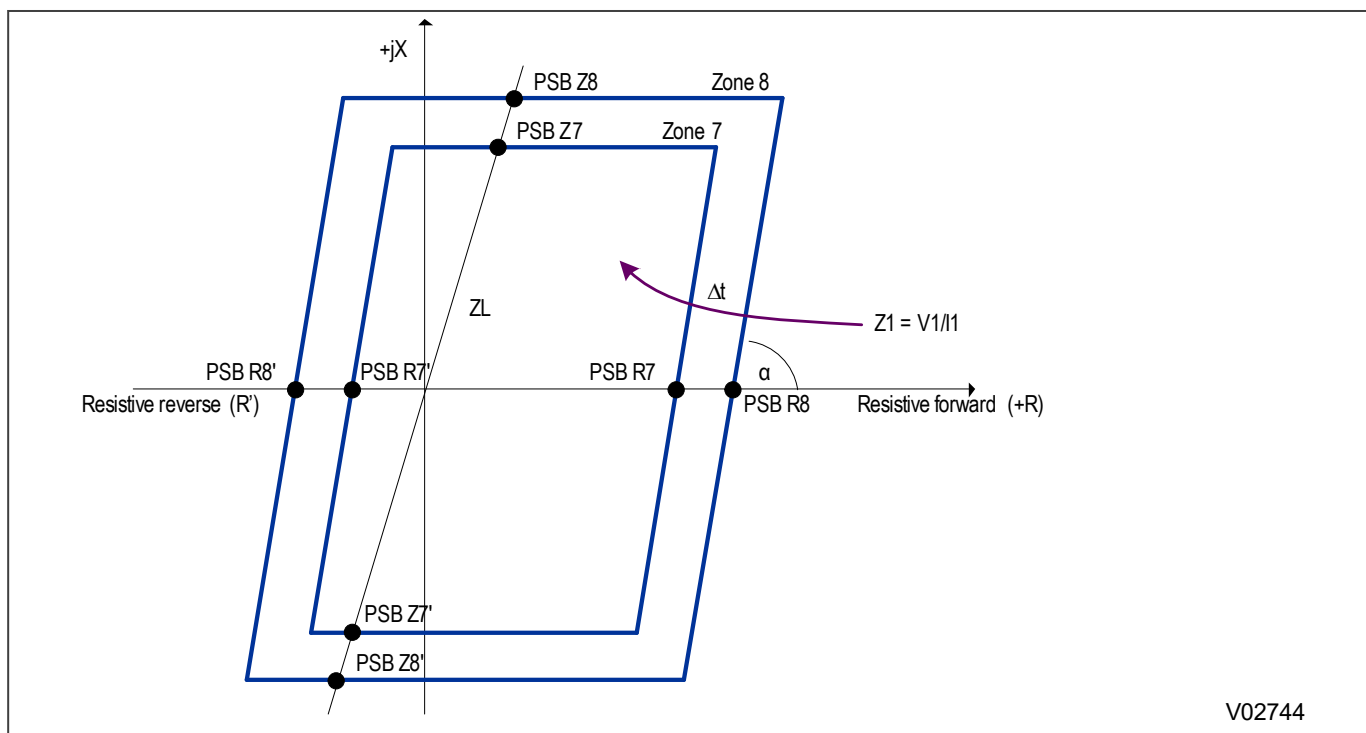


Figure 160: Charakterystyka wykrywania powolnego kołysania mocy

Czas upływający definiuje szybkość zmiany impedancji. Jeśli szybkość zmiany jest wysoka, zmiana wynika ze zwarcia. Jeśli szybkość zmiany jest niska, zabezpieczenie wskazuje powolne kołysanie mocy. Jeśli więc czas potrzebny na przejście trajektorii impedancji przez strefę 8 do strefy 7 jest dłuższy niż czas zdefiniowany przez timer PSB, uznaje się, że trwa powolne kołysanie mocy. Jeśli czas potrzebny na przejście trajektorii impedancji przez strefę 8 do strefy 7 jest krótszy niż zdefiniowany przez timer PSB, uznaje się, że doszło do zwarcia.

Innymi słowy, kołysanie mocy jest wskazywane, gdy prawdziwy jest następujący warunek:

$$\Delta\tau > \text{Czas KM}$$

Charakterystyki strefy 7 i 8 opierają się na pomiarze impedancji sekwencji dodatniej; $Z_1 = V_1/I_1$. Minimalny prąd (czułość) potrzebny dla pomiarów strefy 7 i 8 to $5\% I_n$.

Konfiguracja wykrywania powolnego kołysania mocy

Wykrywanie powolnych kołysań mocy i blokowanie trzeba najpierw włączyć w ustawieniu **Male kolys**. Następnie należy skonfigurować ustawienia zasięgu rezystywnego i zasięgu impedancji, aby zdefiniować koncentryczne charakterystyki czworoboczne dla stref 7 i 8:

PSB R7: zasięg rezystywny do przodu dla strefy 7

PSB R7': zasięg rezystywny w kierunku odwrotnym dla strefy 7

PSB R8: zasięg rezystywny do przodu dla strefy 8

PSB R8': zasięg rezystywny w kierunku odwrotnym dla strefy 8

PSB Z7: zasięg impedancji do przodu dla strefy 7

PSB Z7': zasięg impedancji w kierunku odwrotnym dla strefy 7

PSB Z8: zasięg impedancji do przodu dla strefy 8

PSB Z8': zasięg impedancji w kierunku odwrotnym dla strefy 8

Należy również skonfigurować kąt fazowy impedancji α . Jest on taki sam dla strefy 7 i 8. Aby to zrobić, należy ustawić **Alfa Z7/Z8** między 20° a 90°.

Ustawienie **Czas KM** definiuje minimalny czas, w jakim trajektoria impedancji musi przejść przez strefę 8 do strefy 7 ($\Delta\tau$) zanim uzna się, że doszło do kołysania mocy. Kołysanie mocy jest oznaczane, gdy $\Delta\tau > \text{Czas KM}$.

10.3.1.3 WYKRYWANIE KOŁYSAŃ MOCY (ALARM I BLOKOWANIE)

Wykrywanie kołysań mocy

Kołysanie mocy może sprawiać, że impedancja przedstawiona przekaznikowi odległościowemu przeniesie się z obszaru normalnego obciążenia do jednego lub kilku charakterystyk jej wyzwolenia. W przypadku stabilnego kołysania mocy ważne jest, aby nie doszło do wyzwolenia przekaznika. Przekaznik nie powinien się także wyzwalać podczas utraty stabilności, ponieważ może istnieć strategia użytkowa dla kontrolowanego podziału systemu podczas takiego zdarzenia.

Wykrywanie kołysań mocy w <Produkcje> to zaawansowana technika, która wykorzystuje detektor prądu nałożonego (ΔI) podobny do zasady wyboru fazy opisanej powyżej. Jednak w przypadku detektora kołysania moc prąd jest zawsze porównywany z 2 poprzednimi cyklami. Przy stanie zwarcia detektor kołysania mocy (PSD) zresetuje się po 2 cyklach, ponieważ nie dojdzie do wykrycia prądu nałożonego.

W przypadku kołysania mocy PSD będzie mierzyć prąd nałożony dłużej niż 2 cykle, a jest to długość czasu, w którym prąd nałożony się utrzymuje i jest używana do odróżnienia zwarcia od kołysania mocy. Kołysanie mocy uznaje się za trwające, jeśli wybór trójfazowy lub wybór fazy do fazy przy jednym otwartym biegunie utrzymuje się przez ponad 3 cykle, jak pokazano na rysunku powyżej. W tym momencie wymagane strefy odległościowe mogą zostać zablokowane, aby uniknąć wyzwolenia w przypadku, gdy impedancja kołysania przejdzie do strefy wyzwalań.

Aby wykryć powolne kołysanie mocy, gdy prąd nałożony pozostaje poniżej minimalnego progu ($5\%I_n$), używana jest uzupełniająca metoda wykrywania. Metoda ta wymaga ustawienia strefy 5. W przypadku ustawienia strefy 5 nie jest wymagane badanie systemowe. Konieczne jest jedynie ustawienie zasięgu R5 i R5' poniżej minimalnej możliwej impedancji obciążenia, jak wyjaśniono w sekcji „Zastosowanie”. Jeśli impedancja w miejscu zwarcia pozostaje w strefie 5 przez co najmniej 1 cykl bez zadziałania wyboru fazy, deklaruje się powolne kołysanie. Ta uzupełniająca metoda uzupełniająca działa równolegle do automatycznej techniki niewymagającej ustawień, którą opisano powyżej.

Strefa 5 ma dwójakie przeznaczenie: zabezpieczenie OST i wykrywanie powolnego kołysania mocy. Nie zachodzi konflikt w ustawieniach strefy 5, tj. ustawienia strefy 5 dla zabezpieczania OST (jeśli dotyczy) idealnie pasują do wykrywania powolnego kołysania mocy.

Działania przy wykryciu powolnego kołysania

Po wykryciu kołysania mocy następują poniższe działania:

- Elementy odległościowe są blokowane w wybranych strefach pod warunkiem, że włączono blokowanie
- Wszystkie strefy są przełączane na autopolaryzowane charakterystyki mho, aby zapewnić maksymalną stabilność podczas kołysania
- Alarm blokady kołysania mocy jest wydawany, gdy impedancja kołysania wchodzi do strefy odległościowej. Warunek wejścia do strefy impedancji unika alarmowania w przypadku chwilowych kołysań niskoprądowych, które szybko się stabilizują
- Gdy trwa kołysanie mocy, minimalny prób używany przez selektor fazy jest zwiększany do dwukrotności maksymalnego prądu nałożonego występującego w kołysaniu. Dlatego selektor fazy resetuje się po wykryciu kołysania mocy. Następnie może być wykorzystany do wykrycia zwarcia podczas kołysania mocy.

Wykrywanie zwarcia podczas kołysania mocy

Zwarcie jest wykrywane podczas kołysania, gdy selektor fazy zadziała zgodnie ze swoim zwiększonym progiem. Dlatego każde zadziałanie selektora fazy spowoduje odblokowanie PSB i umożliwi wyzwolenie. Przykładowe scenariusze:

- Zwarcie sprawia, że zmierzony prąd delta wzrasta ponad dwukrotnie niż zapis podczas kołysania (zmiana skokowa w delta I, a nie oczekiwane stopniowe przejście w kołysaniu mocy).

Działania po wykryciu zwarcia podczas kołysania mocy (tylko opcja odległościowa)

- Sygnał blokujący jest usuwany tylko ze stref, które rozpoczynają się w ciągu 2 cykli od wykrycia zwarcia. Poprawia to stabilność w przypadku zewnętrznych zwarć podczas kołysań mocy. Każda strefa pomiarowa, która wykrywała impedancji w swojej charakterystyce, zanim selektor fazy wykrył zwarcie, pozostanie zablokowana. Minimalizuje to ryzyko wyzwolenia dla impedancji kołysania, która może naturalnie przechodzić przez strefę 1, a w przeciwnym razie mogłaby spowodować słuszne wyzwolenie, jeśli wszystkie strefy byłyby odblokowane w momencie powstania zwarcia. Każda strefa pomiarowa, która odbierze sygnał poza 2-cyklowym oknem, pozostanie zablokowana. Minimalizuje to ryzyko wyzwolenia dla ciągłego kołysania, które może przechodzić przez strefę 1, a w przeciwnym razie mogłoby spowodować słuszne wyzwolenie, gdyby wszystkie strefy mogły odblokować się wspólnie.

Ustawienia kołysania mocy

Wykrywanie kołysań mocy nie wymaga ustawień i jest wspomagane przez wykrywanie powolnych kołysań mocy, które wykorzystuje strefę 5 i nie wymaga żadnych badań systemowych. Jedynym ustawieniem dostępnym dla użytkownika, poza strefą 5, jest decyzja, czy strefa powinna być zablokowana, czy też może być wyzwolana po wykryciu kołysania mocy. Można wybrać jeden tryb z poniższych strefa po strefie:

Pozwolenie na wyzwolenie	jeśli miejsce geometryczne kołysania mocy pozostanie w charakterystyce strefy wyzwolenia przez czas równy czasowi opóźnienia strefy, wyzwolenie może dojść do skutku;
Blokowanie	aby utrzymać stabilność strefy, nawet jeśli miejsce geometryczne kołysania mocy do niej wejdzie;
Opóźnione blokowanie	utrzymuje blokowanie przez ustawiony czas trwania. Jeśli kołysanie nadal występuje po wygaśnięciu okna „PSB Timeout Set”, wyzwolenie jest dozwolone w sposób normalny.

Inne możliwe ustawienia to:

- Wybór PSB tylko jako „Zainicjowany” uruchomi alarm bez blokowania żadnych stref.
- Funkcja PSB Unblock Dly pozwala usunąć blokowanie dla każdego kołysania mocy po ustawionym czasie trwania. W przypadku trwałego kołysania, które się nie stabilizuje, każda zablokowana strefa będzie mogła wywołać wyzwolenie po upływie czasu timera. W ustawieniu, które przekaźniki będą odblokowane,

użytkownik powinien rozważyć, które lokalizacje przełączników są naturalnymi punktami podziału dla wyspowiania systemu energetycznego.

- Opóźnienie resetowania PSB to opóźnienie czasowe na timerze opadania, który utrzymuje wykrywanie PSB nawet po pozornym ustabilizowaniu kołysania. Służy do upewnienia się, że gdy prąd kołysania przejdzie przez naturalne minimum i wykrywanie delta I zostanie zresetowane, wykrywanie nie przerwie się / nie zacznie drgać. Może zatem służyć do zapewnienia ciągłego wskazywania kołysania mocy, gdy trwa poślizg biegunów (niestabilny stan braku synchronizmu).

Uproszczony diagram logiki z działaniem blokowania kołysań mocy znajduje się poniżej:

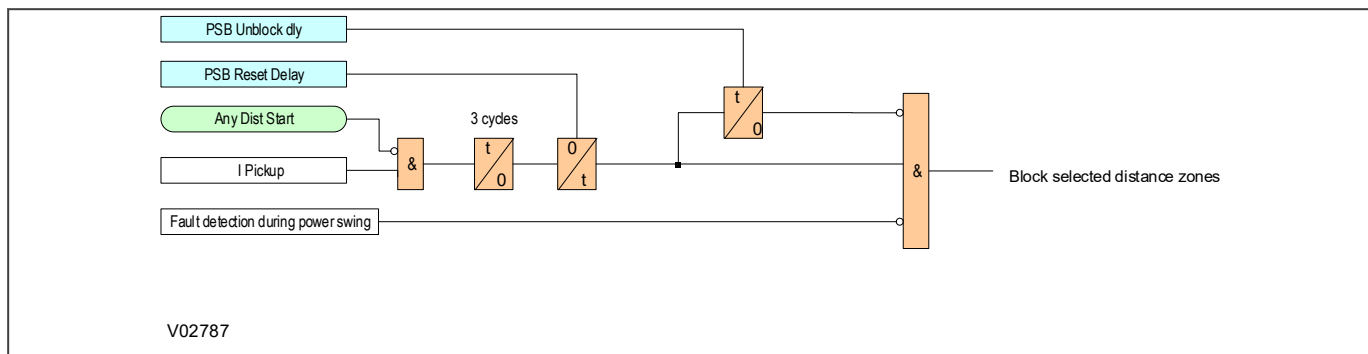


Figure 161: Logika blokowania kołysań mocy

Wykrywanie braku synchronizmu i wyzwalanie

Zabezpieczenie przed brakiem synchronizmu służy do podziału systemu energetycznego na możliwe stabilne obszary generacji i zrównoważenia obciążenia podczas niestabilnych oscylacji mocy. Punkty podziału systemu powinny być określone poprzez szczegółowe badania stabilności systemu.

Funkcja zabezpieczenia <Produkt> przed brakiem synchronizmu ma 4 różne opcje ustawień:

1. Wyłączone
2. Predykcyjne OST
3. OST
4. Predykcyjne OST lub OST

Jeśli ustawiono *Odstawione*, funkcja wykrywania braku synchronizmu jest wyłączona. <Produkt> obejmuje także opcję wcześniejszego podziału systemu poprzez wybranie funkcji Predykcyjne OST (czasem zwanej też wczesnym OST), aby zminimalizować przesunięcie kąta między dwoma końcami i zapewnić stabilność w obszarach podziału. Trzecia opcja dzieli system po wykryciu stanu braku synchronizmu, tj. gdy dochodzi do poślizgu biegunów. Czwarta opcja to połączenie dwóch poprzednich.

Wykrywanie braku synchronizmu

Wykrywanie braku synchronizmu opiera się na sprawdzonej zasadzie $\Delta Z/\Delta t$ związanej z dwoma koncentrycznymi charakterystykami wielobocznymi, jak pokazano na rysunku poniżej.

Charakterystyka

Obie charakterystyki wieloboczne są od siebie niezależne i mają własne ustawienia dla zasięgów oporu biernego i rezystywnego.

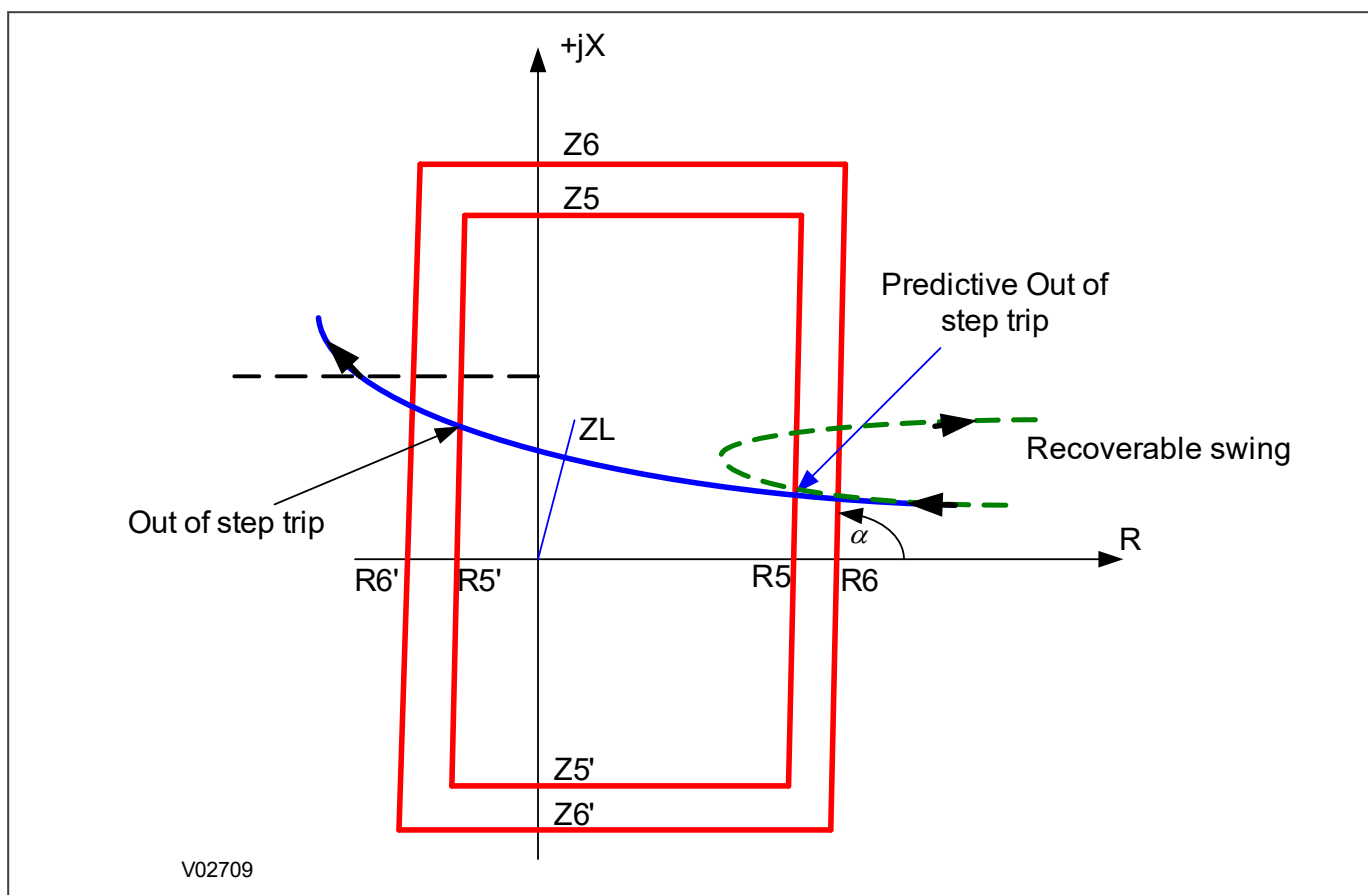


Figure 162: Charakterystyka wykrywania braku synchronizmu

Zarówno charakterystykę wewnętrzną (strefa 5), jak i zewnętrzną (strefa 6), jak pokazano powyżej można ustawić w warunkach impedancji sekwencji dodatniej, aby zapewnić prawidłowe wykrywanie braku synchronizmu podczas warunków kołysania z otwartym biegunem. Dlatego dla każdej zmierzonej pętli istnieje tylko charakterystyka wieloboczna impedancji sekwencji dodatniej Z5 i Z6, a nie 6 charakterystyk. Zmierzona impedancja sekwencji dodatniej jest obliczana następująco:

$$Z1 = V1/I1$$

Gdzie V1 i I1 to napięcie sekwencji dodatniej i prąd pochodzące ze zmierzonych wielkości fazowych. Należy pamiętać, że podczas symetrycznych oscylacji mocy nie ma różnicy między pętlami impedancji fazowej a pętlą impedancji sekwencji dodatniej, podczas gdy dla oscylacji bieguna otwartego impedancje fazowe i sekwencji dodatniej są różne. Ten fakt należy wziąć pod uwagę podczas testowania/rozruchu.

Wszystkie cztery ograniczniki rezystywne są równoległe, wykorzystując to samo ustawienie kąta α , które odpowiada kątowi łącznej impedancji systemu $ZT (= ZS + ZL + ZR)$, gdzie ZS i ZR są równoważne impedancjom sekwencji dodatniej na końcach wysyłania i odbierania, a ZL to liniowa impedancja sekwencji dodatniej. Przechylenie linii oporu biernego i kompensacji resztkowej nie jest realizowane.

Na powyższym rysunku jednolita trajektoria impedancji przedstawia miejsce geometryczne dla nieodzyskiwalnej oscylacji mocy, zwanej także poślizgiem biegunów lub brakiem synchronizmu. Wykropkowana trajektoria impedancji odzwierciedla oscylację mocy odzyskiwalnej, zwykle zwaną kołysaniem.

Zasada działania

Algorytm wykrywania braku synchronizmu opiera się na pomiarze prędkości przejścia impedancji sekwencji dodatniej przez ustawiony region ΔZ . Gdy tylko zmierzona impedancja sekwencji dodatniej zetknie się z zewnętrznym wielobokiem, uruchamia się timer.

Jeśli zaburzenie trwa mniej niż 25 ms od wejścia do strefy 6 do wejścia do strefy 5, przełącznik uzna, że jest to zwarcie systemu energetycznego, a nie stan braku synchronizmu. Timer ma stałą wartość 25 ms w logice i nie jest dostępny dla użytkownika. Podczas zwarcia systemu energetycznego prędkość zmiany impedancji z obciążenia na zwarcie jest wysoka, ale przełącznik może zadziałać wolniej dla marginalnych zwarć zbliżonych do granicy, zwłaszcza dla zwarć o wysokiej rezystywności wewnątrz charakterystyk pracy strefy i zbliżonych do granicy Z5. Dlatego, aby zapewnić wystarczająco dużo czasu na zadziałanie elementu odległościowego, a tym samym odróżnienie zwarcia od bardzo szybkiej oscylacji systemu, stosowany jest ustalony czas 25 ms.

Jeśli zaburzenie trwa więcej niż 25 ms, ale mniej niż ustawiony czas Delta T od wejścia do strefy 6 do wejścia do strefy 5, będzie to postrzegane jako bardzo szybka oscylacja. W związku z tym przełącznik wyzwoli się, jeśli wybrano opcję ustawień 2 lub 4. Minimalne ustawienie czasu Delta T to 30 ms, co pozwala zapewnić 5 ms marginesu dla stałego timera 25 ms.

Jeśli zaburzenie trwa dłużej niż ustawiony czas Delta T, aby wejść do strefy 5 po wejściu do strefy 6, wówczas uznaje się, że występuje powolna oscylacja mocy. Po wejściu do Z5 przełącznik zarejestruje biegunowość części rezystywnej impedancji sekwencji dodatniej. Możliwe są dwa scenariusze:

1. Jeśli część rezystywna impedancji sekwencji dodatniej opuści Z5 z taką samą biegunowością jak poprzednio zarejestrowana na wejściu do Z5, uznaje się to za odzyskiwalne kołysanie. Nie dojdzie do żadnego wyzwolenia.
2. Jeśli rezystywna część impedancji sekwencji dodatniej ma odwrotną biegunowość przy wyjściu z Z5 niż zarejestrowana biegunowość na wejściu do Z5, rozpoznawany jest brak synchronizmu, po którym dochodzi do wyzwolenia, jeśli wybrano opcję ustawień 3 lub 4. Należy pamiętać, że w przypadku gdy timer Delta T nie wygaś i wybrano opcję ustawienia 3, także zostanie wykryty stan braku synchronizmu, po którym zadziała OST.

Ponieważ tryb wyzwolenia dla wykrytego stanu braku synchronizmu to zawsze wyzwolenie 3 ph, sygnały „Predictive OST” i OST DDB są mapowane do wyzwalań 3 ph w domyślnym PSL. Dodatkowo brak synchronizmu zablokuje funkcję automatycznego ponownego zamknięcia. Opóźnienie czasowe wyzwolenia po utracie synchronizmu TOST jest także dostępne, aby opóźnić polecenie wyzwolenia OST do czasu, gdy kąt między napięciami wewnętrznymi pomiędzy dwoma końcami ma 240 stopni, zamykając się w kierunku 360 stopni. Ma to na celu ograniczenie stresu napięciowego na wyłączniku obwodu. W przypadku zwarcia występującego podczas kołysania funkcja wyzwalań przy utracie synchronizmu będzie zablokowana.

Algorytm zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu jest całkowicie niezależny od elementów odległościowych i funkcji wykrywania kołysań mocy bez wprowadzania ustawień. Ograniczenie obciążenia nie ma żadnego wpływu na charakterystykę OST. Aby funkcja zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu zadziałała, musi być obecny minimalny prąd sekwencji dodatniej 5%In.

Algorytm zabezpieczenia przed utratą synchronizmu jest widoczny na powyższym rysunku.

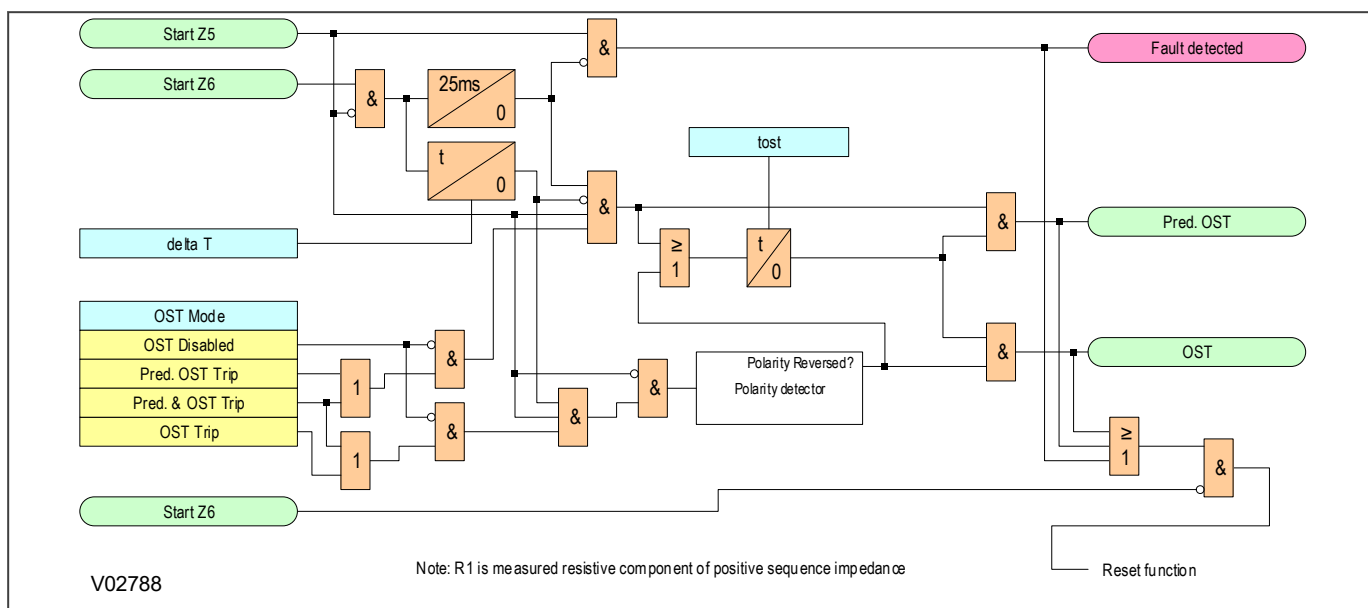


Figure 163: Logika utraty synchronizmu

10.3.2 WYKRYWANIE ZWARCIA PODCZAS KOŁYSANIA MOCY

Zwarcia charakteryzują się zmianami skokowymi w prądzie nałożonym (ΔI), a nie bardziej stopniowymi zmianami objawowymi dla kołysania mocy.

Gdy trwa kołysanie mocy, próg dla selektora fazy zwiększa się do dwukrotności maksymalnego prądu nałożonego spowodowanego kołysaniem. Zwarcie spowoduje ΔI większy niż podniesiony próg, więc zwarcie zostanie wykryte przez selektor fazy. Zadziałanie selektora fazy w tym stanie odblokowuje funkcję PSB, aby umożliwić wyzwolenie elementów odległościowych.

Aby zapewnić stabilność dla zwarć zewnętrznych, sygnał blokujący jest usuwany tylko ze stref, które rozpoczynają się w ciągu dwóch cykli od rozpoznania zwarcia przez detektor fazy:

Każdy element odległościowy mierzy impedancję wewnątrz swojej charakterystyki, zanim selektor fazy wykryje zwarcie pozostaje zablokowany. Zapobiega to wyzwoleniu dla impedancji kołysania mogącej przypadkowo przechodzić przez szybko działającą strefę, a która mogłaby spowodować fałszywe wyzwolenie, jeśli wszystkie elementy byłyby odblokowane bez kwalifikacji.

Każdy element odległościowy, który mierzy impedancję wewnątrz swojej charakterystyki po wygaśnięciu okna dwóch cykli ΔI selektora fazowego, pozostaje zablokowany. Zapobiega to wyzwoleniu dla ciągłego kołysania, które może przechodzić przez szybko działającą strefę, co mogłoby spowodować fałszywe wyzwolenie, gdyby element mógł zostać odblokowany przez reset selektora niezaklasyfikowanej fazy.

10.3.3 KONFIGURACJA BLOKOWANIA KOŁYSANIA MOCY

Aby użyć funkcji kołysania mocy, należy ustawić **Blk KołysMocy** w kolumnie KONFIGURACJE na *Zalaczone*. Można ustawić blokowanie kołysania mocy na *Zainicjowany* (alarmy są uruchamiane, ale bez blokowania) lub na *Blokowany* (wprowadzane jest blokowanie).

Aby określić, jakie działania ma podjąć funkcja PSB, należy ustawić strefy odległościowe. Strefy odległościowe kołysania mocy dla fazy i ziemi są dostępne w kolumnie *POWER SWING BLK*.

Poniższe opcje są dostępne dla każdej ze stref PSB:

Zezw. OW: jeśli miejsce geometryczne kołysania mocy pozostaje w charakterystyce odległościowej przez czas równy opóźnieniu czasowemu elementu, wyzwolenie jest dozwolone.

Blokowany: zapobiega wyzwaniu dla tego elementu, nawet jeśli miejsce geometryczne kołysania mocy wejdzie do charakterystyki elementu.

Opoz. Odbl: utrzymuje blokowanie przez ustawiony czas po wykryciu kołysania mocy. Aby jej użyć, należy ustawić **Odblokowanie KM** na *Zalaczone*, a następnie żądany czas **Opoz. Odbl KM** na usunięcie blokady.

Note:

Timer **Opoz. Odbl KM** jest wspólny dla wszystkich elementów.

Opoz. Odbl KM to czas trwania, w którym występuje kołysanie mocy. Celem jest umożliwienie odróżnienia kołysania stabilnego od niestabilnego. Jeśli po okresie oczekiwania kołysanie nada się nie ustabilizowało, może zostać zwolniona blokada wybranych stref, dając możliwość podziału systemu. Jeśli odblokowanie nie jest wymagane, należy ustawić maksymalną wartość (10 s).

Istnieje kolejny timer związany z funkcją PSB. Jest to timer **Kas. Opoz. KM**. Służy do utrzymania wykrywania kołysań mocy przez okres po zresetowaniu wykrywania prądu nałożonego (ΔI). ΔI naturalnie ma tendencję do zerowania dwukrotnie podczas każdego cyklu kołysania (okolice najwyższego i najniższego prądu w elemencie kołysania). Krótkie opóźnienie czasowe zapewnia ciągły odbiór sygnału PSB podczas minimów ΔI .

Kas. Opoz. KM służy do utrzymania stanu PSB, gdy ΔI jest naturalnie niski podczas cyklu kołysania (w pobliżu maksimów i minimów prądowych w obwiedni kołysania). Typowe ustawienie 0,2 s jest stosowane, aby wstrzymać detekcję do czasu ponownego pojawienia się ΔI .

Ustawienie **WI OW KM** określa, co się stanie, jeśli kołysanie mocy zostanie wykryte, gdy używana jest funkcja wyzwolenia słabego przepływu (WI), a warunek WI występuje przez czas dłuższy niż **WI Opoz. OW**. Jeśli wybrano **Blokowany**, działanie funkcji słabego przepływu zostanie wyłączone na czas trwania kołysania. Jeśli wybrano **Opoz. Odbl**, blokada elementu słabego przepływu zostanie usunięta po wygaśnięciu timera **Opoz. Odbl KM**, nawet jeśli kołysanie nadal występuje. Pozwala to na rozdzielenie systemu, gdy kołysanie się nie ustabilizuje. W trybie **Zezw. OW** wykrywanie kołysania mocy nie wpływa na element słabego przepływu.

10.3.4 GRANICA OGRANICZANIA OBCIĄŻENIA KOŁYSANIA MOCY

Jeśli włączono ograniczanie obciążenia, poniższe ma zastosowanie w odniesieniu do pętli fazowo-fazowych:

Wartości impedancji, które występują wewnątrz granic ograniczania zasięgu i są zbliżone do nich przez jeden cykl, wskazują na kołysanie mocy. Region kołysania mocy jest przedstawiony zacienionym obszarem na poniższym diagramie:

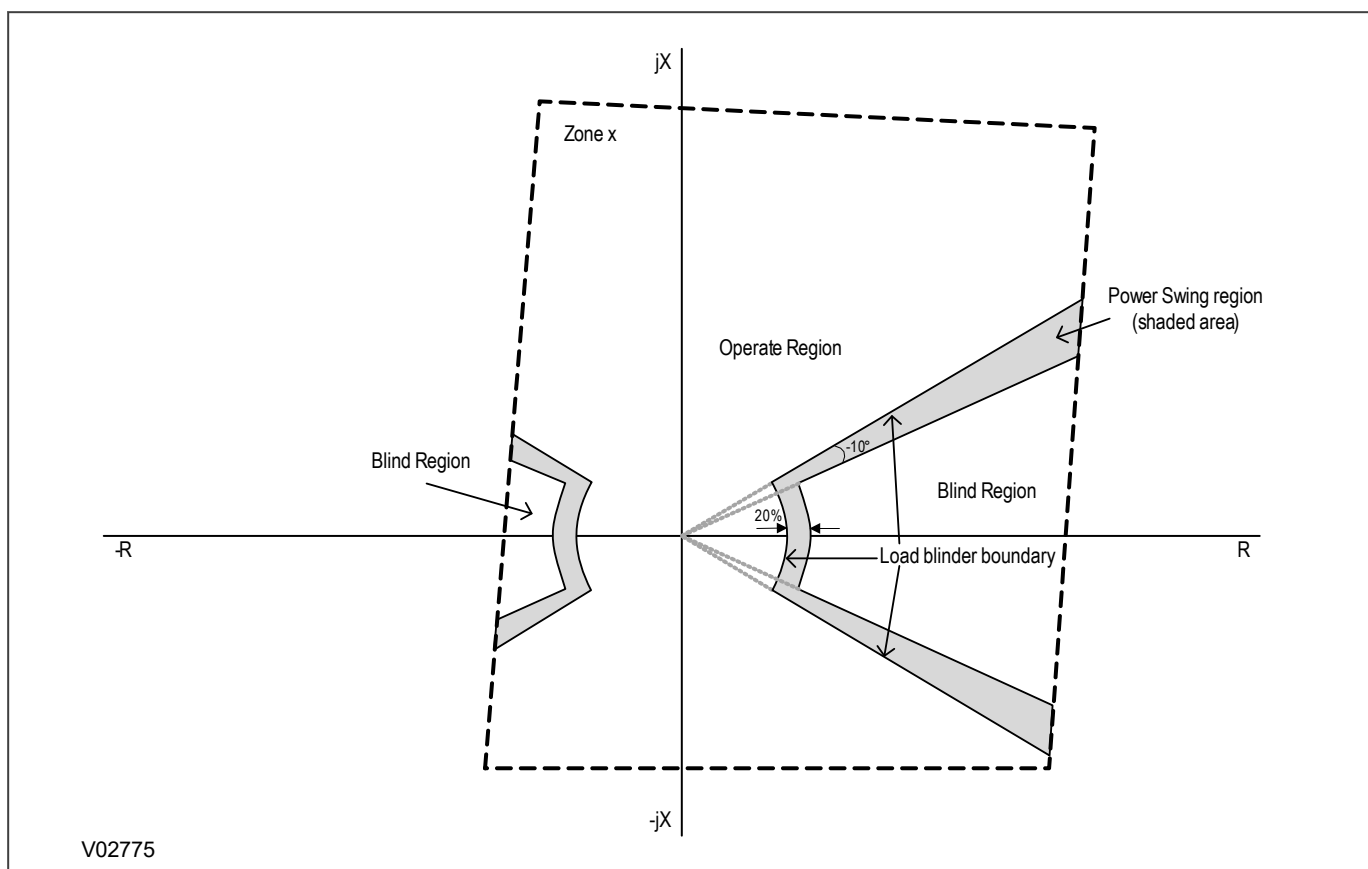


Figure 164: Warunki brzegowe ograniczenia obciążenia

Obszar jest zdefiniowany przez linie utworzone stałymi kątami 10 stopni bliżej osi rezystywnej niż te, które zostały stworzone przez ustawienia kątowe ograniczenia obciążenia (**Kat Obce L-L** i **Kat Obce L-E** –10°, pokazane w zacięzionym obszarze kołysania mocy na powyższym diagramie) i łukiem kołowym o promieniu koncentrycznym do, i równoważnym 20% więcej niż, ustawienia impedancji ograniczenia obciążenia (**Z< Blinder Imp Ph** i **Z< Blinder Imp Gnd** +20%, co pokazano w zacięzionym obszarze kołysania mocy na powyższym diagramie).

Note:

Te warunki kołysania mocy są całkowicie niezależne od powolnego kołysania powiązanego ze strefą 7 i 8.

10.3.5 LOGIKA BLOKOWANIA KOŁYSAŃ MOCY

Funkcja kołysania mocy jest zgodna z poniższym schematem logiki:

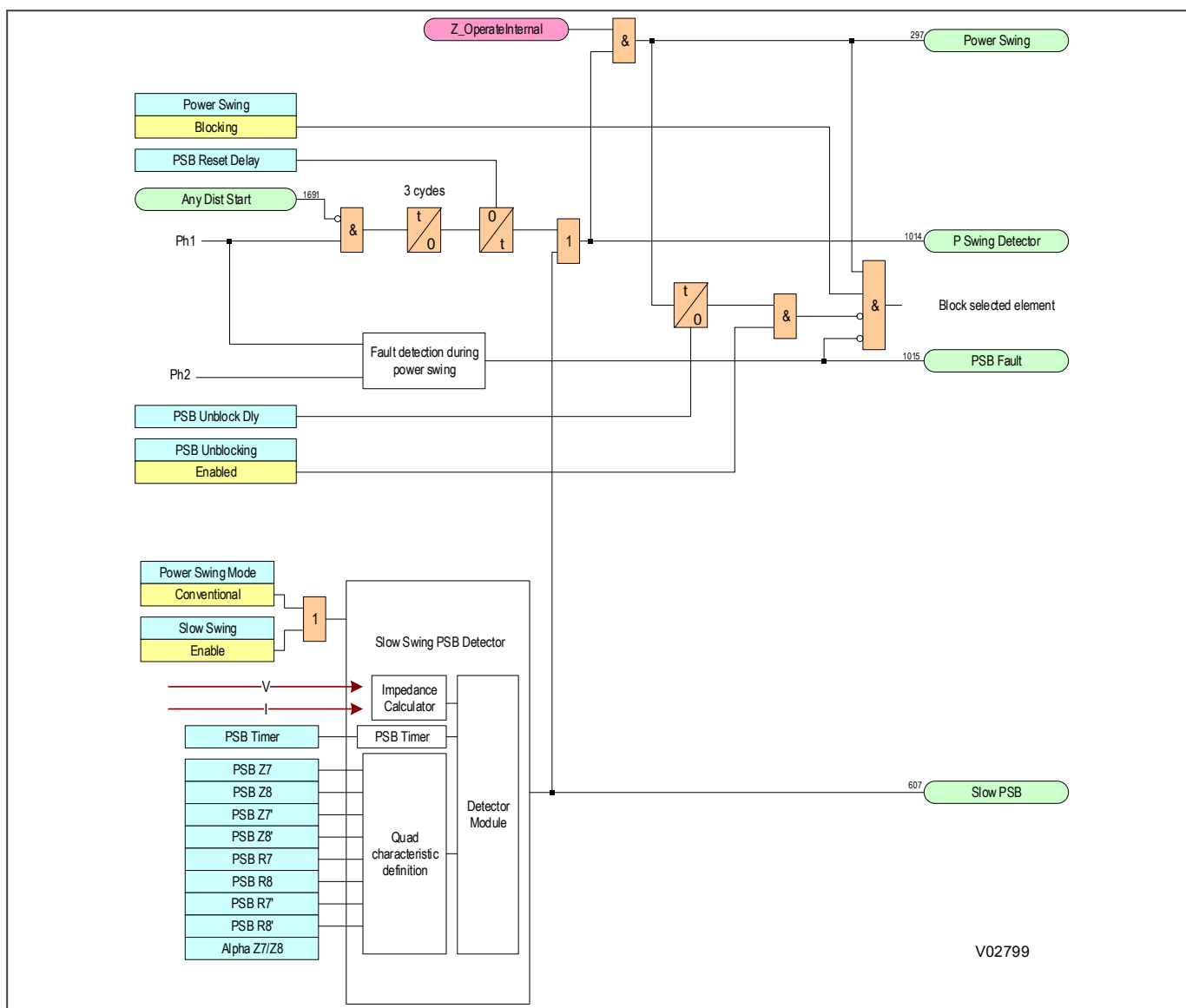


Figure 165: Logika blokowania kołysań mocy

Note:

Jest to uproszczone przedstawienie, aby podkreślić wyjścia funkcji blokowania kołysań mocy.

10.3.6 WYTYCZNE DOTYCZĄCE USTAWIANIA BLOKOWANIA KOŁYSAŃ MOCY

Blokowanie kołysań mocy (PSB) powinno być zwykle włączone tylko w zastosowaniach z systemem przesyłowym. Nie oczekuje się występowania kołysań mocy na poziomie dystrybucji.

Główna technika wykrywania kołysań mocy używana w tym produkcie może wykrywać kołysania mocy szybsze niż 0,5 Hz bez konieczności ustawiania żadnych parametrów. Metoda ta opiera się na technikach wykorzystujących komponent prądu nałożonego (ΔI), aby automatycznie wykrywać kołysania mocy. Proóg wykrywania kołysań mocy to 5%In. Podczas oscylacji mocy wolniejszych niż 0,5 Hz ciągły prąd fazowego ΔI integralny dla techniki wykrywania może być niższy niż próg 5% In. W związku z tym może nie dojść do zadziałania. Powolne kołysania zwykle występują po nagłych zmianach obciążenia lub wyzwoleniu pojedynczego bieguna w słabych układach, gdzie przemieszczenie początkowego transferu mocy nie jest poważne. Ogólnie kołysania do 1 Hz są odzyskiwalne, ale impedancja kołysania może pozostawać dłużej w charakterystyce odległościowej niż można by się spodziewać, zanim oscylacje zostaną wytłumione przez system energetyczny. Dlatego, aby zagwarantować stabilność systemu

podczas bardzo wolnych kołysań, zalecamy ustawienie wartości **Male kolys** na *Zalaczone* , by uzupełnić algorytm automatycznego wykrywania bez konieczności wprowadzania ustawień.

Aby skonfigurować funkcję powolnego kołysania mocy, należy ustawić limity rezystywne i reaktywne czworoboków strefy 7 i strefy 8. Należy także ustawić **PSB Timer**, który definiuje krytyczny okres przejścia między dwiema strefami oraz to, która jest charakterystyczna dla powolnego kołysania.

Niezależnie od tego, który detektor kołysania mocy odpowiada za zastosowanie PSB, usunięcie PSB jest definiowane dwoma ustawieniami: **Kas. Opoz. KM** oraz (jeśli zastosowano filozofię odblokowania) **Opoz. Odbl KM**.

10.3.6.1 USTAWIANIE LIMITÓW REZYSTYWNYCH

Czworobok strefy 7 powinien obejmować wszystkie elementy odległościowe, które mają być blokowane w czasie kołysania mocy. Czworobok strefy 8 powinien być ustawiony na mniejszy niż minimalna możliwa impedancja obciążenia. Margines bezpieczeństwa dla obu warunków powinien wynosić co najmniej 20%, należy też zapewnić margines wynoszący co najmniej 10% między strefą 7 a strefą 8.

$$R8 > 1,1(R7)$$

Zalecamy ustawienie wielkości $R7'$ i $R8'$ równych odpowiednio $R7$ i $R8$:

$$R7' = -R7, R8' = -R8.$$

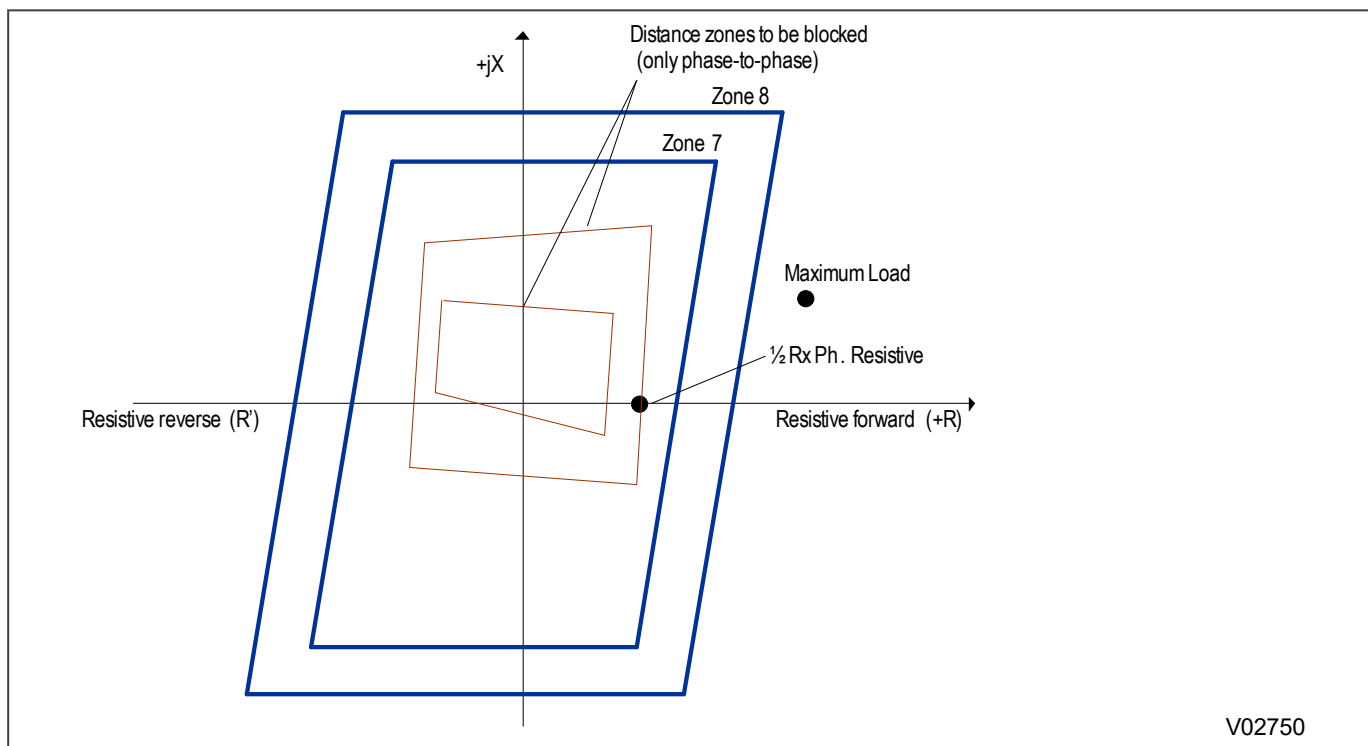


Figure 166: Ustawianie zasięgów rezystywnych

10.3.6.2 USTAWIANIE LIMITÓW REAKTYWNYCH

Wewnętrzna strefa 7 powinna być ustawiona ponad całkowitą impedancję Z_T , co uwzględnia impedancję źródła Z_S , impedancję linii Z_L i impedancję źródła zdalnego Z_R . Należy rozważyć jedynie impedancje sekwencji dodatniej. Margines bezpieczeństwa dla tego stanu powinien wynosić co najmniej 20%. Zalecany margines między ustawieniami $Z7$ i $Z8$ to 10%:

$$Z8 = 1,1(Z7)$$

Zalecamy ustawienie wielkości $Z7'$ i $Z8'$ równych odpowiednio $Z7$ i $Z8$:

$$Z7' = -Z7, Z8' = -Z8$$

Kąt alfa powinien być ustawiony na równy kątowi całkowitej impedancji Z_T :

$$\alpha = \angle Z_T$$

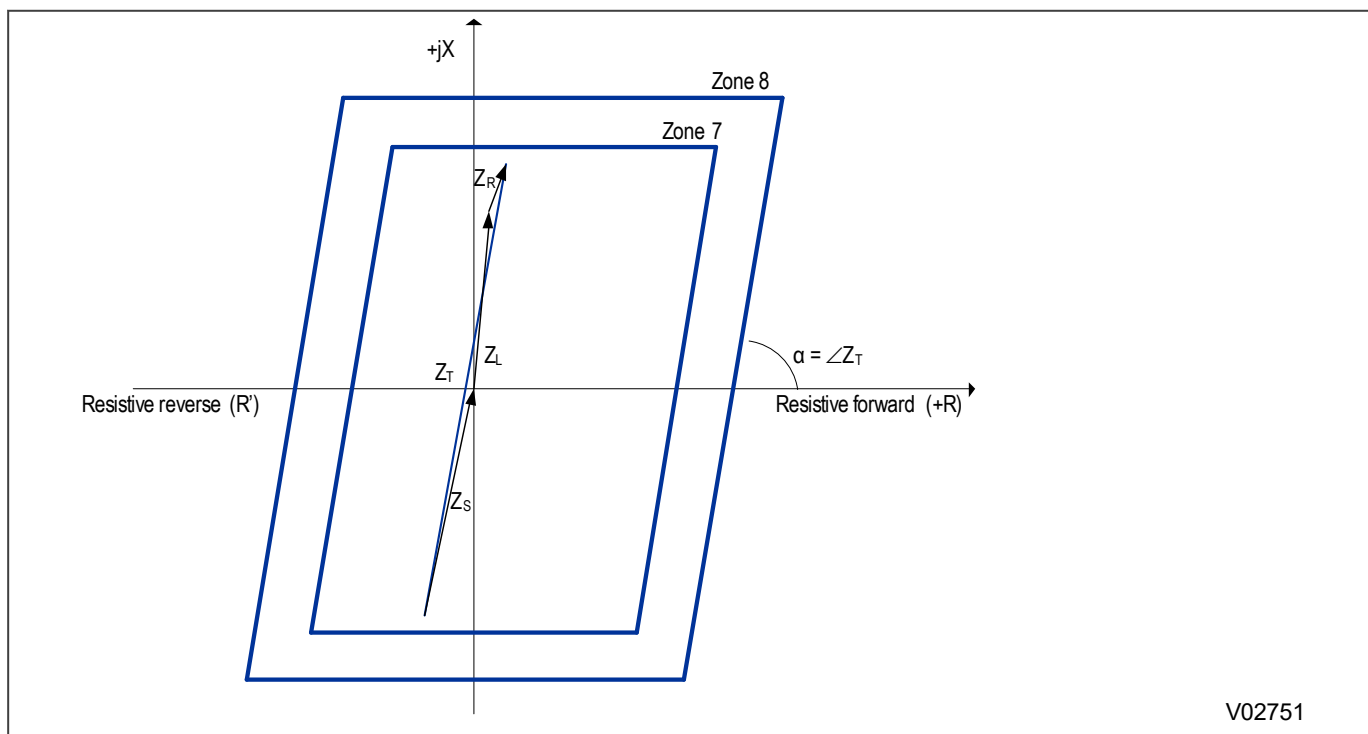


Figure 167: Ustawienia zasięgu reaktywnego

10.3.6.3 WYTYCZNE DOTYCZĄCE USTAWIANIA TIMERA PSB

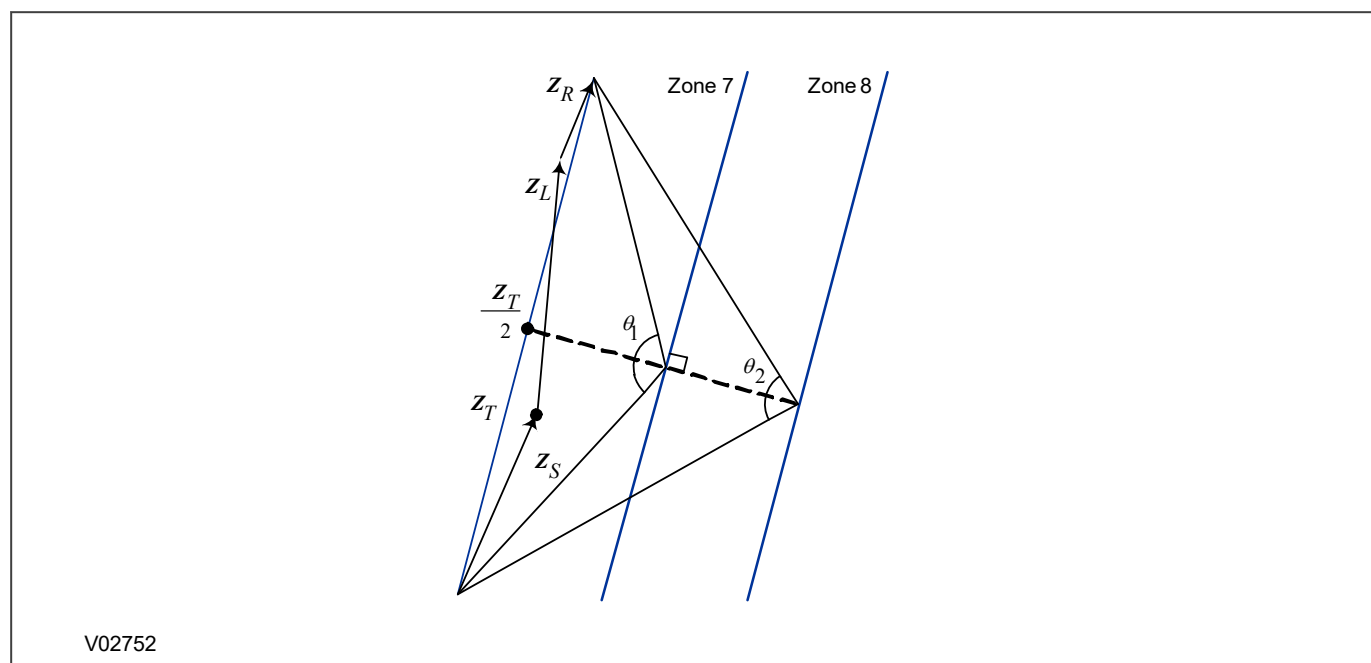
Ustawienie timera PSB można obliczyć w następujący sposób:

$$\Delta t = \frac{(\theta_1 - \theta_2) \cdot f_{nom}}{f_{PS}}$$

gdzie

- kąty θ_1 i θ_2 są zdefiniowane na poniższym rysunku
- f_{nom} to nominalna częstotliwość
- f_{PS} to maksymalna częstotliwość kołysań mocy, którą należy wziąć pod uwagę

Ponieważ każde kołysanie mocy $f_{PS} \geq 0,5$ Hz może zostać wykryte przez algorytm prądu delta niewymagający ustawień, przy wykrywaniu powolnych kołysań mocy należy wziąć pod uwagę tylko kołysania mocy z $f_{PS} < 0,5$ Hz. Zalecamy ustawienie f_{PS} na 1 Hz, ponieważ wartość ta zapewnia wystarczający margines bezpieczeństwa.

**Figure 168: Wytyczne dotyczące ustawiania timera PSB**

10.4 ZABEZPIECZENIE PRZED UTRATĄ SYNCHRONIZMU

Wykrywanie braku synchronizmu opiera się na prędkości i trajektorii zmierzonej impedancji sekwencji dodatniej przechodzącej przez określoną charakterystykę. Podczas zakłóceń systemu energetycznego, takich jak zwarcia i kołysania mocy, zmierzona impedancja oddala się od normalnych wartości obciążenia. Kołysania mocy, podczas których kąty napięcia układu zmieniają się względem siebie, mogą być stabilne (odzyskiwalne) lub niestabilne (nieodzyskiwalne). Niestabilne kołysania mocy prowadzą do powstania stanu utraty synchronizmu.

W przypadku stabilnych kołysań mocy względne kąty fazowe będą oscylować, a oscylacje te będą zanikać, podczas gdy synchronizm między źródłami generującymi zostanie zachowany. Wykrycie stabilnego kołysania mocy jest konieczne, aby zapobiec niepożądanemu wyzwoleniu elementów pomiarowych impedancji, jeśli impedancja kołysania tymczasowo przechodzi przez strefę impedancji zwarcia.

Niestabilne kołysania mocy (które mogą być niszczące) powodują, że źródła generacji tracą synchronizm. Nazywamy to poślizgiem biegunów. Wykrycie niestabilnych kołysań mocy pozwala na kontrolowane wyzwolenie, aby podzielić system na stabilne obszary w celu zachowania synchronizmu w każdym z nich. Nazwa się to wyzwoleniem przy utracie synchronizmu (OOS lub OST).

Podobnie jak w przypadku wyzwolenia dla warunków utraty synchronizmu, możliwe jest także przewidywanie warunków OST. Umożliwia to kontrolowane wyzwolenie i, w konsekwencji, podział systemu w celu przywrócenia stabilnej pracy, zanim dojdzie do poślizgu biegunów. Nazywa się to predykcyjnym wyzwalamieniem przy utracie synchronizmu (Predykcyjne OST).

Zabezpieczenia przed utratą synchronizmu i predykcyjna utrata synchronizmu opierają się na pomiarach zmiennej impedancji i wykorzystują parę konfigurowalnych charakterystyk czworobocznych na płaszczyźnie impedancji (strefa 5 i 6).

Zabezpieczenie przed brakiem synchronizmu służy do podziału systemu energetycznego na stabilniejsze obszary generacji i zrównoważenia obciążenia podczas niestabilnych oscylacji mocy. Punkty podziału systemu powinny być określone poprzez szczegółowe badania stabilności systemu.

10.4.1 WYKRYWANIE BRAKU SYNCHRONIZMU

Wykrywanie braku synchronizmu opiera się na sprawdzonej zasadzie $\Delta Z/\Delta t$ związanej z dwoma koncentrycznymi charakterystykami wielobocznymi, jak pokazano na rysunku:

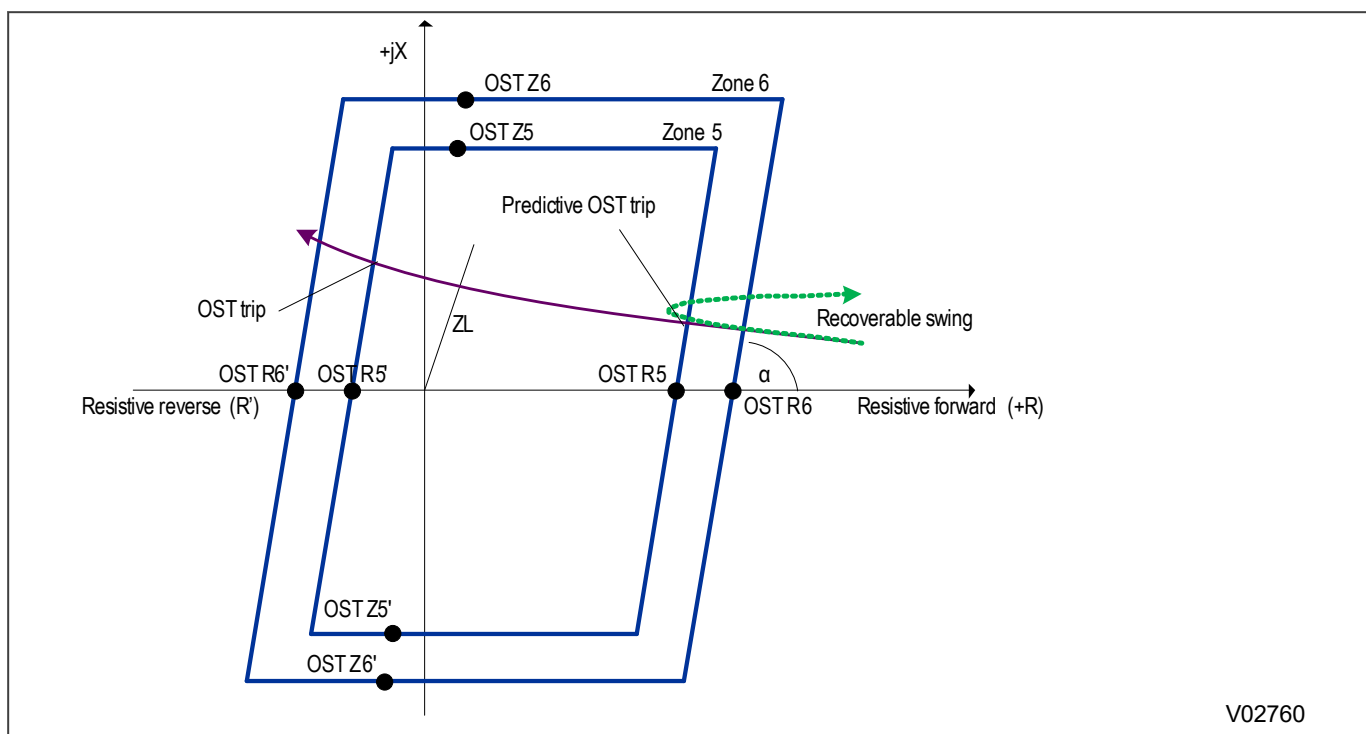


Figure 169: Charakterystyka wykrywania braku synchronizmu

Zasada działania OST wykorzystuje impedancje sekwencji dodatniej. Impedancja sekwencji dodatniej jest obliczana ze wzoru $Z_1 = V_1/I_1$, gdzie V_1 i I_1 to wielkości napięcia i prądu sekwencji dodatniej ze zmierzonych wielkości fazowych. Koncentryczne czworoboki są oznaczone jako strefa 5 i strefa 6. Strefa 5 obejmuje możliwe impedancje zwarcia systemu i znajduje się w strefie 6. Ponieważ czworoboki OST i Predykcyjnego OST opierają się na impedancjach sekwencji dodatniej, wszystkie warunki OST są objęte jednym pomiarem. Oba czworoboki są od siebie niezależne i mają własne ustawienia zasięgu.

Wszystkie cztery ograniczniki rezystywne są równoległe, wykorzystując to samo ustawienie kątowe (α), które odpowiada kątowi łącznej impedancji systemu ($Z_T = Z_S + Z_L + Z_R$), gdzie Z_S i Z_R to równoważne impedancje sekwencji dodatniej na końcach wysyłania i odbierania, a Z_L to impedancja linii sekwencji dodatniej. Linie oporu biernego także są równoległe, ponieważ ani przechylenie linii biernego oporu, ani kompensacja resztkowa nie są stosowane.

Na rysunku fioletowa jednolita trajektoria impedancji przedstawia miejsce geometryczne nieodzyskiwalnego kołysania mocy, zwane warunkiem poślizgu biegunów lub utraty synchronizmu. Wykropkowana zielona trajektoria impedancji przedstawia odzyskiwalne kołysanie mocy.

10.4.2 ZASADA DZIAŁANIA ZABEZPIECZENIA PRZED UTRATĄ SYNCHRONIZMU

Funkcja zabezpieczenia przed utratą synchronizmu posiada cztery opcje ustawień, które są widoczne tylko wtedy, gdy **Blk KołysMocy** włączono w kolumnie **KONFIGURACJE**:

- *WypSyn Odstaw*: wyłącza funkcję zabezpieczenia przed utratą synchronizmu.
- *Przew WypSyn*: rozdziela system z wyprzedzeniem. Minimalizuje przesunięcie kątowe między dwoma końcami i stabilizuje podzielone obszary.
- *OW WypSyn*: rozdziela system po wykryciu stanu braku synchronizmu, czyli poślizgu bieguna.
- *Przew&WypSyn OW*: dla tego trybu dostępne są obie metody, a końcowy warunek wyzwolenia jest wykrywany na podstawie metody predykcyjnej lub metody wyzwolenia OST.

Algorytm wykrywania braku synchronizmu opiera się na prędkości przejścia impedancji sekwencji dodatniej przez charakterystykę. Gdy impedancja sekwencji dodatniej wejdzie do zewnętrznego czworoboku (strefa 6), uruchamia

się timer. Timer zatrzymuje się przejściu impedancji sekwencji dodatniej przez wewnętrzny czworobok (strefa 5). Nazwijmy to czasem przejścia ze strefy 6 do strefy 5.

Jeśli czas ten jest krótszy niż 25 ms, zabezpieczenie uznaje, że jest to zwarcie układu zasilania, a nie warunek braku synchronizmu. Czas 25 ms jest stały i nie można go ustawić. Podczas zwarcia systemu energetycznego prędkość zmiany z impedancji obciążenia na impedancję zwarciovą jest duża, ale zabezpieczenie może działać wolniej w przypadku marginalnych zwarć zbliżonych do granicy strefy. Dotyczy to w szczególności zwarć o wysokiej rezystywności wewnątrz charakterystyki strefy i zbliżonych do granicy strefy 5. Aby zapewnić wystarczająco dużo czasu na zadziałanie elementu odległościowego, a tym samym odróżnienie zwarcia od bardzo szybkiego kołysania mocy, stosowany jest ustalony czas 25 ms.

Jeśli czas przejścia ze strefy 6 do strefy 5 zajmuje więcej niż 25 ms, ale mniej niż ustawiony czas **delta T**, jest to traktowane jako bardzo szybkie kołysanie mocy, a zabezpieczenie wyzwoli się, jeśli wybrano opcję *Przew WypSyn* lub *Przew&WypSyn OW*, a opóźnienie czasu braku synchronizmu (**Tost**) wygaśnie. Minimalne ustawienie **delta T** to 30 ms, dając margines 5 ms dla stałego czasu timera 25 ms.

Jeśli czas przejścia ze strefy 6 do 5 zajmuje dłużej niż ustawiony czas **delta T**, uznaje się, że występuje powolne kołysanie mocy. Po wejściu do strefy 5 zabezpieczenie rejestruje biegunowość części rezystywnej impedancji sekwencji dodatniej. W tym stanie możliwe są dwa rezultaty:

- Jeśli część rezystywna impedancji sekwencji dodatniej opuści strefę 5 z taką samą biegunowością jak poprzednio zarejestrowana na wejściu do Z5, uznaje się to za odzyskiwalne kołysanie. W tym przypadku zabezpieczenie nie wyzwoli się.
- Jeśli po wyjściu ze strefy 5 część rezystywna impedancji sekwencji dodatniej ma odwrotną biegunowość do polaryzacji zarejestrowanej po wejściu do strefy 5, rozpoznawany jest stan utraty synchronizmu. Później następuje wyzwolenie, jeśli wybrano *Przew WypSyn* lub *Przew&WypSyn OW*.

Ponieważ tryb wyzwolenia dla wykrytego stanu braku synchronizmu jest zawsze trójfazowy, sygnały DDB **Czas blk. I2>1** i **Czas blk. I2>3** są mapowane do trójfazowego sygnału wyzwalań w domyślnej logice programowalnej schematu.

Opóźnienie czasowe wyzwolenia po utracie synchronizmu (**TOST**) jest także dostępne, aby opóźnić polecenie wyzwolenia OST do czasu, gdy kąt między napięciami wewnętrznymi pomiędzy dwoma końcami ma 240 stopni, zamykając się w kierunku 360 stopni. Ogranicza to stres napięciowy na wyłączniku obwodu. Jeśli dojdzie do zwarcia podczas kołysania mocy, funkcja wyzwolenia braku synchronizmu jest blokowana.

Algorytm zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu jest całkowicie niezależny od elementów odległościowych i funkcji wykrywania kołysań mocy bez wprowadzania ustawień. Ograniczenie obciążenia nie ma żadnego wpływu na charakterystykę OST. Podobnie jak w przypadku podobnych funkcji, minimalny prąd sekwencji dodatniej 5% In jest potrzebny do zadziałania funkcji braku synchronizmu.

10.4.3 DIAGRAM LOGICZNY UTRATY SYNCHRONIZMU

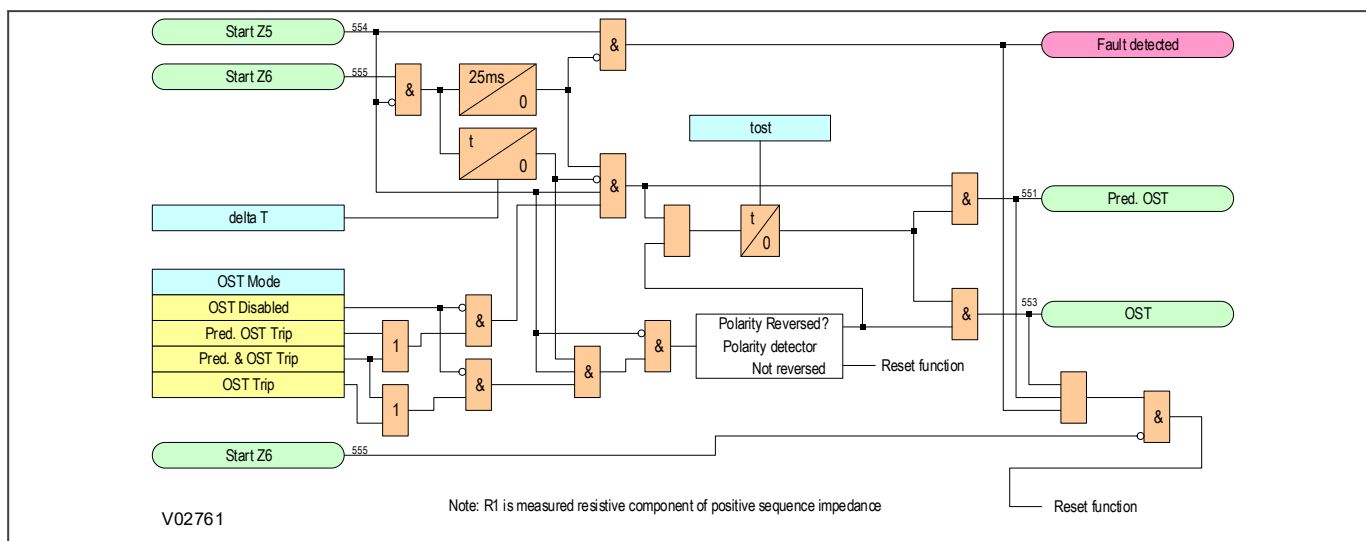


Figure 170: Diagram logiczny utraty synchronizmu

10.4.4 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA OST

Produkt zapewnia zintegrowane zabezpieczenie przed brakiem synchronizmu, dzięki czemu można uniknąć stosowania oddzielnego urządzenia. W tej sekcji podano wskazówki dotyczące konfiguracji zabezpieczenia przed utratą synchronizmu.

Jeśli używana będzie któraś opcja *predykcyjnego* OST (*Przew WypSyn* lub *Przew&WypSyn OW*), należy przeprowadzić szczegółowe badania systemowe w celu określenia dokładnych ustawień. Wysoka dokładność ustawień jest potrzebna, aby uniknąć przedwczesnego rozdzielenia systemu w przypadku poważnych oscylacji mocy, które nie prowadzą do warunków poślizgu biegunów.

Użycie *niepredykcyjnego* wyzwalań OST jest łatwiejsze. Można ustawić je, znając tylko łączną impedancję systemu Z_T , a także punkty podziału systemu.

10.4.4.1 USTAWIENIA TRYBU OST

Ustawienie trybu OST zapewnia cztery opcje:

- *WypSyn Odstaw*
- *Przew WypSyn*
- *OW WypSyn*
- *Przew&WypSyn OW*

Ustawienie *OW WypSyn* jest najczęściej używanym podejściem, gdy to zabezpieczenie jest używane. *OW WypSyn* powinno być używane, gdy prawdopodobne są warunki utraty synchronizmu. Jeśli dojdzie do wykrycia braku synchronizmu, polecenie OST zostanie wydane, aby rozdzielić system we wcześniej ustalonych punktach. Wadą opcji *OW WypSyn* w porównaniu z opcjami „predykcyjnymi” jest to, że wyzwolenie będzie trwało trochę dłużej, a oscylacja mocy może eskalować po rozdzieleniu, przez co części rozdzielone mogą stać się osobno niestabilne. Zaletę stanowi jednak, że decyzja o rozdzieleniu systemu zawsze będzie zasadna, nawet jeśli nie można uzyskać dokładnych danych systemowych i parametrów ustawienia.

Opcje ustawień *Przew WypSyn* i *Przew&WypSyn OW* są zalecane dla systemów, w których mogą wystąpić warunki braku synchronizmu i gdzie wczesny podział systemu powinien minimalizować przesunięcie fazowe między źródłami generowania. Powinno to maksymalizować szanse na możliwie szybką stabilizację rozdzielonych części systemu. Należy zachować szczególną ostrożność, gdy ustawienia te są używane do upewnienia się, że wyłączniki obwodu na różnych terminala nie otwierają się, gdy napięcia na różnych końcach są w antyfazie. Dzieje się tak,

ponieważ większość wyłączników nie jest przeznaczona do wyłączania prądu przy podwójnym napięciu nominalnym. Próba przerywania prądu przy podwójnym napięciu nominalnym może prowadzić do rozgorzenia i uszkodzenia wyłącznika obwodu.

Ustawienia „predykcyjne” stworzono, aby wykrywać i wyzwać się przy szybkich oscylacjach mocy. W przypadku zastosowania predykcyjnego wyzwalania z wyłącznikiem obwodu mogącym pracować typowo w dwóch cyklach, kąty napięcia mogą się gwałtownie przemieszczać w przeciwnych kierunkach w momencie otwarcia wyłącznika obwodu. Aby użyć ustawienia predykcyjnego, należy zastosować ustawienia, które zagwarantują, że otwarcie wyłącznika obwodu nastąpi znacznie wcześniej, zanim różnica fazowa między różnymi terminalami zbliży się do 180 stopni. Oznacza to, że dokładne ustawienia można określić jedynie poprzez wyczerpujące badania systemowe.

Ustawienie *Przew&WypSyn OW* zapewnia dwa etapy OST. Jeśli oscylacja systemu energetycznego jest bardzo szybka, połączenie ΔR (różnica między zasięgami rezystywnymi strefy 5 i strefy 6) i ustawień **Delta T** musi być taka, aby zadziało *Przew WypSyn*. Jeśli oscylacje są wolniejsze, warunek predykcyjnego OST nie jest spełniony, więc wyzwolenie jest podyktowane przez spełnienie warunku OST. Aby warunek OST został spełniony, komponent rezystywny impedancji musi opuścić strefę 5 z odwrotną biegunowością niż na wejściu. Jeśli biegunowość jest odwrotna przy resetowaniu strefy 5, dojdzie do wyzwolenia OST. Jeśli biegunowość jest taka sama przy resetowaniu strefy 5, nie dojdzie do wyzwolenia OST. Pozwala to rozróżnić wolniejsze nieodzyskiwalne oscylacje i odzyskiwalne kołysania.

Należy wyłączyć OST w zastosowaniach na liniach, gdzie nie oczekuje się nieodzyskiwalnych oscylacji mocy lub nie oczekuje się, że będą one poważne. Ma to zastosowanie w przypadku silnie wzajemnie połączonych systemów pracujących z trójfazowym wyzwalaniem.

10.4.4.1.1 USTALANIE GRANIC CHARAKTERYSTYKI OST

Na poniższym rysunku przedstawiono charakterystykę OST w połączeniu z impedancją systemu, Z_T , a zwłaszcza relację z zasięgiem rezystywnym elementu strefy 5.

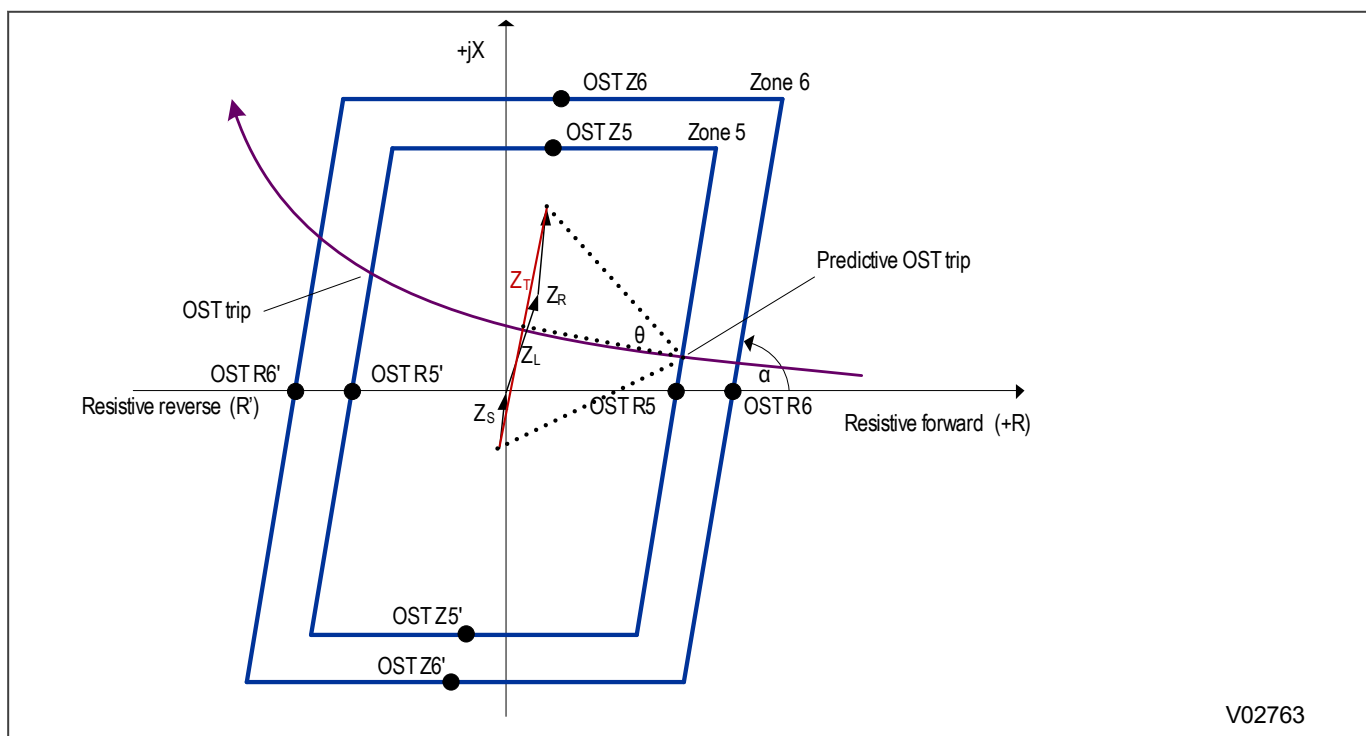


Figure 171: Określenie ustawienia OST dla komponentu rezystywnego sekwencji dodatniej OST R5

Z_T to łączna impedancja sekwencji dodatniej systemu równa $Z_S + Z_L + Z_R$, gdzie Z_S i Z_R to równoważne impedancje sekwencji dodatniej na końcach wysyłania i odbierania, a Z_L to impedancja linii sekwencji dodatniej.

θ to różnica kątowa między napięciami na końcach wysyłania i odbierania, poza którymi nie jest możliwy powrót systemu do stanu normalnego.

Aby określić ustawienia dla OST, należy obliczyć minimalny wewnętrzny zasięg rezystywny WYP Z SYNCH R5 (R5min).

Pokazano to na poniższym rysunku:

$$R5min = (Z_T/2) / \tan(\theta/2)$$

Następnie należy obliczyć maksimum (wartość graniczna) dla zewnętrznego zasięgu rezystywnego **WYP Z SYNCH R6** (R6 max). Odnosząc się do poniższego rysunku, punkt A nie może pokrywać się z przestrzenią obciążenia dla najgorszego zakładanego współczynnika 0,85 i najmniejszego możliwego kąta α Z_T .

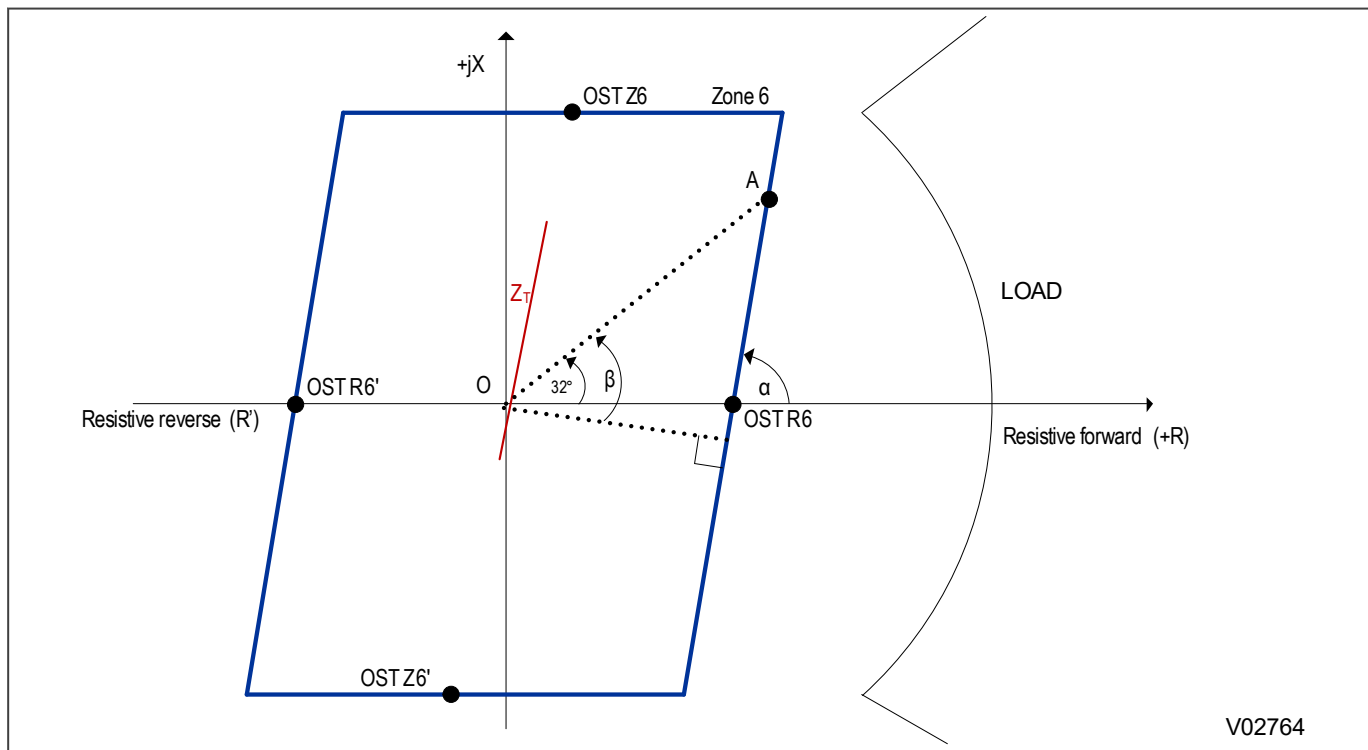


Figure 172: Wyznaczanie OST R6max

$$\beta = 32 + 90 - \alpha$$

$$Z \text{ load min} = OA$$

Gdzie:

- Z load min to minimalny promień impedancji obciążenia
- 32° to kąt obciążenia odpowiadający dolnemu współczynnikowi mocy 0,85
- α to kąt ograniczenia obciążenia dopasowany do kąta Z_T

Dlatego:

$$R6max < Z \text{ load min}(\cos \beta)$$

Począwszy od wartości granicznych R5min i R6max, rzeczywiste zasięgi **WYP Z SYNCH R5** i **WYP Z SYNCH R6** będą ustawione w połączeniu z ustawieniem **Delta T**.

Note:

Zasięg $R6_{max}$ musi być większy niż maksymalny zasięg rezystywny dowolnej strefy odległościowej, aby zapewnić prawidłowe uruchomienie timerów 25 ms i Delta T. Jednakże zasięg $R5_{min}$ można ustawić poniżej maksymalnego odległościowego zasięgu rezystywnego (wewnątrz charakterystyki odległościowej), jeśli wymagany jest rozległy zasięg rezystywny, co oznacza, że zabezpieczenie przed utratą synchronizmu nie ogranicza zastosowań czworobocznych.

Dla każdej strefy zalecamy ustawienie takich samych limitów dodatnich i ujemnych, to jest $OST R5' = OST R5$, $OST Z5' = OST Z5$, $OST R6' = OST R6$ i $OST Z6' = OST Z6$.

10.4.4.1.2 USTAWIANIE WYP Z SYNCH Z5 I WYP Z SYNCH Z6

Ustawienie linii oporu biernego **WYP Z SYNCH Z5** i **WYP Z SYNCH Z6** zależy od tego, jak daleko od miejsca zabezpieczenia mają być wykrywane oscylacje mocy. Zwykle istnieje tylko jeden punkt początkowego rozdzielenia systemu i to on będzie określany badaniami systemowymi. Z tego powodu zabezpieczenie przed utratą synchronizmu należy włączyć w tym miejscu i wyłączyć we wszystkich innych. Aby wykryć warunki utraty synchronizmu, ustawienia **OST Z5'**, **WYP Z SYNCH Z5**, **OST Z6'** i **WYP Z SYNCH Z6** muszą być takie, aby swobodnie obejmować łączną impedancję systemu Z_T . Typowe ustawienie może wyglądać następująco:

$$WYP Z SYNCH Z5 = OST Z5' = Z_T$$

Ustawienia **WYP Z SYNCH Z6** i **OST Z6'** nie mają większego znaczenia i można je ustawić na $1,1 \times WYP Z SYNCH Z5$.

10.4.4.1.3 USTAWIENIA WYP Z SYNCH R5, WYP Z SYNCH R6 I DELTA T

Ustawienia $R5_{min}$ i $R6_{max}$ określone powyżej przedstawiają wartości *graniczne*. Rzeczywiste wartości **WYP Z SYNCH R5** i **WYP Z SYNCH R6** muszą być określone w stosunku do timera **Delta T**.

Ustawienie Predykcyjnego OST

Dla ustawienia *Przew WypSyn* ważne jest, aby:

- Ustawić **WYP Z SYNCH R6** równe $R6_{max}$
- Ustawić **WYP Z SYNCH R5** możliwie blisko wartości $R6_{max}$

Celem przesunięcia ustawienia **WYP Z SYNCH R5** w prawo jest wykrycie szybkich oscylacji możliwe szybko, aby zyskać wystarczający czas na zadziałanie wyłącznika, zanim dwa źródła napięcia znajdą się na przeciwnych kierunkach. Jedynym ograniczeniem jest minimalny czas opóźnienia **Delta T** wynoszący 30 ms i prędkość oscylacji.

Należy ustawić **Delta T** tak, aby czas nie wygasał po przejściu impedancji sekwencji pozytywnej przez region **WYP Z SYNCH R6–WYP Z SYNCH R5**.

Dla tego ustawienia należy znać szybkość zmian impedancji kołysania przy przechodzeniu przez region **WYP Z SYNCH R6–WYP Z SYNCH R5**. W związku z tym musi to opierać się na badaniach systemowych.

Note:

Nie można zakładać, że szybkość zmian impedancji sekwencji dodatniej podczas przechodzenia przez region **WYP Z SYNCH R6–WYP Z SYNCH R5** jest taka sama jak średnia szybkość zmian impedancji sekwencji dodatniej całego cyklu kołysania. Fałszywe przypuszczenie może prowadzić do nieprawidłowego działania OST.

Note:

W przypadku zwarcia region **WYP Z SYNCH R6–WYP Z SYNCH R5** zostanie przekroczony szybciej niż w 25 ms, dlatego nawet bardzo szybkie oscylacje do 7 Hz nie zostaną pomyłone ze stanem zwarcia, a predycyjne OST nie zadziałają.

Ustawienia OST

Dla opcji ustawień *OW WypSyn* nie są konieczne tak precyzyjne ustawienia ograniczeń i **Delta T**. Dzieje się tak, ponieważ w przypadku szerokiego regionu ΔR i krótkiego ustawienia **Delta T** wszelkie oscylacje będą pomyślnie wykrywane. Jednak impedancja miejsca zwarcia musi przejść przez region ΔR szybciej niż w czasie ustawionym **Delta T**.

Dlatego dla ustawienia *OW WypSyn* zakładamy, że $\theta = 120^\circ$ i ustawiamy:

- **WYP Z SYNCH R5 = OST R5' = R5min = $Z_T/3,46$**
- **WYP Z SYNCH R6 = OST R6' = R6max**
- **Delta T = 30 ms**

Delta T zawsze wygasa. Dlatego wartość ustawień podana powyżej powinna zapewnić wykrycie szerokiego zakresu oscylacji, poczynając od bardzo wolnych (spowodowanych odzyskiwalnymi kołysaniami) do najszybszego limitu oscylacji 7 Hz. Należy zauważyć, że impedancja miejsca zwarcia przejdzie przez region **WYP Z SYNCH R6–WYP Z SYNCH R5** szybciej niż minimalny czas ustawienia **Delta T** wynoszący 30ms.

Predykcyjne i OST: ustawienie

Zalecenia dla *Przew&WypSyn OW* są takie same jak *Przew WypSyn*.

10.4.4.1.4 USTAWIANIE OPÓŹNIENIA CZASOWEGO OST

W przypadku któregośkolwiek z predykcyjnych ustawień OST ustawienie opóźnienia czasowego OST (**Op OW Wyp z Snch**) musi być ustawione na zero.

Dla ustawienia *OW WypSyn* wartość **Op OW Wyp z Snch** będzie zwykle ustawiona na zero, ale jeśli wyłącznik obwodu ma zadziałać pod kątem bliższym 360° (gdy napięcia są w fazie), można zastosować opóźnienie czasowe.

10.4.4.1.5 USTAWIENIE KĄTA OGRANICZANIA

Ustawić **Kat Z5/Z6**, α , taki sam jak łączny kąt impedancji systemu, Z_T .

10.4.4.1.6 OST DLA LINII KOMPENSOWANYCH SZEREGOWO

Maksymalne prądy fazowe podczas warunku braku synchronizmu rzadko przekraczają $2 I_n$, co odpowiada minimalnej impedancji kołysania przechodzącej przez strefę 1. Ponieważ poziom obejścia warystorów tlenku metalu (MOV) jest zwykle ustawiony między 2 a $3 I_n$, nie zadziałają podczas oscylacji mocy, a zatem w większości zastosowań nie będą miały żadnego wpływu na działanie zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu.

W najgorszym przypadku oscylacje mocy są wyzwalane przy usuwaniu zwarcia na linii równoległej. Prąd obciążeniowy około dwukrotnie większy zaczyna przepływać przez pozostały obwód. Zwiększa to, a w końcu prowadzi do przekroczenia progu MOV. Region **WYP Z SYNCH R6 – WYP Z SYNCH R5** jest zwykle ustalony daleko od strefy 1, dlatego mało prawdopodobne, aby trajektoria sekwencji dodatniej mogła przebiegać w ustawionym regionie ΔR i poza nim z powodu zadziałania MOV. Jeśli MOV nie działają w regionie ΔR , zainicjowany timer może się zresetować i zostać ponownie uruchomiony lub impedancja może pozostać w regionie ΔR nieco dłużej. Dzieje się tak, ponieważ komponenty rezystywne i pojemnościowe są dodawane do zmierzonej impedancji podczas zadziałania MOV, jak pokazano na rysunku poniżej. Efekt ten może wpływać na pomiar **Delta T**, jeśli używane jest ustawienie *Przew WypSyn*. W przypadku zastosowania się do zalecenia, aby ustawić R5min możliwie blisko R6max, mało prawdopodobne jest, aby prądy kołysania przekroczyły prób MOV w regionie ΔR . Jeśli badanie wykaże, że MOV nie mogą zadziałać w regionie ΔR , zalecamy ustawienie trybu *Przew&WypSyn OW*, aby uwzględnić wszystkie ewentualności.

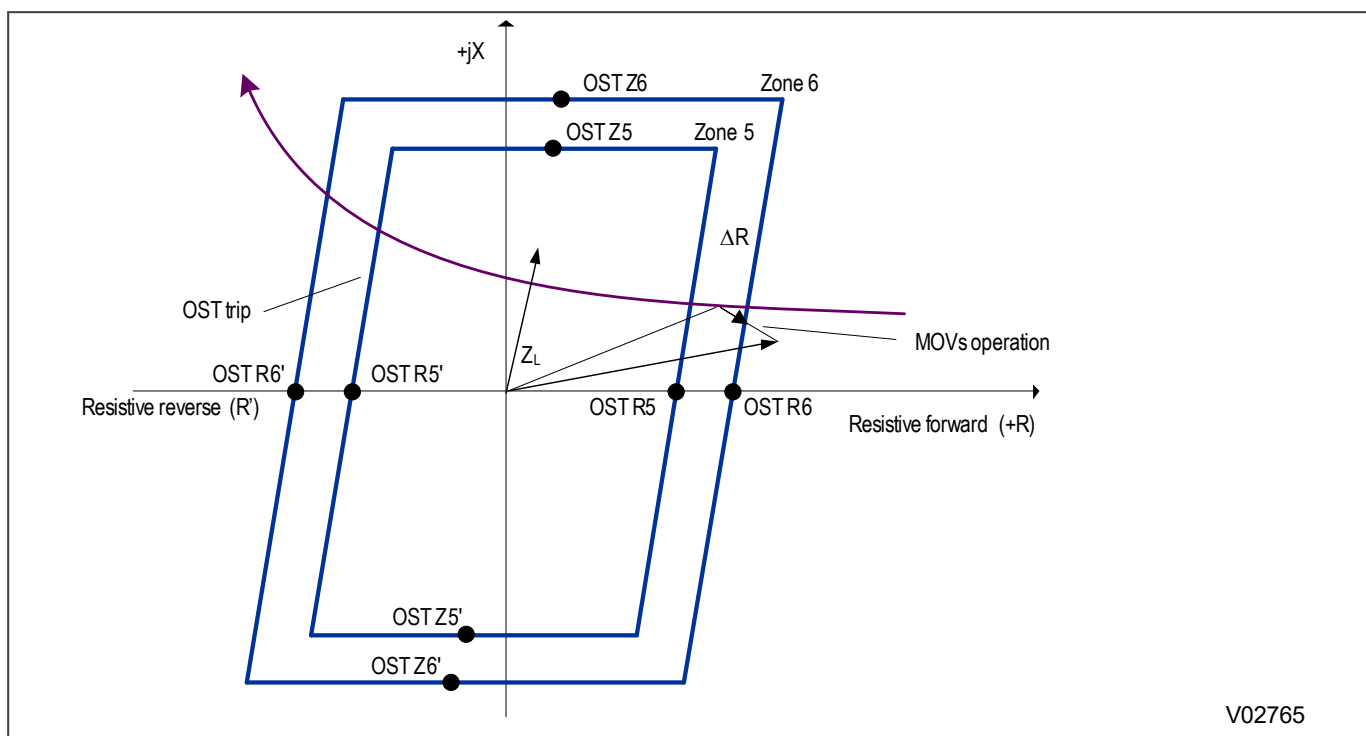


Figure 173: Przykład resetowania timera z powodu zadziałania MOV

Note:

Jeśli wybrano ustawienie **OW WypSyn**, timer po wyzwoleniu ewentualnie wygaśnie wraz z postępem oscylacji mocy, a zatem zadziałanie MOV nie wpłynie na zadziałanie zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu.

10.4.4.2 ALARMOWANIE I BLOKOWANIE KOŁYSAŃ MOCY

Technika PSB zastosowana w <Produkcie> ma znaczącą przewagę, ponieważ jest adaptacyjna i nie wymaga ustawiania progów, aby wykrywać kołysania szybsze niż 0,5 Hz. PSB opiera się technikach delta wewnętrznych do przekaźnika, które automatycznie wykrywają kołysania. Podczas oscylacji mocy wolniejszej niż 0,5 Hz ciągły prąd fazowy ΔI integralny dla techniki wykrywania warunków kołysania może spaść poniżej progu czułości $\Delta I = 0,05$ i nie zadziałać. Takie powolne kołysania zwykle występują po nagłych zmianach obciążenia lub wyzwoleniu pojedynczego bieguna w kieszonkowych układach, gdzie przemieszczenie początkowego transferu mocy nie jest poważne. Powolne kołysania do 1 Hz są z natury odzyskiwalne, ale impedancja kołysania może dłużej pozostawać w charakterystyce odległościowej, dopóki oscylacje nie zostaną stłumione przez system energetyczny. Dlatego, aby zagwarantować stabilność systemu podczas bardzo wolnych kołysań, zalecamy ustawienie ograniczenia w celu uzupełnienia algorytmu automatycznego wykrywania bez konieczności wprowadzania ustawień. Strefa 5 służy jako ograniczenia dla wykrywania powolnego kołysania oraz zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu (OST) opisanym w następnej sekcji. Ustawienia strefy 5 są zatem widoczne nawet wtedy, gdy zabezpieczenie OST jest wyłączone. Warunki powolnego kołysania zostaną zadeklarowane, jeśli impedancja sekwencji dodatniej zostanie wykryta wewnątrz strefy 5 przez więcej niż jeden cykl bez zadziałania selekcji fazowej. Wykrywanie powolnego kołysania działa równolegle do mechanizmu automatycznego wykrywania kołysania.

Dla ustawień strefy 5 nie są wymagane żadne obliczenia systemowe, ważne jednak, aby ustawić strefę 5 na mniejszą niż minimalna możliwa impedancja obciążenia z marginesem bezpieczeństwa:

W przypadku włączenia OST ustawienia R5, R5', Z5 i Z5' będą odpowiednie do wykrywania bardzo powolnego kołysania. Jeśli jednak zabezpieczenie OST jest wyłączone, należy ustawić:

$$R5 = R5' = 0,85 \times Z<$$

$$Z5 = Z5' = 2 \times Z_{line}$$

gdzie $Z<$ to promień ograniczenia obciążenia.

Użytkownik decyduje, które strefy są wymagane do zablokowania.

Dostępne są dwa timery:

Kas. Opoz. KM służy do utrzymania stanu PSB, gdy ΔI jest naturalnie niski podczas cyklu kołysania (w pobliżu maksimów i minimów prądowych w obwódki kołysania). Typowe ustawienie 0,2 s jest stosowane, aby wstrzymać detekcję do czasu na ponowne pojawienie się ΔI .

Opoz. Odbl KM to czas trwania, w którym występuje kołysanie mocy. Celem jest umożliwienie odróżnienia kołysania stabilnego od niestabilnego. Jeśli po czasie oczekiwania kołysanie nadal się nie ustabilizowało, może zostać zwolniona blokada wybranych stref, dając możliwość podziału systemu. Jeśli odblokowanie nie jest wymagane w lokalizacji tego przekaznika, należy ustawić maksymalną wartość (10 s).

PSB można wyłączyć w systemach dystrybucji, gdzie kołysania mocy zwykle nie występują.

10.4.4.3 KĄT STABILNOŚCI KRYTYCZNEJ

Jaki jest kąt między dwoma końcami, gdy oscylację systemu energetycznego można uznać za poślizg bieguna?

Weźmy pod uwagę krzywe kąta mocy przedstawione na rysunku poniżej.

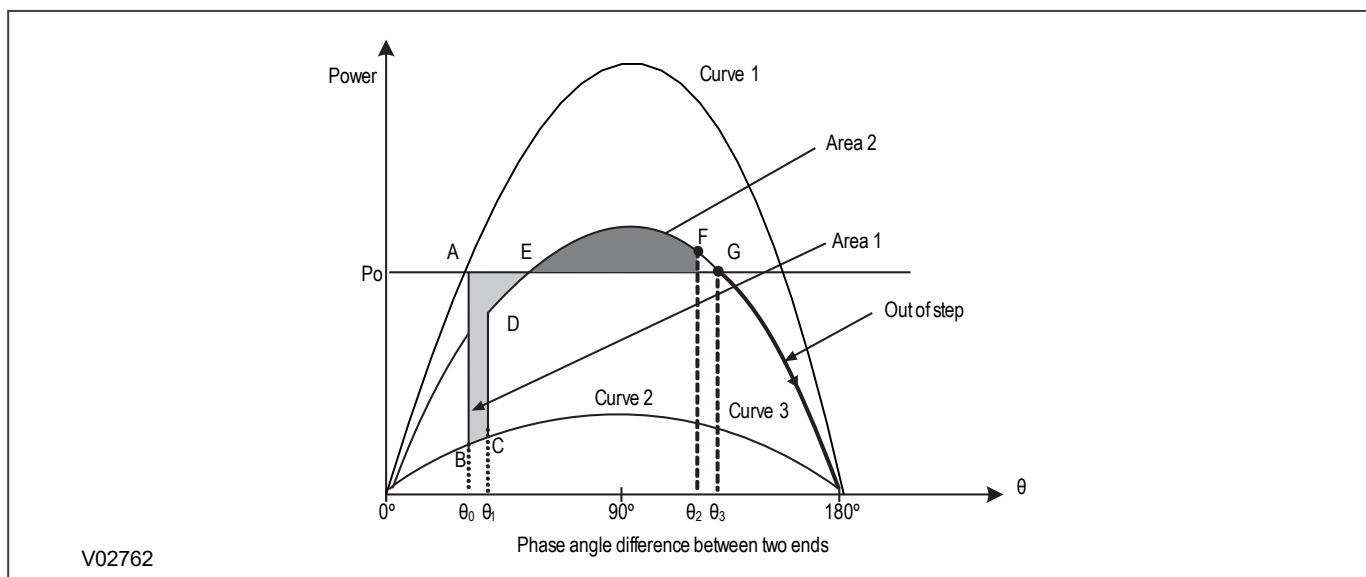


Figure 174: Przenoszenie mocy w stosunku do różnicy kątowej θ między 2 końcami.

Powyższy rysunek przedstawia krzywe kąta mocy, gdy nie jest wykonywane AR, w sposób następujący:

Krzywa 1 przedstawia działanie systemu przed zwarciem poprzez równoległe linie, w których przenoszona moc to P_0

Krzywa 2 przedstawia przesyłaną moc znacząco zmniejszoną podczas dwufazowego zwarcia doziemnego

Krzywa 3 pokazuje nową krzywą mocy, gdy wyzwala jest linia równoległa (usunięte zwarcie)

Można zauważyć, że w przypadku zwarcia punkt pracy A przesuwa się do B z niższym poziomem przesyłania. W związku z tym istnieje nadwyżka mocy $\Delta P = AB$ na końcu wysyłania i odpowiadający jej deficyt na końcu odbioru. Maszyny na końcu wysyłania zaczynają przyspieszać, a maszyny na końcu odbierania zwalniają, więc kąt fazowy θ rośnie, a punkt pracy przesuwa się wzdłuż krzywej 2 do momentu usunięcia zwarcia, gdy kąt fazowy ma θ_1 . Punkt pracy teraz przesuwa się do punktu D na krzywej 3, która przedstawia jedną linię w eksploatacji. Nadal występuje nadwyżka mocy na końcu wysyłania i deficyt na końcu odbierania, więc maszyny oddalają się od siebie, a punkt pracy przesuwa się wzdłuż krzywej 3. Jeśli w którymś punkcie między E i G (punkt F) generatory obracają się z tą samą prędkością, kąt fazowy przestanie wzrastać. Zgodnie z kryterium równego obszaru dzieje się tak, gdy obszar 2 jest równy obszarowi 1. Wysyłający koniec zacznie teraz zwalniać, a koniec odbierający przyspieszać. Dlatego kąt fazowy zacznie się zmniejszać, a punkt pracy cofnie się w kierunku E. Gdy punkt pracy przejdzie przez E, deficyt końcowy netto końca wysyłającego staje się nadwyżką, a nadwyżka końca odbierającego staje się

deficytem, więc maszyny na końcu wysyłającym zaczynają przyspieszać, a maszyny na końcu odbierającym zaczynają zwalniać. Bez strat punkt pracy systemu będzie oscylował wokół punktu E na krzywej 3, ale w praktyce oscylacja jest wytłumiona, a system ostatecznie ustala się w punkcie pracy E.

Aby wznowić pracę, gdy 1 < obszar 2, system pozostanie w synchronizmie. Kołysanie to jest zwykle nazywane odzyskiwalnym kołysaniem mocy. W przeciwnej sytuacji, jeśli system przejdzie przez punkt G z dalszym wzrostem różnicy kątowej między końcem wysyłającym a końcem odbierającym, utraci synchronizm i stanie się niestabilny. Dzieje się tak, ponieważ początkowy transfer mocy P_o został ustawiony na zbyt wysoki na powyższym rysunku, więc obszar 1 jest większy niż obszar 2. To kołysanie mocy nie jest odzyskiwalne i zwykle nazywamy je warunkiem utraty synchronizmu lub poślizgiem biegunów. Następnie normalną pracę systemu może przywrócić tylko rozdzielenie systemu i późniejsza ponowna synchronizacja maszyn.

Na powyższym rysunku punkt G jest pod kątem około 120° , ale nie dzieje się tak we wszystkich przypadkach. Jeśli na przykład moc przekazywana sprzed zwarcia (P_o) jest zbyt wysoka, a usuwanie zwarcia jest powolne, obszar 1 będzie większy, więc do przywrócenia systemu kąt θ będzie zbliżony do 90 stopni. I odwrotnie, jeśli transmitowana moc sprzed zwarcia P_o jest niska, a usuwanie zwarcia szybkie, obszar 1 będzie mały, a kąt θ zbliży się do 180 stopni, przy czym system pozostanie stabilny.

Rzeczywista różnica kątowa, przy której system stanie się niestabilny, może zostać określona tylko przez badania systemowe, ale do celów rekomendacji, gdy wybrano ustawienie OST, zakłada się, że typowy kąt, poza którym system nie przywróci normalnego działania, to 120 stopni.

Zalecana opcja ustawień

Przełącznik zapewnia 4 różne opcje ustawień:

1. Wyłączone
2. Predykcyjne OST
3. OST
4. Predykcyjne OST lub OST

Opcja ustawień 1 na wszystkich liniach poza linią, gdzie wymagane jest wyzwolenie z powodu nieodzyskiwalnych oscylacji mocy lub dla systemu, w którym oscylacje mocy nie są poważne, zwłaszcza w dobrze połączonych ze sobą systemach z trójfazowym wyzwaniem.

Opcja 2 (i 4) to najlepsza opcja ustawień z punktu widzenia systemu, ale niezbyt często stosowana w przeszłości. Niektóre programy usługowe woła wcześniejsze rozdzielenie systemu, aby zminimalizować przesunięcie kątowe między końcami i zmaksymalizować szansę na to, by obie połowy ustabilizowały się możliwie szybko. Należy zachować szczególną ostrożność, gdy stosowana jest ta metoda, aby upewnić się, że rzeczywiste otwarcie wyłącznika obwodu nie występuje, gdy wewnętrzne napięcia na dwóch końcach są w antyfazie. Wynika to z faktu, że większość wyłączników nie jest przeznaczona do przerywania podwójnego napięcia nominalnego, a każda próba wyłączenia w tym momencie doprowadziłaby do rozgorzenia i potencjalnego uszkodzenia wyłącznika obwodu. Faktem jest, że opcja ustawień 2 (i 4) będzie stosowana głównie do wykrywania i wyzwiania szybkich oscylacji mocy. W połączeniu z typowym czasem pracy 2-cyklowego wyłącznika obwodu kąty napięcia mogą się gwałtownie przemieszczać w przeciwnych kierunkach w momencie otwarcia wyłącznika obwodu. Dlatego, jeśli wybrano tę opcję ustawień, powyższe fakty należy wziąć pod uwagę, aby rzeczywiste otwarcie wyłącznika obwodu odbyło się na długo przed tym, jak różnica kątowa między dwoma kontami zbliży się do 180 stopni. Na tej podstawie należy określić dokładne ustawienia, opierając się na wyczerpujących badaniach systemowych.

Opcja ustawień 3 to najczęściej stosowane podejście. Jeśli dojdzie do wykrycia braku synchronizmu, polecenie OST zostanie wydane, aby rozdzielić system we wcześniej ustalonych punktach. Niewielkie wady tej metody w porównaniu z opcją 2 (i 4) stanowi fakt, że oscylacje mocy będą się nasilać, powodując większe trudności w zachowaniu stabilności przez podzielone części, ale zaletą jest, że czas zadziałania wyłącznika obwodu (kąt wyzwolenia) można łatwo kontrolować, a decyzja o podziale systemu będzie prawidłowa nawet wtedy, gdy w danych systemowych i parametrach ustawień występują błędy. To dodatkowe zabezpieczenie uzyskuje się poprzez pomiar i potwierdzenie zmiany biegunowości części rezystywnej impedancji sekwencji dodatniej na wyjściu strefy 5 (reset).

Opcja ustawień 4 zapewnia 2 etapy wykrywania i wyzwiania braku synchronizmu. Jeśli oscylacje systemu energetycznego są bardzo szybkie, połączenie ΔR i ustawienie Delta t (jak omówiono poniżej) musi być ustawione

tak, aby predykcyjne OST zadziało. Jeśli jednak oscylacje są wolniejsze, warunek dla predykcyjnego OST nie zostanie spełniony, a OST zadziała po zresetowaniu Z5, pod warunkiem że wykryto zmianę biegunowości komponentu rezystywnego. Pozwala to rozróżnić wolniejsze nieodzyskiwalne oscylacje i odzyskiwalne kołysania.

Określenie limitów ograniczenia

Weźmy pod uwagę charakterystykę zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu w porównaniu z kątem θ między dwoma końcami.

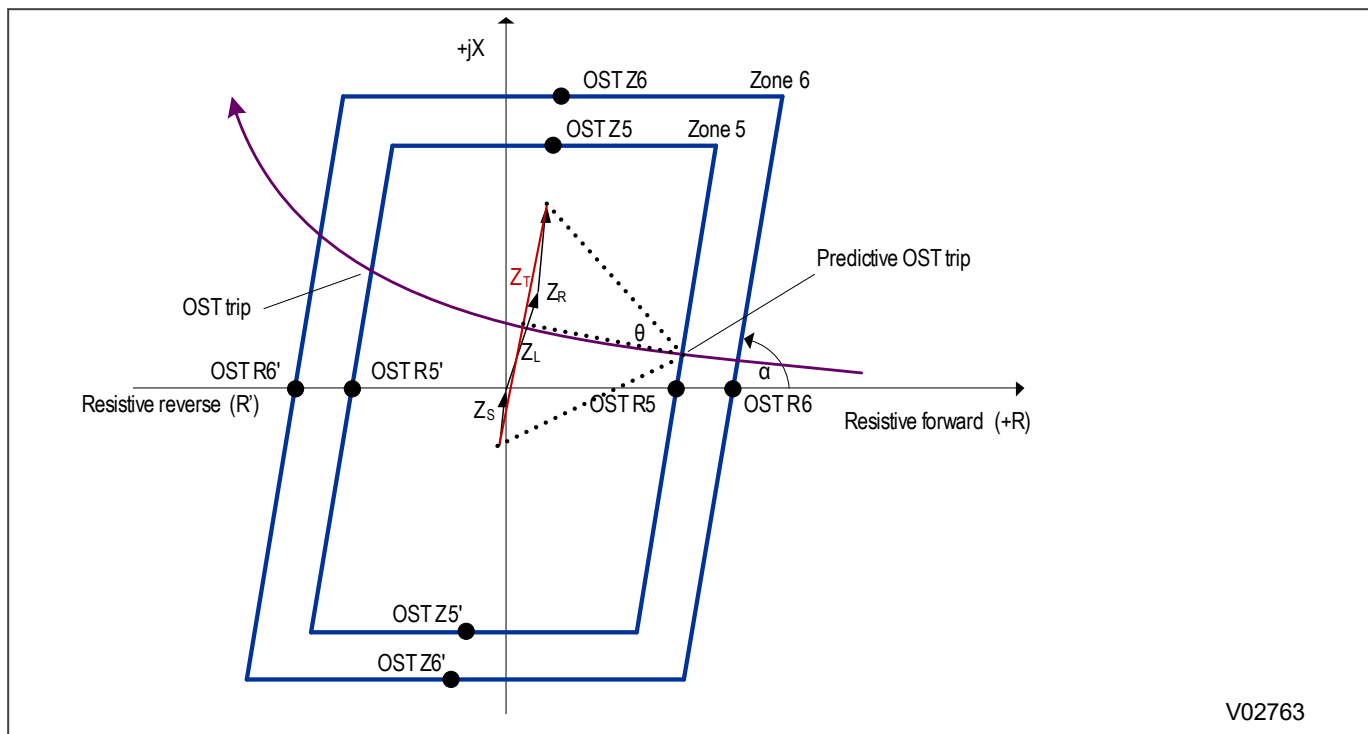


Figure 175: Określenie ustawienia dla komponentu rezystywnego sekwencji dodatniej R5

Po pierwsze należy określić minimalny wewnętrzny zasięg rezystywny R5.

Pokazano to na powyższym rysunku:

$$R5 \min = \frac{\frac{ZT}{2}}{\tan^{1/2}}$$

Gdzie ZT to łączna impedancja sekwencji dodatniej systemu równa $Z_S + Z_L + Z_R$, gdzie Z_S i Z_R to równoważne impedancje sekwencji dodatniej na końcach wysyłania i odbierania, a Z_L to impedancja linii sekwencji dodatniej. ' θ ' to różnica kątowa między napięciami na końcach wysyłania i odbierania, poza którymi nie jest możliwy powrót systemu do stanu normalnego.

Kolejnym krokiem jest określenie maksimum (wartość graniczna) dla zewnętrznego zasięgu rezystywnego R6. Należy się upewnić, że punkt A na rysunku 8 nie pokrywa się z obszarem obciążenia dla najgorszego zakładanego współczynnika mocy 0,85 i najniższego możliwego kąta ZT. α

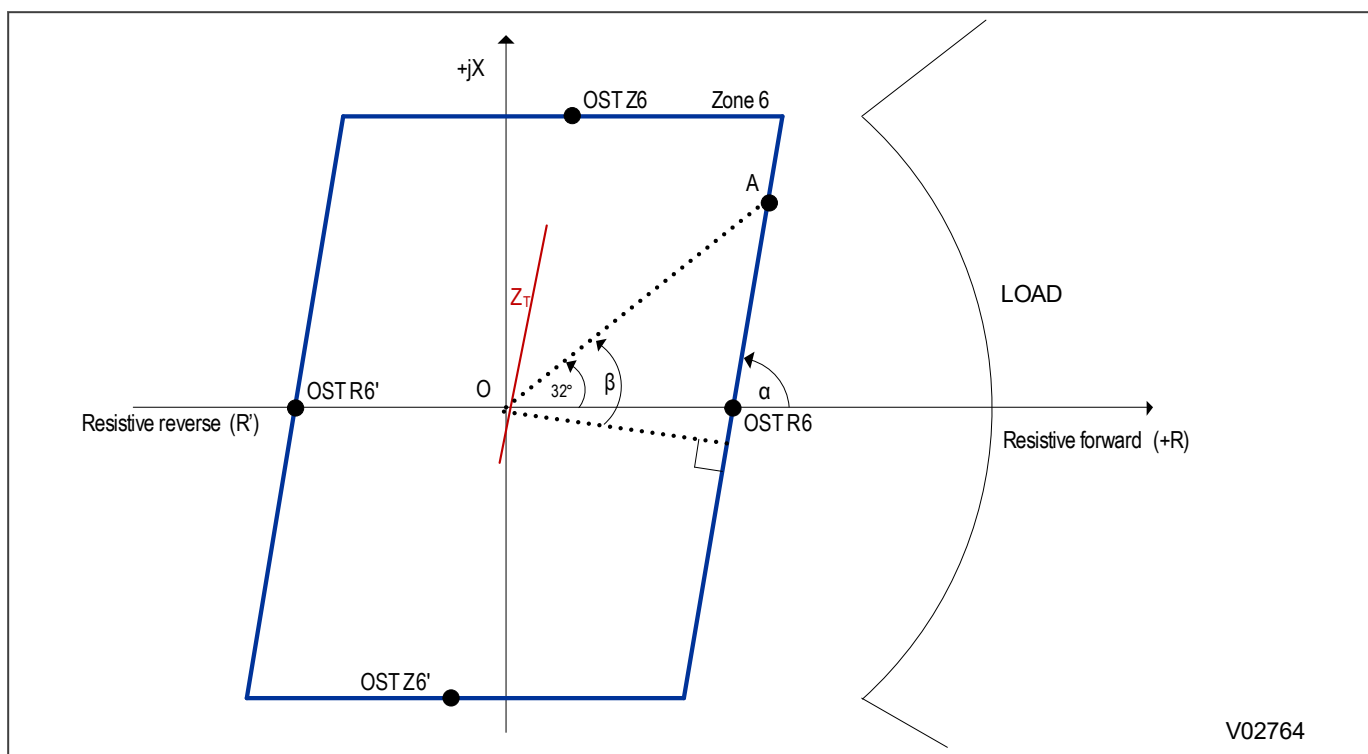


Figure 176: Wyznaczenie R6_{MAX}

$$\beta = 32 + 90 - \alpha$$

$$Z_{\text{load min}} = OA$$

$$R6_{\text{MAX}} < Z_{\text{load min}} \times \cos \beta$$

Gdzie:

- Zload to minimalny promień impedancji obciążenia obliczony powyżej, który już posiada wbudowany wystarczający margines
- 32 stopnie to kąt obciążenia odpowiadający dolnemu współczynnikowi mocy 0,85
- 'α' to kąt ograniczenia obciążenia dopasowany do kąta ZT

Ustawienie rezystancji ujemnej R5' powinno równać się R5, aby pomieścić warunek „import mocy”. Począwszy od wartości granicznych R5_{MIN} i R6_{MAX}, rzeczywiste zasięgi R5 i R6 (w tym odpowiadające im R5' i R6') będą ustawione w połączeniu z ustawieniem Delta t poniżej.

Note:

Zasięg R6_{MAX} być większy niż maksymalny zasięg rezystywny dowolnej strefy odległościowej, aby zapewnić prawidłowe uruchomienie timerów 25 ms i Delta T. Jednakże zasięg R5_{MIN} można ustawić poniżej maksymalnego odległościowego zasięgu rezystywnego (wewnątrz charakterystyki odległościowej), jeśli wymagany jest rozległy zasięg rezystywny, co oznacza, że zabezpieczenie przed utratą synchronizmu nie ogranicza zastosowań czworobocznych.

Ustawienie linii oporu biernego Z5 i Z6 będzie zależało od tego, jak daleko od miejsca zabezpieczenia mają być wykrywane oscylacje mocy. Zwykle istnieje tylko jeden punkt początkowego rozdzielenia systemu i to on będzie określany badaniami systemowymi. Z tego powodu zabezpieczenie przed utratą synchronizmu należy włączyć w tym miejscu i wyłączyć we wszystkich innych. Aby wykryć warunki utraty synchronizmu, ustawienie Z5'-Z5 oraz Z6'-Z6 musi obejmować łączną impedancję systemu ZT, jak pokazano na powyższym rysunku. Typowe ustawienie może wyglądać następująco:

$$Z5 = Z5' = 1/2 \times 2 ZT = ZT$$

Ustawienia Z6 i Z6' nie mają większego znaczenia i mogą wynosić $Z6 = Z6' = 1,1 \times Z5$

Ustalanie ustawień Delta t, R5 i R6

Ustawienia R5_{MIN} i R6_{MAX} określone powyżej to jedynie wartości graniczne, rzeczywiste wartości R5 i R6 należy określić względem timera Delta t.

Ustawienie Predykcyjnego OST:

Dla ustawienia Predykcyjnego OST ważne jest, aby:

- Ustawić R6 (i R6') równe R6_{MAX}
- Ustawić R5 możliwie blisko wartości R6_{MAX}

Celem przesunięcia ustawienia R5 w prawo jest wykrycie szybkich oscylacji możliwe szybko, aby zyskać wystarczający czas na zadziałanie wyłącznika, zanim dwa źródła napięcia znajdą się na przeciwnych kierunkach. Jedynym ograniczeniem jest minimalny czas opóźnienia Delta T wynoszący 30 ms i prędkość oscylacji. Należy ustawić Delta t tak, aby spełniony był następujący warunek:

Note:

Delta t nie wygasa po przejściu impedancji sekwencji dodatniej przez region R6–R5.

W przypadku tego ustawienia kluczowa jest znajomość dokładnego tempa zmian impedancji kołysania podczas przekraczania regionu R6-R5, która musi bazować na badaniach systemowych.

Założenie, że szybkość zmian impedancji sekwencji dodatniej podczas przekraczania regionu R6-R5 jest średnią szybkością zmian dla całego cyklu kołysania jest błędne i może łatwo doprowadzić do nieprawidłowego działania funkcji Predykcyjne OST.

Note:

W przypadku zwarcia region R6-R5 zostanie przekroczony szybciej niż w 25 ms, dlatego nawet szybkie oscylacje do 7 Hz nie zostaną pomyłone ze stanem zwarcia, a Predykcyjne OST nie zadziała.

Ustawienie OST:

Dla opcji ustawień „OST” nie są niezbędne precyzyjne ustawienia ograniczeń i Delta T. Wynika to z faktu, iż:

Szerszy region ΔR i krótszy region Δt sprawiają, że wszelkie oscylacje będą pomyślnie wykrywane. Jedynym warunkiem jest, aby impedancja miejsca zwarcia przechodziła przez region ΔR szybciej niż Δt .

Dlatego dla ustawienia „OST” $\theta = 120^\circ$ i ustawiamy:

- $R5 = R5' = R5_{MIN} = ZT/3,46$
- $R6 = R6' = R6_{MAX}$
- Delta T = 30 ms

Chodzi o to, że Delta t zawsze wygasa, dlatego powyższe ustawienie powinno zapewnić wykrycie szerokiego zakresu oscylacji, poczynając od bardzo wolnych spowodowanych odzyskiwalnymi kołysaniami do najszybszego 7 Hz. Należy zauważyć, że każda impedancja miejsca zwarcia przejdzie przez region R6–R5 szybciej niż minimalny możliwy do ustawienia czas Delta t wynoszący 30 ms.

Predykcyjne OST lub OST:

Tak jak „Predykcyjne OST” powyżej.

Ustawienie TOST (opóźnienie wyzwolenia)

TOST należy ustawić na zero dla opcji ustawień 2 i 4 powyżej.

Dla opcji ustawień 3 TOST należy zwykle ustawić na zero. Tylko jeśli użytkownik chce obsługiwać wyłącznik pod kątem zbliżonym do 360 stopni (gdy napięcia są w fazie) można zastosować opóźnienie czasowe.

Ustawienie kąta ograniczania

Ustawić kąt ograniczeń ' α ' taki sam jak całkowity kąt impedancji systemu ZT.

Działanie funkcji zabezpieczenia przed utratą synchronizmu na liniach kompensowanych szeregowo

Maksymalne prądu fazowe podczas warunku braku synchronizmu rzadko przekraczają $2xI_n$ RMS, co odpowiada minimalnej impedancji kołysania przechodzącej przez strefę 1. Ponieważ poziom obejścia warystorów tlenku metalu (MOV) jest zwykle ustawiony między 2 a $3 I_n$, nie zadziałają one podczas oscylacji mocy, a zatem w większości zastosowań nie będą miały żadnego wpływu na działanie zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu.

Należy wziąć pod uwagę najgorszy scenariusz, gdy oscylacje mocy są wyzwalane po usunięciu zwarcia na linii równoległej. W takim przypadku około dwukrotność prądu obciążenia zacznie przepływać przez pozostały obwód, dalej wzrastając i w końcu przekraczając próg MOV. Region R6–R5 jest zwykle ustawiony daleko od strefy 1, dlatego mało prawdopodobne jest, aby trajektoria sekwencji dodatniej mogła przebiegać w ustawionym regionie ΔR i poza nim z powodu zadziałania MOV. Jeśli MOV nie działają w regionie ΔR (patrz rysunek poniżej), zainicjowany timer może się zresetować i zostać ponownie uruchomiony lub impedancja może pozostać w regionie ΔR przez nieco dłuższy czas. Dzieje się tak, ponieważ komponenty rezystywne i pojemnościowe są dodawane do zmierzonej impedancji podczas zadziałania MOV, jak pokazano na rysunku poniżej. Efekt ten może wpływać na pomiar Delta T, jeśli używane jest ustawienie Predykcyjne OST. W przypadku zastosowania się do zalecenia, aby ustawić R5MIN możliwie blisko R6MAX, bardzo mało prawdopodobne jest, by prądy kołysania przekroczyły próg MOV w regionie ΔR . Jeśli badanie wykaże, że MOV nie mogą zadziałać w regionie ΔR , zalecamy ustawienie trybu „Predictive OST and OST”, aby uwzględnić wszystkie ewentualności.

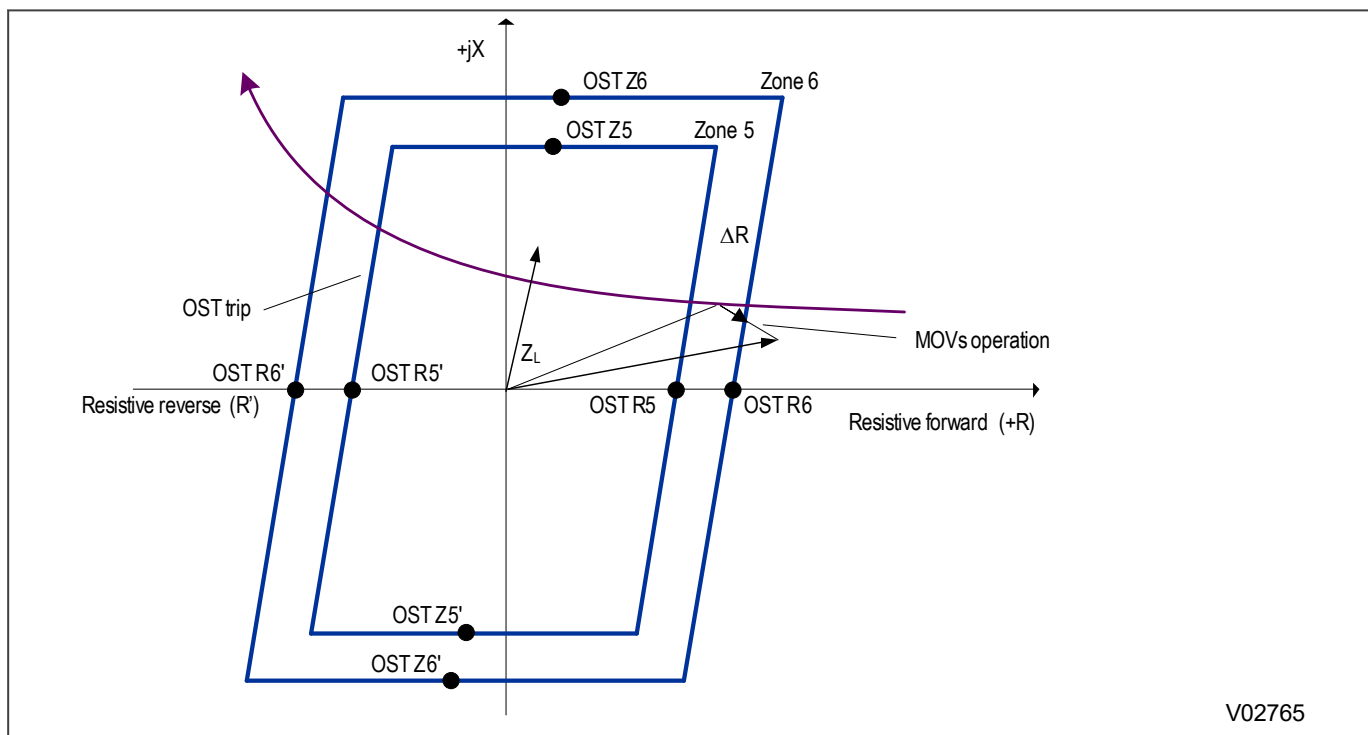


Figure 177: Przykład resetowania timera z powodu MOV

Note:

Jeśli wybrano ustawienie „OST”, timer po wyzwoleniu ewentualnie wygaśnie wraz z postępem oscylacji mocy, a zatem zadziałanie MOV nie wpłynie na zadziałanie zabezpieczenia przed brakiem synchronizmu.

ROZDZIAŁ 11

AUTOMATYCZNE PONOWNE ZAMKNIĘCIE

11.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Wybrane modele produktu zapewniają złożoną funkcję automatyki SPZ. Celem tego rozdziału jest przedstawienie działania tej funkcji, w tym zasad, schematów logicznych i zastosowań.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	294
Informacje wstępne o samoczynnym powtórным załączaniu (SPZ)	295
Implementacja samoczynnego powtórного załączania	298
Moduły logiczne (pojedynczy wyłącznik)	306
Moduły logiczne (dwa wyłączniki)	337
Wytyczne dotyczące konfiguracji	389

11.2 INFORMACJE WSTĘPNE O SAMOCZYNNYM POWTÓRNYM ZAŁĄCZANIU (SPZ)

Okolo 80 - 90% zwarć w liniach przesyłowych i polach dystrybucyjnych ma charakter przejściowy. Oznacza to, że większość zwarć nie trwa długo i ustępują samoistnie, jeśli zostaną wyizolowane. Popularnym przykładem zwarć przejściowych jest przeskok iskry po izolatorze, co może być spowodowane na przykład uderzeniem pioruna, stykaniem się przewodów lub elementami rzuconymi przez wiatr na przewody. Funkcje zabezpieczające wykrywające wyładowanie łukowe spowodują zadziałanie jednego lub większej liczby wyłączników automatycznych i mogą również usunąć zwarcie. Jeżeli źródło problemu zostanie usunięte, to zwarcie nie wystąpi ponownie po ponownym załączeniu napięcia linii.

Pozostałe 10 – 20% zwarć ma charakter przemijający lub trwałe. Zwarcie przemijające może wywołać małą gałąź, która zawisła na linii zasilającej. Takiego zakłócenia nie można usunąć przez natychmiastowe otwarcie wyłącznika lecz przez samoistne wygaśnięcie w czasie ustawionym dla opóźnienia wyzwolenia wyłącznika. Do zwarć trwałych można zaliczyć uszkodzenie przewodu, transformatora, zwarcie transformatora, kabli lub zwarcia w maszynie. Należy je zlokalizować i usunąć przed przywróceniem zasilania. W przypadku większości zwarć, jeżeli linia, na której wystąpiło zwarcie zostanie natychmiast wyłączona, po czasie niezbędnym dla dejonizacji przestrzeni łukowej, wyłącznik zostanie ponownie załączony, co pozwoli na pomyślne przywrócenie zasilania.

Układy SPZ wykorzystywane są do automatycznego ponownego załączenia wyłącznika po określonym nastawionym czasie, na skutek zadziałania funkcji zabezpieczeniowej. W sieciach przesyłowych NN funkcja SPZ charakteryzuje się zazwyczaj dużą szybkością pracy w trybie jednofazowym lub wielofazowym przy pierwszej próbie ponownego zamknięcia. Ma to na celu pomóc w utrzymaniu stabilności układu podczas przejściowych warunków zwarcia. W sieciach dystrybucyjnych WN/SN funkcja samoczynnego powtórnego załączenia jest stosowana głównie w promieniowych liniach zasilających, gdzie na ogół nie pojawiają się problemy ze stabilnością systemu i ogólnie charakteryzują się one opóźnionym działaniem trójfazowym z potencjalnie wielokrotnymi próbami ponownego załączenia w sieciach SN.

Automatyka SPZ daje znaczące korzyści dla obwodów wykorzystujących zabezpieczenia ze stopniowaniem czasowym, poprzez użycie zabezpieczenia bezzwłocznego, które zapewnia pierwsze szybkie wyzwolenie. Przy szybkim wyzwoleniu czas utrzymania łuku elektrycznego powstałego na skutek zwarcia w linii napowietrznej, jest ograniczony do minimum. W ten sposób zmniejszona została możliwość uszkodzenia linii, które to uszkodzenie mogłoby spowodować przekształcenie się zakłócenia przejściowego w trwałe. Zastosowanie szybkiego zabezpieczenia zapobiega przepalaniu się bezpieczników w obwodach odgałęzień linii i redukuje liczbę zabiegów konserwacyjnych wyłącznika poprzez eliminację nagrzewania podczas palenia się łuku. Jeżeli zabezpieczenie szybkie jest wykorzystywane wraz z SPZ, to układ taki jest zwykle tak skonfigurowany, by dochodziło do zablokowania zabezpieczenia szybkiego zaraz po jego wyzwoleniu. Dlatego też, jeżeli po ponownym załączeniu okaże się, że zwarcie nadal utrzymuje się, zabezpieczenie stopniowane czasowo zapewni eliminację zakłócenia, pozwalające na wyizolowanie zwartej linii. Jednak dla pewnych zastosowań, gdzie większość zwarć jest przejściowa, spotyka się rozwiązania zezwalające na więcej niż jedno szybkie wyzwolenie, zanim szybkie zabezpieczenie zostanie zablokowane.

Pewne układy zezwalają na kilka cykli SPZ oraz wyzwoleń ze stopniowaniem czasowym po pierwszym szybkim wyzwoleniu. Takie podejście pozwala na samoczynne wygaśnięcie zwarć przemijających. Pozwalają one również na działanie zabezpieczeń w liniach odgałęzionych, gdzie prąd zwarciový ma niewielką wartość.

W przypadku linii zasilających, które są częściowo napowietrzne a częściowo kablowe, decyzje dotyczące zastosowania automatyki SPZ powinny uwzględniać częstotliwość występowania zakłóceń przejściowych. Wynika to stąd, że przy takim układzie częstotliwość występowania zwarć przemijających oraz trwałych jest większa niż w

przypadku linii zasilających wyłącznie napowietrznych. W tym przypadku korzyści z zastosowania automatyki SPZ są niewielkie, jeżeli udział odcinków kablowych w długości linii jest stosunku 3:1. Zastosowanie SPZ może być nawet niekorzystne, ponieważ przywrócenie napięcia na uszkodzonym kablu zwykle zwiększa rozmiar szkód wynikłych ze zwarcia.

11.2.1 OMÓWIENIE ADAPTACYJNEGO SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA

Zastosowanie szybkiego jednofazowego ponownego załączenia pomaga zwiększyć granicę stabilności systemu w miarę wzrostu napięcia systemu i poziomu zwarcia. Aby ponowne załączenie jednofazowe było skuteczne, czas ponownego załączenia powinien być dłuższy niż czas trwania dejonizacji drogi łuku zwarcowego, który będzie się różnił w zależności od kilku czynników, jak czas trwania zwarcia, napięcie systemu, lokalizacja zwarcia, warunki atmosferyczne, sprzężenie pojemnościowe do sąsiednich przewodów i wielu innych czynników. Generalnie napięcie obwodu jest dominującym czynnikiem wpływającym na czas dejonizacji drogi zwarcia. W przypadku jednobiegunowego SPZ istnieje inny efekt, który ma znaczący wpływ na powodzenie samoczynnego powtórnego załączania. Pierwotny prąd łuku jest przerywany poprzez odłączenie zwartej fazy od źródeł poprzez otworenie wyłączników automatycznych na obu końcach linii. Po tym łuk wtórny może uniemożliwić usunięcie zwarcia. Podczas czasu przerwy beznapięciowej na pojedynczej fazie sprzężenie pojemnościowe i indukcyjne z pozostałych dwóch faz indukuje napięcie w otwartym przewodzie fazowym, które zasila łuk wtórny. Łuk wtórny to łuk pomiędzy fazą otwartą a ziemią, zasilany przez dwie działające fazy poprzez sprzężenie pojemnościowe. Napięcie mierzone w fazie odłączonej charakteryzuje się omowym, nieliniowym zachowaniem łuku wtórnego. Jeżeli łuk wtórny zgaśnie, obwód zastępczy wykazuje liniowe zachowanie pojemnościowe o pojemności fazowej doziemnej otwartego przewodu. Po pomyślnym ponownym załączeniu napięcie i prąd wracają do normalnych warunków.

W większości przypadków dla układów SPZ linii przesyłowych stosowane jest ustawienie stałego czasu przerwy beznapięciowej. Może to powodować problemy, gdy czas przerwy beznapięciowej nie jest wystarczająco długi, aby droga łuku zwarcowego uległa całkowitej dejonizacji. Ponowne załączenie przed wygaśnięciem łuku może spowodować ponowne zajarzenie łuku i ponowne zadziałanie zabezpieczenia linii, co może spowodować większe obciążenie systemu elektroenergetycznego. W pewnych warunkach ponowne załączenie po zwarcu może zagrozić stabilności systemu lub spowodować zwarcie sprzętu. Dlatego pożądane jest posiadanie adaptacyjnego układu szybkiego ponownego załączenia, który ma zmienny czas przerwy beznapięciowej, aby umożliwić zamknięcie wyłącznika dopiero po wygaszeniu łuku zwarcowego.

Opatentowana technika adaptacyjnego SPZ (AAR) zastosowana w tym przekazywniku rozwiązuje powyższy problem dla jednobiegunowych zastosowań SPZ, dzięki wykrywaniu, czy łuk zwarcowy wygaś, czy nie, i dostosowuje czas przerwy beznapięciowej. W module SPZ wykorzystano wzór zwarcowego napięcia fazowego w płaszczyźnie zespolonej, który porównuje się z dwoma pozostałymi prawidłowymi napięciami fazowymi, aby rozróżnić zwarcia przejściowe i trwałe w przypadku jednofazowego zwarcia doziemnego w linii przesyłowej. Potrafi także wykryć wygaszenie łuku w przypadku tymczasowego zwarcia, co ułatwia pomyślne szybkie ponowne załączenie linii przesyłowej.

W przypadku trwałego zwarcia jednofazowego, wielkość i kąt zwarcowego napięcia fazowego nie zmieniają się w czasie po odłączeniu linii. Natomiast w przypadku zwarcia przejściowego, wielkość zwarcowego napięcia fazowego wzrasta wraz ze wzrostem rezystancji łuku, aż do wygaśnięcia łuku. Ponadto kąt zwarcowego napięcia fazowego w chwili wygaśnięcia łuku jest opóźniony o 90° w stosunku do kąta napięcia fazy zwartej bezpośrednio po odłączeniu linii.

W przypadku łuku wtórnego przy zwarcu jednofazowym można zaobserwować następujące fakty.

Fakt 1. W przypadku zwarcia trwałego wielkość i kąt zwarcowego napięcia fazowego pozostają prawie stałe po odłączeniu linii, po wytłumieniu stanów przejściowych przełączania.

Fakt 2. Podczas zwarcia przejściowego wielkość napięcia spada natychmiast po odizolowaniu linii, a następnie powoli wzrasta, aż do wygaśnięcia łuku.

Fakt 3. Podczas zwarcia przejściowego, po odizolowaniu linii, kąt δ albo natychmiast spada, a następnie powoli rośnie, albo wzrasta od początku aż do wygaśnięcia łuku.

δ to kąt pomiędzy sumą prawidłowych napięć fazowych (δ_h , δ_k) i fazy zwartej (δ_s) na końcu linii, $\delta = \delta_h + \delta_k - \delta_s$
 $|V_s|$ jest wielkością napięcia fazy zwartej na końcu linii

Na przykład w przypadku zwarcia fazy A $|V_s|$ jest wielkością napięcia fazowego A, a δ jest kątem pomiędzy sumą prawidłowych napięć fazowych B i C (δ_h , δ_k) a napięciem zwarte fazy A na końcu linii (δ_s), $\delta = \delta_B + \delta_C - \delta_A$

Fakt 4. W przypadku zwarcia przejściowego, po wygaśnięciu łuku, wielkość zwarciovego napięcia fazowego ($|V_s|$) albo staje się stała po niewielkim spadku, albo oscyluje ze składową stałą.

Fakt 5. Podczas zwarcia przejściowego, po wygaśnięciu łuku, kąt δ staje się stały lub oscyluje ze składową stałą.

W oparciu o powyższe fakty zastosowano nowy algorytm do wykrywania zwarcia trwałego oraz czasu wygaśnięcia łuku dla zwarcia przejściowego. Funkcja adaptacyjnego SPZ jest inicjowana przez stan otwarcia wyłącznika, który jest również wykorzystywany do wyboru zwartej fazy. Przerwanie wyłącznika powinno zostać wykryte w czasie krótszym niż dwa cykle, aby wykryć szybko gasnące łuki. Jeśli zwarcie jest zwarcie jednofazowym doziemnym, wybierane jest napięcie fazowe, fazy na której występuje zwarcie i można zainicjować algorytm adaptacyjnego ponownego załączenia.

Obliczany jest kąt δ i monitorowana jest wielkość napięcia fazowego zwarciovego ($|V_s|$) w celu określenia czasu odniesienia (t_{ref}). t_{ref} to czas, w którym $|V_s|$ zaczyna rosnąć po spadku, który następuje po izolacji linii t_{ref} można łatwo wyznaczyć poprzez obliczenie minimum $|V_s|$ po inicjacji. Jeśli $|V_s|$ pozostaje większa niż minimalna wartość dla cyklu, punkt czasowy po tym cyklu i odpowiadające mu δ są przypisane do t_{ref} i δ_{ref} . Jeżeli w ciągu 10 cykli od inicjacji algorytmu nie udało się znaleźć czasu odniesienia, punkt czasowy po 10 cyklach i odpowiadające mu δ są przypisywane do t_{ref} i δ_{ref} . Ten ostatni przypadek zwykle ma miejsce tylko w przypadku zwarć trwałych, ponieważ wielkość napięcia nie wzrasta po odizolowaniu linii.

Po zainicjowaniu algorytmu δ i $|V_s|$ są filtrowane dolnoprzepustowo w celu tłumienia wszystkich niepożądanych stanów przejściowych. Następnie uzyskuje się długookresową pochodną przefiltrowanych sygnałów przez dopasowanie linii do ostatnich 6 cykli danych. Nachylenie dopasowanej linii jest wykorzystywane jako pochodna długookresowa. Metoda ta zapewnia płynne i wiarygodne oszacowanie pochodnych δ i $|V_s|$.

Fakt 1 może zostać wykorzystany do wykrycia dowolnego trwałego zwarcia. Można to zrobić sprawdzając δ , δ_d i $|V_s|_d$. Jeśli $|V_s|$ i δ pozostają prawie stałe, pochodne δ_d i $|V_s|_d$ stają się bardzo małe (bliskie zeru), a $(\delta - \delta_{ref})$ również będą małe.

Fakty od 2 do 5 można wykorzystać do wykrycia zwarcia przejściowego i czasu wygaśnięcia łuku. Zgodnie z faktami 2 i 4, $|V_s|$ powoli wzrasta po t_{ref} , aż do wygaśnięcia łuku. Oznacza to, że po t_{ref} , $|V_s|$ D jest dodatnie aż do wygaśnięcia łuku, gdzie $|V_s|_d$ albo staje się ujemne, a następnie zerowe, albo oscyluje z zerową składową stałą. Zgodnie z faktami 3 i 5, δ powoli wzrasta po t_{ref} , aż do wygaśnięcia łuku. Oznacza to, że po t_{ref} , δ_d jest dodatnie aż do wygaśnięcia łuku, gdzie δ_d staje się zerowe lub oscyluje z zerową składową stałą. Po prostu sprawdzając powyższe kryteria, można wykryć zwarcie trwałe i przejściowe z czasem wygaśnięcia łuku.

11.3 IMPLEMENTACJA SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA

Przed opisaniem tej funkcji należy najpierw zrozumieć następującą terminologię:

- **Shot** próba to próba zamknięcia wyłącznika za pomocą funkcji samoczynnego powtórnego załączania.
- **Multi-Shot** próba wielokrotna to próba wykonania więcej niż jednej **Shot** próby.
- **Single-Shot** próba pojedyncza ma miejsce wtedy, gdy wykonywana jest tylko jedna **Shot** próba.
- **Dead Time** Czas przerwy beznapięciowej oznacza czas pomiędzy inicjacją operacji SPZ a próbą załączenia wyłącznika. Czas przerwy beznapięciowej jest zwykle stałą zwłoką, ale można go ustawić adaptacyjnie w przypadku jednobiegunowych układów SPZ, gdzie zależy on od czasu wygaszenia łuku w przypadku przejściowego zwarcia jednofazowego.
- **Reclaim time** czas regeneracji to czas następujący po rozpoczęciu zamykania wyłącznika i wyzerowaniu układu SPZ, jeśli próba SPZ zakończy się pomyślnie, a zabezpieczenie nie wykryje kolejnego zwarcia.
- **Szybkie SPZ** ogólnie uznaje się za aplikację SPZ, w której **Dead Time** czas przerwy beznapięciowej jest krótszy niż 1 sekunda.
- **Delayed Autoreclose** Opóźnione SPZ ogólnie uznaje się za aplikację SPZ, w której **czas przerwy beznapięciowej** jest większy niż 1 sekunda.

Ten produkt jest wyposażony w funkcję wielokrotnego samoczynnego powtórnego załączania, która realizuje zarówno szybkie SPZ, jak i opóźnione SPZ.

Funkcję SPZ można skonfigurować na wykonywanie pojedynczego, podwójnego, potrójnego lub poczwórnego cyklu. Czasy przerw beznapięciowych mogą być ustawiane niezależnie dla każdego cyklu.

Jeśli z chwilą upływu czasu przerwy beznapięciowej nastąpi pomyślne zamknięcie wyłącznika, uruchamiane jest odliczanie czasu regeneracji „Reclaim Time”. Jeżeli wyłącznik nie zostanie wyzwolony ponownie, funkcja SPZ zeruje się po zakończeniu odmierzenia tego czasu. Jeżeli zabezpieczenie zadziała w ciągu czasu regeneracji, urządzenie IED przechodzi do kolejnej próby w zaprogramowanym cyklu. Jeżeli wszystkie zaprogramowane próby powtórnego załączenia zostały wykonane, a wyłącznik nie pozostaje zamknięty, funkcja automatycznego powtórnego załączenia przechodzi w stan blokady i wymagana jest ręczna interwencja.

Cykl samoczynnego powtórnego załączania może być zainicjowany przez zadziałanie wewnętrznego lub zewnętrznego członu zabezpieczenia, pod warunkiem, że jest on prawidłowo odwzorowany i że wyłącznik jest zamknięty, gdy zabezpieczenie zadziała.

Można zainicjować czas przerwy beznapięciowej, gdy wystąpi:

- Działanie zabezpieczenia
- Zerowanie zabezpieczenia
- Stan linii bez napięcia
- Zadziałanie wyłącznika

Po zakończeniu odmierzania czasu przerwy, wystawiony zostaje sygnał zamknięcia wyłącznika, o ile występują odpowiednie warunki sieciowe. Warunki systemowe, które należy spełnić w celu zamknięcia, są następujące:

- napięcia systemowe są zsynchronizowane
- lub że istnieją warunki linii bez napięcia / szyny pod napięciem lub linii pod napięciem / szyny bez napięcia, jak wskazuje człon synchronizujący wewnętrznego systemu sprawdzającego
- oraz czy sprężyna zamykająca wyłącznika lub inne źródło energii jest w pełni naładowana, jak wskazuje sygnał wejściowy prawidłowo działającego wyłącznika.

Sygnał złączenia wyłącznika jest przerywany, gdy wyłącznik zamyka się.

Jeżeli w czasie regeneracji zadziała zabezpieczenie oraz nastąpi otworenie wyłącznika, funkcja samoczynnego powtórnego załączania przechodzi do kolejnej próby w zaprogramowanym cyklu, lub jeśli przeprowadzone zostały wszystkie zaprogramowane próby ponownego załączenia, wyłącznik przechodzi w tryb blokady. Przy każdej próbie zamknięcia licznik sekwencji zwiększa się o 1 i czas regeneracyjny rozpoczyna się od nowa.

Samoczynnego powtórnego załączania konfiguruje się w kolumnie *AUTOECL* odpowiedniej grupy ustawień. Funkcja jest domyślnie wyłączona. Aby z funkcji skorzystać należy ją najpierw włączyć w kolumnie *KONFIGURACJA*.

Funkcja Samoczynnego powtórnego załączania to sterownik logiczny zaimplementowany w oprogramowaniu. Pobiera dane wejściowe i przetwarza je zgodnie z określoną logiką, aby wygenerować odpowiednie dane wyjściowe. Logikę steruje się przez ustawienia i polecenia określone przez użytkownika. Logika sterująca jest złożona i dlatego, aby ułatwić jej zaprojektowanie i zrozumienie, została rozłożona na mniejsze funkcje logiczne, które po połączeniu razem realizują kompletny układ. Ten rozdział kończy się podsumowaniem:

- wejścia logiczne funkcji SPZ,
- wyjścia logiczne funkcji SPZ
- sekwencja działania funkcji SPZ
- wysoki poziom funkcjonalności logiki systemu

11.3.1 WEJŚCIA LOGICZNE FUNKCJI SPZ ZE ŹRÓDEŁ ZEWNĘTRZNYCH

Wejścia logiczne sterują działaniem funkcji SPZ. Wejścia logiczne są mapowane za pomocą sygnałów magistrali danych cyfrowych w programowalnym schemacie logicznym.

Zazwyczaj wejścia przyjmują dane z urządzeń zewnętrznych podłączonych do wejść optoizolowanych. Mogą to być również dane z wejść komunikacyjnych, a niektóre są wewnętrzne.

W tym rozdziale przedstawiono przegląd wejść logicznych ze źródeł zewnętrznych.

11.3.1.1 WEJŚCIE WYŁĄCZNIKA SPRAWNEGO

Aby wyłączniki mogły się zamknąć, potrzebują energii. Energia ta pochodzi zwykle ze sprężyny (wyłączniki zbrojone sprężyną) lub z ciśnienia gazu (wyłączniki zbrojone gazem). Po zamknięciu konieczne jest przywrócenie wystarczającej energii w wyłączniku, zanim będzie można go ponownie zamknąć.

Wejścia magistrali danych cyfrowych do funkcji samoczynnego powtórnego załączania umożliwiają odwzorowanie stanu wyłączników w logice. Gdy są aktywne, sygnały te pokazują, że dostępna jest wystarczająca ilość energii do zamknięcia i otwarcia wyłącznika przed zainicjowaniem polecenia zamknięcia wyłącznika. Jeśli sygnał wskazujący stan wyłącznika jest niski i pozostaje niski przez określony czas ustawiony w liczniku czasu gotowości wyłącznika, wyłącznik blokuje się i pozostaje otwarty.

Jeśli sygnał stanu sprawnego wyłącznika nie jest odwzorowany w PSL, sygnał z magistrali danych cyfrowych jest domyślnie ustawiony na wysoki, aby można było kontynuować cykl samoczynnego powtórnego załączania.

11.3.1.2 WEJŚCIE SYGNAŁU WSTRZYMUJĄCEGO SAMOCZYNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE

Wejście logiczne można użyć do zablokowania funkcji SPZ. Sygnał jest mapowany na sygnał DDB *Inhibit AR* w PSL.

Zasilenie wejścia blokuje automatyczne przełączanie podłączonych wyłączników. Wszystkie trwające cykle SPZ są resetowane i wstrzymane, lecz nie zostają zablokowane. Funkcja ta zapewnia, by samoczynne przełączanie nie kolidowało z jakimkolwiek ręcznym przełączaniem. Typowe zastosowanie w układzie wielobokowym, w którym ręczne przełączanie jest przeprowadzane na wieloboku w przypadku którego jakiegokolwiek samoczynne powtórne załączanie mogłoby wywołać zakłócenia.

W produktach, które mają możliwość wyzwalania jednofazowego i samoczynnego powtórnego załączania, jeśli trwa jednofazowy cykl samoczynnego powtórnego załączania i pojedynczy biegun wyłącznika zostanie wyzwolony po sygnale wstrzymania samoczynnego powtórnego załączania, wyłącznik otrzymuje polecenie wyłączenia wszystkich faz, upewniając się, że wszystkie bieguny są w tym samym stanie (i unikając stanu zablokowania bieguna) podczas późniejszej próby zamknięcia wyłącznika.

11.3.1.3 WEJŚCIE SYGNAŁU BLOKADY SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA.

Wejścia zewnętrzne można wykorzystać do blokowania funkcji SPZ. Jeśli w momencie pojawienia się sygnału trwa samoczynne powtórne załączanie, wymusza to blokadę.

Zazwyczaj ta funkcja jest wykorzystywana, gdy samoczynne powtórne załączanie może być wymagane w niektórych funkcjach zabezpieczeń, ale nie jest wymagane w innych. Typowym przykładem jest linia zasilająca z transformatorem, gdzie SPZ może być inicjowane przez zabezpieczenie linii zasilającej lecz blokowane przez zabezpieczenie transformatora.

Funkcję można również zastosować, jeśli istnieje prawdopodobieństwo wykonania nieudanego cyklu funkcji SPZ ze względu na warunki związane z zabezpieczonym obwodem, na przykład podczas czasu przerwy beznapięciowej, jeśli wyłącznik wskazuje, że nie jest sprawny i nie można go przełączyć.

11.3.1.4 WEJŚCIE ZEROWANIA BLOKADY

Jeżeli stan, który wymusił blokadę, został usunięty, blokadę można wyzerować poprzez zasilenie wejścia logicznego odpowiednio odwzorowanego w PSL. Zasilenie wejścia spowoduje również wyzerowanie wszelkich alarmów samoczynnego powtórne załączania.

11.3.1.5 WEJŚCIE NIEZGODNOŚCI POŁOŻENIA ZESTYKÓW

Wyłączniki z niezależnymi mechanizmami dla każdego bieguna (fazy) zwykle zawierają mechanizm obsługujący przypadki, gdy fazy nie są zgodne. Spowoduje to automatyczne wyłączenie wszystkich trzech faz, jeśli nie wszystkie są otwarte lub nie wszystkie są zamknięte.

W trakcie jednobiegunowego cyklu SPZ celowo wprowadzony zostaje warunek niezgodności położenia zestyków, natomiast urządzenie zabezpieczające przed niezgodnością położenia zestyków nie może zadziałać dla tego warunku. Można to uzyskać stosując zwłoczne urządzenie zabezpieczające przed niezgodnością położenia zestyków, o opóźnieniu większym niż czas przerwy beznapięciowej dla SPZ na jednej fazie, (ustawienie **SP AR Dead Time**).

Można też wykorzystać wejście dla urządzeń zewnętrznych w celu wskazania stanu niezgodności położenia zestyków. Wejście niezgodności położenia zestyków jest aktywowane przez urządzenie zewnętrzne w celu wskazania, że wszystkie trzy bieguny wyłącznika nie znajdują się w tym samym położeniu. Jeśli jest to odwzorowane w PSL, zasilenie wejścia wymusza wyłączenie trójfazowe (pod warunkiem, że nie trwa jednofazowe SPZ). W przeciwnym razie sygnał wskazujący trwające jednofazowe SPZ może zostać wykorzystany do zablokowania zewnętrznego urządzenia zabezpieczającego przed niezgodnością położenia zestyków.

11.3.1.6 WSKAŹNIK WYZWALANIA ZEWNĘTRZNEGO

Do zainicjowania funkcji SPZ można zastosować inne urządzenie zabezpieczające. Domyślnie zewnętrzne wejścia wyłączające są odwzorowane w celu inicjowania funkcji SPZ i inicjowania zabezpieczenia przed awarią wyłącznika (jeśli funkcje są włączone). Wejścia te nie są odwzorowane na wyjścia wyłączające. Jednakże przy odpowiednim odwzorowaniu w PSL urządzenie zewnętrzne może wykorzystać ten produkt do wyzwiania podłączonych wyłączników automatycznych.

11.3.2 WEJŚCIA LOGICZNE FUNKCJI SPZ

W tym rozdziale przedstawiono przegląd wejść logicznych ze źródeł wewnętrznych.

11.3.2.1 SYGNAŁY INICJOWANIA WYŁĄCZENIA

Wejścia wyłączające fazy A, fazy B i fazy C służą do inicjowania jednofazowego i trójfazowego SPZ. Aby funkcja SPZ zadziałała, należy upewnić się, że sygnały wejściowe wyłączenia pozostają odpowiednio odwzorowane w PSL.

11.3.2.2 WEJŚCIA STANU WYŁĄCZNIKA

Aby funkcja samoczynnego powtórnego załączania zadziałała, informacje o stanie wyłącznika muszą być dostępne jako wejścia logiczne. Można wybrać, czy jako wejścia użyć w CB open (wyłącznik otarty), CB closed (wyłącznik zamknięty), czy obu. Ustawienia dokonuje się w kolumnie **CB CONTROL** w menu i należy się upewnić, że odwzorowanie PSL wybranych wejść jest prawidłowe.

11.3.2.3 SYGNAŁY KONTROLI SYSTEMU

Funkcje kontroli systemu i kontroli synchronizmu generują sygnały, które są wykorzystywane przez logikę samoczynnego powtórnego załączania, co gwarantuje, że funkcja samoczynnego powtórnego załączania zostanie zastosowana tylko wtedy, gdy system będzie w odpowiednim stanie.

11.3.3 WYJŚCIA LOGICZNE FUNKCJI SPZ

Sygnały wyjściowe są dostępne w celu wskazania trwającego SPZ (ARIP). Sygnał ARIP (trwające SPZ) jest potwierdzany, gdy rozpoczyna się sekwencja samoczynnego powtórnego załączania. Sygnał utrzymuje się na wysokim poziomie od momentu inicjacji, aż do zablokowania lub pomyślnego wykonania samoczynnego powtórnego załączania.

Stan blokady funkcji SPZ zeruje wszelkie trwające SPZ i powiązane z nimi sygnały. Dostępne są sygnały wskazujące, że trwa samoczynne powtórne załączanie i że wyłączniki zostały pomyślnie zamknięte.

11.3.4 SEKWENCJA DZIAŁANIA SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA

Sekwencja samoczynnego powtórnego załączania jest kontrolowana przez liczniki czasu przerwy beznapięciowej. Ustawienia kontroli czasu przerwy beznapięciowej służą do wybierania warunków inicjujących timer przerwy beznapięciowej w sekwencji funkcji SPZ (na przykład zadziałanie zabezpieczenia, wyzerowanie zabezpieczenia, otworenie wyłącznika itp.). W tym rozdziale opisano typowe sekwencje działania SPZ, w których timery przerwy beznapięciowej uruchamiają się po wyzerowaniu działania zabezpieczenia.

Note:

W sekwencji SPZ składającej się z wielu prób używana jest pewna liczba timerów przerwy beznapięciowej (po jednym na każdą próbę). Wszystkie liczniki czasu przerwy beznapięciowej są włączone po zainicjowaniu sekwencji, ale każdy licznik czasu uruchamia się dopiero po uruchomieniu konkretnej próby, z którą jest powiązany.

11.3.4.1 SEKWENCJA CZASÓW SPZ - ZWARCIE PRZEJŚCIOWE

Poniższy rysunek opisuje sekwencję działania pojedynczego SPZ w przypadku zwarcia przejściowego, które znika po odizolowaniu zwartej linii.

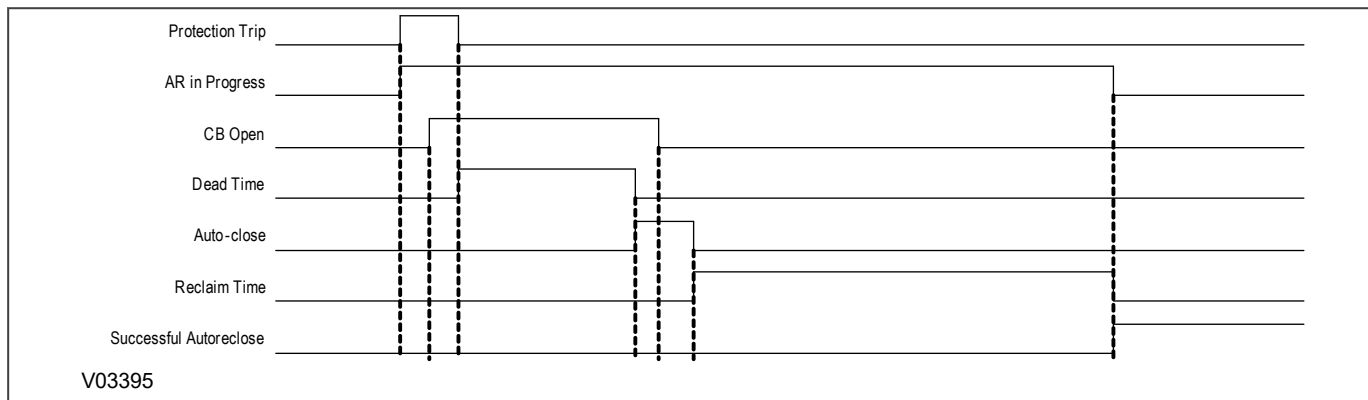


Figure 178: Sekwencja funkcji SPZ w przypadku zwarcia przejściowego

Po wystąpieniu zwarcia zabezpieczenie zadziała i wygeneruje sygnał wyłączenia. Jednocześnie zostaje załączony sygnał trwającego SPZ. Niedługo potem wyłącznik zostanie otworzony, co sygnalizuje sygnał CB Open. Otworzenie wyłącznika kończy zwarcie i zeruje zabezpieczenie. Gdy tak się stanie, uruchamiany jest licznik czasu przerwy beznapięciowej, a wyjście pozostaje w stanie wysokim aż do upływu ustawionego czasu przerwy beznapięciowej, po czym zostaje wyzerowane, a SPZ wydaje polecenie samoczynnego powtórnego załączania w celu zamknięcia wyłącznika. Po usunięciu zwarcia wyłącznik zamyka się i pozostaje zamknięty. Kiedy impuls SPZ zostanie usunięty, rozpoczyna się odliczanie czasu regeneracji. Jeżeli przed upływem czasu odliczania czasu regeneracji nie zostanie wykryte żadne inne zwarcie, uznaje się, że samoczynne powtórne załączenie zakończyło się pomyślnie, co jest sygnalizowane przez sygnał pomyślnego SPZ.

11.3.4.2 SEKWENCJA CZASÓW SPZ - ZWARCIE PRZEJŚCIOWE DWA WYŁĄCZNIKI

Poniższy rysunek opisuje sekwencję działania pojedynczego SPZ w konfiguracji z podwójnym wyłącznikiem w przypadku zwarcia przejściowego, które znika po odizolowaniu zwartej linii.

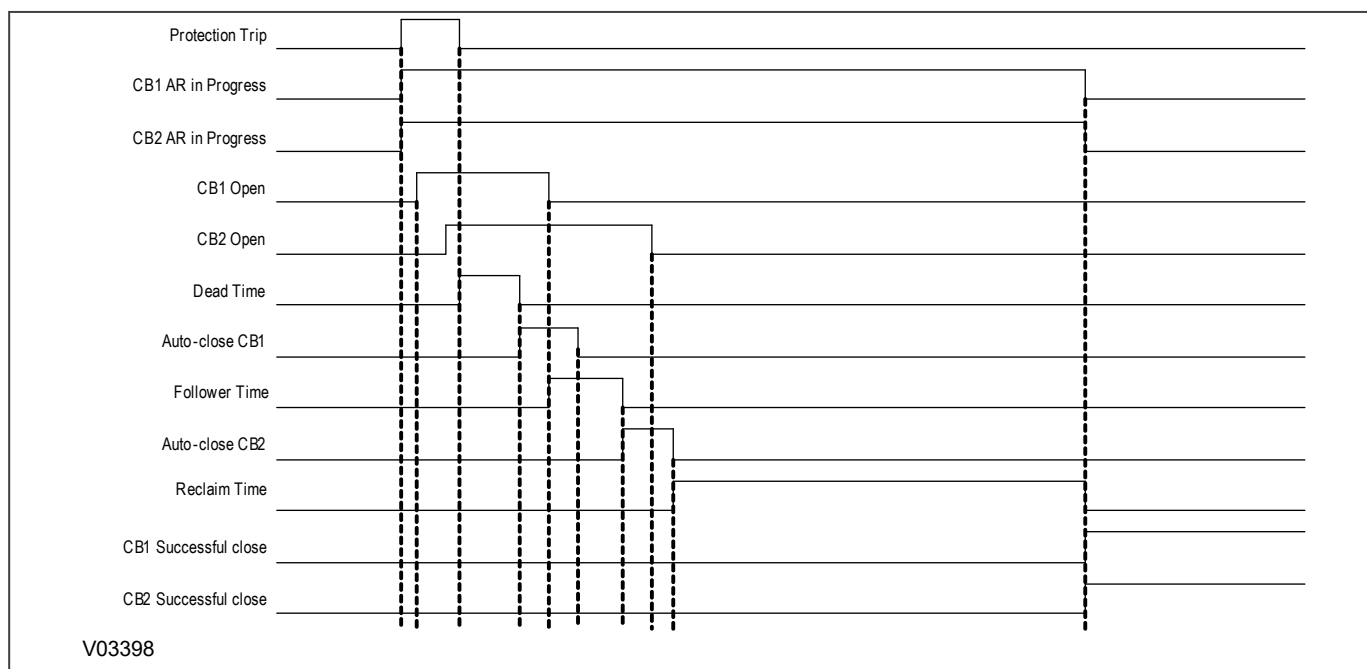


Figure 179: Sekwencja funkcji SPZ z podwójnym wyłącznikiem w przypadku zwarcia przejściowego

Po wystąpieniu zwarcia zabezpieczenie zadziała i wygeneruje sygnał wyłączenia. W tym samym czasie dla każdego wyłącznika zostaje wygenerowany sygnał SPZ w toku. Niedługo potem CB1 otworzy się, co sygnalizuje sygnał CB1 Open, a po krótkim opóźnieniu otworzy się CB2. Otworzenie wyłącznika CB2 kończy zwarcie i zeruje zabezpieczenie. Gdy tak się stanie, uruchamiany jest licznik czasu przerwy beznapięciowej, a wyjście pozostaje w stanie wysokim aż do upływu ustawionego czasu przerwy beznapięciowej, po czym zostaje wyzerowane, a SPZ wydaje polecenie zamknięcia wyłącznika CB1. Kiedy CB1 się zamknie, rozpoczyna się odliczanie czasu opóźnienia pomiędzy wyłącznikami. Kiedy upłynie czas licznika czasu opóźnienia pomiędzy wyłącznikami, urządzenie SPZ wydaje polecenie samoczynnego powtórnego załączenia, aby zamknąć wyłącznik CB2. Po zamknięciu wyłącznika CB2 i usunięciu zwarcia oba wyłączniki pozostają zamknięte. Kiedy impuls SPZ 2 zostanie usunięty, rozpoczyna się odliczanie czasu regeneracji. Jeżeli przed upływem czasu odliczania czasu regeneracji nie zostanie wykryte żadne inne zwarcie, uznaje się, że samoczynne powtórne załączenie zakończyło się pomyślnie, co jest sygnalizowane przez sygnały pomyślnego SPZ.

11.3.4.3 SEKWENCJA CZASÓW SPZ - ZWARCIE EWOLUUJĄCE / PRZEJŚCIOWE

Poniższy rysunek przedstawia sekwencję pojedynczej próby SPZ, w której zwarcie nie zostało usunięte w pierwszym cyklu SPZ. Sekwencja rozpoczyna się w podobny sposób, jak przy zwarcu przejściowym, ale w tym przypadku zwarcie nie jest przejściowe (może być trwałe lub może przekształcić się w zwarcie obejmujące więcej niż jedną fazę). Ten przypadek pokazuje zwarcie ewoluujące, które ma miejsce przed upływem czasu regeneracji.

Gdy funkcja samoczynnego powtórnego załączania rozpozna, że zadziałało zabezpieczenie, cykl zostaje zakończony. Urządzenie SPZ przechodzi w stan blokady, a sygnał SPZ w toku zostaje wyzerowany.

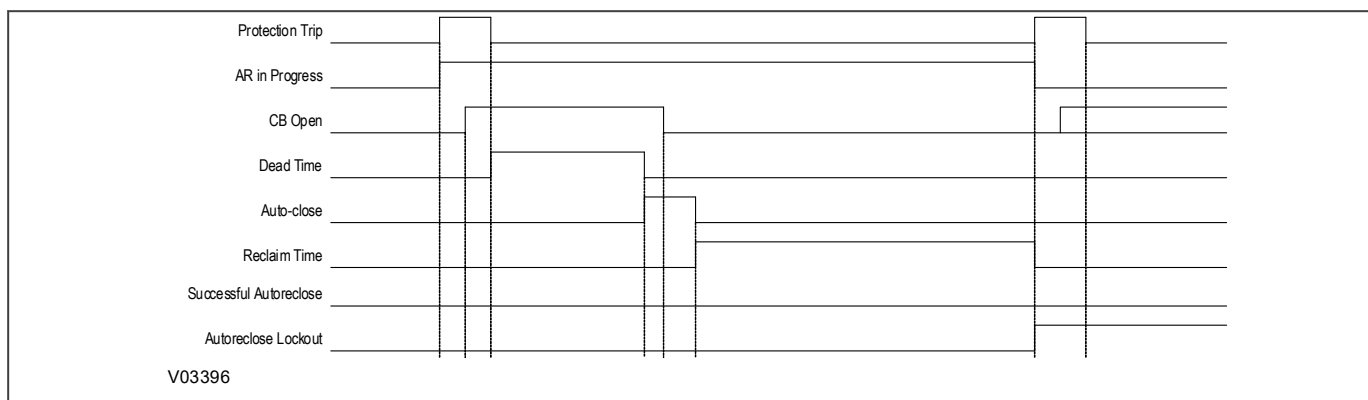


Figure 180: Sekwencja funkcji SPZ przy zwarcu ewoluującym lub trwałym

11.3.4.4 SEKWENCJA CZASÓW SPZ - ZWARCIE EWOLUUJĄCE / PRZEJŚCIOWE PRZY KONFIGURACJI Z DWOMA WYŁĄCZNIKAMI

Poniższy rysunek przedstawia sekwencję pojedynczej próby SPZ, w której zwarcie nie zostało usunięte w pierwszym cyklu SPZ. Sekwencja rozpoczyna się w podobny sposób, jak przy zwarcu przejściowym, ale w tym przypadku zwarcie nie jest przejściowe (może być trwałe lub może przekształcić się w zwarcie obejmujące więcej niż jedną fazę). Ten przypadek pokazuje zwarcie ewoluujące, które ma miejsce przed upływem czasu regeneracji. Gdy funkcja samoczynnego powtórnego załączania rozpozna, że zadziałało zabezpieczenie, cykl zostaje zakończony. Urządzenie SPZ przechodzi w stan blokady, a sygnał SPZ w toku zostaje wyzerowany.

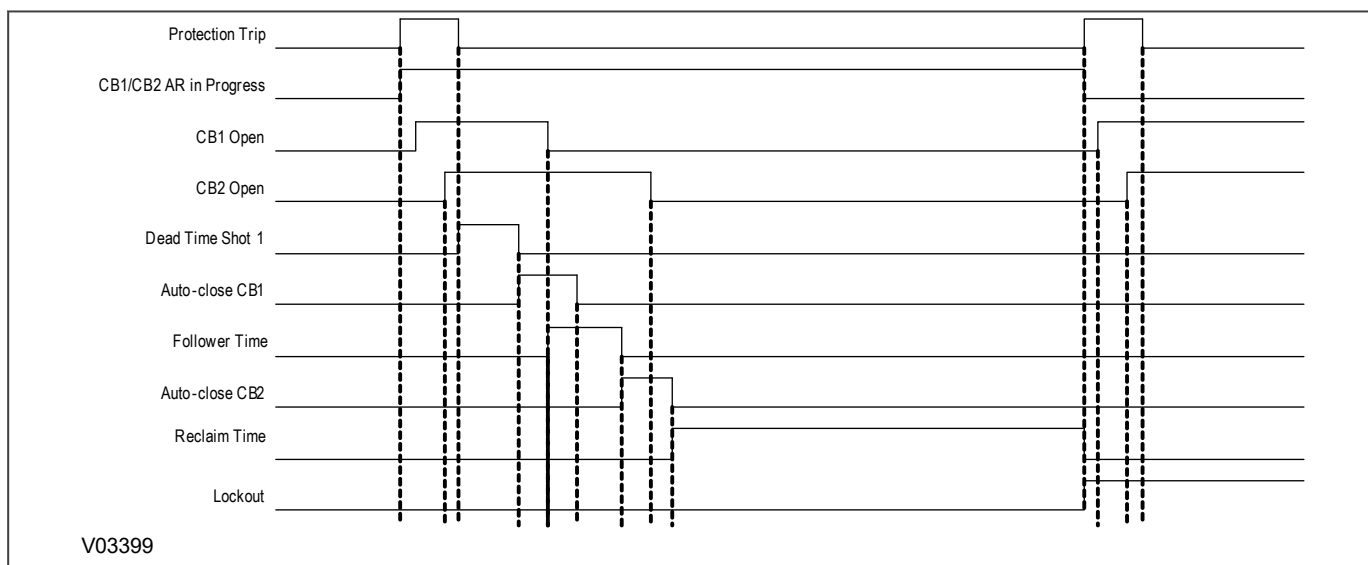


Figure 181: Sekwencja samoczynnego powtórnego załączania dla zwarcia ewoluującego / trwałego w konfiguracji z podwójnym wyłącznikiem

11.3.4.5 SEKWENCJA CZASÓW SPZ - ZWARCIE EWOLUUJĄCE / PRZEJŚCIOWE JEDNOFAZOWE

Jeśli SPZ jest ustawione na pracę jednofazową, wówczas praca jednofazowa jest dozwolona tylko przy pierwszej próbie. Kolejne wyłączenie będzie miało charakter trójfazowy, do czasu aż SPZ powiedzie się lub zostanie zablokowane, jak pokazano na poniższym rysunku.

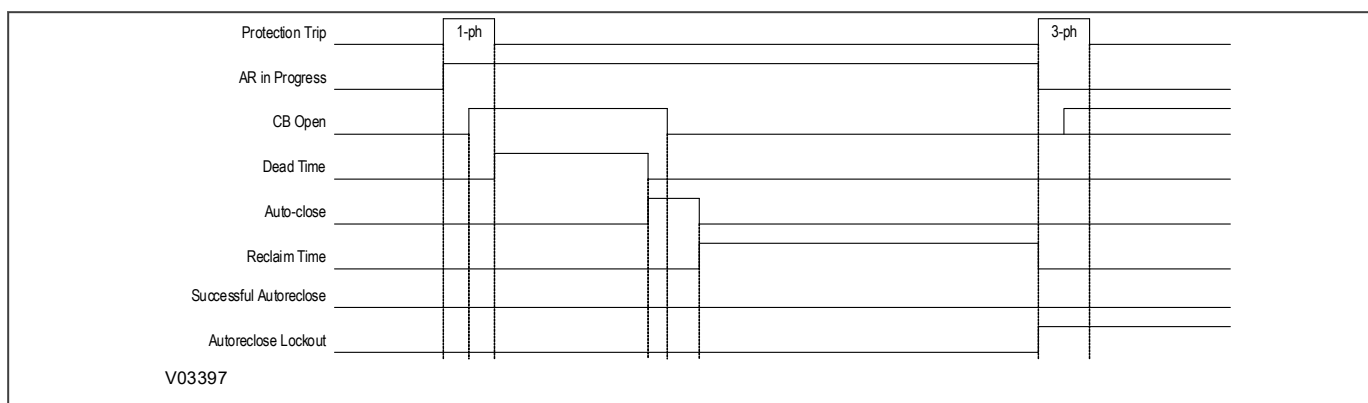


Figure 182: Sekwencja funkcji SPZ przy zwarcie ewoluującym lub trwałym – praca jednofazowa

11.3.4.6 SEKWENCJA CZASÓW SPZ - ZWARCIE TRWAŁE

Poniższy rysunek przedstawia początek sekwencji SPZ składającej się z wielu prób, w której zwarcie jednofazowe nie zostało usunięte w pierwszym cyklu SPZ. Sekwencja rozpoczyna się w podobny sposób, jak przy zwarcu przejściowym, ale w tym przypadku zwarcie nie jest przejściowe (może być trwałe lub może przekształcić się w zwarcie obejmujące więcej niż jedną fazę). Ten przypadek pokazuje drugie zwarcie, które ma miejsce przed upływem czasu regeneracji. Istotnym faktem jest to, że po wystąpieniu pierwszego wyłączenia, SPZ zmusza 2 wyłączniki do pracy trójbiegunowej, a dla cyklu jednofazowego stosowane są różne liczniki czasu przerwy beznapięciowej w porównaniu z cyklem trójfazowym.

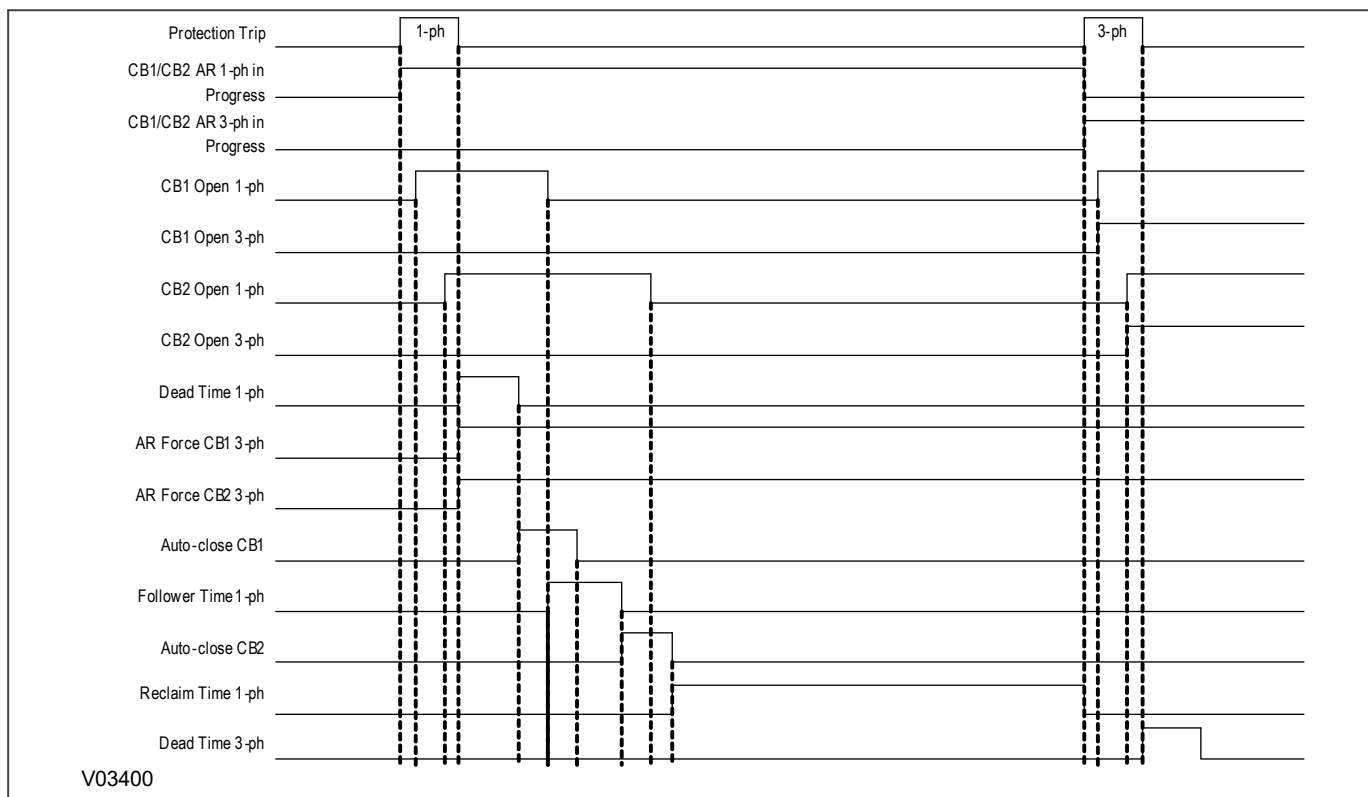


Figure 183: Sekwencja samoczynnego powtórznego załączania w konfiguracji z dwoma wyłącznikami i wielokrotnymi próbami z ustawieniem na pracę jednofazową

Note:

W przypadku SPZ trójfazowego, tylko dla pierwszej próby, samoczynne ponowne zamykanie może być przeprowadzane z wykorzystaniem parametru bez kontrolowania czy napięcia są zsynchronizowane. To ustawienie, CB1L SC Shot 1 lub CB2L SC Shot 1, można włączyć w celu przeprowadzenia kontroli synchronizacji w przypadku próby 1 dla CB1 lub CB2 lub wyłączyć, aby nie przeprowadzać kontroli.

11.4 MODUŁY LOGICZNE (POJEDYNCZY WYŁĄCZNIK)

W tym rozdziale przedstawiono kompletny zestaw schematów logicznych dla modeli z pojedynczym wyłącznikiem, które pomogą wyjaśnić działanie funkcji SPZ. Większość pokazanych schematów logicznych to moduły logiczne składające się na cały system SPZ. Niektóre z przedstawionych schematów nie są bezpośrednio powiązane z funkcją SPZ, jednakże mogą wykorzystywać pewne wejścia i generować wyjścia wykorzystywane przez system SPZ. Schematy zamieszczone w niniejszym punkcie służą do zapewnienia kompletności.

Numer „mod” wskazuje numery powiązanych modułów w logice stałej (jak podano w opisie rysunku).

Czerwone numery „mod” wskazują numery modułów stosowane wyłącznie w przypadku logiki z dwoma wyłącznikami.

11.4.1 MONITOR STANU WYŁĄCZNIKA

Logika monitorowania stanu wyłącznika jest częścią funkcjonalności monitorowania i sterowania i w pełni opisano ją w tym rozdziale. W tym rozdziale powtórzono schemat logiczny, ponieważ niektóre wyjścia tego modułu logicznego są wykorzystywane jako wejścia niektórych modułów logicznych funkcji SPZ.

11.4.1.1 SCHEMAT LOGICZNY MONITORA STANU WYŁĄCZNIKA

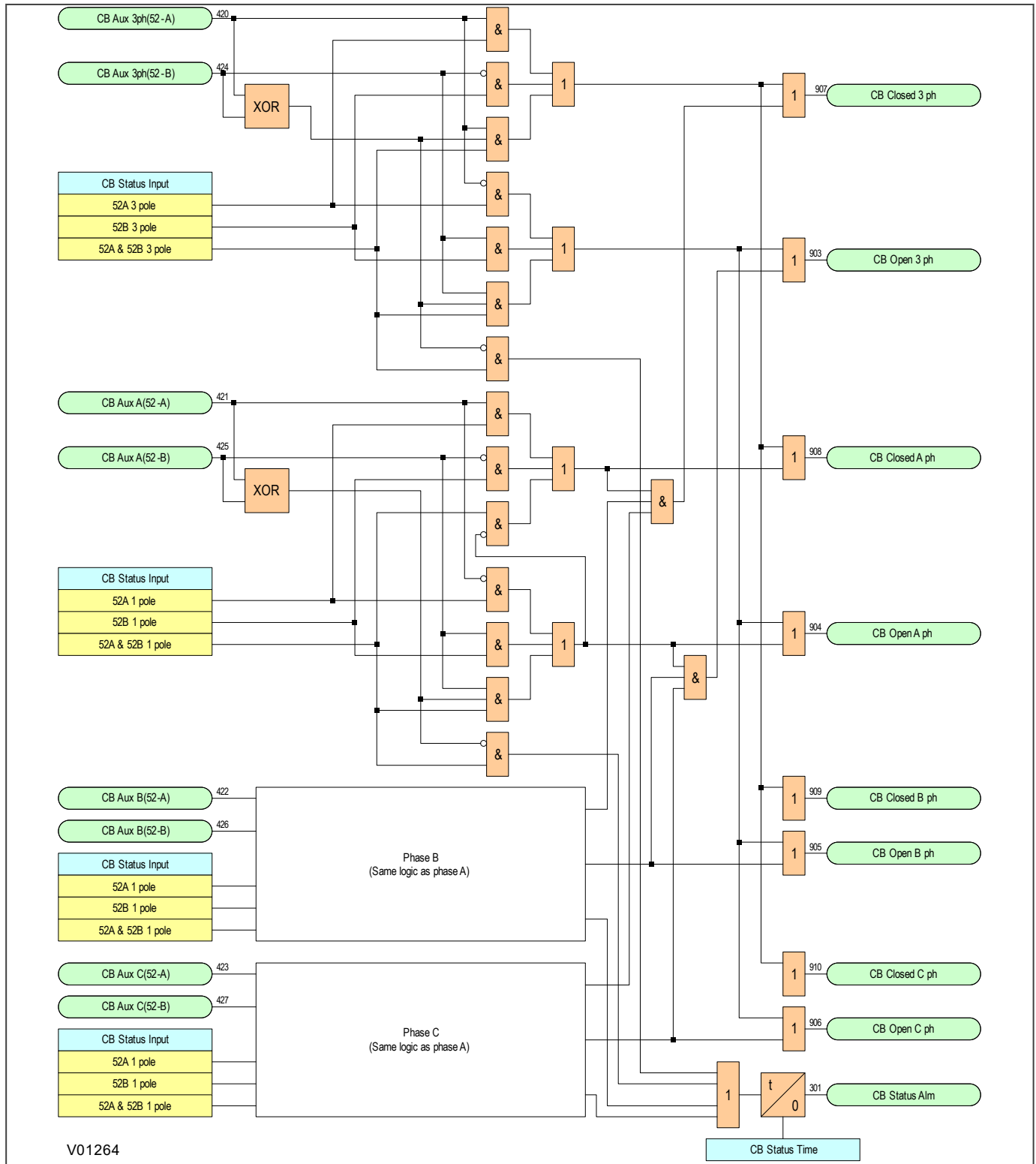


Figure 184: Schemat logiczny monitora stanu wyłącznika (Moduł 1)

11.4.2 LOGIKA OTWIERANIA WYŁĄCZNIKA

Moduł logiczny obwodu wyłącznika otworzonego generuje sygnały wewnętrzne wskazujące stan otwarcia jednej lub więcej faz. Sygnały te są wykorzystywane przez niektóre moduły logiczne SPZ.

11.4.2.1 SCHEMAT LOGIKI OTWIERANIA WYŁĄCZNIKA

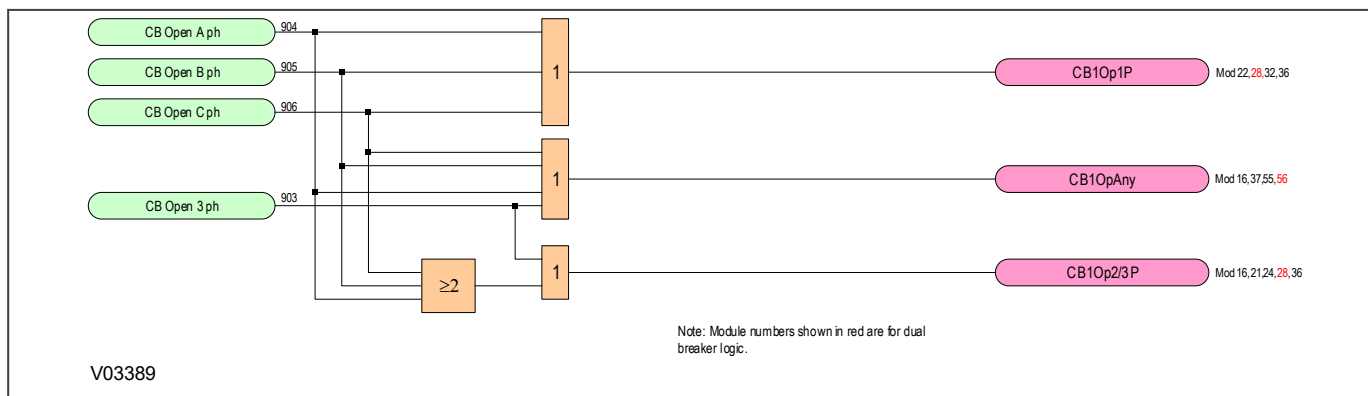


Figure 185: Schemat logiczny wyłącznika otworzonego (moduł 3)

11.4.3 LOGIKA WYŁĄCZNIKA GOTOWEGO

Aby samoczynne powtórne załączanie mogło być zainicjowane, wyłącznik musi być gotowy w chwili zainicjowania funkcji SPZ. Wyłącznik uznaje się za gotowy, jeżeli był zamknięty przez czas dłuższy niż ustawiony czas CB IS.

W zastosowaniach z szybko działającymi przełącznikami pomocniczymi wyłącznika dostępna jest opcja ustawienia opóźnienia czasowego CB IS Memory Time. Ma to na celu zapewnienie prawidłowego działania, jeśli spodziewane jest opóźnienie pomiędzy wyzwoleniem wyłącznika a rozpoznaniem przez zabezpieczenie.

Kiedy rozpoczyna się cykl funkcji SPZ, sygnał „gotowy” wyłącznika pozostaje w stanie wysokim aż do zakończenia cyklu SPZ.

Sygnał „wyłącznik gotowy” zostaje wyzerowany, jeśli wyłącznik się otworzy lub jeśli zostanie wyzerowany odpowiedni sygnał SPZ w toku (ARIP).

11.4.3.1 SCHEMAT LOGIKI WYŁĄCZNIKA GOTOWEGO

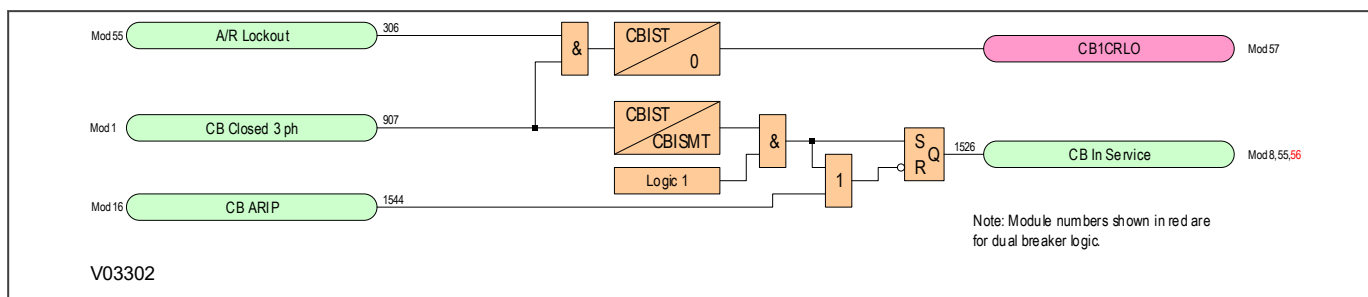


Figure 186: Schemat logiki wyłącznika gotowego (Moduł 4)

11.4.3.2 SCHEMAT LOGICZNY SPZ OK

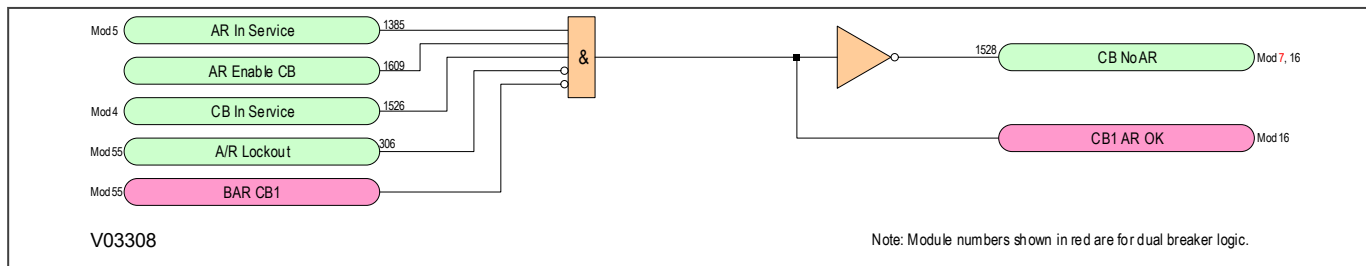


Figure 187: Schemat logiczny SPZ OK (moduł 8)

11.4.4 SAMOCZYNNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE AKTYWNE

Przed uruchomieniem funkcja samoczynnego powtórnego załączania musi być włączona w kolumnie **KONFIGURACJA**. Aktywować można następująco:

- za pomocą wejścia optycznego odwzorowanego na sygnał magistrali danych cyfrowych **AR Enable**
- pulsowanie sygnału magistrali danych cyfrowych **AR Pulse On** (użyć **AR Pulse Off**, aby dezaktywować)
- programowanie przycisku funkcyjnego w interfejsie użytkownika.
- jeśli ma to zastosowanie, przy użyciu komunikacji IEC 60870-5-103

Do włączenia funkcji SPZ wymagany jest także kolejny sygnał potwierdzający. To są sygnały z magistrali danych cyfrowych **AR Enable CB**. Gdy funkcja SPZ jest aktywna, zostaje załączony sygnał DDB **AR In Service** i odpowiednio ustawiona jest komórka **AR Status** w kolumnie **CB CONTROL**.

11.4.4.1 SCHEMAT LOGICZNY - SAMOCZYNNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE WŁĄCZONE

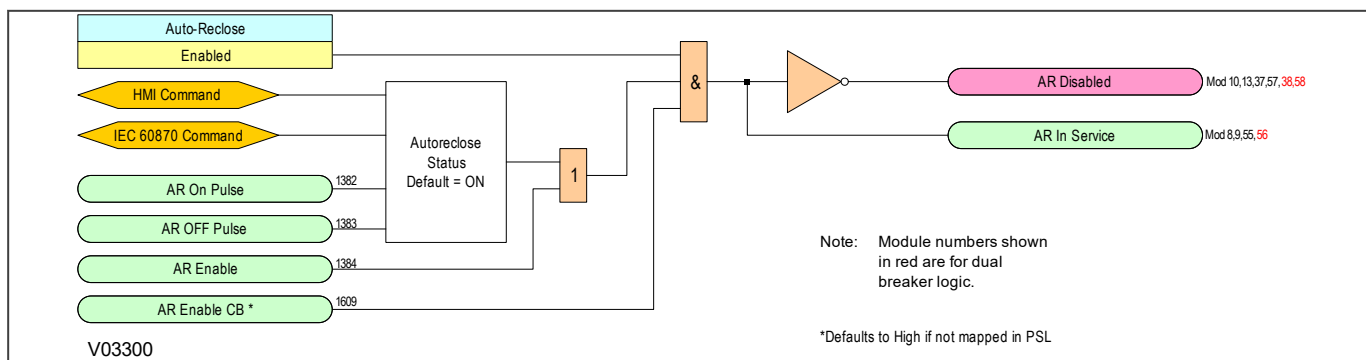


Figure 188: Schemat logiczny samoczynne powtórne załączanie Włączone (moduł 5)

11.4.5 TRYBY SPZ

Urządzenie może zapewniać jednofazowe i/lub trójfazowe SPZ. Tryb samoczynnego powtórnego załączania konfiguruje się przez ustawienie **AR Mode** w kolumnie **AUTORECLOSE**. Dostępne opcje wyboru:

- Jednofazowe (*AR 1P*)
- Trójfazowe (*AR 3P*)
- Jednofazowe i trójfazowe (*AR 1/3P*)
- Sterowane poleceniami z sygnałów DDB, które muszą być odwzorowane na optoizolowane wejścia w PSL (*AR Opto*).

Jednofazowe SPZ jest dozwolone tylko przy pierwszej próbie cyklu SPZ. W cyklu wielokrotnego samoczynnego powtórnego załączania, drugie i kolejne wyłączenia będą zawsze trójfazowe.

W przypadku zwarć wielofazowych można użyć ustawienia wielofazowego SPZ **Multi Phase AR** w kolumnie AUTORECLOSE, **ABY SKONFIGUROWAĆ NASTĘPUJĄCE OPCJE:**

- Zezwalaj na samoczynne powtórne załączanie dla wszystkich typów zwarć (*Allow Autoclose*)
- Blokuj samoczynne powtórne załączanie w przypadku zwarć 2-fazowych i 3-fazowych (*BAR 2 i 3 ph*)
- Blokuj samoczynne powtórne załączanie w przypadku zwarć 3-fazowych (*BAR 3 Phase*)

11.4.5.1 JEDNOFAZOWE I TRÓJFAZOWE SPZ

Tylko jednofazowe SPZ

Jeżeli włączone jest jednofazowe SPZ, logika dopuszcza tylko pojedynczą próbę SPZ. Przy zwarciu jednofazowym licznik czasu przerwy beznapięciowej **SP AR Dead Time** rozpoczyna odliczanie i zostaje załączony sygnał DDB **CB AR 1pole in prog**, co wskazuje, że jednofazowy cykl SPZ trwa. W tym przypadku dla zwarć wielofazowych logika wyzwała wyłączenie trzech faz oraz przechodzi w tryb blokady.

Tylko trójfazowe SPZ

Podczas trójfazowego samoczynnego powtórnego załączania, przy jakimkolwiek zwarciu, trójfazowe liczniki czasu przerwy beznapięciowej: **3P AR DT Shot 1**, **3P AR DT Shot 2**, **3P AR DT Shot 3** oraz **3P AR DT Shot 4** zostają uruchomione i zostaje załączony sygnał DDB **CB AR 3pole in prog**, co wskazuje, że trwa trójfazowe SPZ.

Jeśli włączone jest tylko trójfazowe samoczynne powtórne załączanie, układ logiczny wymusza wyzwolenie trójfazowe poprzez ustawienie sygnału DDB **AR Force 3 pole** dla dowolnego zwarcia jednofazowego.

Jednofazowe i trójfazowe SPZ

Jeżeli uaktywnione jest SPZ jednofazowe i trójfazowe, wówczas, jeżeli pierwsze zwarcie jest zwarciem pojedynczej fazy, uruchamiany jest licznik czasu przerwy beznapięciowej pojedynczej fazy **SP AR Dead Time** oraz aktywowany jest sygnał jednofazowego SPZ w toku. Jeżeli pierwsze zwarcie jest zwarciem wielofazowym, uruchamiany jest trójfazowy licznik czasu przerwy beznapięciowej **3P AR DT Shot 1** oraz aktywowany jest sygnał SPZ trójfazowego w toku. Jeżeli inteligentne urządzenie elektroniczne zostało ustawione tak, by zezwalać na więcej niż jedno samoczynne powtórne załączanie (**AR Shots >'1'**), wszystkie kolejne zwarcia są przekształcane na wyzwolenia trójfazowe ustawieniem sygnału wymuszenia wyzwolenia trójfazowego. Odmierzanie czasów przerwy beznapięciowej na trzech fazach **3P AR DT Shot 2**, **3P AR DT Shot 3** i **3P AR DT Shot 4** (czasów przerwy beznapięciowej 2, 3, 4) rozpoczyna się odpowiednio dla wyzwolenia (próby) drugiego, trzeciego i czwartego. Sygnał DDB **AR 3pole in prog** SPZ 3-fazowe w toku jest potwierdzony. Jeżeli zwarcie pojedynczej fazy przekształci się w zwarcie wielofazowe w czasie przerwy beznapięciowej pojedynczej fazy (**SP AR Dead Time**), SPZ jednofazowe zostaje zatrzymane. Sygnał trwania jednofazowego SPZ zostaje wyzerowany, ustawiony zostaje sygnał trójfazowego SPZ w toku i zostaje uruchomiony trójfazowy licznik czasowy przerwy beznapięciowej **3P AR DT Shot 1**.

11.4.5.2 SCHEMAT LOGICZNY - TRYBY SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA WŁĄCZONE

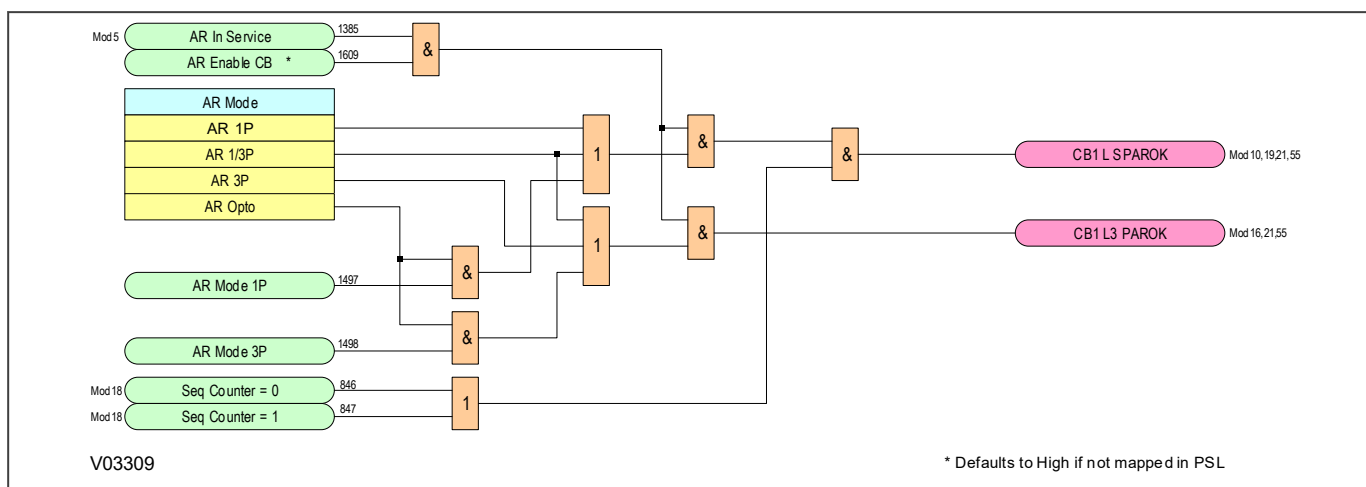


Figure 189: Schemat logiczny tryby samoczynnego powtórnego załączania włączone (moduł 9)

11.4.6 LOGIKA WYZWALANIA WYMUSZENIA TRÓJFAZOWEGO SPZ

Po wyzwoleniu jednofazowym, podczas trwania cyklu SPZ i po wyzerowaniu członów zabezpieczających, wyzwalamie zostaje przełączone na trójfazowe.

Wszelkie operacje zabezpieczające, które wystąpią podczas kolejnych zwarć, gdy trwa cykl funkcji SPZ, zostaną wyzwolone trójfazowo.

11.4.6.1 SCHEMAT LOGICZNY WYZWALANIA WYMUSZENIA TRÓJFAZOWEGO SPZ

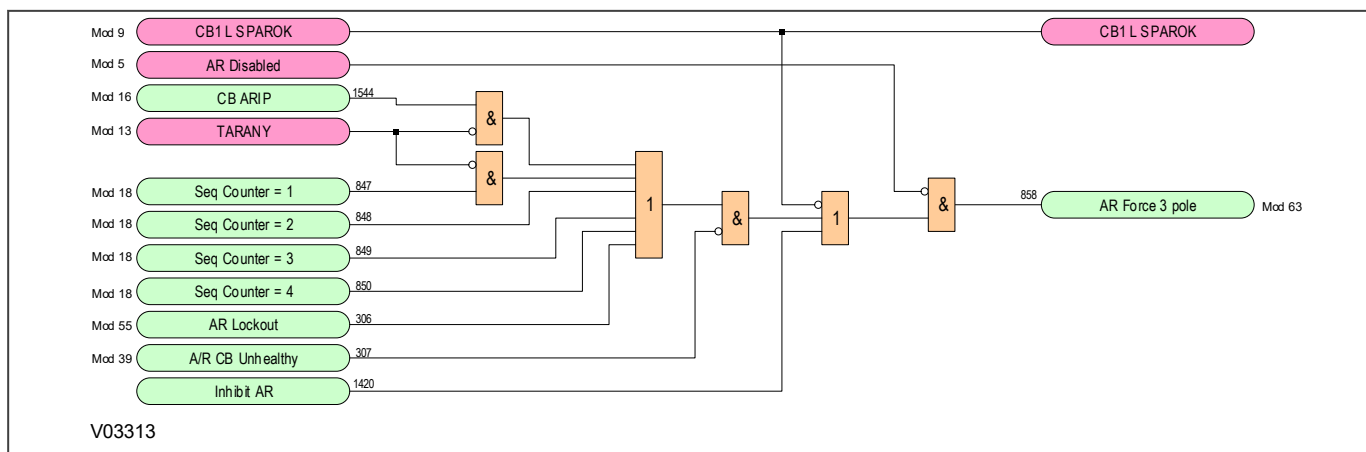


Figure 190: Schemat logiczny wymuszonego trójfazowego wyzwalamia (modul 10)

Kiedy wymuszone jest wyzwalamie trójfazowe, sygnał DDB **AR Force 3 pole** jest aktywny.

11.4.7 LOGIKA INICJOWANIA SPZ

Inicjowanie funkcji SPZ rozpoczyna funkcję SPZ dla wyłącznika tylko wtedy, gdy dla wyłącznika włączona jest opcja SPZ, a wyłącznik jest gotowy. Kiedy rozpoczyna się cykl SPZ, wyświetlany jest komunikat ARIP. Wskazanie pozostaje do końca cyklu. Koniec cyklu jest równoznaczny z udanym ponowieniem zamknięcia lub blokadą.

Cykle SPZ mogą być inicjowane przez:

- Funkcje zabezpieczające znajdujące się wewnątrz produktu
- Funkcję testu wyzwiania
- Zewnętrzne urządzenia zabezpieczające
- Kombinacje zwarć ewoluujących

Wewnętrzne funkcje zabezpieczeniowe

Wiele funkcji zabezpieczeniowych produktu można zaprogramować tak, aby inicjowały lub blokowały samoczynne powtórne załączanie. Powiązane ustawienia znajdują się w kolumnie samoczynne powtórne załączanie, a dostępne opcje to *No Action*, *Initiate AR*, lub *Block AR*. Jeśli ustawiono na *Block AR* blokuj SPZ, działanie funkcji zabezpieczającej blokuje funkcję SPZ i wymusza blokadę.

Funkcja testu wyzwiania

Komórkę poleceń **Test Autoreclose** w kolumnie *COMMISSION TESTS* można użyć do zainicjowania cyklu samoczynnego powtórnego załączania. Każda opcja zapewnia wyjście impulsowe 100 ms. Dostępna jest również opcja *No Operation*, która pozwala wyjść z pola komend bez rozpoczęcia testu.

Zewnętrzne urządzenia zabezpieczające

Do zainicjowania funkcji SPZ można zastosować inne urządzenie zabezpieczające za pośrednictwem PSL. Domyślnie te zewnętrzne sygnały wejściowe wyzwajające są odwzorowane w celu inicjowania funkcji SPZ. Wejścia te nie są odwzorowane na wyjścia wyłączające. Jednakże przy odpowiednim odwzorowaniu w PSL urządzenie zewnętrzne może wykorzystać ten produkt do wyzwiania podłączonych wyłączników automatycznych.

Kombinacje zwarć ewoluujących

Funkcja samoczynnego powtórnego załączania jest zwykle inicjowana przez pojedynczy warunek (jak zwarcie jednofazowe). Jeśli jednak warunki systemowe zmieniają się w taki sposób, że pojawią się inne warunki, które mogą zainicjować samoczynne powtórne załączanie, wówczas dynamikę logiki SPZ należy dostosować. Na przykład, jeżeli zwarcie jednofazowe przekształci się w zwarcie wielofazowe, wówczas działanie SPZ musi w związku z tym być dostosowane. Aby to osiągnąć, generowane są sygnały wskazujące warunki, takie jak ewoluujące zwarcia, ponowne działanie zabezpieczenia, kombinacje inicjowania przez zabezpieczenie wewnętrzne, zabezpieczenie zewnętrzne lub funkcje testowe, które sterują sekwencją SPZ.

Zapisy warunków inicjujących są przechowywane i wykorzystywane do sterowania sekwencjonowaniem. Inicjowanie może nastąpić z funkcji zabezpieczającej zintegrowanej z produktem, z zabezpieczenia zewnętrznego lub ze źródeł wewnętrznych, jak funkcja testu samoczynnego powtórnego załączania. Inicjację można dodatkowo sklasyfikować na podstawie faz powodujących inicjację. Warunki te są przechowywane w sygnałach, które zazwyczaj zawierają w nazwie „MEM” – pamięć lub „AR” – Autoreclose, samoczynne powtórne załączanie.

11.4.7.1 SCHEMAT LOGICZNY INICJOWANIA SPZ

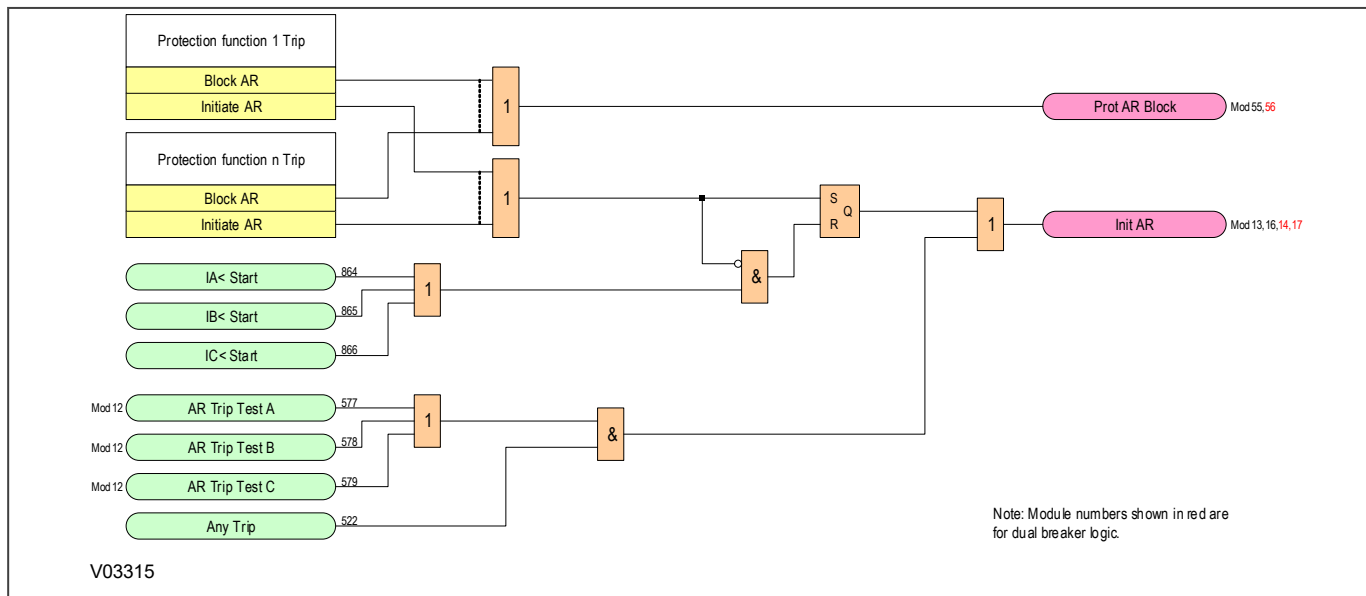


Figure 191: Schemat logiczny inicjacji samoczynnego powtórnego załączania (moduł 11)

11.4.7.2 SCHEMAT LOGICZNY TESTU WYZWOLENIA SPZ

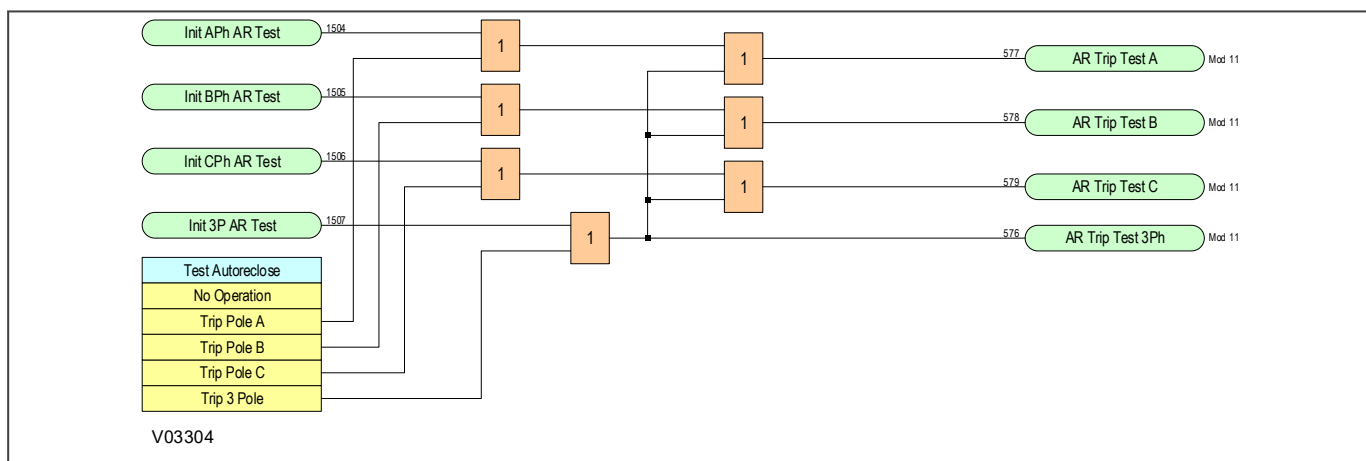


Figure 192: Schemat logiczny testu wyzwiania SPZ (moduł 12)

11.4.7.3 SCHEMAT LOGICZNY ZEWNĘTRZNEGO INICJOWANIA WYZWOLENIA SPZ

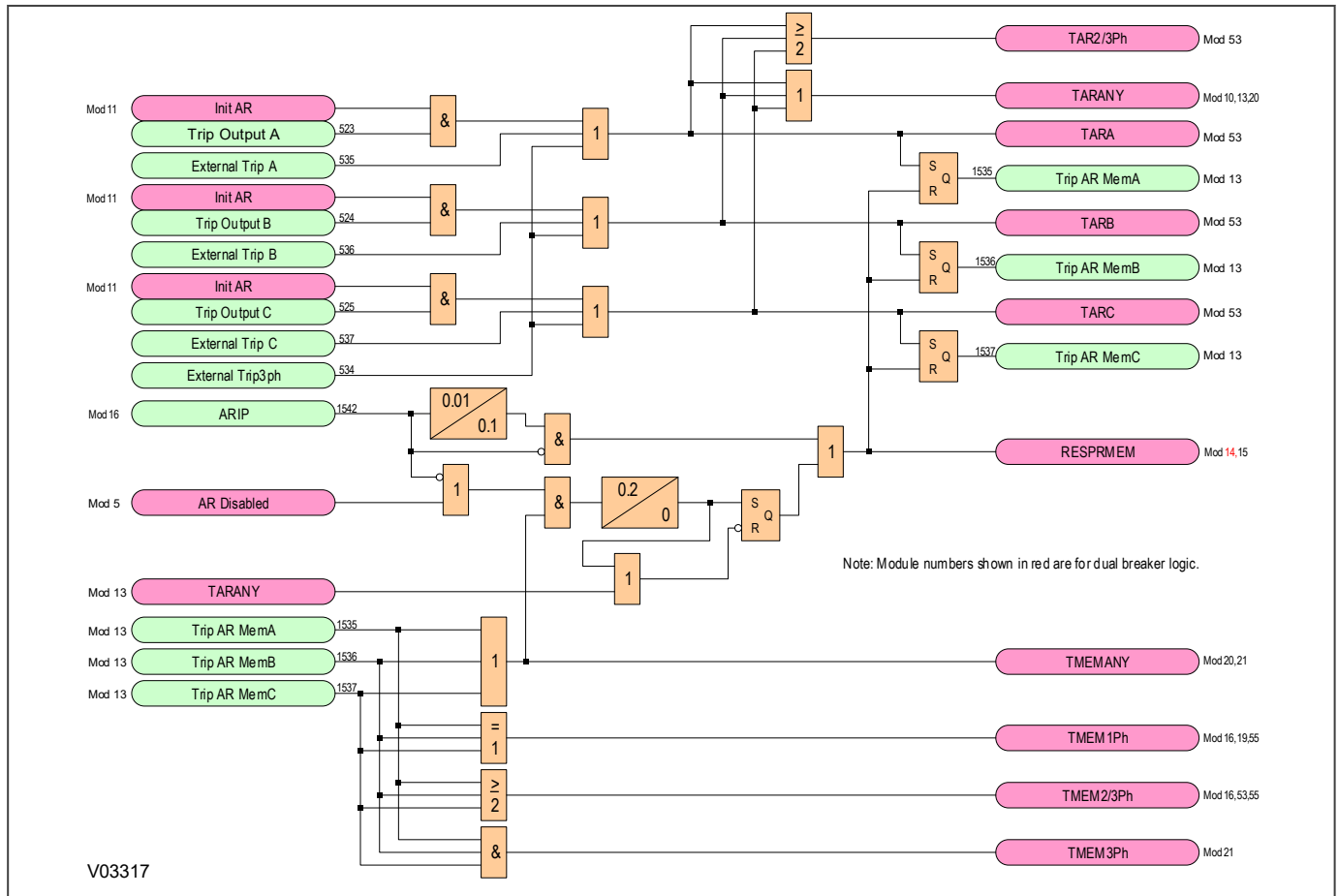


Figure 193: Inicjowanie SPZ w wyniku zewnętrznego wyzwolenia lub zmieniających się warunków (Moduł 13)

Note:

Sygnały te muszą być odwzorowane zgodnie z domyślnym układem PSL.

11.4.7.4 SCHEMAT LOGICZNY PONOWNEGO ZADZIAŁANIA ZABEZPIECZENIA I POWSTANIA ZWARCIA EWOLUJĄCEGO

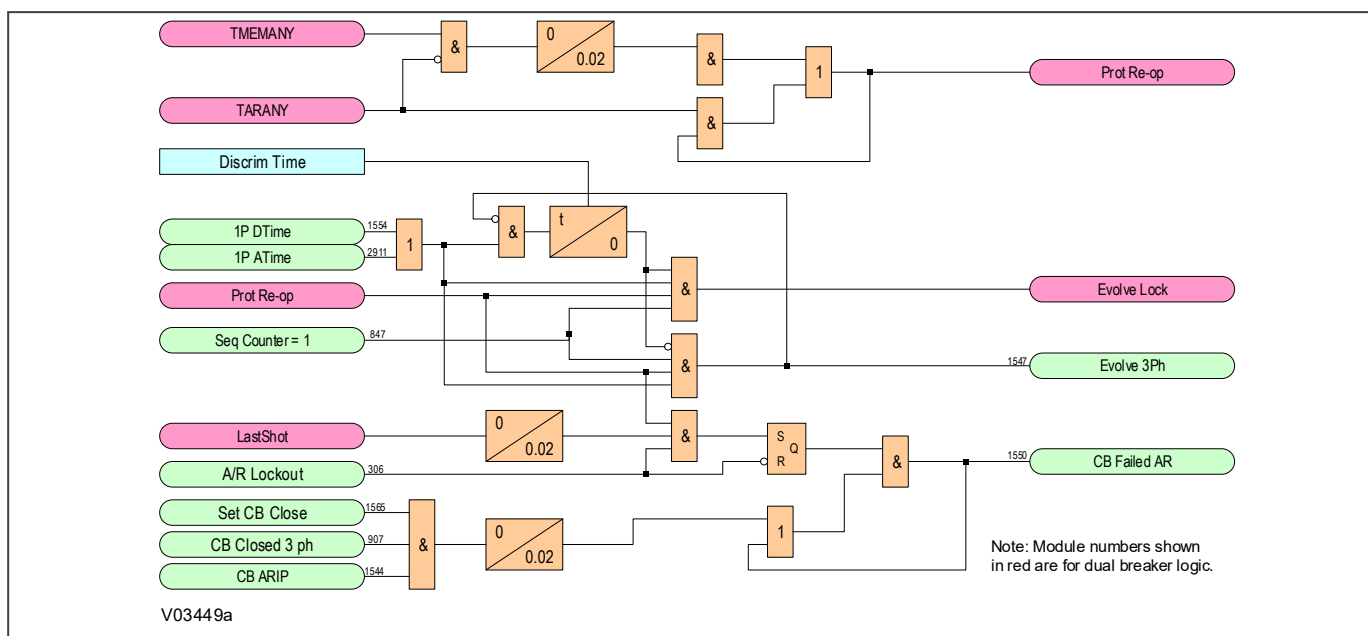


Figure 194: Schemat logiczny ponownego zadziałania zabezpieczenia i powstania zwarcia ewoluującego (moduł 20)

11.4.7.5 SCHEMAT LOGICZNY PAMIĘCI ZWARĆ

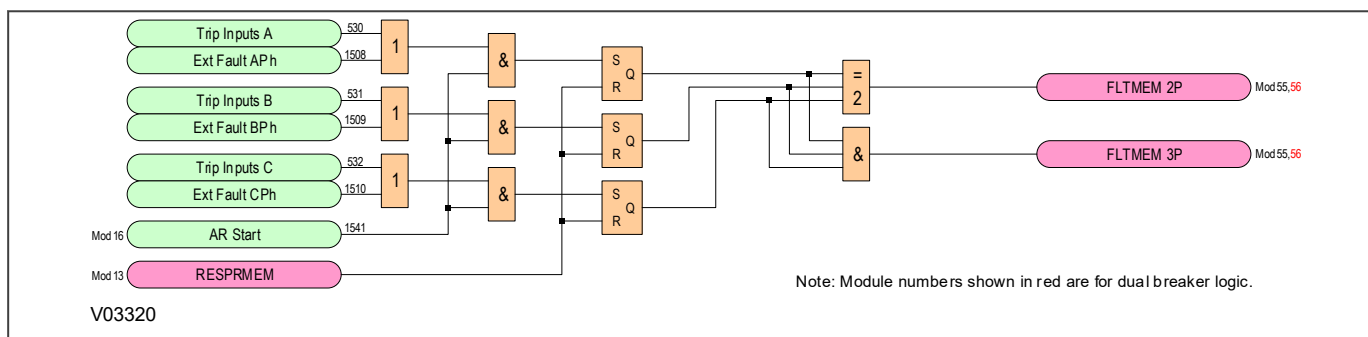


Figure 195: Schemat logiczny pamięci zwarć (moduł 15)

11.4.8 SAMOCZYNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE W TOKU

Moduł AR In Progress generuje różne sygnały, aby wskazać innym modułom i funkcjom, że aktualnie trwa operacja SPZ.

11.4.8.1 SCHEMAT LOGICZNY SPZ W TOKU

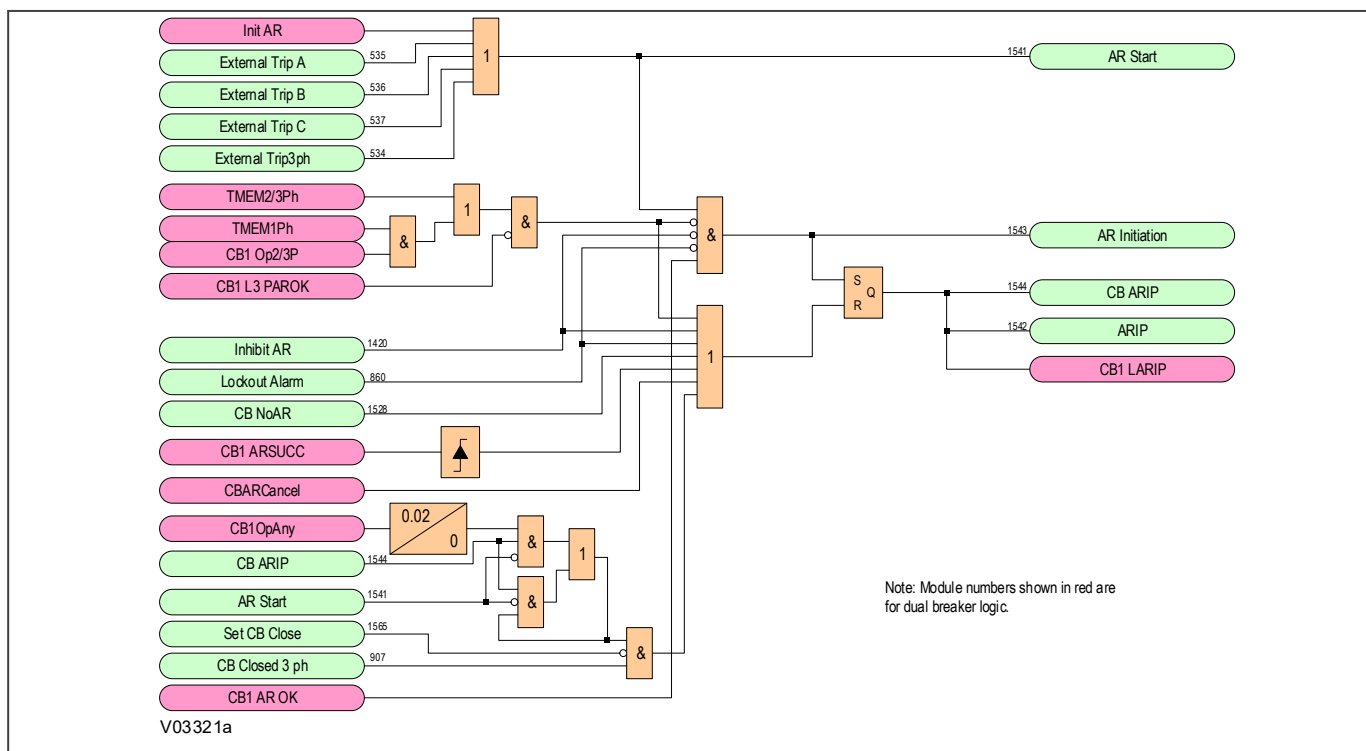


Figure 196: Schemat logiczny SPZ w toku (moduł 16)

11.4.9 LICZNIK SEKWENCJI

Logika SPZ zawiera licznik do zliczania prób SPZ. Nazywa się on licznikiem sekwencji. Licznik sekwencji ma wartość zero, jeśli nie trwa samoczynne powtórne załączanie. W wyniku wyzwalań oraz kolejnej inicjalizacji SPZ następuje zwiększenie wartości zliczanej przez licznik sekwencji. Licznik zapewnia sygnały wyjściowe wskazujące ilość zdarzeń inicjalizacji, do których doszło w dowolnym cyklu SPZ. Sygnały te są dostępne jedynie do wskazań i są wykorzystywane w logice do ustawienia odpowiednich timerów czasu przerwy beznapięciowej lub, w przypadku trwałych zwarc, wymuszania blokad.

Możliwe jest pominięcie pierwszej próby samoczynnego powtórnego załączania poprzez aktywację nastawy **AR Skip Shot 1**. Przy tym ustawieniu licznik sekwencji pominie pierwszą próbę SPZ (Shot 1) i przejdzie do drugiej (Shot 2) natychmiast po zainicjowaniu SPZ. Za każdym razem, gdy zabezpieczenie zadziała, licznik sekwencji zwiększa się o 1. Logika SPZ porównuje wartości licznika sekwencji z nastawą prób SPZ, **AR Shots**. Jeżeli wartość licznika przekracza wartość nastawy, funkcja SPZ jest blokowana. Jeżeli samoczynne powtórne załączenie zakończy się pomyślnie, licznik sekwencji zostanie wyzerowany.

11.4.9.1 SCHEMAT LOGICZNY LICZNIKA SEKWENCJI SPZ

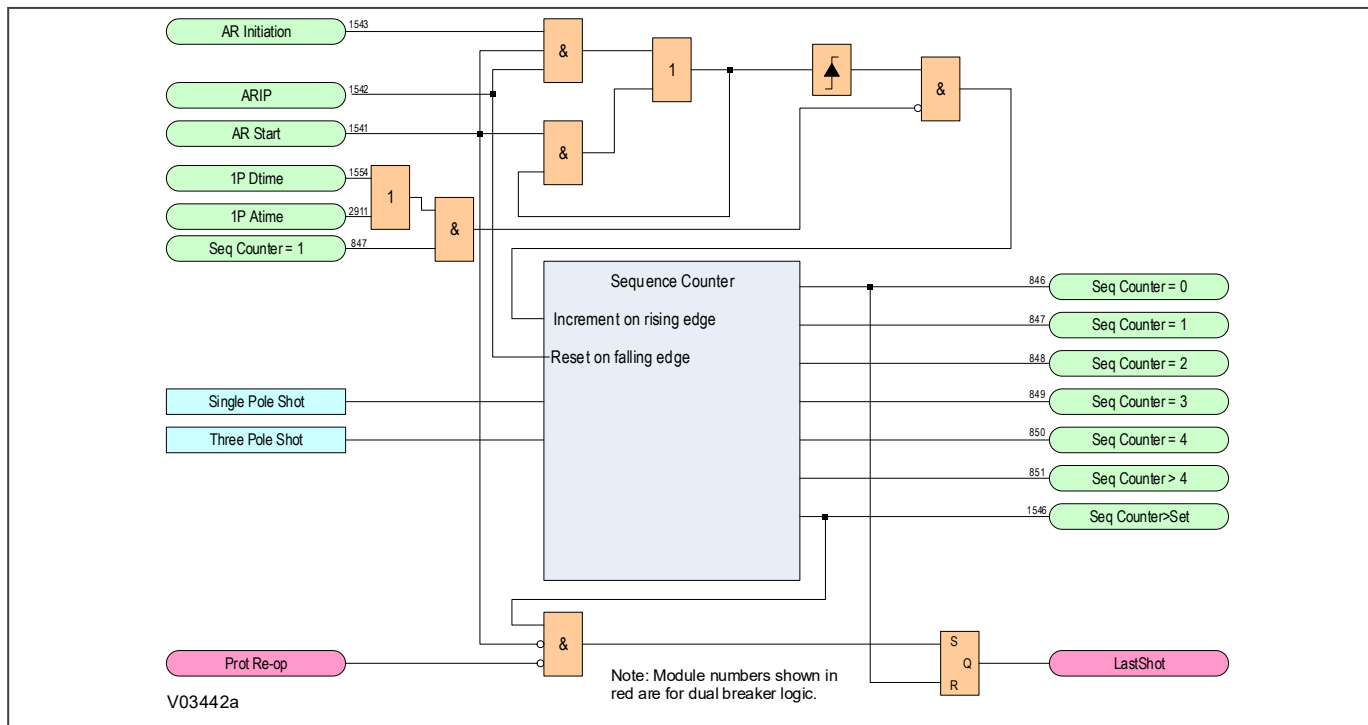


Figure 197: Schemat logiczny licznika sekwencji SPZ (moduł 18)

11.4.10 WYBÓR CYKLU SPZ

Logika wyboru cyklu funkcji SPZ odpowiada za określenie, czy SPZ uruchomi się jako funkcja jednofazowa lub trójfazowa.

11.4.10.1 SCHEMAT LOGICZNY WYBORU CYKLU JEDNOFAZOWEGO SPZ

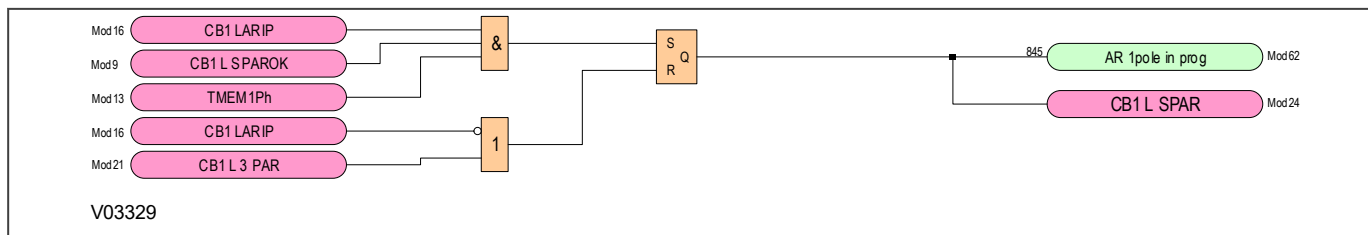


Figure 198: Schemat logiczny wyboru cyklu SPZ jednofazowego (moduł 19)

11.4.10.2 WYBÓR CYKLU 3-FAZOWEGO SPZ

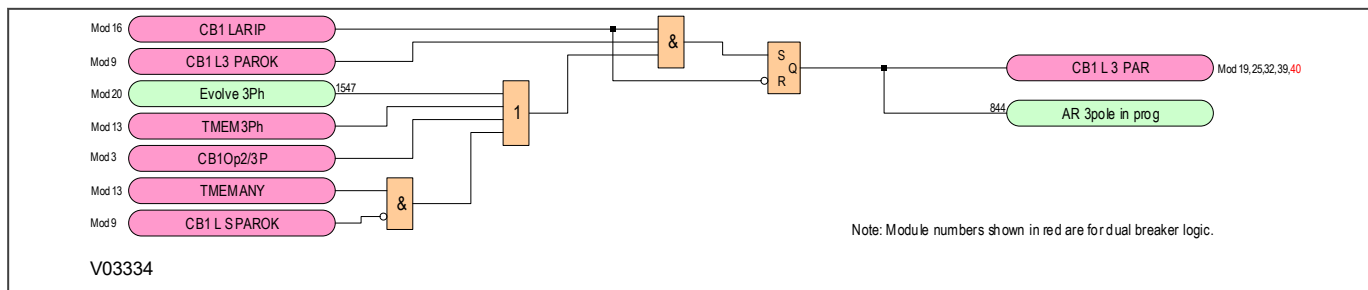


Figure 199: Schemat logiczny wyboru cyklu SPZ trójfazowego (moduł 21)

11.4.11 KONTROLA CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

Po rozpoczęciu cyklu SPZ warunki rozpoczęcia odliczania czasu przerwy beznapięciowej są determinowane nastawami menu, stanem wyłącznika, stanem zabezpieczenia, charakterem cyklu SPZ (na jednej czy na trzech fazach) oraz sygnałami z zewnętrznych źródeł na wejściach izolowanych optycznie.

Rozpoczęcie odliczania czasu przerwy beznapięciowej jest kontrolowane trzema parametrami:

- ***t zwl Pob od zab***
- ***3f t zw zan faz***
- ***t zwl Pob od WYL***

DT Start by Prot określa, w jaki sposób zadziałanie zabezpieczenia zainicjuje czas przerwy beznapięciowej. To ustawienie jest zawsze widoczne i ma trzy opcje *Protection Reset*, *Protection Op* (zadziałanie zabezpieczenia) oraz *Disable*, które należy wybrać, aby działanie zabezpieczenia nie rozpoczynało czasu przerwy beznapięciowej. Opcje te stanowią podstawowe warunki dla rozpoczynania odliczania czasu przerwy beznapięciowej.

Ustawienie, by zadziałanie zabezpieczenia rozpoczynało czas przerwy beznapięciowej może być opcjonalnie poprzedzone sprawdzeniem, czy linia nie jest pod napięciem.

Wybranie zerowania zabezpieczenia w celu rozpoczęcia czasu przerwy beznapięciowej może być opcjonalnie poprzedzone sprawdzeniem, czy wyłącznik jest otworzony (**DTStart by CB Op**) przed rozpoczęciem czasu przerwy beznapięciowej. W zastosowaniach z wyzwaniem trójfazowym istnieje dodatkowa możliwość sprawdzenia, czy linia nie jest pod napięciem (**3PDTStart WhenLD**) przed rozpoczęciem odliczania czasu przerwy beznapięciowej.

Jeżeli opcję **DT Start by Prot** ustawiono na *Disable*, aby mogło zostać rozpoczęte odliczanie czasu przerwy beznapięciowej, wyłącznik musi być otworzony. W zastosowaniach z wyzwaniem trójfazowym istnieje dodatkowa możliwość sprawdzenia, czy linia nie jest pod napięciem (**3PDTStart WhenLD**) przed rozpoczęciem odliczania czasu przerwy beznapięciowej. Aby sprawdzić, czy na linii nie ma napięcia, należy ustawić parametr **3PDTStart WhenLD** na *Enabled*. Aby sprawdzić, czy wyłącznik jest otworzony, należy ustawić **DTStart by CB Op** na *Enabled*.

11.4.11.1 SCHEMAT LOGICZNY WŁĄCZENIA ROZPOCZĘCIA CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

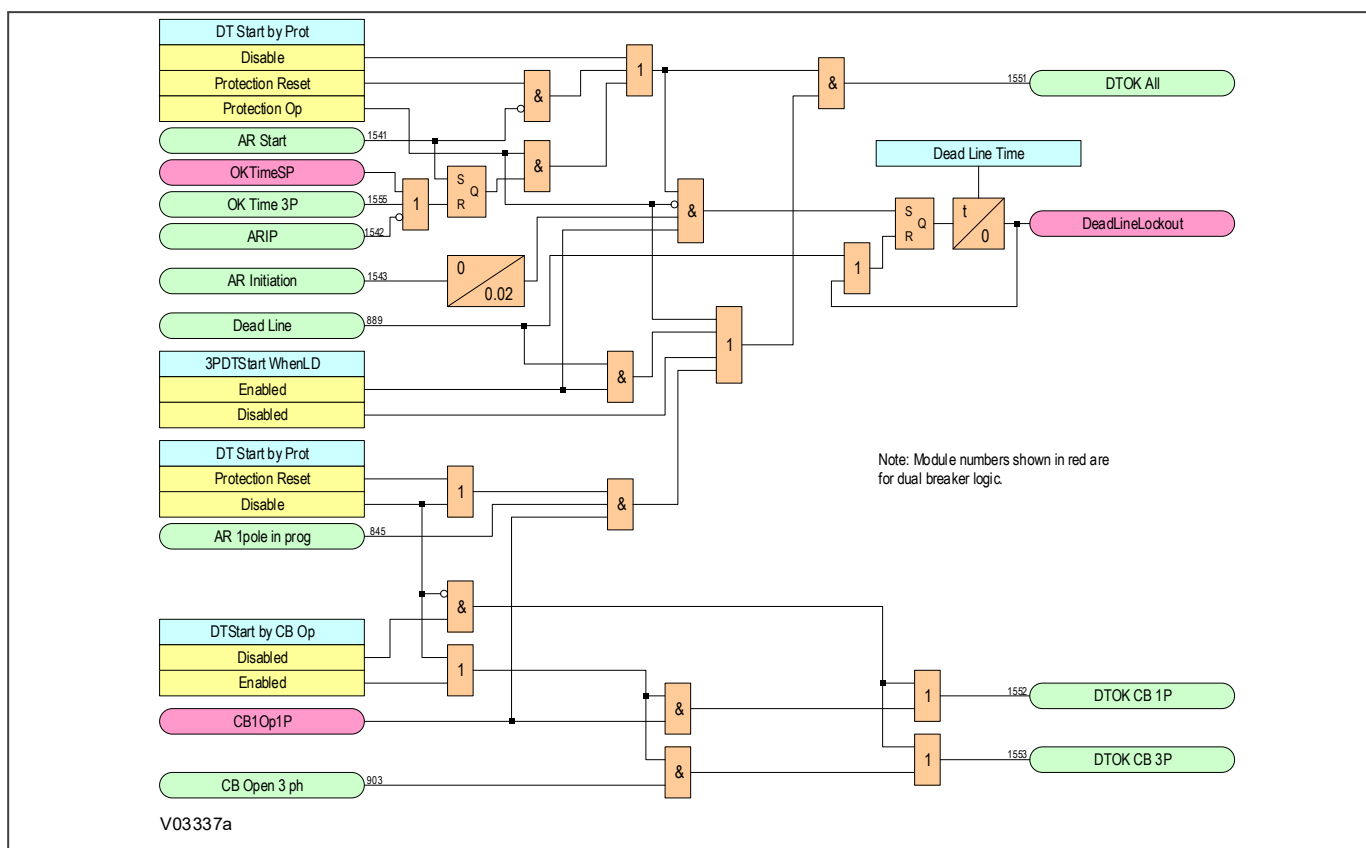


Figure 200: Schemat logiczny włączenia rozpoczęcia czasu przerwy beznapięciowej (moduł 22)

11.4.11.2 JEDNOFAZOWY CZAS PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ I ADAPTACYJNA LOGIKA SPZ (AAR).

Układ SPZ jest adaptacyjny, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** jest *Enabled*. Adaptacyjne SPZ jest dostępne tylko dla zastosowań SPZ jednofazowych. Gdy włączone jest adaptacyjne samoczynne powtórne załączanie, ustawienie **SP AR Dead Time** jest ukryte i widoczne są dwa nowe ustawienia licznika czasu: **SP Min Dead Time** i **SP Max Dead Time**. Te dwa liczniki czasu wyznaczają granice czasu przerwy beznapięciowej jednofazowej.

Algorytm wykrywania typu zwarcia i wygaszenia łuku (FTAЕ) jest inicjowany, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** jest *Enabled*, a sygnał **OkTimeSP** czasu przerwy beznapięciowej jest wysoki, jak pokazano w module 24.

Sygnały stanu otwarcia wyłącznika (**CB Open A PH / CB Open B PH / CB Open C PH**) wykorzystywane są do identyfikacji izolacji zwarcia doziemnego jednofazowego. Informacje o napięciu fazowym są dostarczane do bufora sześciocyklowego oraz δ i $|Vs|$ i ich pochodne są podawane do modułu **FTAED**.

Sygnałami wyjściowymi modułu **FTAED** są sygnały **P_Fault**, **T_Fault** oraz **Arc complete**, które wskazują wykrycie zwarcia trwałego, przejściowego wykrycia i wygaszenia łuku.

Sygnał **T_Fault** jest wysoki w przypadku zwarcia przejściowego, a sygnał wygaszenia łuku jest wysoki dopiero po całkowitej dejonizacji zwarcia w warunkach zwarcia przejściowego. W przypadku trwałego zwarcia sygnał wyjściowy **P_Fault** modułu AAR jest wysoki i jest kierowany do układu logicznego blokady SPZ (moduł 55), aby w razie potrzeby zatrzymać dalsze działania SPZ.

Sygnały **CB1SPDTCOMP** oraz **CB1SPATCOMP** w module 24 stanowią dane wejściowe na schemacie logicznym SPZ wyłącznika (moduł 32). Sygnał **CB1SPDTCOMP** jest wysoki w przypadkach, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** wynosi 0, a sygnał **CB1SPATCOMP** jest wysoki w przypadkach, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** wynosi 1.

11.4.11.3 SCHEMAT LOGICZNY 1-FAZOWEGO CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

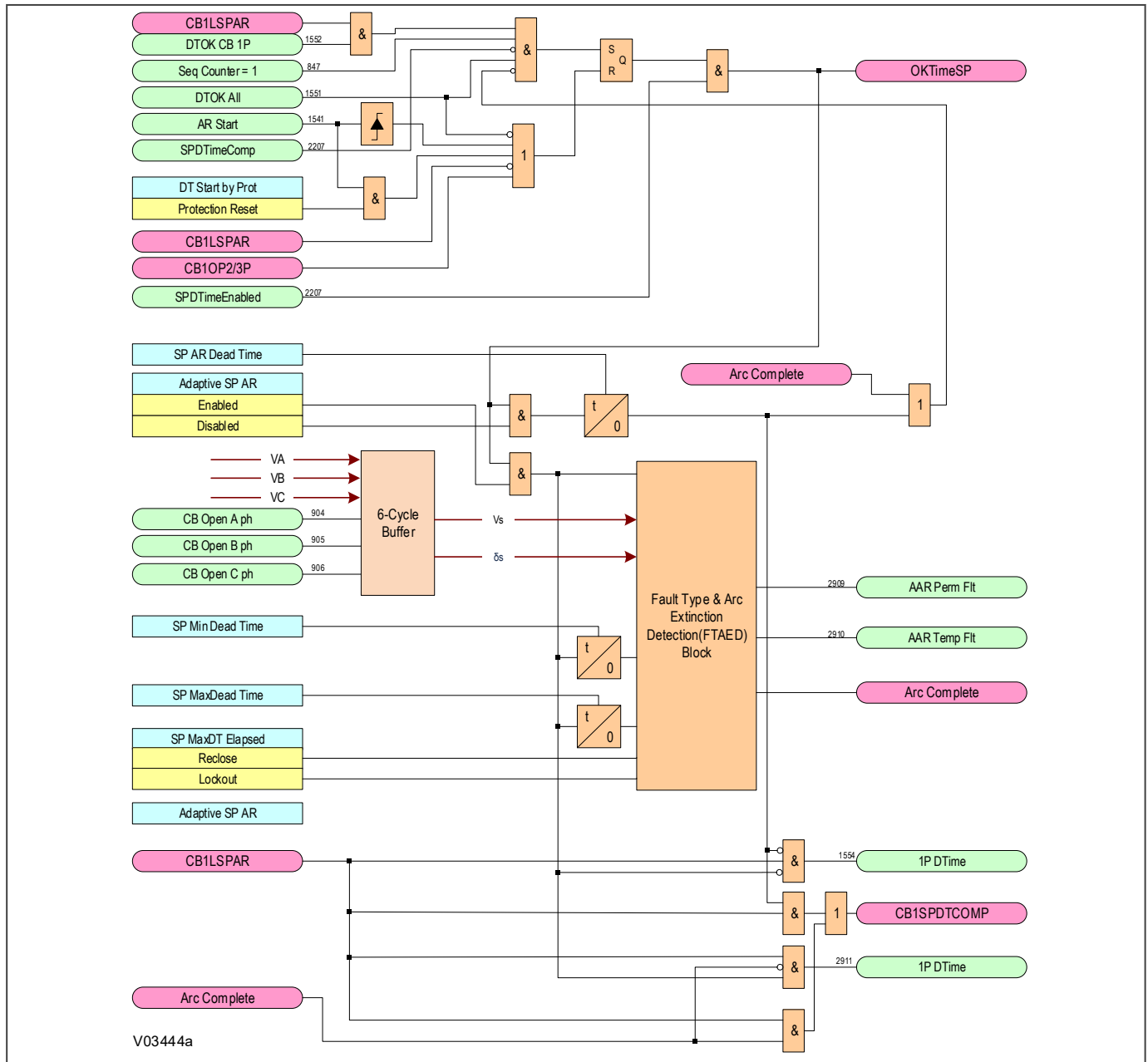


Figure 201: Schemat logiczny jednofazowego czasu przerwy beznapięciowej (modul 24)

11.4.11.4 SCHEMAT LOGICZNY 3-FAZOWEGO CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

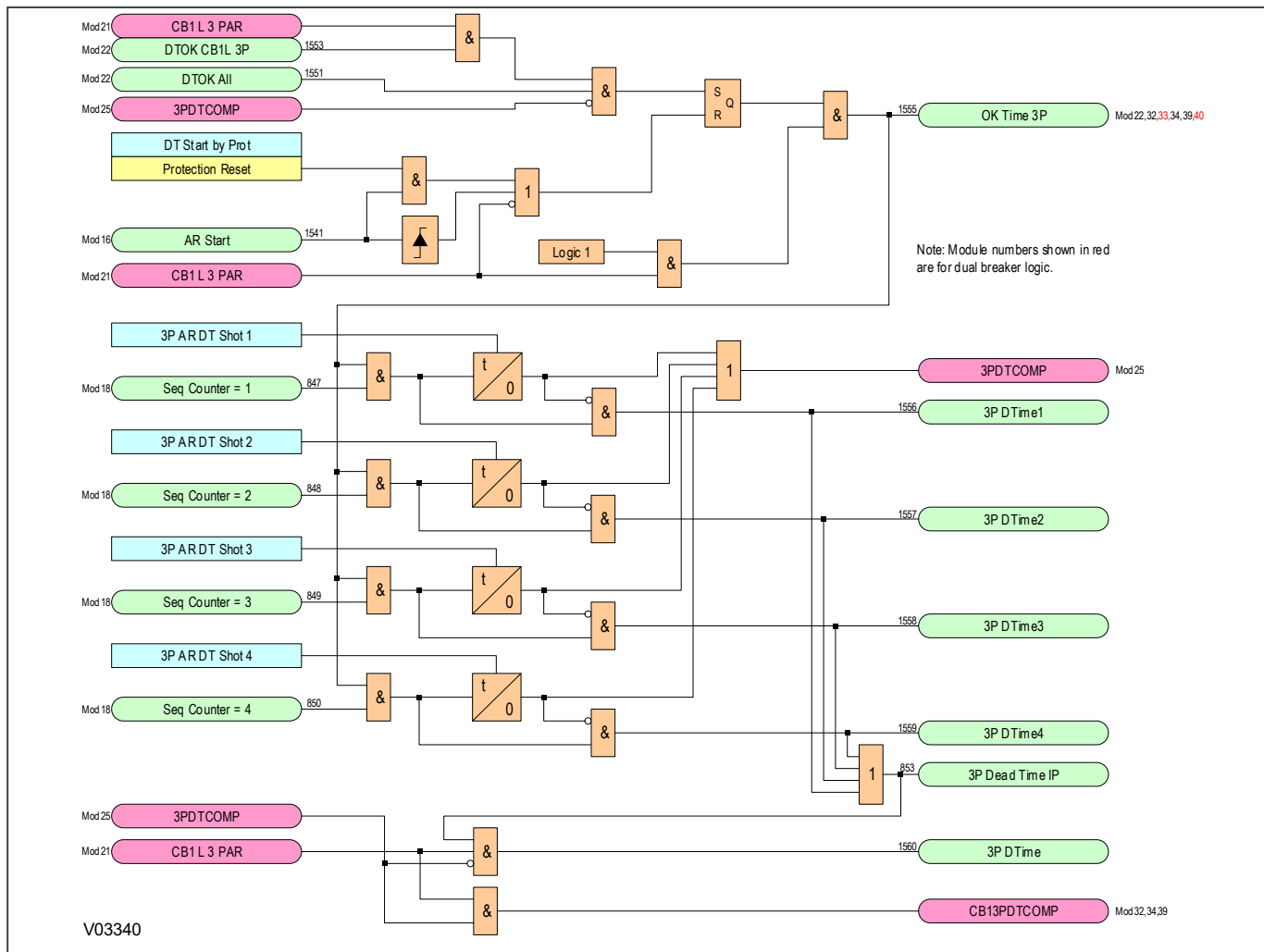


Figure 202: Schemat logiczny trójfazowego czasu przerwy beznapięciowej (moduł 25)

11.4.12 SAMOCZYNNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE WYŁĄCZNIKA

Logika SPZ zaczyna działać po upływie czasu przerwy beznapięciowej.

Przed wydaniem polecenia SPZ do układu sterowania wyłącznikiem, logika SPZ sprawdza, czy wszystkie niezbędne warunki są spełnione.

Zanim wyłącznik będzie mógł być zamknięty, musi być sprawny (mieć wystarczająco zmagazynowanej energii do zamknięcia i, w razie potrzeby, ponownego wyzwolenia) i nie może znajdować się w stanie blokady.

W przypadku trójfazowego samoczynnego powtórnego załączania wyłącznik musi być otworzony na wszystkich trzech fazach i muszą być spełnione odpowiednie warunki kontroli systemu. Dla powtórnego załączenia na pojedynczej fazie wyłącznik musi być otwarty na tej fazie.

Polecenie SPZ to impuls trwający 100 milisekund. Wydawane jest inne polecenie (**Set CB Close**) służące do ustawienia wyłącznika w pozycji zamkniętej, a także polecenie SPZ. Sygnał ten pozostanie ustawiony do końca cyklu funkcji SPZ lub do następnego zadziałania zabezpieczenia. Polecenia te służą do inicjowania logiki czasu regeneracji i logiki licznika prób SPZ.

11.4.12.1 SCHEMAT LOGICZNY POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA WYŁĄCZNIKA

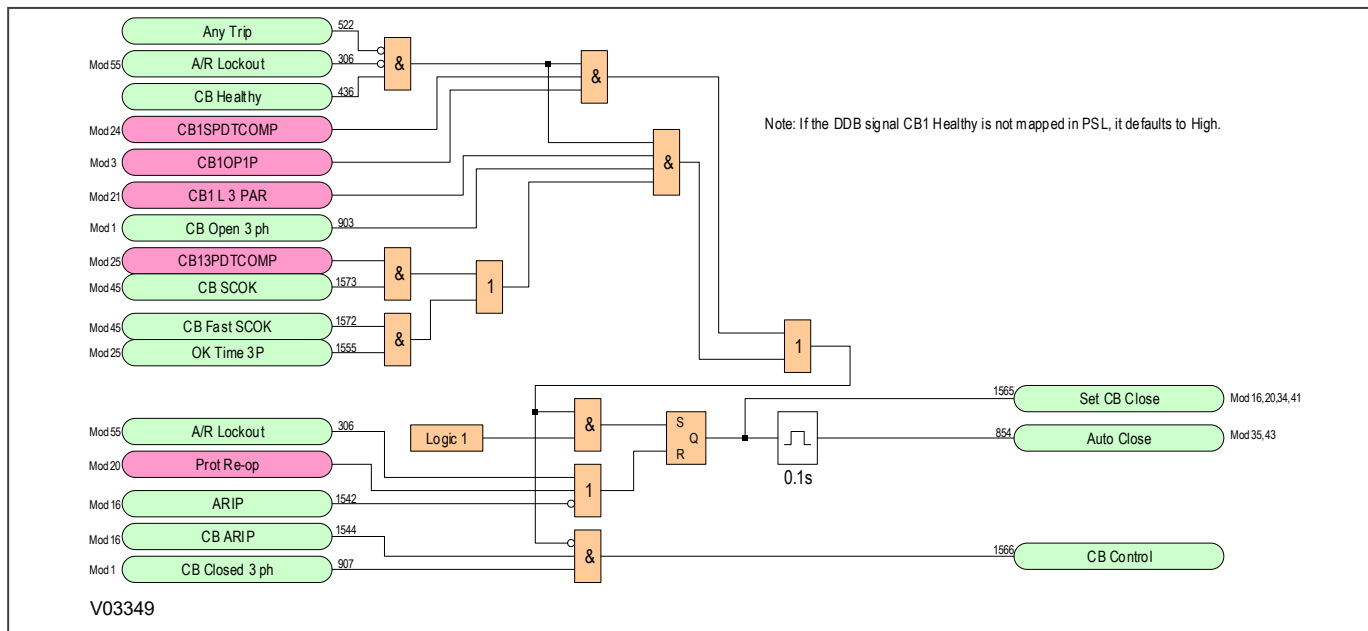


Figure 203: Schemat logiczny SPZ wyłącznika (moduł 32)

11.4.13 CZAS ZBROJENIA

Jeżeli zabezpieczenie zadziała ponownie przed upływem czasu regeneracji, odpowiedni licznik sekwencji zostanie zwiększony. Jednocześnie wszelkie sygnały „zakończenia czasu przerwy beznapięciowej” (...DTCOMP) są zerowane i układ logiczny jest przygotowywany do uruchomienia następnej sekwencji odliczania czasu przerwy beznapięciowej, gdy warunki będą odpowiednie. Operacja ta zeruje również sygnał, który spowodowałby zamknięcie wyłącznika, a także zatrzymuje i zeruje licznik czasu regeneracji. Odliczanie czasu regeneracji rozpoczyna się od nowa, jeśli sygnał do załączenia wyłącznika osiągnie stan wysoki po upływie czasu przerwy beznapięciowej w kolejnym cyklu SPZ. Jeżeli ustawiony jest sygnał wydłużenia czasu regeneracji, czas regeneracyjny nie może przekroczyć limitu czasu i wyzerować cykl funkcji SPZ przed pełnym zadziałaniem zabezpieczenia opóźnionego czasowo.

Jeżeli wyłącznik jest zamknięty i nie zadziałał ponownie po upływie czasu regeneracji, generowane są sygnały wskazujące pomyślnie SPZ. Sygnały te ponadto powodują zwiększenie wartości zliczanej przez odpowiednie liczniki prób udanego samoczynnego powtórnego załączenia wyłącznika oraz zerują sygnał ARIP.

Generowane z logiki sygnały udanego cyklu SPZ („successful auto-reclose”) mogą być wyzerowane różnymi komendami i opcjami dostępnymi w kolumnie ustawień **CB CONTROL**.

Jeżeli opcja **Res AROK by UI** jest ustawiona na *Enabled*, wszystkie sygnały mogą być wyzerowane z poziomu interfejsu użytkownika komendą **Reset AROK Ind** znajdującą się w kolumnie ustawień **CB CONTROL**.

Jeżeli opcja **Res AROK by NoAR** jest ustawiona na *Enabled*, sygnały dla każdego wyłącznika można wyzerować poprzez tymczasowe wygenerowanie sygnału wyłączenia samoczynnego powtórnego załączenia, zgodnie z pokazaną logiką.

Jeśli opcja **Res AROK by Ext** jest ustawiona na *Enabled*, sygnały można wyzerować poprzez aktywację zewnętrznego sygnału wejściowego odpowiednio odwzorowanego w PSL.

Jeśli opcja **Res AROK by TDly** jest ustawiona na *Enabled*, sygnały są automatycznie zerowane po opóźnieniu ustawionym w **AROK Reset Time**.

11.4.13.1 SCHEMAT LOGICZNY PRZYGOTOWANIA DO INICJALIZACJI REGENERACJI

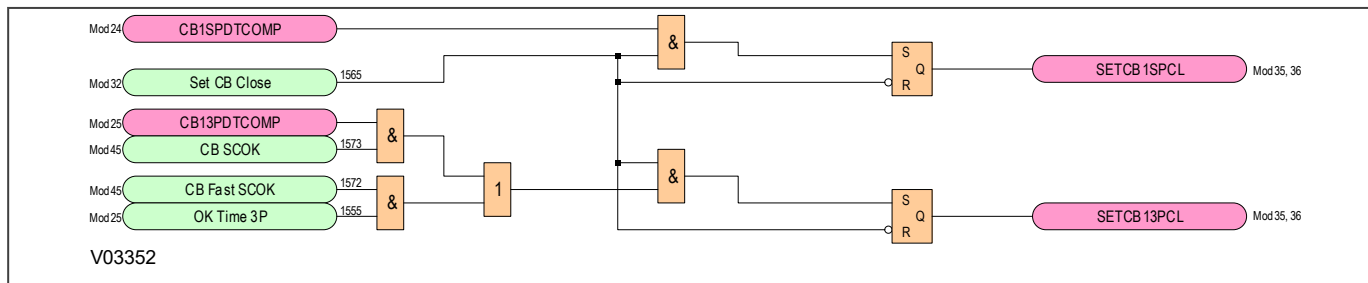


Figure 204: Schemat logiczny przygotowania do inicjalizacji regeneracji (moduł 34)

11.4.13.2 SCHEMAT LOGICZNY CZASU REGENERACJI

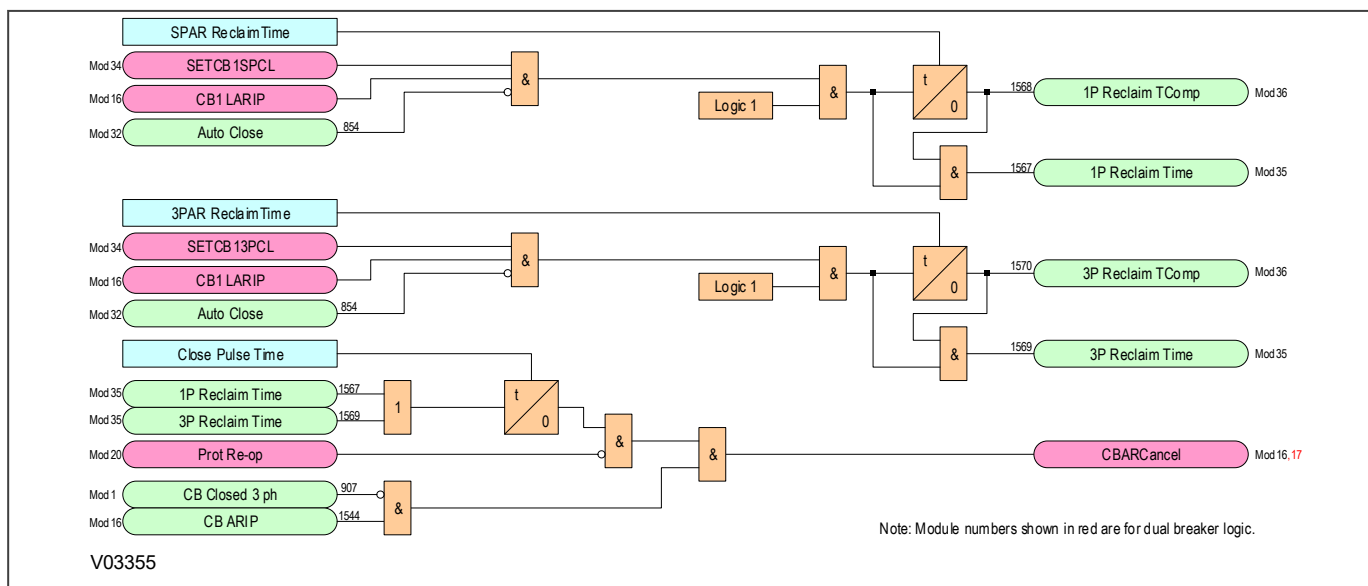


Figure 205: Schemat logiczny czasu regeneracji (moduł 35)

11.4.13.3 SCHEMAT LOGICZNY SYGNAŁÓW UDANEGO CYKLU SPZ

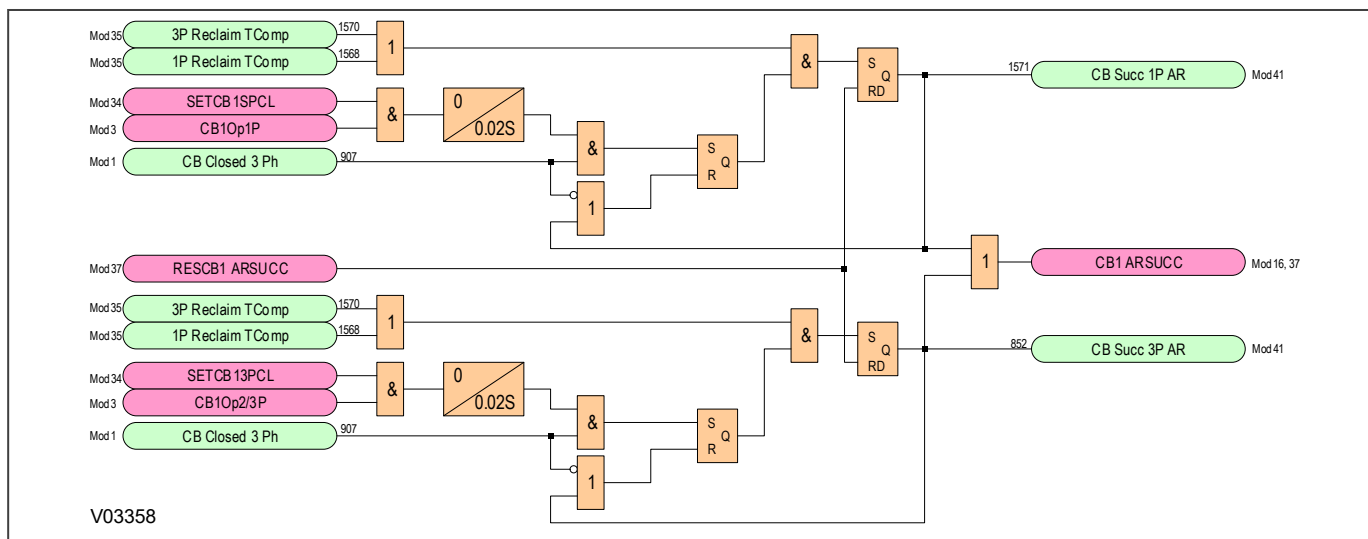


Figure 206: Schemat logiczny sygnałów udanego cyklu SPZ (moduł 36)

11.4.13.4 SCHEMAT LOGICZNY WSKAZANIA POMYŚLNEGO ZEROWANIA SPZ

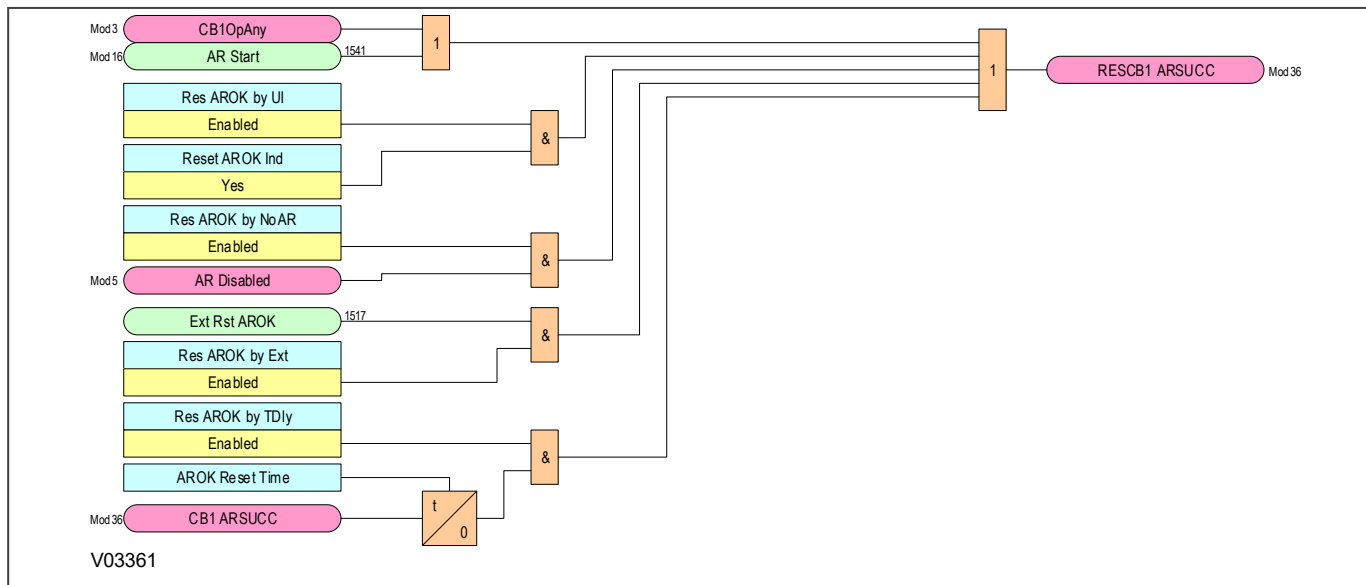


Figure 207: Schemat logiczny wskazania pomyślnego zerowania SPZ (moduł 37)

11.4.14 LICZNIKI CZASU WYŁĄCZNIK SPRAWNY I KONTROLE SYSTEMOWE

Ta logika zapewnia sygnały do anulowania funkcji SPZ, jeśli wyłącznik nie jest sprawny (na przykład niskie ciśnienie gazu) lub warunki kontroli systemu nie są spełnione (na przykład wymagane warunki napięcia linii i szyny), gdy układ jest gotowy do zamknięcia wyłącznika.

Po upływie czasu przerwy beznapięciowej, logika uruchamia licznik czasu gotowości samoczynnego powtórnego załączania. Jeśli sygnał sprawnego wyłącznika osiągnie stan wysoki przed upływem czasu sprawnego samoczynnego powtórnego załączania, licznik czasu zatrzyma się i, jeśli zostaną spełnione wszystkie inne istotne warunki zamknięcia wyłącznika, układ wygeneruje sygnał samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika. Jeśli sygnał sprawnego wyłącznika pozostaje w stanie niskim, to po upływie czasu sprawnego samoczynnego powtórnego załączania generowany jest alarm nieprawidłowego działania wyłącznika. Wymusza to anulowanie sekwencji funkcji SPZ.

Dodatkowo, po upływie dowolnego trójfazowego czasu przerwy beznapięciowej, logika uruchamia licznik czasu sprawdzania synchronizmu SPS. Jeśli sygnał OK sprawdzania synchronizmu wyłącznika przejdzie w stan wysoki przed upływem ustawionego czasu, licznik czasu zatrzyma się, i jeśli zostaną spełnione wszystkie inne istotne warunki zamknięcia wyłącznika, układ wygeneruje sygnał samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika. Jeśli sygnał OK sprawdzania synchronizmu wyłącznika pozostaje niski, wtedy po upływie czasu odliczanego przez licznik czasu kontroli synchronizmu samoczynnego powtórnego załączania, włączany jest alarm informujący, że kontrola synchronizmu nie została spełniona, i anuluje cykl samoczynnego powtórnego załączania.

11.4.14.1 SCHEMAT LOGICZNY LICZNIKA CZASU WYŁĄCZNIK SPRAWNY I KONTROLE SYSTEMOWE

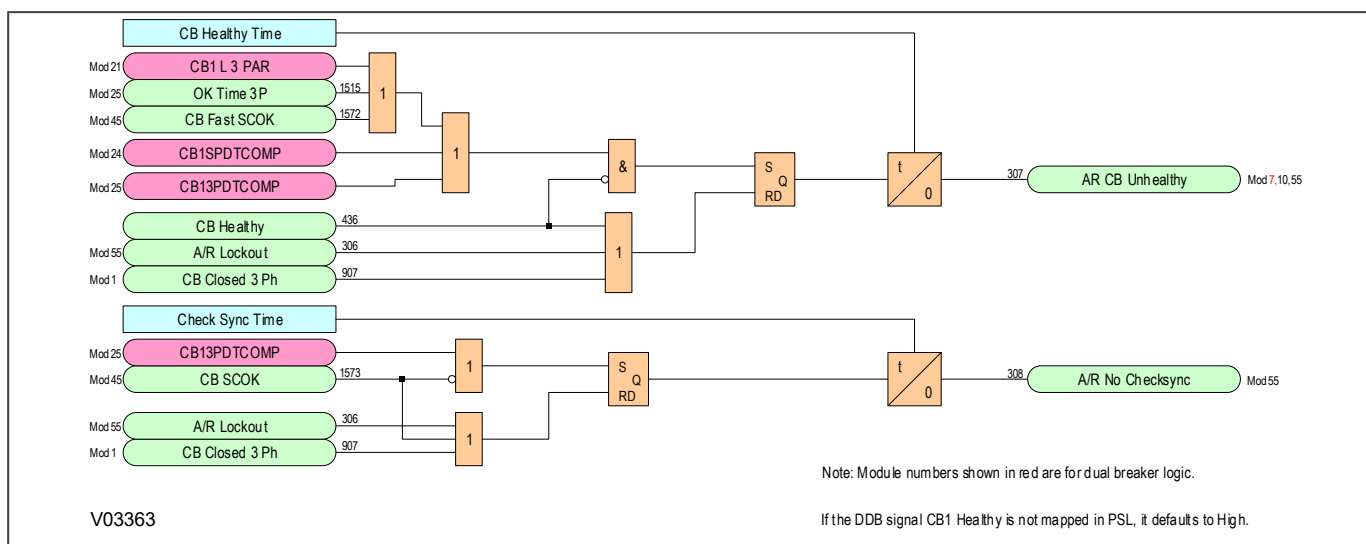


Figure 208: Schemat logiczny licznika czasu wyłącznik sprawny i kontrole systemowe (moduł 39)

11.4.15 LICZNIKI PRÓB SPZ

Zastosowanie szeregu liczników pozwala przeprowadzić analizę historii SPZ wyłącznika. Stan liczników jest przechowywany w pamięci nieulotnej tak, iż dane są zachowywane nawet w przypadku zaniku zasilania pomocniczego. Wartości liczników są dostępne w kolumnie *CB CONTROL*. Liczniki można wyzerować ręcznie lub poprzez aktywację wejścia odpowiednio odwzorowanego w PSL.

Logika zapewnia następujące informacje podsumowujące dla każdego wyłącznika

- Ogólna całkowita liczba prób (liczba prób samoczynnego powtórnego załączania)
- Liczba udanych pierwszych prób sekwencji jednofazowego SPZ
- Liczba udanych pierwszych prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba udanych drugich prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba udanych trzecich prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba udanych czwartych prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba nieudanych cykli SPZ, które wymusiły zablokowanie wyłącznika

11.4.15.1 SCHEMAT LOGICZNY LICZNIKÓW PRÓB SPZ

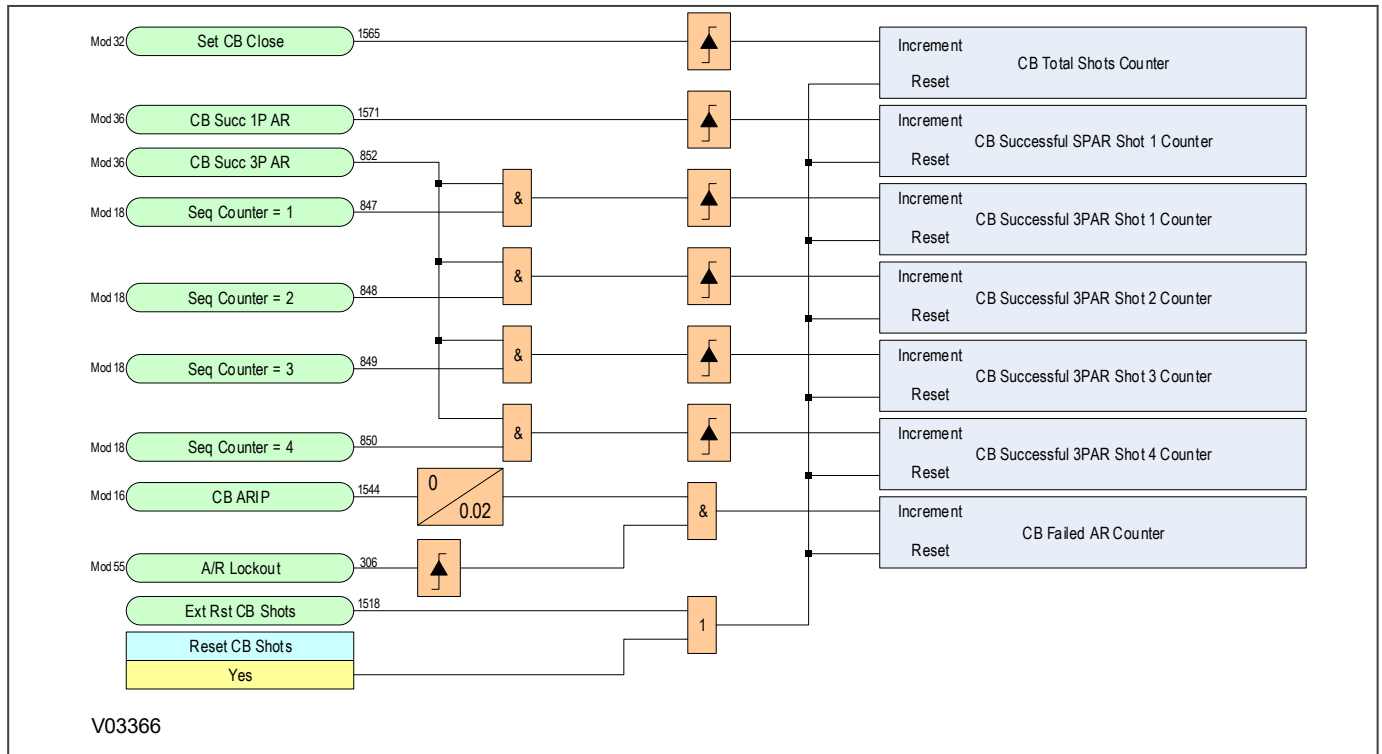


Figure 209: Schemat logiczny liczników prób SPZ (modul 41)

11.4.16 KONTROLA WYŁĄCZNIKA OBWODU

11.4.16.1 SCHEMAT LOGICZNY STEROWANIA WYŁĄCZNIKIEM

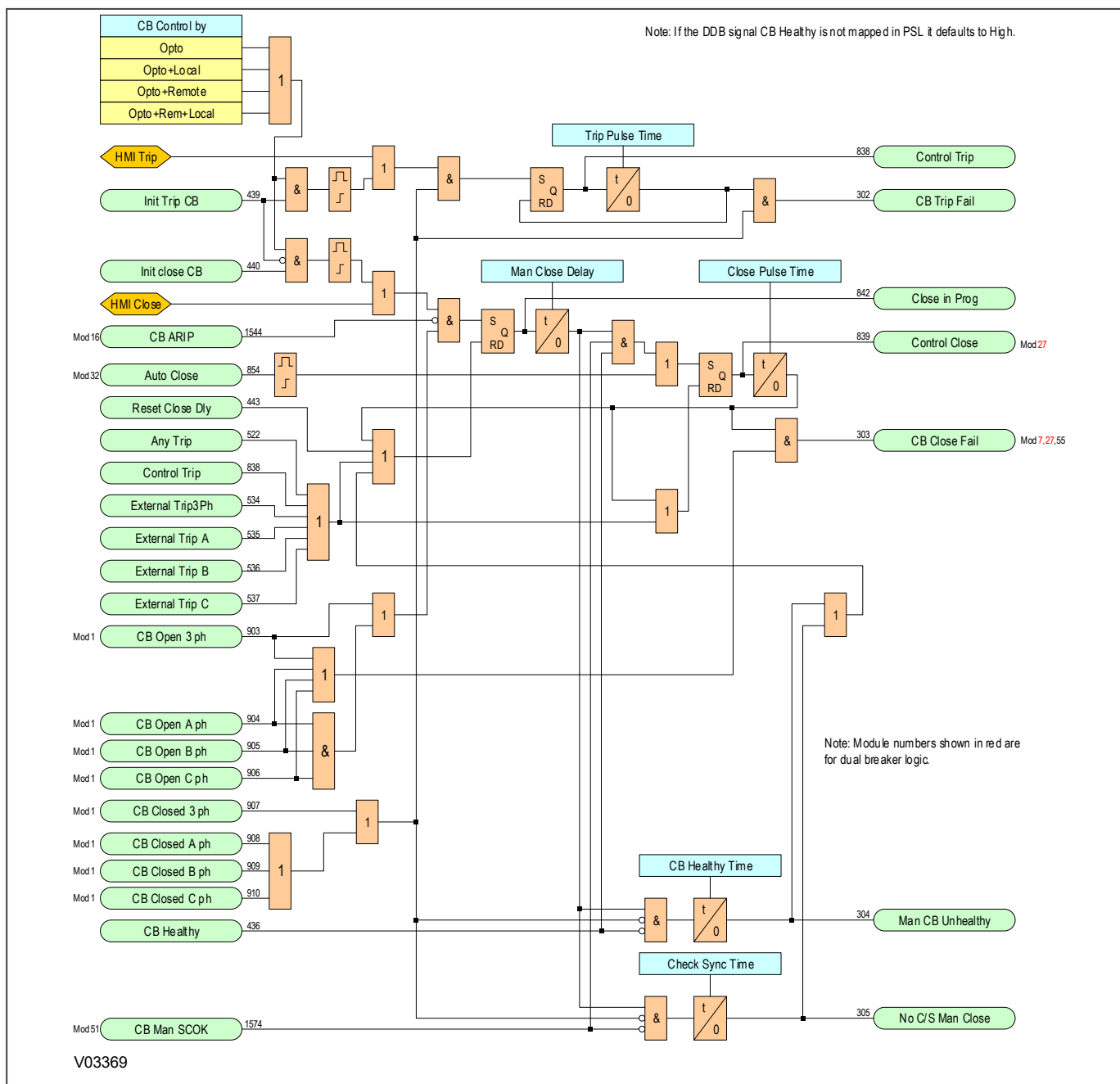


Figure 210: Schemat logiczny sterowania wyłącznikiem (moduł 43)

11.4.17 MONITOROWANIE CZASU WYZWALANIA WYŁĄCZNIKA

Układ logiczny monitorowania czasu zadziałania wyłącznika sprawdza, czy wyłącznik zadziałał prawidłowo po wygenerowaniu sygnału wyzwolenia zabezpieczenia. Kiedy zostanie wygenerowany sygnał wyzwolenia zabezpieczenia, uruchamiany jest licznik czasu kontrolowany przez ustawienie **Trip Pulse Time** w kolumnie **CB CONTROL**.

Jeśli wyłącznik zadziała prawidłowo, licznik czasu zostanie wyzerowany. Jeżeli funkcja SPZ jest włączona i licznik czasu zostanie wyzerowany, cykl jest kontynuowany. Jeśli wyłącznik nie zadziała prawidłowo w ustawionym czasie, cykl funkcji SPZ zostanie zablokowany i wygenerowany zostanie sygnał wskazujący, że wyłącznik nie zadziałał w odpowiedzi na zadziałanie zabezpieczenia.

11.4.17.1 SCHEMAT LOGICZNY MONITOROWANIA CZASU WYZWOLENIA WYŁĄCZNIKA

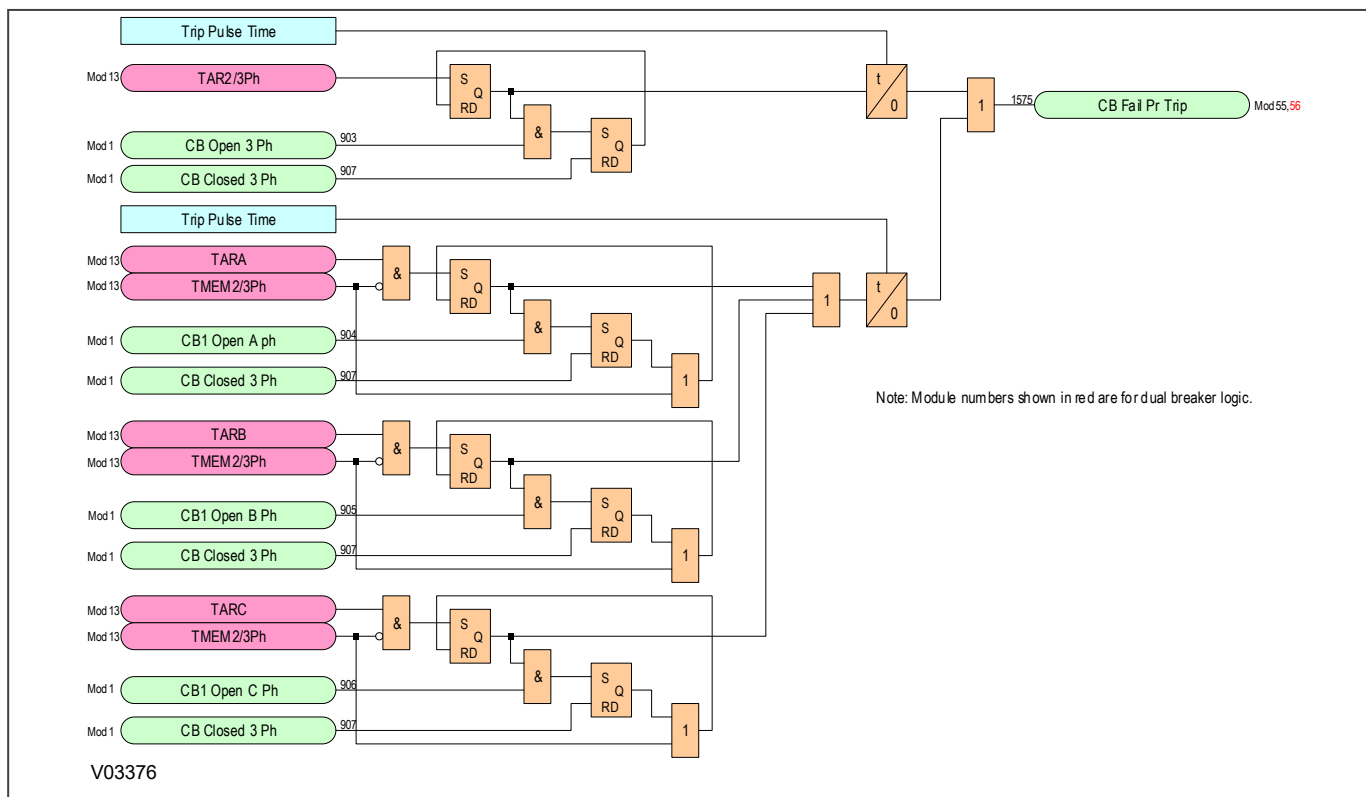


Figure 211: Schemat logiczny monitorowania czasu zadziałania wyłącznika (moduł 53)

11.4.18 BLOKADA SPZ

Szereg zdarzeń zewnętrznych jak i wewnętrznych spowoduje blokadę funkcji SPZ. Jeżeli tak się stanie, zostanie wywołany alarm blokady funkcji SPZ. W tym stanie nie można zainicjować SPZ do momentu wyzerowania odpowiedniej blokady.

Następujące zdarzenia wymuszają blokadę funkcji SPZ:

- Zadziałanie wyłącznika w trakcie odliczania czasu regeneracji. Jeśli po ostatniej próbie SPZ zadziała zabezpieczenie w czasie regeneracji, cykl SPZ przechodzi w blokadę SPZ, a funkcja SPZ jest wyłączona do czasu wyzerowania warunku blokady SPZ.
- Zwarcia trwałe. Zwarcie uważane jest za trwałe, jeżeli zabezpieczenie zadziała ponownie po ostatniej dozwolonej próbie.
- Blokowanie SPZ Jeśli blokada Autoreclose DDB zostanie aktywowana w trakcie trwania samoczynnego powtórnego załączania, cykl przejdzie w stan blokady.
- Wybór funkcji zabezpieczającej. Ustawienie „Blokuj SPZ” dla konkretnej funkcji zabezpieczenia w kolumnie samoczynnego powtórnego załączania AUTORECLOSE oznacza, że działanie zabezpieczenia zablokuje funkcję SPZ i wymusi blokadę.
- Nieudane zamknięcie wyłącznika. Jeśli wyłącznik nie zamknie się, funkcja samoczynnego powtórnego załączania jest blokowana i wymuszona będzie blokada.
- Po upływie czasu regeneracji wyłącznik pozostaje otwarty. Blokada funkcji SPZ jest wymuszona, jeżeli wyłącznik jest otwarty po upływie czasu regeneracji.

- Wyłącznik nie zamyka się mimo wystawienia komendy zamknięcia.
- Nieudane wyzwolenie wyłącznika.
- Odliczanie czasu przerwy beznapięciowej na trzech fazach rozpoczęte naruszeniem stanu beznapięciowego linii. Jeśli linia nie utraci napięcia w ciągu ustawionego czasu **Dead Line Time**, logika wymusza blokadę sekwencji funkcji SPZ. Określenia, kiedy uruchomić licznik czasu, dokonuje się w ustawieniu **3PDTStart WhenLD**.
- Zwarcie wielofazowe. Logikę można ustawić tak, aby blokowała samoczynne powtórne załączanie dla zwarć dwufazowych lub trójfazowych lub blokowała samoczynne powtórne załączanie tylko w przypadku zwarć trójfazowych. W tym celu obowiązuje ustawienie **Multi Phase AR** wielofazowe SPZ w kolumnie samoczynnego powtórnego załączania **AUTORECLOSE**.
- Zwarcie jednofazowe przekształca się w zwarcie wielofazowe. Dla tej funkcji przewidziany jest czas rozróżniania (**Discrim Time** w ustawieniach samoczynnego powtórnego załączania **AUTORECLOSE**). Jeśli po upływie czasu rozróżniania zwarcie jednofazowe przekształci się w zwarcie dwufazowe lub trójfazowe, załączany jest sygnał wewnętrzny „Evolve Lock” wymuszający zablokowanie SPZ.

11.4.18.1 SCHEMAT LOGICZNY BLOKADY WYŁĄCZNIKA

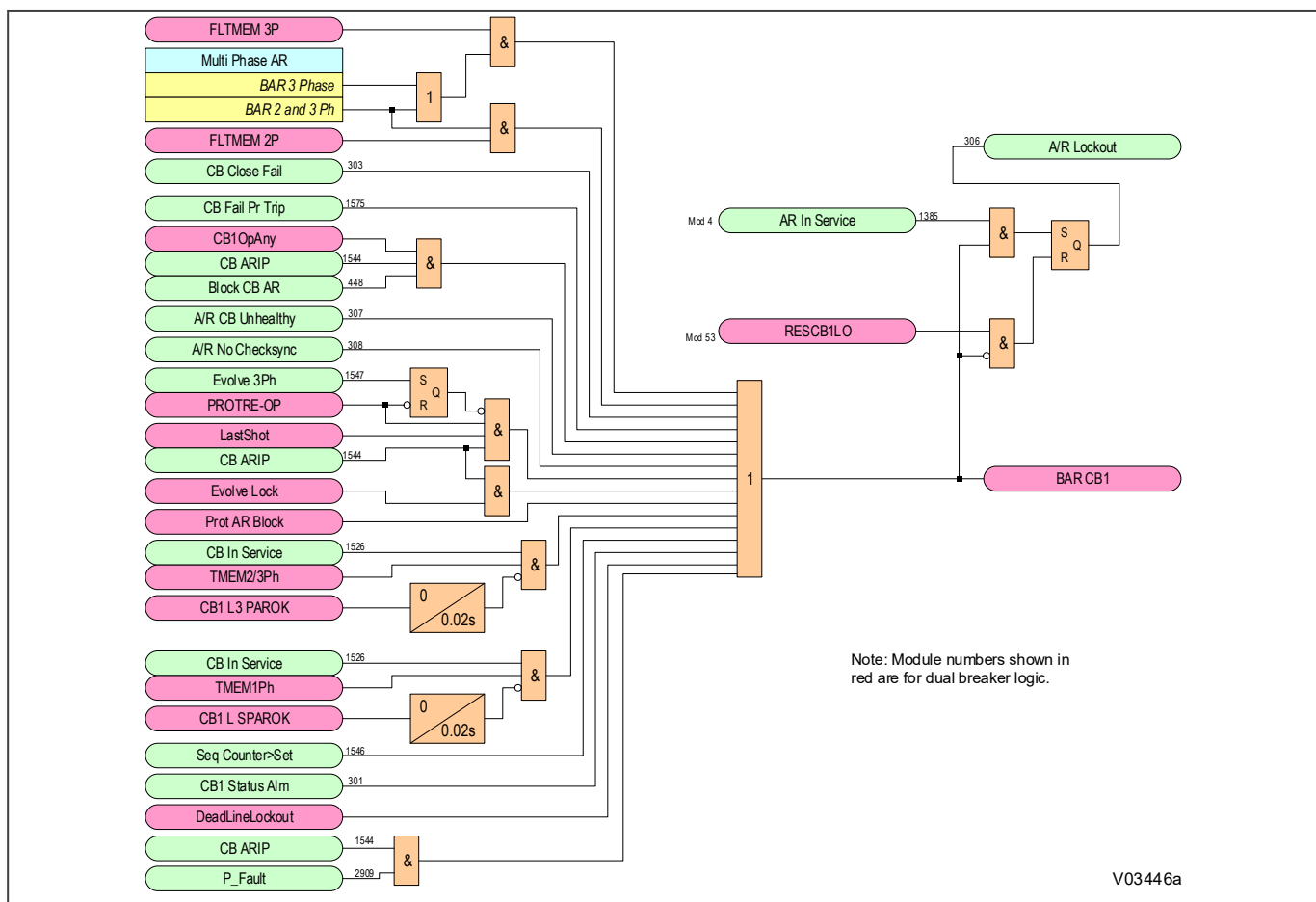


Figure 212: Schemat logiczny blokady SPZ (moduł 55)

11.4.19 ZEROWANIE BLOKADY WYŁĄCZNIKA

Warunki blokady w następstwie funkcji monitorowania stanu wyłącznika można wyzerować zgodnie ze stanem parametru **Rst CB mon LO** znajdującego się w kolumnie **CB CONTROL**. Są dwie opcje **CB Close** i **User interface**.

Jeśli ustawiono opcję *CB Close*, ustawienie licznika czasu **CB mon LO RstDly** staje się widoczne. Kiedy wyłącznik zostanie zamknięty, rozpoczyna się odliczanie czasu **CB mon LO RstDly**. Blokada zostaje wyzerowana po upływie czasu.

Jeśli parametr ustawiony jest na *User Interface*, wówczas widoczna staje się komenda **CB mon LO reset**. Tego polecenia można użyć do wyzerowania blokady z poziomu interfejsu użytkownika.

Blokada SPZ generuje alarm blokady SPZ. Warunki blokady funkcji SPZ można wyzerować za pomocą różnych poleceń i opcji ustawień znajdujących się w kolumnie **CB CONTROL**.

Jeżeli **Res LO by CB IS** jest ustawiony na *Enabled*, blokada wyłącznika jest zerowana, jeżeli ręczne zamknięcie wyłącznika zakończyło się pomyślnie. W tym celu wyłącznik musi pozostawać załączony na tyle długo, aby mógł przejść w stan gotowości („In Service”).

Jeśli opcja **Res LO by UI** jest ustawiona na *Enabled*, blokadę wyłącznika można wyzerować z interfejsu użytkownika za pomocą polecenia zerowania blokady wyłącznika w kolumnie **CB CONTROL**.

Jeśli opcja **Res LO by NoAR** jest ustawiona na *Enabled*, blokadę wyłącznika można wyzerować poprzez tymczasowe wygenerowanie sygnału **AR disabled**.

Jeśli opcja **Res LO by TDelay** jest ustawiona na *Enabled*, blokada wyłącznika jest automatycznie zerowana po upływie czasu ustawionego w ustawieniu **LO Reset Time**.

Jeśli opcja **Res LO by ExtDDB** jest ustawiona na *Enabled*, blokada wyłącznika może być wyzerowana poprzez aktywację wejścia zewnętrznego odwzorowanego w PSL na odpowiedni sygnał DDB zerowania blokady.

11.4.19.1 SCHEMAT LOGICZNY ZEROWANIA BLOKADY WYŁĄCZNIKA

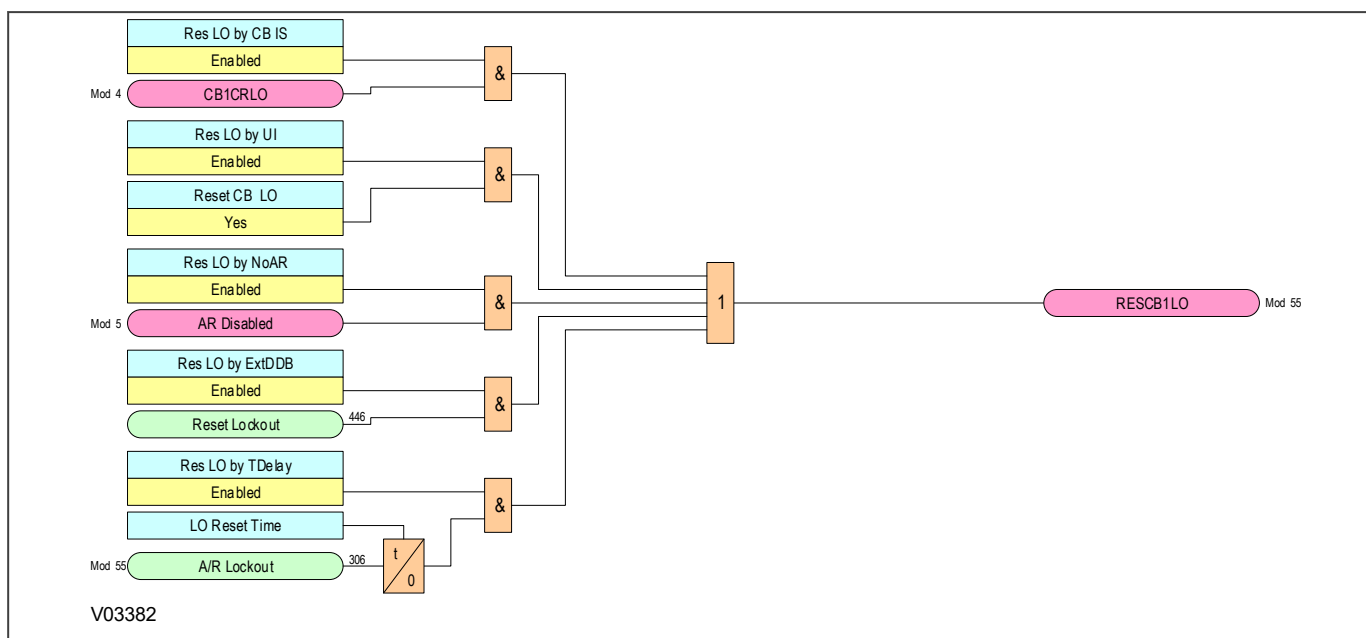


Figure 213: Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika (moduł 57)

11.4.20 POLEDISKREP

W wyłączniku trójbiegunowym niektóre kombinacje biegunów otworzonych i zamkniętych wskazują na problem. Logika niezgodności położenia zestyków łączy wskazanie stanu niezgodności położenia zestyków z logiki monitorowania wyłącznika z sygnałami z wewnętrznej logiki SPZ, aby wygenerować kompleksowe wskazanie niezgodności położenia zestyków dla wyłącznika.

11.4.20.1 SCHEMAT LOGICZNY NIEZGODNOŚCI POŁOŻENIA ZESTYKÓW

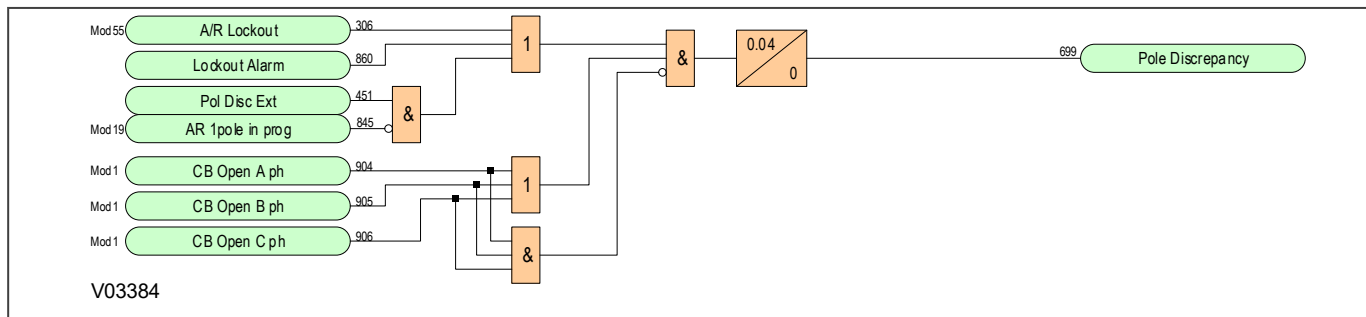


Figure 214: Schemat logiczny niezgodności położenia zestyków (moduł 62)

11.4.21 KONWERSJA WYZWALANIA WYŁĄCZNIKA

Wyłączniki powinny działać wyłącznie jako jednobiegunowe 1-fazowe lub trójbiegunowe 3-fazowe. Logika konwersji wyzwala wyłączenie jednobiegunowe 1-fazowe lub trójbiegunowe 3-fazowe. Logika konwersji wyzwala wyłączenie wszystkie warunki, które powinny spowodować wyzwolenie trójbiegunowe. Podane jest wskazanie liczby faz, które spowodowały wyzwolenie.

11.4.21.1 SCHEMAT LOGICZNY KONWERSJI WYZWALANIA WYŁĄCZNIKA

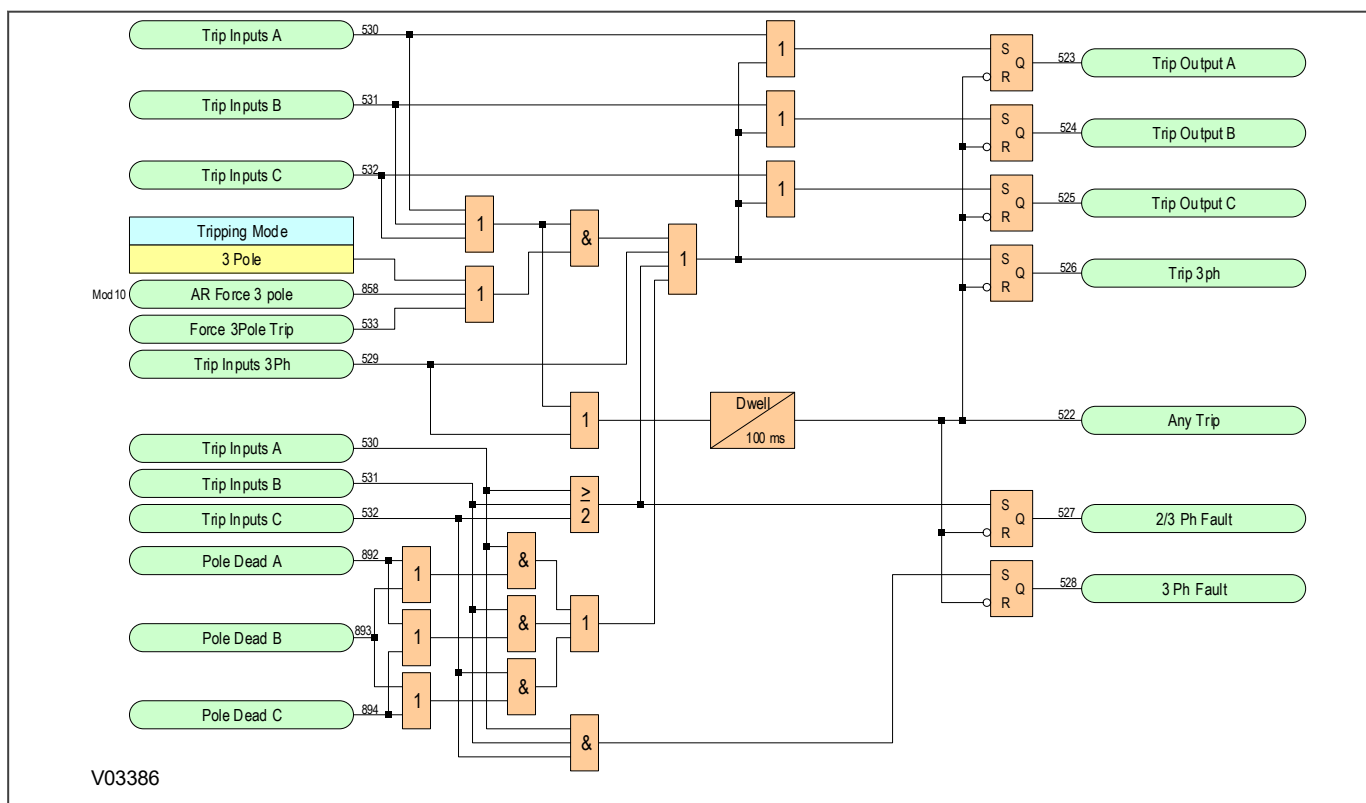


Figure 215: Schemat logiczny konwersji wyzwala wyłączenia wyłącznika (moduł 63)

11.4.22 MONITOROWANIE I KONTROLA ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

W jednofazowym SPZ nie są potrzebne żadne kontrole napięcia ani synchronizacji, ponieważ moc synchronizująca powinna płynąć w dwóch sprawnych fazach. W trójfazowym SPZ, przy pierwszej próbie (i tylko pierwszej próbie)

można wybrać próbę ponownego zamknięcia bez kontroli synchronizmu. Ustawienie zezwalające na samoczynne powtórne załączanie bez sprawdzania warunków synchronizacji to **CB SC Shot 1**.

W przeciwnym razie konieczna jest kontrola synchronizmu napięć, częstotliwości i kątów fazowych, aby zapewnić istnienie sprzyjających warunków przed próbą zamknięcia wyłącznika.

Poniższe schematy szczegółowo przedstawiają kontrole i monitorowanie zamknięcia wyłącznika.

11.4.22.1 MONITOR NAPIĘCIA ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

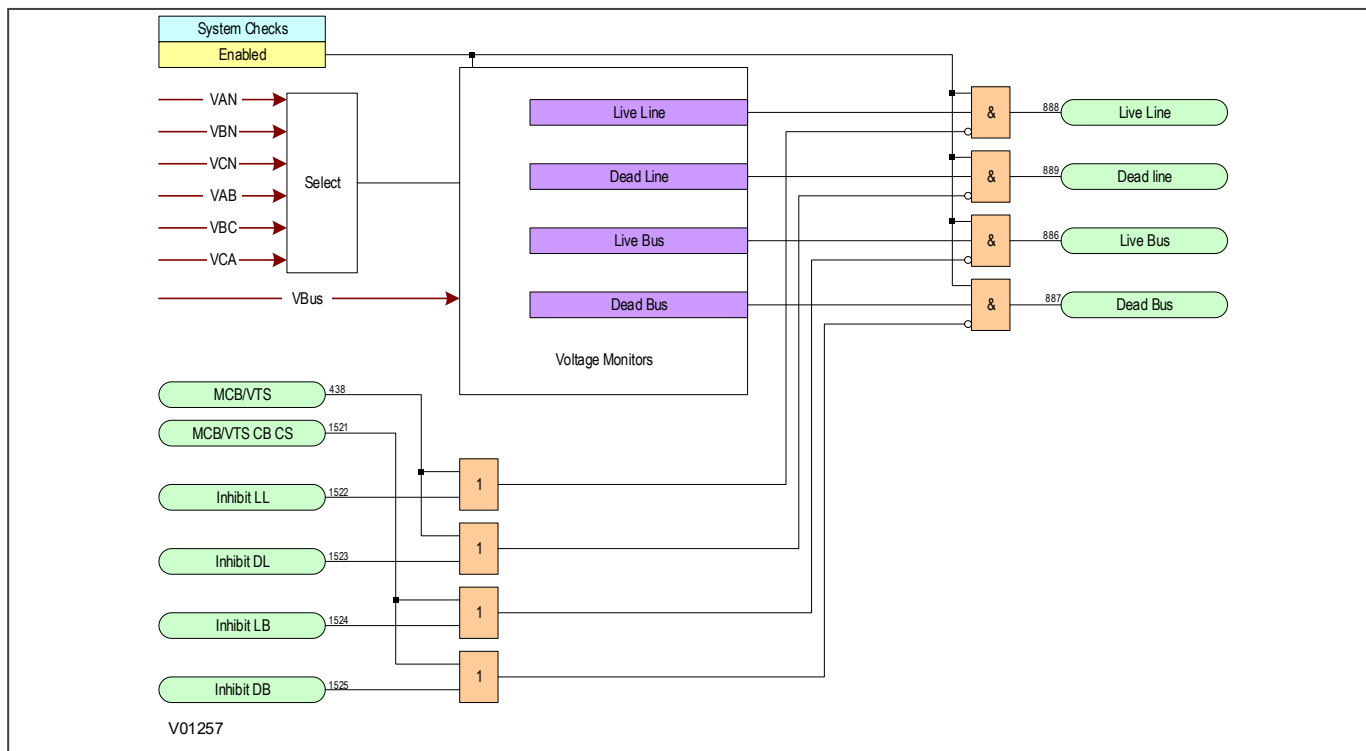


Figure 216: Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika (moduł 59)

11.4.22.2 MONITOR KONTROLI SYNCHRONIZMU ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

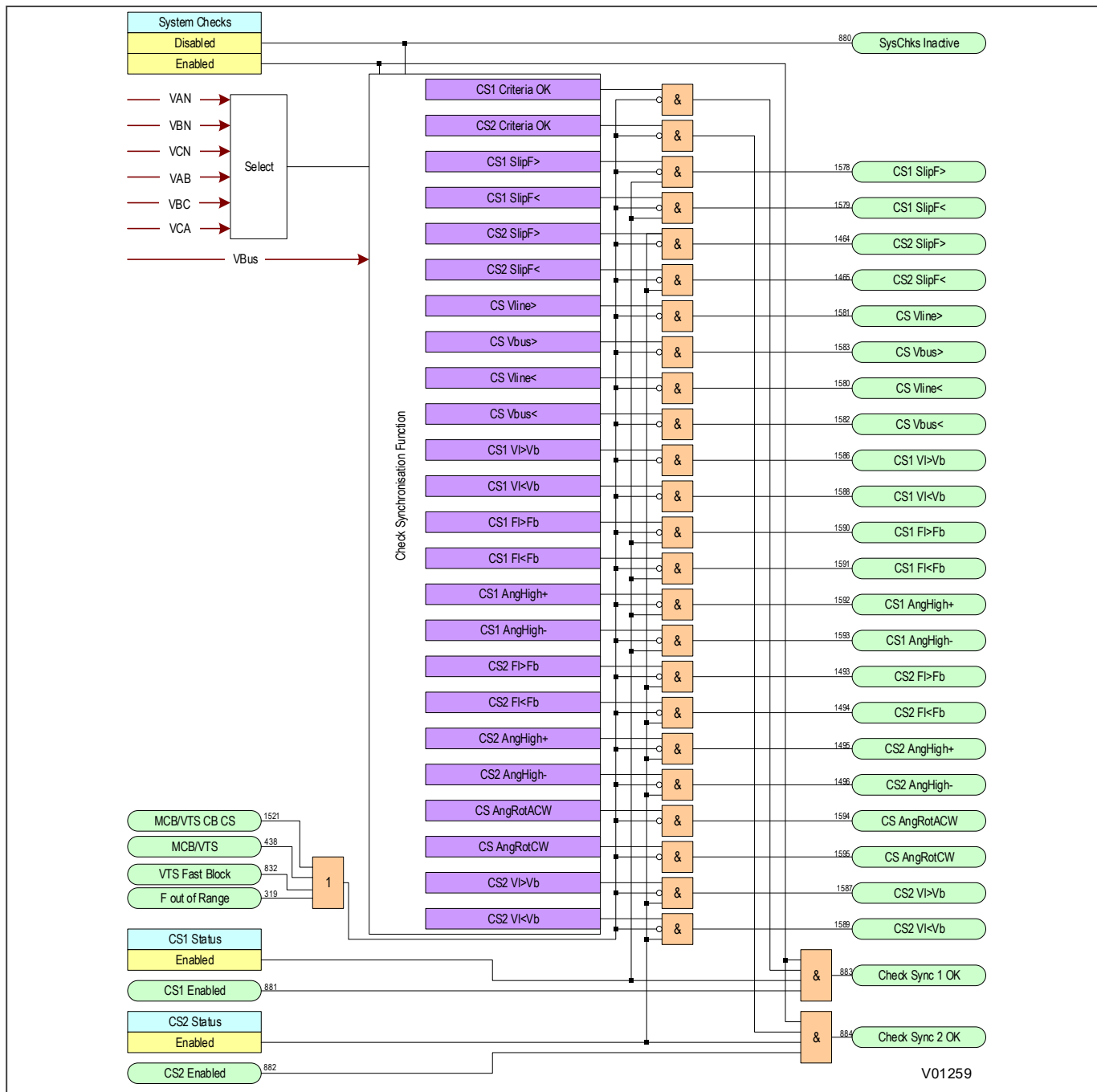


Figure 217: Monitor kontroli synchronizmu zamknięcia wyłącznika (moduł 60)

11.4.23 KONTROLA SYNCHRONIZMU ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

Przeprowadzane jest logiczne sprawdzanie wyjść monitorów zamknięcia wyłącznika w celu wygenerowania sygnałów wskazujących, że można zamknąć wyłączniki.

Dostarczane są sygnały wskazujące, że warunki ręcznego zamknięcia wyłącznika są prawidłowe (**CB Man SCOK**), podobnie jak sygnały wskazujące, że warunki automatycznego zamknięcia wyłącznika są prawidłowe (**CB SCOK** oraz **CB Fast SCOK**). Sygnał **CB Fast SCOK** umożliwia samoczynne powtórne załączenie wyłącznika bez oczekiwania na upływanie czasu przerwy beznapięciowej.

W przypadku SPZ jednofazowego nie jest wymagana żadna kontrola napięcia lub synchronizmu, gdyż zsynchronizowana moc występuje na obu sprawnych fazach. Trójfazowe SPZ można wykonać bez sprawdzania, czy napięcia są zsynchronizowane dla pierwszej próby (i tylko pierwszej próby). Ustawienia umożliwiające SPZ bez sprawdzania synchronizmu napięcia przy pierwszej próbie:

- **CB1L SC Shot 1** dla wyłącznika 1 jako prowadzący,
- **CB1F SC Shot 1** dla wyłącznika 1 jako nadążny,
- **CB2L SC Shot 1** dla wyłącznika 1 jako prowadzący,
- **CB2L SC Shot 1** dla wyłącznika 2 jako nadążny.

Kiedy wyłącznik się zamknie, funkcja samoczynnego powtórnego załączania generuje sygnał DDB **Set CB1 Close**, który wskazuje, że podjęto próbę załączenia wyłącznika. W tym momencie rozpoczyna się czas regeneracji. Jeśli wyłącznik pozostanie zamknięty po upływie czasu regeneracji, cykl funkcji SPZ zostanie zakończony i zostaną wygenerowane sygnały wskazujące, że cykl samoczynnego powtórnego załączania zakończył się pomyślnie. Oto one:

- **CB1 Succ 1P AR** (jednofazowe SPZ CB1)
- **CB2 Succ 1P AR** (jednofazowe SPZ CB2)
- **CB1 Succ 3P AR** (trójfazowe SPZ CB1)
- **CB2 Succ 3P AR** (trójfazowe SPZ CB2)

Sygnały te ponadto powodują zwiększenie wartości zliczanej przez odpowiednie liczniki prób udanego samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika oraz zerują sygnał ARIP.

Odpowiednie liczniki pomyślnego samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika to:

- **CB1 Succ SPAR** (jednofazowe SPZ CB1)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 1 (trójfazowe SPZ CB1, próba 1)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 2 (trójfazowe SPZ CB1, próba 2)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 3 (trójfazowe SPZ CB1, próba 3)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 4 (trójfazowe SPZ CB1, próba 4)
- **CB2 Succ SPAR** (jednofazowe SPZ CB2)
- CB2 SUCC 3PAR, próba 1 (trójfazowe SPZ CB2, próba 1)
- CB2 SUCC 3PAR, próba 2 (trójfazowe SPZ CB2, próba 2)
- CB2 SUCC 3PAR, próba 3 (trójfazowe SPZ CB2, próba 3)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 4 (trójfazowe SPZ CB1, próba 4)

11.4.23.1 SCHEMAT LOGICZNY KONTROLI SYSTEMOWEJ TRÓJFAZOWEGO SPZ

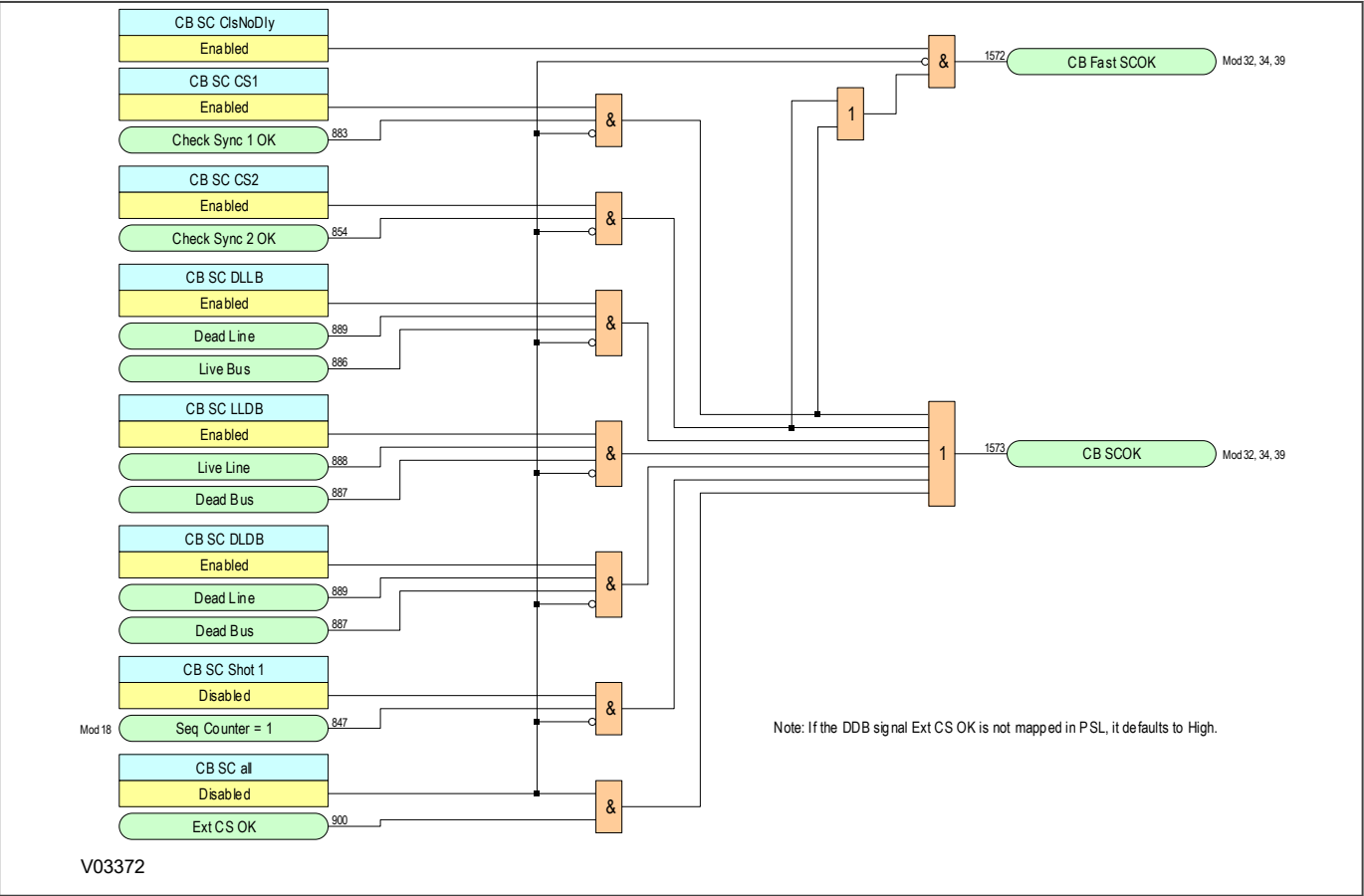


Figure 218: Schemat logiczny kontroli systemowej trójfazowego SPZ (moduł 45)

11.4.23.2 SCHEMAT LOGICZNY KONTROLI SYSTEMOWEJ RĘCZNEGO ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

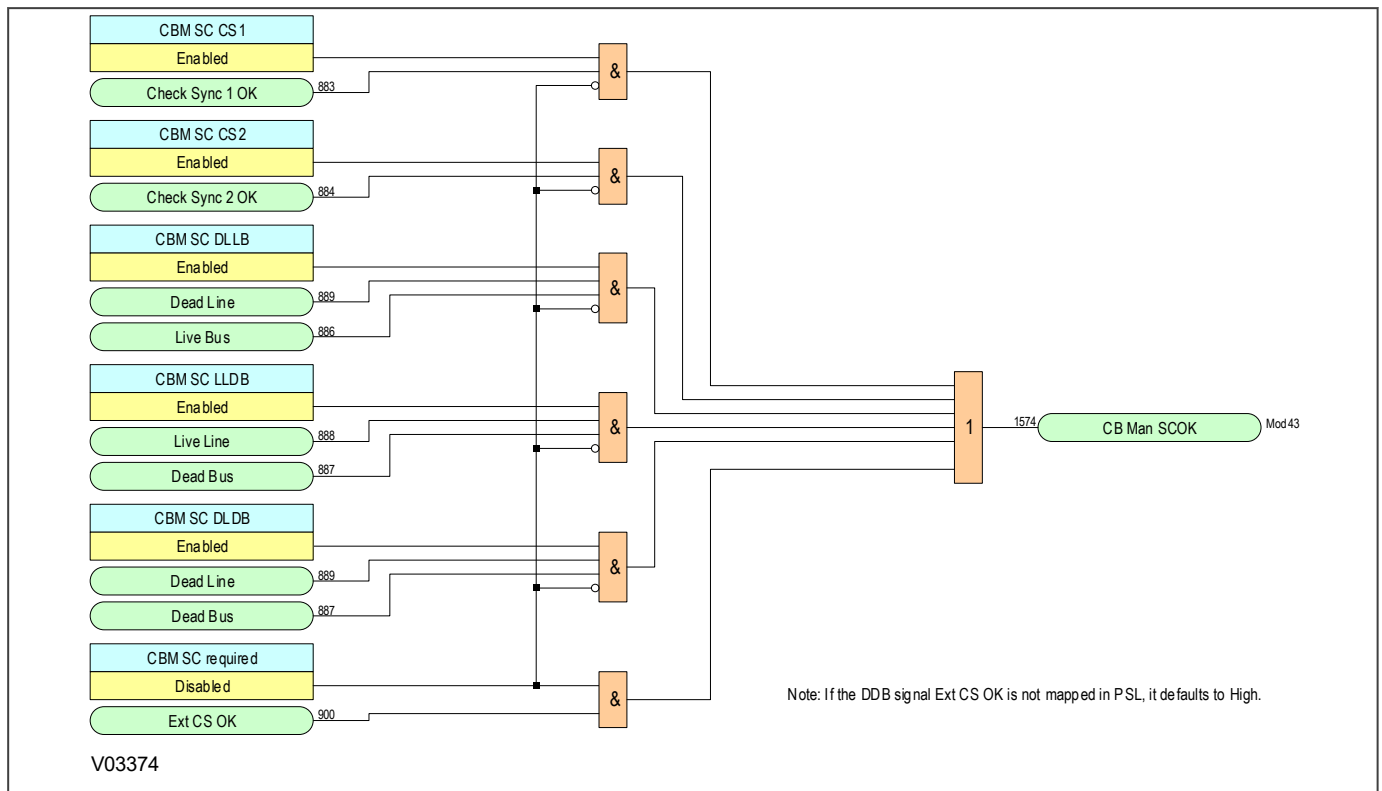


Figure 219: Schemat logiczny kontroli systemowej ręcznego zamknięcia wyłącznika (moduł 51)

11.5 MODUŁY LOGICZNE (DWA WYŁĄCZNIKI)

W tym rozdziale przedstawiono kompletny zestaw schematów logicznych dla modeli z dwoma wyłącznikami, które pomogą wyjaśnić działanie funkcji SPZ. Większość pokazanych schematów logicznych to moduły logiczne składające się na cały system SPZ. Niektóre z przedstawionych schematów nie są bezpośrednio powiązane z funkcją SPZ, jednakże mogą wykorzystywać pewne wejścia i generować wyjścia wykorzystywane przez system SPZ. Schematy te przedstawiono w tym rozdziale w celu zapewnienia kompletności.

11.5.1 MONITOR STANU WYŁĄCZNIKA

Logika monitorowania stanu wyłącznika jest częścią funkcjonalności monitorowania i sterowania i w pełni opisano ją w tym rozdziale. W tym rozdziale powtórzono schemat logiczny, ponieważ niektóre wyjścia tego modułu logicznego są wykorzystywane jako wejścia niektórych modułów logicznych funkcji SPZ.

11.5.1.1 MONITOR STANU WYŁĄCZNIKA

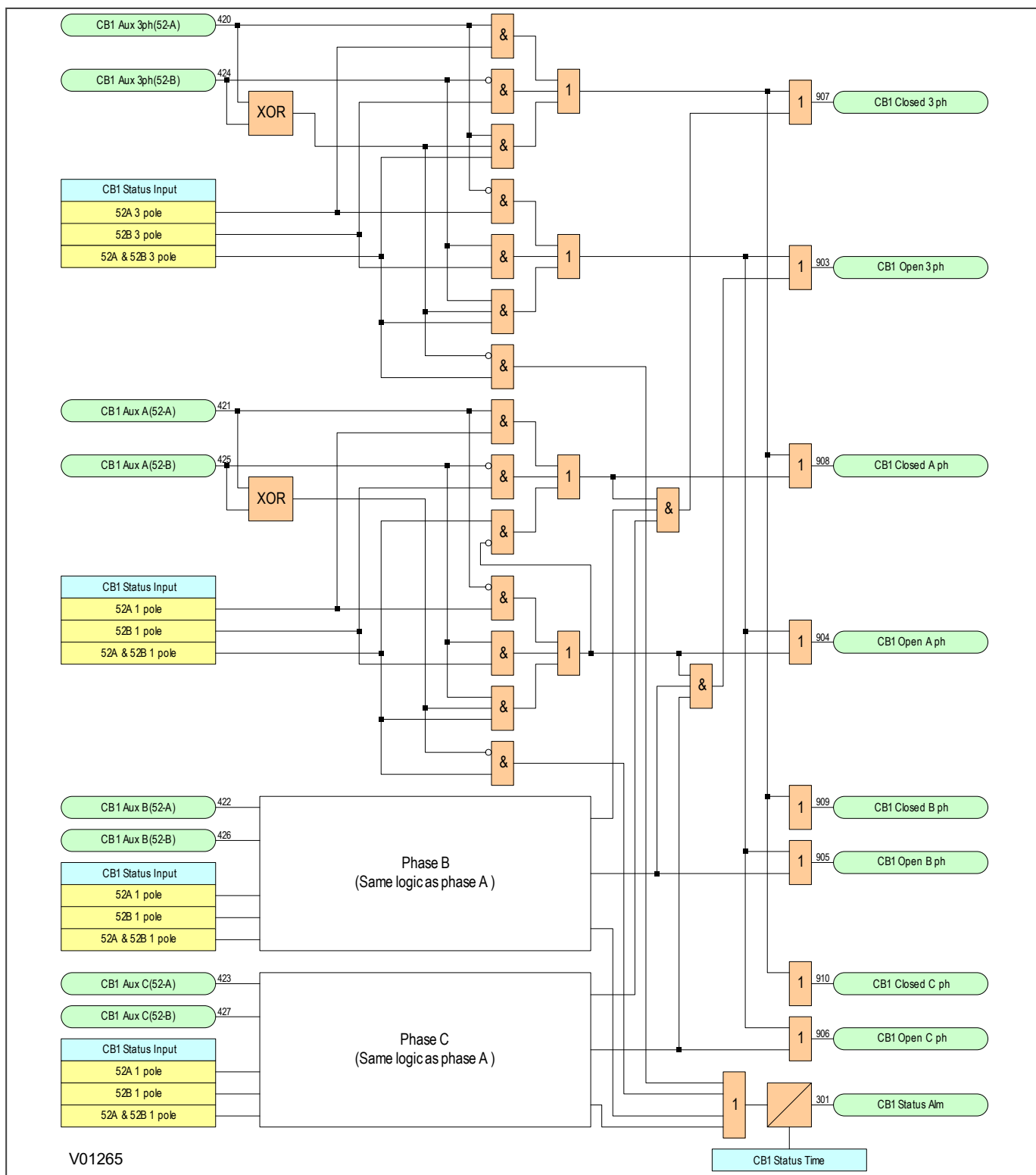


Figure 220: Schemat logiczny stanu wyłącznika (moduł 1)

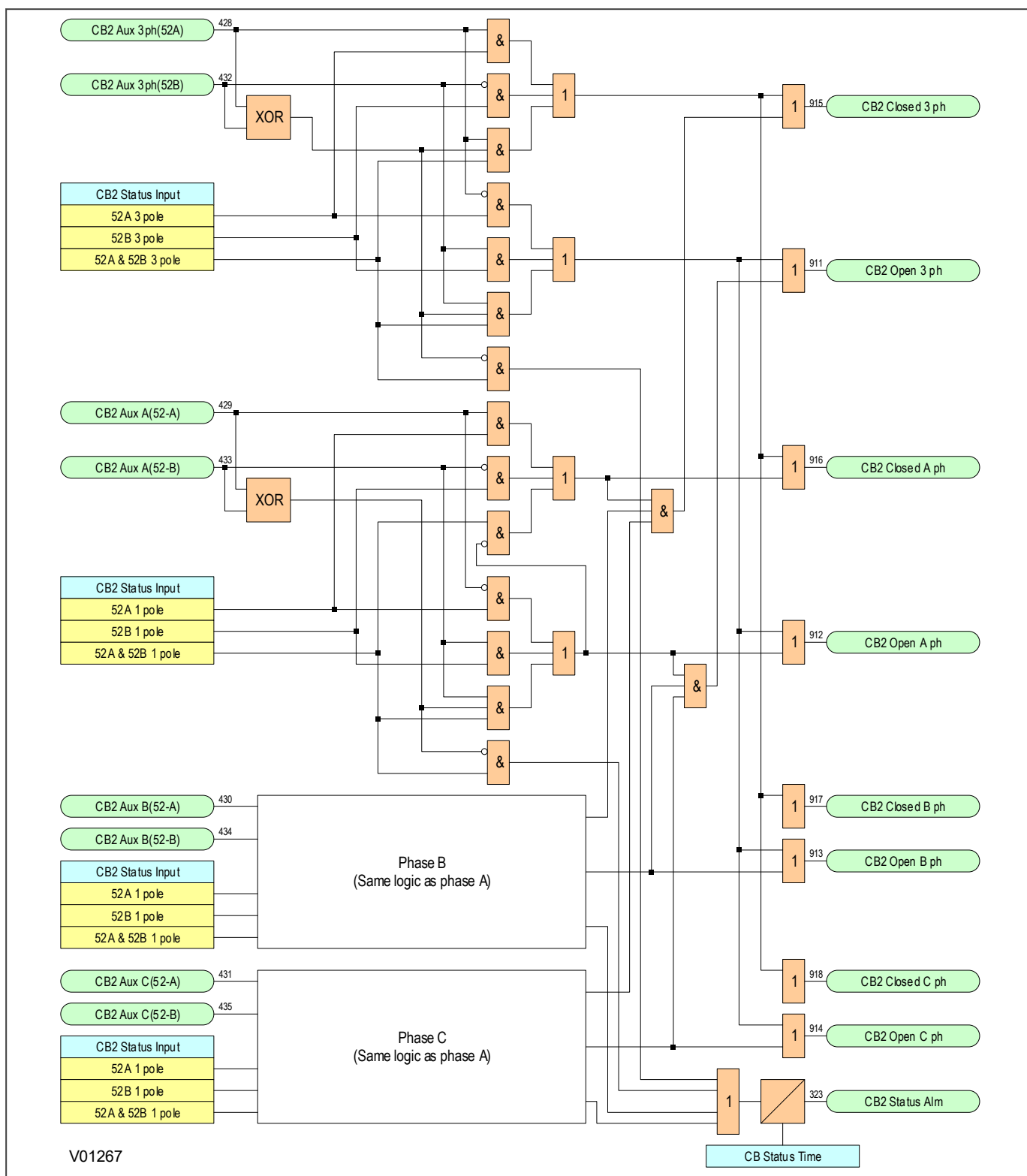


Figure 221: Schemat logiczny stanu wyłącznika (moduł 2)

11.5.2 LOGIKA OTWIERANIA WYŁĄCZNIKA

Moduł logiczny obwodu wyłącznika otworzonego generuje sygnały wewnętrzne wskazujące stan otwarcia jednej lub więcej faz. Sygnały te są wykorzystywane przez niektóre moduły logiczne SPZ.

11.5.2.1 SCHEMAT LOGIKI OTWIERANIA WYŁĄCZNIKA

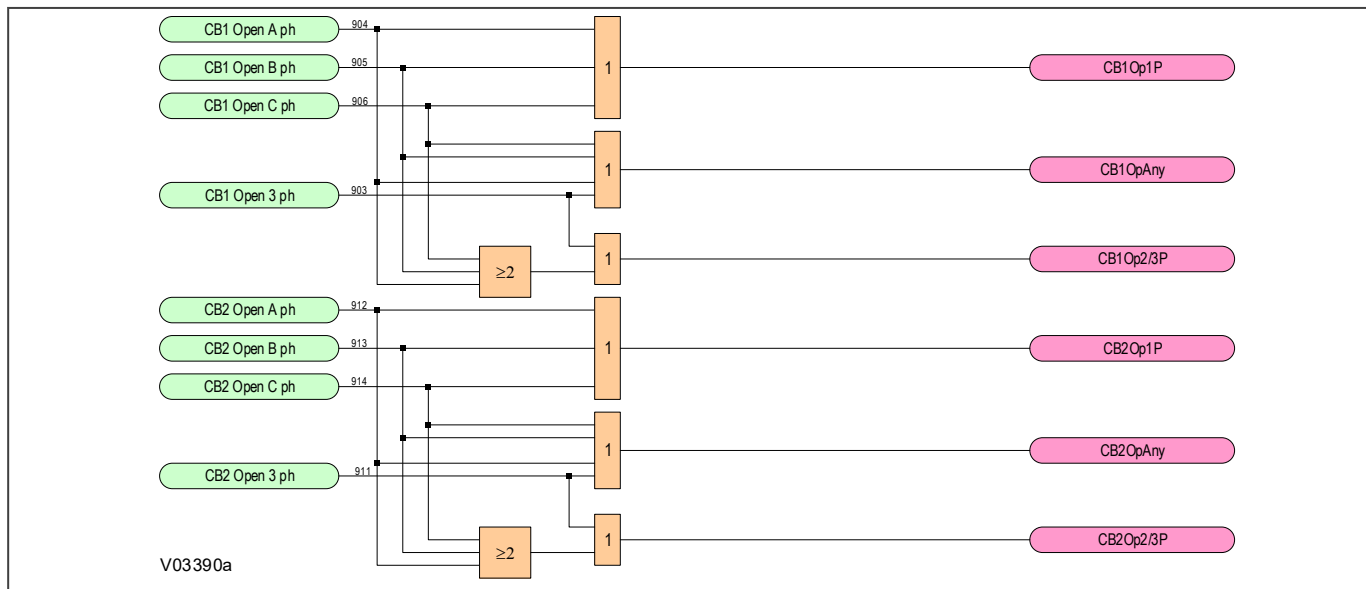


Figure 222: Schemat logiczny wyłącznika otworzonego (moduł 3)

11.5.3 LOGIKA WYŁĄCZNIKA GOTOWEGO

Aby samoczynne powtórne załączanie mogło być zainicjowane, wyłącznik musi być gotowy w chwili zainicjowania funkcji SPZ. Wyłącznik uznaje się za gotowy, jeżeli był zamknięty przez czas dłuższy niż ustawiony czas CB IS.

W zastosowaniach z szybko działającymi przełącznikami pomocniczymi wyłącznika dostępna jest opcja ustawienia opóźnienia czasowego CB IS Memory Time. Ma to na celu zapewnienie prawidłowego działania, jeśli spodziewane jest opóźnienie pomiędzy wyzwoleniem wyłącznika a rozpoznaniem przez zabezpieczenie.

Kiedy rozpoczyna się cykl funkcji SPZ, sygnał „gotowy” wyłącznika pozostaje w stanie wysokim aż do zakończenia cyklu SPZ.

Sygnał „wyłącznik gotowy” zostaje wyzerowany, jeśli wyłącznik się otworzy lub jeśli zostanie wyzerowany odpowiedni sygnał SPZ w toku (ARIP).

11.5.3.1 SCHEMAT LOGIKI WYŁĄCZNIKA GOTOWEGO

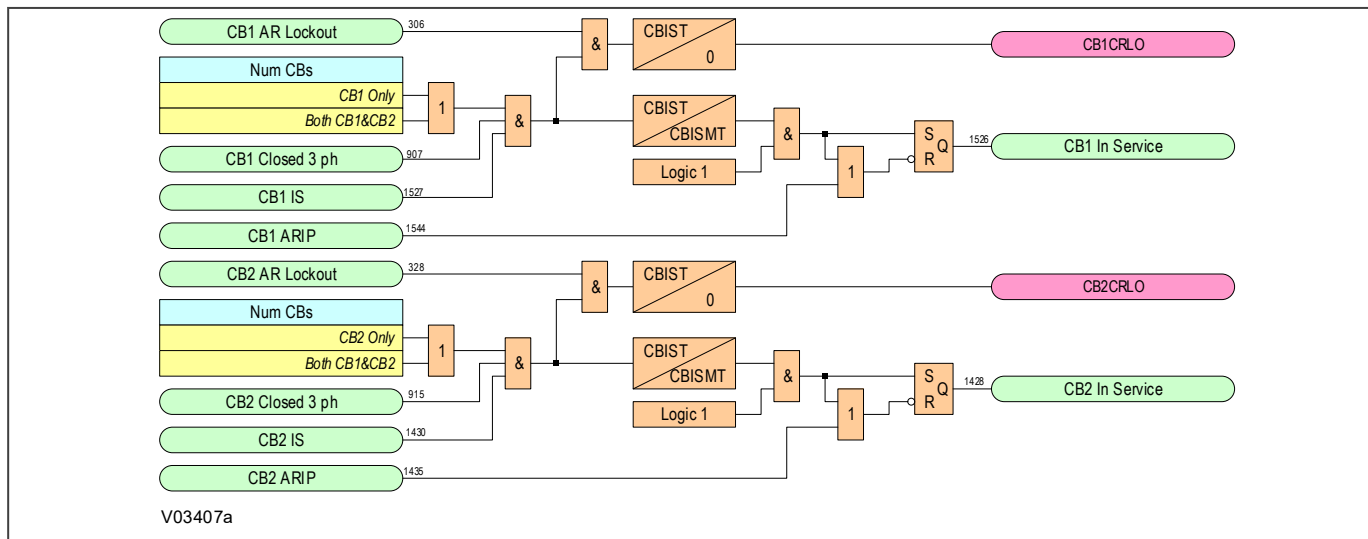


Figure 223: Schemat logiki wyłącznika gotowego (Moduł 4)

11.5.4 LOGIKA WŁĄCZANIA SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA

Przed uruchomieniem funkcja samoczynnego powtórnego załączania musi być włączona w kolumnie **KONFIGURACJA**. Aktywować można następująco:

- za pomocą wejścia optycznego odwzorowanego na sygnał magistrali danych cyfrowych **AR Enable**
- pulsowanie sygnału DDB **AR On Pulse** (użyj **AR Off Pulse**, aby dezaktywować)
- programowanie przycisku funkcyjnego w interfejsie użytkownika.
- jeśli ma to zastosowanie, przy użyciu komunikacji IEC 60870-5-103

Do włączenia funkcji SPZ wymagane są także kolejne sygnały potwierdzające. Są to sygnały DDB **AR Enable CB1** oraz **AR Enable CB2**. Gdy funkcja SPZ jest aktywna, zostaje załączony sygnał DDB **AR In Service** i odpowiednio ustawiona jest komórka **AR Status** w kolumnie **CB CONTROL**.

11.5.4.1 SCHEMAT LOGICZNY - SAMOCZYNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE WŁĄCZONE

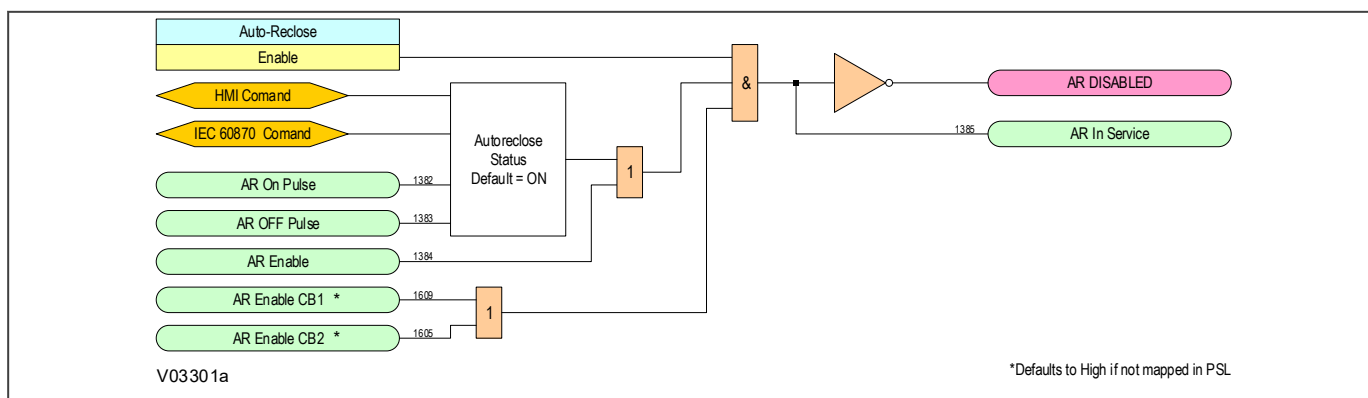


Figure 224: Schemat logiczny samoczynne powtórne załączanie Włączone (moduł 5)

11.5.5 SPZ WYŁĄCZNIK PROWADZĄCY / NADAŻNY

Można wybrać CB1 lub CB2 jako wyłącznika prowadzący, z CB2 lub CB1 jako wyłącznik nadażny.

11.5.5.1 SCHEMAT LOGICZNY WYBORU WYŁĄCZNIKA PROWADZĄCEGO / NADAŻNEGO

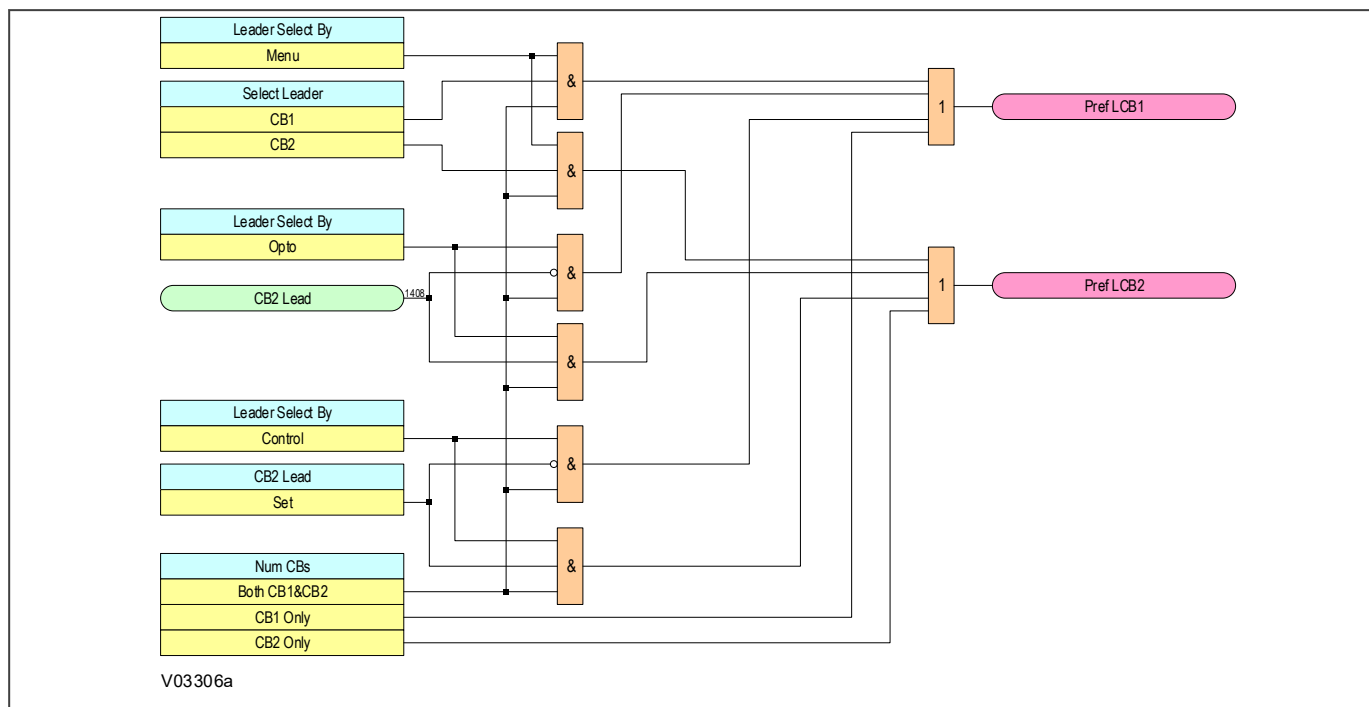


Figure 225: Schemat logiczny wyboru wyłącznika prowadzącego / nadążnego (moduł 6)

11.5.5.2 SCHEMAT LOGICZNY WYŁĄCZNIKA PROWADZĄCEGO / NADAŻNEGO

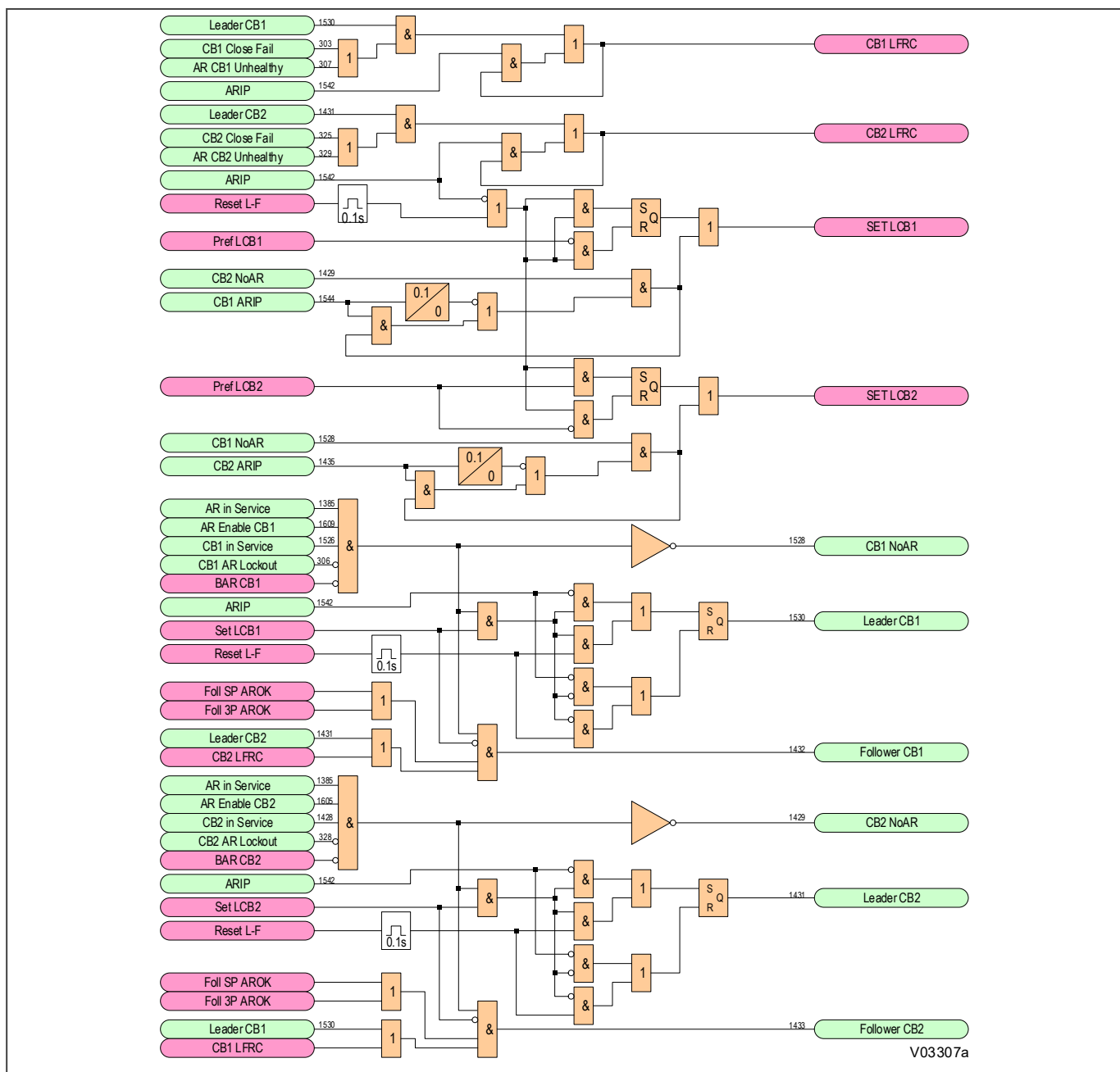


Figure 226: Schemat logiczny wyłącznika prowadzącego / nadążnego (moduł 7 i 8)

11.5.6 TRYBY SPZ

Urządzenie może zapewniać jednofazowe i/lub trójfazowe SPZ. Tryb samoczynnego powtórnego załączania konfiguruje się przez ustawienie **AR Mode** w kolumnie **AUTORECLOSE**. Dostępne opcje wyboru:

- Jednofazowe (*AR 1P*)
- Trójfazowe (*AR 3P*)
- Jednofazowe i trójfazowe (*AR 1/3P*)
- Sterowane poleceniami z sygnałów DDB, które muszą być odwzorowane na optoizolowane wejścia w PSL (*AR Opto*).

Jednofazowe SPZ jest dozwolone tylko przy pierwszej próbie cyklu SPZ. W cyklu wielokrotnego samoczynnego powtórnego załączania, drugie i kolejne wyłączenia będą zawsze trójfazowe.

W przypadku zwarć wielofazowych można użyć ustawienia wielofazowego SPZ **Multi Phase AR** w kolumnie AUTORECLOSE, **ABY SKONFIGUROWAĆ NASTĘPUJĄCE OPCJE:**

- Zezwalaj na samoczynne powtarzane załączanie dla wszystkich typów zwarć (*Allow Autoclose*)
- Blokuj samoczynne powtarzane załączanie w przypadku zwarć 2-fazowych i 3-fazowych (*BAR 2 i 3 ph*)
- Blokuj samoczynne powtarzane załączanie w przypadku zwarć 3-fazowych (*BAR 3 Phase*)

11.5.6.1 JEDNOFAZOWE I TRÓJFAZOWE SPZ

Ten rozdział odnosi się do urządzeń z dwoma wyłącznikami. Tam, gdzie występują sygnały i ustawienia dla każdego z dwóch wyłączników, pokazany jest tylko pierwszy wyłącznik (CB1), aby poprawić przejrzystość i uniknąć powtórzeń. Tam, gdzie ustawienia i sygnały obejmują „CB1”, istnieje odpowiednik „CB2”.

Tylko jednofazowe SPZ

Jeżeli włączone jest jednofazowe SPZ, logika dopuszcza tylko pojedynczą próbę SPZ. Przy zwarciu jednofazowym licznik czasu przerwy beznapięciowej **SP AR Dead Time** rozpoczyna odliczanie i zostaje załączony sygnał DDB **CB1 AR 1p in prog**, co wskazuje, że jednofazowy cykl SPZ trwa. W tym przypadku dla zwarć wielofazowych logika wyzwala wyłączenie trzech faz oraz przechodzi w tryb blokady.

Tylko trójfazowe SPZ

Podczas trójfazowego samoczynnego powtórnego załączania, przy jakimkolwiek zwarciu, trójfazowe liczniki czasu przerwy beznapięciowej: **3P AR DT Shot 1**, **3P AR DT Shot 2**, **3P AR DT Shot 3** oraz **3P AR DT Shot 4** zostają uruchomione i zostaje załączony sygnał DDB **CB1 AR 3p InProg**, co wskazuje, że trwa trójfazowe SPZ.

Jeśli włączone jest tylko trójfazowe samoczynne powtarzane załączanie, układ logiczny wymusza wyzwolenie trójfazowe poprzez ustawienie sygnału DDB **AR Force CB1 3P** dla dowolnego zwarcia jednofazowego.

Jednofazowe i trójfazowe SPZ

Jeżeli uaktywnione jest SPZ jednofazowe i trójfazowe, wówczas, jeżeli pierwsze zwarcie jest zwarciem pojedynczej fazy, uruchamiany jest licznik czasu przerwy beznapięciowej pojedynczej fazy **SP AR Dead Time** oraz aktywowany jest sygnał jednofazowego SPZ w toku. Jeżeli pierwsze zwarcie jest zwarciem wielofazowym, uruchamiany jest trójfazowy licznik czasu przerwy beznapięciowej **3P AR DT Shot 1** oraz aktywowany jest sygnał SPZ trójfazowego w toku. Jeżeli inteligentne urządzenie elektroniczne zostało ustawione tak, by zezwalać na więcej niż jedno samoczynne powtarzane załączanie (**AR Shots >'1'**), wszystkie kolejne zwarcia są przekształcane na wyzwolenia trójfazowe ustawieniem sygnału wymuszenia wyzwolenia trójfazowego. Odmierzanie czasów przerwy beznapięciowej na trzech fazach **3P AR DT Shot 2**, **3P AR DT Shot 3** i **3P AR DT Shot 4** (czasów przerwy beznapięciowej 2, 3, 4) rozpoczyna się odpowiednio dla wyzwolenia (próby) drugiego, trzeciego i czwartego. Sygnał DDB **CB1 AR 3p InProg** jest aktywny. Jeżeli zwarcie pojedynczej fazy przekształci się w zwarcie wielofazowe w czasie przerwy beznapięciowej pojedynczej fazy (**SP AR Dead Time**), SPZ jednofazowe zostaje zatrzymane. Sygnał trwania jednofazowego SPZ zostaje wyzerowany, ustawiony zostaje sygnał trójfazowego SPZ w toku i zostaje uruchomiony trójfazowy licznik czasowy przerwy beznapięciowej **3P AR DT Shot 1**.

11.5.6.2 SCHEMAT LOGICZNY - TRYBY SAMOCZYNNEGO POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA WŁĄCZONE

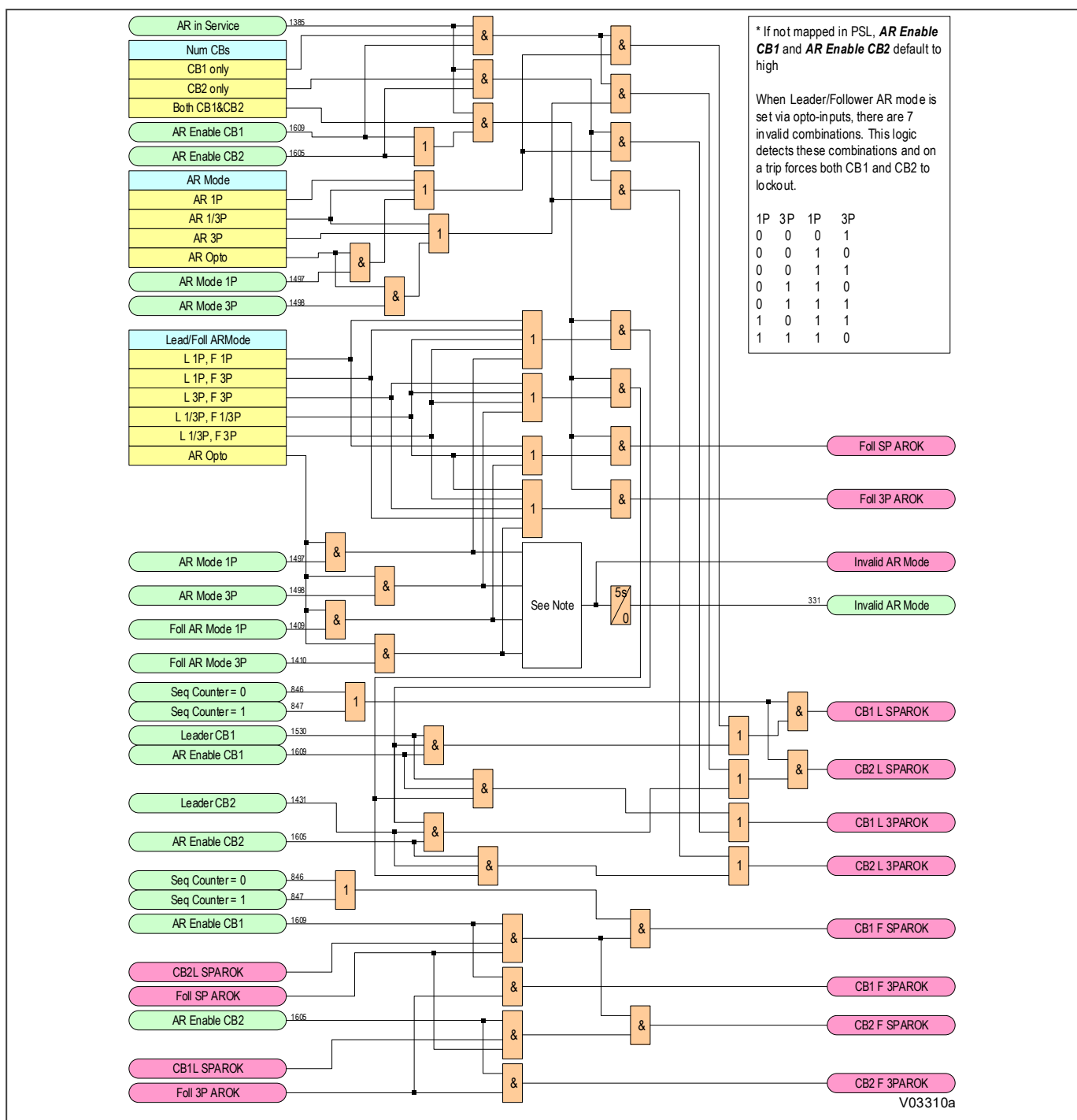


Figure 227: Schemat logiczny tryby samoczynnego powtórnego załączania włączone (modul 9)

11.5.7 LOGIKA WYZWALANIA WYMUSZENIA TRÓJFAZOWEGO SPZ

Po wyzwoleniu jednofazowym, podczas trwania cyklu SPZ i po wyzerowaniu członów zabezpieczających, wyzwolenie zostaje przełączone na trójfazowe.

Wszelkie operacje zabezpieczające, które wystąpią podczas kolejnych zwarc, gdy trwa cykl funkcji SPZ, zostaną wyzwolone trójfazowo.

11.5.7.1 SCHEMAT LOGICZNY WYZWALANIA WYMUSZENIA TRÓJFAZOWEGO

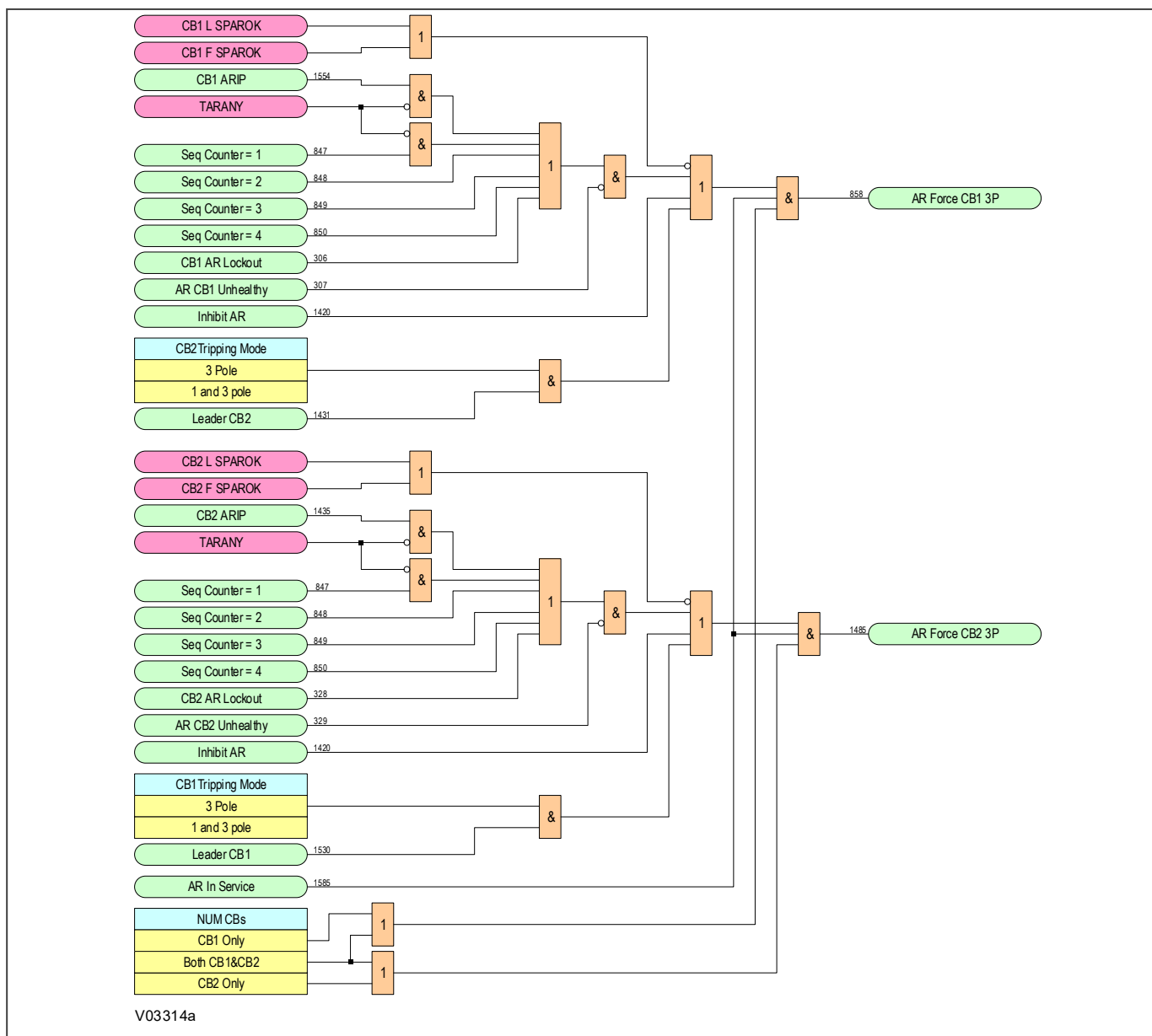


Figure 228: Schemat logiczny wymuszonego trójfazowego wyzwiania (moduł 10)

11.5.8 LOGIKA INICJOWANIA SPZ

Inicjowanie funkcji SPZ rozpoczyna funkcję SPZ dla wyłącznika tylko wtedy, gdy dla wyłącznika włączona jest opcja SPZ, a wyłącznik jest gotowy. Kiedy rozpoczyna się cykl SPZ, wyświetlany jest komunikat ARIP. Wskazanie pozostaje do końca cyklu. Koniec cyklu jest równoznaczny z udanym ponownym zamknięciem lub blokadą.

Cykle SPZ mogą być inicjowane przez:

- Funkcje zabezpieczające znajdujące się wewnątrz produktu
- Funkcję testu wyzwiania
- Zewnętrzne urządzenia zabezpieczające
- Kombinacje zwarć ewoluujących

Wewnętrzne funkcje zabezpieczeniowe

Wiele funkcji zabezpieczeniowych produktu można zaprogramować tak, aby inicjowały lub blokowały samoczynne powtórne załączanie. Powiązane ustawienia znajdują się w kolumnie samoczynne powtórne załączanie, a dostępne opcje to *No Action*, *Initiate AR*, lub *Block AR*. Jeśli ustawiono na *Block AR* blokuj SPZ, działanie funkcji zabezpieczającej blokuje funkcję SPZ i wymusza blokadę.

Funkcja testu wyzwalania

Komórkę poleceń **Test Autoreclose** w kolumnie *COMMISSION TESTS* można użyć do zainicjowania cyklu samoczynnego powtórnego załączania. Każda opcja zapewnia wyjście impulsowe 100 ms. Dostępna jest również opcja *No Operation*, która pozwala wyjść z pola komend bez rozpoczęcia testu.

Zewnętrzne urządzenia zabezpieczające

Do zainicjowania funkcji SPZ można zastosować inne urządzenie zabezpieczające za pośrednictwem PSL. Domyślnie te zewnętrzne sygnały wejściowe wyzwalające są odwzorowane w celu inicjowania funkcji SPZ. Wejścia te nie są odwzorowane na wyjścia wyłączające. Jednakże przy odpowiednim odwzorowaniu w PSL urządzenie zewnętrzne może wykorzystać ten produkt do wyzwalania podłączonych wyłączników automatycznych.

Kombinacje zwarć ewoluujących

Funkcja samoczynnego powtórnego załączania jest zwykle inicjowana przez pojedynczy warunek (jak zwarcie jednofazowe). Jeśli jednak warunki systemowe zmieniają się w taki sposób, że pojawią się inne warunki, które mogą zainicjować samoczynne powtórne załączanie, wówczas dynamikę logiki SPZ należy dostosować. Na przykład, jeżeli zwarcie jednofazowe przekształci się w zwarcie wielofazowe, wówczas działanie SPZ musi w związku z tym być dostosowane. Aby to osiągnąć, generowane są sygnały wskazujące warunki, takie jak ewoluujące zwarcia, ponowne działanie zabezpieczenia, kombinacje inicjowania przez zabezpieczenie wewnętrzne, zabezpieczenie zewnętrzne lub funkcje testowe, które sterują sekwencją SPZ.

Zapisy warunków inicjujących są przechowywane i wykorzystywane do sterowania sekwencjonowaniem. Inicjowanie może nastąpić z funkcji zabezpieczającej zintegrowanej z produktem, z zabezpieczenia zewnętrznego lub ze źródeł wewnętrznych, jak funkcja testu samoczynnego powtórnego załączania. Inicjację można dodatkowo sklasyfikować na podstawie faz powodujących inicjację. Warunki te są przechowywane w sygnałach, które zazwyczaj zawierają w nazwie „MEM” – pamięć lub „AR” – Autoreclose, samoczynne powtórne załączanie.

11.5.8.1 SCHEMAT LOGICZNY INICJOWANIA SPZ

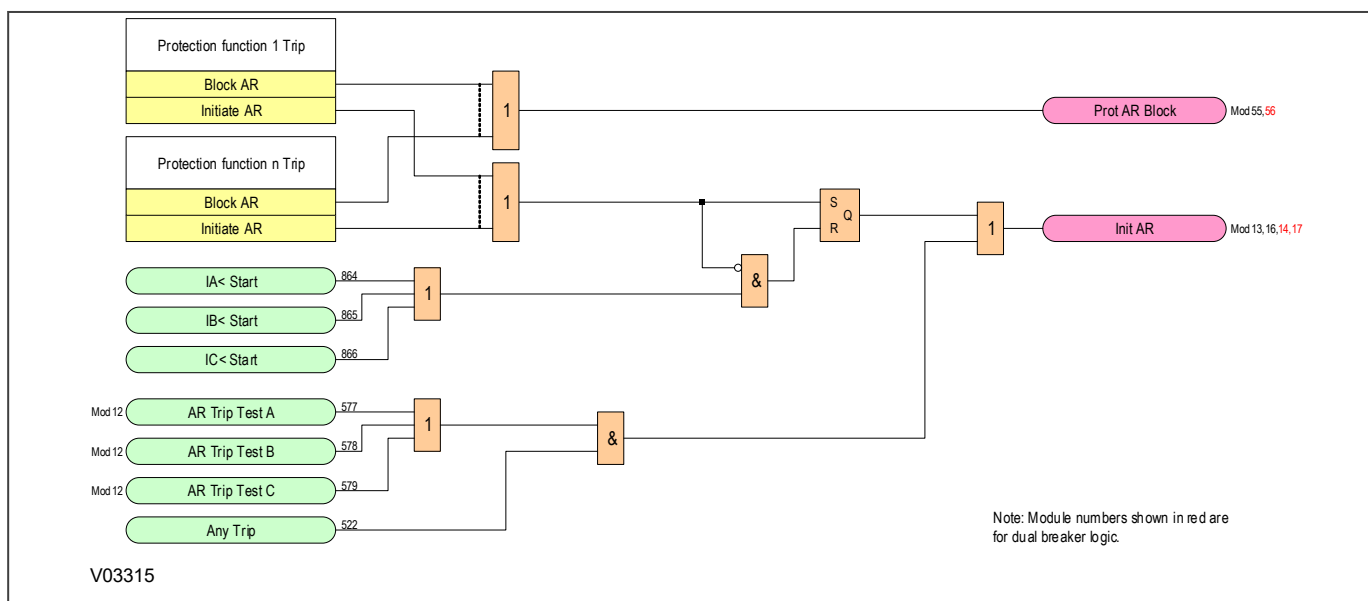


Figure 229: Schemat logiczny inicjacji samoczynnego powtórnego załączania (moduł 11)

11.5.8.2 SCHEMAT LOGICZNY TESTU WYZWOLENIA SPZ

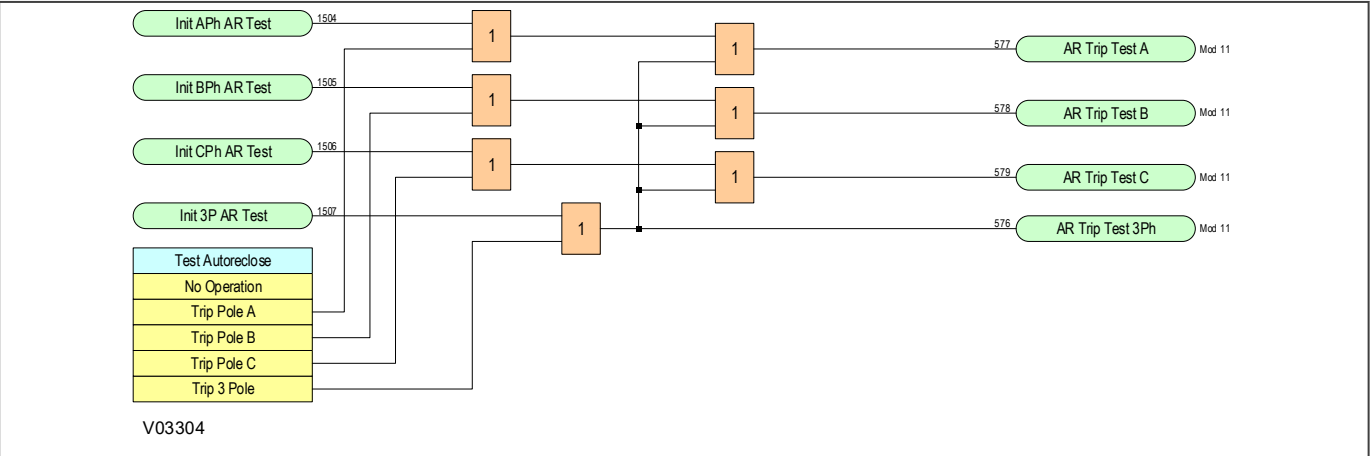


Figure 230: Schemat logiczny testu wyzwolenia SPZ (modul 12)

11.5.8.3 SCHEMAT LOGICZNY WYZWALANIA ZEWNĘTRZNEGO DLA CB1

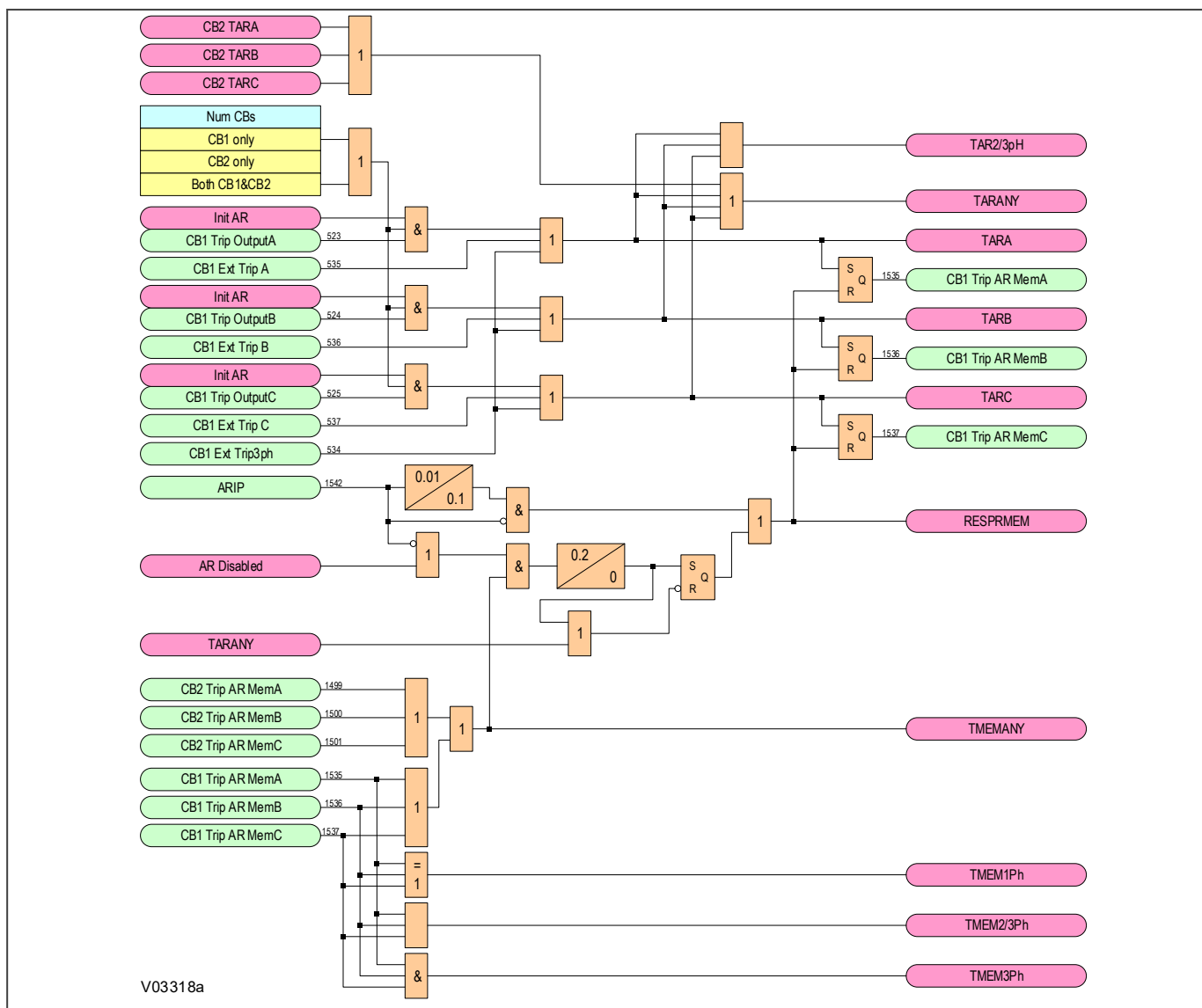


Figure 231: Inicjowanie SPZ poprzez wewnętrzne wyzwalanie jedno- i trójfazowe lub wyzwalanie zewnętrzne dla CB1 (Moduł 13)

Note:

Dla jednofazowego SPZ sygnały te muszą być odwzorowane zgodnie z domyślnym układem PSL.

11.5.8.4 SCHEMAT LOGICZNY WYZWALANIA ZEWNĘTRZNEGO DLA CB2

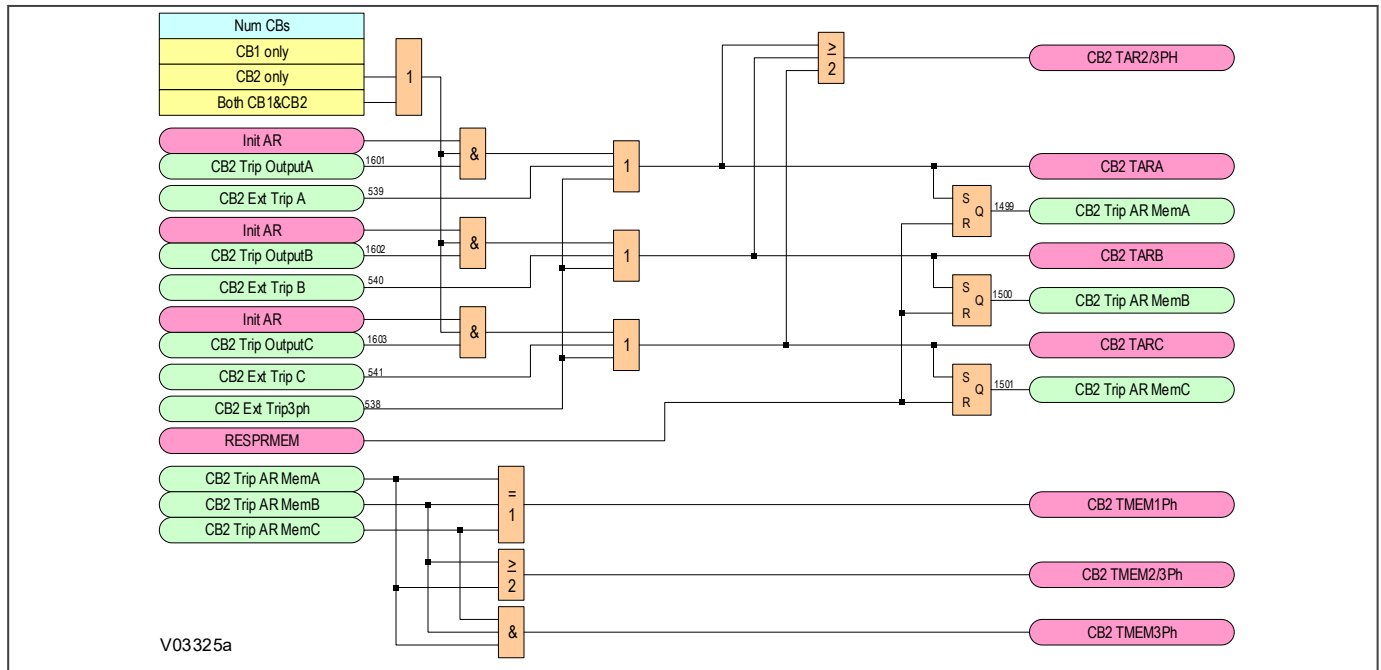


Figure 232: Inicjowanie SPZ poprzez wewnętrzne wyzwalanie jedno- i trójfazowe lub wyzwalanie zewnętrzne dla CB2 (Moduł 14)

Note:

Dla jednofazowego SPZ sygnały te muszą być odwzorowane zgodnie z domyślnym układem PSL.

11.5.8.5 SCHEMAT LOGICZNY PONOWNEGO ZADZIAŁANIA ZABEZPIECZENIA I POWSTANIA ZWARCIA EWOLUJĄCEGO

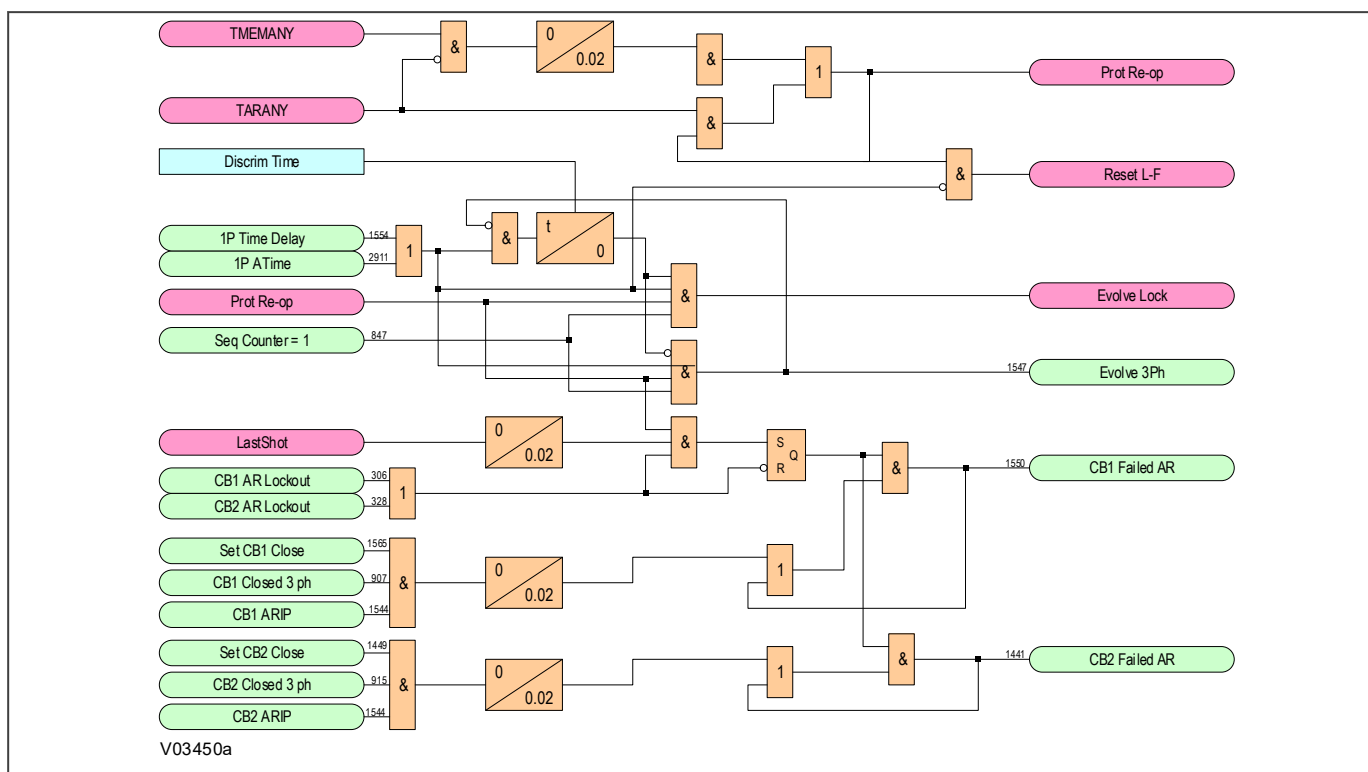


Figure 233: Schemat logiczny ponownego zadziałania zabezpieczenia i powstania zwarcia ewoluującego (moduł 20)

11.5.8.6 SCHEMAT LOGICZNY PAMIĘCI ZWARĆ

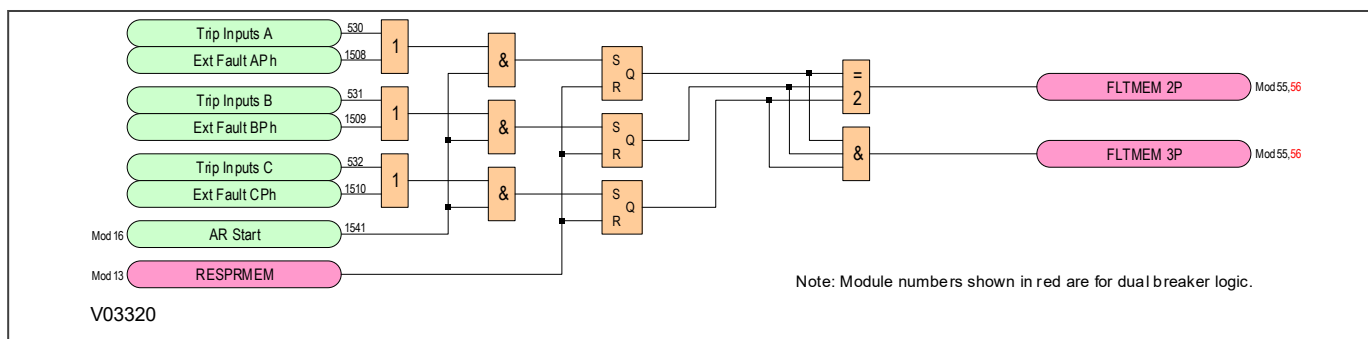


Figure 234: Schemat logiczny pamięci zwarć (moduł 15)

11.5.9 SAMOCZYNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE W TOKU

Moduł AR In Progress generuje różne sygnały, aby wskazać innym modułom i funkcjom, że aktualnie trwa operacja SPZ.

11.5.9.1 SCHEMAT LOGICZNY SPZ W TOKU DLA WYŁĄCZNIKA CB1

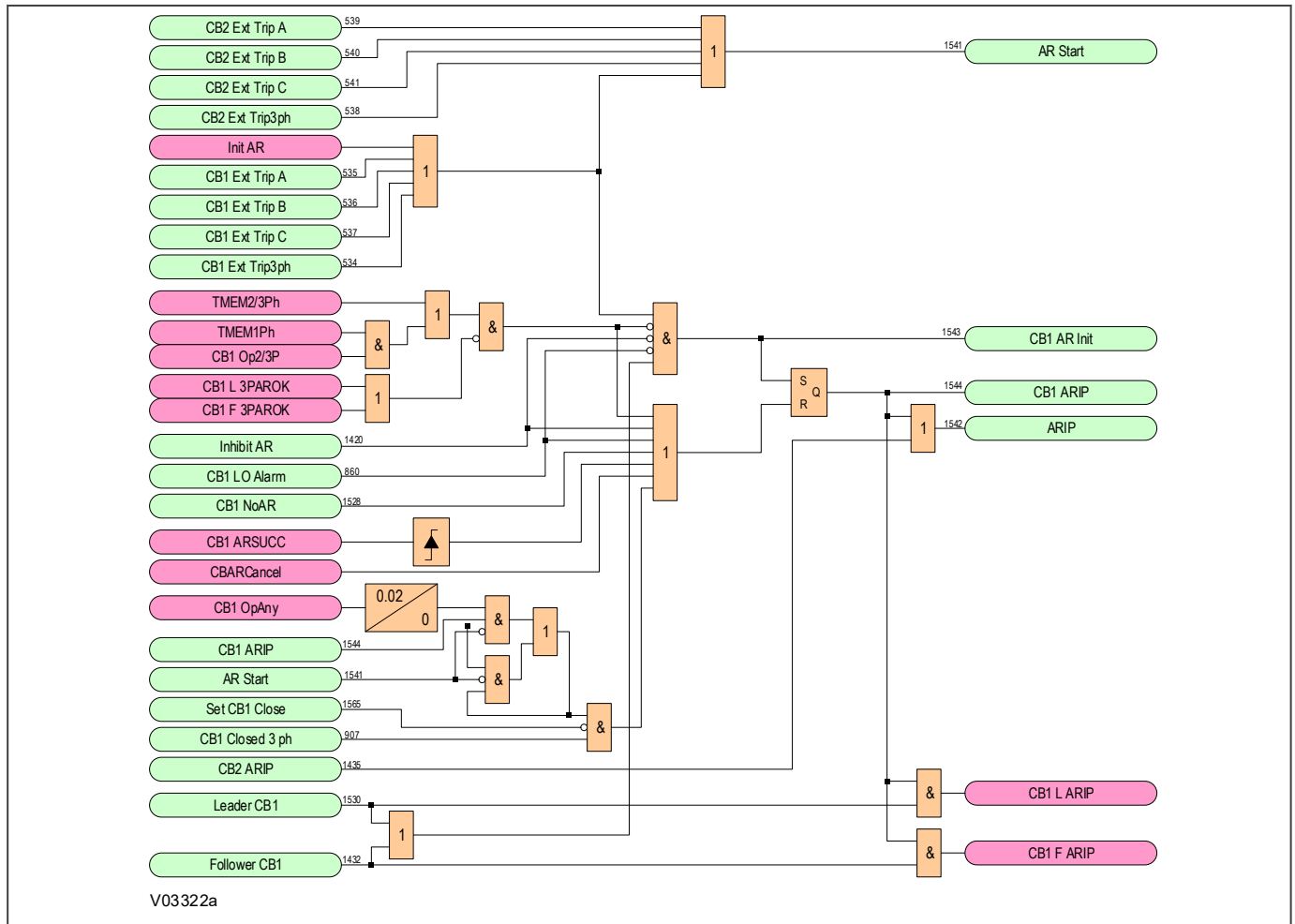


Figure 235: Schemat logiczny SPZ w toku dla wyłącznika CB1 (moduł 16)

11.5.9.2 SCHEMAT LOGICZNY SPZ W TOKU DLA WYŁĄCZNIKA CB2

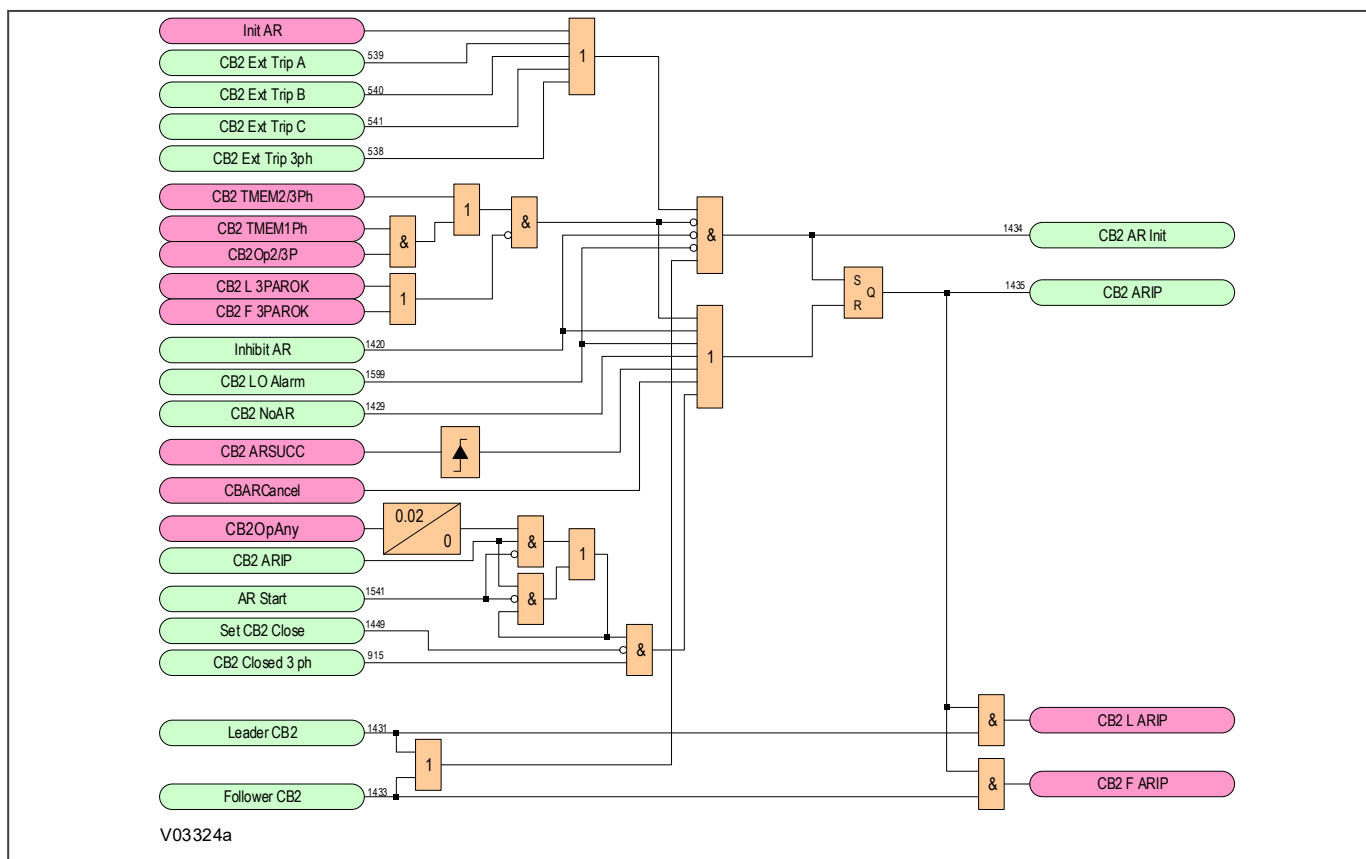


Figure 236: Schemat logiczny SPZ w toku dla wyłącznika CB2 (moduł 17)

11.5.10 LICZNIK SEKWENCJI

Logika SPZ zawiera licznik do zliczania prób SPZ. Nazywa się on licznikiem sekwencji. Licznik sekwencji ma wartość zero, jeśli nie trwa samoczynne powtórne załączanie. W wyniku wyzwalania oraz kolejnej inicjalizacji SPZ następuje zwiększenie wartości zliczanej przez licznik sekwencji. Licznik zapewnia sygnały wyjściowe wskazujące ilość zdarzeń inicjalizacji, do których doszło w dowolnym cyklu SPZ. Sygnały te są dostępne jedynie do wskazań i są wykorzystywane w logice do ustawienia odpowiednich timerów czasu przerwy beznapięciowej lub, w przypadku trwałych zwarc, wymuszania blokad.

Możliwe jest pominięcie pierwszej próby samoczynnego powtórnego załączania poprzez aktywację nastawy **AR Skip Shot 1**. Przy tym ustawieniu licznik sekwencji pominie pierwszą próbę SPZ (Shot 1) i przejdzie do drugiej (Shot 2) natychmiast po zainicjowaniu SPZ. Za każdym razem, gdy zabezpieczenie zadziała, licznik sekwencji zwiększa się o 1. Logika SPZ porównuje wartości licznika sekwencji z nastawą prób SPZ, **AR Shots**. Jeżeli wartość licznika przekracza wartość nastawy, funkcja SPZ jest blokowana. Jeżeli samoczynne powtórne załączenie zakończy się pomyślnie, licznik sekwencji zostanie wyzerowany.

11.5.10.1 SCHEMAT LOGICZNY LICZNIKA SEKWENCJI SPZ

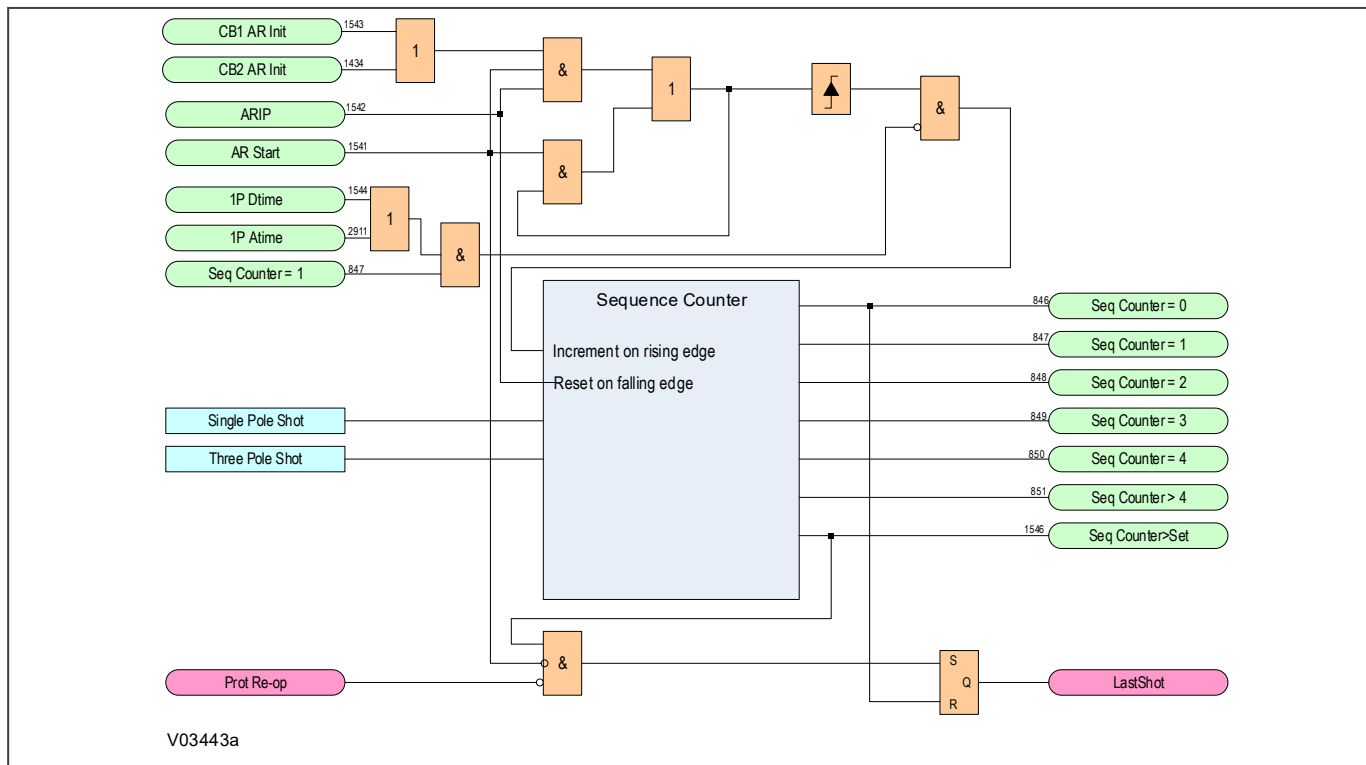


Figure 237: Schemat logiczny licznika sekwencji SPZ (moduł 18)

11.5.11 WYBÓR CYKLU SPZ

Logika wyboru cyklu funkcji SPZ odpowiada za określenie, czy SPZ uruchomi się jako funkcja jednofazowa lub trójfazowa.

11.5.11.1 SCHEMAT LOGICZNY WYBORU CYKLU SPZ JEDNOFAZOWEGO

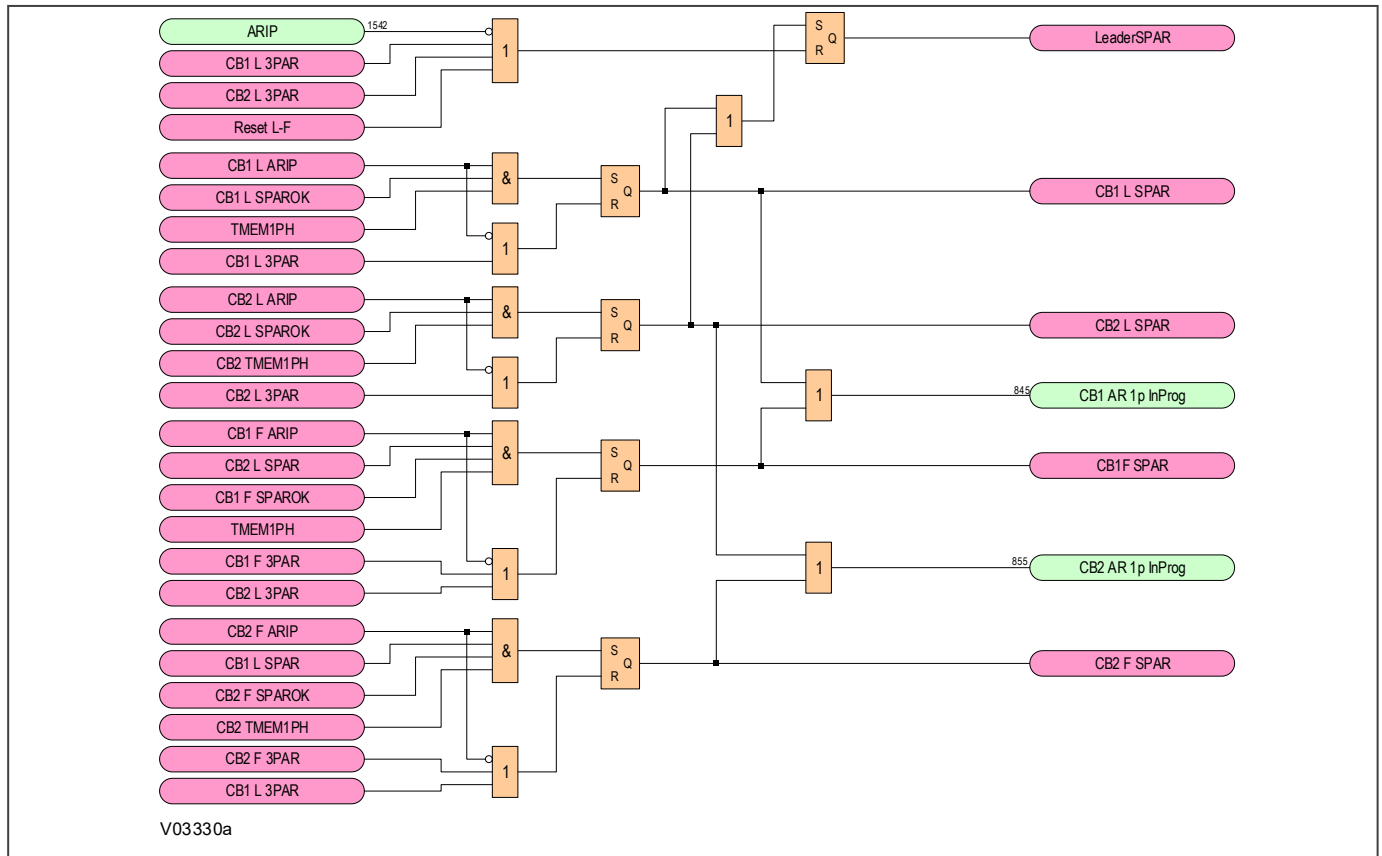


Figure 238: Schemat logiczny wyboru cyklu SPZ jednofazowego (modul 19)

11.5.11.2 WYBÓR CYKLU 3-FAZOWEGO SPZ

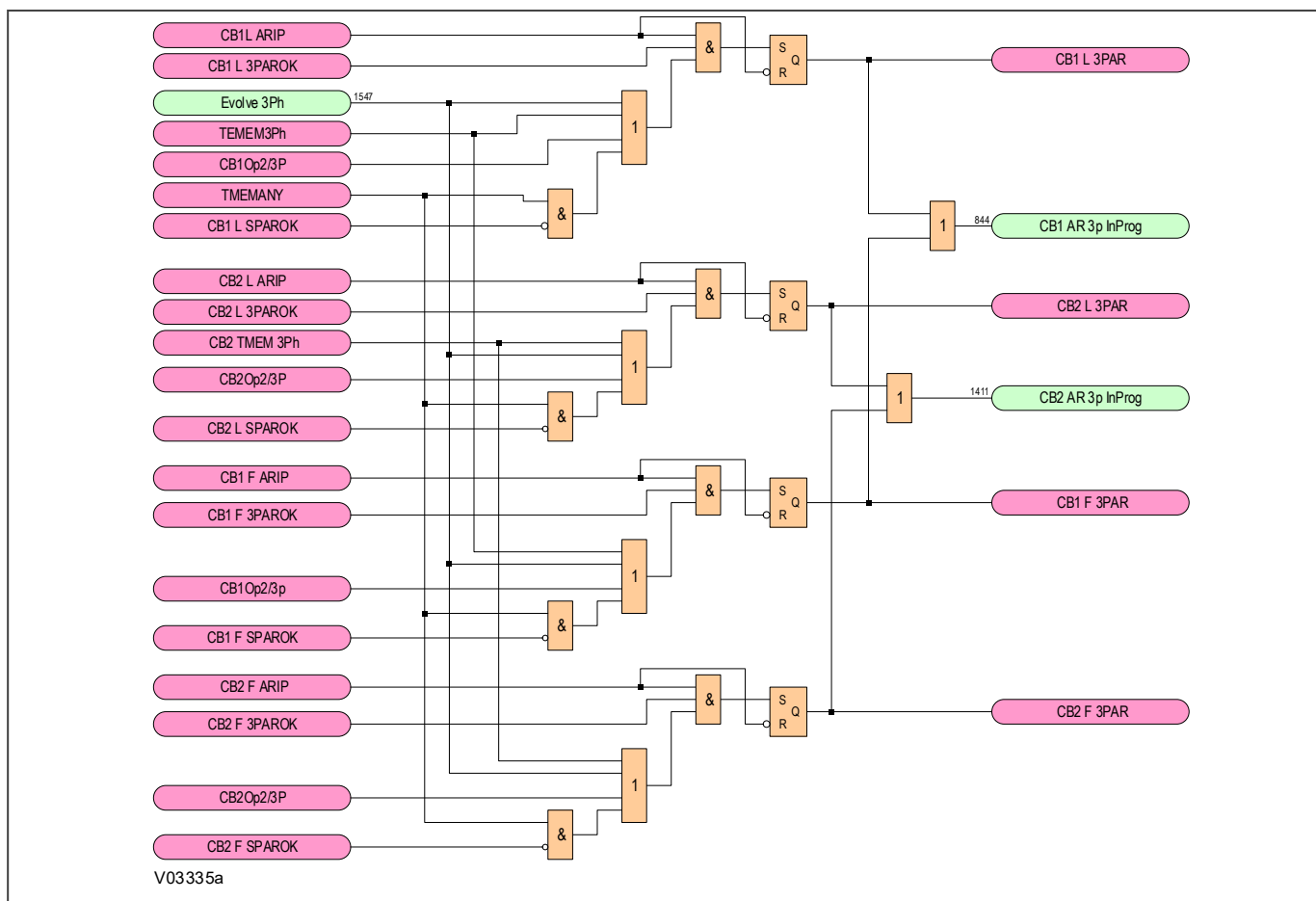


Figure 239: Schemat logiczny wyboru cyklu SPZ trójfazowego (moduł 21)

11.5.12 KONTROLA CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

Po rozpoczęciu cyklu SPZ warunki rozpoczęcia odliczania czasu przerwy beznapięciowej są determinowane nastawami menu, stanem wyłącznika, stanem zabezpieczenia, charakterem cyklu SPZ (na jednej czy na trzech fazach) oraz sygnałami z zewnętrznych źródeł na wejściach izolowanych optycznie.

Rozpoczęcie odliczania czasu przerwy beznapięciowej jest kontrolowane trzema parametrami:

- $t_{zwl\ Pob\ od\ zab}$
- $3f\ t_{zw\ zan\ faz}$
- $t_{zwl\ Pob\ od\ WYL}$

DT Start by Prot określa, w jaki sposób zadziałanie zabezpieczenia zainicjuje czas przerwy beznapięciowej. To ustawienie jest zawsze widoczne i ma trzy opcje *Protection Reset*, *Protection Op* (zadziałanie zabezpieczenia) oraz *Disable*, które należy wybrać, aby działanie zabezpieczenia nie rozpoczynało czasu przerwy beznapięciowej. Opcje te stanowią podstawowe warunki dla rozpoczynania odliczania czasu przerwy beznapięciowej.

Ustawienie, by zadziałanie zabezpieczenia rozpoczynało czas przerwy beznapięciowej może być opcjonalnie poprzedzone sprawdzeniem, czy linia nie jest pod napięciem.

Wybranie zerowania zabezpieczenia w celu rozpoczęcia czasu przerwy beznapięciowej może być opcjonalnie poprzedzone sprawdzeniem, czy wyłącznik jest otworzony (**DTStart by CB Op**) przed rozpoczęciem czasu przerwy

beznapięciowej. W zastosowaniach z wyzwaniem trójfazowym istnieje dodatkowa możliwość sprawdzenia, czy linia nie jest pod napięciem (**3PDTStart WhenLD**) przed rozpoczęciem odliczania czasu przerwy beznapięciowej.

Jeżeli opcję **DT Start by Prot** ustawiono na Disable, aby mogło zostać rozpoczęte odliczanie czasu przerwy beznapięciowej, wyłącznik musi być otwarty. W zastosowaniach z wyzwaniem trójfazowym istnieje dodatkowa możliwość sprawdzenia, czy linia nie jest pod napięciem (**3PDTStart WhenLD**) przed rozpoczęciem odliczania czasu przerwy beznapięciowej. Aby sprawdzić, czy na linii nie ma napięcia, należy ustawić parametr **3PDTStart WhenLD** na *Enabled*. Aby sprawdzić, czy wyłącznik jest otwarty, należy ustawić **DTStart by CB Op** na *Enabled*.

11.5.12.1 SCHEMAT LOGICZNY WŁĄCZENIA ROZPOCZĘCIA CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

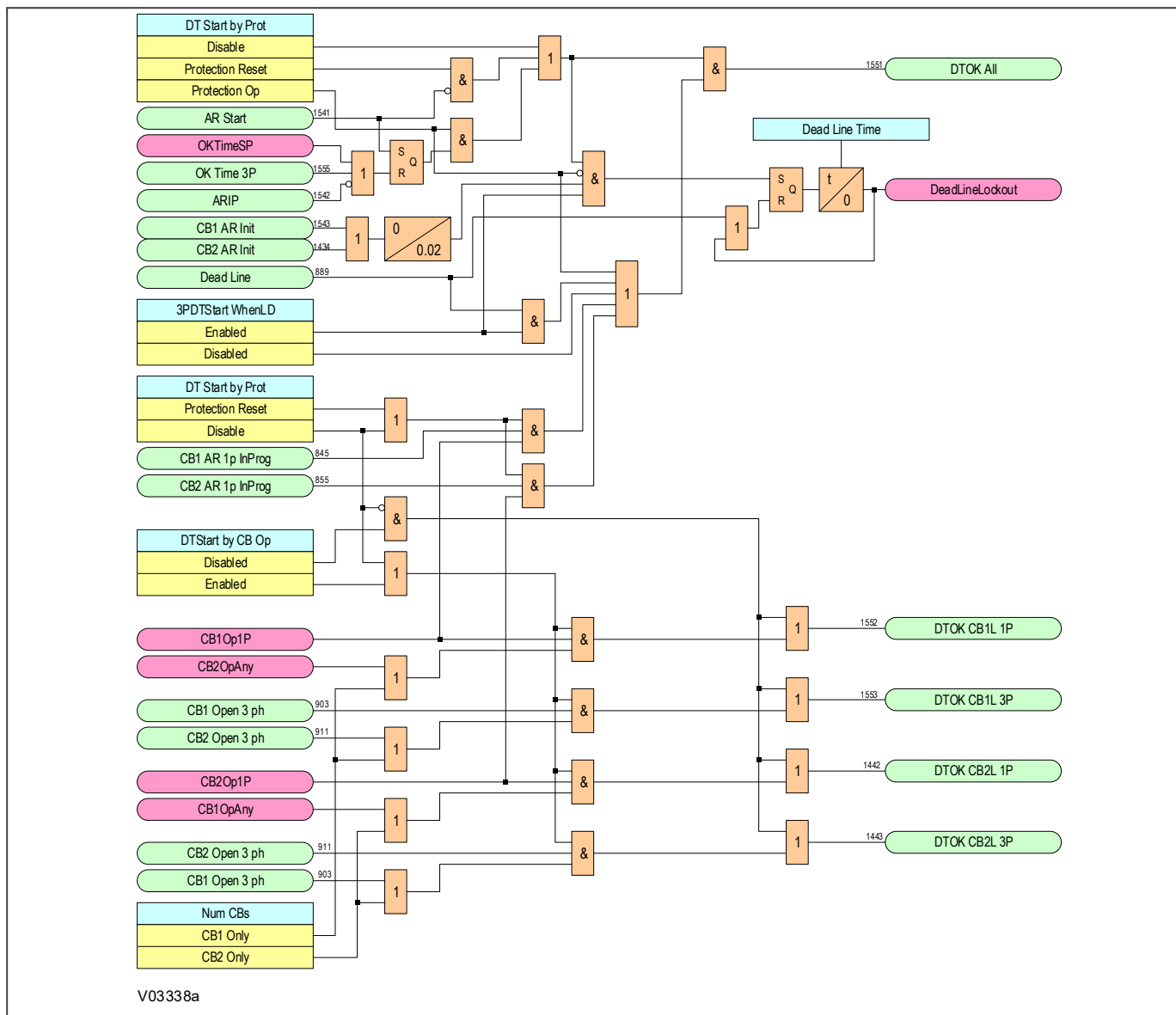


Figure 240: Schemat logiczny włączenia rozpoczęcia czasu przerwy beznapięciowej (moduł 22)

11.5.12.2 JEDNOFAZOWY CZAS PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ I ADAPTACYJNA LOGIKA SPZ (AAR).

Układ SPZ jest adaptacyjny, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** jest *Enabled*. Adaptacyjne SPZ jest dostępne tylko dla zastosowań SPZ jednofazowych. Gdy włączone jest adaptacyjne samoczynne powtórne załączanie, ustawienie **SP AR Dead Time** jest ukryte i widoczne są dwa nowe ustawienia licznika czasu: **SP Min Dead Time** i **SP Max Dead Time**. Te dwa liczniki czasu wyznaczają granice czasu przerwy beznapięciowej jednofazowej.

Algorytm wykrywania typu zwarcia i wygaszenia łuku (FTAE) jest inicjowany, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** jest *Enabled*, a sygnał **OkTimeSP** czasu przerwy beznapięciowej jest wysoki, jak pokazano w module 24.

Sygnały stanu otwarcia wyłącznika (**CB Open A PH/ CB Open B PH/ CB Open C PH**) wykorzystywane są do identyfikacji izolacji zwarcia doziemnego jednofazowego. Informacje o napięciu fazowym są dostarczane do bufora sześciocyklowego oraz δ i $|V_s|$ i ich pochodne są podawane do modułu **FTAED**.

Sygnałami wyjściowymi modułu **FTAED** są sygnały **P_Fault**, **T_Fault** oraz **Arc complete**, które wskazują wykrycie zwarcia trwałego, przejściowego wykrycia i wygaszenia łuku.

Sygnał **T_Fault** jest wysoki w przypadku zwarcia przejściowego, a sygnał wygaszenia łuku jest wysoki dopiero po całkowitej dejonizacji zwarcia w warunkach zwarcia przejściowego. W przypadku trwałego zwarcia sygnał wyjściowy **P_Fault** modułu AAR jest wysoki i jest kierowany do układu logicznego blokady SPZ (moduł 55), aby w razie potrzeby zatrzymać dalsze działania SPZ.

Sygnały **CB1SPDTCOMP** oraz **CB1SPATCOMP** w module 24 stanowią dane wejściowe na schemacie logicznym SPZ wyłącznika (moduł 32). Sygnał **CB1SPDTCOMP** jest wysoki w przypadkach, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** wynosi 0, a sygnał **CB1SPATCOMP** jest wysoki w przypadkach, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** wynosi 1.

11.5.12.3 SCHEMAT LOGICZNY JEDNOFAZOWEGO CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ WYŁĄCZNIKA PROWADZĄCEGO

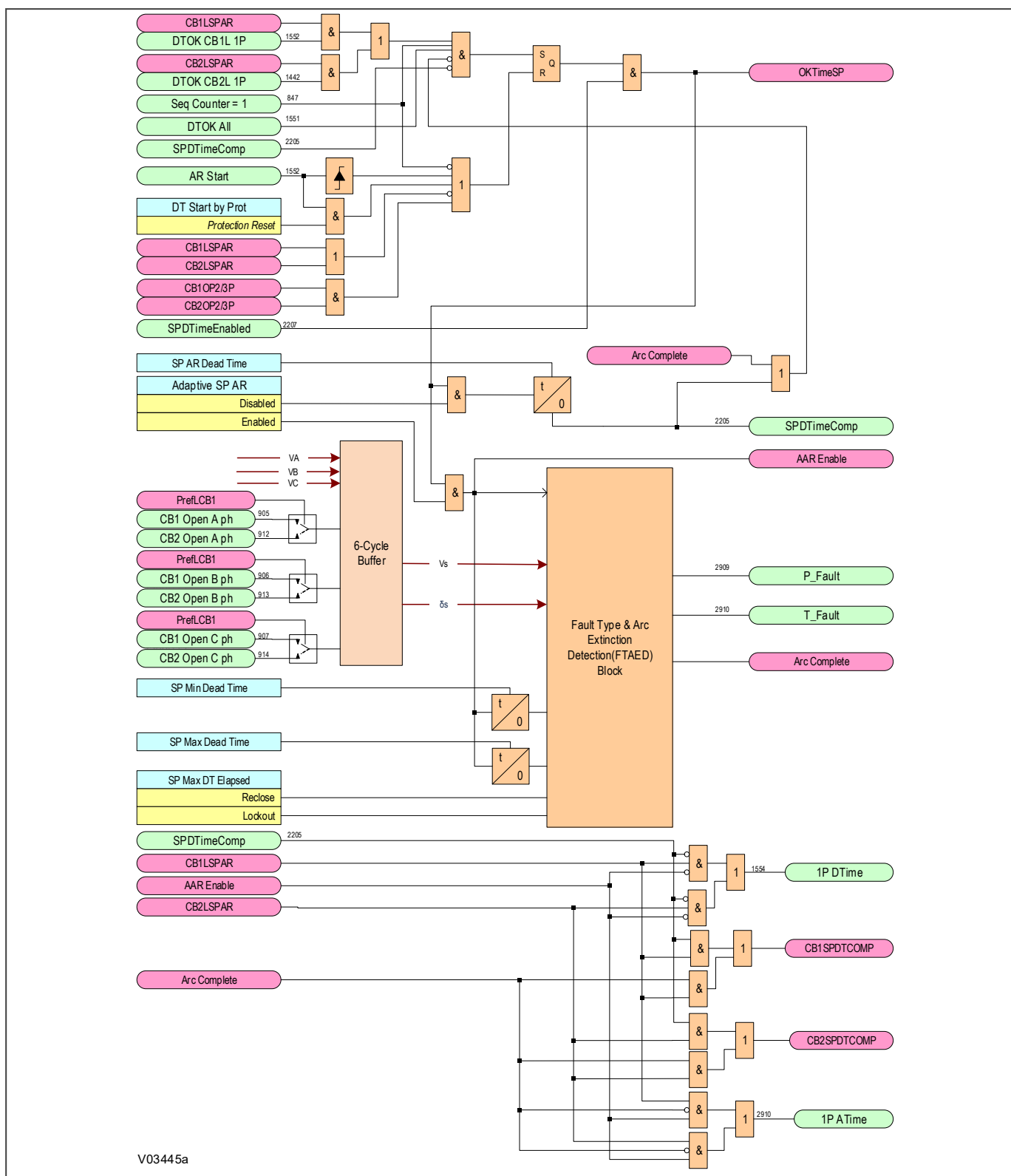


Figure 241: Schemat logiczny jednofazowego czasu przerwy beznapięciowej wyłącznika prowadzącego (moduł 24)

11.5.12.4 SCHEMAT LOGICZNY CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ TRÓJFAZOWEGO WYŁĄCZNIKA PROWADZĄCEGO

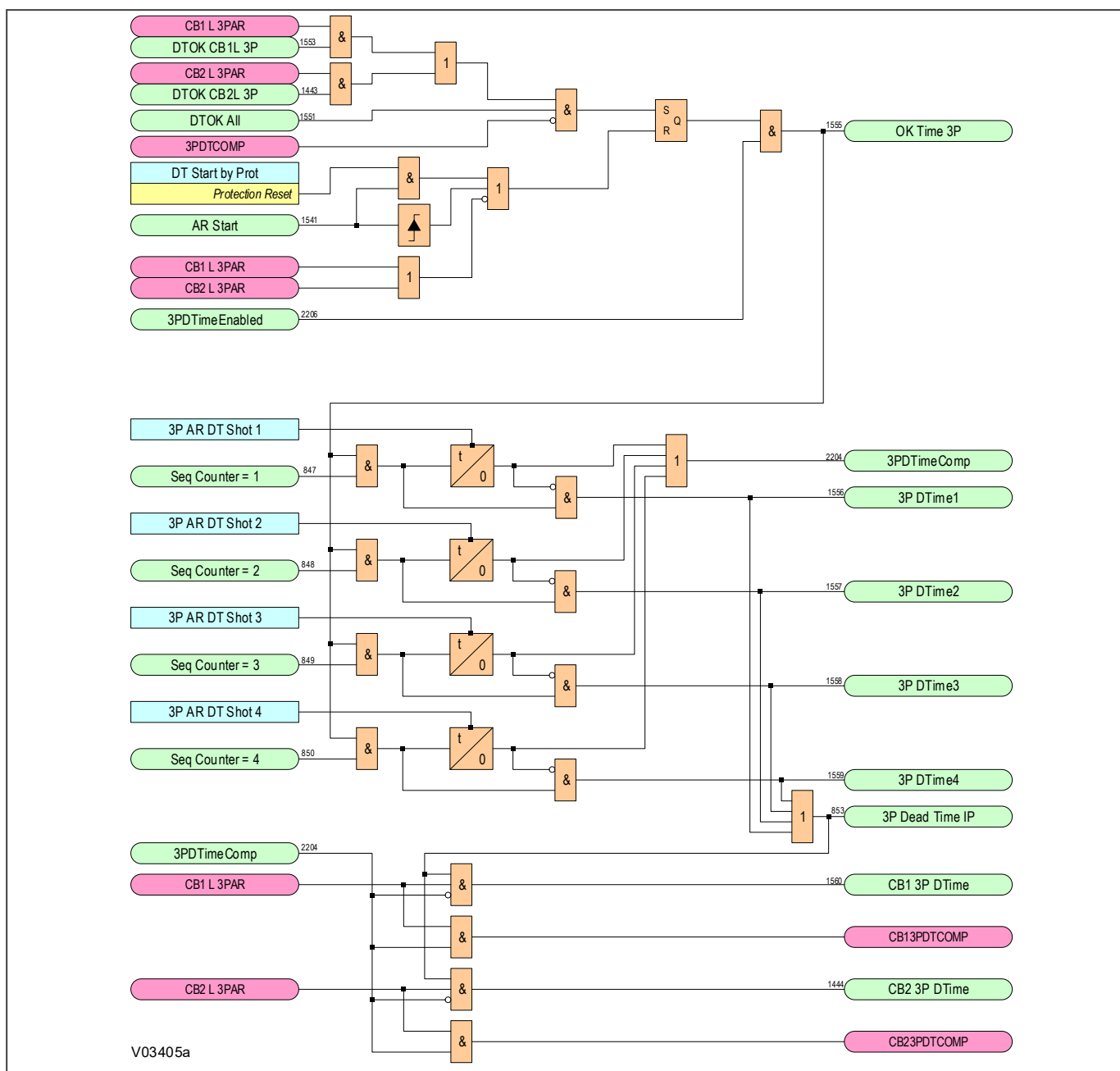


Figure 242: Schemat logiczny czasu przerwy beznapięciowej trójfazowego wyłącznika prowadzącego (moduł 25 i 26)

11.5.12.5 SCHEMAT LOGICZNY WŁĄCZENIA WYŁĄCZNIKA PROWADZĄCEGO

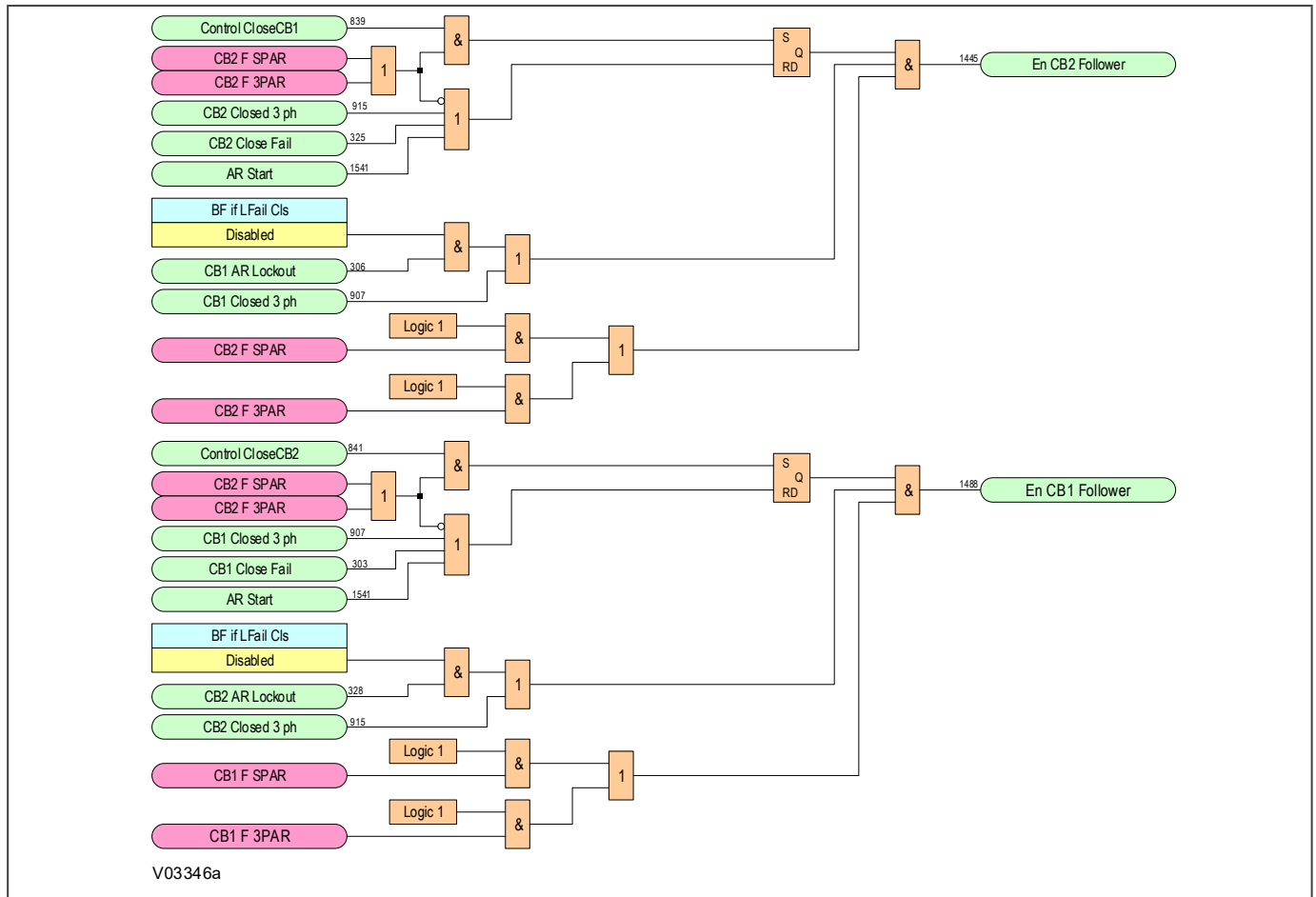


Figure 243: Schemat logiczny włączenia wyłącznika prowadzącego (modul 27)

11.5.12.6 SCHEMAT LOGICZNY SYGNAŁU CZASOWEGO JEDNOFAZOWEGO WYŁĄCZNIKA NADĄŻNEGO

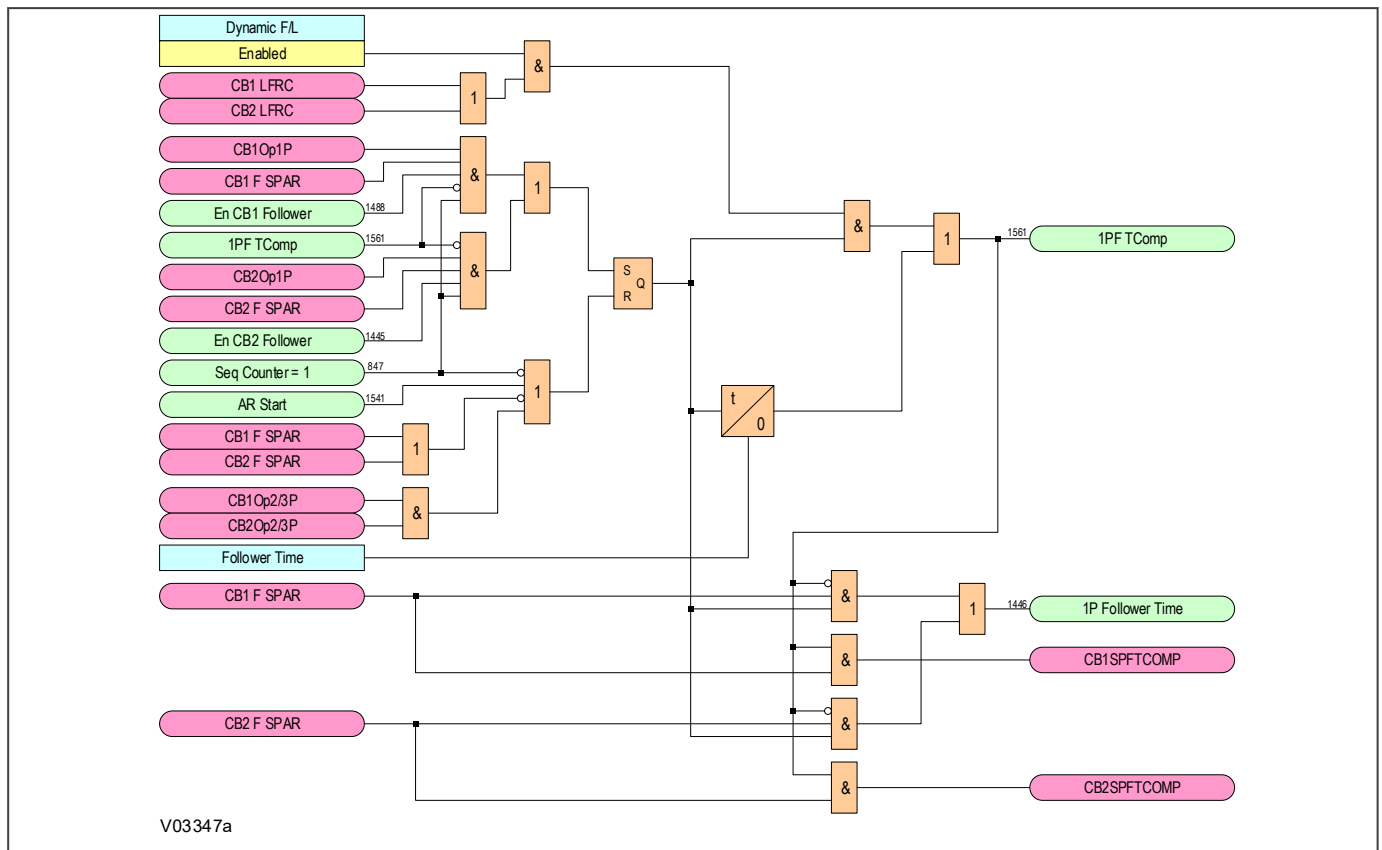


Figure 244: Schemat logiczny sygnału czasowego jednofazowego wyłącznika nadążnego (moduł 28)

11.5.12.7 SCHEMAT LOGICZNY SYGNAŁU CZASOWEGO TRÓJFAZOWEGO WYŁĄCZNIKA NADĄŻNEGO

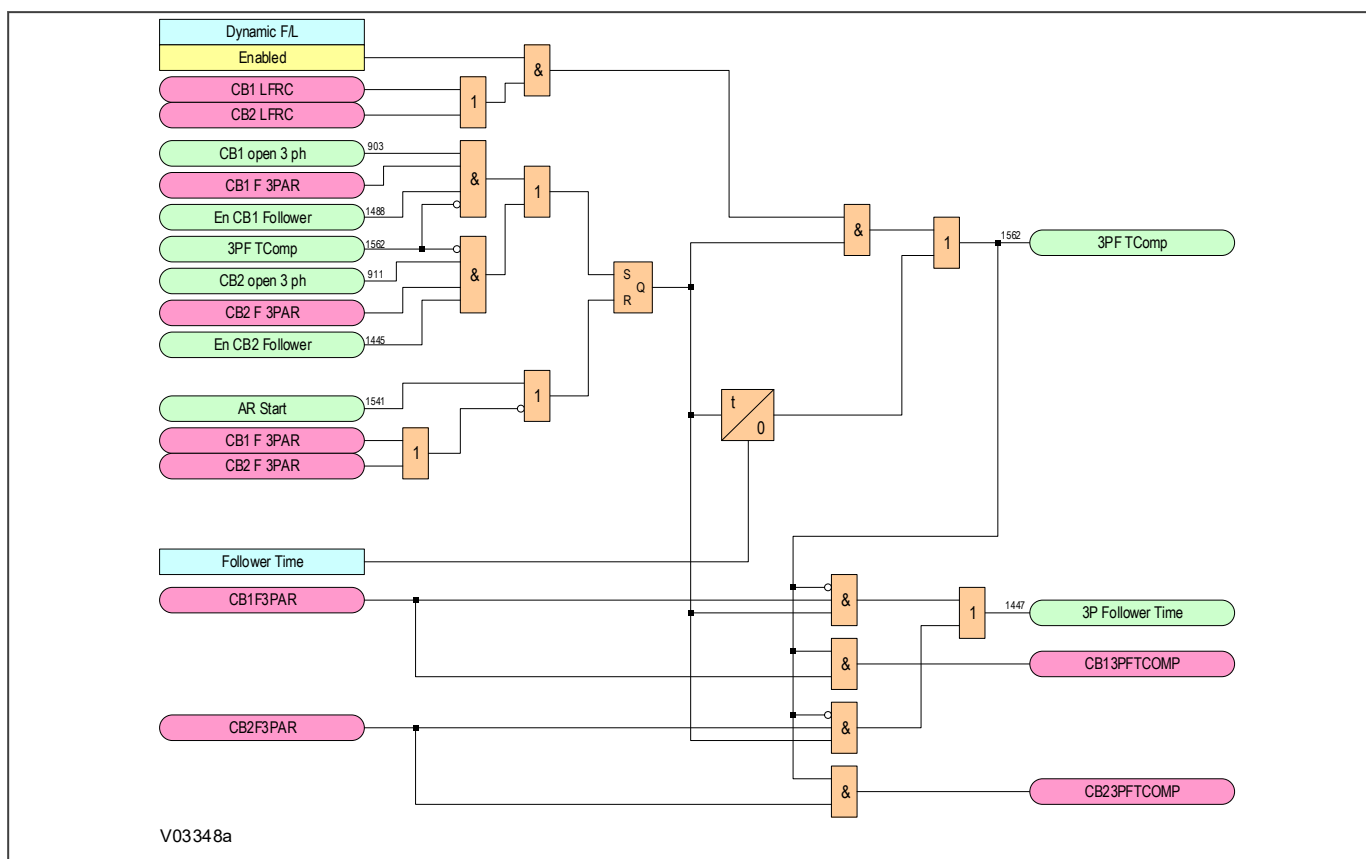


Figure 245: Schemat logiczny sygnału czasowego trójfazowego wyłącznika nadążnego (moduł 29)

11.5.13 SAMOCZYNNE POWTÓRNE ZAŁĄCZANIE WYŁĄCZNIKA

Logika SPZ zaczyna działać po upływie czasu przerwy beznapięciowej.

Przed wydaniem polecenia SPZ do układu sterowania wyłącznikiem, logika SPZ sprawdza, czy wszystkie niezbędne warunki są spełnione.

Zanim wyłącznik będzie mógł być zamknięty, musi być sprawny (mieć wystarczająco zmagazynowanej energii do zamknięcia i, w razie potrzeby, ponownego wyzwolenia) i nie może znajdować się w stanie blokady.

W przypadku trójfazowego samoczynnego powtórnego załączania wyłącznik musi być otworzony na wszystkich trzech fazach i muszą być spełnione odpowiednie warunki kontroli systemu. Dla powtórnego załączenia na pojedynczej fazie wyłącznik musi być otwarty na tej fazie.

Polecenie SPZ to impuls trwający 100 milisekund. Wydawane jest inne polecenie (**Set CB Close**) służące do ustawienia wyłącznika w pozycji zamkniętej, a także polecenie SPZ. Sygnał ten pozostanie ustawiony do końca cyklu funkcji SPZ lub do następnego zadziałania zabezpieczenia. Polecenia te służą do inicjowania logiki czasu regeneracji i logiki licznika prób SPZ.

11.5.13.1 SCHEMAT LOGICZNY POWTÓRNEGO ZAŁĄCZANIA WYŁĄCZNIKA

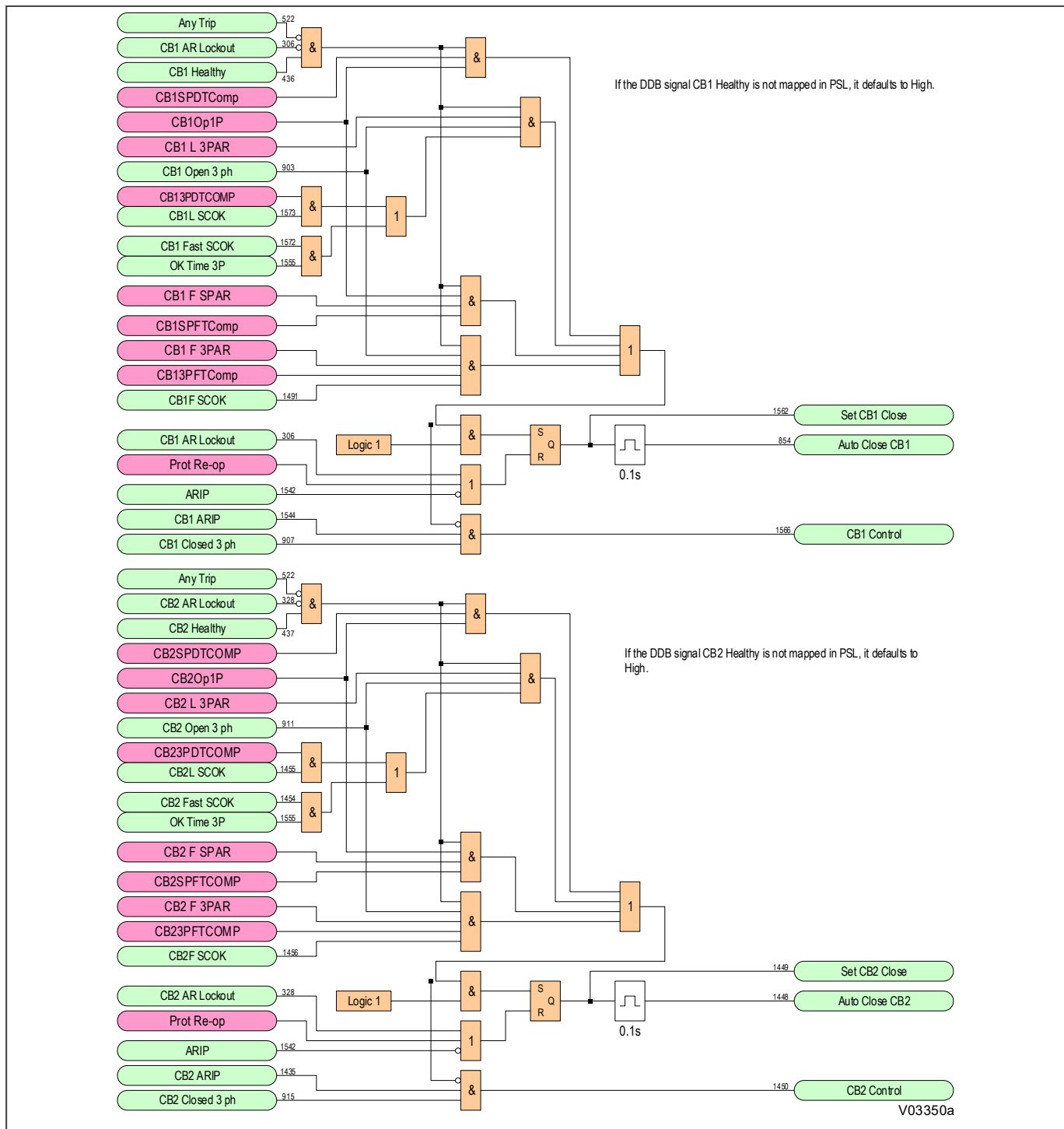


Figure 246: Schemat logiczny SPZ wyłącznika (moduły 32 i 33)

11.5.14 CZAS ZBROJENIA

Jeżeli zabezpieczenie zadziała ponownie przed upływem czasu regeneracji, odpowiedni licznik sekwencji zostanie zwiększony. Jednocześnie wszelkie sygnały „zakończenia czasu przerwy beznapięciowej” (...DTCOMP) są zerowane i układ logiczny jest przygotowywany do uruchomienia następnej sekwencji odliczania czasu przerwy beznapięciowej, gdy warunki będą odpowiednie. Operacja ta zeruje również sygnał, który spowodowałby

zamknięcie wyłącznika, a także zatrzymuje i zeruje licznik czasu regeneracji. Odliczanie czasu regeneracji rozpoczyna się od nowa, jeśli sygnał do załączenia wyłącznika osiągnie stan wysoki po upływie czasu przerwy beznapięciowej w kolejnym cyklu SPZ. Jeżeli ustawiony jest sygnał wydłużenia czasu regeneracji, czas regeneracyjny nie może przekroczyć limitu czasu i wyzerować cykl funkcji SPZ przed pełnym zadziałaniem zabezpieczenia opóźnionego czasowo.

Jeżeli wyłącznik jest zamknięty i nie zadziałał ponownie po upływie czasu regeneracji, generowane są sygnały wskazujące pomyślnie SPZ. Sygnały te ponadto powodują zwiększenie wartości zliczanej przez odpowiednie liczniki prób udanego samoczynnego powtórnego załączenia wyłącznika oraz zerują sygnał ARIP.

Generowane z logiki sygnały udanego cyklu SPZ („successful auto-reclose”) mogą być wyzerowane różnymi komendami i opcjami dostępnymi w kolumnie ustawień **CB CONTROL**.

Jeżeli opcja **Res AROK by UI** jest ustawiona na *Enabled*, wszystkie sygnały mogą być wyzerowane z poziomu interfejsu użytkownika komendą **Reset AROK Ind** znajdującą się w kolumnie ustawień **CB CONTROL**.

Jeżeli opcja **Res AROK by NoAR** jest ustawiona na *Enabled*, sygnały dla każdego wyłącznika można wyzerować poprzez tymczasowe wygenerowanie sygnału wyłączenia samoczynnego powtórnego załączania, zgodnie z pokazaną logiką.

Jeśli opcja **Res AROK by Ext** jest ustawiona na *Enabled*, sygnały można wyzerować poprzez aktywację zewnętrznego sygnału wejściowego odpowiednio odwzorowanego w PSL.

Jeśli opcja **Res AROK by TDIy** jest ustawiona na *Enabled*, sygnały są automatycznie zerowane po opóźnieniu ustawionym w **AROK Reset Time**.

11.5.14.1 SCHEMAT LOGICZNY PRZYGOTOWANIA DO INICJALIZACJI REGENERACJI

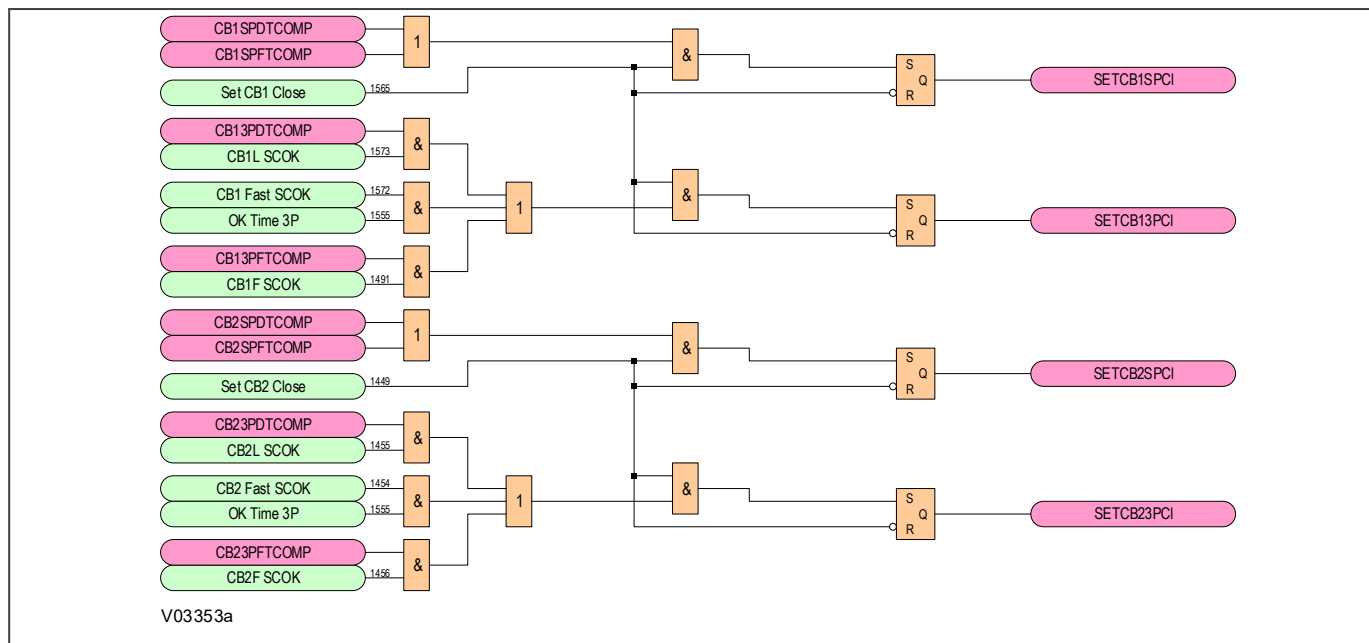


Figure 247: Schemat logiczny przygotowania do inicjalizacji regeneracji (moduł 34)

11.5.14.2 SCHEMAT LOGICZNY CZASU REGENERACJI

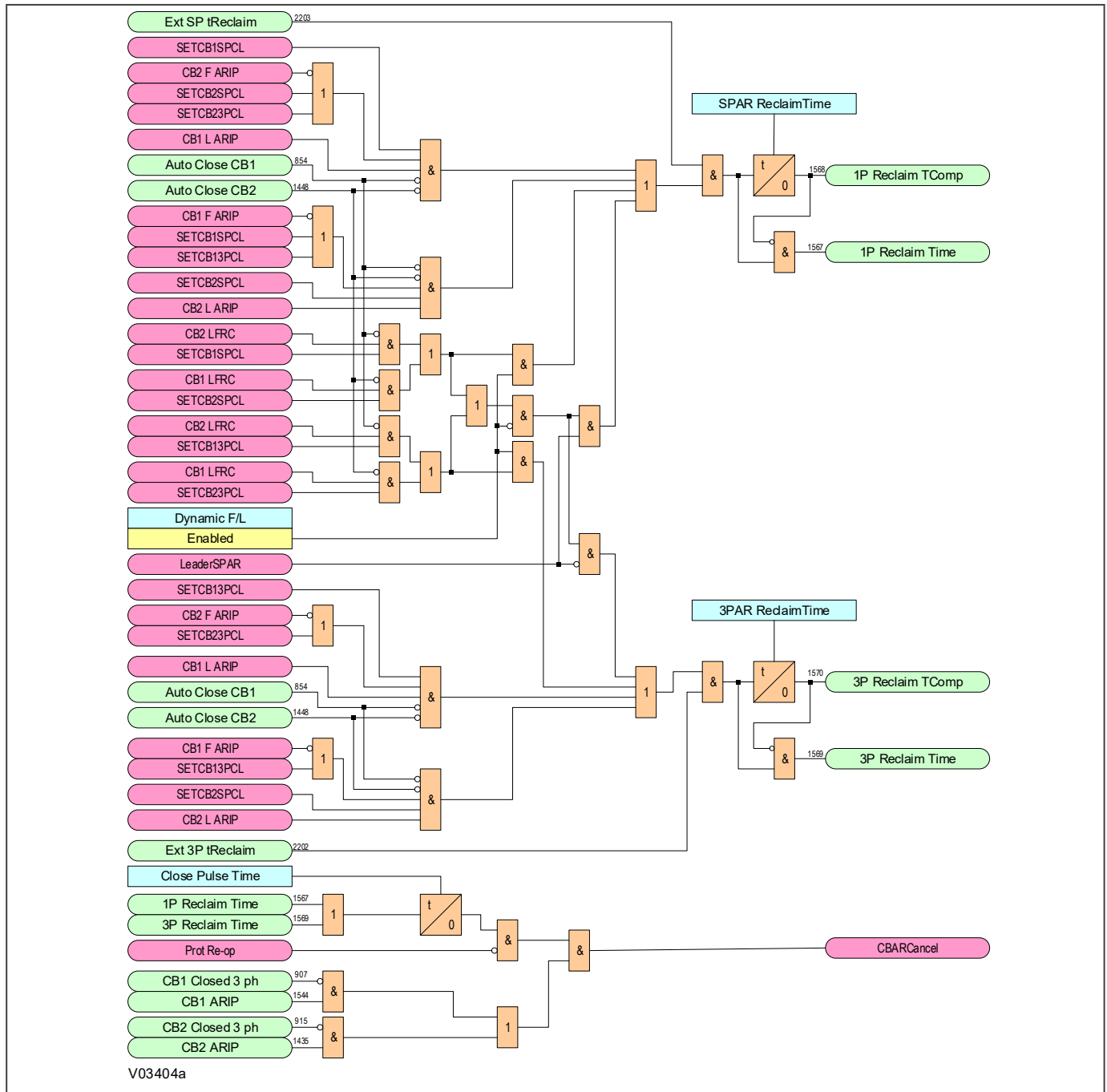


Figure 248: Schemat logiczny czasu regeneracji (modul 35)

11.5.14.3 SCHEMAT LOGICZNY SYGNAŁÓW UDANEGO CYKLU SPZ

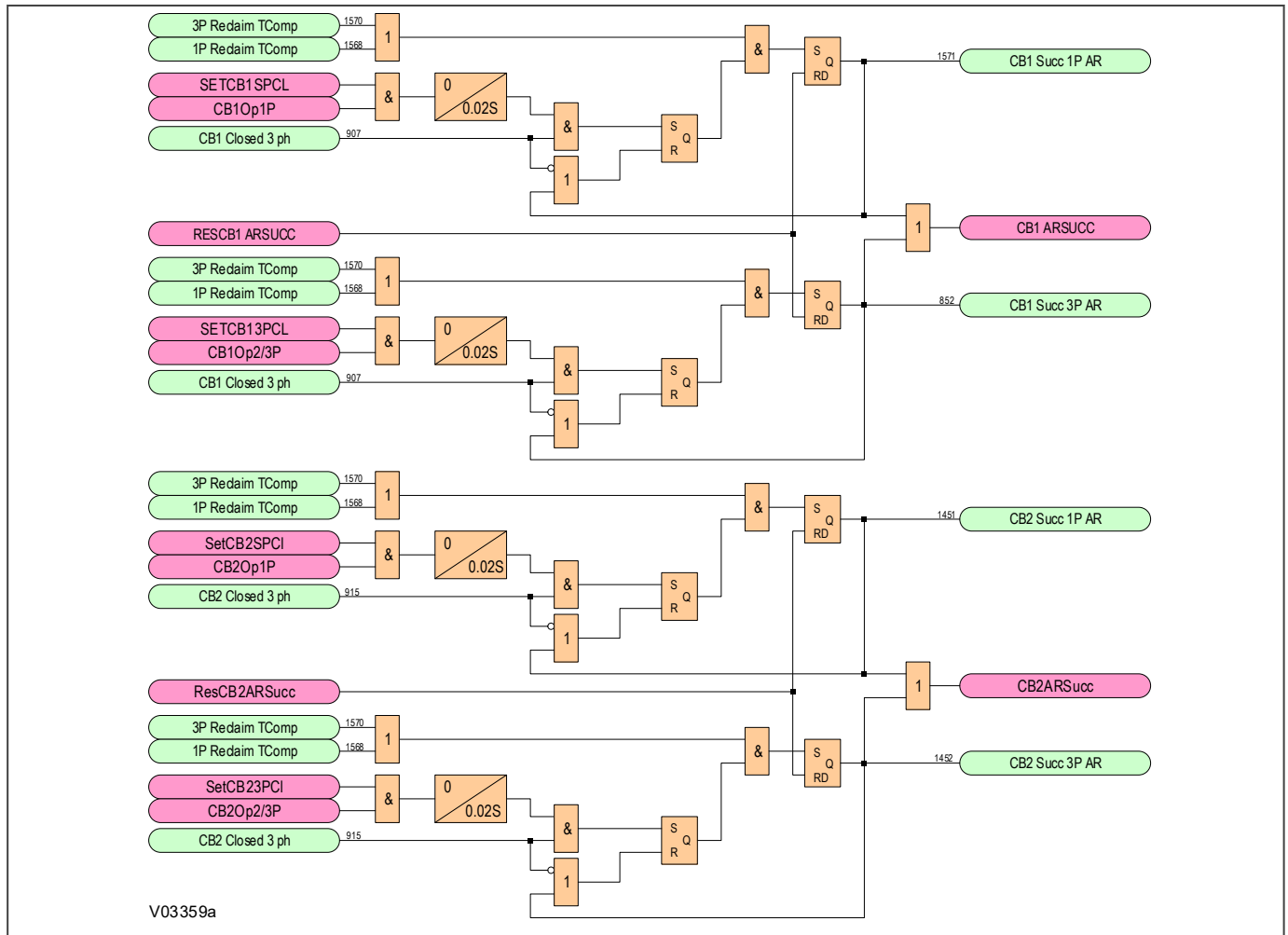


Figure 249: Schemat logiczny sygnałów udanego cyklu SPZ (moduł 36)

11.5.14.4 SCHEMAT LOGICZNY WSKAZANIA POMYŚLNEGO ZEROWANIA SPZ

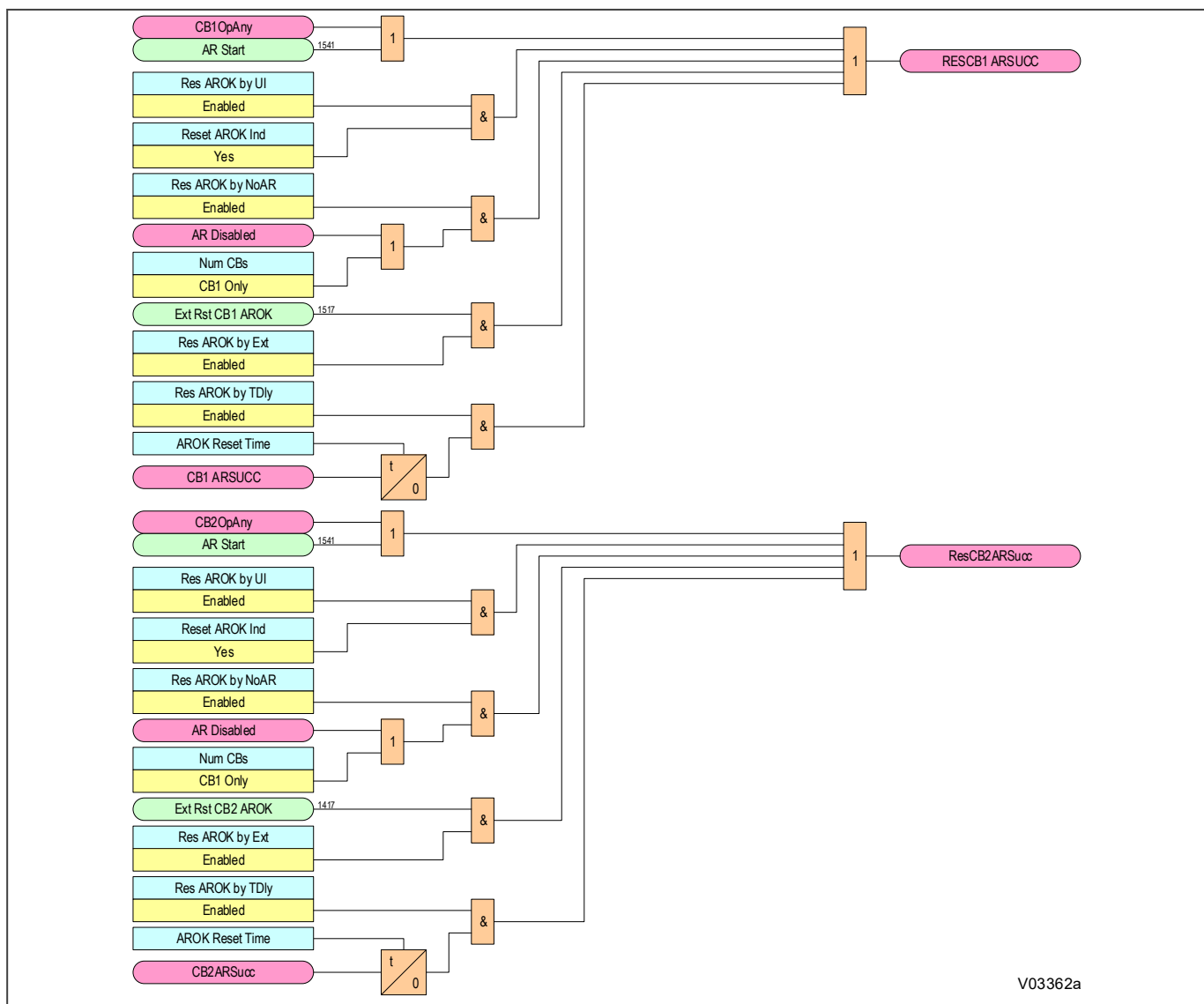


Figure 250: Schemat logiczny wskazania pomyślnego zerowania SPZ (moduły 37 i 38)

11.5.15 LICZNIKI CZASU WYŁĄCZNIK SPRAWNY I KONTROLE SYSTEMOWE

Ta logika zapewnia sygnały do anulowania funkcji SPZ, jeśli wyłącznik nie jest sprawny (na przykład niskie ciśnienie gazu) lub warunki kontroli systemu nie są spełnione (na przykład wymagane warunki napięcia linii i szyny), gdy układ jest gotowy do zamknięcia wyłącznika.

Po upływie czasu przerwy beznapięciowej, logika uruchamia licznik czasu gotowości samoczynnego powtórnego załączania. Jeśli sygnał sprawnego wyłącznika osiągnie stan wysoki przed upływem czasu sprawnego samoczynnego powtórnego załączania, licznik czasu zatrzyma się i, jeśli zostaną spełnione wszystkie inne istotne warunki zamknięcia wyłącznika, układ wygeneruje sygnał samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika. Jeśli sygnał sprawnego wyłącznika pozostaje w stanie niskim, to po upływie czasu sprawnego samoczynnego powtórnego załączania generowany jest alarm nieprawidłowego działania wyłącznika. Wymusza to anulowanie sekwencji funkcji SPZ.

Dodatkowo, po upływie dowolnego trójfazowego czasu przerwy beznapięciowej, logika uruchamia licznik czasu sprawdzania synchronizmu SPS. Jeśli sygnał OK sprawdzania synchronizmu wyłącznika przejdzie w stan wysoki przed upływem ustawionego czasu, licznik czasu zatrzyma się, i jeśli zostaną spełnione wszystkie inne istotne

warunki zamknięcia wyłącznika, układ wygeneruje sygnał samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika. Jeśli sygnał OK sprawdzania synchronizmu wyłącznika pozostaje niski, wtedy po upływie czasu odliczanego przez licznik czasu kontroli synchronizmu samoczynnego powtórnego załączania, włączany jest alarm informujący, że kontrola synchronizmu nie została spełniona, i anuluje cykl samoczynnego powtórnego załączania.

11.5.15.1 SCHEMAT LOGICZNY LICZNIKA CZASU WYŁĄCZNIK SPRAWNY I KONTROLE SYSTEMOWE

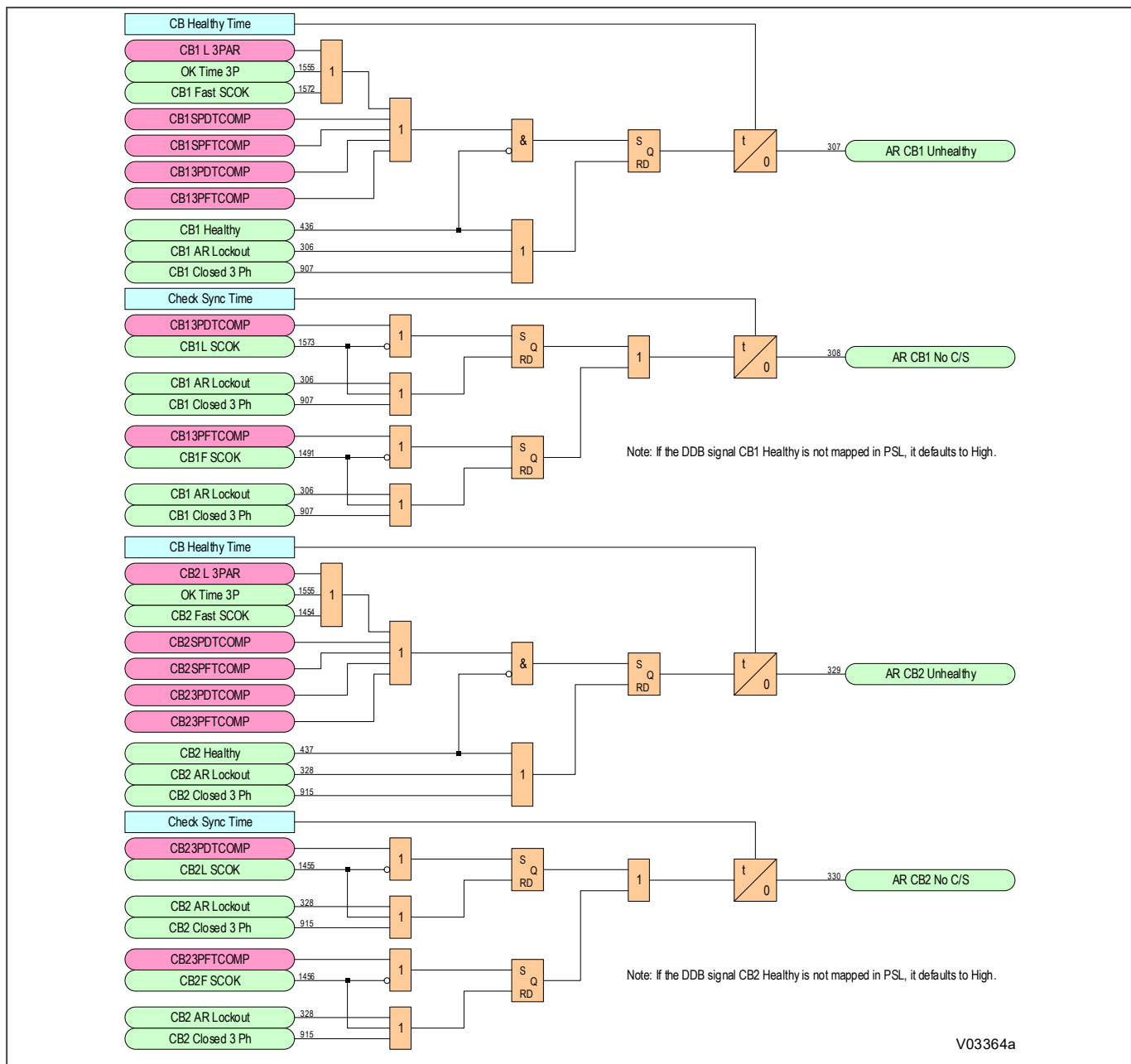


Figure 251: Schemat logiczny licznika czasu wyłącznik sprawny i kontrole systemowe (moduły 38 i 40)

11.5.16 LICZNIKI PRÓB SPZ

Zastosowanie szeregu liczników pozwala przeprowadzić analizę historii SPZ wyłącznika. Stan liczników jest przechowywany w pamięci nieulotnej tak, iż dane są zachowywane nawet w przypadku zaniku zasilania

pomocniczego. Wartości liczników są dostępne w kolumnie *CB CONTROL*. Liczniki można wyzerować ręcznie lub poprzez aktywację wejścia odpowiednio odwzorowanego w PSL.

Logika zapewnia następujące informacje podsumowujące dla każdego wyłącznika

- Ogólna całkowita liczba prób (liczba prób samoczynnego powtórnego załączania)
- Liczba udanych pierwszych prób sekwencji jednofazowego SPZ
- Liczba udanych pierwszych prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba udanych drugich prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba udanych trzecich prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba udanych czwartych prób sekwencji trójfazowego SPZ
- Liczba nieudanych cykli SPZ, które wymusiły zablokowanie wyłącznika

11.5.16.1 SCHEMAT LOGICZNY LICZNIKÓW PRÓB SPZ

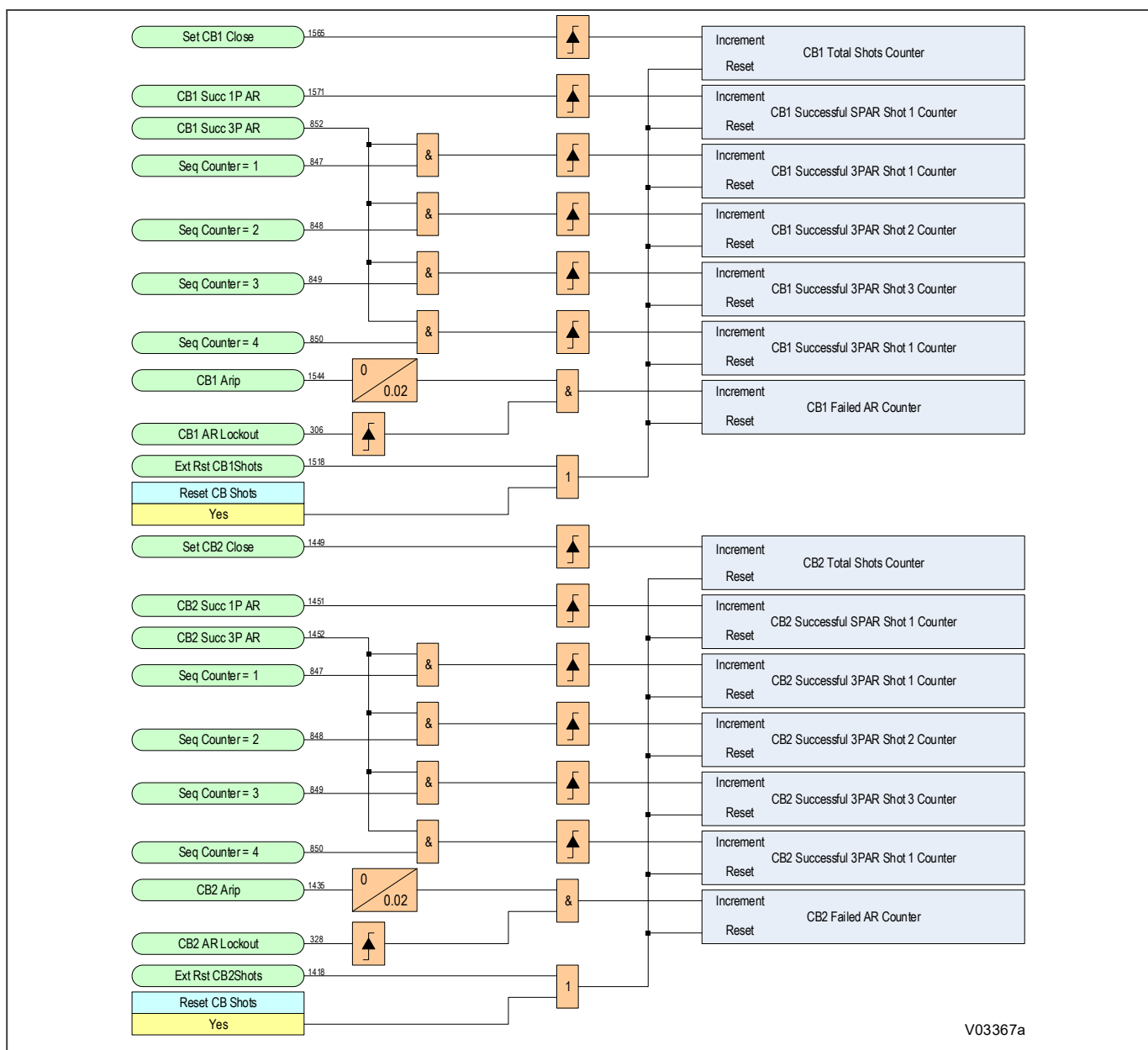


Figure 252: Schemat logiczny liczników prób SPZ moduły 41 i 42)

11.5.17 KONTROLA WYŁĄCZNIKA OBWODU

11.5.17.1 SCHEMAT LOGICZNY STEROWANIA WYŁĄCZNIKIEM

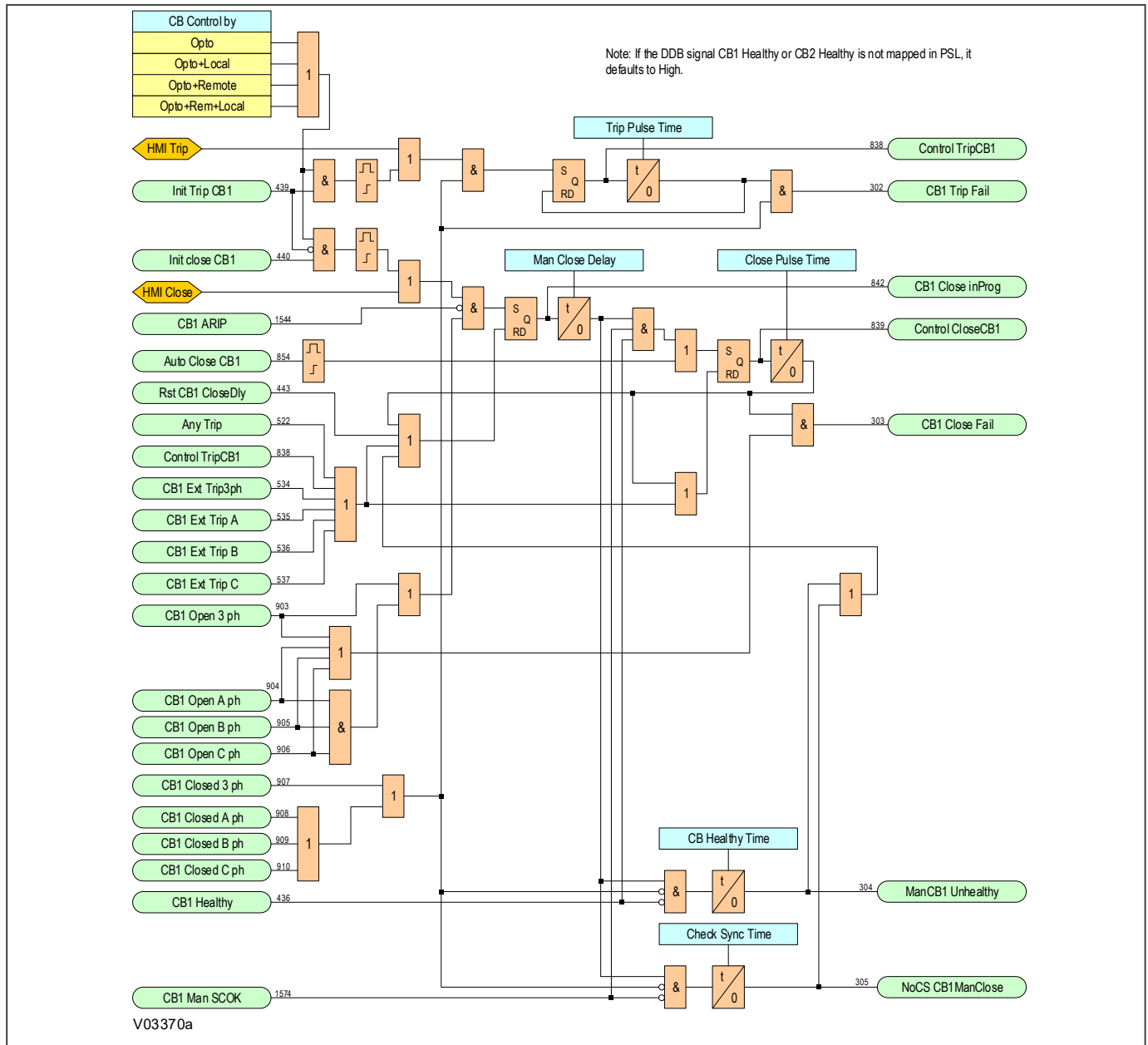


Figure 253: Logika sterująca CB1 (moduł 43)

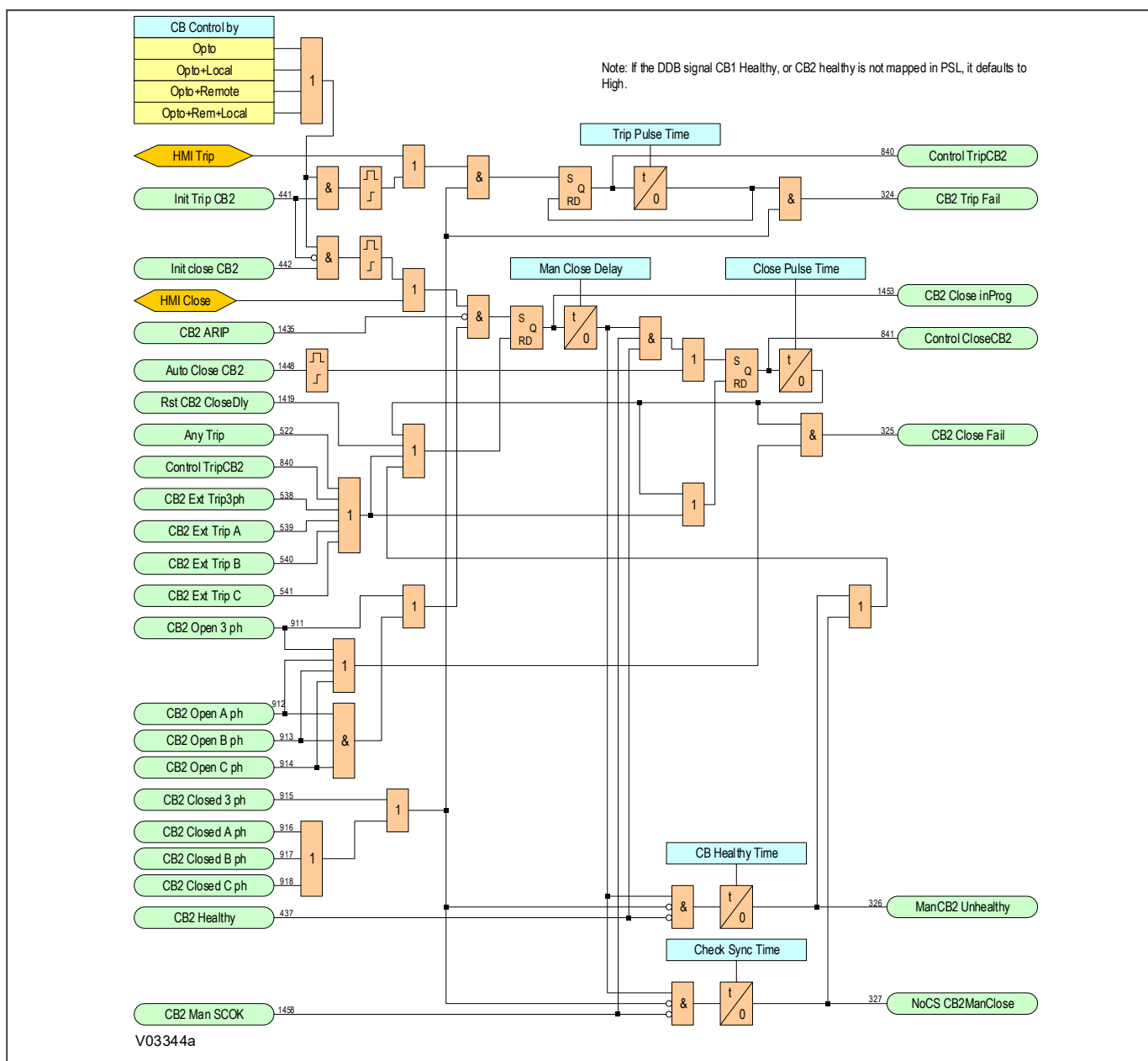


Figure 254: Logika sterująca CB2 (moduł 44)

11.5.18 MONITOROWANIE CZASU WYZWALANIA WYŁĄCZNIKA

Układ logiczny monitorowania czasu zadziałania wyłącznika sprawdza, czy wyłącznik zadziałał prawidłowo po wygenerowaniu sygnału wyzwolenia zabezpieczenia. Kiedy zostanie wygenerowany sygnał wyzwolenia zabezpieczenia, uruchamiany jest licznik czasu kontrolowany przez ustawienie **Trip Pulse Time** w kolumnie **CB CONTROL**.

Jeśli wyłącznik zadziałał prawidłowo, licznik czasu zostanie wyzerowany. Jeżeli funkcja SPZ jest włączona i licznik czasu zostanie wyzerowany, cykl jest kontynuowany. Jeśli wyłącznik nie zadziałał prawidłowo w ustawionym czasie, cykl funkcji SPZ zostanie zablokowany i wygenerowany zostanie sygnał wskazujący, że wyłącznik nie zadziałał w odpowiedzi na zadziałanie zabezpieczenia.

11.5.18.1 SCHEMAT LOGICZNY MONITOROWANIA CZASU WYZWOLENIA WYŁĄCZNIKA

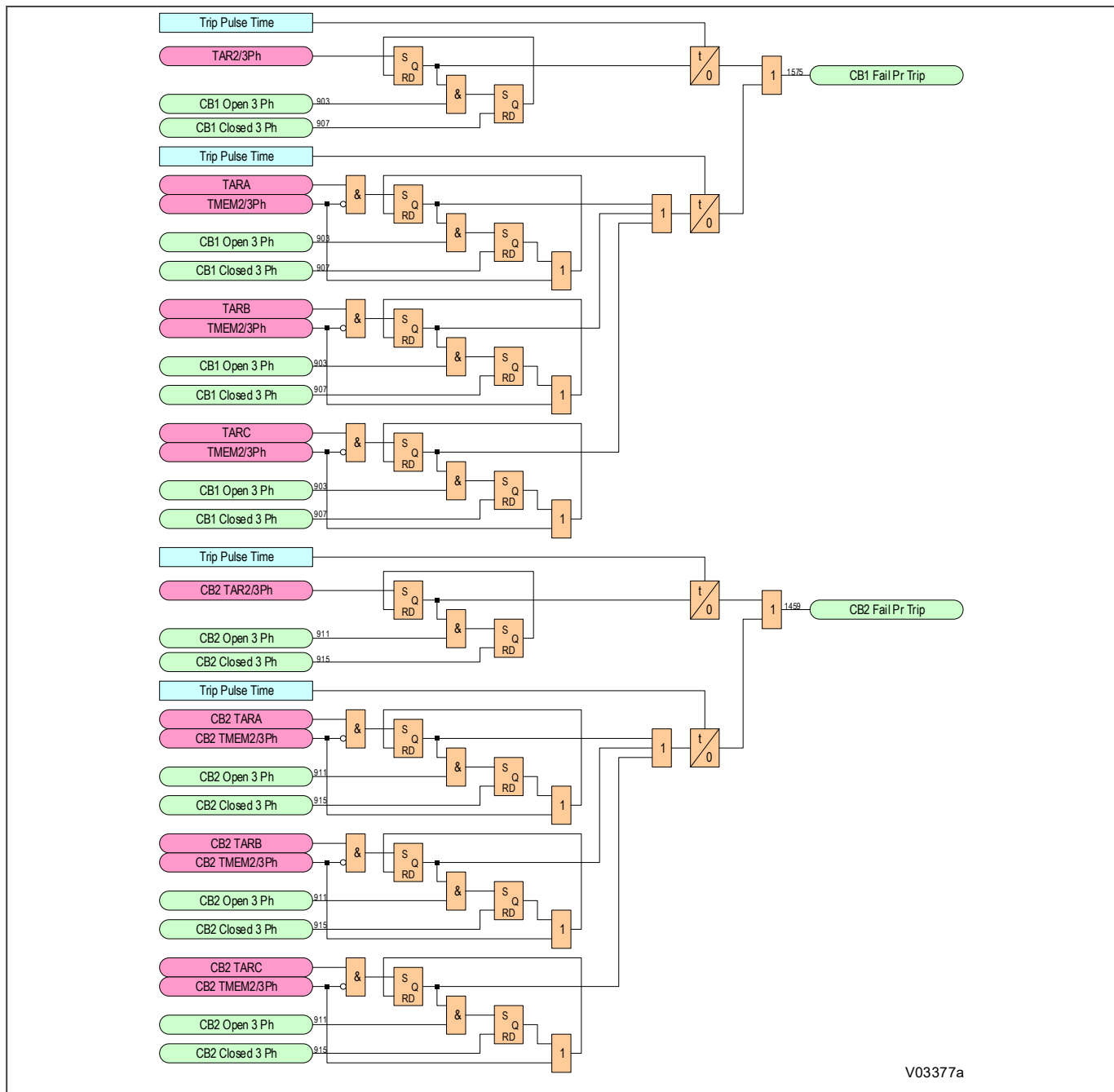


Figure 255: Schemat logiczny monitorowania czasu zadziałania wyłącznika (moduły 53 i 54)

11.5.19 BLOKADA SPZ

Szereg zdarzeń zewnętrznych jak i wewnętrznych spowoduje blokadę funkcji SPZ. Jeżeli tak się stanie, zostanie wywołany alarm blokady funkcji SPZ. W tym stanie nie można zainicjować SPZ do momentu wyzerowania odpowiedniej blokady.

Następujące zdarzenia wymuszają blokadę funkcji SPZ:

- Zadziałanie wyłącznika w trakcie odliczania czasu regeneracji. Jeśli po ostatniej próbie SPZ zadziała zabezpieczenie w czasie regeneracji, cykl SPZ przechodzi w blokadę SPZ, a funkcja SPZ jest wyłączona do czasu wyzerowania warunku blokady SPZ.
- Zwarcia trwałe. Zwarcie uważane jest za trwałe, jeżeli zabezpieczenie zadziała ponownie po ostatniej dozwolonej próbie.
- Blokowanie SPZ. Jeśli blokada Autoreclose DDB zostanie aktywowana w trakcie trwania samoczynnego powtórnego załączania, cykl przejdzie w stan blokady.
- Wybór funkcji zabezpieczającej. Ustawienie „Blokuj SPZ” dla konkretnej funkcji zabezpieczenia w kolumnie samoczynnego powtórnego załączania AUTORECLOSE oznacza, że działanie zabezpieczenia zablokuje funkcję SPZ i wymusi blokadę.
- Nieudane zamknięcie wyłącznika. Jeśli wyłącznik nie zamknie się, funkcja samoczynnego powtórnego załączania jest blokowana i wymuszona będzie blokada.
- Po upływie czasu regeneracji wyłącznik pozostaje otworzony. Blokada funkcji SPZ jest wymuszona, jeżeli wyłącznik jest otworzony po upływie czasu regeneracji.
- Wyłącznik nie zamyka się mimo wystawienia komendy zamknięcia.
- Nieudane wyzwolenie wyłącznika.
- Odliczanie czasu przerwy beznapięciowej na trzech fazach rozpoczęte naruszeniem stanu beznapięciowego linii. Jeśli linia nie utraci napięcia w ciągu ustawionego czasu **Dead Line Time**, logika wymusza blokadę sekwencji funkcji SPZ. Określenia, kiedy uruchomić licznik czasu, dokonuje się w ustawieniu **3PDTStart WhenLD**.
- Ustawiono opcję Block follower if leader fails to close (blokowanie wyłącznika nadążnego, jeżeli próba zamknięcia wyłącznika nadrzędnego była nieudana). Jeżeli opcja **BF if LFail CIs** w kolumnie AUTORECLOSE ustawiona jest na *Enabled*, gotowy wyłącznik nadążny zostanie zablokowany, gdy próba zamknięcia wyłącznika prowadzącego była nieudana.
- Nieprawidłowy wybór wyłącznika prowadzącego / nadążnego poprzez wejście optyczne. Jeżeli w kolumnie AUTORECLOSE ustawiono wybór trybu Leader/Follower AR (SPZ wyłącznika prowadzącego / nadążnego) przy wykorzystaniu wejść optycznie izolowanych, to gdy logika wykryje nieprawidłową kombinację trybów SPZ, wymusi blokadę wyłączników w razie ich wyzwolenia.

11.5.19.1 SCHEMAT LOGICZNY BLOKADY WYŁĄCZNIKA

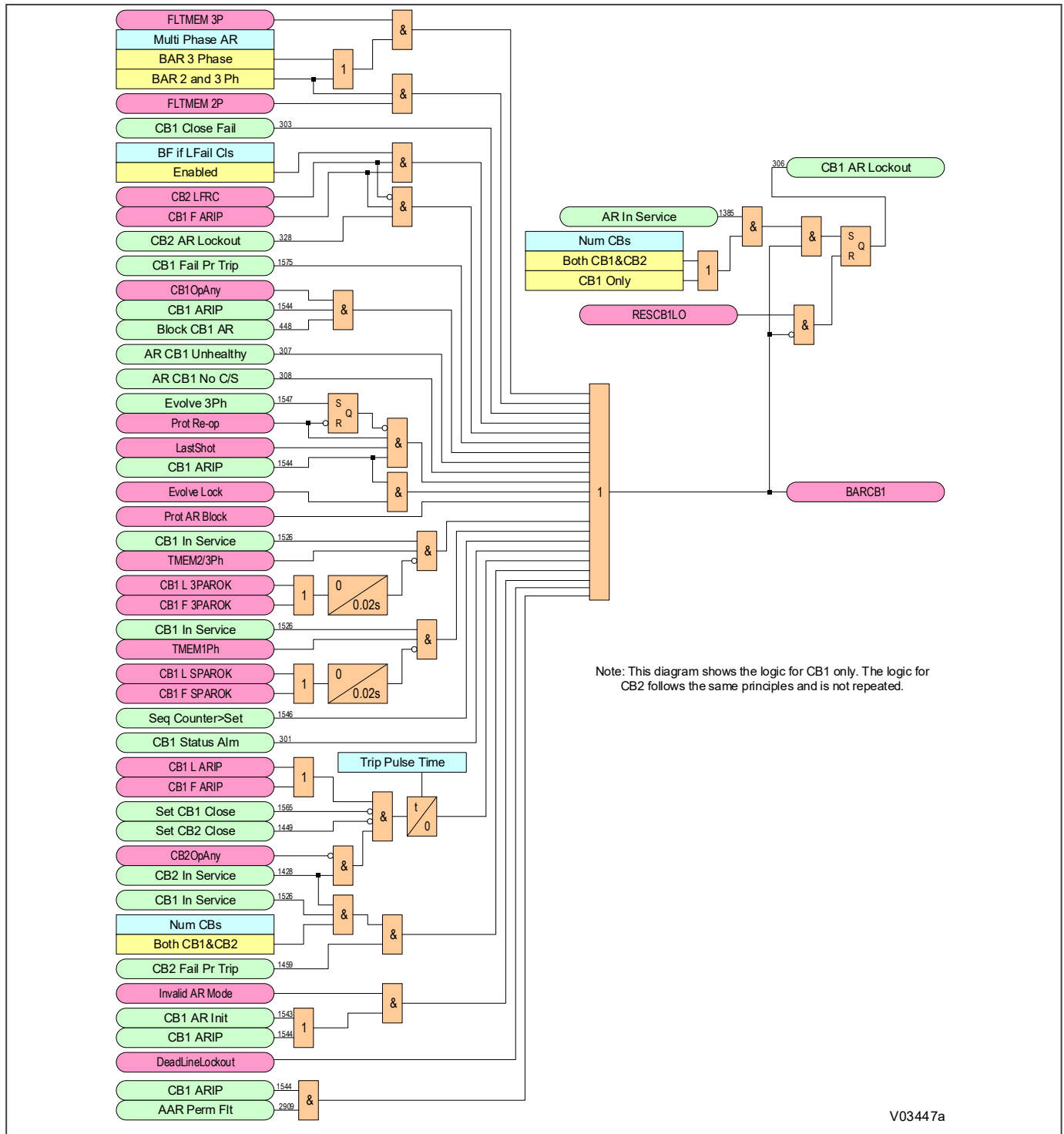


Figure 256: Schemat logiczny blokady CB1 (modul 55)

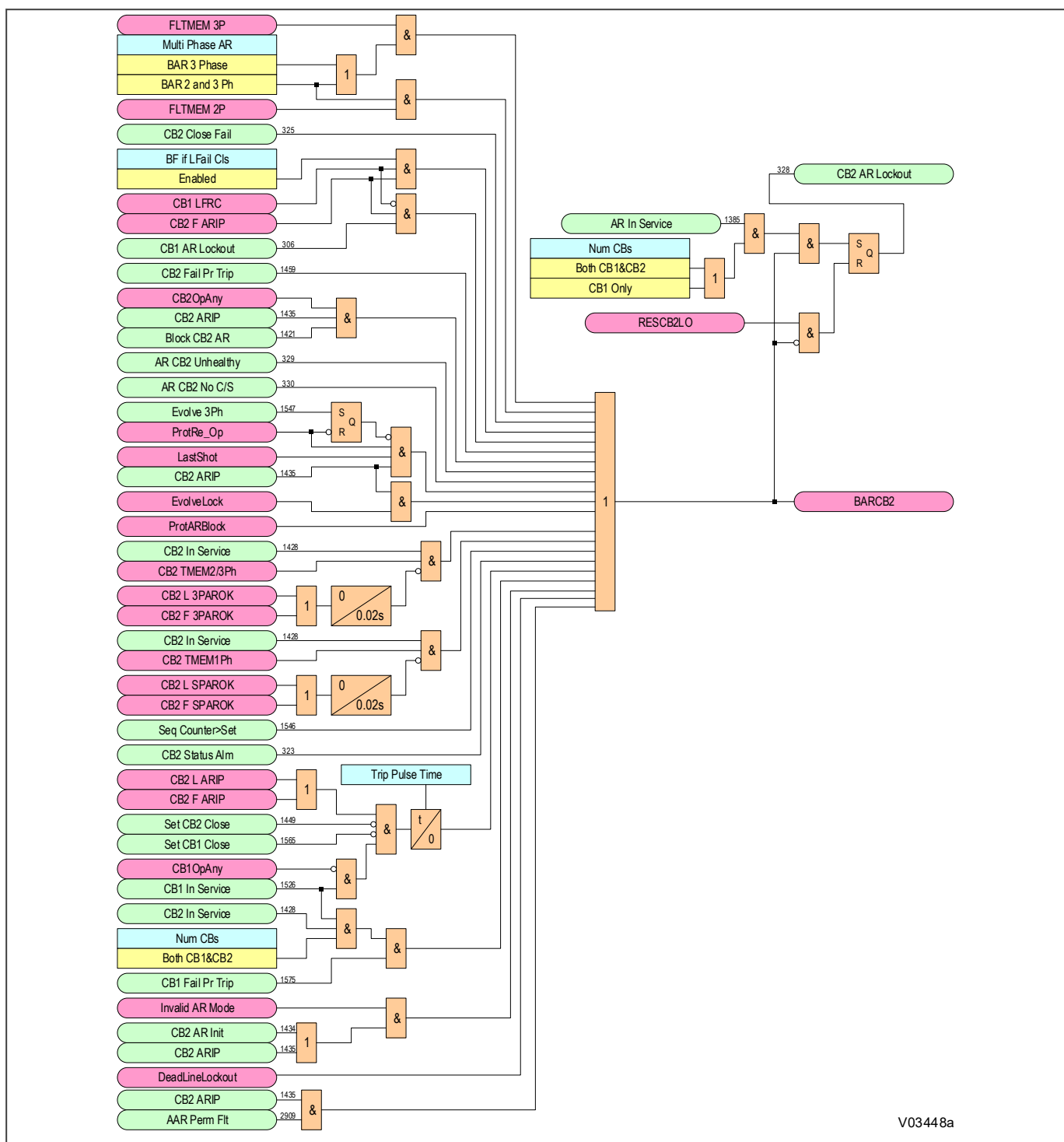


Figure 257: Schemat logiczny blokady CB2 (moduł 56)

11.5.20 ZEROWANIE BLOKADY WYŁĄCZNIKA

Warunki blokady w następstwie funkcji monitorowania stanu wyłącznika można wyzerować zgodnie ze stanem parametru **Rst CB mon LO** znajdującego się w kolumnie **CB CONTROL**. Są dwie opcje **CB Close** i **User interface**.

Jeśli ustawiono opcję *CB Close*, ustawienie licznika czasu **CB mon LO RstDly** staje się widoczne. Kiedy wyłącznik zostanie zamknięty, rozpoczyna się odliczanie czasu **CB mon LO RstDly**. Blokada zostaje wyzerowana po upływie czasu.

Jeśli parametr ustawiony jest na *User Interface*, wówczas widoczna staje się komenda **CB mon LO reset**. Tego polecenia można użyć do wyzerowania blokady z poziomu interfejsu użytkownika.

Blokada SPZ generuje alarm blokady SPZ. Warunki blokady funkcji SPZ można wyzerować za pomocą różnych poleceń i opcji ustawień znajdujących się w kolumnie *CB CONTROL*.

Jeżeli **Res LO by CB IS** jest ustawiony na *Enabled*, blokada wyłącznika jest zerowana, jeżeli ręczne zamknięcie wyłącznika zakończyło się pomyślnie. W tym celu wyłącznik musi pozostawać załączony na tyle długo, aby mógł przejść w stan gotowości („In Service”).

Jeśli opcja **Res LO by UI** jest ustawiona na *Enabled*, blokadę wyłącznika można wyzerować z interfejsu użytkownika za pomocą polecenia zerowania blokady wyłącznika w kolumnie *CB CONTROL*.

Jeśli opcja **Res LO by NoAR** jest ustawiona na *Enabled*, blokadę wyłącznika można wyzerować poprzez tymczasowe wygenerowanie sygnału **AR disabled**.

Jeśli opcja **Res LO by TDelay** jest ustawiona na *Enabled*, blokada wyłącznika jest automatycznie zerowana po upływie czasu ustawionego w ustawieniu **LO Reset Time**.

Jeśli opcja **Res LO by ExtDDB** jest ustawiona na *Enabled*, blokada wyłącznika może być wyzerowana poprzez aktywację wejścia zewnętrznego odwzorowanego w PSL na odpowiedni sygnał DDB zerowania blokady.

11.5.20.1 SCHEMAT LOGICZNY ZEROWANIA BLOKADY WYŁĄCZNIKA

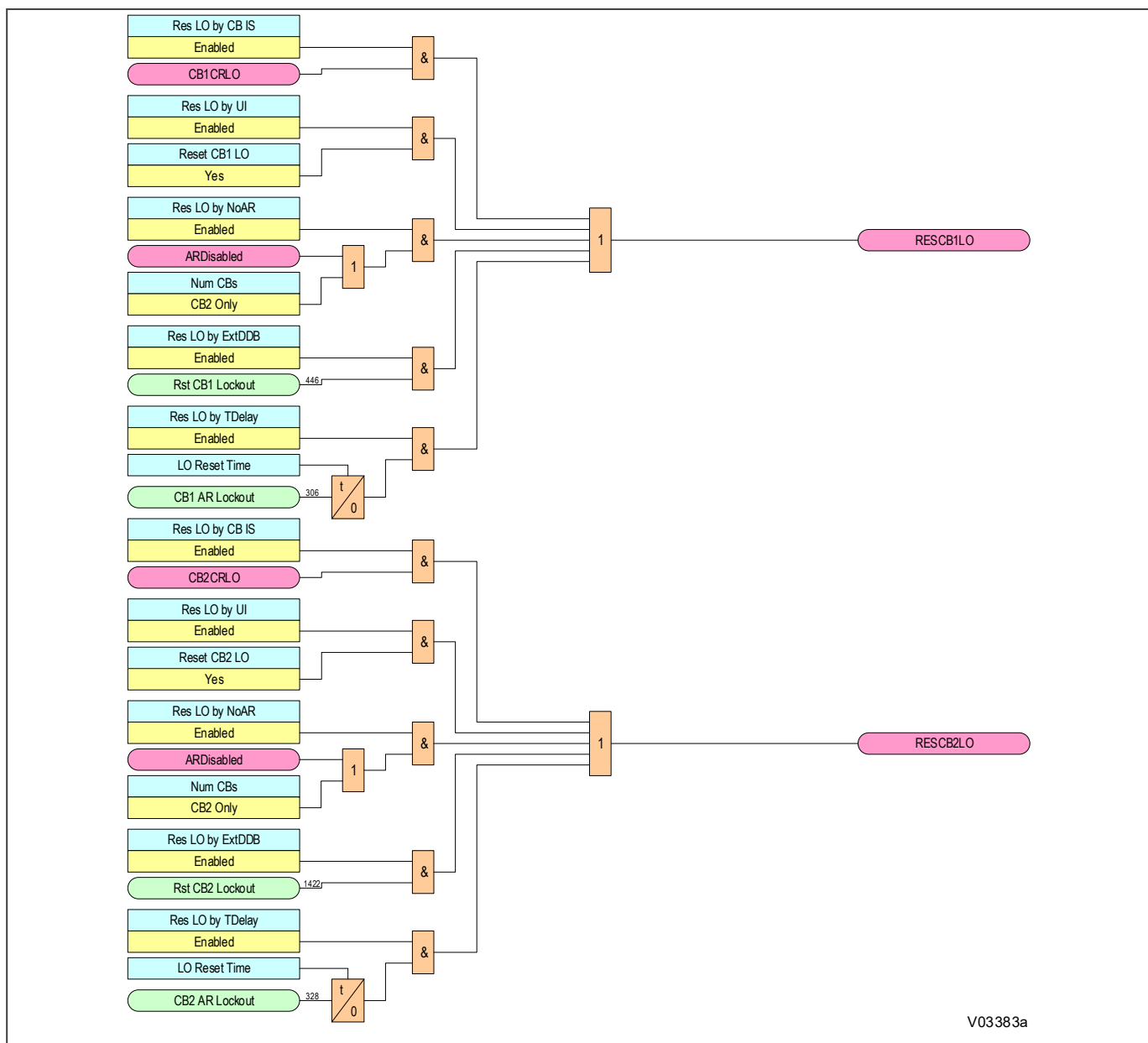


Figure 258: Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika (moduł 57 i 58)

11.5.21 POLEDISKREP

W wyłączniku trójbiegunowym niektóre kombinacje biegunów otworzonych i zamkniętych wskazują na problem. Logika niezgodności położenia zestyków łączy wskazanie stanu niezgodności położenia zestyków z logiki monitorowania wyłącznika z sygnałami z wewnętrznej logiki SPZ, aby wygenerować kompleksowe wskazanie niezgodności położenia zestyków dla wyłącznika.

11.5.21.1 SCHEMAT LOGICZNY NIEZGODNOŚCI POŁOŻENIA ZESTYKÓW

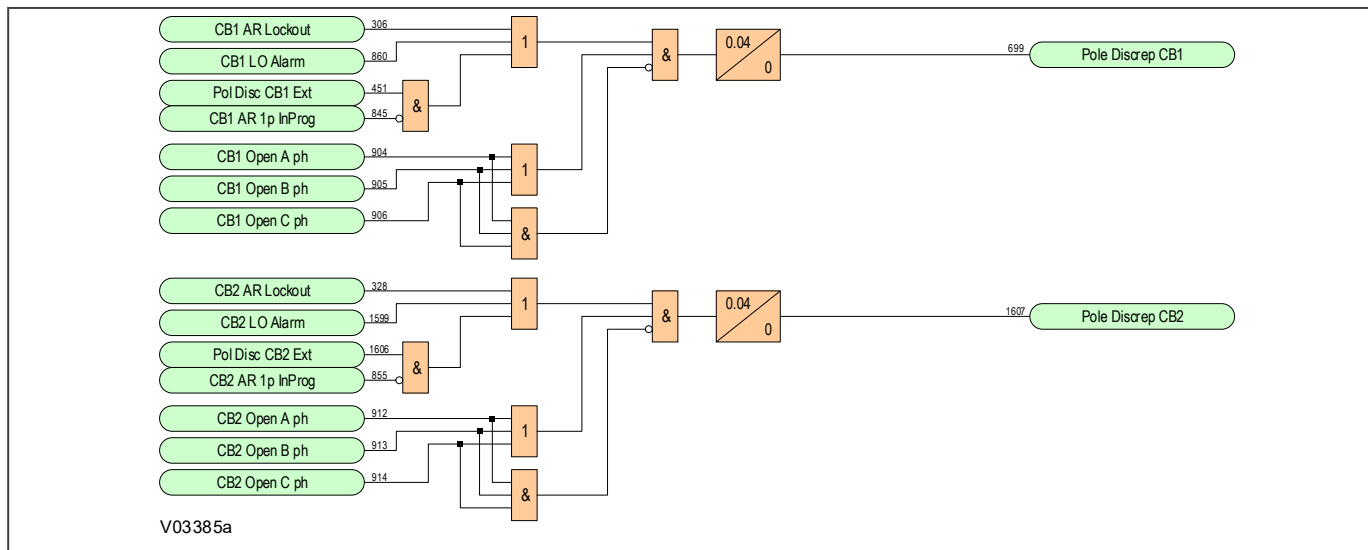


Figure 259: Schemat logiczny niezgodności położenia zestyków (moduł 62)

11.5.22 KONWERSJA WYZWALANIA WYŁĄCZNIKA

Wyłączniki powinny działać wyłącznie jako jednobiegunowe 1-fazowe lub trójbiegunowe 3-fazowe. Logika konwersji wyzwalań zapewnia wyłączenie jednobiegunowe 1fazowe lub trójbiegunowe 3-fazowe. Logika konwersji wyzwalań zapewnia wszystkie warunki, które powinny spowodować wyzwalań trójbiegunowe. Podane jest wskazanie liczby faz, które spowodowały wyzwolenie.

11.5.22.1 SCHEMAT LOGICZNY KONWERSJI WYZWALANIA WYŁĄCZNIKA

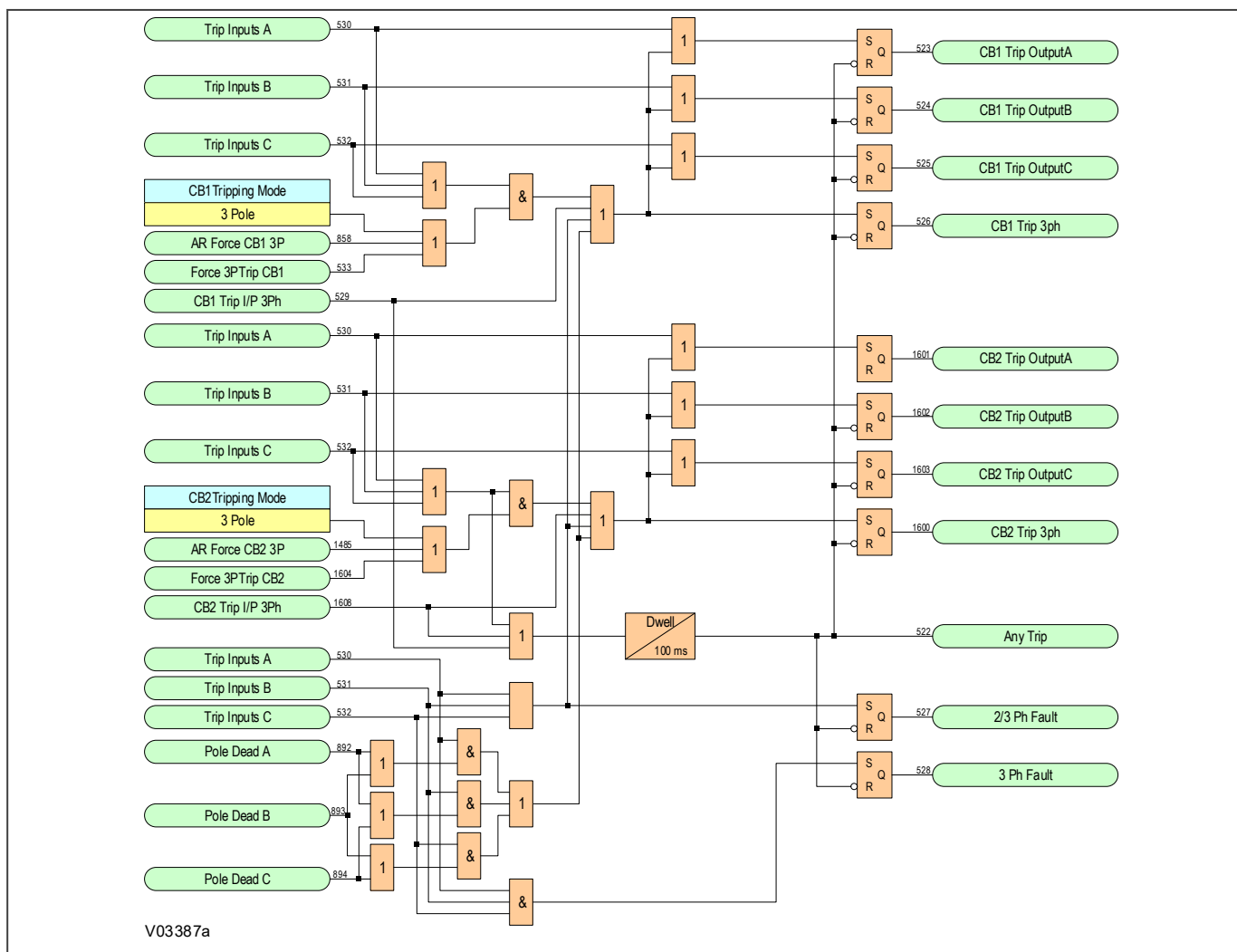


Figure 260: Schemat logiczny konwersji wyzwiania wyłącznika (moduł 63)

11.5.23 MONITOROWANIE I KONTROLA ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

W jednofazowym SPZ nie są potrzebne żadne kontrole napięcia ani synchronizacji, ponieważ moc synchronizująca powinna płynąć w dwóch sprawnych fazach. W trójfazowym SPZ, przy pierwszej próbie (i tylko pierwszej próbie) można wybrać próbę ponownego zamknięcia bez kontroli synchronizmu. Ustawienie zezwalające na samoczynne powtórne załączanie bez sprawdzania warunków synchronizacji to **CB SC Shot 1**.

W przeciwnym razie konieczna jest kontrola synchronizmu napięć, częstotliwości i kątów fazowych, aby zapewnić istnienie sprzyjających warunków przed próbą zamknięcia wyłącznika.

Poniższe schematy szczegółowo przedstawiają kontrole i monitorowanie zamknięcia wyłącznika.

11.5.23.1 MONITOR NAPIĘCIA ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

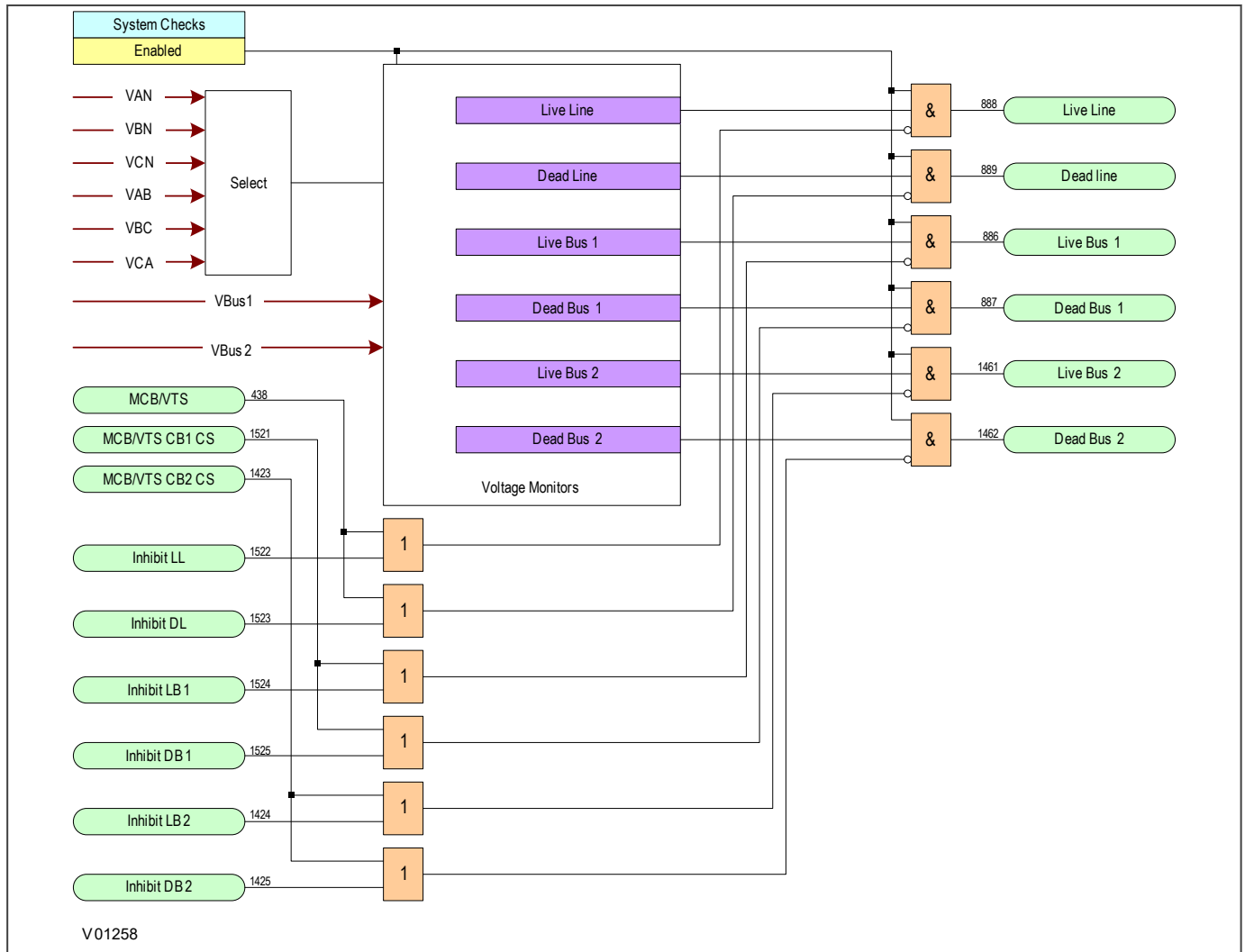


Figure 261: Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika (moduł 59)

11.5.23.2 MONITOR KONTROLI SYNCHRONIZMU ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

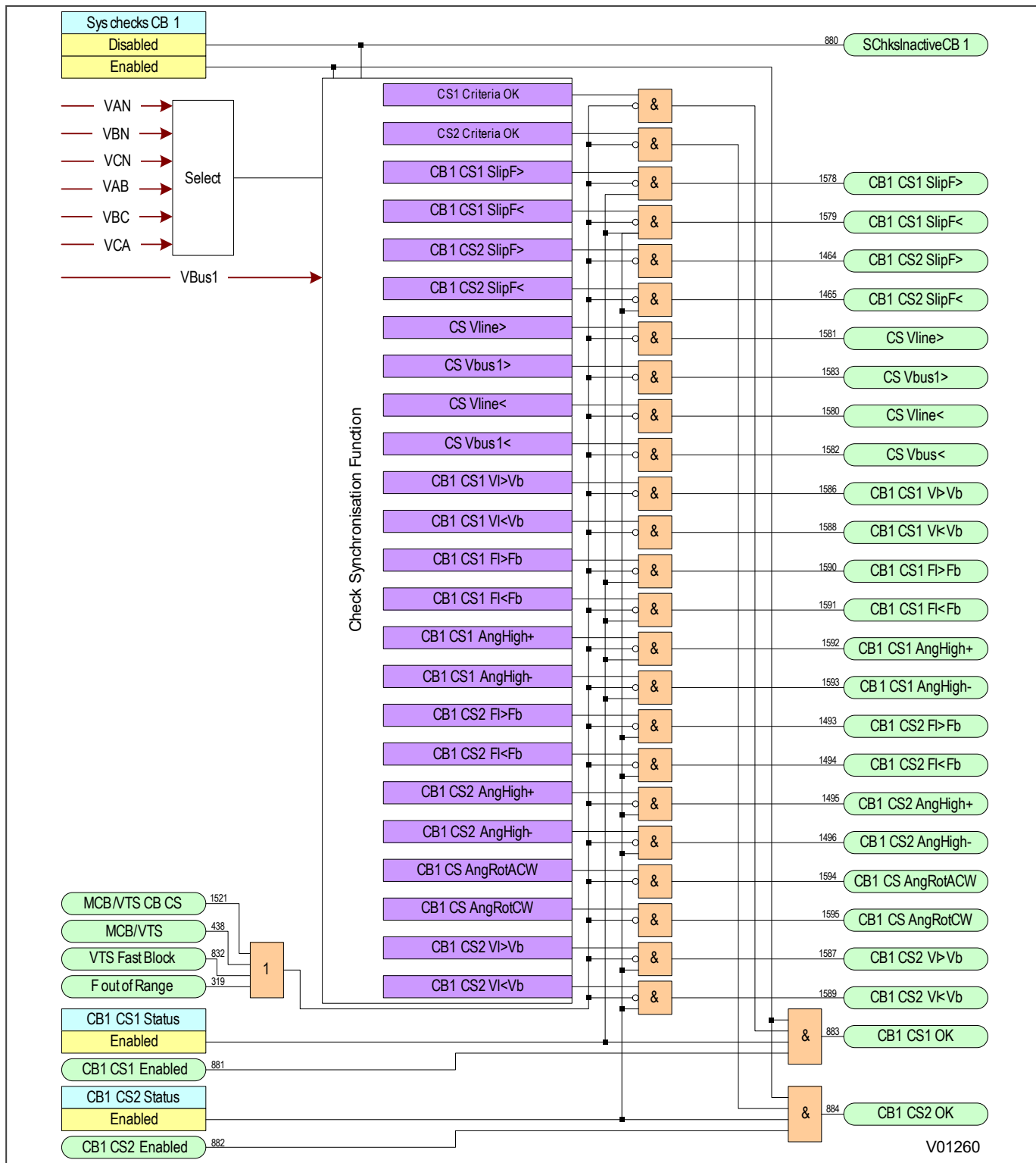


Figure 262: Monitor kontroli synchronizmu wyłącznika CB1 (moduł 60)

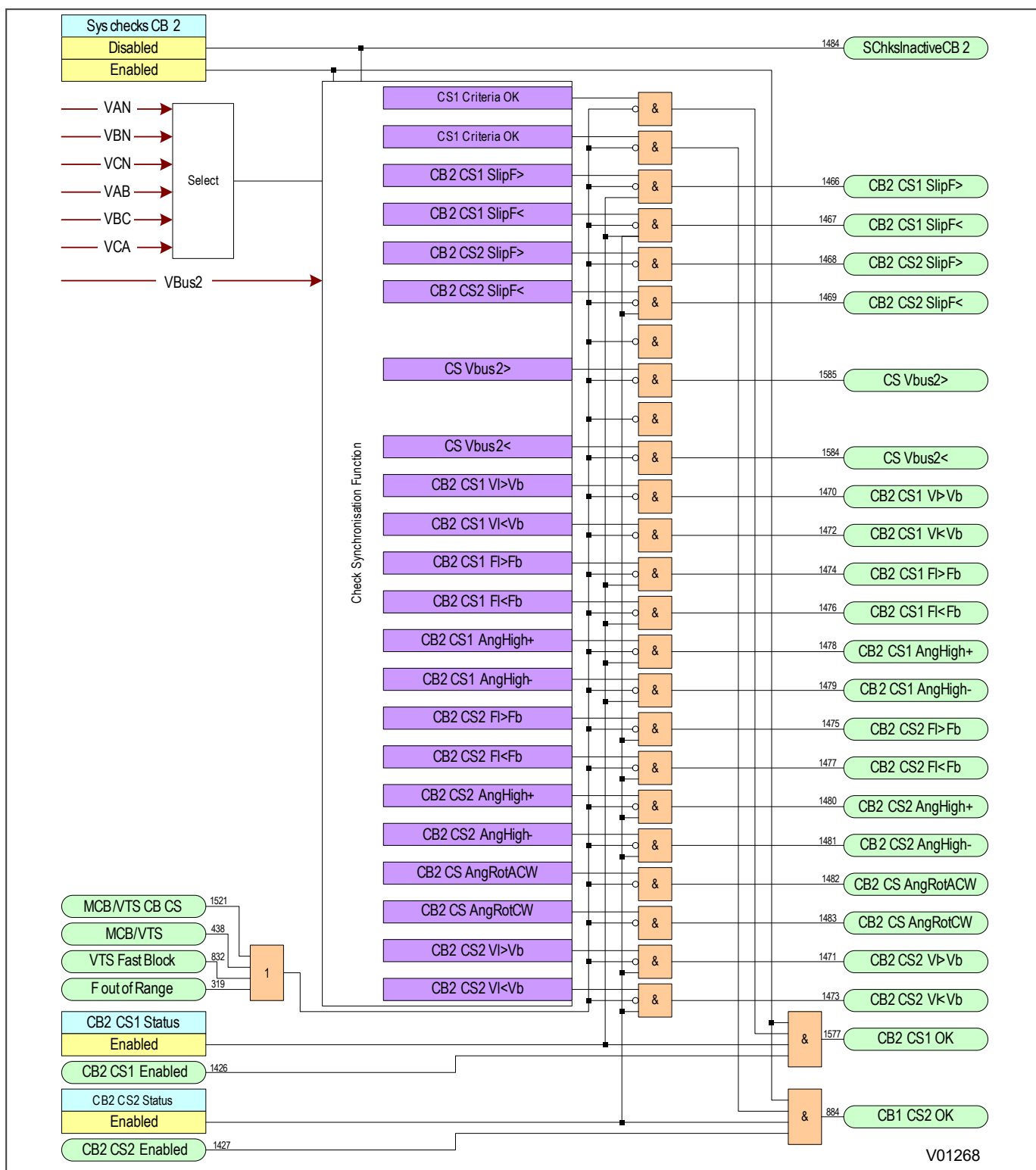


Figure 263: Monitor kontroli synchronizmu wyłącznika CB2 (moduł 61)

11.5.24 KONTROLA SYNCHRONIZMU ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

Przeprowadzane jest logiczne sprawdzanie wyjść monitorów zamknięcia wyłącznika w celu wygenerowania sygnałów wskazujących, że można zamknąć wyłączniki.

Dostarczane są sygnały wskazujące, że warunki ręcznego zamknięcia wyłącznika są prawidłowe (**CB Man SCOK**), podobnie jak sygnały wskazujące, że warunki automatycznego zamknięcia wyłącznika są prawidłowe (**CB SCOK** oraz **CB Fast SCOK**). Sygnał **CB Fast SCOK** umożliwia samoczynne powtórne załączenie wyłącznika bez oczekiwania na upływanie czasu przerwy beznapięciowej.

W przypadku SPZ jednofazowego nie jest wymagana żadna kontrola napięcia lub synchronizmu, gdyż zsynchronizowana moc występuje na obu sprawnych fazach. Trójfazowe SPZ można wykonać bez sprawdzania, czy napięcia są zsynchronizowane dla pierwszej próby (i tylko pierwszej próby). Ustawienia umożliwiające SPZ bez sprawdzania synchronizmu napięcia przy pierwszej próbie:

- **CB1L SC Shot 1** dla wyłącznika 1 jako prowadzący,
- **CB1F SC Shot 1** dla wyłącznika 1 jako nadążny,
- **CB2L SC Shot 1** dla wyłącznika 1 jako prowadzący,
- **CB2L SC Shot 1** dla wyłącznika 2 jako nadążny.

Kiedy wyłącznik się zamknie, funkcja samoczynnego powtórnego załączania generuje sygnał DDB **Set CB1 Close**, który wskazuje, że podjęto próbę załączenia wyłącznika. W tym momencie rozpoczyna się czas regeneracji. Jeśli wyłącznik pozostanie zamknięty po upływie czasu regeneracji, cykl funkcji SPZ zostanie zakończony i zostaną wygenerowane sygnały wskazujące, że cykl samoczynnego powtórnego załączania zakończył się pomyślnie. Oto one:

- **CB1 Succ 1P AR** (jednofazowe SPZ CB1)
- **CB2 Succ 1P AR** (jednofazowe SPZ CB2)
- **CB1 Succ 3P AR** (trójfazowe SPZ CB1)
- **CB2 Succ 3P AR** (trójfazowe SPZ CB2)

Sygnały te ponadto powodują zwiększenie wartości zliczanej przez odpowiednie liczniki prób udanego samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika oraz zerują sygnał ARIP.

Odpowiednie liczniki pomyślnego samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika to:

- **CB1 Succ SPAR** (jednofazowe SPZ CB1)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 1 (trójfazowe SPZ CB1, próba 1)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 2 (trójfazowe SPZ CB1, próba 2)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 3 (trójfazowe SPZ CB1, próba 3)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 4 (trójfazowe SPZ CB1, próba 4)
- **CB2 Succ SPAR** (jednofazowe SPZ CB2)
- CB2 SUCC 3PAR, próba 1 (trójfazowe SPZ CB2, próba 1)
- CB2 SUCC 3PAR, próba 2 (trójfazowe SPZ CB2, próba 2)
- CB2 SUCC 3PAR, próba 3 (trójfazowe SPZ CB2, próba 3)
- CB1 SUCC 3PAR, próba 4 (trójfazowe SPZ CB1, próba 4)

11.5.24.1 SCHEMAT LOGICZNY KONTROLI TRÓJFAZOWEGO PROWADZĄCEGO SPZ

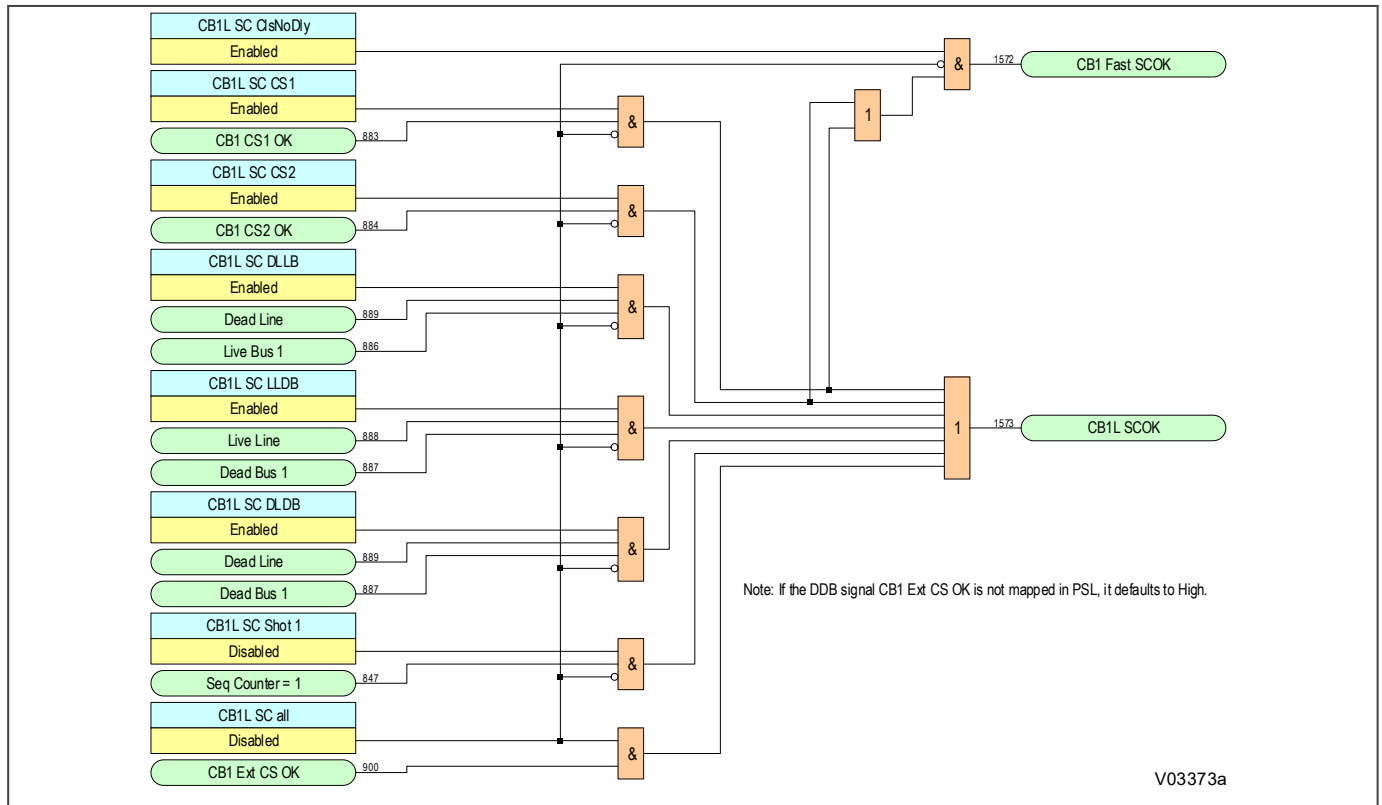


Figure 264: Schemat logiczny kontroli systemowej trójfazowego SPZ dla CB1 jako wyłącznika prowadzącego (moduł 45)

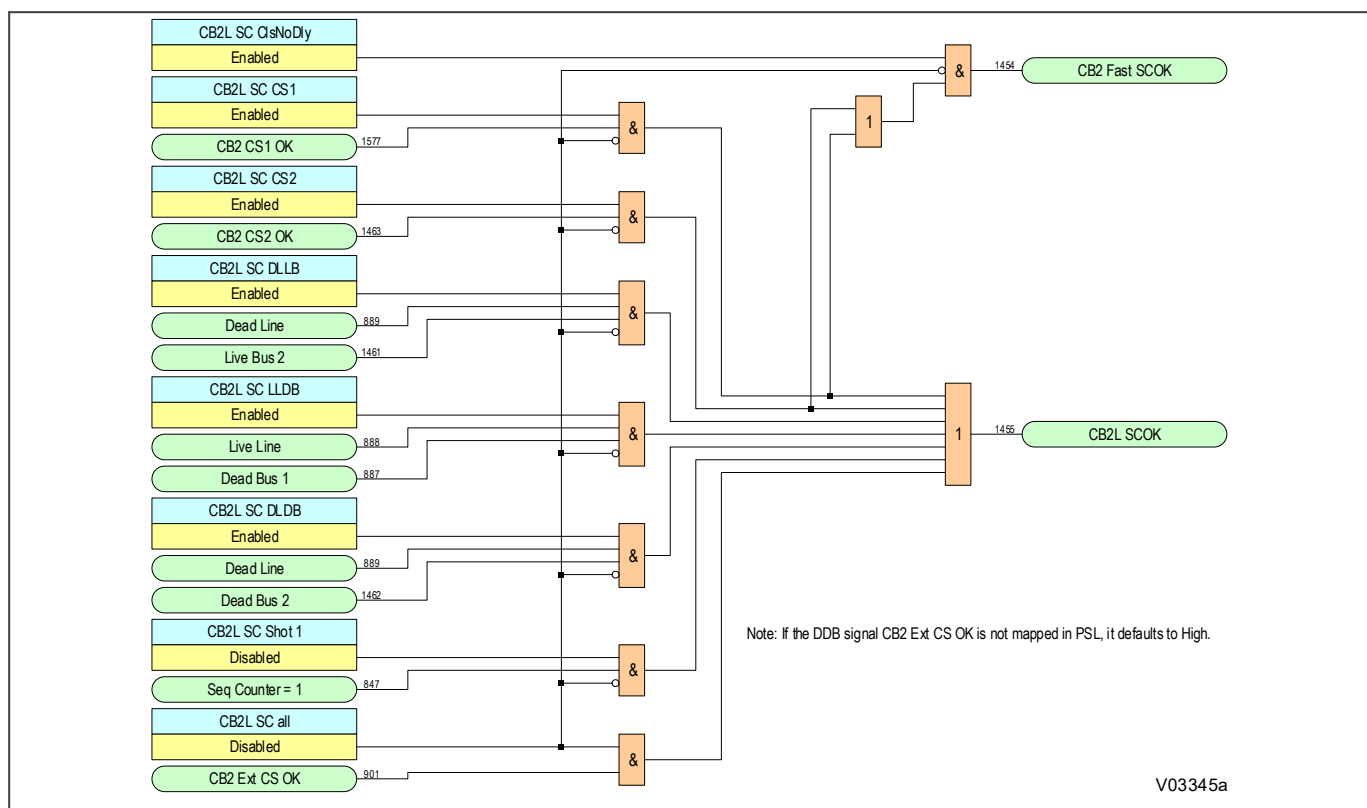


Figure 265: Schemat logiczny kontroli systemowej trójfazowego SPZ dla CB2 jako wyłącznika prowadzącego (moduł 46)

11.5.24.2 SCHEMAT LOGICZNY KONTROLI TRÓJFAZOWEGO NADAŻNEGO SPZ

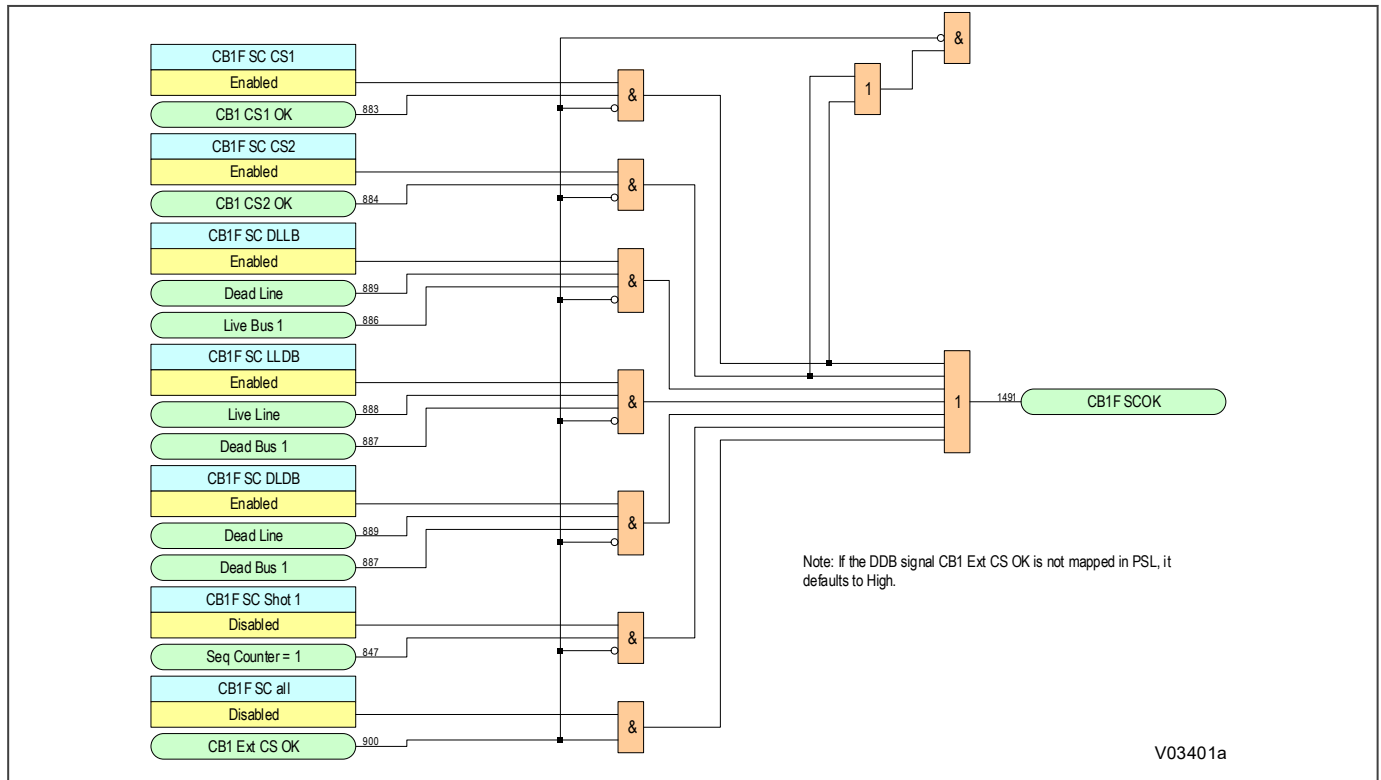


Figure 266: Schemat logiczny kontroli systemowej trójfazowego SPZ dla CB1 jako wyłącznika nadażnego (moduł 47)

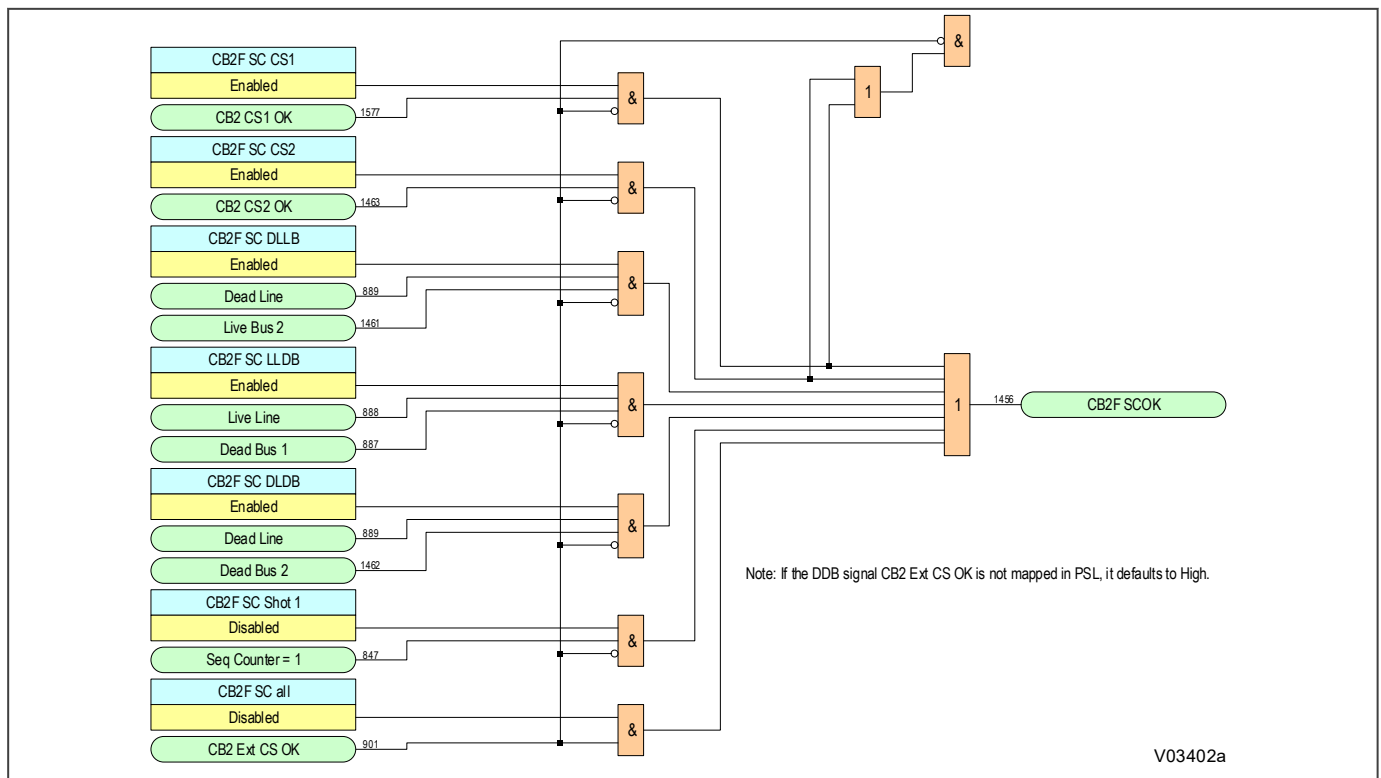


Figure 267: Schemat logiczny kontroli systemowej trójfazowego SPZ dla CB2 jako wyłącznika nadażnego (moduł 48)

11.5.24.3 SCHEMAT LOGICZNY KONTROLI SYSTEMOWEJ RĘCZNEGO ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

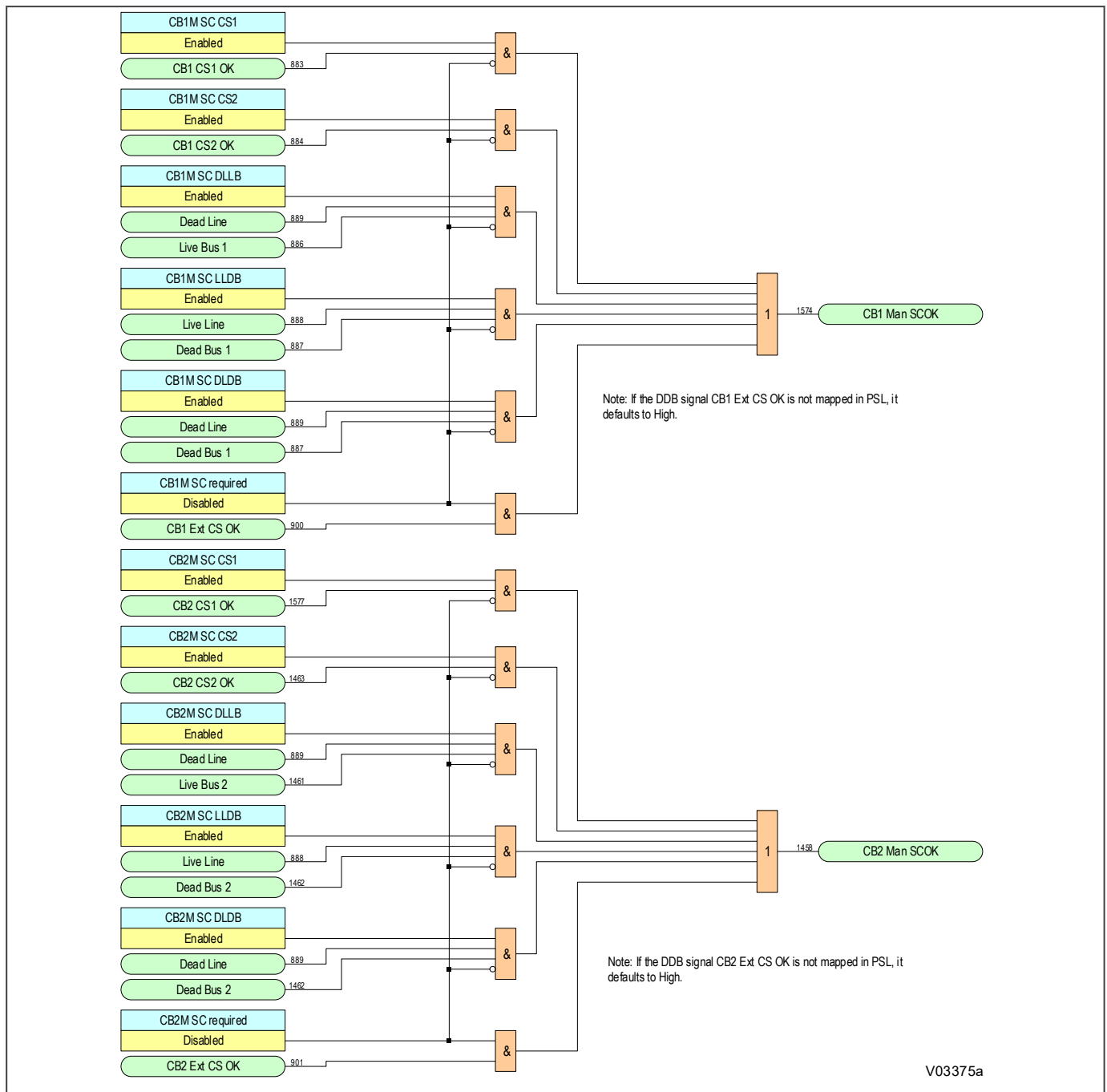


Figure 268: Schemat logiczny kontroli systemowej ręcznego zamknięcia wyłącznika (moduły 51 i 52)

11.6 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI

11.6.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE CZASU DEJONIZACJI

Czas dejonizacji łuku zwarciovego zależy od kilku czynników, jak napięcie obwodu, odległości między przewodami, prąd zwarciov i czas trwania zwarcia, warunki atmosferyczne, prędkość wiatru i sprzężenie pojemnościowe z sąsiednimi przewodami. Z tego względu trudno jest oszacować czas dejonizacji. Napięcie w obwodzie jest generalnie najważniejszym czynnikiem, a doświadczenie podpowiada nam, że typowe minimalne czasy dejonizacji dla zwarcia trójfazowego kształtują się następująco:

- 66 kV: 100 ms
- 110 kV: 150 ms
- 132 kV: 170 ms
- 220 kV: 280 ms
- 275 kV: 300 ms
- 400 kV: 500 ms

Podczas stosowania jednobiegunowego szybkiego samoczynnego powtórnego załączania, prąd pojemnościowy indukowany pomiędzy fazami sprawnymi i fazami zwartymi ma tendencję do podtrzymywania łuku. To znacznie wydłuża czas dejonizacji, a co za tym idzie wymagany czas przerwy beznapięciowej.

Jednobiegunowe samoczynne powtarne załączanie jest zwykle stosowane tylko przy napięciach przesyłowych. Typowy czas dejonizacji przy 220 kV może wynosić nawet 560 ms.

11.6.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI LICZNIKA CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

Szybkie SPZ może być wymagane do utrzymania stabilności w sieci z dwoma lub więcej źródłami zasilania. W przypadku szybkiego SPZ czas zakłócenia systemu powinien być zminimalizowany poprzez zastosowanie szybkiego zabezpieczenia (zwykle <30 ms) i szybkich wyłączników (zwykle <60 ms). Aby zapewnić stabilność pomiędzy dwoma źródłami zazwyczaj może być wymagany czas spoczynkowy sieci ≤300 ms.

Minimalny czas spoczynkowy sieci przy uwzględnieniu wyłącznie wyłącznika jest czasem zerowania mechanizmu powiększonym o czas załączenia wyłącznika.

Ustawienia minimalnego czasu spoczynkowego funkcji SPZ zależą głównie od dwóch czynników:

- Czas potrzebny na dejonizację drogi zwarcia
- Charakterystyka wyłącznika

Istotnym jest, aby zabezpieczenie w pełni się wyzerowało podczas czasu przerwy beznapięciowej tak, aby po ponownym zamknięciu po wystąpieniu zwarcia mogła być utrzymana odpowiednia dyskryminacja czasowa. Dla szybkiego SPZ wymagane jest bezzwłoczne zerowanie zabezpieczeń.

W przypadku systemów mocno wzajemnie powiązanych, utrata synchronizmu na skutek wyłączenia pojedynczej linii jest mało prawdopodobna. W tym wypadku najlepszym rozwiązaniem może być zastosowanie dłuższych czasów przerwy beznapięciowej uwzględniających czasy wynikające ze stabilizacji kołysań mocy w sieci po zwarcu.

Czas przerwy beznapięciowej jest zwykle stałą zwłoką, ale można go ustawić adaptacyjnie w przypadku jednobiegunowych układów SPZ, gdzie zależy on od czasu wygaszenia łuku w przypadku przejściowego zwarcia jednofazowego.

Układ SPZ jest adaptacyjny, gdy ustawienie **Adaptive SP AR** jest *Enabled*. Adaptacyjne SPZ jest dostępne tylko dla zastosowań SPZ jednofazowych. Parametr **SP Min Dead Time** to minimalny czas przerwy beznapięciowej (0–10 s) dla jednofazowego SPZ. Rzeczywisty czas przerwy beznapięciowej jest ustawiony na minimalny czas przerwy beznapięciowej jednofazowej lub czas wygaśnięcia łuku wtórnego, jeśli mieści się w zakresie maksymalnego czasu przerwy beznapięciowej, w zależności od tego, który z nich jest dłuższy. Parametr **SP Max Dead Time** to maksymalny czas przerwy beznapięciowej (0–10 s) dla jednofazowego SPZ. Jeśli łuk wtórny nie zgaśnie lub

zostanie wykryty jako zwarcie trwałe w ciągu maksymalnego czasu przerwy beznapięciowej jednofazowej, SPZ wyda polecenie wyzwolenia trójfazowego oraz blokady. Jeśli w ciągu maksymalnego czasu przerwy beznapięciowej jednofazowej zostanie wykryte zwarcie przejściowe, logika SPZ wyda polecenie zamknięcia otworzonej fazy. Kiedy czas przerwy beznapięciowej AAR przekracza maksymalny czas przerwy beznapięciowej jednofazowej „**SP Max Dead Time**” lub nie ma sygnału wyjściowego z logiki AAR w ramach SP Max Dead Time, wyjście logiki SPZ albo wywoła Ponowne zamknięcie, albo przejdzie w blokadę SPZ w oparciu o wybór ustawień parametrów **SP Max Dead Time Elapsed** – *Reclose/Lockout*.

11.6.2.1 PRZYKŁADOWE OBLICZANIE CZASU PRZERWY BEZNAPIĘCIOWEJ

Do obliczenia minimalnego czasu przerwy beznapięciowej można zastosować następujące charakterystyki wyłącznika i systemu:

- a) Czas działania wyłącznika (cewka wyzwalamąca zasilona do przzerwania łuku): 50 ms
- b) Czas otwarcia wyłącznika + czas zerowania (cewka wyzwalamąca zasilona do wyzerowania mechanizmu wyzwalamia): 200 ms
- c) Czas zerowania zabezpieczenia: < 80 ms
- d) Czas załączenia wyłącznika (Komenda zamknięcia do zwarcia styków): 85 ms
- e) Czas dejonizacji (280 ms dla sieci 3-fazowej lub 560 ms dla sieci 1-fazowej)

Czas dejonizacji trójfazowej dla linii 220 kV wynosi typowo 280 ms.

Dlatego minimalna nastawa czasu przerwy beznapięciowej SPZ jest większą z następujących wartości:

$(a) + (c) = 50 \text{ ms} + 80 \text{ ms} = 130 \text{ ms}$, aby umożliwić wyzerowanie zabezpieczenia

$(a) + (e) - (d) = 50 \text{ ms} + 280 \text{ ms} - 85 \text{ ms} = 245 \text{ ms}$, aby umożliwić dejonizację

W praktyce dodaje się kilka dodatkowych cykli, aby uwzględnić tolerancje, więc czas przerwy beznapięciowej Dead Time 1 można ustawić na 300 ms lub więcej. Całkowity czas przerwy beznapięciowej systemu wyznaczany jest przez dodanie (d) do wybranej nastawy i następnie odjęcie (a). Daje to 335 ms.

Typowa wartość czasu dejonizacji dla wyłączenia jednofazowego na linii 220 kV wynosi 560 ms, więc czas przerwy beznapięciowej 1-fazowej można wybrać na 600 ms lub większy. Całkowity czas przerwy beznapięciowej systemu wyznaczany jest przez dodanie (d) do wybranej nastawy i następnie odjęcie (a). Daje to 635 ms.

11.6.3 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI CZASU REGENERACJI

Na dobór czasu regeneracji ma wpływ szereg czynników, jak:

- Doświadczanie incydentalnych zwarć w przeszłości: krótkie czasy regeneracji mogą być wymagane, gdy występuje wysokie prawdopodobieństwo powtarzalnych wyładowań atmosferycznych; pozwala to wyeliminować niepożądane blokady przy zwarciaach przemijających.
- Czas zbrojenia sprężyny: Dla szybkiego SPZ czas regeneracji może być ustawiony dłuższy niż czas zbrojenia sprężyny. Minimalny czas regeneracji wynoszący więcej niż 5 s może być wymagany dla zapewnienia wyłącznikowi czasu potrzebnego do powrotu do stanu normalnego po wyłączeniu i załączeniu, zanim będzie mógł on wykonać kolejny cykl WZW. Czas ten będzie zależał od obciążenia (parametrów znamionowych) wyłącznika. W przypadku zwłocznego SPZ może nie być takiej potrzeby, ponieważ czas przerwy beznapięciowej można wydłużyć o dodatkowy czas kontroli zazbrojenia wyłącznika / okno czasu blokady funkcji SPZ, jeśli w wyłączniku nie ma wystarczającej ilości energii.
- Konserwacja aparatury łączeniowej: nadmierna liczba operacji wynikająca z krótkich czasów regeneracji oznacza krótsze odstępy czasu pomiędzy kolejnymi przeglądami konserwacyjnymi.

W przypadku użycia w połączeniu z zabezpieczeniem odległościowym, ustawienie czasu regeneracyjnego jest zazwyczaj większe niż opóźnienie strefy 2.

11.6.4 LICZNIKI PRÓB SPZ

W zastosowaniach z dwoma wyłącznikami, dwa wyłączniki są zwykle skonfigurowane tak, aby ponawiać zamykanie sekwencyjnie, przy czym jeden oznaczony jako wyłącznik prowadzący zamyka się ponownie po ustawionym czasie

przerwy beznapięciowej. Jeśli wyłącznik prowadzący pozostanie zamknięty po upływie czasu przerwy beznapięciowej, wyłącznik nadążny zostanie ponownie zamknięty po dodatkowym opóźnieniu, zwanym czasem zwłoki.

Zwłoka pomiędzy wyłącznikami ma na celu zapobiec niepotrzebnym działaniom wyłącznika nadążnego. Zwłoka pomiędzy wyłącznikami powinna być na tyle długa, by zapobiec niepotrzebnym zamknięciom wyłącznika nadążnego, gdy sytuacja może wymagać ponownego wyzwolenia wyłącznika.

Po upływie czasu przerwy beznapięciowej wyłącznik prowadzący podejmie próbę samoczynnego powtórnego załączania. Minimalna wartość zwłoki pomiędzy wyłącznikami powinna zapewniać wystarczający czas na udane samoczynne powtarzalne załączenie wyłącznika prowadzącego.

Skrajnym przypadkiem może być sytuacja, gdy zabezpieczenie bezzwłoczne jest zapewniane jedynie przez człon odległościowy i gdy funkcja samoczynnego powtórnego załączania znajduje na linii bez napięcia z utrzymującym się zwarcie na odległym końcu linii.

Lokalne zabezpieczenie na końcu linii (zwłoczne zabezpieczenie rezerwowe, takie jak człon odległościowy Z2) może wykryć takie zwarcie po ustawionej zwłoce (typowo > 200 ms). Poza zwłoką związaną z zabezpieczeniem rezerwowym (typowo >200 ms) należy uwzględnić czas potrzebny dla wyłącznika prowadzącego do ponownego wyzwolenia (50 - 100 ms), do tego należy doliczyć margines bezpieczeństwa, przez co minimalny czas zwłoki pomiędzy wyłącznikami będzie wynosił ok. 500 ms.

Jeśli samoczynne powtarzalne załączenie wyłącznika prowadzącego zakończy się pomyślnie, można zezwolić na samoczynne powtarzalne załączenie wyłącznika nadążnego. Opóźnienie samoczynnego powtórnego załączania wyłącznika nadążnego umożliwi wygaszenie wszelkich stanów nieustalonych przed przełączeniem. Jeśli znana jest wartość czasu zanikania stanu przejściowego, można ją wykorzystać do określenia minimalnej wartości czasu zwłoki. Większą z tych dwóch wartości można następnie użyć jako minimalny czas zwłoki pomiędzy działaniem wyłączników.

Note:

Wyłącznik nadążny powinien być zamykany tylko wtedy, gdy sprawność sieci została przywrócona. W układach z dwoma wyłącznikami, po przywróceniu sprawności sieci wyłącznik nadążny zachowuje się bardziej jak łącznik sprzęgłowy szyn. W takim przypadku nie ma potrzeby szybkiego załączania i często odpowiednim opóźnieniem będzie zwłoka 1 s i dłuższa. Domyślny czas zwłoki w tym produkcie wynosi 5 sekund i można go z powodzeniem użyć w większości zastosowań.

ROZDZIAŁ 12

LOKALNA REZERWA WYŁĄCZNIKOWA

12.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Urządzenie posiada funkcję zabezpieczenia na wypadek usterki wyłącznika W tym rozdziale opisano działanie tej funkcji, przedstawiono zasady, schematy logiczny i zastosowania.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	393
Zabezpieczenie na wypadek usterki wyłącznika	394
Implementacja zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika	395
Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika	397
Uwagi dotyczące zastosowania	404

12.2 ZABEZPIECZENIE NA WYPADEK USTERKI WYŁĄCZNIKA

W momencie wystąpienia zwarcia zadziała jedno lub kilka urządzeń zabezpieczających i zostanie przez nie wysłana komenda wyzwalająca do odpowiednich wyłączników. Zadziałanie wyłącznika jest niezwykle istotne dla odcięcia zwarcia i przeciwdziałania lub przynajmniej zredukowania uszkodzeń w sieci elektrycznej. W przypadku sieci przesyłowych i przesyłowych pośrednich, wolne wyłączenie zwarcia może również zagrozić stabilności sieci.

Z tych powodów, powszechną praktyką jest stosowanie zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika (CBF). Zabezpieczenie CBF monitoruje wyłącznik oraz ustala czy został on otwarty w odpowiednim czasie. Jeżeli prąd zwarcia nie został przerwany po ustawionej zwłoce czasowej liczonej od inicjacji wyzwalania wyłącznika, wówczas zadziała zabezpieczenie CBF, dzięki czemu będą kolejno wyzwalane wyłączniki zainstalowane po stronie zasilania (kolejno w kierunku źródła zasilania), aby możliwe było odizolowanie zwarcia.

CBF może także resetować wszystkie wyjściowe zestyki uruchamiające, gwarantując usunięcie wszystkich blokad zabezpieczeń zainstalowanych dalej na linii.

12.3 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA

Lokalna rezerwa wyłącznikowa jest aktywowana w kolumnie *CB FAIL* & *P.DEAD* odpowiedniej grupy ustawień. Dla wyłączników CB1 oraz CB2 zapewniono niezależne ustawienia zabezpieczenia CB Fail w wersji z dwoma wyłącznikami.

12.3.1 LICZNIKI CZASU AWARII WYŁĄCZNIKA

Lokalna rezerwa wyłącznikowa posiada dwa timery, ***CB Fail 1 Timer*** i ***CB Fail 2 Timer***, pozwalające na skonfigurowanie na wypadek następujących sytuacji:

- Porosta lokalna rezerwa wyłącznikowa, w przypadku którego załączony jest jedynie ***CB Fail 1 Timer***. W przypadku wyzwolenia jakiegokolwiek zabezpieczenia uruchamiany jest ***CB Fail 1 Timer***, który jest normalnie zerowany w momencie otwarcia wyłącznika odizolowującego zwarcie. Jeżeli otwarcie wyłącznika nie zostanie zarejestrowane, timer ***CB Fail 1 Timer*** skończy odliczanie i zamknie zestyk wyjściowy przypisany do zabezpieczenia na wypadek usterki wyłącznika (za pomocą odpowiednio skonfigurowanej logiki PSL). Zestyk ten służy do wstecznego wyzwalań rozdzielnicy znajdującej się od strony dopływu, wyzwalając ogólnie wszystkie dopływy podłączone do tej samej sekcji szyny zbiorczej.
- System ponawiania wyzwalań oraz zwłoczne wyzwalań wsteczne. W tym przypadku ***CB Fail 1 Timer*** jest wykorzystany do wysłania komendy wyzwolenia na drugi obwód wyzwalań tego samego wyłącznika. Wymaga to zdublowania cewek wyzwalających wyłącznika. Mechanizm ten jest znany pod nazwą ponawiania wyzwalań. Gdy ponawiane wyzwalań nie otworzy wyłącznika, po dodatkowym czasie opóźnienia może zostać wydana komenda wyzwolenia wstecznego. Wyzwalań wsteczne korzysta z timera ***CB Fail 2 Timer***, który wyzwalań jest w momencie wstępnego wyzwalań członów zabezpieczającego.

Można skonfigurować członów CBF, zegary ***CB Fail 1 Timer*** i ***CB Fail 2 Timer***, aby działały w przypadku wyłąceń wyzwalań przez członów zabezpieczające w urządzeniu. Można też zastosować wyzwolenie przez zabezpieczenie zewnętrzne, przydzielając jedno z wejść optycznych do sygnału ***DDB External Trip w PSL***.

Zerowanie zabezpieczenia CBF jest możliwe za pośrednictwem informacji zwrotnej o otwarciu wyłącznika [logiki bieguna martwego (braku napięcia)] lub za pośrednictwem wyzerowania zabezpieczenia. W takich przypadkach zerowanie jest dopuszczone jedynie pod warunkiem, że wyzerowane zostały również członów podprądowe. Mechanizm zerowania jest określony przez ustawienia ***NonIProt Rst*** i ***Ext Prot Rst***.

Opcje zerowania podsumowano w poniższej tabeli:

Inicjacja (wybierane z menu)	Mechanizm zerujący timer lokalną rezerwę wyłącznikową
Zabezpieczenie prądowe (np. 50/51/46/21/87)	IA< działa ORAZ IB< działa ORAZ IC< działa ORAZ IN< działa lub poprzez Ext Rst DDB w PSL
Człon czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego	ISEF< Działa lub Ext Rst SEF DDB
Non-current based protection (detektor braku przepływu prądu) (np. 27/59/81/32L)	Dostępnych jest pięć opcji: Wszystkie członów I< i IN< działają lub Ext Rst CBF DDB Zerowanie członów zabezpieczającego ORAZ zadziałanie wszystkich członów I< oraz IN< lub Ext Rst DDB Otwarcie CB (wszystkie 3 pola) ORAZ zadziałanie wszystkich członów I< oraz IN<

Inicjacja (wybierane z menu)	Mechanizm zerujący timer lokalną rezerwę wyłącznikową
Zabezpieczenie zewnętrzne	Dostępnych jest pięć opcji: Zadziałają wszystkie człony I< oraz IN< Reset wyzwolenia zewnętrznego ORAZ zadziałanie wszystkich członów I< oraz IN< Otwarcie CB (wszystkie 3 pola) ORAZ zadziałanie wszystkich członów I< oraz IN< Prot Reset OR I< (Zerowanie zabezp. LUB I<): Reset wyzwolenia zewnętrznego LUB zadziałanie wszystkich członów I< oraz IN< ResLubWylOt i I<: Zerowanie wyzwolenia zewnętrznego LUB Pole Dead ORAZ zadziałanie wszystkich członów I< oraz IN<

12.3.2 INICJOWANIE ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA

Jeżeli ustawienie **ExtTrip Only Ini** jest Wyłączone (*Disabled*), zabezpieczenie CBF może być inicjowane, gdy jakkolwiek wewnętrzna funkcja zabezpieczeniowa wystawi sygnał wyzwalań lub jeśli nastąpi zewnętrzne wyzwalań zabezpieczenia. Jeżeli ustawienie **ExtTrip Only Ini** jest włączone (*Enabled*), wówczas tylko zewnętrzne zabezpieczenie ma możliwość inicjowania funkcji CBF. Zabezpieczenie zewnętrzne oraz zabezpieczenia prądowe wewnętrzne (za wyjątkiem zabezpieczenia SEF) inicjują funkcję CBF na poszczególnych fazach, natomiast zabezpieczenia wyzwalań w inny sposób niż prądowo oraz zabezpieczenie SEF inicjują funkcję CBF dla wszystkich trzech faz jednocześnie.

12.3.3 WYKRYWANIE PRZEJŚCIA PRZEZ ZERO

W przypadku zwarcia oraz przerwania przez wyłącznik prądu strony pierwotnej przekładnika prądowego, strumień w rdzeniu przekładnika prądowego spada do poziomu szczytkowego. Ten opadający strumień powoduje powstawanie opadającego (zanikającego) prądu DC w obwodzie wtórnym przekładnika prądowego. Im bliżej punktu nasycenia znajduje się przekładnik prądowy, tym wyższy jest prąd zanikający.

Stała czasowa dla tego prądu zależy od stałej czasowej obwodu wtórnego przekładnika prądowego i z reguły jest wysoka. Jeśli zabezpieczenie usunie zwarcie, funkcja CB Fail powinna zostać szybko wyzerowana, aby uniknąć nieprawidłowego działania spowodowanego prądem zanikającym. Aby to skompensować, urządzenie zawiera algorytm wykrywania przejścia przez zero, w którym sygnały ponownego wyzwolenia i wyzwolenia wstecznego wyłącznika nie zostaną aktywowane podczas przepływu prądu zanikającego. Jeśli wszystkie próbki w ciągu połowy cyklu są większe lub mniejsze od 0 A (10 mS dla systemu 50 Hz), następuje detekcja przejścia przez zero, blokując w ten sposób działanie funkcji CB Fail. Algorytm wykrywania przejścia przez zero jest stosowany po otwarciu wyłącznika w systemie pierwotnym, dzięki czemu jedynym prądem płynącym w obwodzie wtórnym prądu przemiennego jest prąd zanikający.

12.4 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA

12.4.1 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 1

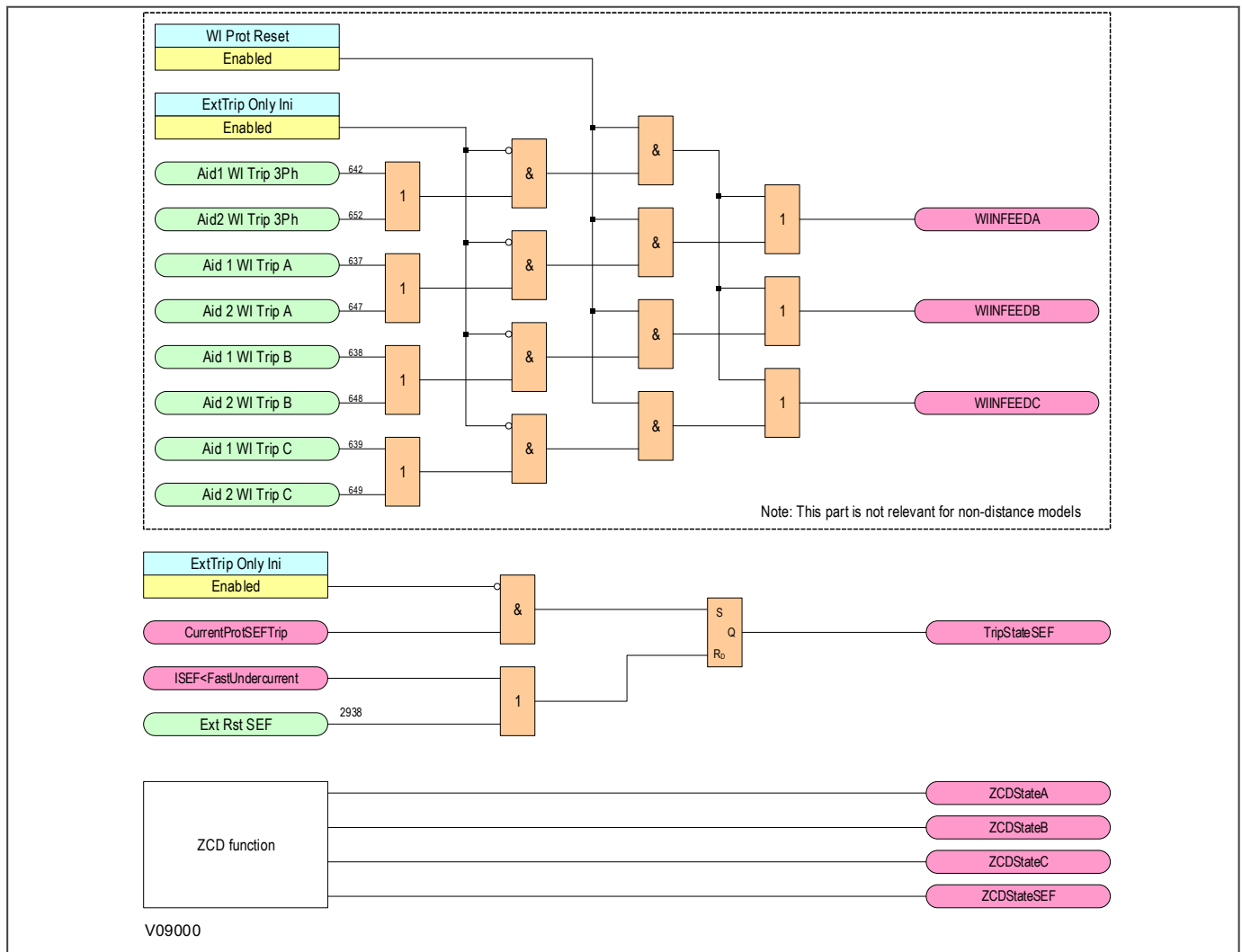


Figure 269: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 1

12.4.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 2

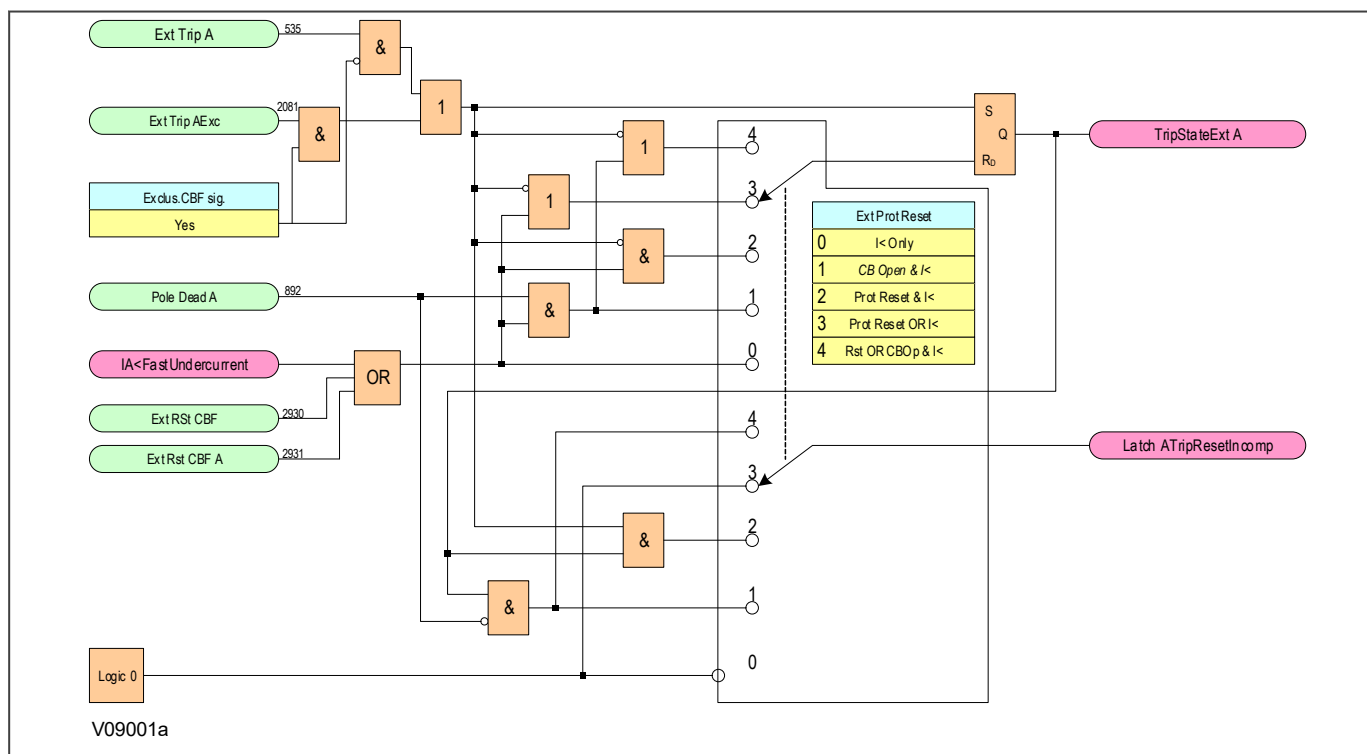


Figure 270: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 2

12.4.3 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 2

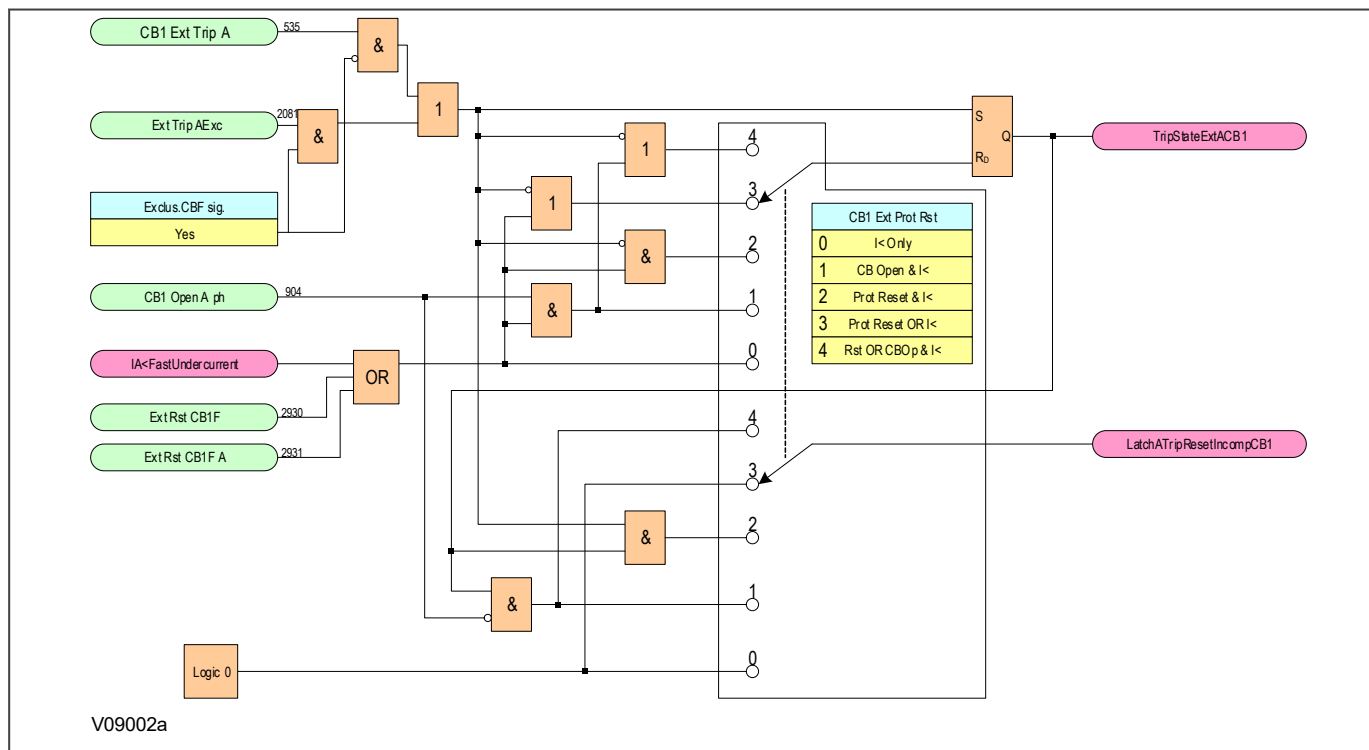


Figure 271: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 2

12.4.4 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 3

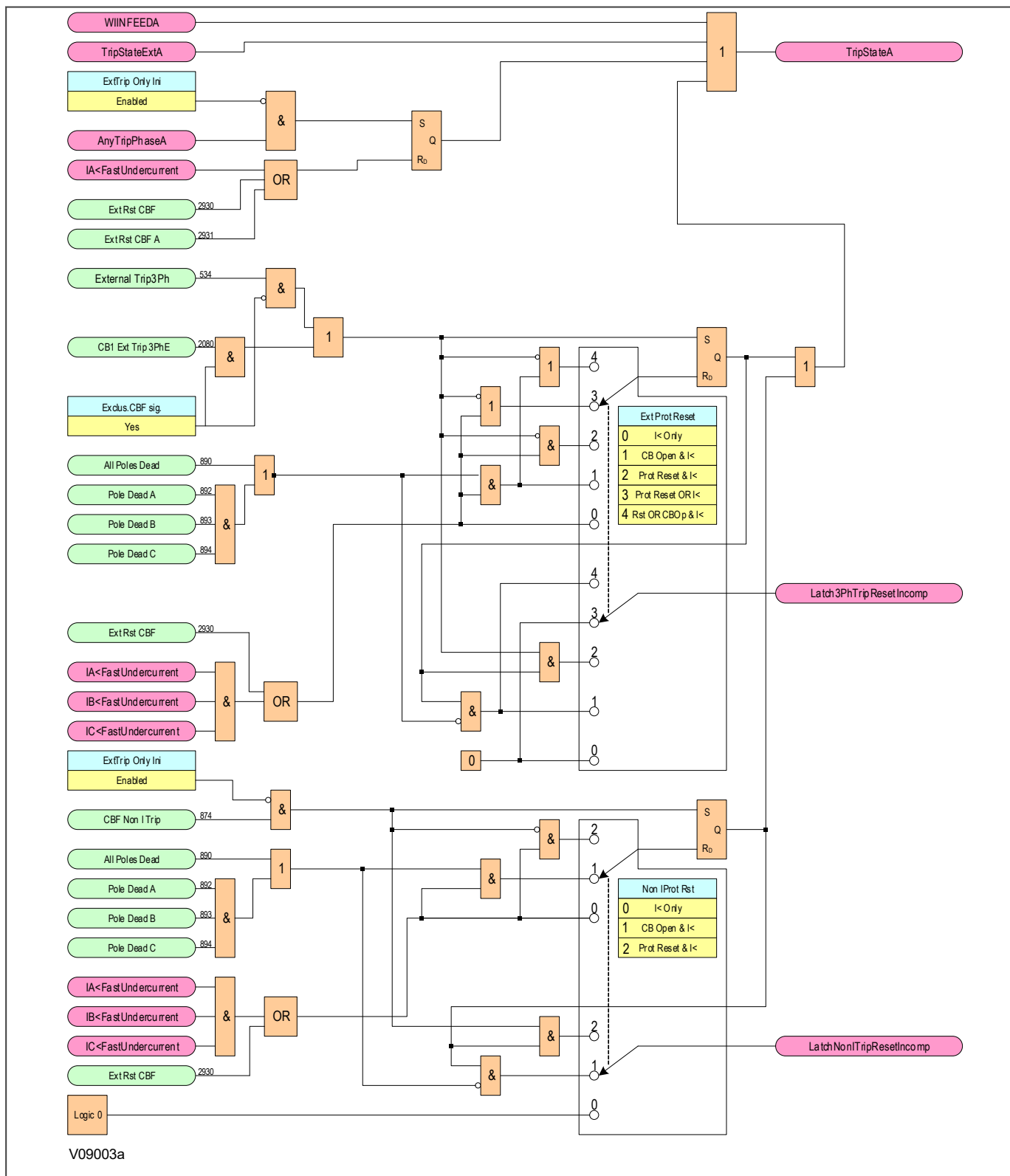


Figure 272: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 3

12.4.5 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 3

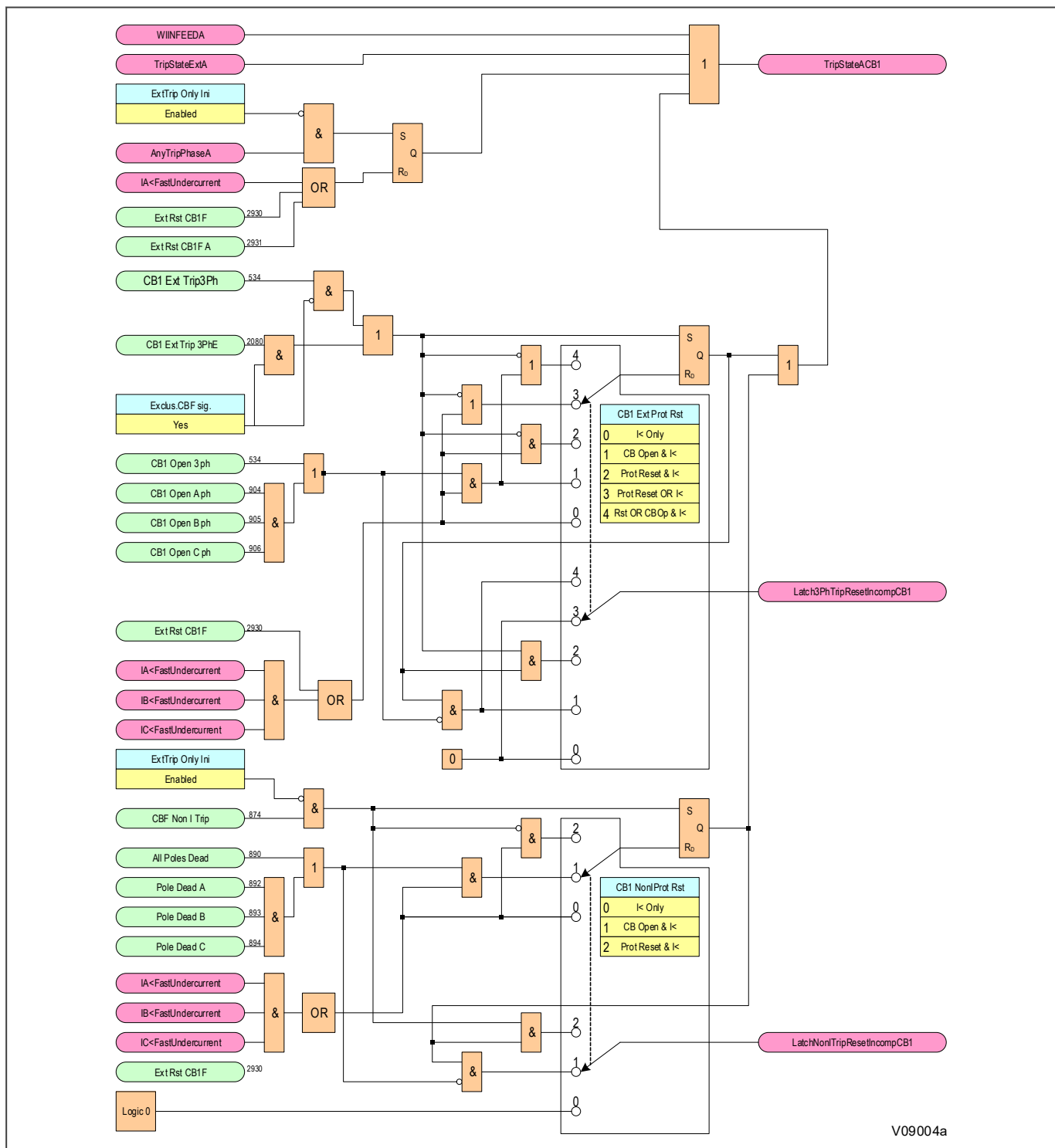


Figure 273: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 3

12.4.6 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 4

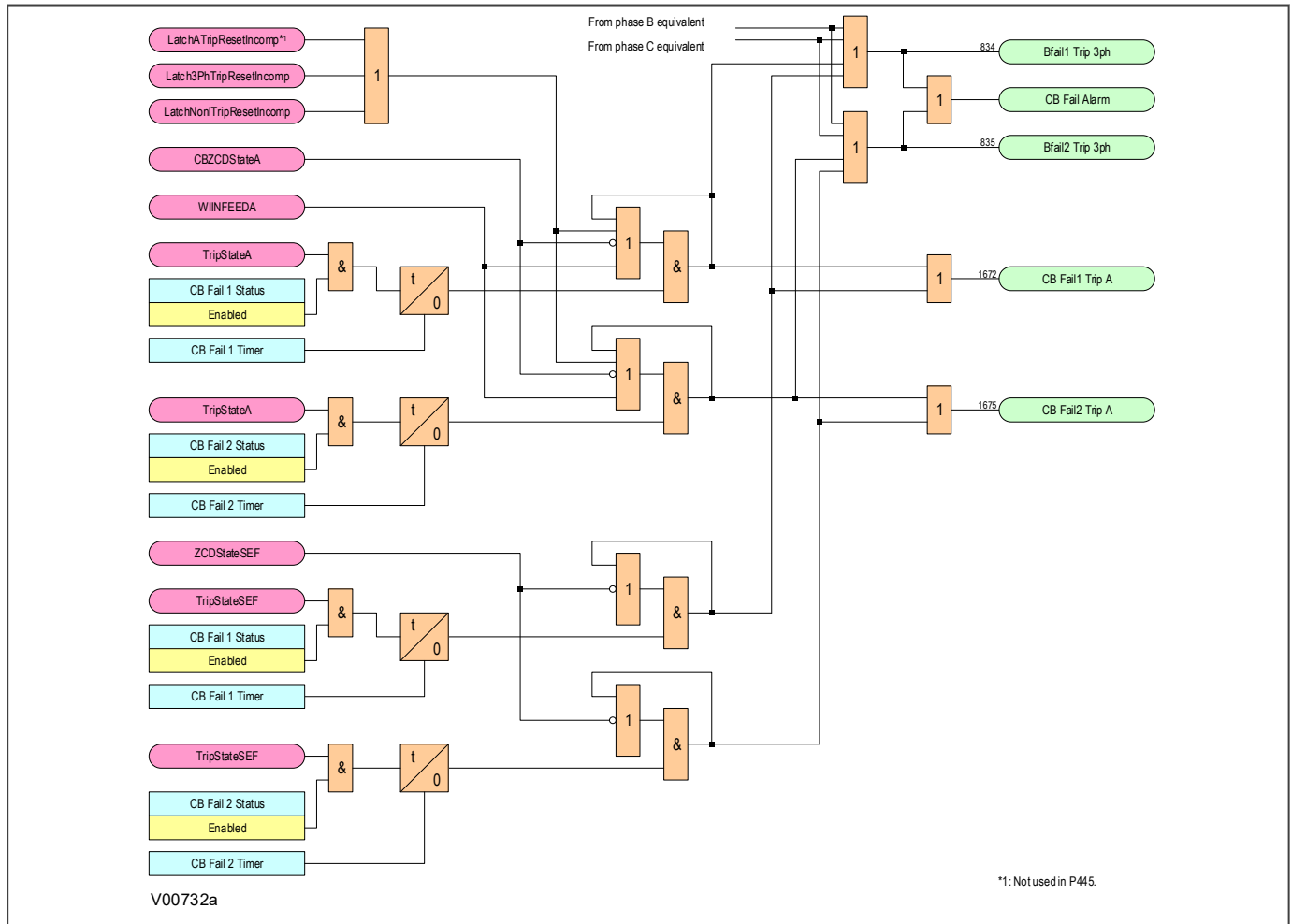


Figure 274: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 4

Note:

Ten schemat pokazuje tylko fazę A dla urządzenia z jednym wyłącznikiem. Schematy dla faz B i C opierają się na tej samej zasadzie i nie będą powtarzane.

12.4.7 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK AWARII WYŁĄCZNIKA – CZĘŚĆ 4

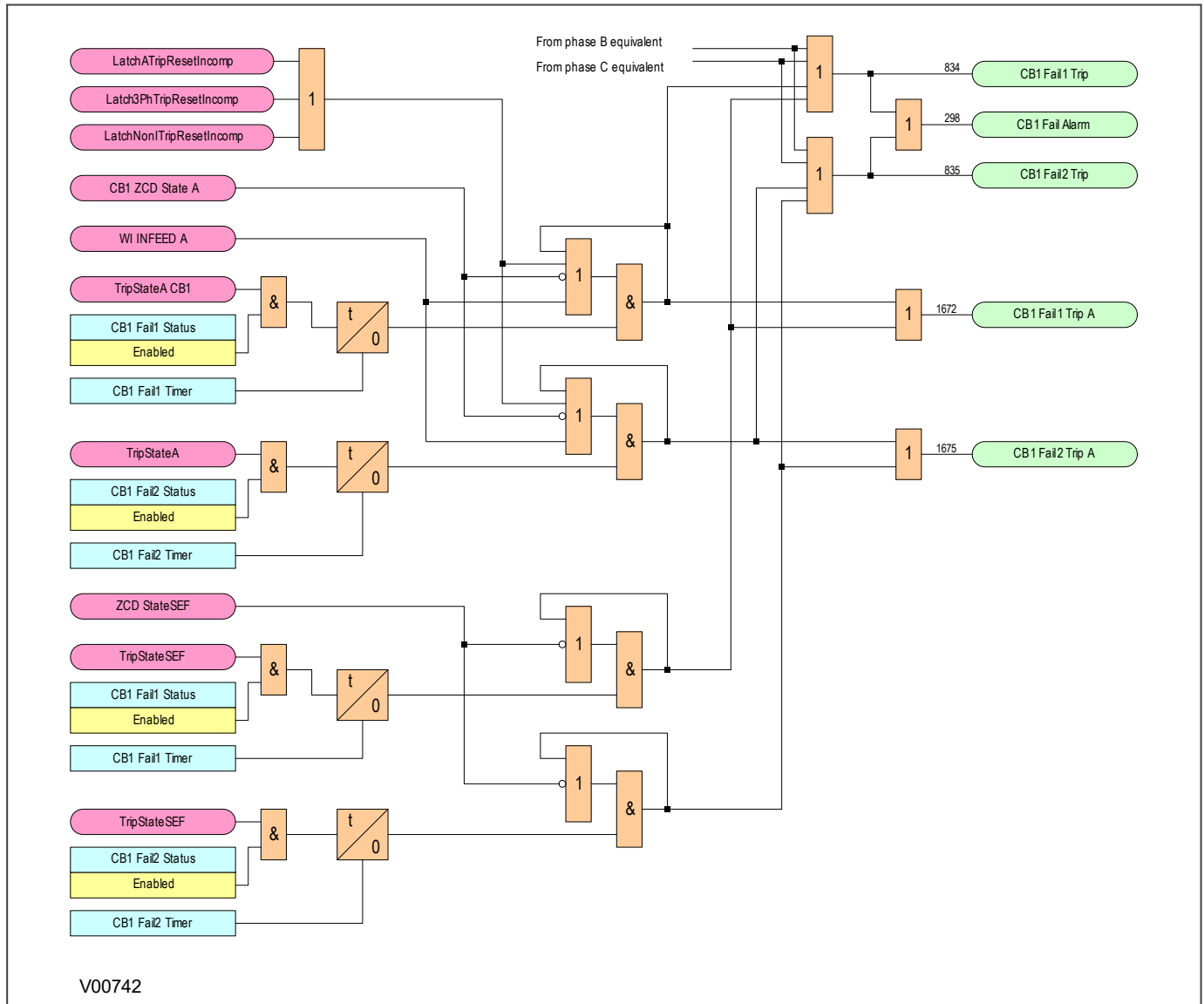


Figure 275: Logika zabezpieczenia na wypadek awarii wyłącznika – część 4

Note:

Ten schemat pokazuje tylko fazę A dla pierwszego wyłącznika (CB1) urządzenia z dwoma wyłącznikami. Schematy dla faz B i C oraz dla drugiego wyłącznika (CB2) opierają się na tej samej zasadzie i nie będą powtarzane.

12.5 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

12.5.1 MECHANIZMY ZEROWANIA LICZNIKÓW CZASU ZABEZPIECZENIA NA WYPADEK USTERKI WYŁĄCZNIKA

Do informowania o przerwaniu zwarcia lub prądu obciążenia przez bieguny wyłącznika powszechnie stosuje się niskonastawne człony podprądowe. Obejmuje to następujące sytuacje:

- Gdy pomocnicze styki wyłącznika są uszkodzone lub gdy nie można ich uznać za pewne źródło sygnału potwierdzającego wyzwolenie wyłącznika.
- Gdy wyłącznik próbował się otworzyć, ale się zablokował. Może to skutkować pojawieniem i utrzymywaniem się łuku elektrycznego pomiędzy stykami głównymi, a tym samym wniesieniem dodatkowej rezystancji łuku do ścieżki prądu zwarcia. Z racji tego, że rezystancja ta w znacznym stopniu ogranicza prąd zwarcia, inicjujący człon zabezpieczający może się wyzerować. Tak więc wyzerowanie tego członu może być powodem błędnej informacji o pełnym otwarciu wyłącznika.

W przypadku wszystkich funkcji zabezpieczających wyzwalanych prądowo, przełącznik wykorzystuje działanie elementów podprądowych do wykrywania czy wyzwolenie zostały odpowiednie bieguny wyłącznika i czy nastąpił reset timera zabezpieczenia na wypadek usterki wyłącznika. Jednakże człony podprądowe mogą w niektórych aplikacjach być zawodne w resetowaniu zabezpieczenia na wypadek usterki wyłącznika. Na przykład:

- Gdy zabezpieczenie jest wyzwalane inaczej niż prądowo (np. zabezpieczenie pod-/nadnapięciowe lub pod-/nadczęstotliwościowe), wartości pomiarowe uzyskuje z włączonego w linię przekładnika napięciowego. W takim wypadku, tylko $I<$ zapewnia pewnie działającą metodę zerowania, jeżeli w zabezpieczanym obwodzie będzie zawsze płynął prąd obciążenia. W takim wypadku pewniejszą metodą może być detekcja odpadnięcia inicjującego członu zabezpieczającego.
- Gdzie układy odległościowe obejmują logikę wyłączenia przy słabym zasilaniu. Oprócz kontroli zbyt niskiego prądu należy zastosować zerowanie warunku wyłączenia awaryjnego przy słabym zasilaniu. **WI Prot Reset** należy ustawić na *enabled* włączone.
- Gdy zabezpieczenie wyzwalane jest inaczej niż prądowo (np. zabezpieczenie pod-/nadnapięciowe lub pod-/nadczęstotliwościowe) wartości pomiarowe uzyskuje z przekładnika napięciowego włączonego w szynę zbiorczą. Podobnie i tutaj $I<$ dotyczy przede wszystkim normalnie obciążonej linii zasilającej. Może być także tak, że wyłącznik nie usunie z szyny zbiorczej przyczyny inicjacji zabezpieczenia, tak więc może nie dojść do odzyskania członu zabezpieczającego. W takich przypadkach najlepszą metodą resetującą może być ta polegająca na stykach pomocniczych wyłącznika.

Zerowanie zabezpieczenia CBF jest możliwe za pośrednictwem informacji zwrotnej o otwarciu wyłącznika [logiki bieguna martwego (braku napięcia)] lub za pośrednictwem wyzerowania zabezpieczenia. W takich przypadkach zerowanie jest dopuszczone jedynie pod warunkiem, że wyzerowane zostały również człony podprądowe.

Mechanizm zerowania jest określony przez ustawienia **Non I Prot Reset** i **Ext Prot Reset**.

Jeśli zabezpieczenie CBF jest inicjowane przez zewnętrzne zadziałanie zabezpieczenia, dostępne są dwie opcje resetowania **Prot Reset OR I<** i **Rst or CBOp & I<**. Ustawienia te niekoniecznie wymagają działania członu podprądowego ($I<$), jak pokazano w poniższej tabeli. Opcje te mogą być przydatne, jeżeli ponawianie wyzwalania nie jest używane, ponieważ pozwalają one uniknąć wyzwalania wstecznego spowodowanego niepożądanym krótkotrwałym pobudzeniem optoizolowanych wejść wyzwalania zewnętrznego (External Trip opto-inputs).

Warning:

Jeśli wykorzystuje się **Prot Reset OR I<** lub **Rst or CBOp & I<**, nie należy podłączać wejść wyzwalania zewnętrznego do wejść logicznych konwersji wyzwalania w PSL.

12.5.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (TIMER ZABEZPIECZENIA CBF)

Poniższy wykres czasowy przedstawia czas lokalnej rezerwy wyłącznikowej podczas normalnej pracy i awarii wyłącznika. Maksymalny czas wyłączenia zwarcia powinien być mniejszy niż krytyczny czas wyłączenia zwarcia, który określony został w analizie stabilności instalacji. Opóźnienie czasowe wyzwolenia rezerwowego zabezpieczenia CB uwzględnia maksymalny czas wyłączenia dla wyłącznika, czas zerowania zabezpieczenia CB oraz margines bezpieczeństwa. Typowe czasy wyłączenia dla wyłączników wynoszą 1,5 lub 3 cykle. Czas zerowania zabezpieczenia CB powinien być na tyle krótki, by w warunkach pracy normalnej zapobiegał wyzwoleniu wstęcznemu zabezpieczenia CB. Aby doszło do wyzerowania zabezpieczenia CB, fazowe oraz zainstalowane na uziemieniu człony podprądowe muszą być aktywowane. Aktywacja elementów podprądowych może być opóźniona, co spowodowane jest prądem zanikającym, który może płynąć przez wtórny obwód AC.

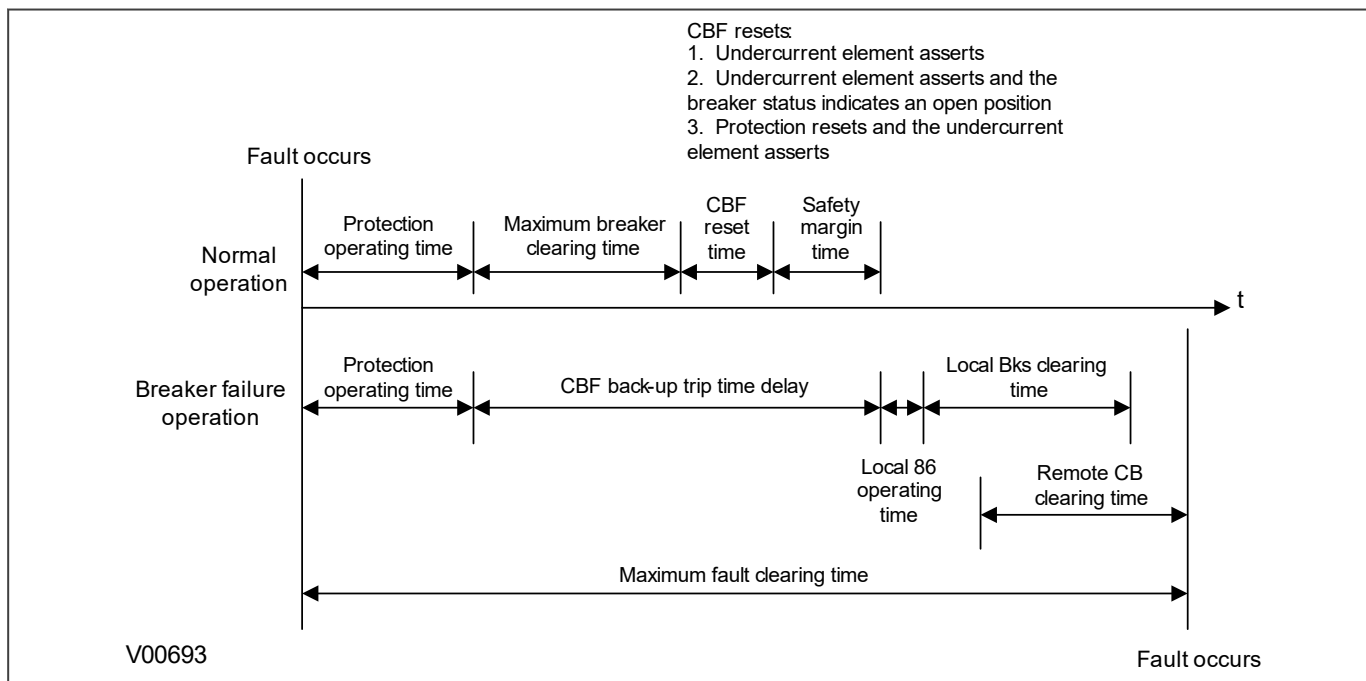


Figure 276: Parametry czasowe lokalnej rezerwy wyłącznikowej

Poniższe przykłady dotyczą bezpośredniego wyzwalania 2 cyklowego wyłącznika. Typowa, nadająca się do zastosowania konfiguracja timera jest następująca:

Mechanizm zerujący lokalną rezerwę wyłącznikową	Opóźnienie czasowe tBF	Typowe opóźnienie 2 cyklowego wyłącznika
Reset członu inicjującego	czas wyłączenia dla wyłącznika CB + czas zerowania członu (maks.) + błąd w timerze tBF + margines bezpieczeństwa	$50 + 50 + 10 + 50 = 160$ ms
Wyłącznik CB otwarty	czas otwierania / zamykania zestyków pomocniczych wyłącznika CB (maks.) + błąd w timerze tBF + margines bezpieczeństwa	$50 + 10 + 50 = 110$ ms
Człony podprądowe	czas wyłączenia dla wyłącznika CB + człon podprądowy (maks.) + margines bezpieczeństwa czasu zadziałania	$50 + 25 + 50 = 125$ ms

Note:

Zerowanie zabezpieczenia CBF pociąga za sobą zadziałanie członów podprądowych. W uznanych za najgorsze przypadkach, w których stosowane jest zerowanie członu podprądowego lub otwarcia wyłącznika, należy nadal stosować nastawy czasowe członu podprądowego.

W zastosowaniach z pomocniczymi przekaźnikami wyzwalającymi trzeba doliczyć od 10 do 15 ms na zadziałanie przekaźnika wyzwalającego.

12.5.3 WYTTCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (CZŁON PODPRĄDOWY)

Ustawienia fazowego zabezpieczenia podprądowego ($I_{<}$) muszą być niższe od prądu obciążenia - dzięki temu zadziałanie $I_{<}$ będzie prawidłowo wskazywało otwarcie bieguna wyłącznika. Typowe ustawienie dla linii napowietrznych lub obwodów kablowych wynosi $20\% I_n$. Ustawienie $5\% I_n$ jest typowe dla lokalnej rezerwy wyłącznikowej generatora.

Człony podprądowe zabezpieczenia ziemnozwarciowego muszą być ustawione na wartość mniejszą niż odpowiednie wyzwolenie. Na przykład:

$$I_{N<} = (I_{N>} \text{ trip})/2$$

ROZDZIAŁ 13

FUNKCJE ZABEZPIECZEŃ PRĄDOWYCH

13.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Podstawowym celem tego produktu nie jest ochrona nadprądowa. Zapewnia jednak szereg funkcji zabezpieczenia prądowego, które można wykorzystać jako zabezpieczenie rezerwowe. W tym rozdziale założono, że użytkownik zna zasady zabezpieczeń nadprądowych i nie podano tutaj szczegółowych informacji. Jeśli potrzebne są dodatkowe informacje na temat ogólnych zasad zabezpieczeń nadprądowych, należy zapoznać się z publikacją GE Vernova, Przewodniku po zastosowaniach zabezpieczeń i automatyzacji, wcześniejszymi wersjami tej instrukcji technicznej lub jedną z instrukcji technicznych z naszej gamy produktów dystrybucyjnych Agile Modular P40, na przykład P14.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	408
Fazowe przeciwzwarciowe zabezpieczenie nadprądowe	409
Zabezpieczenie nadprądowe reagujące na składową przeciwną	412
Zabezpieczenie ziemnozwarciowe	415
Czułe zabezpieczenie ziemnozwarciowe	420
Wysokoimpedancyjne strefowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe REF	425
Zabezpieczenie przeciążeniowe termiczne	427
Detektor przerwania przewodu	432
Wykrywanie przejściowego zwarcia doziemnego	434

13.2 FAZOWE PRZECIWWZWARCIOWE ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE

Fazowe zwarciowe zabezpieczenie nadprądowe jest zapewniane w postaci zabezpieczenia rezerwowego, które może być:

- Trwale wyłączone
- Trwale włączone
- Włączone tylko w przypadku uszkodzenia bezpiecznika przekładnika napięciowego/wyłącznika MCB
- Włączone tylko w przypadku usterki kanału komunikacyjnego zabezpieczenia
- Włączone, jeśli dojdzie do usterki bezpiecznika przekładnika napięciowego/wyłącznika MCB lub kanału komunikacyjnego zabezpieczenia
- Włączone, jeśli dojdzie do usterki bezpiecznika przekładnika napięciowego/wyłącznika MCB i kanału komunikacyjnego zabezpieczenia

Dodatkowo każdy stopień może być wstrzymany/blokowany sygnałem DDB.

Należy zauważyć, że fazowe zabezpieczenie nadprądowe jest zabezpieczeniem z segregacją faz lecz działanie dowolnej fazy jest przypisane do wyzwania 3 faz w domyślnym schemacie PSL.

Człon VTS inteligentnego urządzenia elektronicznego może być wybrany albo do blokowania członu kierunkowego lub tylko do usunięcia kontroli kierunkowej.

13.2.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA FAZOWEGO NADPRĄDOWEGO

Fazowe zabezpieczenie nadprądowe konfiguruje się w kolumnie OVERCURRENT odpowiedniej grupy ustawień.

Produkt oferuje cztery stopnie trójfazowego zabezpieczenia nadprądowego, każdy z niezależną charakterystyką opóźnienia czasowego. Ustawienia są niezależne dla każdego stopnia, ale dla każdego stopnia ustawienia dotyczą wszystkich faz.

Dla stopni 1 oraz 2 mamy do wyboru takie charakterystyki zadziałania i zerowania jak:

- Szereg krzywych IDMT (Inverse Definite Minimum Time) opartych na standardach IEC i IEEE
- Szereg krzywych programowanych przez użytkownika
- Charakterystyka DT (czasowo niezależna).

Charakterystyki te wybiera się w komórkach:

- **I>(n) funkcja** dla charakterystyki zadziałania zabezpieczenia nadprądowego,
- **I>(n) Reset Char** dla charakterystyki zerowania zabezpieczenia nadprądowego,
- **I>(n) Usr Rst Char** dla programowalnej przez użytkownika charakterystyki zerowania,

gdzie (n) jest numerem stopnia.

Stopnie obsługujące charakterystyki IDMT (tj. 1 oraz 2) oferują również funkcję Timer Hold (zatrzymania timera). Konfiguruje się powyższe za pomocą komórek **I>(n) tReset**, gdzie (n) jest numerem stopnia. Nie dotyczy to krzywych IEEE.

Etapy 3 i 4 mają wyłącznie charakterystykę czasowo niezależną.

13.2.2 CZŁON KIERUNKOWY

W przypadkach, gdy prąd zwarciaowy może popłynąć w obu kierunkach przez miejsce zastosowania zabezpieczenia, konieczne jest zastosowanie nadprądowych członów kierunkowych, które pozwolą określić kierunek zwarcia. Po określeniu kierunku urządzenie może zdecydować, czy zezwolić na wyłączenie, czy też je zablokować. Aby określić kierunek zwarcia nadprądowego fazowego, urządzenie musi porównać kąt fazowy prądu

zwarciego ze znaną wielkością odniesienia. Kąt fazowy tej znanej wielkości odniesienia musi być niezależny od fazy zwartej. Zazwyczaj będzie to napięcie sieciowe pomiędzy pozostałymi dwiema fazami.

Fazowe człony inteligentnych urządzeń elektronicznych zabezpieczające przed zwarciami są wewnętrznie spolaryzowane biernymi napięciami międzyfazowymi, jak pokazano to w poniższej tabeli.

Faza zabezpieczenia	Prąd zadziałania	Napięcie polaryzujące
Faza A	IA	UBC
Faza B	IB	UCA
Faza C	IC	UAB

W stanie zwarcia instalacji wektor prądu zwarciego opóźniony jest względem znamionowego napięcia fazowego o kąt zależny od stosunku X/R instalacji. Dlatego też IED musi pracować z maksymalną czułością na prądy z tego obszaru. Jest to realizowane za pomocą nastawy kąta charakterystyki (RCA) urządzenia. Jest to kąt, o jaki prąd doprowadzany do inteligentnego urządzenia elektronicznego musi zostać przesunięty względem napięcia przyłożonego do inteligentnego urządzenia elektronicznego, aby uzyskać maksymalną czułość.

Urządzenie udostępnia ustawienie **I> Char Angle**, ustawiane globalnie dla wszystkich stopni nadprądowych. Kąty charakterystyki można ustawić na dowolną wartość z zakresu od -95° do $+95^\circ$.

Kontrola kierunku przeprowadzana jest w oparciu o następujące kryteria:

Kierunkowe do przodu

$$-90^\circ < (\text{kąt}(I) - \text{kąt}(V) - \text{RCA}) < 90^\circ$$

Kierunkowe odwrotne

$$-90^\circ > (\text{kąt}(I) - \text{kąt}(V) - \text{RCA}) > 90^\circ$$

W przypadku bliskich zwarc trójfazowych wszystkie trzy napięcia spadną do zera i nie będzie obecne żadne normalne napięcie fazowe. Z tego powodu urządzenia wyposażono w funkcję polaryzacji synchronicznej, która przechowuje informację o napięciu przedzwarcowym oraz utrzymuje jego podawanie na kierunkowe człony nadprądowe przez 3.2 s. W ten sposób zapewnione jest działanie zarówno szybkich jak i zwłocznych kierunkowych członów nadprądowych, nawet w razie gwałtownego spadku napięcia trójfazowego.

13.2.3 LOGIKA POC

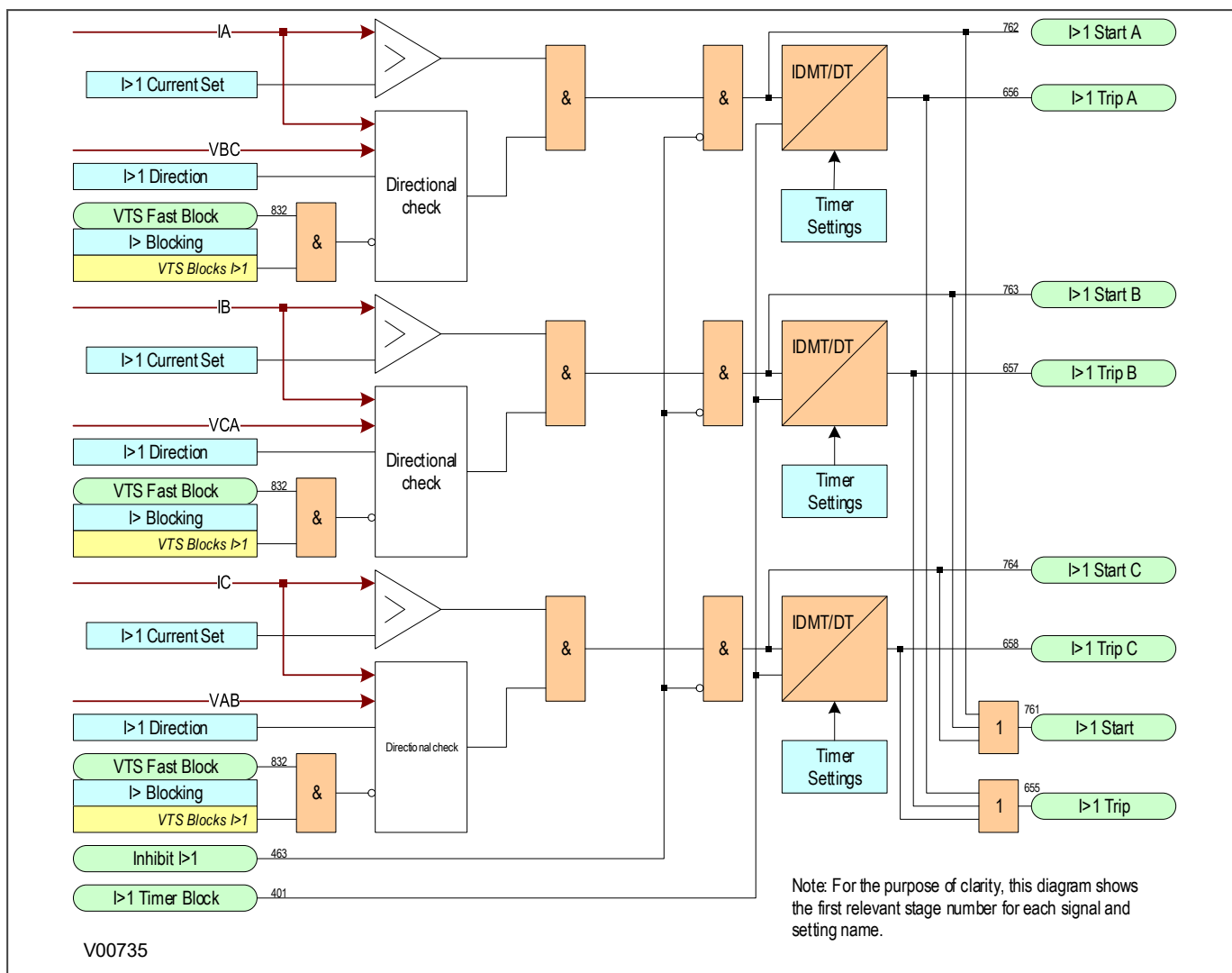


Figure 277: Schemat logiczny fazowego zabezpieczenia nadprądowego

13.2.4 LOGIKA POC

Jeśli istnieje potrzeba zablokowania członu nadprądowego podczas rozruchu, w PSL można utworzyć dodatkową logikę, jak pokazano poniżej.

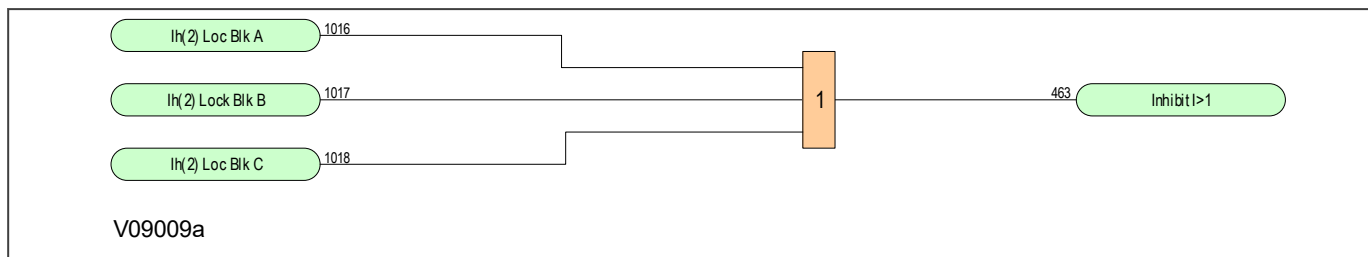


Figure 278: Blokowanie drugiej harmonicznej.

Ustawiany próg dla drugiej harmonicznej jest dostępny w trybie nadzoru/detekcji uderu.

13.3 ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE REAGUJĄCE NA SKŁADOWĄ PRZECIWNĄ

Przy stosowaniu standardowego fazowego zabezpieczenia nadprądowego konieczne jest ustawianie członów nadprądowych na wartości znacząco wyższe od prądu obciążenia maksymalnego. Ogranicza to czułość członu. Większość układów zabezpieczających wykorzystuje również reagujący na prąd szczytkowy człon ziemnozwarciowy, który poprawia czułość na zwarcia doziemne. Jednakże część zwarć może nie zostać wykryta przez te układy. W takich przypadkach można użyć fazowe człony nadprądowe reagujące na składową przeciwną.

Wszelkie niesymetryczne zwarcia powodują powstawanie składowej przeciwnej prądu. Dlatego człon nadprądowy reagujący na składową przeciwną można użyć zarówno dla zwać międzyfazowych jak i doziemnych.

Zabezpieczenie fazowe nadprądowe reagujące na składową przeciwną charakteryzuje się następującymi zaletami:

- Nadprądowe człony reagujące na składową przeciwną pozwalają uzyskać wyższą czułość na rezystancyjne zwarcia międzyfazowe, na które mogą nie reagować fazowe człony nadprądowe.
- W niektórych przypadkach, z racji takiej a nie innej konfiguracji instalacji prądy szczytkowe mogą nie być wykrywane przez człon reagujący na zwarcia doziemne. Przykładowo, element reagujący na zwarcia doziemne zastosowany po stronie transformatora połączonej w trójkąt nie jest w stanie wykryć zwarć doziemnych strony połączonej w gwiazdę. Jednakże składowa przeciwna prądu będzie obecna po obu stronach transformatora bez względu na rodzaj zwarcia oraz układ połączeń transformatora. A zatem, w celu zapewnienia zwłocznego zabezpieczenia rezerwowego reagującego na wszelkie nie wyłączone zwarcia niesymetryczne dalszej części instalacji można zastosować człon nadprądowy reagujący na składową przeciwną.

13.3.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NADPRĄDOWEGO REAGUJĄCEGO NA SKŁADOWĄ PRZECIWNĄ

Fazowe zabezpieczenie nadprądowe definiuje się w kolumnie *NEG SEQ O/C* odpowiedniej grupy ustawień.

Produkt oferuje cztery stopnie zabezpieczenia nadprądowego reagującego na składową przeciwną o niezależnych charakterystykach opóźnienia czasowego.

Dla stopni 1, 2 mamy do wyboru takie charakterystyki zadziałania i zerowania jak:

- Szereg standardowych krzywych IDMT (Inverse Definite Minimum Time).
- DT (Definite Time - charakterystyka czasowo niezależna).

Charakterystyki te wybiera się w komórkach:

- **I2>(n) Funkcja** dla charakterystyki zadziałania zabezpieczenia nadprądowego,
- **I2>(n) Reset Char** dla charakterystyki zerowania zabezpieczenia nadprądowego,

gdzie (n) jest numerem stopnia.

Stopnie obsługujące charakterystyki IDMT (tj. 1 oraz 2) oferują również funkcję Timer Hold (zatrzymania timera). Konfiguruje się powyższe za pomocą komórek **I2>(n) tReset**, gdzie (n) jest numerem stopnia. Nie dotyczy to przebiegów opartych na standardzie IEEE.

Etapy 3 i 4 mają wyłącznie charakterystykę czasowo niezależną.

13.3.2 CZŁON KIERUNKOWY

Jeżeli prąd składowej przeciwnej może płynąć w dowolnym kierunku, należy zastosować sterowanie kierunkowe.

Kierunkowość uzyskuje się przez porównywanie kąta pomiędzy składową przeciwną napięcia i składową przeciwną prądu. Człon kierunkowy jest w tym urządzeniu dostępny dla wszystkich stopni nadprądowego zabezpieczenia reagującego na składową przeciwną. Chodzi o ustawienie **I2> Komórka kierunkowa** Direction dla odpowiedniego stopnia. Można go ustawić na niekierunkowy, kierunkowy do przodu lub kierunkowy wstecz.

W celu zapewnienia optymalnych parametrów działania należy w opcji **I2> Char Angle** ustawić odpowiedni kąt charakterystyki. Ustawienie to powinno być równe kątowi fazowemu składowej przeciwnej prądu względem odwróconej składowej przeciwnej napięcia ($-V_2$) tak, by znajdowało w środku charakterystyki kierunkowej.

13.3.3 LOGIKA NPSOC

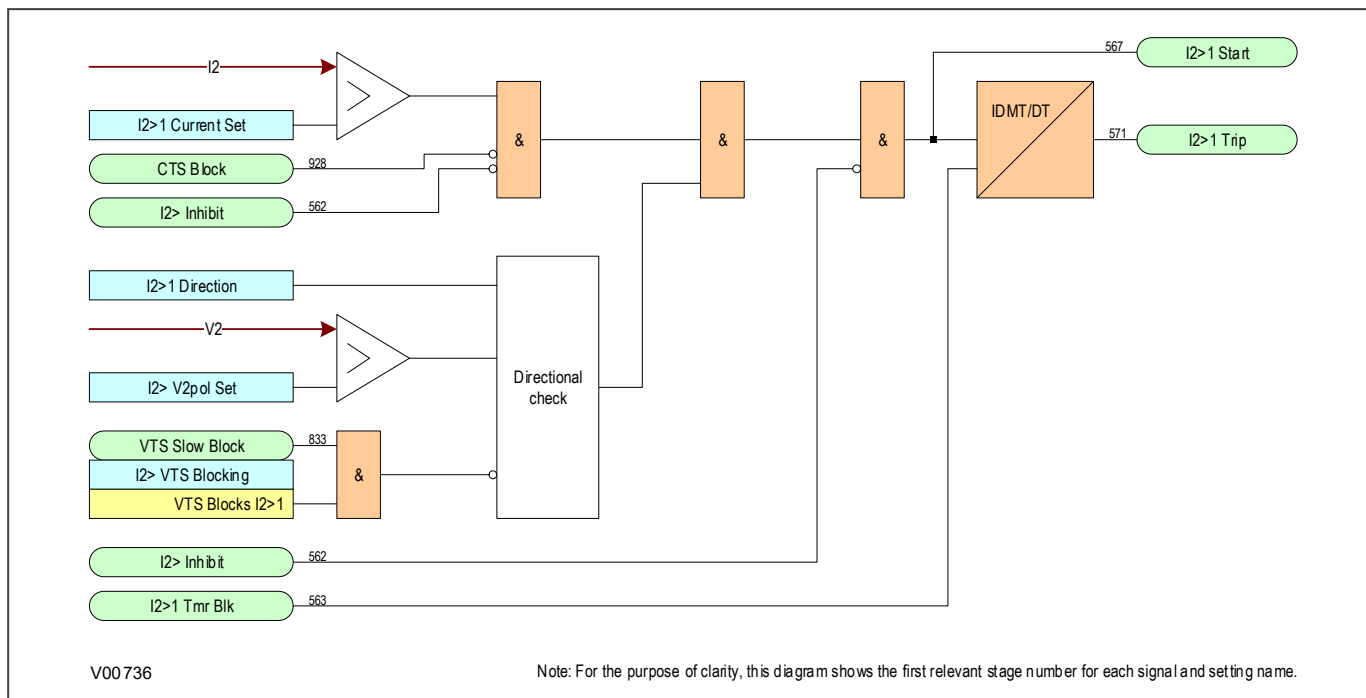


Figure 279: Schemat logiczny zabezpieczenia fazowego nadprądowego reagującego na składową przeciwną

13.3.4 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

13.3.4.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (PRÓG PRĄDOWY)

Przełącznik reagujący na składową przeciwną może być włączony w obwód zasilania strony pierwotnej transformatora i ustawiony na czułość wymaganą do zabezpieczenia przed zwarciami doziemnymi fazy lub międzyfazowymi po stronie wtórnej. Funkcja ta zapewni również lepsze zabezpieczenie przed wewnętrznymi zwarciami transformatora niż funkcja fazowego zabezpieczenia nadprądowego. Zabezpieczenie nadprądowe NPS powinno być ustawione tak, aby koordynowało działanie członów fazowych i doziemnych po stronie niskiego napięcia przy zwarciach doziemnych i międzyfazowych.

Próg pobudzenia prądowego musi być ustawiony powyżej wartości składowej przeciwnej prądu, której obecność w instalacji związana jest z maksymalną normalną niesymetrią obciążenia w instalacji. Można go ustawić na etapie odbioru, wykorzystując do tego celu funkcję pomiarową, która pozwoli wyświetlić fal stojącą składowej przeciwnej prądu.. To ustawienie powinno być o co najmniej 20% wyższe od tej wartości.

W zastosowaniach wymagających zadziałania członu reagującego na składową przeciwną na określone, nie wyłączone zwarcia niesymetryczne, z racji związanej z tym złożoności należy ustawić wartości progowej sprecyzować w oparciu o indywidualną analizę zwarcia dla danej instalacji. Jednakże w celu zapewnienia zadziałania zabezpieczenia, pobudzenie prądowe powinno być ustawione ok. 20% poniżej najniższego obliczonego udziału składowej przeciwnej prądu zwarciovego w określonym zwarciu dalekim.

13.3.4.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (OPÓŹNIENIE CZASOWE)

Prawidłowe określenie czasu opóźnienia dla tej funkcji jest zagadnieniem kluczowym. Należy także zdawać sobie sprawę z tego, że człon ten jest stosowany głównie dla zapewnienia dodatkowego zabezpieczenia do innych

urządzeń zabezpieczających lub do zapewnienia funkcji alarmowania. Z tej przyczyny zwykle cechuje się też długim czasem opóźnienia.

Ustawiona zwłoka czasowa musi być większa niż czas działania jakiegokolwiek innego urządzenia zabezpieczającego (przy minimalnym poziomie zwarcia), które może reagować na zwarcia niesymetryczne, jak człony nadprądowe fazowe i człony ziemnozwarciowe.

13.3.4.3 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (CZŁON KIERUNKOWY)

Tam, gdzie prąd składowej przeciwnej może płynąć w dowolnym kierunku przez lokalizację inteligentnego urządzenia elektronicznego, np. linie równoległe lub główne systemy pierścieniowe, należy zastosować sterowanie kierunkowe członu (tylko modele VT).

Kierunkowość osiąga się poprzez porównywanie kąta pomiędzy fazową składową przeciwną napięcia a fazową składową przeciwną prądu, a sam kierunek może być ustalony jako do przodu lub do tyłu. W celu zapewnienia optymalnych parametrów działania należy w opcji **I2> Char Angle** należy ustawić odpowiedni kąt charakterystyki przekaźnika. Ustawienie to powinno być równe kątowi fazowemu składowej przeciwnej prądu względem odwróconej składowej przeciwnej napięcia ($-V2$) tak, by znajdowało w środku charakterystyki kierunkowej.

Kąt pomiędzy $V2$ a $I2$ w warunkach zwarcia jest bezpośrednio zależny od impedancji źródła składowej przeciwnej występującej w instalacji. Jednakże typowa konfiguracja tego elementu jest następująca:

- Dla instalacji transmisyjnej kąt charakterystyki przekaźnika (RCA) powinien być ustawiony na -60°
- Dla instalacji rozdzielczej kąt charakterystyki przekaźnika (RCA) powinien być ustawiony na -45°

Aby zadziałały człony kierunkowe reagujące na składową przeciwną, urządzenie musi wykryć napięcie polaryzujące o wartości przekraczającej minimalną wartość progową, **I2> V2pol Set**. Wielkość ta musi być ustawiona na wartość przekraczającą składową kolejności przeciwnej napięcia stanu ustalonego. Można to ustalić na etapie uruchamiania, sprawdzając pomiary składowej przeciwnej faz w urządzeniu.

13.4 ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE

Zwarcia doziemne to zwarcia nadprądowe, w których prąd zwarciový płynie do ziemi. Zwarcia doziemne są najczęstszym rodzajem zwarć.

Zwarcia doziemne mogą być mierzone bezpośrednio na sieci za pomocą:

- Oddzielny przekładnik prądowy (CT) umieszczony w połączeniu uziemiającym systemu elektroenergetycznego
- Oddzielny przekładnik pFerrantiego (CBCT), zwykle podłączony do wejścia przekładnika czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego.
- Połączenie różnicowe trzech prądowych przekładników liniowych, za pośrednictwem którego można wyliczyć prąd zwarcia doziemnego sumując trzy zmierzone prądy fazowe.

W zależności od modelu, urządzenie oferuje jeden lub więcej z powyższych środków zabezpieczania przez zwarciami doziemnymi.

13.4.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA ZIEMNOZWARCIOWEGO

Zabezpieczenie ziemnozwarciowe definiuje się w kolumnie *EARTH FAULT* odpowiedniej grupy ustawień. Człon wykorzystuje wielkości pochodzące wewnętrznie z sumowania prądów trójfazowych.

Produkt zapewnia cztery stopnie zabezpieczenia ziemnozwarciowego o niezależnych charakterystykach zwłocznych, dla każdej kolumny *EARTH FAULT*.

Dla stopni 1 oraz 2 mamy do wyboru takie charakterystyki zadziałania i zerowania jak:

- Szereg krzywych IDMT (Inverse Definite Minimum Time).
- DT (Definite Time - charakterystyka czasowo niezależna).

Charakterystyki te wybiera się w komórkach:

- **IN>(n) funkcja** dla charakterystyki zadziałania zabezpieczenia nadprądowego,
- **IN>(n) Reset Char** dla charakterystyki zerowania zabezpieczenia nadprądowego,

gdzie (n) jest numerem stopnia.

Stopnie 1 oraz 2 oferują funkcję Timer Hold (zatrzymania timera). Jest ona konfigurowana w komórkach **IN>(n) tReset**

Stopnie 3 oraz 4 mogą mieć tylko charakterystyki zależne czasowo.

Zabezpieczenie ziemnozwarciowe IN> może być ustawione jako:

- Trwale wyłączone
- Trwale włączone
- Włączone tylko, jeżeli bezpiecznik/wyłącznik nadprądowy (MCB) przekładnika napięciowego ulegnie uszkodzeniu.
- Włączone tylko, jeżeli kanał komunikacyjny zabezpieczenia ulegnie uszkodzeniu
- Włączone, jeśli dojdzie do usterki bezpiecznika przekładnika napięciowego/wyłącznika MCB lub kanału komunikacyjnego zabezpieczenia
- Włączone, jeśli dojdzie do usterki bezpiecznika przekładnika napięciowego/wyłącznika MCB i kanału komunikacyjnego zabezpieczenia

Każdy stopień może być indywidualnie wstrzymywany sygnałem DDB **Inhibit IN>(n)**, gdzie n jest numerem stopnia.

13.4.2 KRZYWA IDG

Krzywa IDG jest powszechnie stosowana dla zwłocznych zabezpieczeń ziemnozwarciowych dostępnych na rynku szwedzkim. Krzywa ta jest dostępna w 1 stopniu zabezpieczenia ziemnozwarciowego.

Krzywa IDG opisana jest poniższym równaniem.

$$t_{op} = 5.8 - 1.35 \log_e \left(\frac{I}{IN > Setting} \right)$$

gdzie:

t_{op} jest czasem zadziałania

- I jest prądem zmierzonym,

$IN > Setting$ jest regulowanym parametrem, który określa punkt gwiazdy danej charakterystyki

Note:

Chociaż punkt gwiazdy charakterystyki definiowany jest przez parametr „ $IN >$ ”, rzeczywista prądowa wartość progowa definiowana jest parametrem „ $IDG Is$ ”. Parametr „ $IDG Is$ ” jest wielokrotnością parametru „ $IN >$ ”.

Note:

W przypadku zastosowania charakterystyki zadziałania IDG, dla charakterystyki zerowania DT przyjmuje wartość zerową.

Do ustawienia minimalnego czasu zadziałania przy wysokich prądach zwarciovych stosuje się również dodatkowe ustawienie „IDG Time.”

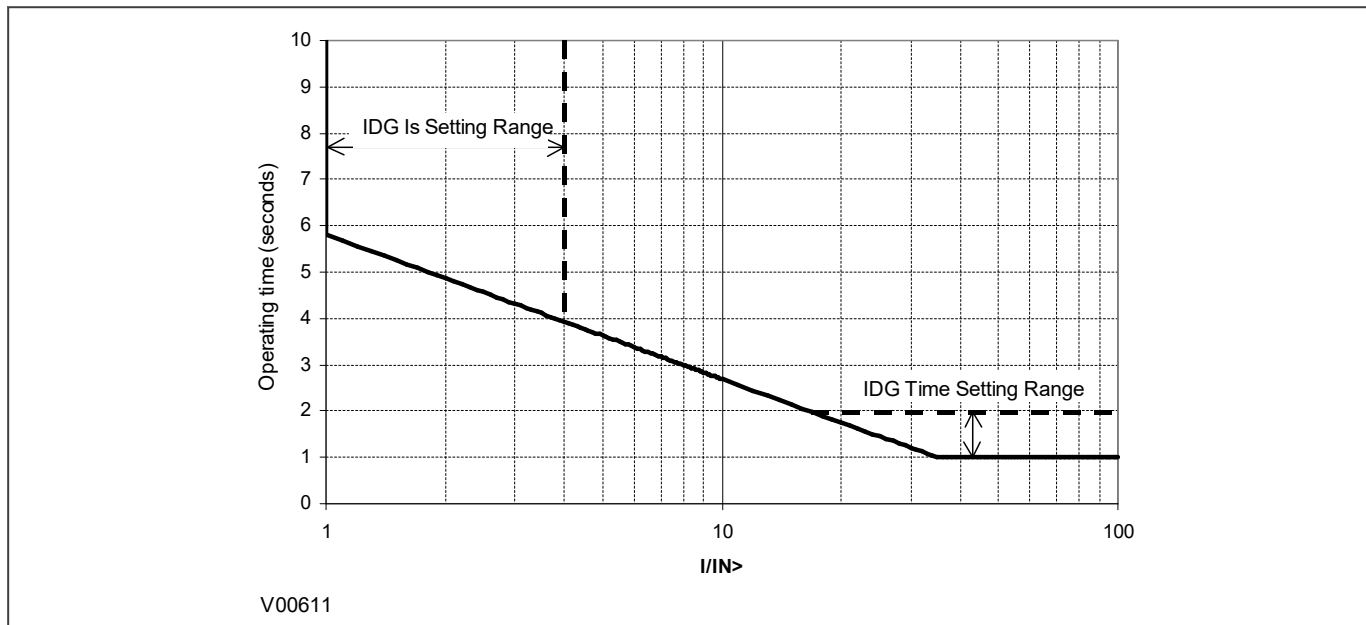


Figure 280: Charakterystyka IDG

13.4.3 CZŁON KIERUNKOWY

W przypadkach, gdy prąd zwarcia doziemnego może popłynąć w obu kierunkach przez miejsce zastosowania zabezpieczenia, konieczne jest zastosowanie nadprądowych członów kierunkowych, które pozwolą określić kierunek zwarcia. Typowymi instalacjami wymagającymi tego typu zabezpieczenia są równoległe linie zasilające oraz główne instalacje pierścieniowe.

Człon kierunkowy jest dostępny dla wszystkich stopni zwarcia doziemnego. Można je znaleźć w komórkach ustawiania kierunku dla odpowiedniego stopnia. Można je ustawić na niekierunkowe, kierunkowe do przodu lub kierunkowe wstecz.

W razie potrzeby sterowanie kierunkowe można zablokować za pomocą członu VTS.

W standardowym zabezpieczeniu ziemnozwarciowym dostępne są dwie opcje polaryzacji; napięciem szczątkowym (składową zerową) lub składową przeciwną.

13.4.3.1 POLARYZACJA NAPIĘCIEM SZCZĄTKOWYM

W przypadku zabezpieczenia ziemnozwarciowego sygnał polaryzujący musi odzwierciedlać wystąpienie zwarcia doziemnego. Napięcie szczątkowe generowane podczas zwarcia doziemnego wykorzystywane jest powszechnie do polaryzacji członów kierunkowych zabezpieczeń ziemnozwarciowych. Jest to znane jako polaryzacja napięciem składowej zerowej, polaryzacja napięciem szczątkowym lub polaryzacja napięcia przesunięcia punktu neutralnego (NVD).

Niewielkie poziomy napięcia resztkowego mogą występować w normalnych warunkach z powodu nierównowagi systemu, niedokładności VT i tolerancji urządzenia. Z tego powodu urządzenie oferuje możliwość ustawienia progu (**IN>VNPOL set**), który musi zostać przekroczony, by funkcja DEF mogła zadziałać. Pomiar napięcia szczątkowego w kolumnie **MEASUREMENTS 1** menu może pomóc w określeniu wymaganego ustawienia wartości progowej podczas rozruchu, ponieważ pozwoli to określić poziom napięcia szczątkowego.

Note:

Napięcie szczątkowe jest nominalnie przesunięte o 180° względem prądu szczątkowego. W konsekwencji człon DEF są spolaryzowane od wielkości „-Vres.” To 180° przesunięcie fazowe jest automatycznie wprowadzane do urządzenia.

Kryteria kierunkowe z polaryzacją napięciem szczątkowym podano poniżej:

- Kierunkowe do przodu: $-90^\circ < (\text{kąt}(\text{IN}) - \text{kąt}(\text{VN} + 180^\circ) - \text{RCA}) < 90^\circ$
- Kierunkowe odwrotne: $-90^\circ > (\text{kąt}(\text{IN}) - \text{kąt}(\text{VN} + 180^\circ) - \text{RCA}) > 90^\circ$

13.4.3.2 POLARYZACJA SKŁADOWĄ PRZECIWNĄ

Niekiedy zastosowanie polaryzacji napięciem szczątkowymi może nie być możliwe do uzyskania, albo, w najlepszym wypadku, może być problematyczne. Przykładowo może nie być dostępnego przekładnika napięciowego odpowiedniego typu lub też aplikacje z zrównoległymi liniami WN/NN mogą stwarzać problemy ze wzajemnym sprzężeniem składowej kolejności zerowej.

W takich sytuacjach problem ten można rozwiązać poprzez zastosowanie polaryzacji składową przeciwną (NPS). Metoda ta determinuje kierunek zwarcia poprzez porównanie napięcia NPS z prądem NPS. Wielkością wymuszającą zadziałanie zabezpieczenia jest jednakże nadal prąd szczątkowy.

Można to wykorzystać zarówno w przypadku obliczonych, jak i zmierzonych standardowych członów ziemnozwarciowych. Wymaga to ustawienia odpowiednich wartości progowych napięcia oraz prądu w komórkach, odpowiednio **IN >V2pol set** oraz **IN>I2pol set**.

Polaryzacja fazową składową przeciwną nie jest zalecana dla instalacji z uziemieniem impedancyjnym, bez względu na zastosowany typ przekładnika VT zasilającego przełącznik. Spowodowane jest to zredukowanym prądem zwarcia doziemnego ograniczającym spadek napięcia na impedancji źródła o przeciwnej kolejności faz do poziomów pomijalnych. Jeśli napięcie to jest mniejsze niż 0,5 V, urządzenie przestanie zapewniać kierunkowość.

Kryterium kierunkowości przy polaryzacji przeciwną kolejnością faz (składową przeciwną) podano poniżej:

- Kierunkowe do przodu: $-90^\circ < (\text{kąt}(\text{IN}) - \text{kąt}(\text{VN} + 180^\circ) - \text{RCA}) < 90^\circ$
- Kierunkowe odwrotne: $-90^\circ > (\text{kąt}(\text{IN}) - \text{kąt}(\text{VN} + 180^\circ) - \text{RCA}) > 90^\circ$

13.4.4 LOGIKA ZABEZPIECZENIA ZIEMNOZWARCIOWEGO

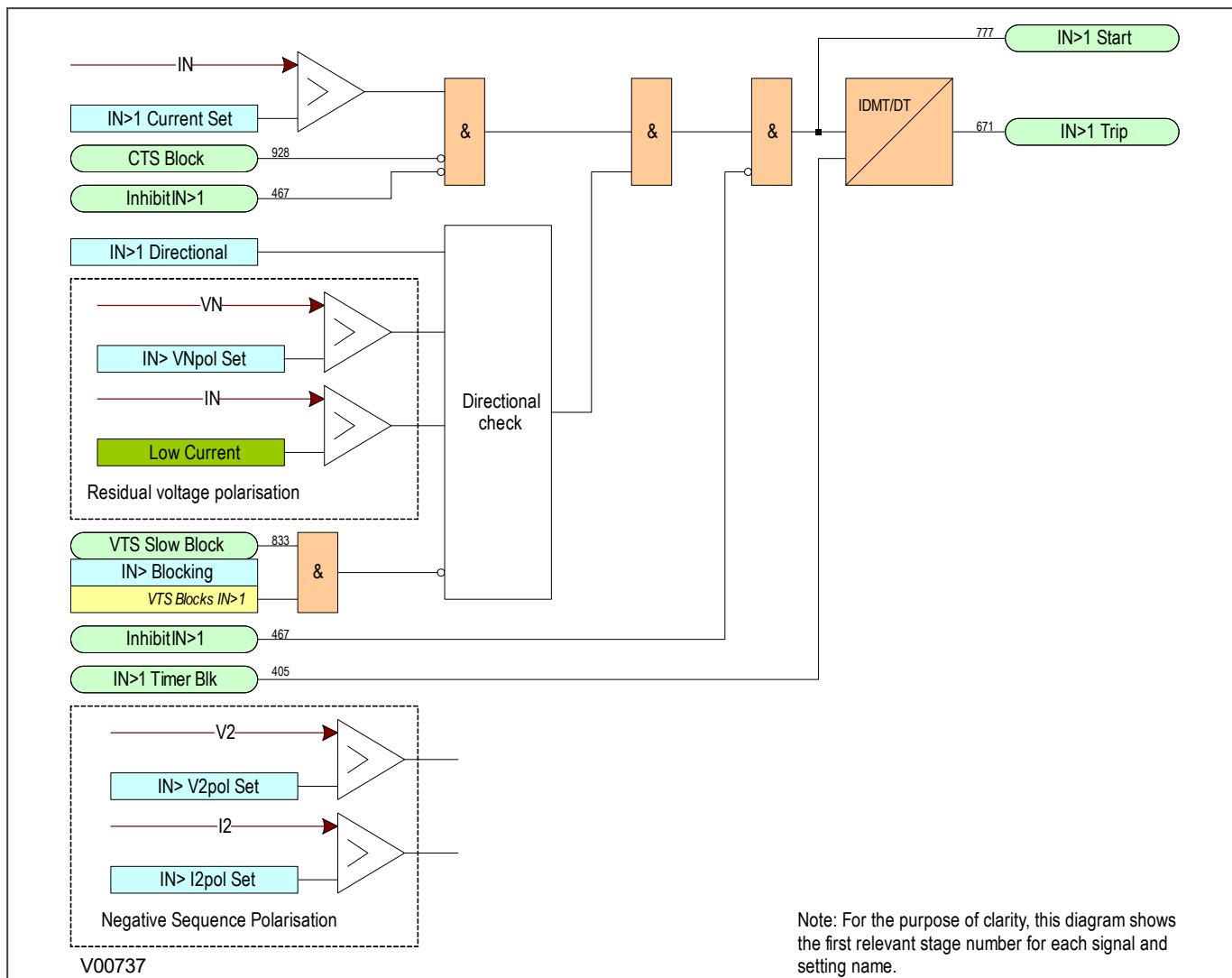


Figure 281: Schemat logiczny zabezpieczenia ziemnozwarciowego

13.4.5 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

13.4.5.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI POLARYZACJI NAPIĘCIEM SZCZĄTKOWYM

Niskie poziomy napięcia szczątkowego mogą występować w normalnych warunkach pracy sieci, z racji jej niesymetryczności, niedokładności przekładnika napięciowego, tolerancji inteligentnych urządzeń elektronicznych, itd. Z tego powodu inteligentne urządzenie elektroniczne oferuje możliwość ustawienia progu (**IN> VNPol Set**) który musi zostać przekroczony, by funkcja DEF mogła zadziałać. W praktyce typowe napięcie składowej zerowej w prawidłowo działającym systemie może wynosić nawet 1% (tj. 3% wartości szczątkowej), a błąd przekładnika napięciowego może wynosić 1% na fazę. Dlatego typowa nastawa zawiera się w granicach od 1% do 4%. Pomiar napięcia szczątkowego może pomóc w określeniu wymaganego ustawienia wartości progowej podczas rozruchu, ponieważ pozwoli to określić poziom napięcia szczątkowego.

13.4.5.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (CZŁON KIERUNKOWY)

Przy kierunkowych zabezpieczeniach ziemnozwarciowych (DEF), szczytkowy prąd w warunkach zwarcia opóźnia się o pewien kąt względem napięcia polaryzującego. Tak więc dla aplikacji z zabezpieczeniem DEF wymagane jest ujemne ustawienie RCA. Ustawienia tego dokonuje się w komórce **I> Char Angle** w odpowiednim menu zwarcia doziemnego (earth fault).

Zalecamy następujące ustawienia RCA:

- Układy uziemione rezystancyjnie: 0°
- Instalacje rozdzielcze (uziemione bezpośrednio): -45°
- Instalacje przesyłowe (uziemione bezpośrednio): -60°

13.5 CZUŁE ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE

W przypadku niektórych zwarcí doziemnych, prąd zwarciový płynący do ziemi jest ograniczany albo przez celowo wprowadzona rezystancję (jak w przypadku niektórych sieci WN) lub rezystancję nieintencjonalną (np. w bardzo suchych warunkach, gdy podłóże ma wysoką rezystancję , jak np. ma to miejsce w przypadku piasku i skały).

Aby uzyskać odpowiednią ochronę w takich przypadkach konieczne jest zastosowanie w systemie zabezpieczenia ziemnozwarciowego nastawy znacząco niższej niż w przypadku zabezpieczenia linii normalnej. Takiej czułości nie można zapewnić z użyciem konwencjonalnych przekładników prądowych, dlatego czułe zabezpieczenie ziemnozwarciowe podłączane jest zwykle do przekładnika prądowego Ferrantiego (CBCT) zainstalowanego na trzech fazach kabla zasilającego. Transformator SEF powinien być transformatorem specjalnej klasy pomiarowej.

13.5.1 IMPLEMENTACJA CZUŁEGO ZABEZPIECZENIA ZIEMNOZWARCIOWEGO

Produkt oferuje cztery stopnie czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego (SEF) o niezależnych charakterystykach opóźnienia czasowego.

Dla stopni 1, 2 mamy do wyboru takie charakterystyki zadziałania i zerowania jak:

- Szereg krzywych IDMT (Inverse Definite Minimum Time).
- DT (Definite Time - charakterystyka czasowo niezależna).

Charakterystyki te wybiera się w komórkach:

- **ISEF>(n) Function** dla charakterystyki zadziałania zabezpieczenia nadprądowego,
- **ISEF>(n) Reset Chr** dla charakterystyki zerowania zabezpieczenia nadprądowego,

gdzie (n) jest numerem stopnia.

Stopnie 1 oraz 2 oferują funkcję Timer Hold (zatrzymania timera). Jest ona konfigurowana w komórkach **ISEF>(n) tReset**.

Etapy 3 i 4 mają wyłącznie charakterystykę czasowo niezależną.

Każdy stopień może być indywidualnie wstrzymywany sygnałem DDB Inhibit ISEF>(n), gdzie n jest numerem stopnia.

13.5.2 KRZYWA EPATR B

Przebieg EPATR B jest na niektórych rynkach powszechnie używany dla zwłocznych czułych zabezpieczeń ziemnozwarciowych. Przebieg ten jest dostępny jedynie dla stopni 1 oraz 2 czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego. Jest on oparty na nastawach prądu pierwotnego i wykorzystuje przekładnie przekładnika zabezpieczenia SEF rzędu 100:1 A.

Przebieg EPATR_B podzielony jest na 3 osobne odcinki, zdefiniowane w odniesieniu do prądu pierwotnego. Jest on zdefiniowany w następujący sposób:

Odcinek	Zakres prądu pierwotnego w oparciu o przekładnię przekładnika prądowego rzędu 100A:1A	Charakterystyka prądowo/czasowa
1	ISEF = 0,5 A do 6,0 A	$t = 432 \times \text{TMS} / \text{ISEF}$ 0,655 sek.
2	ISEF = 6,0 A do 200 A	$t = 800 \times \text{TMS} / \text{ISEF}$ sek.
3	ISEF powyżej 200 A	$t = 4 \times \text{TMS}$ sek.

gdzie TMS (ustawienie mnożnika czasowego) wynosi 0,025 - 1,2 w krokach 0,025.

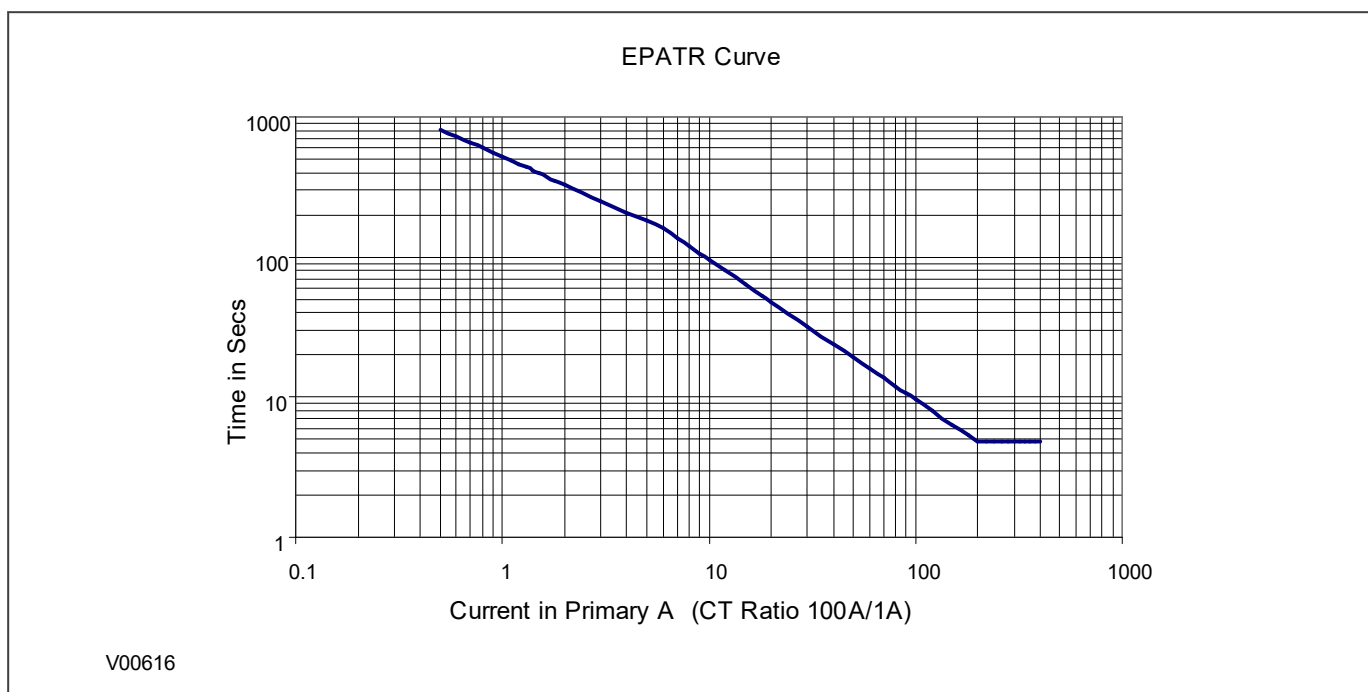


Figure 282: Charakterystyka EPATR B pokazana dla TMS = 1,0

13.5.3 LOGIKA CZUŁEGO ZABEZPIECZENIA ZIEMNOZWARCIOWEGO

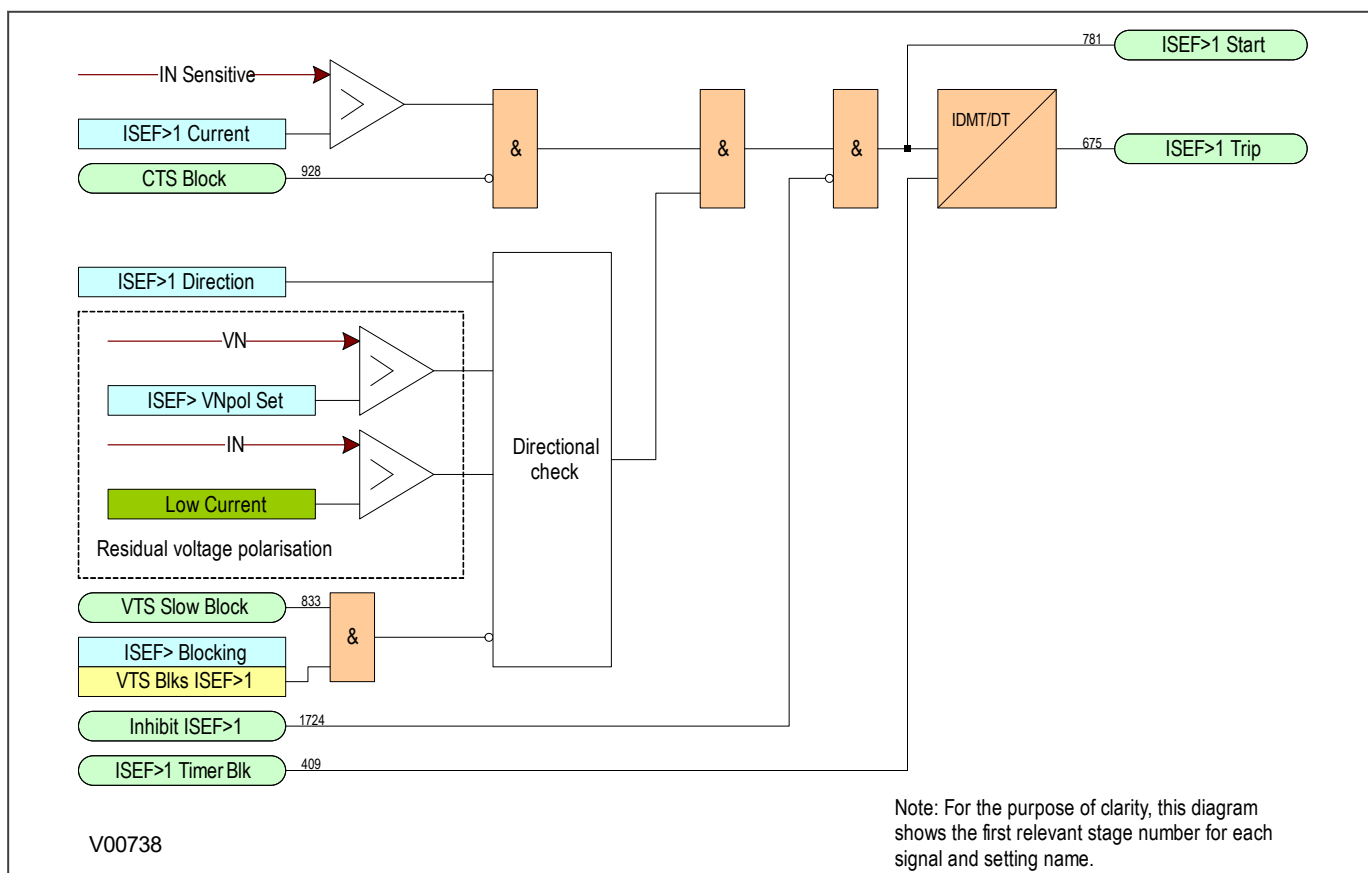


Figure 283: Schemat logiczny czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego

13.5.4 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

13.5.4.1 SIECI IZOLOWANE

W przypadku sieci izolowanych niemożliwe jest wykrywanie zwarć z wykorzystaniem standardowego zabezpieczenia ziemnozwarciowego. Możliwe jest użycie do tego celu zabezpieczenia nadnapięciowego szczątkowego, lecz nawet przy tej metodzie nie ma możliwości pełnego rozróżnienia. Pełne rozróżnianie zwarć doziemnych w sieciach tego typu jest możliwe tylko przy użyciu czułego zabezpieczenia ziemnozwarciowego SEF. Tego typu zabezpieczenie wykrywa wypadkową asymetrię prądów ładowania sieci, które występują podczas zwarć doziemnych. Do tego typu zastosowań należy wykorzystać przekładnik Ferrantiego (przekładnik prądowy z rdzeniem zrównoważonym). Eliminuje to prawdopodobieństwo wystąpienia prądu rozptywowego, który może powstawać na skutek niewielkiego niedopasowania pomiędzy przekładnikami prądowymi połączonymi poszczególnych faz połączonymi w układ Holmgreena. Umożliwia to stosowanie znacznie niższej przekładni PP, tym samym ułatwiając uzyskanie wymaganej czułości zabezpieczenia.

Na poniższym schemacie przedstawiono izolowaną sieć ze zwarcie na fazie C.

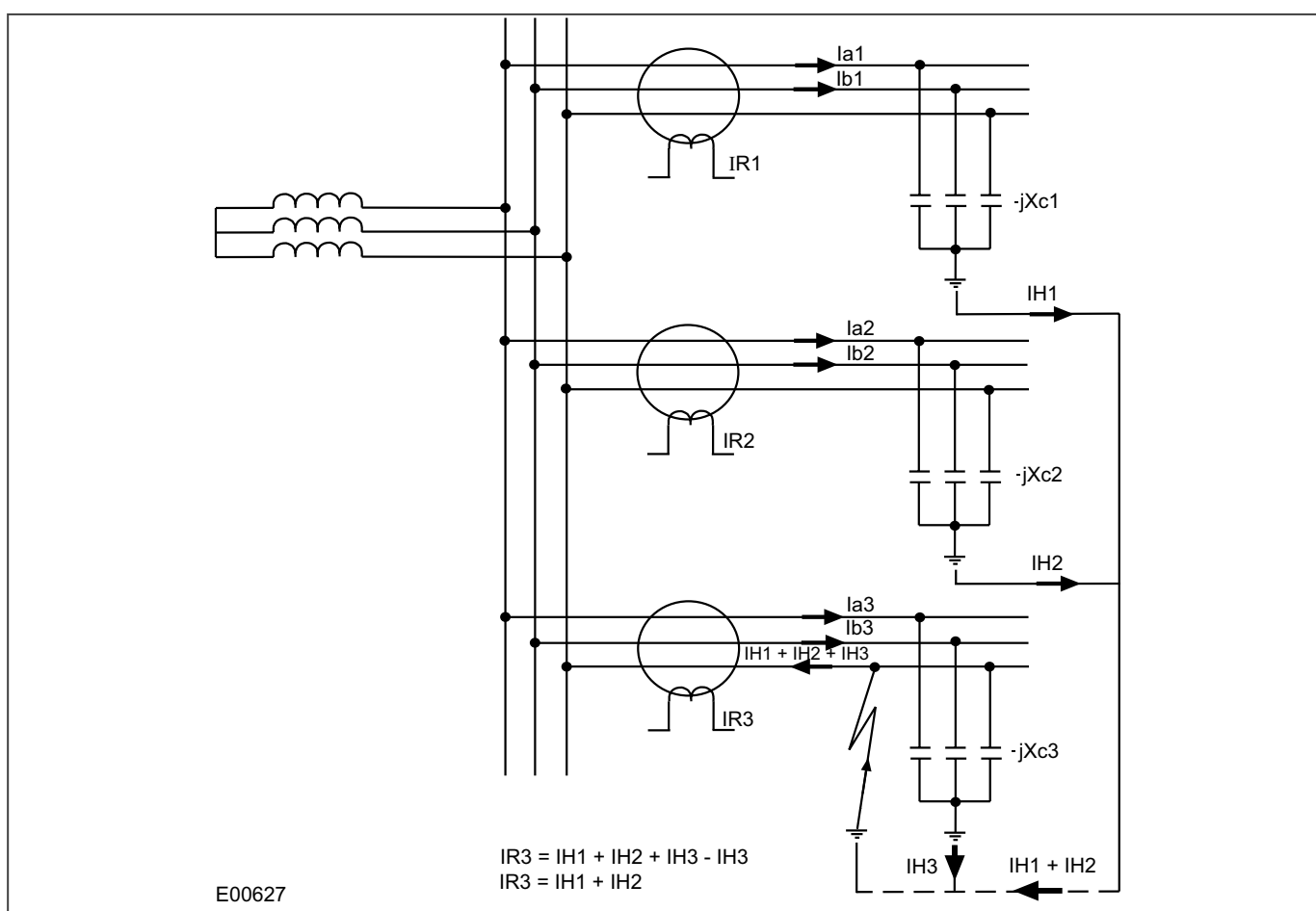


Figure 284: Rozptył prądów w sieci izolowanej ze zwarcie na fazie C

Człony zabezpieczające sprawnych linii wykrywają asymetrię prądu ładującego na swoich własnych liniach zasilających. Natomiast człon zabezpieczenia, w której nastąpiło zwarcie wykrywa prąd ładujący pochodzący od pozostałej części sieci (w tym przypadku IH1 oraz IH2). Prąd ładowania linii zwartej (IH3) zostaje zniwelowany.

Nawiązując do zamieszczonego wykresu wektorowego, można zauważyć, że zwarcie doziemne fazy C powoduje wzrost napięcia na sprawnych fazach o współczynnik $\sqrt{3}$. Prąd ładowania fazy A (I_{a1}), wyprzedza wypadkowe napięcie fazy A o 90° . Podobnie prąd ładowania fazy B wyprzedza wypadkowe napięcie V_b o 90° .

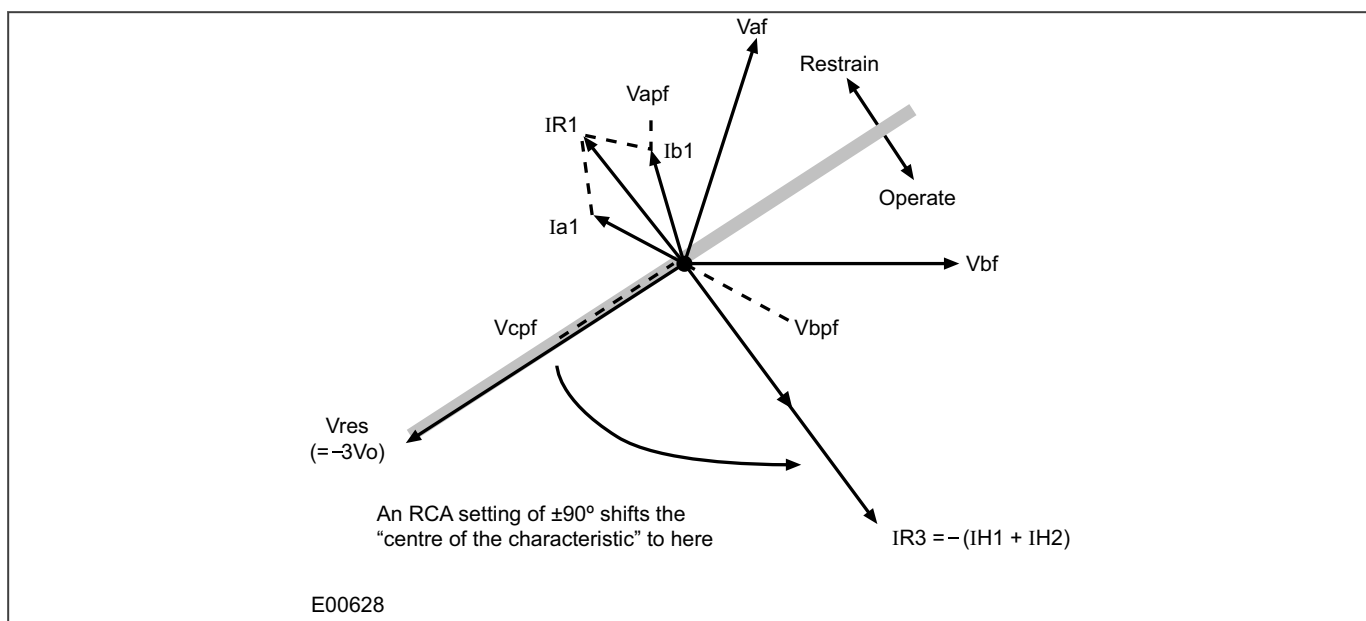


Figure 285: Wykresy fazorowe dla sieci izolowanej ze zwarcie fazy C

Wykrywana przez przekładnik Ferrantiego asymetria prądu w sprawnych liniach jest sumą wektorów I_{a1} oraz I_{b1} . W wyniku tego prąd szczytkowy jest opóźniony względem napięcia polaryzującego ($-3V_o$) o 90° . Jako, że napięcia faz nie zwartych wzrastają o $\sqrt{3}$, prądy ładujące tych trzech faz są również $\sqrt{3}$ razy większe niż ich wartości w stanie ustalonym. Zatem amplituda prądu szczytkowego $IR1$ jest równa 3-krotności fazowego prądu ładowania w stanie ustalonym.

Na wykresie fazorowym pokazano, że prądy szczytkowe linii sprawnych i objętych zwarcie (odpowiednio $IR1$ oraz $IR3$) są w przeciwfazie. Można zatem zastosować człon kierunkowy (jeśli jest dostępny) w celu zapewnienia selektywnej ochrony ziemnozwarciowej.

Jeżeli polaryzacja zostanie przesunięta o kąt wynoszący $+90^\circ$, prąd szczytkowy wykrywany przez przekładnik linii objętej zwarcie będzie leżeć wewnątrz obszaru zadziałania charakterystyki kierunkowej, a prąd sprawnych linii znajdzie się wewnątrz obszaru wstrzymania.

Wymagana nastawa kąta charakterystyki dla zabezpieczenia SEF, gdy jest ono stosowane w sieciach izolowanych, wynosi $+90^\circ$. Powyższe stwierdzenie ma zastosowanie w przypadku, gdy inteligentne urządzenie elektroniczne jest podłączone w taki sposób, że prąd w przypadku zadziałania płynie od szyny zbiorczej źródła w kierunku linii. Jeżeli dla zadziałania ustawiono kierunek przewodzenia, taki, że prąd płynie od linii w kierunku szyny zbiorczej, wówczas wymagane będzie ustawienie kąta RCA wynoszące -90° .

Note:

Selektywność może być uzyskana bez konieczności stosowania kontroli kierunkowej. Jednakże, można to osiągnąć wyłącznie w przypadku, gdy możliwe jest ustawienie urządzenia IED powyżej prądu ładowania chronionej linii oraz poniżej prądu ładowania dla pozostałej części sieci.

13.5.4.2 WYTICZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI (SIECI IZOLOWANE)

Prąd szczytkowy linii objętej zwarcie jest równy sumie prądów obciążenia pochodzących od pozostałej części sieci. Ponadto, sumowanie prądów ładowania dwóch sprawnych faz na każdej linii zasilającej daje całkowity prąd ładowania, którego wartość jest równa trzykrotności prądu fazowego. Zatem, całkowity prąd niesymetryczny jest równy trzykrotności fazowego prądu ładowania pozostałej części sieci. Typowa nastawa może zatem wynosić 30% tej wartości, tj. może być równa prądowi ładowania każdej fazy pozostałej części sieci. Z praktycznego punktu widzenia, wymagana nastawa może być należyście określona na miejscu, gdy możliwe będzie przyjęcie odpowiednich ustawień na podstawie uzyskanych wyników rzeczywistych.

W przypadku stosowania przekładnika Ferrantiego należy zwrócić uwagę na jego usytuowanie względem uziemienia ekranu kabla:

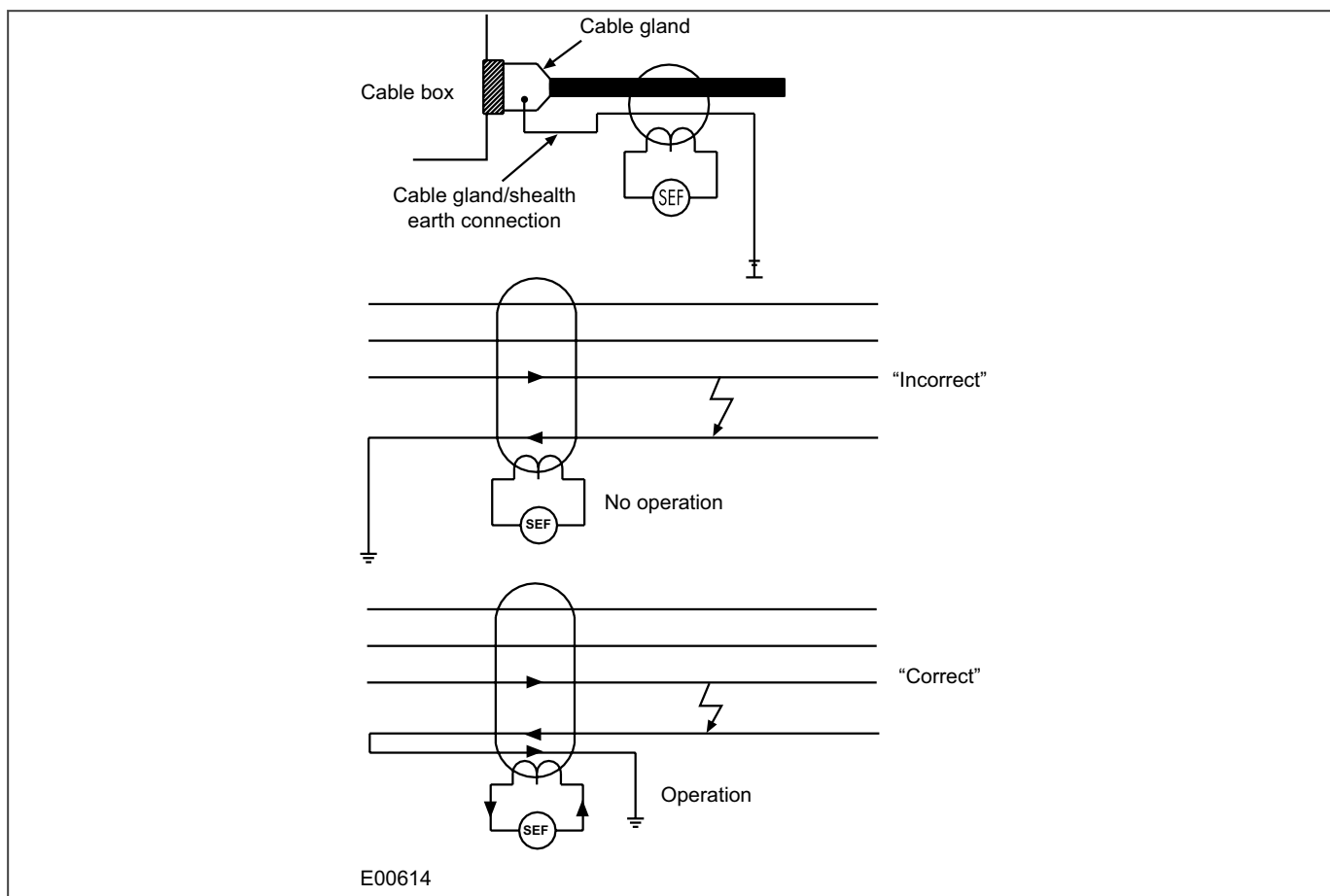


Figure 286: Usytuowanie przekładników Ferrantiego

Jeżeli ekran kabla jest zakończony na dławiku i bezpośrednio uziemiony w tym punkcie, zwarcie na kablu (pomiędzy fazą i ekranem) nie będzie skutkować jakąkolwiek asymetrią na przekładniku Ferrantiego. Dlatego też, przed wykonaniem uziemienia, połączenie musi być poprowadzone z powrotem przez przekładnik Ferrantiego (CBCT) i uziemione po stronie linii zasilającej. To z kolei zapewnia prawidłowe działanie przekaźnika w stanie zwarcia doziemnego.

13.6 WYSOKOIMPEDANCYJNE STREFOWE ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE REF

Urządzenie zapewnia wysokoimpedancyjne strefowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe. W celu zapewnienia stabilności na wypadek obecności nasyconych liniowych przekładników prądowych wymagane jest zastosowanie rezystora zewnętrznego. Sygnały nadzoru przekładnika prądowego nie blokują wysokoimpedancyjnego strefowego zabezpieczenia ziemnozwarciowego. Aby zablokować wysokoimpedancyjne zabezpieczenie REF w razie aktywowania któregośkolwiek z powyższych sygnałów należy skonfigurować odpowiednią logikę w kodzie PSL.

13.6.1 ZASADA DZIAŁANIA WYSOKOIMPEDANCYJNEGO STREFOWEGO ZABEZPIECZENIA ZIEMNOZWARCIOWEGO REF

Układ ten jest bardzo czuły i może chronić przed niskimi prądami zwarciovymi, typowymi dla zwarć w uzwojeniach.

Wysokoimpedancyjne strefowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe działa na zasadzie różnicowej. Działa na zasadzie prądu krążącego, jak pokazano na poniższym schemacie.

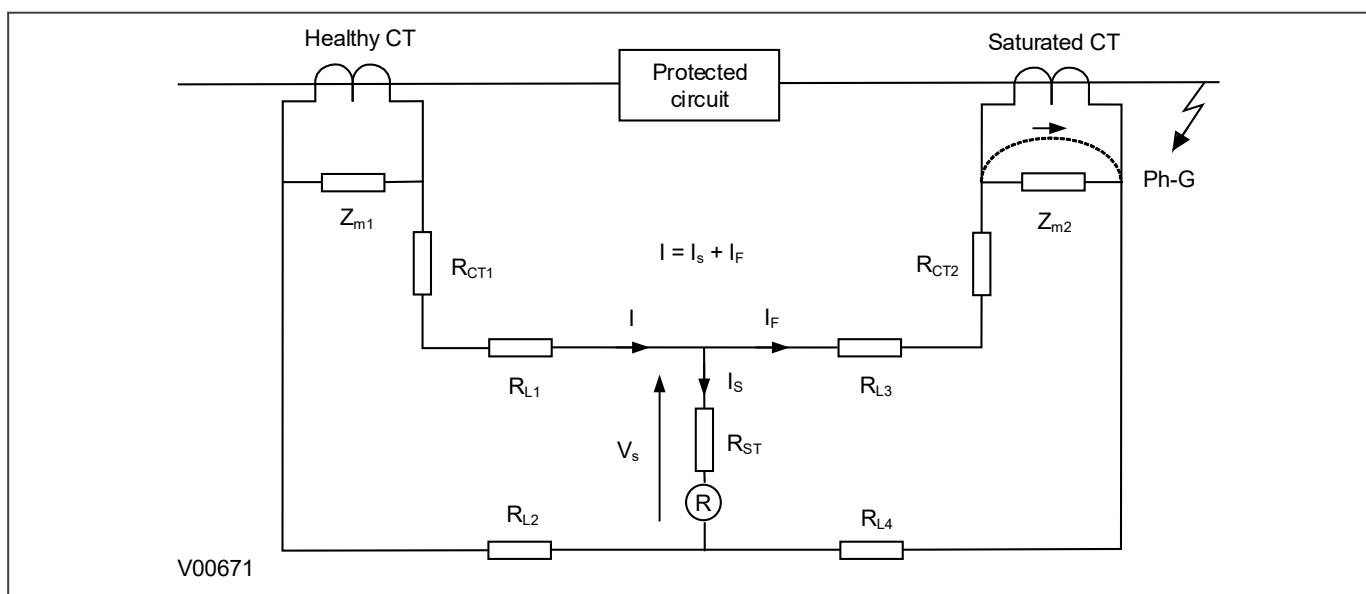


Figure 287: Zasada działania wysokoimpedancyjnego strefowego zabezpieczenia ziemnozwarciowego REF

Liniowy przekładnik prądowy, na którym występują silne zwarcia bezpośrednie może wprowadzać nierównomierne nasycenie skutkujące niezrównoważeniem. W celu zapewnienia stabilności w takich warunkach konieczne jest szeregowe włączenie rezystora zewnętrznego, tak aby większość prądu niezrównoważonego przepływała przez przekładnik CT nasycony. W rezultacie prąd przepływający przez przekładnik będzie mniejszy od ustawionego, co pozwoli na zachowanie stabilności podczas zwarc zewnętrznych.

Napięcie na członie $V_s = I_F (R_{CT2} + R_{L3} + R_{L4})$

Rezystor stabilizujący $R_{ST} = V_s/I_s - R_R$

gdzie:

- I_F = Maksymalny prąd zwarcia bezpośredniego strony wtórnej
- R_R = obciążenie urządzenia
- R_{CT} = wtórna rezystancja uzwojenia CT
- R_{L2} and R_{L3} = Rezystancje przewodów od urządzenia do przekładnika prądowego
- R_{ST} = rezystor stabilizujący

Wysokoimpedancyjne strefowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe REF można stosować zarówno do uzwojeń w układzie delta, jak i w układzie w gwiazdę, zarówno w systemach z uziemieniem bezpośrednim, jak i uziemionych poprzez rezystancję. Podłączenia do nowoczesnego inteligentnego urządzenia elektronicznego są następujące:

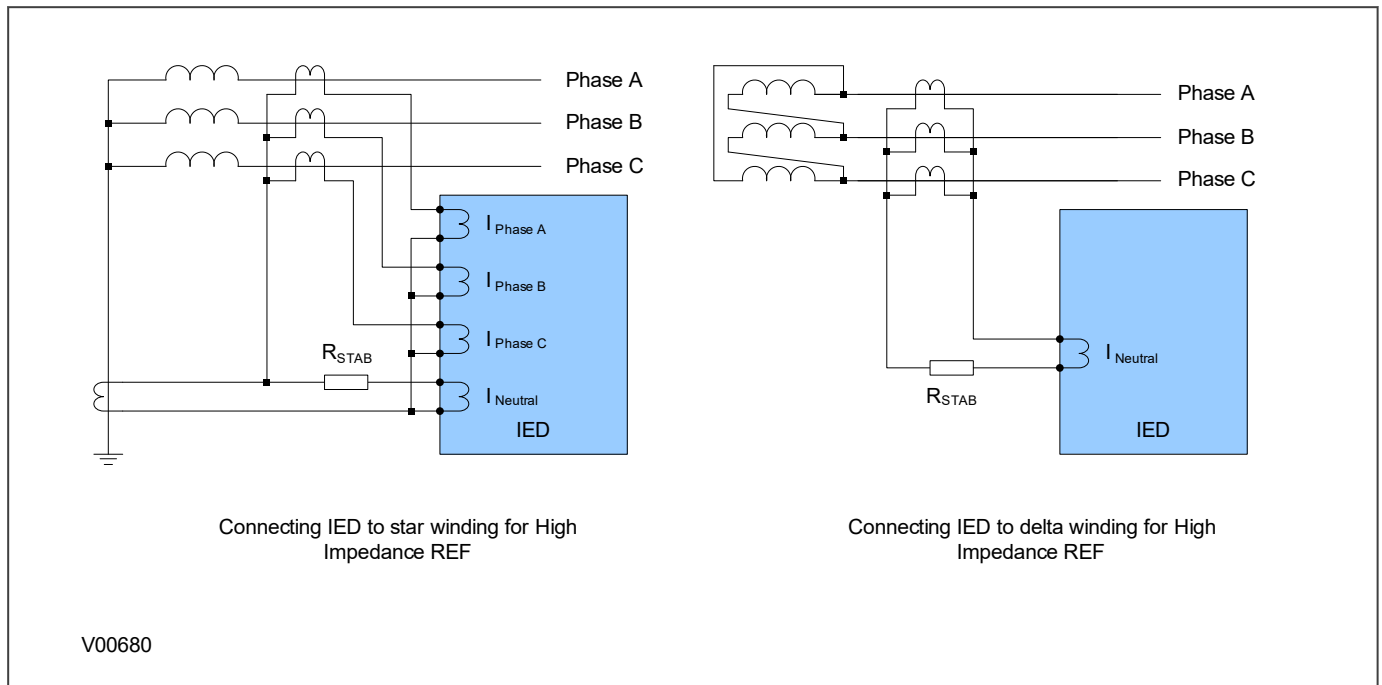


Figure 288: Połączenie wysokoimpedancyjnego zabezpieczenia REF

13.7 ZABEZPIECZENIE PRZECIĄŻENIOWE TERMICZNE

Ciepło wytwarzane w elemencie instalacji to strata rezystancyjna. Termiczna charakterystyka czasowa opiera się zatem na równaniu I^2Rt . Nadmierne obciążenie cieplne występuje, gdy przez pewien czas nastąpi przepływ prądu o natężeniu, które jest wyższe niż maksymalna wartość znamionowa.

Jak wiadomo, temperatura podczas grzania zmienia się wykładniczo. Urządzenie zapewnia dwie charakterystyki zabezpieczenia przed przeciążeniem termicznym; charakterystyka z jedną stałą czasową i charakterystyka z dwiema stałymi czasowymi. Wybiera się je w zależności od zastosowania.

13.7.1 CHARAKTERYSTYKA Z JEDNĄ STAŁĄ CZASOWĄ

Ta charakterystyka jest wykorzystywana do ochrony kabli, transformatorów suchych oraz baterii kondensatorów.

Charakterystyka termiczna z jedną stałą czasową jest opisana równaniem:

$$t = -\tau \log_e \left[\frac{I^2 - (KI_{FLC})^2}{I^2 - I_p^2} \right]$$

gdzie:

- t = czas do wyzwalania, mierzony od momentu pojawienia się prądu przeciążenia, l
- τ = Stała czasowa nagrzewania oraz chłodzenia chronionej instalacji
- I = najwyższy prąd fazowy
- I_{FLC} prąd znamionowy pełnego obciążenia (nastawa wyzwolenia cieplnego (Thermal Trip))
- K = stała o wartości 1,05
- I_p = Początkowa wartość prądu ładowania, przed przeciążeniem, w stanie ustalonym

13.7.2 CHARAKTERYSTYKA Z DWOMA STAŁYMI CZASOWYMI

Ta charakterystyka służy do zabezpieczania urządzeń, jak transformatory olejowe z naturalnym chłodzeniem powietrzem. Model cieplny jest podobny do modelu z jedną stałą czasową, z wyjątkiem konieczności ustawienia dwóch stałych timera.

W przypadku pomijalnego przeciążenia, ciepło będzie przepływać z uzwojeń do oleju izolacyjnego. Dlatego przy niskim prądzie, krzywa modelowa będzie w głównej mierze zależeć od długiej stałej czasowej dla oleju. Stanowi to zabezpieczenie przed poważniejszym wzrostem temperatury oleju.

W przypadku poważnych przeciążeń, ciepło gromadzi się w uzwojeniach transformatora z niewielką możliwością rozproszenia w otaczającym je oleju izolacyjnym. Dlatego przy dużych prądach, krzywa modelowa zależy w głównej mierze od krótkiej stałej czasowej uzwojeń. Stanowi to zabezpieczenie przed powstaniem gorących punktów w uzwojeniach transformatora.

Ogólnie rzecz ujmując, charakterystyka z dwoma stałymi czasowymi służy do ochrony izolacji uzwojeń przed starzeniem oraz do zminimalizowania wytwarzania gazu przez przegrzany olej. Należy jednak zauważyć, że model cieplny nie kompensuje wpływu zmian temperatury otoczenia.

Charakterystyka termiczna z dwoma stałymi czasowymi jest opisana równaniem:

$$0.4e^{(-t/\tau_1)} + 0.6e^{(-t/\tau_2)} = \left[\frac{I^2 - (KI_{FLC})^2}{I^2 - I_p^2} \right]$$

gdzie:

- τ_1 = stała czasowa nagrzewania oraz chłodzenia uzwojeń transformatora
- τ_2 = stała czasowa nagrzewania i chłodzenia oleju izolacyjnego

13.7.3 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA PRZECIĄŻENIOWEGO CIEPLNEGO

Urządzenie pracuje na prądowej charakterystyce termicznej, wykorzystując prąd obciążenia po przekształceniu Fouriera do stworzenia modelu cieplnego chronionej instalacji. Człon ten może być ustawiony na stopnie alarmowe i wyzwalające jednocześnie.

Przeciążeniowe zabezpieczenie cieplne jest aktywowane *THERMAL OVERLOAD* odpowiedniej grupy ustawień.

W tej kolumnie znajdują się ustawienia dotyczące rodzaju charakterystyki, progów alarmu oraz wyzwalania oraz stałych czasowych.

13.7.4 LOGIKA ZABEZPIECZENIA PRZED PRZECIĄŻENIEM TERMICZNYM

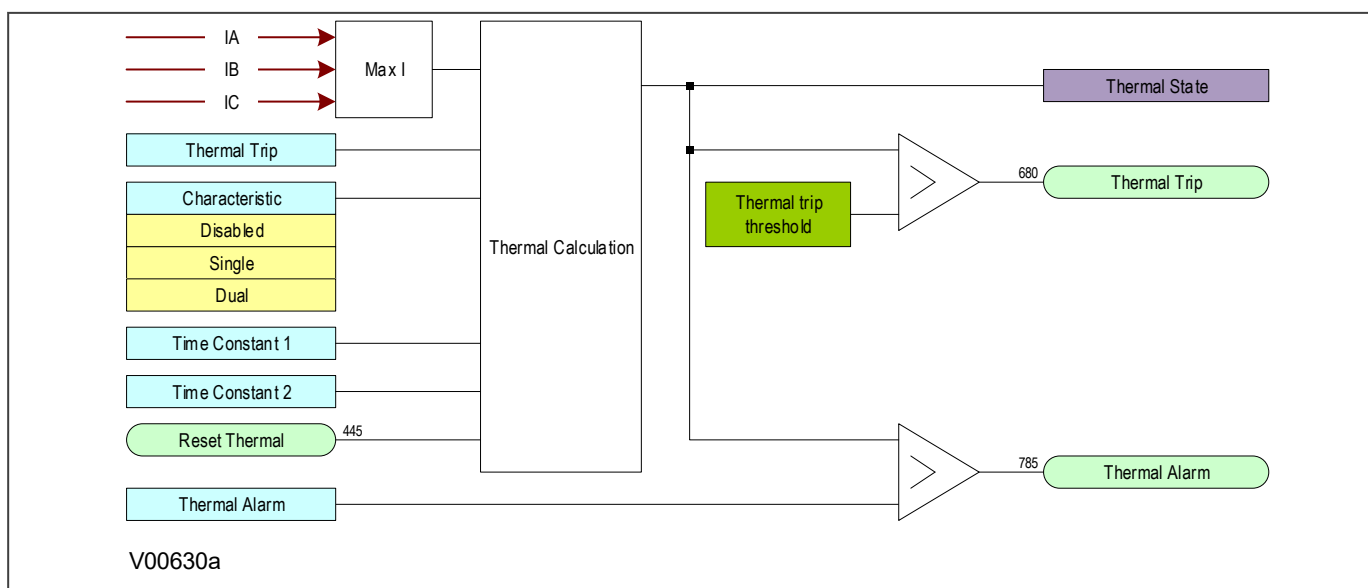


Figure 289: Schemat logiczny zabezpieczenia przeciążeniowego termicznego

Przeprowadzanie jest porównanie amplitudy trzech prądów fazowych, a najwyższa z nich wykorzystywana jest w funkcji przeciążenia termicznego. Jeżeli wartość tego prądu przekracza ustawienie progu wyzwalania cieplnego, aktywowany jest stan uruchomienia.

Sygnał uruchamiający jest podawany na wybrany moduł charakterystyki cieplnej, która ma trzy sygnały wyjściowe: wyzwalanie alarmu oraz pomiary stanu cieplnego. Pomiar stanu cieplnego udostępniany jest w jednej z kolumn *MEASUREMENTS*.

Stan cieplny można wyzerować sygnałem cyfrowym (Opto, GOOSE, InterMiCOM), jeśli jest on przypisany do tej funkcji programowalnym schematem logicznym lub w menu interfejsu.

13.7.5 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

13.7.5.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI CHARAKTERYSTYKI Z DWIEMA STAŁYMI CZASOWYMI

Najprostszym sposobem rozwiązywania równania charakterystyki cieplnej z dwiema stałymi czasowymi jest wyrażenie prądu w funkcji czasu oraz użycie arkusza kalkulacyjnego do obliczenia prądu dla rosnącej serii czasów zadziałania przy wykorzystaniu następującego równania, a następnie sporządzenie wykresu z wynikami.

$$I = \sqrt{\frac{0.4I_p^2 \cdot e^{(-t/\tau_1)} + 0.6I_p^2 \cdot e^{(-t/\tau_2)} - k^2 \cdot I_{FLC}^2}{0.4e^{(-t/\tau_1)} + 0.6e^{(-t/\tau_2)} - 1}}$$

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Time constant 1 =		300	seconds		
3	Time constant 2 =		7200	seconds		
4	Pre-overload current Ip =		0.9	per unit		
5	Full load current =		1	Amps		
6						
7	OP Time (t)	Overload current (I)	Figures based on equation			
8	1	14.40852032				
9	1.5	11.7805774				
10	2	10.21617905				
11	2.5	9.150045407				
12	3	8.364131776				
13	3.5	7.754150044				
14	4	7.263123888				
15	4.5	6.856949012				

E00728

Figure 290: Arkusz kalkulacyjny charakterystyki cieplnej z dwiema stałymi czasowymi

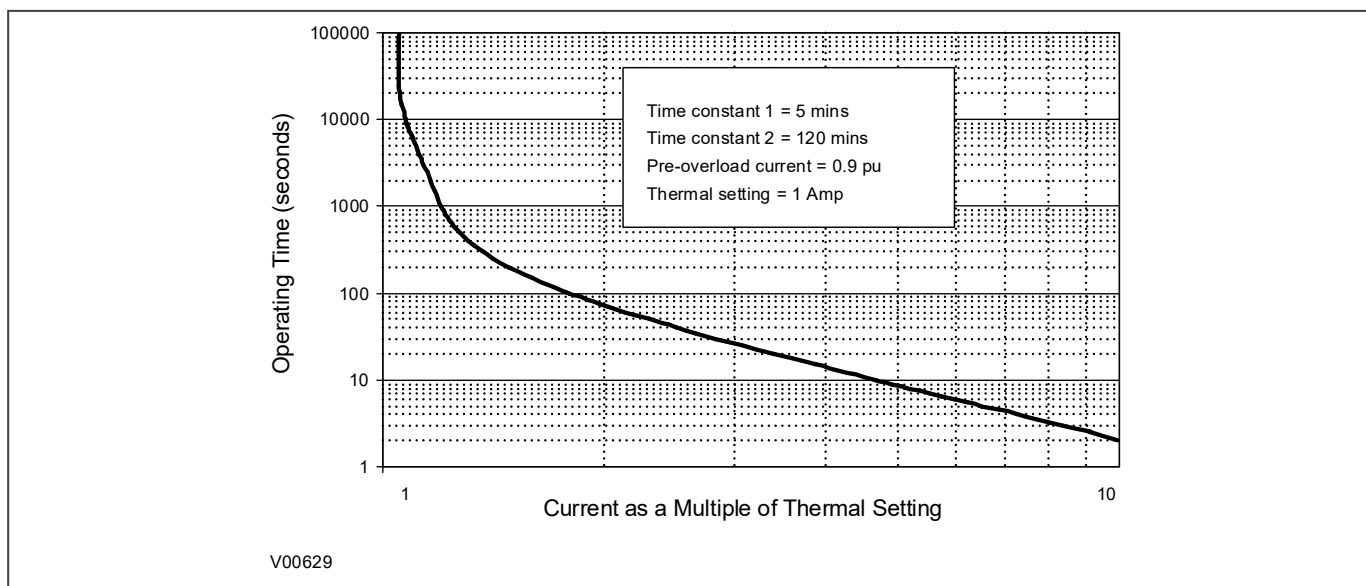


Figure 291: Charakterystyka cieplna z dwiema stałymi czasowymi

Nastawa prądu obliczana jest w następujący sposób:

Wyzwalanie cieplne = Dopuszczalne ciągłe obciążenie elementów transformatora/przekładnia PP.

Dla transformatorów olejowych o mocy znamionowej od 400 kVA do 1600 kVA, przybliżone stałe czasowe wynoszą:

- $\tau_1 = 5$ minut
- $\tau_2 = 120$ minut

Alarm może być aktywowany po osiągnięciu stanu cieplnego odpowiadającego wartości procentowej progu wyzwalań. Typowe ustawienie może wynosić: „Thermal Alarm” (Alarm cieplny) = 70% pojemności cieplnej.

Note:

Ciepłne stałe czasowe podane w powyższych tabelach odnoszą się wyłącznie do typowych przypadków. W celu uzyskania dokładnych informacji zawsze należy zwracać się do producenta instalacji.

13.7.5.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI CHARAKTERYSTYKI Z JEDNĄ STAŁĄ CZASOWĄ

Czas do wyzwalań jest różny w zależności od prądu obciążenia, który płynął w obwodzie przed przeciążeniem, tj. czy przeciążenia nastąpiło od stanu „gorącego” czy „zimnego”.

Charakterystyka cieplna ze stałą czasową może być opisana następująco:

$$e^{(-t/\tau)} = \left[\frac{\theta - \theta_p}{\theta - 1} \right]$$

gdzie:

- θ = stan cieplny = $I^2/K^2 I_{FLC}^2$
- θ_p = stan cieplny przed zwarcie = $I_p^2/K^2 I_{FLC}^2$
- I_p to stan termiczny przed zwarcie
- I_{FLC} to prąd pełnego obciążenia

Note:

Prąd wynoszący 105%Is ($K I_{FLC}$) musi być stosowany dla kilku stałych czasowych, aby możliwy był pomiar stanu cieplnego dla wartości 100%.

Nastawa prądu obliczana jest w następujący sposób:

Wyzwalanie cieplne = Dopuszczalne ciągłe obciążenie elementu instalacji/przekładnia PP.

W poniższych tabelach przedstawiono przybliżone wartości stałej czasowej wyrażonej w minutach dla różnych napięć znamionowych kabli o różnych powierzchniach przekroju żyły oraz dla różnych elementów instalacji.

Powierzchnia mm ²	6 - 11 kV	22 kV	33 kV	66 kV
25 - 50	10 minut	15 minut	40 minut	–
70 - 120	15 minut	25 minut	40 minut	60 minut
150	25 minut	40 minut	40 minut	60 minut
185	25 minut	40 minut	60 minut	60 minut
240	40 minut	40 minut	60 minut	60 minut
300	40 minut	60 minut	60 minut	90 minut

Rodzaj elementu instalacji	Stała czasowa (minuty)
Transformator suchy <400 kVA	40
Transformatory suche 400 – 800 kVA	60 - 90

Rodzaj elementu instalacji	Stała czasowa (minuty)
Dławik bezrdzeniowy	40
Baterie kondensatorów	10
Linie napowietrzne o przekroju > 100 mm ²	10
Linie napowietrzne	10
Szyny zbiorcze	60

13.8 DETEKTOR PRZERWANIA PRZEWODU

Jednym z rodzajów zwarć niesymetrycznych są zwarcia „szeregowe” lub na „otwartym obwodzie”. Ten rodzaj zwarcia może powstawać między innymi w wyniku przerwania obwodu. Zwarcia szeregowe nie powodują wzrostu prądu fazowego i dlatego nie mogą być wykryte przez zabezpieczenie nadprądowe. Jednakże powodują one powstanie niezrównoważenia w postaci składowej przeciwnej prądu, która może być wykryta.

Możliwe jest stosowanie zabezpieczenia nadprądowego reagującego na składową przeciwną do wykrywania przerwania obwodu. Jednakże, w lekko obciążonych liniach, składowa przeciwna prądu będąca skutkiem zwarcia szeregowego może być zbliżona lub mniejsza niż w przypadku asymetrii powstającej w stanie ustalonym przy pełnym obciążeniu wynikającej z błędów PP oraz asymetrii obciążenia, co sprawia, że jest ona bardzo trudna do zidentyfikowania. Zatem zwykle zabezpieczenie reagujące na składową przeciwną prądu nie będzie działać w przypadku niskich poziomów obciążeń. Aby temu zaradzić, urządzenie zawiera specjalny element kontroli przerwania ciągłości obwodu.

Zabezpieczenie kontrolujące przerwanie ciągłości obwodu mierzy stosunek składowej przeciwnej prądu do składowej zgodnej prądu (I_2/I_1). Stosunek ten jest w przybliżeniu stały przy zmianach prądu obciążenia, tym samym zabezpieczenie to jest bardziej czułe na zwarcia szeregowe niż standardowe zabezpieczenie reagujące na składową przeciwną.

13.8.1 IMPLEMENTACJA KONTROLI PRZERWANIA CIĄGŁOŚCI OBWODU

Kontrola przerwania ciągłości obwodu jest aktywowana w kolumnie *BROKEN CONDUCTOR* odpowiedniej grupy ustawień.

Ta kolumna zawiera ustawienia umożliwiające aktywację funkcji dla określonego progu pobudzenia i opóźnienia czasowego.

13.8.2 LOGIKA KONTROLI PRZERWANIA CIĄGŁOŚCI OBWODU

Obliczony stosunek prądów I_2/I_1 jest porównywany z wartością progową. Jeżeli przekroczona zostanie wartość progowa, inicjowany jest timer opóźniający. Sygnał CTS block używany jest do blokowania działania timera opóźniającego.

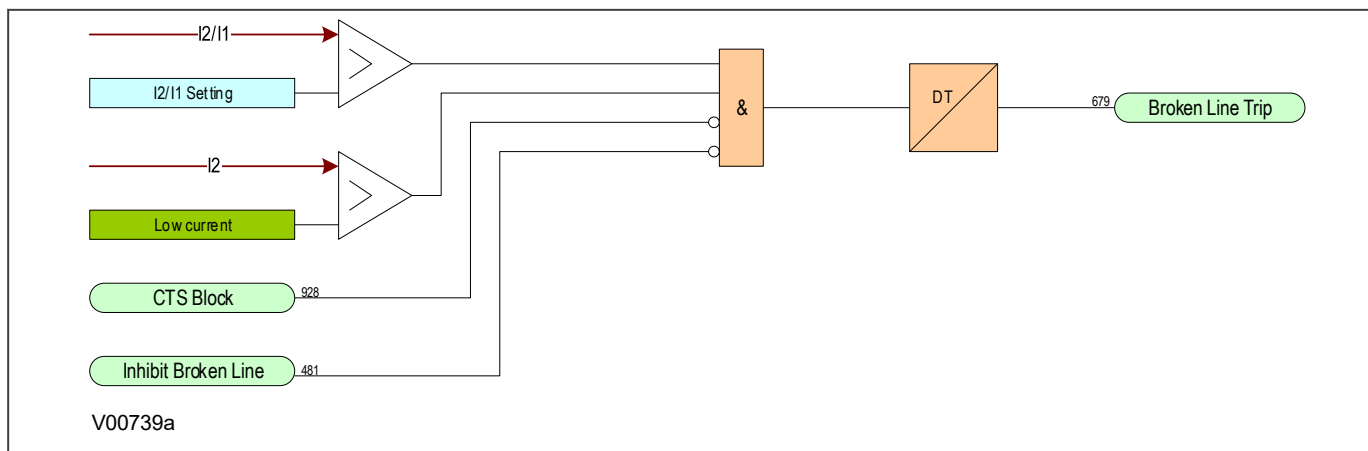


Figure 292: Logika kontroli przerwania ciągłości przewodu

13.8.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

13.8.3.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI

W przypadku przerwania przewodu wpływającego na uziemiony jednopunktowy system zasilania, przepływ prądu o składowej zerowej będzie niewielki, a stosunek I_2/I_1 przepływający w chronionym obwodzie będzie bliski 100%.

W przypadku systemu zasilania z uziemieniem wielokrotnym (zakładając jednakową impedancję w każdej sieci sekwencyjnej) stosunek I_2/I_1 będzie wynosić 50%.

W praktyce poziomy fali stojącej składowej przeciwnej prądu obecnej w instalacji determinują to ustawienie minimum. Można to określić na podstawie analizy instalacji lub wykorzystując na etapie rozruchu funkcje pomiarowe. Przy zastosowaniu drugiego sposobu ważne jest, by pomiary wykonane zostały przy maksymalnym obciążeniu instalacji, uzyska się w ten sposób pewność, że uwzględnione zostały wszystkie obciążenia jednofazowe.

Note:

Do prawidłowego działania wymagana jest minimalna wartość wynosząca 8% składowej przeciwnej prądu.

Biorąc pod uwagę możliwość zastosowania nastaw czułych, można się spodziewać, że zabezpieczenie zadziała w przypadku wystąpienia jakiegokolwiek asymetrii w sieci (na przykład w trakcie jednofazowego cyklu SPZ). Z tego też powodu, niezbędny jest długi czas zwłoki w celu zapewnienia koordynacji z pozostałymi urządzeniami zabezpieczającymi. Typowe ustawienie zwłoki czasowej może wynosić 60 sekund.

Poniższy przykład został zarejestrowany przez urządzenie IED w uruchamiania:

$$I_{\text{full load}} = 500\text{A (prąd pełnego obciążenia)}$$

$$I_2 = 50\text{A}$$

zatem stosunek I_2/I_1 w stanie spoczynku = 0,1

Aby uwzględnić tolerancje i zmiany obciążenia, typowe ustawienie tej wartości może być 20%: Zatem ustawienie powinno być następujące:

$$I_2/I_1 = 0.2$$

W zastosowaniach dwuobwodowych (linia równoległa) nastawa wynosząca 40% zapewni, że zabezpieczenie na wypadek przerwania ciągłości obwodu zadziała wyłącznie dla właściwego obwodu. Nastawa wynosząca 0,4 będzie skutkować brakiem pobudzenia w równoległym, sprawnym obwodzie.

Ustawienie zwłoki czasowej $I_2/I_1 = 60\text{ s}$ pozwoli zapewnić odpowiedni czas na wyłączenie zwarcia międzyprzewodowego przez zabezpieczenia zwłoczne.

13.9 WYKRYWANIE PRZEJŚCIOWEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

Niektóre układy rozdzielcze działają całkowicie odizolowane od ziemi. Takie układy nazywane są nieuziemionymi. Zaletą systemu bez uziemienia jest to, że zwarcie jednej fazy do ziemi nie powoduje przepływu prądu zwarcia doziemnego. Oznacza to, że cały system pozostaje sprawny, a zasilanie nie jest przerywane. Jednakże system musi być zaprojektowany tak, aby wytrzymywał wysokie przebiecia przejściowe i w stanie ustalonym, dlatego jego zastosowanie jest generalnie ograniczone do sieci rozdzielczych niskiego i średniego napięcia.

W przypadku zwarcia doziemnego w nieuziemionym systemie 3-fazowym napięcie zwartej fazy zostaje obniżone do potencjału ziemi. Powoduje to wzrost napięcia fazowego w pozostałych dwóch fazach, co powoduje znaczny prąd ładujący pomiędzy pojemnościami faza-ziemia. Może to spowodować wyładowanie łukowe w miejscu zwarcia. W wielu systemach wykorzystuje się cewkę Petersena w celu kompensacji, eliminując w ten sposób problem wyładowania łukowego. Takie sieci nazywane są sieciami kompensowanymi. Sieć jest uziemiona za pomocą dławika indukcyjnego, którego reaktancja jest nominalnie równa całkowitej pojemności systemu do ziemi. W tych warunkach jednofazowe zwarcie doziemne nie powoduje żadnego prądu zwarcia doziemnego w stanie ustalonym.

Wprowadzenie do układu cewki Petersena stwarza duże trudności w określeniu kierunku zwarcia. Dzieje się tak, ponieważ prąd zwartej linii jest sumą prądu indukcyjnego wprowadzonego przez cewkę Petersena i prądu pojemnościowego linii, które są względem siebie przeciwfazowe. Jeśli są one równe pod względem wielkości, prąd w zwartej linii wynosi zero. Jeśli prąd indukcyjny jest większy niż prąd pojemnościowy, kierunek prądu zwartej linii będzie wydawał się być w tym samym kierunku, co w linii sprawnej.

Standardowe techniki kierunkowania stosowane w konwencjonalnych urządzeniach zabezpieczeniowych linii zasilające nie są odpowiednie w tym scenariuszu, dlatego potrzebujemy innej metody określenia kierunku zwarcia. Dwie powszechnie stosowane metody to metoda pierwszej półfali i metoda szczątkowej mocy czynnej.

Metoda pierwszej półfali

Początkowa fala przejściowa, generowana w punkcie zwarcia, przemieszcza się w kierunku szyny zbiorczej wzdłuż zwartej linii, aż dotrze do linii sprawnej. W przypadku zwarcia do przodu składowe napięcia i prądu zwarcia o wysokiej częstotliwości są w przeciwfazie podczas pierwszej półfali, natomiast w przypadku zwarcia w tył są w fazie. Fakt ten można wykorzystać do określenia kierunku zwarcia. Metoda ta ma jednak następujące wady:

- Czas trwania przebiegu jest bardzo krótki, w większości przypadków nie dłuższy niż 3 ms. Z tego powodu wymaga wysokiej częstotliwości próbkowania (3000 Hz lub nawet wyższej)
- Wymaga analogowego filtra górnoprzepustowego, co wymaga specjalnego sprzętu
- Wpływ na to ma kąt początku zwarcia. Na przykład, gdy kąt początku zwarcia wynosi 0° , nie ma początkowych fal biegnących.

Metoda szczątkowej mocy czynnej

Szczałkową moc czynną, która czasami jest wykorzystywana do wykrycia wystąpienia zwarcia, można w niektórych przypadkach wykorzystać również do wykrycia kierunku zwarcia. Chociaż prądy pojemnościowe mogą być kompensowane prądem indukcyjnym generowanym przez cewkę Petersena, aktywnego (chwilowego) prądu nigdy nie da się skompensować, a jest on wciąż przeciwny do prądu linii sprawnej. Fakt ten można również wykorzystać do ukierunkowania zwarcia.

W przypadku zwarcia kierunkowego do przodu moc czynna składowej zerowej jest stratą mocy cewki Petersena, która jest ujemna. W przypadku zwarcia wstecznego moc czynna składowej zerowej to strata mocy linii przesyłowej, która jest dodatnia. Metoda ta ma jednak następujące wady:

- Moc czynna składowej zerowej będzie bardzo mała w przypadku zwarcia wstecznego. Jego wartość zależy od strat mocy w linii przesyłowej.
- Moc czynna składowej zerowej może być zbyt mała, aby można ją było wykryć w przypadku zwarcia kierunkowego do przodu. Jego wartość zależy od straty mocy cewki Petersena.
- Wymagane są przekładniki prądowe o wysokiej rozdzielczości

Ze względu na małą wielkość mierzonych wartości, zagrożona jest niezawodność.

W tym produkcie nie zastosowano powyższych technik kierunkowości. W tym produkcie zastosowano innowacyjną, opatentowaną technikę zwaną metodą przejściowej mocy biernej w celu określenia kierunku zwarcia doziemnego w sieci skompensowanej.

13.9.1 IMPLEMENTACJA WYKRYWANIA PRZEJŚCIOWEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

Wykrywanie przejściowych zwarcć doziemnych (TEFD) w tym urządzeniu składa się z trzech modułów:

- Moduł wykrywania przejściowych zwarcć doziemnych (TEF)
- Detektor typu zwarcia (FTD)
- Detektor kierunku (DD)

Note:

W tym produkcie wykrywanie przejściowych zwarcć doziemnych jest zaimplementowane tylko dla częstotliwości 50 Hz.

13.9.1.1 DETEKTOR PRZEJŚCIOWYCH ZWARĆ DOZIEMNYCH

Ustalenie, czy w systemie występuje gdzieś zwarcie doziemne, jest proste. Można to określić za pomocą prostego porównania nadnapięcia szczytkowego. Dlatego sygnał **TEF>Start** jest generowany poprzez porównanie napięcia neutralnego z napięciem progowym ustawionym przez **TEF VN> Start** w kolumnie **TEF DETECTION**. Trudność polega na ustaleniu rodzaju zwarcia i jego kierunku.

13.9.1.2 DETEKTOR TYPU ZWARCIA

Detektor typu zwarcia wykorzystuje technikę analizy fundamentalnej (FA) w celu ustalenia, czy zwarcie jest zwarcie przerywanym, czy zwarcie w stanie ustalonym. W celu wykrycia przejściowego zwarcia doziemnego detektor zlicza impulsy napięcia szczytkowego w określonym oknie czasowym. Dzięki sprytnemu przetwarzaniu sygnału moduł detektora generuje impulsy, porównując impulsy napięcia szczytkowego z ustawialnym progiem, a następnie zlicza te impulsy. Jeśli liczba impulsów jest równa lub większa od liczby określonej w ustawieniu **FTD> Fault Count**, w oknie czasowym określonym przez **FTD> Time Window**, zwarcie jest uznawane za przerywane i włączany jest sygnał **TEF> Intermit DDB**. Jeśli impulsów jest mniej niż ta liczba, oznacza to zakłócenie lub zwarcie trwałe. Aby to ustalić, musimy przyjrzeć się wartości skutecznej napięcia szczytkowego.

Jeśli impulsów jest mniej niż podano, a wartość skuteczna nie spadnie poniżej ustawionej w określonym oknie czasowym, zwarcie uważa się za trwałe. W tym przypadku potwierdzony jest sygnał **TEF> Steady DDB**.

Jeśli impulsów jest mniej niż podano, a wartość skuteczna spadnie poniżej ustawienia, oznacza to, że wykryto zakłócenie, ale nie jest to zwarcie. W tym przypadku sygnał **TEF> Steady DDB** nie jest potwierdzony.

Użytkownik może mapować sygnały **TEF>Steady**, **TEF>Intermit**, **TEF>DIR FWD** lub **TEF> DIR REV** do logiki alarmowej TEF DDB w celu wygenerowania alarmu TEF.

Wejścia do tego modułu:

- Napięcie szczytkowe
- **FTD> VN** (określa próg, który przekształca impuls napięcia szczytkowego w impuls)
- **FTD> Time Window** (definiuje okno czasowe - domyślnie 2 sekundy)
- **FTD> Fault Count** (definiuje liczbę zwarcć)

Detektor typu zwarcia wysyła dwa sygnały wskazujące, czy zwarcie ma charakter stały, czy przerywany.

13.9.1.3 DETEKTOR KIERUNKU

Detektor kierunku (DD) wykorzystuje opatentowaną technikę opartą na przejściowej mocy biernej (TRP) w celu ustalenia kierunku zwarcia. W przeciwieństwie do tradycyjnych metod, metoda przejściowej mocy biernej nie

wymaga przekładników prądowych o wysokiej rozdzielczości ani specjalnego sprzętu do filtrowania analogowego, a zatem jest tańsza w realizacji.

Można wykazać, że składowe napięcia szczytkowego i prądu szczytkowego można wiarygodnie wykorzystać jako kryteria rozróżniające między zwartym a sprawnym polem zasilającym przy 220 Hz.

Odpowiedź wstępną sprawnego pola rozdzielczego pokazano poniżej przy użyciu modelu Pi:

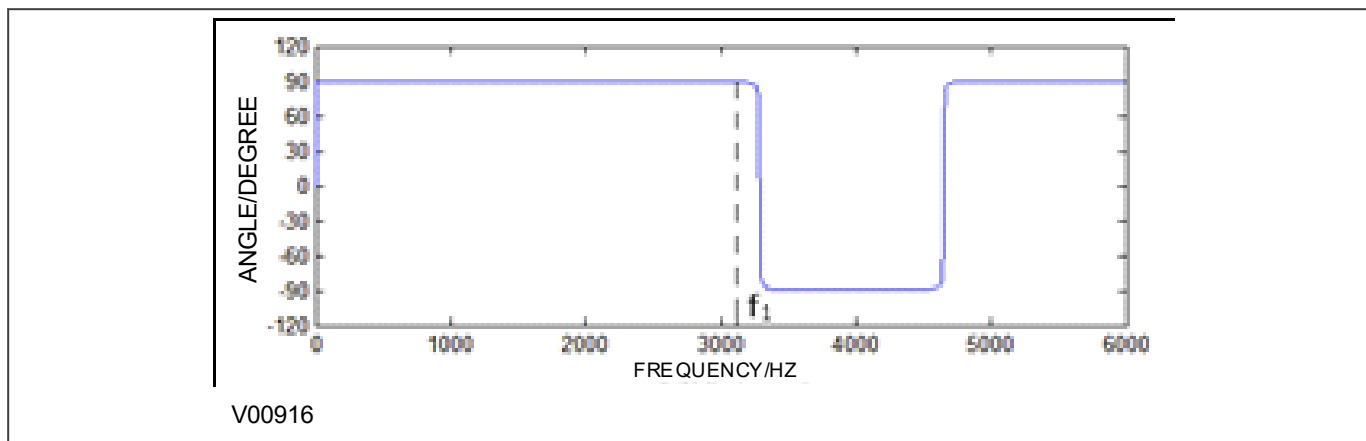


Figure 293: Odpowiedź o linii sprawnej

Na powyższym rysunku odpowiedź fazowa admitancji jest stała przy 90° aż do częstotliwości f_1 (około 3000 Hz). W przypadku skompensowanej zwartej linii zasilającej odpowiedź admitancyjna jest pokazana poniżej przy użyciu modelu Pi:

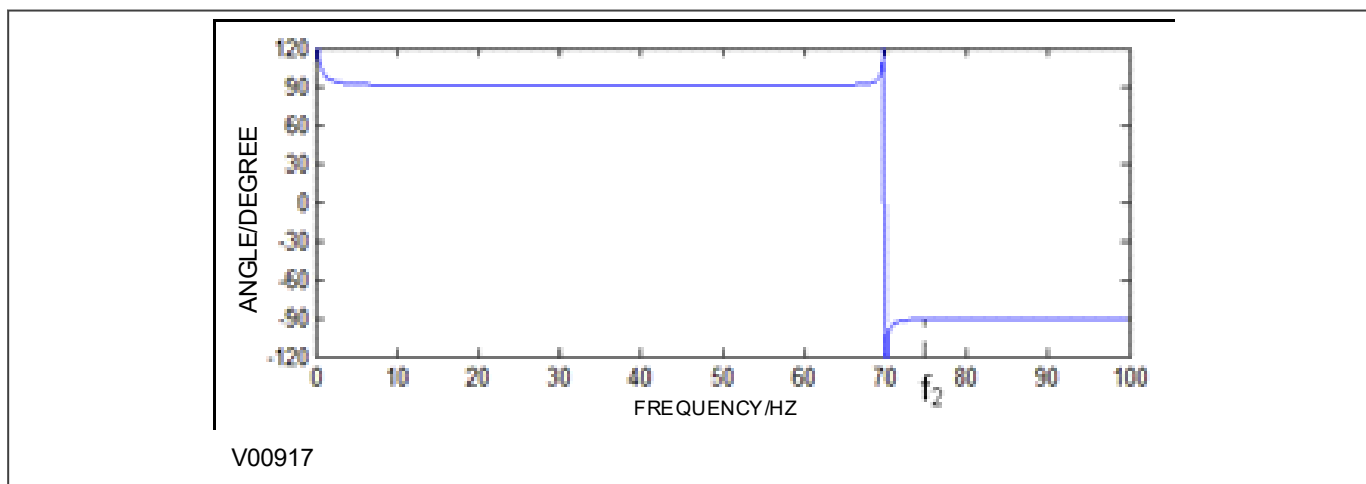


Figure 294: Odpowiedź o linii zwartej

Można zaobserwować, że kąt fazowy (a co za tym idzie i przepływ mocy biernej) zmienia się od 90° do -90° przy częstotliwościach wyższych niż f_2 . W oparciu o powyższe mamy wyraźne rozróżnienie kierunku pomiędzy sprawną i zwartą linią zasilającą przy dowolnej częstotliwości w przybliżeniu od f_2 do f_1 .

Note:

Częstotliwość rezonansowa w powyższym układzie wynosi 70 Hz. W systemie doskonale skompensowanym będzie to 50 Hz.

W urządzeniach MiCOM wykorzystano antyaliasingowy filtr pasmowo-przepustowy o częstotliwości odcięcia 150 Hz. Co więcej, przy 220 Hz wielkość sygnału za filtrem wynosi około 0,5 pu, a przy 330 Hz jest mniejsza niż 0,2 pu. Aby uniknąć harmonicznych w liczbach całkowitych i znacznie tłumionych przez filtr, wybraliśmy częstotliwość 220 Hz jako najbardziej odpowiednią częstotliwość do wyznaczania kierunku.

W kierunku do przodu napięcie szczytowe wyprzedza prąd szczytowy o 90° , a w kierunku wstecznym napięcie szczytowe jest opóźnione w stosunku do prądu szczytkowego o 90° . Kryteria te można wykorzystać do ukierunkowania zwarcia.

Napięcie szczytowe (V_{res}) po przejściu przez filtr pasmoprzepustowy nastawiony na 220 Hz ma dodaną fazę o 90° . Prąd szczytkowy (I_{res}) również przepuszczany jest przez filtr pasmowo-przepustowy 220 Hz, ale nie stosuje się przesunięcia fazowego. Powstałe składowe, które nazwiemy VH1 i IH2, są zatem względem siebie w przeciwfazie w przypadku zwarcia do przodu oraz w fazie, jeśli linia z przodu nie jest zwarta.

Składowe VH1 i IH2 przepuszczane są przez filtr sygnałowy i mnożone w celu uzyskania składowej mocy biernej w zakresie od -1 do +1. Jest to przejściowa moc bierna Q_{tran} . Jeśli $Q_{tran} > 0$, linia do przodu jest sprawna. Jeśli $Q_{tran} < 0$, linia do przodu jest zwarta.

Detektor kierunku ma dwa tryby pracy - standardowy i zaawansowany. W większości przypadków używany jest tryb standardowy, który opisano tutaj. Tryb zaawansowany przeznaczony jest do zastosowań specjalnych, które odbiegają od standardowego modelu dwóch lub więcej sąsiadujących ze sobą linii zasilających wychodzących z transformatora mocy. Dla większości zastosowań zalecane są następujące ustawienia domyślne:

- Dir>Vnf Thresh 8.000 V
- Dir>Inf Thresh 50.00 mA
- Dir>Qn Thresh 100.0e-3
- Dir>Qr Thresh 40.00e-3

Kiedy **TEF>Dir Mod** jest ustawiony na **Advance**, widoczne stają się następujące ustawienia:

- **Dir>Qs Thresh** 50.00e-3
- **Qn Smooth fct** 20.00e-3
- **Operate.Cycles** 6

Tutaj Qs jest całkowaniem Q_n , przy czym okno całkowania jest pierwszym ustawieniem cykli działania **Operate cycles** **po wyzwoleniu sygnału startu**. Q_s jest używane jako kolejna dyskryminacyjna cecha kierunkowa, jeśli kierunku nie można określić wyłącznie na podstawie Q_n . Q_s oblicza się według następującego wzoru:

$$Q_s = \int_{(t=0)}^{(t=K*T)} (Q_{N(t)})$$

Gdzie „K” to ustawienie Cykle działania. Ustawienie Cykle działania wpływa tylko na Qs.

Qn Smooth fact to współczynnik wygładzający dla kolejnych wartości Q_n , który zapobiega nagłym zmianom wartości Q_n . Obliczona nowa wartość Q_n wynosi:

Nowa_wartość Q_n = stara_wartość*(1-współczynnik_wygładzania)+ nowa_wartość * współczynnik_wygładzania.

Należy pamiętać, że wszystkie ustawienia funkcji TGFD, w tym te przy 220 Hz, można ustawić w oparciu o nominalne wartości wtórne 50 Hz. Dzieje się tak, ponieważ wzmocnienie filtra stanów przejściowych 220 Hz wynosi 1.

Wejścia do tego modułu:

- Napięcie szczytkowe
- Prąd szczytkowy
- **Dir> Vnf Thresh** (definiuje próg filtra znaku napięcia szczytkowego).
- **Dir> Inf Thresh** (definiuje próg filtra znaku prądu szczytkowego)

Detektor kierunku wysyła dwa sygnały wskazujące zwarcie do przodu i zwarcie wsteczne

Progi filtra znaku

Ustawienie **Dir> Vnf Thresh** służy do uzyskania znaku chwilowej wartości napięcia za pomocą filtra znaku. Jeśli wartość wejściowa jest większa niż Vnf, wyjście wynosi +1. Jeśli wartość wejściowa jest mniejsza niż $-1 \cdot Vnf$, wyjście wynosi -1. W przeciwnym razie wynik wynosi 0.

Ustawienie **Dir> Inf Thresh** służy do uzyskania znaku chwilowej wartości prądu za pomocą filtra znaku. Jeśli wartość wejściowa jest większa niż Vnf, wyjście wynosi +1. Jeśli wartość wejściowa jest mniejsza niż $-1 \cdot Vnf$, wyjście wynosi -1. W przeciwnym razie wynik wynosi 0.

Q_{tran} Wartości progowe

Ustawienie **Dir > Qn Thresh** oznacza próg Q_{tran} w kierunku do przodu obliczony na podstawie skwantowanych wartości Vnf i Inf.

Ustawienie **Dir>Qr** oznacza próg Q_{trans} w kierunku wstecz obliczony na podstawie skwantowanych wartości Vnf i Inf.

Dostępne są również następujące DDB:

Timer Block wykorzystywany do blokowania funkcji TEF i zerowania wszystkich powiązanych DDB

Reset TEF: można skonfigurować jako zdefiniowane przez użytkownika ręczne zerowanie alarmów

ZDP wyj Alarm: Jest to główny alarm TEF, który można przypisać do wyjścia przekaźnikowego w przypadku wyzwolenia

13.9.2 LOGIKA WYKRYWANIA PRZEJŚCIOWEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

13.9.2.1 OMÓWIENIE LOGIKI WYKRYWANIA PRZEJŚCIOWEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

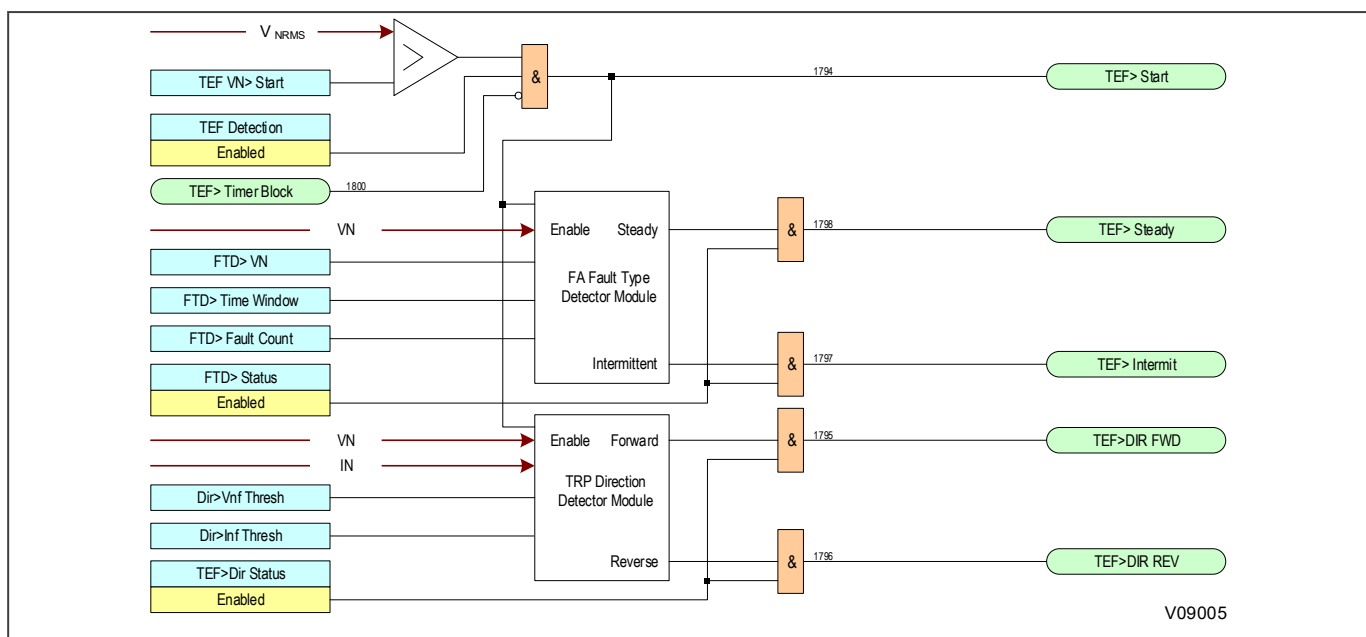


Figure 295: Przegląd logiki przejściowego zwarcia doziemnego

13.9.2.2 LOGIKA DETEKTORA TYPU ZWARCIA

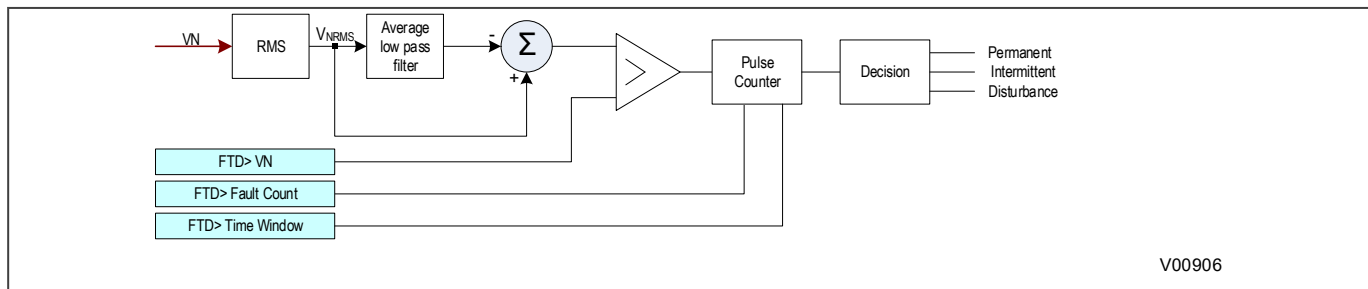


Figure 296: Logika detektora typu zwarcia

13.9.2.3 LOGIKA DETEKTORA KIERUNKU — TRYB STANDARDOWY

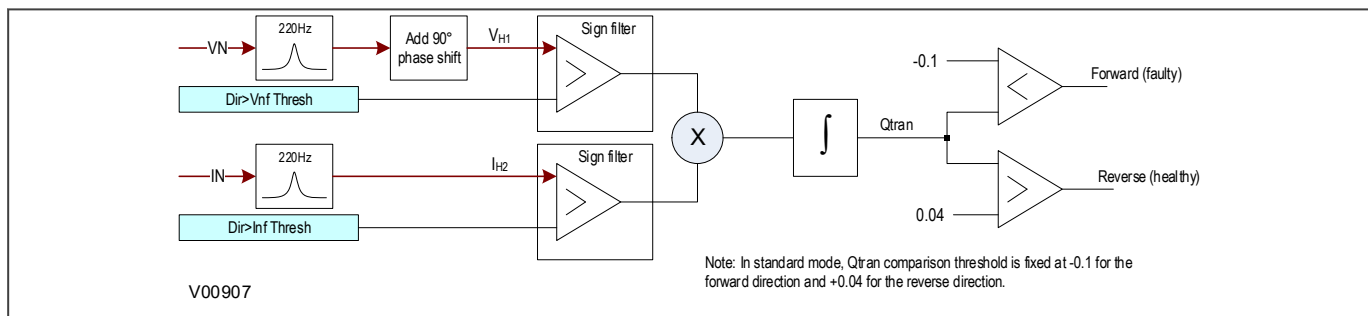


Figure 297: Logika detektora kierunku — tryb standardowy

13.9.2.4 LOGIKA WYJŚCIA ALARMOWEGO WYKRYCIA PRZEJŚCIOWEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO

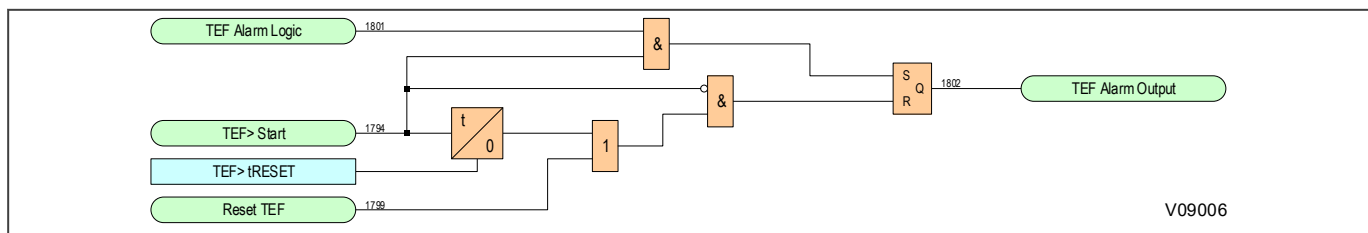


Figure 298: Logika alarmu wyjściowego wykrywania przejściowych zwarcć doziemnych

13.9.2.5 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

13.9.2.5.1 DETEKCJA PRZEJŚCIOWEGO ZWARCIA DOZIEMNEGO: KONTROLA MOCY CZYNNEJ

Należy podjąć środki zapobiegawcze w przypadkach, gdy przekąźniki są umieszczone na krańcach układu promieniowego, gdzie składowa prądu ładowania zmniejsza się w miarę oddalania się przekąźnika od źródła, a składnik aktywny pozostaje mały, ale stały. W takich przypadkach przejściowa składowa czynna prądu może być porównywalna do przejściowej składowej prądu biernego podczas kontroli kierunku przez algorytm wykrywania przejściowych zwarcć doziemnych TEFD.

Aby zapewnić poprawną kierunkowość dla wszystkich pozycji zwarcia i konfiguracji systemu (promieniowej, pierścieniowej lub siatkowej), algorytm wykrywania przejściowych zwarcć doziemnych TEFD zostanie uzupełniony o dodatkowy człon – „Kontrola Mocy Czynnej.” Układ ten zapewnia podjęcie prawidłowej decyzji o kierunku niezależnie od poziomu szczytkowej mocy czynnej występującej w systemie w momencie wystąpienia zwarcia. Równolegle z algorytmem wykrywania przejściowych zwarcć doziemnych TEFD należy zastosować czułe kierunkowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe (SDEF) z kontrolą mocy czynnej.

Połączoną logikę dla TEFD i SDEF pokazano na ilustracji poniżej. Sygnał „Forward START” (pokazany jako alarm użytkownika o zmodyfikowanej nazwie) jest generowany, gdy aktywne są sygnały TEFD FWD lub SDEF FWD. Jednakże funkcja „Forward START” jest zablokowana, jeśli sygnał SDEF REV jest kiedykolwiek aktywny. Dzięki temu czułe kierunkowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe SDEF ma priorytet, jeśli podczas zwarcia jest wystarczająca ilość szczytkowej mocy czynnej. Gdy szczytkowa moc czynna jest niska, algorytm wykrywania przejściowych zwarc doziemnych TEFD zapewnia decyzję o kierunku.

Dodano dodatkowe opóźnienie 100 ms, aby opóźnić warunki startu, dzięki czemu początkowy stan przejściowy zwarcia nie wpłynie negatywnie na czułe kierunkowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe SDEF. Dodatkowy timer nie ma wpływu na logikę wykrywania przejściowych zwarc doziemnych TEFD, ponieważ jego decyzja o kierunku jest blokowana przez co najmniej 200 ms od wystąpienia zwarcia.

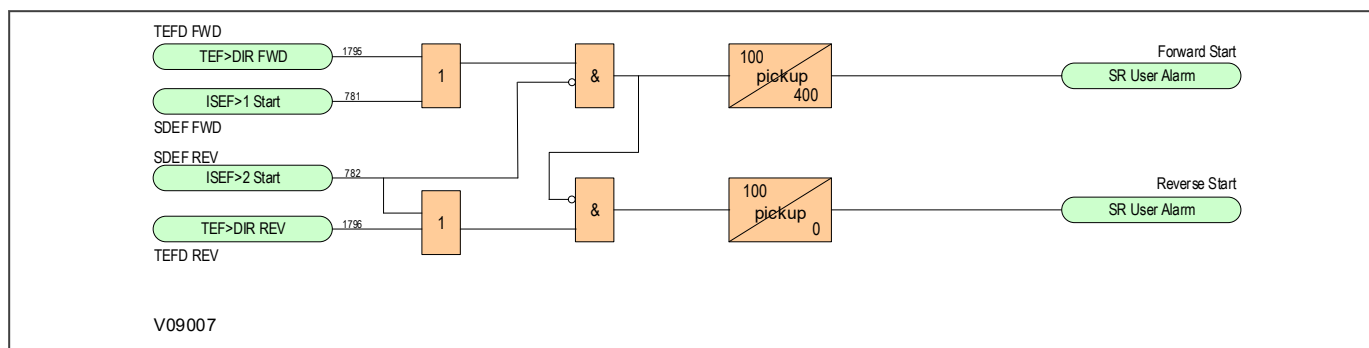


Figure 299: Połączone funkcje TEFD i SDEF uruchamiają logikę PSL

ROZDZIAŁ 14

FUNKCJE ZABEZPIECZENIA NAPIĘCIOWEGO

14.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Urządzenie oferuje szeroką gamę funkcji zabezpieczenia napięciowego. Rozdział ten opisuje działanie tych funkcji, tj. m.in. zasadę ich działania, diagramy logiczne oraz zastosowania.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	442
Zabezpieczenie podnapięciowe	443
Zabezpieczenie nadnapięciowe	446
Kompensowane nadnapięciowe	449
Zabezpieczenie nadnapięciowe szczątkowe	451

14.2 ZABEZPIECZENIE PODNAPIĘCIOWE

Niedomiar napięciowy może wystąpić w instalacji elektroenergetycznej z różnych powodów, część z nich jest następująca:

- Niedomiar napięciowy może być związany ze wzrostem obciążeń do wartości, przy których nastąpi spadek amplitudy napięcia zasilania. Sytuacja ta zwykle będzie korygowana przez urządzenia regulacyjne, jak układy AVR (automatyczne regulatory napięcia) lub podobciążeniowe przełączniki zaczepów. Jednakże, w przypadku, gdy urządzeniom tym nie uda się przywrócić prawidłowego napięcia instalacji, dojdzie do wystąpienia w niej niedomiaru napięcia, który musi być usunięty.
- Jeżeli urządzenia regulujące nie będą w stanie tego zrobić, wówczas wymaga się, by zadziałał człon podnapięciowy.
- Zwarcia w sieci elektroenergetycznej skutkują spadkiem napięcia na fazach uczestniczących w zwarcu. Stosunek, w jakim napięcie się obniża zależy od rodzaju zwarcia, sposobu uziemienia sieci oraz lokalizacji zwarcia. Podobnie, dla uzyskania właściwego rozróżnienia kluczowa jest koordynacja z innymi zabezpieczającymi urządzeniami napięciowymi i prądowymi.
- Całkowita utrata napięcia szyny zbiorczej. Może być spowodowany zwarcie na dopływie lub na samej szynie zbiorczej. Skutkuje całkowitym odizolowaniem dopływu zasilania. W takiej sytuacji może być niezbędne odizolowanie każdego z obwodów wychodzących, by w momencie przywrócenia napięcia nie było podłączone żadne obciążenie. Dlatego też może być wymagane automatyczne odcinanie linii zasilającej w momencie wykrycia całkowitej utraty napięcia. Można to osiągnąć stosując trójfazowy człon podnapięciowy.
- W przypadkach, w których wychodzące z szyny zbiorczej linie zasilające zasilają odbiory będące silnikami indukcyjnymi, zbyt duże przysiady napięcia zasilającego mogą spowodować utyk podłączonych silników. Dlatego też zabezpieczenie powinno reagować na spadki napięcia, które przekraczają zdefiniowany okres.

14.2.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA PODNAPIĘCIOWEGO

Zabezpieczenie podnapięciowe jest aktywowane w kolumnie *VOLT PROTECTION* odpowiedniej grupy ustawień. Parametry zabezpieczenia podnapięciowego znajdują się w podnagłówku *UNDERVOLTAGE*.

Produkt oferuje dwa stopnie zabezpieczenia podnapięciowego o niezależnych charakterystykach opóźnienia czasowego.

Stopień 1 zapewnia wybór charakterystyki zadziałania, w ramach której można wybrać:

- charakterystyka IDMT (charakterystyka czasowo zależna),
- DT (Definite Time - charakterystyka czasowo niezależna).

Ustawia się to za pomocą **V<1 Function**.

Charakterystyka IDMT opisana jest poniższym równaniem:

$$t = K / (M - 1)$$

gdzie:

- K = ustawienie mnożnika czasowego
- t = czas zadziałania w sekundach
- M = Napięcie zmierzone / napięcie ustawione w IED (**V<(n) Voltage Set**)

Stopnie zabezpieczenia podnapięciowego można skonfigurować zarówno na napięcia fazowe lub międzyfazowe w komórce **V< Measur't Mode**.

W przypadku zabezpieczenia podnapięciowego funkcja zatrzymywania timera (Timer Hold) nie jest dostępna.

Stopień 2 ma jedynie charakterystykę czasowo niezależną. Ustawienia znajdują się w komórce **V<2 Status**.

Włączanie sygnałów wyjściowych dla opcji jedno- i w trójfazowych realizowane jest poprzez komórkę **V< Operate Mode** dostępną dla każdego stopnia.

14.2.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA PODNAPIĘCIOWEGO

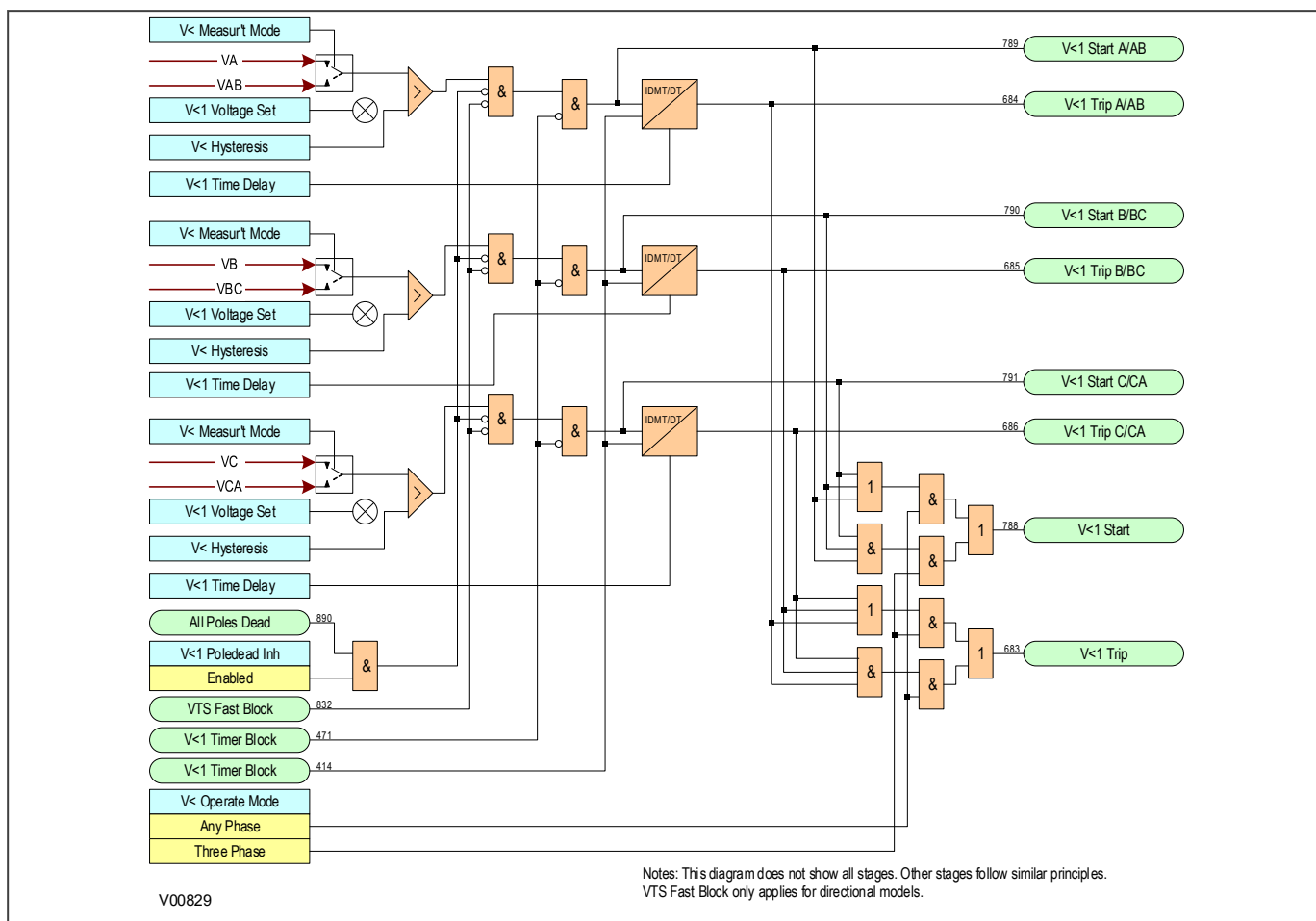


Figure 300: Zabezpieczenie podnapięciowe - tryb wyzwalania jedno- i trójfazowego (pojedynczy stopień)

Funkcji zabezpieczenia podnapięciowego wykrywa, gdy amplituda napięcia dla określonego stopnia spadnie poniżej ustawionej wartości progowej. Jeżeli to nastąpi, generowany jest sygnał **Start**, oznaczający „Uruchomienie zabezpieczenia”. Powyższy sygnał uruchamiający może być zablokowany przy pomocy sygnałów **VTS Fast Block** oraz **All Poles Dead**. Wspomniany sygnał **Start** jest podawany na moduł timera w celu wygenerowania sygnału **Trip**, który może być zablokowany sygnałem blokujący timera zabezpieczenia podnapięciowego (**V<(n) Timer Block**). Dla każdego stopnia, dostępne są trzy moduły wykrywania spadku napięcia fazy, po jednym dla każdej fazy. Trzy sygnały **Start** dla każdej z faz są sumowane logicznie dając trójfazowy sygnał uruchomienia (**V<(n) Start**), który może być aktywowany, gdy uruchomiona zostanie którakolwiek z trzech faz (sygnał Any Phase), lub gdy uruchomione zostaną trzy fazy (sygnał Three Phase), w zależności od wybranego ustawienia **V<Operate Mode**.

Sygnały wyjściowe modułów timera są sygnałami wyzwalania, które mogą być używane do sterownia wyzwalającym przekaźnikiem wyjściowym. Wspomniane sygnały wyzwalające również są sumowane logicznie dając trójfazowy sygnał wyzwolenia, który także jest kontrolowany przy pomocy ustawienia **V<Operate Mode**.

Jeżeli którykolwiek z powyższych sygnałów ma stan niski lub przyjmuje stan niski, zanim zakończy się odliczanie timera, moduł timera zostaje wstrzymany (skutecznie wyzerowany) do momentu, gdy sygnał blokujący przyjmie stan wysoki.

W niektórych przypadkach niekorzystnym jest, by człon podnapięciowy spowodował wyzwalenie; przykładowo, gdy chroniona linia jest pozbawiana zasilania, lub gdy nastąpi otwarcie wyłącznika. Wówczas, z oczywistych powodów, wykryty zostanie stan związany ze spadkiem napięcia, lecz uruchomienie zabezpieczenia jest wtedy niepożądane. Aby temu zaradzić, sygnał **All Poles Dead** blokuje sygnał **Start** dla każdej z faz. Powyższe kontrolowane jest poprzez komórkę **V<Poleddead Inh**, którą wprowadzono dla każdego stopnia. Jeżeli komórka ustawiona jest na opcję załączenia (enabled), odpowiadający jej stopień będzie blokowany przez logikę martwego bieguna. Logika ta wystawia odpowiedni sygnał wyjściowy w razie albo wykrycia otwarcia wyłącznika poprzez pomocnicze zestyki podłączone do wejść optycznych, albo wykrycia na dowolnej fazie kombinacji podprądu lub podnapięcia

Próg spadku napięcia, zdefiniowany jako procent ustawionego napięcia, można regulować za pomocą ustawienia **V<Hysteresis**. Na przykład, gdy domyślne ustawienie **V<Hysteresis** wynosi 2, pobudzenie przekaźnika będzie miało miejsce przy ustawionym napięciu, a spadek będzie przy 102% ustawionego napięcia.

14.2.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

14.2.3.1 WYTICZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI ZABEZPIECZENIA PODNAPIĘCIOWEGO

W większości zastosowań nie jest wymagane, by zabezpieczenie podnapięciowe działało w warunkach zwarcia doziemnego instalacji. Jeżeli taki właśnie jest wymóg, należy wybrać pomiar napięcia międzyfazowego, ponieważ wielkość ta jest mniej narażona na jednofazowy zapad napięcia spowodowany zwarcie doziemnym.

Ustawienie wartości progowej napięcia zabezpieczenia podnapięciowego powinno mieć wartość mniejszą od skoków napięcia spodziewanych w warunkach normalnej pracy instalacji. Próg ten zależy od rozważanej instalacji, ale typowe skoki napięć dla prawidłowo działających instalacji mogą mieć wartość rzędu 10% napięcia znamionowego.

To samo ma zastosowanie do ustawień czasu. Wymagana zwłoka czasowa jest zależna od czasu, przez który instalacja jest w stanie wytrzymać obniżone napięcie.

W przypadku obciążeń silnikowych typowa nastawa czasowa może być rzędu 0,5 sekundy.

14.3 ZABEZPIECZENIE NADNAPIĘCIOWE

Przebiegi są zazwyczaj związane z utratą obciążenia, przy której następuje wzrost amplitudy napięcia zasilania. Sytuacja ta zwykle będzie korygowana przez urządzenia regulacyjne, jak układy AVR (automatyczne regulatory napięcia) lub podobciążeniowe przełączniki zaczeów. Jednakże, w przypadku, gdy urządzeniom tym nie uda się przywrócić prawidłowego napięcia instalacji, dojdzie do wystąpienia w niej przebiegi, który musi być usunięty.

Note:

Podczas zwarć doziemnych instalacji elektroenergetycznej może dojść do wzrostu napięcia w prawidłowo działających fazach. Idealną sytuacją jest taka, gdy instalacja zaprojektowana jest do wytrzymywania takich przebieg przez zdefiniowany okres.

14.3.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO

Zabezpieczenie nadnapięciowe aktywuje się w kolumnie **VOLT PROTECTION** odpowiedniej grupy ustawień. Parametry zabezpieczenia nadnapięciowego znajdują się w podnagłówku **OVERVOLTAGE**.

Produkt oferuje dwa stopnie zabezpieczenia nadnapięciowego o niezależnych charakterystykach opóźnienia czasowego.

Stopień 1 zapewnia wybór charakterystyki zadziałania, w ramach której można wybrać:

- charakterystyka IDMT (charakterystyka czasowo zależna),
- DT (Definite Time - charakterystyka czasowo niezależna).

Ustawia się to za pomocą **V>1 Function**.

Charakterystyka IDMT opisana jest poniższym równaniem:

$$t = K / (M - 1)$$

gdzie:

- K = ustawienie mnożnika czasowego
- t = czas zadziałania w sekundach
- M = Napięcie zmierzone / napięcie ustawione (**V>(n) Voltage Set**)

Stopnie zabezpieczenia nadnapięciowego można skonfigurować zarówno na napięcia fazowe lub międzyfazowe w komórce **V> Measur't Mode**.

W przypadku zabezpieczenia nadnapięciowego funkcja zatrzymywania timera (Timer Hold) nie jest dostępna.

Stopień 2 ma jedynie charakterystykę czasowo niezależną. Ustawienia znajdują się w komórce **V<2 Status**.

Włączanie sygnałów wyjściowych dla opcji jedno- i w trójfazowych realizowane jest poprzez komórkę **V> Operate Mode** dostępną dla każdego stopnia.

14.3.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO

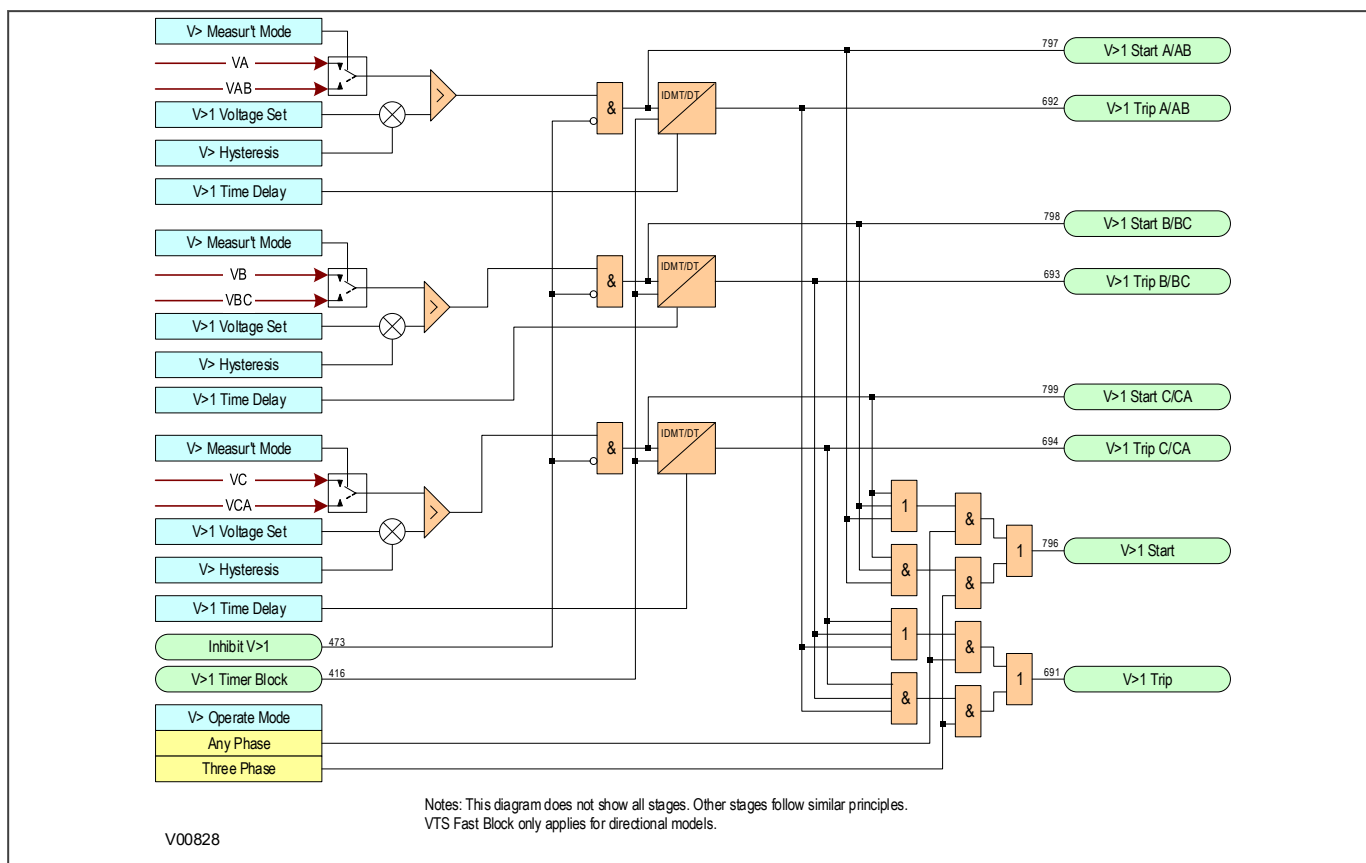


Figure 301: Zabezpieczenie nadnapięciowe - tryb wyzwalania jedno- i trójfazowego (pojedynczy stopień)

Funkcji zabezpieczenia nadnapięciowego wykrywa, gdy amplituda napięcia dla określonego stopnia wzrośnie powyżej ustawionej wartości progowej. Jeżeli to nastąpi, generowany jest sygnał **Start**, oznaczający „Uruchomienie zabezpieczenia”. Powyższy sygnał uruchamiający może być zablokowany przy pomocy sygnału **VTS Fast Block**. Wspomniany sygnał Start jest podawany na moduł timera w celu wygenerowania **sygnału Trip**, który może być zablokowany sygnałem blokujący timera zabezpieczenia nadnapięciowego (**V>(n) Timer Block**). Dla każdego stopnia, dostępne są trzy moduły wykrywania wzrostu napięcia fazy, po jednym dla każdej fazy. Trzy sygnały **Start** dla każdej z faz są sumowane logicznie dając trójfazowy sygnał uruchomienia (**V>(n) Start**), który może być aktywowany, gdy uruchomiona zostanie którakolwiek z trzech faz (sygnał Any Phase), lub gdy uruchomione zostaną trzy fazy (sygnał Three Phase), w zależności od wybranego ustawienia **V>Operate Mode**.

Sygnały wyjściowe modułów timera są sygnałami wyzwalania, które mogą być używane do sterownia wyzwalającym przekaźnikiem wyjściowym. Wspomniane sygnały wyzwalające również są sumowane logicznie dając trójfazowy sygnał wyzwolenia, który także jest kontrolowany przy pomocy ustawienia **V<Operate Mode**.

Jeżeli którykolwiek z powyższych sygnałów ma stan niski lub przyjmuje stan niski, zanim zakończy się odliczanie timera, moduł timera zostaje wstrzymany (skutecznie wyzerowany) do momentu, gdy sygnał blokujący przyjmie stan wysoki.

Próg spadku napięcia, zdefiniowany jako procent ustawionego napięcia, można regulować za pomocą ustawienia **V> Hysteresis**. Na przykład, gdy domyślne ustawienie **V>Hysteresis** wynosi 2, pobudzenie przekaźnika będzie miało miejsce przy ustawionym napięciu, a spadek będzie przy 98% ustawionego napięcia.

14.3.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

14.3.3.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO

Wiele stopni oraz odpowiadające im charakterystyki działania pozwalają na zastosowanie zabezpieczenia do różnych celów:

- Charakterystyka czasowo niezależna może być użyta w przypadku obu stopni w celu zapewnienia wymaganych stopni alarmowych oraz wyzwalających.
- Zastosowanie charakterystyki IDMT pozwala na stopniowanie opóźnienia zgodnie z wielkością i częstotliwością występowania przebiegów. Ponieważ ustawienia napięciowe obu stopni są niezależne, drugi stopień można ustawić poniżej pierwszego, uzyskując w ten sposób w razie potrzeby zwłoczny stopień alarmowy.
- Jeżeli wymagany jest jedynie jeden stopień zabezpieczenia nadnapięciowego lub gdy zabezpieczenie ma być jedynie elementem alarmującym, drugi ze stopni można wyłączyć.

Zabezpieczenie tego typu musi być skoordynowane ze wszystkimi pozostałymi urządzeniami nadnapięciowymi zainstalowanymi w innych miejscach instalacji.

14.4 KOMPENSOWANE NADNAPIĘCIOWE

Funkcja zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego oblicza napięcie składowej zgodnej na wyniesionym terminalu za pomocą lokalnego prądu składowej zgodnej i napięcia oraz impedancji linii i susceptancji. Może być ona używana na długich liniach przesyłowych, na których w warunkach zdalnego otwarcia wyłącznika mogą powstawać przebiegi Ferrantiego.

14.4.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO KOMPENSOWANEGO

Funkcję zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego można ustawić w kolumnie *VOLT PROTECTION* pod podtytułem *COMP OVERVOLTAGE*. Napięcie zdalne jest obliczane z wykorzystaniem ustawień impedancji linii oraz admitancji ładowania linii w menu *LINE PARAMETERS* urządzenia.

W inteligentnym urządzeniu elektronicznym wykorzystano model równoważny linii przesyłowej [A,B,C,D] uwzględniający następujące parametry:

- Total Impedance $Z = z \angle \theta \, \Omega$
- Całkowita susceptancja $Y = y \angle -90^\circ$
- Długość linii l

Napięcie zdalne obliczane jest przy pomocy następujących równań:

$$\begin{bmatrix} \bar{V}_r \\ \bar{I}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D - C \\ -BA \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \bar{V}_s \\ \bar{I}_s \end{bmatrix}$$

gdzie

- V_r to napięcie na końcu odbiorczym
- I_r jest prądem na końcu odbiorczym
- V_s to zmierzone napięcie na końcu nadawczym
- I_s to zmierzony prąd na końcu nadawczym
- $A = D = \cosh(y \cdot l)$
- $B = Z_c \cdot \sinh(y \cdot l)$
- $C = Y_c \cdot \sinh(y \cdot l)$
- $y \cdot l = \sqrt{(Z \cdot Y)}$
- $Z_c = 1/Y_c = \sqrt{(Z/Y)}$
- Y = całkowita susceptancja ładowania pojemnościowego linii
- Z_c = impedancja charakterystyczna linii (impedancja falowa linii)

Oba stopnie, gdy jest to potrzebne są w stanie zapewnić zarówno alarmowanie jak i wyzwolenie. Obydwa stopnie można ustawić niezależnie.

Stopień 1 można ustawić na *IDMT*, *DT* lub *Disabled* w komórce **V1>1 Cmp Funct.** Dla stopnia 2 istnieje możliwość ustawienia wyłącznie charakterystyki *DT* oraz można go włączyć/wyłączyć w komórce **V1>2 Cmp Status.**

Charakterystyka *IDMT* dla pierwszego stopnia definiowana jest następującym równaniem:

$$t = K / (M - 1)$$

gdzie:

- K = ustawienie mnożnika czasowego
- t = czas zadziałania w sekundach
- M = obliczone napięcie zdalne / napięcie ustawione w inteligentnym urządzeniu elektronicznym

14.4.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO KOMPENSOWANEGO

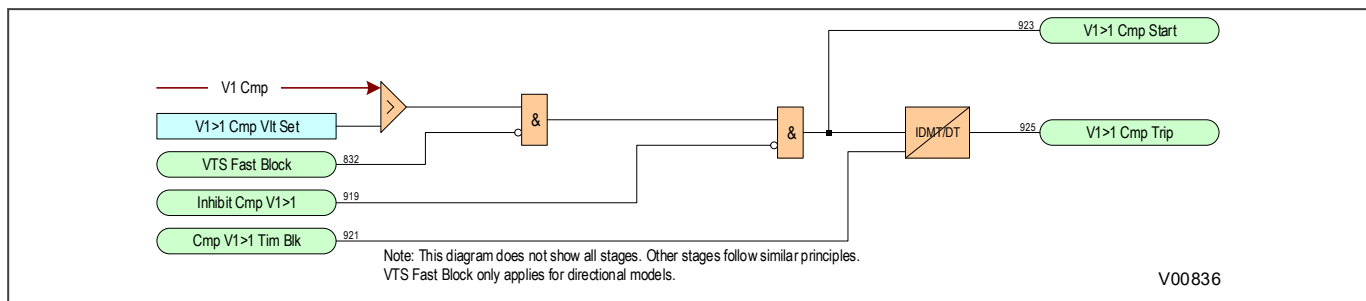


Figure 302: Logika zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego

Moduł zabezpieczenia nadnapięciowego kompensowanego (**V1 Cmp**) jest detektorem poziomym, który działa w momencie, gdy amplituda napięcia przekroczy wartość progową ustawioną dla każdego ze stopni. Gdy to nastąpi, wyjście komparatora generuje sygnał **Start (V1>(n) Cmp Start)** oznaczający „Uruchomienie zabezpieczenia.” Powyższy sygnał uruchamiający można zablokować przy pomocy sygnału **VTS Fast block**. Wspomniany sygnał **Start** jest podawany na moduł timera. Sygnał wyjściowy modułu timera **V1>(n) Cmp Trip** jest sygnałem, który może być wykorzystany do sterowania przekaźnikami wyjściami wyzwalającymi.

Próg spadku napięcia, zdefiniowany jako procent ustawionego napięcia, można regulować za pomocą ustawienia **Cp V Hysteresis**. Na przykład, gdy domyślne ustawienie **Cp V Hysteresis** wynosi 2, pobudzenie przekaźnika będzie miało miejsce przy ustawionym napięciu, a spadek będzie przy 98% ustawionego napięcia.

14.4.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

14.4.3.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO KOMPENSOWANEGO

Wiele stopni oraz odpowiadające im charakterystyki działania pozwalają na zastosowanie zabezpieczenia do różnych celów:

- Charakterystyka czasowo niezależna może być użyta w przypadku obu stopni w celu zapewnienia wymaganych stopni alarmowych oraz wyzwalających.
- Zastosowanie charakterystyki IDMT pozwala na stopniowanie opóźnienia zgodnie z wielkością i częstotliwością występowania przebiegów. Ponieważ ustawienia napięciowe obu stopni są niezależne, drugi stopień można ustawić poniżej pierwszego, uzyskując w ten sposób w razie potrzeby zwłoczny stopień alarmowy.
- Jeżeli wymagany jest jedynie jeden stopień zabezpieczenia nadnapięciowego lub gdy zabezpieczenie ma być jedynie elementem alarmującym, drugi ze stopni można wyłączyć.

Zabezpieczenie tego typu musi być skoordynowane ze wszystkimi pozostałymi urządzeniami nadnapięciowymi zainstalowanymi w innych miejscach instalacji.

14.5 ZABEZPIECZENIE NADNAPIĘCIOWE SZCZĄTKOWE

W poprawnie działających trójfazowych sieciach elektroenergetycznych suma napięć trzech faz względem ziemi wynosi zero, gdyż jest to suma geometryczna trzech symetrycznych wektorów przesuniętych względem siebie o 120°. Jednakże w momencie pojawienia się zwarcia doziemnego na instalacji strony pierwotnej równowaga ta zostaje zakłócona i pojawiają się napięcia szczytkowe. Należy przy tym zauważyć, że sytuacja ta powoduje wzrost napięcia punktu neutralnego w odniesieniu do ziemi. W związku z tym, ten rodzaj zabezpieczenia jest powszechnie określany jako zabezpieczenie przed napięciem przesunięcia punktu neutralnego (Neutral Voltage Displacement) lub w skrócie NVD.

Napięcie szczytkowe może być wyznaczone (na podstawie napięć fazowych) lub zmierzone (z użyciem przekładnika napięciowego klasy pomiarowej w układzie otwartego trójkąta). Wyznaczone wartości będą używane tylko wtedy, gdy model nie obsługuje funkcjonalności pomiarowej (nie posiada przeznaczonego do tego celu PN odpowiedniej klasy pomiarowej). Jeżeli do pomiaru napięcia szczytkowego użyty został PN klasy pomiarowej, nie może być on używany do innych funkcji, takich jak kontrola synchronizmu.

Tego typu metoda oferuje alternatywne sposoby wykrywania zwarć doziemnych, które nie wymagają pomiaru natężenia prądu. Może to być szczególnie korzystne w przypadku sieci uziemionych przez wysoką impedancję lub izolowanych, w których stosowanie przekładników Ferrantiego na każdej linii zasilającej może być zarówno niepraktyczne jak i nieekonomiczne, oraz w przypadkach, gdy wymagane jest zabezpieczenie ziemnozwarciowe urządzeń bez przekładników prądowych.

14.5.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO SZCZĄTKOWEGO

Zabezpieczenie nadnapięciowe szczytkowe jest aktywowane w kolumnie *RESIDUAL O/V NVD* odpowiedniej grupy ustawień.

Niektóre zastosowania wymagają więcej niż jednego stopnia. Przykładowo, sieć izolowana może wymagać stopnia alarmowego oraz stopnia wyzwania. Powszechną praktyką w takim wypadku jest projektowanie instalacji tak, by wytrzymywała standardowe przepięcia fazowe przez wiele godzin następujących po zwarcu doziemnym. W tego typu zastosowaniach alarm generowany jest zaraz po wykryciu takiej sytuacji, co służy poinformowaniu o obecności zwarcia doziemnego w instalacji. Daje to obsługującym instalację czas na zlokalizowanie i odizolowanie zwarcie. Drugi stopień zabezpieczenia może wystawić sygnał wyzwolenia, jeżeli zwarcie będzie się utrzymywało.

Produkt zapewnia dwa stopnie ochrony przed pochodnym przepięciem szczytkowym z niezależną charakterystyką opóźnienia czasowego.

Stopień 1 zapewnia wybór charakterystyki zadziałania, w ramach której można wybrać:

- charakterystyka IDMT (charakterystyka czasowo zależna),
- DT (Definite Time - charakterystyka czasowo niezależna).

Charakterystyka IDMT opisana jest poniższym równaniem:

$$t = K / (M - 1)$$

gdzie:

- K = ustawienie mnożnika czasowego
- t = czas zadziałania w sekundach
- M = Wyliczone napięcie szczytkowe/napięcie ustawione (**VN> Voltage Set**)

Ustawia się to za pomocą **VN>1 Function**.

Stopień 1 oferuje funkcję Timer Hold (zatrzymania timera).

Stopień 2 ma jedynie charakterystykę czasowo niezależną. Ustawienia znajdują się w komórce **VN<2 status**

Urządzenie wykonuje wewnętrzne obliczenia napięcia szczytkowego na podstawie trójfazowego wejścia napięciowego, które połączone jest albo z pięciordzeniowym przekładnikiem napięciowym albo z trzema

jednofazowymi przekładnikami napięciowymi. Tego typu układ przekładników napięciowych zapewnia drogę przepływu dla strumienia szczytkowego i w konsekwencji umożliwia urządzeniu obliczenie wymaganego napięcia szczytkowego. Dodatkowo punkt gwiazdy strony pierwotnej przekładnika napięciowego musi być uziemiony. Trójrdzeniowe przekładniki napięciowe nie zapewniają drogi przepływu dla strumienia szczytkowego, dlatego też są nieodpowiednie dla tego typu zabezpieczenia.

14.5.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NADNAPIĘCIOWEGO SZCZĄTKOWEGO

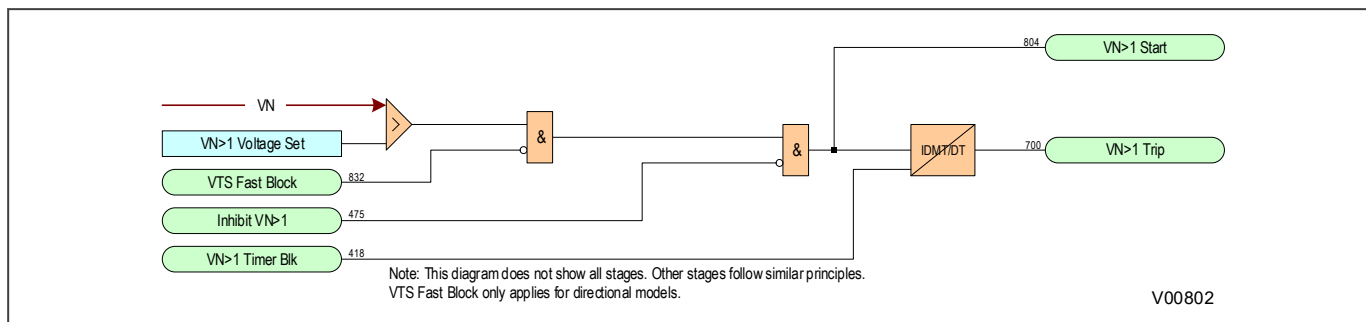


Figure 303: Logika zabezpieczenia nadnapięciowego szczytkowego

Moduł zabezpieczenia nadnapięciowego szczytkowego (VN>) jest detektorem poziomu, który działa w momencie, gdy amplituda napięcia przekroczy wartość progową ustawioną dla każdego ze stopni. Gdy to nastąpi, wyjście komparatora generuje **sygnał** Start (VN>(n) Start) oznaczający „Uruchomienie zabezpieczenia.” Powyższy sygnał uruchamiający można zablokować przy pomocy sygnału **VTS Fast block**. Wspomniany sygnał **Start** jest podawany na moduł timera. Sygnał wyjściowy modułu timera VN> (n) Trip jest sygnałem, który może być wykorzystany do sterowania wyzwalającym przekaźnikiem wyjściowym.

14.5.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

14.5.3.1 OBLICZENIA DLA SIECI Z UZIEMIENIEM BEZPOŚREDNIM

Przypadek zwarcia doziemnego fazy A w prostej sieci o strukturze promieniowej.

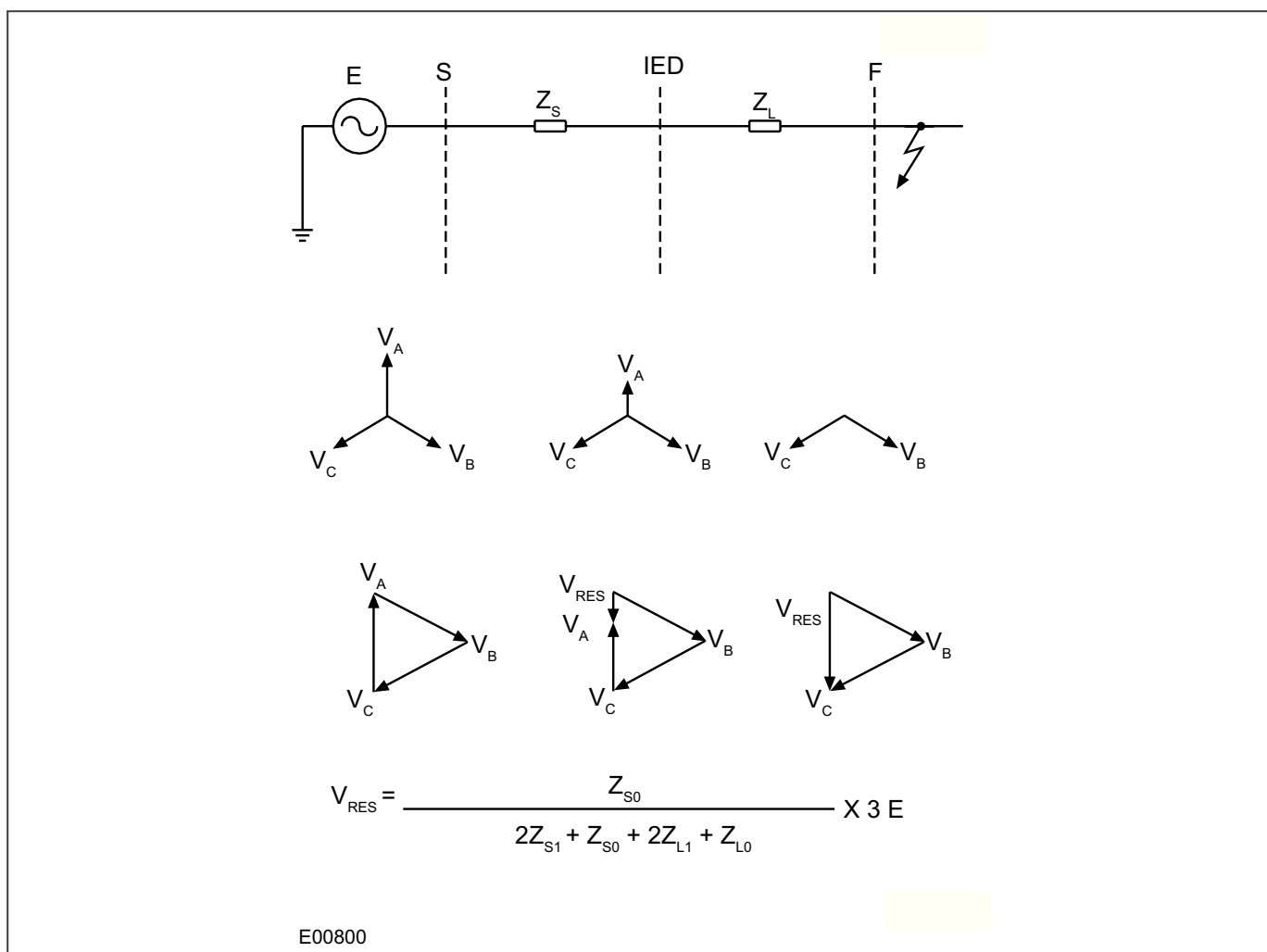


Figure 304: Napięcie szczytkowe dla sieci z uziemieniem bezpośrednim

Jak można zauważyć na powyższym schemacie, napięcie szczytkowe mierzone w sieci z uziemieniem bezpośrednim zależy wyłącznie od stosunku impedancji źródła znajdującego się za zabezpieczeniem do impedancji linii znajdującej się przed zabezpieczeniem, aż do punktu zwarcia. W przypadku zwarcia odległego stosunek Z_S/Z_L będzie niewielki, skutkując odpowiednio niewielkim napięciem szczytkowym. Tak więc zabezpieczenie zadziała wyłącznie w przypadku zwarcia, które nastąpiły na sieci w pewnej odległości. Maksymalna odległość zależy od nastawy urządzenia.

14.5.3.2 OBLICZENIA DLA SIECI Z UZIEMIENIEM IMPEDANCYJNYM

Przypadek zwarcia doziemnego fazy A w prostej sieci o strukturze promieniowej.

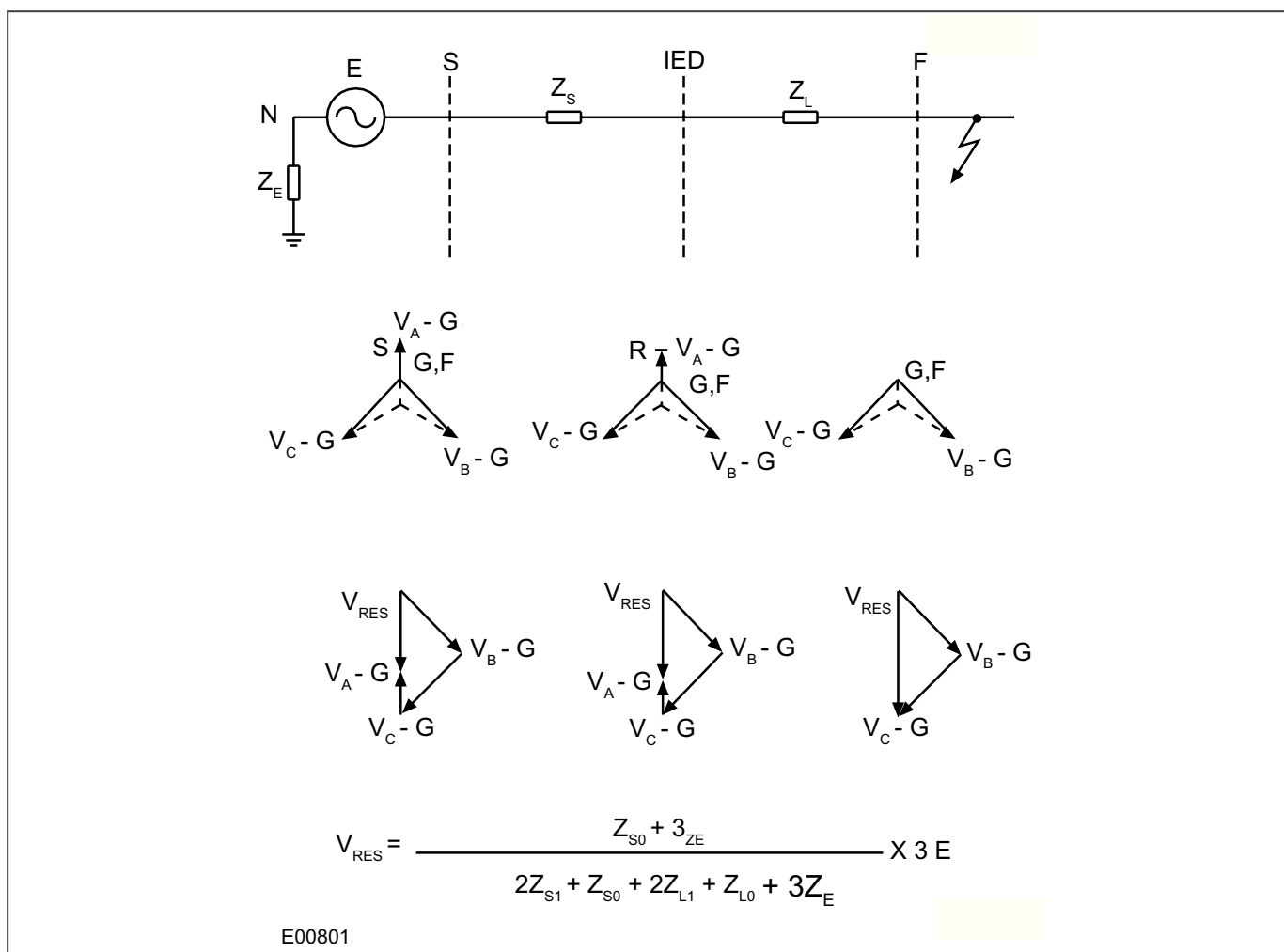


Figure 305: Napięcie szczytkowe dla sieci z uziemieniem impedancyjnym

Instalacje z uziemieniem impedancyjnym zawsze będą generowały stosunkowo duży poziom napięcia szczytkowego, gdyż impedancja źródła dla składowej zerowej obejmuje teraz impedancję uziemienia. Wynika z tego, że napięcie szczytkowe powstające w skutek zwarcia doziemnego w sieciach izolowanych będzie miało możliwie najwyższą wartość (3 x napięcie fazowe), gdyż impedancja źródła dla składowej zerowej jest nieskończenie duża.

14.5.3.3 WYTTCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI

Nastawa napięcia zastosowana w zabezpieczeniach zależy od amplitudy napięcia szczytkowego, które jest spodziewane w warunkach zwarcia doziemnego. To z kolei zależy od zastosowanego sposobu uziemienia.

Należy dopilnować, by nastawa zabezpieczenia była wyższa od jakiegokolwiek napięcia szczytkowego obecnego w sieci.

ROZDZIAŁ 15

FUNKCJE ZABEZPIECZENIA CZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO

15.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Urządzenie oferuje szereg funkcji zabezpieczenia częstotliwościowego. Rozdział ten opisuje działanie tych funkcji, tj. m.in. zasadę ich działania, diagramy logiczne oraz zastosowania.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	456
Zabezpieczenie częstotliwościowe	457
Niezależna detekcja prędkości zmian częstotliwości (R.O.C.O.F)	460

15.2 ZABEZPIECZENIE CZĘSTOTLIWOŚCIOWE

Wytwarzanie energii oraz jej pobór w sieciach przemysłowych, rozdzielczych oraz przesyłowych muszą być odpowiednio zrównoważone. Sieci elektryczne są obiektami dynamicznymi z nieustannie zmieniającym się obciążeniami oraz wytwarzaniem energii, które w sposób ciągły wpływają na częstotliwość sieci. Zwiększone obciążenie redukuje częstotliwość sieci, w związku z czym wytwarzanie energii powinno zostać zwiększone w celu utrzymania częstotliwości zasilania. Z drugiej strony, zmniejszone obciążenia powoduje wzrost częstotliwości instalacji, w związku z czym wytwarzanie energii powinno zostać zredukowane. Nagłe zmiany obciążenia mogą powodować gwałtowne zmiany częstotliwości, które wymagają szybkiej reakcji.

Jeżeli w odpowiednim czasie nie zostaną poczynione żadne kroki korygujące, spadek częstotliwości może osiągnąć punkt bezpowrotny, co spowoduje powstanie rozległego zakłócenia sieciowego, które będzie miało poważne konsekwencje.

Standardowo generatory są przystosowane pracy w określonym paśmie częstotliwości. Praca poza tym pasmem może prowadzić do mechanicznego uszkodzenia łopat turbin. Zabezpieczenie przed takimi ewentualnościami wymagane jest, gdy częstotliwość nie ulegnie poprawie nawet po kolejnych krokach odłączania obciążeń. Tego typu zabezpieczenie może być wykorzystane do alarmowania operatora lub odcięcia turbiny w odpowiedzi na poważne spadki częstotliwości.

Oczywiście do zapewnienia stabilności częstotliwości sieci trzeba zastosować szereg metod. Zabezpieczenie częstotliwościowe w tym urządzeniu zapewnia zarówno zabezpieczenie podczęstotliwościowe, jak i nadczęstotliwościowe.

Zabezpieczenie częstotliwościowe aktywuje się w kolumnie *FREQ PROTECTION* odpowiedniej grupy ustawień.

15.2.1 ZABEZPIECZENIE PODCZĘSTOTLIWOŚCIOWE

Obniżona częstotliwość sieci oznacza, że obciążenie sieci przekracza zdolność wytwórczą. Taka sytuacja może powstać przy rozdziale połączonych ze sobą sieci, gdy obciążenie, które występuje w jednej z podsieci przekracza wydajność generatorów tej podsieci. Zakłady przemysłowe zależne od obiektów pokrywających część ich zapotrzebowań doświadczą warunków związanych z obniżoną częstotliwością, gdy linie doprowadzające zostaną utracone.

Wiele rodzajów urządzeń przemysłowych ma ograniczone tolerancje związane z częstotliwością pracy oraz prędkościami obrotowymi (np. silniki synchroniczne). Długotrwała podczęstotliwość wpływa na stabilność sieci, przy czym każde kolejne zakłócenie może spowodować uszkodzenie sprzętu lub nawet doprowadzić do przerw w dostawie energii. Konieczne jest zatem wdrożenie zabezpieczenia reagującego na warunki związane z podczęstotliwością.

15.2.1.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA PODCZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO

Proste zabezpieczenie podczęstotliwościowe konfiguruje się w kolumnie *FREQ PROTECTION* odpowiedniej grupy ustawień.

Urządzenie zapewnia 4 stopnie zabezpieczenia podczęstotliwościowego. Funkcja wykorzystuje następujące ustawienia (pokazane tylko dla stopnia 1 – pozostałe stopnie działają na tych samych zasadach).

- **F<1 Status:** włącza lub wyłącza zabezpieczenie podczęstotliwościowe dla odpowiedniego stopnia
- **F<1 Setting:** definiuje ustawienie pobudzenia częstotliwościowego
- **F<1 Time Delay:** ustawia opóźnienie czasowe

15.2.1.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA PODCZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO

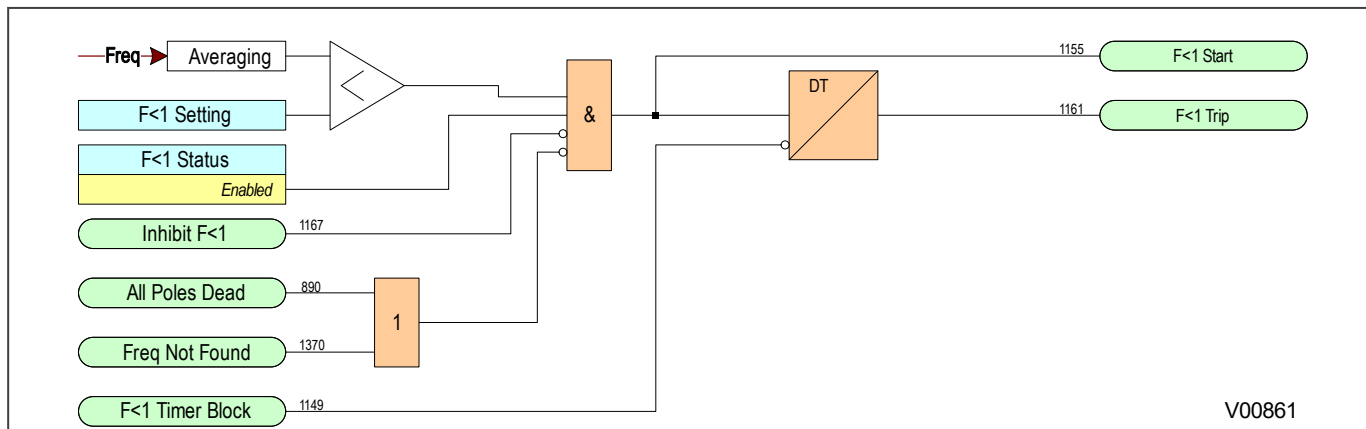


Figure 306: Logika zabezpieczenia podczęstotliwościowego (pojedynczy stopień)

Jeżeli częstotliwość spadnie poniżej ustawionej wartości i nie dojdzie do zablokowania zabezpieczenia, uruchomiony zostanie timer DT. Jeżeli określenie częstotliwości sieci nie jest możliwe, funkcja ta jest blokowana.

15.2.1.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

15.2.1.3.1 WYTICZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI

W celu wyeliminowania wpływu podczęstotliwości, na spriorytetyzowanych i podzielonych na grupy odbiorach zakładowych można zastosować wielostopniowy schemat odłączania obciążeń. W warunkach wystąpienia podczęstotliwości grupy obciążeń są odłączane sekwencyjnie, przy czym grupa o najwyższym priorytecie odłączana jest na końcu.

Skuteczność każdego z etapów odłączania obciążeń zależy od tego, jaką część całkowitego niedoboru mocy ten etap reprezentuje. Jeżeli obciążenia dołączone w danym etapie są zbyt małe w porównaniu z niedoborem mocy głównego generatora, poprawa częstotliwości może być niezauważalna. Aspekt ten należy uwzględnić podczas definiowania grup obciążeń.

Opóźnienie czasowe powinno zezwalać na występowanie krótkotrwałych przysiadów częstotliwości, jak również powinno zapewniać dostateczny czas na reakcję układów kontroli częstotliwości w instalacji. Nie powinny one być zbyt duże, gdyż może to zachwiać stabilnością sieci. Standardowo opóźnienie czasowe ustawiane jest na wartość od 5 do 20 s.

Funkcja zabezpieczająca powinna być ustawiona w taki sposób, by zadeklarowane częstotliwościowo-czasowe wartości graniczne zespołu generatorów nie były w żaden sposób zagrożone. Standardowo, powinien w sposób ciągły być utrzymywany stan 10% nadczęstotliwości.

15.2.2 ZABEZPIECZENIE NADCZĘSTOTLIWOŚCIOWE

Zwiększona częstotliwość w sieci powstaje, gdy moc mechaniczna podawana na generator przekracza wyjściową moc elektryczną. Może się to zdarzyć, np. gdy w instalacji nastąpi nagły spadek obciążenia, spowodowany odłączeniem linii zasilającej biegnącej od zakładu do punktu odbiorczego. W takich warunkach, regulator musi zwykle zareagować błyskawicznym zrównoważeniem mocy mechanicznej podawanej i mocy elektrycznej oddawanej, innymi słowy musi przywrócić normalną częstotliwość. Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe wymagane jest jako rezerwowe, działające w przypadkach, w których reakcja urządzeń kontrolujących jest zbyt wolna.

15.2.2.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NADCZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO

Proste zabezpieczenie nadczęstotliwościowe konfiguruje się w kolumnie FREQ PROTECTION odpowiedniej grupy ustawień.

Urządzenie zapewnia 2 stopnie zabezpieczenia nadczęstotliwościowego. Funkcja wykorzystuje następujące ustawienia (pokazane tylko dla stopnia 1 – pozostałe stopnie działają na tych samych zasadach).

- **F>1 Status:** włącza lub wyłącza zabezpieczenie podczęstotliwościowe dla odpowiedniego stopnia
- **F>1 Setting:** definiuje ustawienie pobudzenia częstotliwościowego
- **F>1 Time Delay:** ustawia opóźnienie czasowe

15.2.2.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NADCZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO

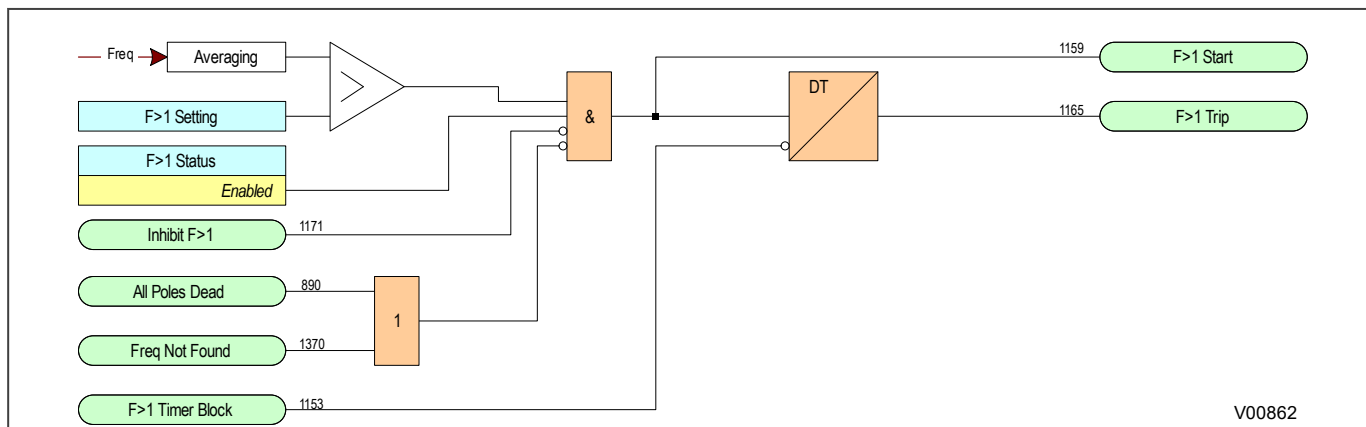


Figure 307: Logika zabezpieczenia nadczęstotliwościowego (pojedynczy stopień)

Jeżeli częstotliwość przekroczy wartość ustawioną i zabezpieczenie nie jest zablokowane, uruchomiony zostanie timer DT, a po upływie czasu na nim ustawionego zostanie wystawiony sygnał wyzwalający. Jeżeli określenie częstotliwości sieci nie jest możliwe, funkcja ta jest blokowana.

15.2.2.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

15.2.2.3.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI

W wyniku zmian w sieci spowodowanych zwarciami lub innymi czynnikami operacyjnymi, możliwe jest, że w obrębie sieci elektroenergetycznej uformowane zostaną różne podsystemy. Najprawdopodobniej, podsystemy te będą narażone na skutki związane z niesymetrycznością obciążenia. „Wyspy”, w których generowana moc przekracza aktualne zapotrzebowanie będą podlegać warunkom związanym z nadmiernym wzrostem częstotliwości. Wiele przemysłowych odbiorów nie jest w stanie pracować przy wysokiej nadczęstotliwości, gdyż oddziałuje ona na prędkość roboczą silników. Do wykrywania tego typu sytuacji można odpowiednio skonfigurować człon nadczęstotliwościowy.

15.3 NIEZALEŻNA DETEKCJA PRĘDKOŚCI ZMIAN CZĘSTOTLIWOŚCI (R.O.C.O.F)

W przypadku wystąpienia bardzo dużych obciążeń mogą pojawić się niesymetrie, które mogą spowodować błyskawiczny spadek częstotliwości sieci. Sytuacja może być tak poważna, że odciążenie jednego lub dwóch stopni obciążenia prawdopodobnie nie będzie w stanie powstrzymać błyskawicznego spadku częstotliwości. W takim przypadku standardowe zabezpieczenie podczęstotliwościowe zwykle musi być uzupełnione o zabezpieczenie, które będzie reagować na prędkość zmiany częstotliwości. Wymagane jest zatem zabezpieczenie, które wykryje dużą prędkość spadku częstotliwości oraz odpowiednio dostosuje schemat odciążania.

Zabezpieczenie takie może identyfikować zmiany częstotliwości wokół częstotliwości znamionowej, zapewniając tym samym wczesne ostrzeżenie przed narastającym problemem związanym z częstotliwością. Zabezpieczenie to może również być używane jako alarm ostrzegający operatorów o wyjątkowo dużych zmianach częstotliwości sieci.

15.3.1 IMPLEMENTACJA NIEZALEŻNEJ DETEKCJI PRĘDKOŚCI ZMIAN CZĘSTOTLIWOŚCI (R.O.C.O.F)

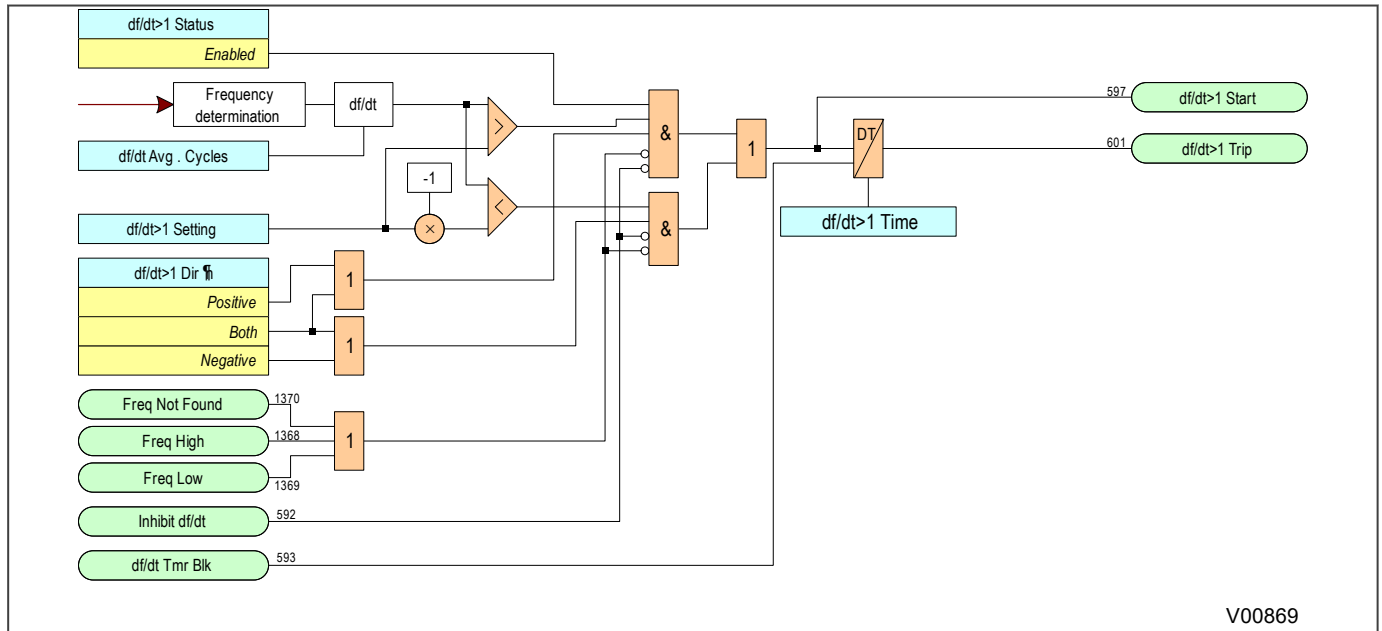
Urządzenie zapewnia cztery niezależne stopnie ochrony. Każdy ze stopni może reagować albo na wzrost albo na spadek częstotliwości. Jest to zależne od tego, czy wartość progową częstotliwości ustawiono powyżej czy poniżej częstotliwości znamionowej instalacji. Przykładowo, jeżeli wartość progową częstotliwości ustawiono powyżej częstotliwości znamionowej, ustawienie prędkości zmian częstotliwości uznaje się za dodatnie, a zabezpieczenie będzie działać w przypadku wzrostu częstotliwości. Jeżeli wartość progową częstotliwości ustawiono poniżej częstotliwości znamionowej, ustawienie uznaje się za ujemne, a zabezpieczenie będzie działać w przypadku spadku częstotliwości.

Funkcja wykorzystuje następujące ustawienia (pokazane tylko dla stopnia 1 – pozostałe stopnie działają na tych samych zasadach).

- **df/dt Avg.Cycles** oblicza tempo zmian częstotliwości w ustalonym okresie kilku cykli.
- **$df/dt>1$ Status:** określa stopień – dla opadania lub dla wzrostu częstotliwości,
- **$df/dt>1$ Setting:** definiuje ustawienie pobudzenia dla detekcji prędkości zmian częstotliwości,
- **$df/dt>1$ Time:** ustala zwłokę czasową.
- **$df/dt>1$ Dir'n:** ustawia kierunek zmian do sprawdzenia (dodatni, ujemny lub oba)

Dodatkowo dla każdego stopnia dostępne są sygnały uruchomienia, wyzwolenia i blokady czasowej DDB, a także sygnał wstrzymujący do blokowania wszystkich czterech stopni.

15.3.2 LOGIKA NIEZALEŻNEJ DETEKCJI PRĘDKOŚCI ZMIAN CZĘSTOTLIWOŚCI (R.O.C.O.F)



V00869

Figure 308: Logika detekcji prędkości zmian częstotliwości (pojedynczy stopień)

ROZDZIAŁ 16

FUNKCJE ZABEZPIECZEŃ MOCOWYCH

16.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Funkcją zabezpieczenia mocowego jest ochrona generatorów. Chociaż główną funkcją tego urządzenia są zastosowania przy liniach zasilających, można je również stosować jako opłacalna alternatywa do zabezpieczania małych rozproszonych generatorów, zwykle o mocy mniejszej niż 2 MW.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	463
Zabezpieczenie nadmocowe	464
Zabezpieczenie podmocowe	468

16.2 ZABEZPIECZENIE NADMOCOWE

W przypadku nadmiernych mocy należy rozważyć dwa różne stany: nadmierna moc do przodu oraz nadmierna moc wstecz.

Stan związany z nadmocą w kierunku przewodzenia występuje, gdy obciążenie instalacji nadmiernie wzrasta. Generator przystosowany jest do dostarczania określonej mocy i, jeżeli nastąpi próba zasilania instalacji o mocy wyższej niż jego wydajność znamionowa, może on ulec uszkodzeniu. Dlatego też do wskazywania przeciążenia używane może być zabezpieczenie nadmocowe w kierunku przewodzenia. Może być ono również używane jako zabezpieczenie rezerwowe na wypadek awarii regulatora lub urządzeń kontrolnych. Zazwyczaj zabezpieczenie nadmocowe będzie ustawione powyżej maksymalnej mocy znamionowej maszyny.

W przypadku, gdy źródło napędu generatora ulegnie awarii następuje przepływ nadmiernej mocy wstecz. Gdy tak się stanie, sieć elektroenergetyczna może oddawać moc do generatora, wymuszając jego pracę silnikową. To odwrócenie przepływu mocy spowodowane utratą źródła napędu może być bardzo szkodliwe i ważne jest, by mogło być ono wykryte przez zabezpieczenie od przekroczenia poziomu mocy zwrotnej.

16.2.1 IMPLEMENTACJA ZABEZPIECZENIA NADMOCOWEGO

Zabezpieczenie nadmocowe aktywuje się w kolumnie *POWER PROTECTION* odpowiedniej grupy ustawień.

Człony zabezpieczenia nadmocowego zapewniają 4 stopnie zabezpieczenia kierunkowego mocy zarówno dla mocy czynnej, jak i biernej, z których każdy można skonfigurować jako nadmocowe, wybierając wartość *Over* w ustawieniu **funkcji Power1** (lub innego stopnia). Człon kierunkowy można skonfigurować do pracy w kierunku przewodzenia i w kierunku wstecznym oraz może aktywować jedno- lub trójfazowe wyzwalanie.

Człony wykorzystują pomiary mocy trójfazowej i jednofazowej (z fazy A, B i/lub C) jako wielkości determinujące ich zadziałanie. Uruchomienie następuje w momencie, gdy dwa następujące po sobie wyniki pomiarów przekroczą ustawioną wartość progową. Wyzwalanie następuje, jeżeli stan związany z uruchamianiem utrzymuje się podczas trwania zadanej zwłoki czasowej. Powyższe może być blokowane sygnałem VTS Slow Block oraz logiką martwego bieguna.

Timer uruchomienia i wyzwalania jest resetowany w momencie, gdy poziom mocy spadnie poniżej poziomu odpadania lub gdy wystąpi warunek blokady. Mechanizm zerowania jest podobny do funkcji zerowania zabezpieczenia nadprądowego, w której procent czasu, który upłynął na timerze zadziałania, jest zapamiętywany i wykorzystywany przy ustawianiu opóźnienia dla zerowania. Jeżeli stan związany z uruchamianiem powróci zanim zakończy się odliczanie timera resetującego, czas zadziałania zostanie zainicjowany od zapamiętanej wartości odmierzonej. W przeciwnym razie zapamiętana wartość zostanie zresetowana do wartości zero, po tym jak timer resetujący zakończy odliczanie.

16.2.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA NADMOCOWEGO

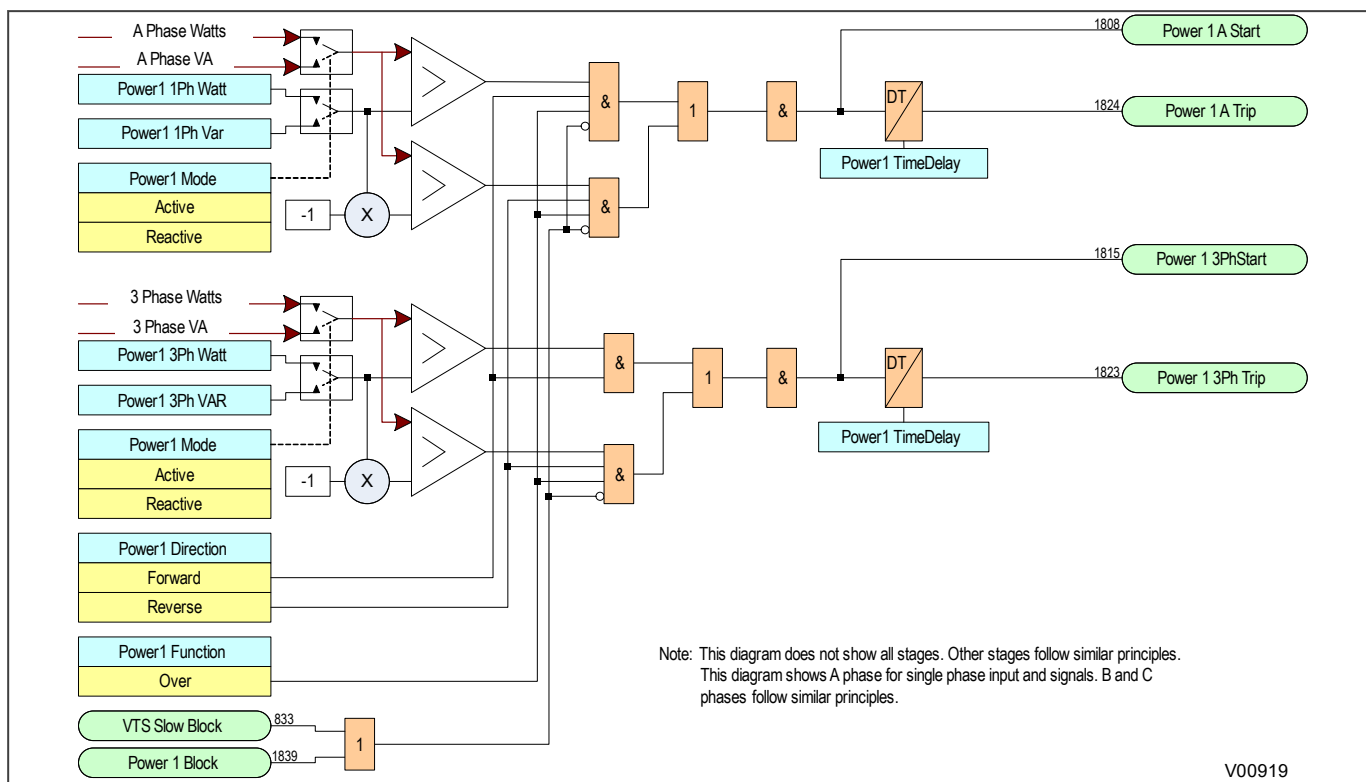


Figure 309: Logika zabezpieczenia nadmocowego

16.2.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

16.2.3.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI ZABEZPIECZENIA NADMOCOWEGO DZIAŁAJĄCEGO W KIERUNKU DO PRZODU

Właściwa nastawa progu mocy powinna być wyższa niż moc znamionowa przy pełnym obciążeniu.

Tryb pracy należy ustawić dla kierunku przewodzenia (Forward).

Należy zastosować ustawienie opóźnienia czasowego **Power1 TimeDelay** (lub inny stopień). To ustawienie zależy od zastosowania. Opóźnienie timera zerowania, ustawienie **Power1 tRESET** (lub inny stopień), zwykle jest ustawione na zero.

16.2.3.2 UWZGLĘDNIENIE MOCY WSTECZNEJ

Zadaniem generatora jest dostarczanie mocy do podłączonej instalacji w warunkach normalnej pracy. Jeżeli główny napęd generatora ulegnie awarii, zacznie pobierać moc silnikową z systemu elektroenergetycznego (pod warunkiem, że instalacja elektroenergetyczna, do którego jest podłączony posiada inne źródła wytwórcze). Konsekwencje pracy silnikowej generatora i poziom mocy pobieranej z instalacji elektroenergetycznej zależą od rodzaju jego napędu.

Typowe poziomy mocy dla pracy silnikowej oraz możliwe uszkodzenia wynikłe z pracy silnikowej, które mogą wystąpić w różnych rodzajach elektrowni elektroenergetycznych, zostały podane w poniższej tabeli.

Napęd generatora	Moc przy pracy silnikowej	Możliwe uszkodzenia (zakres wyrażony w procentach)
Silnik Diesla	5% oraz 25%	Ryzyko pożarowe lub wybuchu niespalonego paliwa

Napęd generatora	Moc przy pracy silnikowej	Możliwe uszkodzenia (zakres wyrażony w procentach)
Moc pracy silnikowej zależy od stopnia sprężenia i sztywności tulei cylindra. Aby ograniczyć straty mocy i ryzyko uszkodzenia, wymagane jest natychmiastowe odłączenie		
Turbina gazowa	10% - 15% (wał dzielony) >50% (wał jednolity)	W niektórych układach napędzanych kołami zębatymi uszkodzenie może nastąpić na skutek wstecznego momentu obrotowego przenoszonego przez uzębienie koła zębatego.
W porównaniu z maszynami z dzielonym wałem, obciążenie kompresora w maszynach z wałem jednolitym prowadzi do wysokich mocy pracy silnikowej. Aby ograniczyć straty mocy i ryzyko uszkodzenia, wymagane jest natychmiastowe odłączenie		
Turbiny wodne	0,2 - >2% (Łopaty poza wodą) >2,0% (Łopaty w wodzie)	Uszkodzenie łopaty i wirnika może pojawić się w wyniku długiej pracy silnikowej.
Moc jest niska, gdy łopaty znajdują się powyżej poziomu wody cieku wodnego. Urządzenia do wykrywania przepływu medium są często podstawowym środkiem wykrywania utraty napędu. W przypadku pracy bezobsługowej, zalecane jest zastosowanie funkcji automatycznego wyłączania.		
Turbiny parowe	0,5% - 3% (zespoły z kondensacją) 3% - 6% (zespoły bez kondensacji)	Uszkodzenia łopat niskoprężnej turbiny mogą nastąpić w wyniku naprężenia termicznego, gdy na skutek oporu powietrza nie jest możliwy przepływ pary dla odprowadzenia strat.
Uszkodzenie zespołów niekondensacyjnych może nastąpić szybko, równie szybko będzie uszkodzenie zespołów kondensacyjnych, w których doszło do utraty próżni. Zabezpieczenie od mocy wstecznej może być użyte jako wtórna metoda wykrywania utraty napędu i może być wykorzystywane tylko dla sygnalizacji alarmowej.		

W niektórych zastosowaniach poziom mocy wstecznej na skutek awarii źródła napędu może być niestabilny. Może to nastąpić w przypadku awarii silnika Diesla. Aby zapobiec cyklicznemu pobudzaniu oraz resetowaniu głównego timera wyzwiania, przewidziano nastawialną zwłokę czasową dla resetu. Opóźnienie musi być nastawione na czas dłuższy od okresu schodzenia mocy wstecznej poniżej nastawy. Tę nastawę trzeba uwzględnić ustawiając zwłokę czasową głównego timera wyzwiania.

Note:

Zwłoka dłuższa niż połowa okresu występowania jakichkolwiek kołysań mocy w sieci elektroenergetycznej może skutkować zadziałaniem zabezpieczenia od mocy wstecznej podczas kołysań.

16.2.3.3 WYTICZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI ZABEZPIECZENIA OD PRZEKROCZENIA POZIOMU MOCY ZWROTNEJ

Każdy stopień zabezpieczenia mocy można tak wybrać, aby działał jako stopień zabezpieczenia od mocy wstecznej poprzez ustawienie komórki **Power1 Direction** (lub innego stopani) na *Reverse*.

Odpowiednie ustawienia wartości progowej mocy powinny wynosić mniej niż 50% mocy pracy silnikowej.

Tryb pracy należy ustawić na „Reverse” (moc zwrotna).

Funkcja zabezpieczenia od mocy wstecznej powinna działać ze zwłoką czasową, aby zapobiec fałszywym wyzwoleniom zabezpieczenia lub aktywacji alarmu podczas zakłóceń w sieci elektroenergetycznej lub zaraz po synchronizacji.

Typowa zwłoka czasowa wynosi około 5 s.

Opóźnienie timera zerowania, ustawienie **Power1 tRESET** (lub inny stopień), zwykle jest ustawione na zero.

Jeżeli nastawa zwłoki timera resetującego wynosi więcej niż zero, wydłużenie zwłoki czasowej pobudzenia może być konieczne, by zapobiec fałszywemu wyzwoleniu w przypadku kołysań mocy.

Zabezpieczenie od przekroczenia poziomu mocy zwrotnej może również być wykorzystane w przypadku wykrywania utraty zasilania. Jeżeli generator rozproszony jest podłączony do sieci, ale nie przesyła do sieci żadnej mocy, można wykorzystać zabezpieczenie od mocy wstecznej do wyłączenia tego generatora. W tym wypadku, nastawa wartości progowej zabezpieczenia powinna być ustawiona na wartość czułą, typowo wynoszącą mniej niż

2% mocy znamionowej. Zabezpieczenie to powinno także działać ze zwłoką czasową, aby zapobiec fałszywemu wyzwaniu lub aktywacji alarmów podczas zakłóceń w sieci elektroenergetycznej lub zaraz po synchronizacji. Typowy czas zwłoki wynosi 5 sekund.

16.3 ZABEZPIECZENIE PODMOCOWE

Mimo tego, że zabezpieczenie podmocowe jest kierunkowe i może być ustawiane jako zabezpieczenie działające do przodu lub wstecz, najczęściej jest stosowanego jako zabezpieczenie od niedoboru mocy do przodu.

Gdy podczas wytwarzania mocy zostanie wyzwolony wyłącznik łączący generator z siecią, obciążenie elektryczne generatora zostanie odcięte. Może to doprowadzić do nadobrotów generatora, jeżeli podawana moc mechaniczna nie zostanie szybko zredukowana. Duże prądnice turbinowe prądu przemiennego z wirnikami o małej inercji nie mają dużej tolerancji na nadobroty. Para uwięziona w turbinie, odcięta na skutek zamknięcia zaworu w dalszej części instalacji może szybko doprowadzić do nadobrotów. Aby zredukować ryzyko uszkodzenia wskutek nadobrotów, konieczne może być powiązanie wyzwalań wyłącznika z nastawą mocy mechanicznej podawanej za pomocą funkcji kontroli niedoboru mocy do przodu. Zapewni to otwarcie wyłącznika generatora tylko wtedy, gdy moc mechaniczna podawana do silnika napędzającego została odcięta, oraz gdy moc oddawana została zredukowana do poziomu, przy którym wystąpienie nadobrotów jest mało prawdopodobne. Opóźnienie wyzwalań wyłącznika może być zastosowane w przypadku „mniej pilnego” wyzwalań zabezpieczeń (np. w przypadku zabezpieczenia ziemnozwarciowego dla stojana generatora z uziemieniem wysokoimpedancyjnym). Jednak w przypadku „pilnego” wyzwalań (np. zabezpieczenie różnicowoprądowe stojana), wspomniane uzależnienie warunkowe funkcji kontroli niedoboru mocy do przodu nie powinno być stosowane.

16.3.1 ZASTOSOWANIE ZABEZPIECZENIA PODMOCOWEGO

Zabezpieczenie podmocowe aktywuje się w kolumnie *POWER PROTECTION* odpowiedniej grupy ustawień.

Człony zabezpieczenia podmocowego zapewniają 4 stopnie zabezpieczenia kierunkowego mocy zarówno dla mocy czynnej, jak i biernej, z których każdy można skonfigurować jako nadmocowe, wybierając wartość *Under* w ustawieniu **funkcji Power1** (lub innego stopnia). Człon kierunkowy można skonfigurować do pracy w kierunku przewodzenia i w kierunku wstecznym oraz może aktywować jedno- lub trójfazowe wyzwalań.

Człony wykorzystują pomiary mocy trójfazowej i jednofazowej (z fazy A, B i/lub C) jako wielkości determinujące ich zadziałanie. Warunek uruchomienia zabezpieczenia występuje, gdy wartości dwóch kolejnych pomiarów spadną poniżej ustawionego progu. Wyzwalanie następuje, jeżeli warunek uruchomienia utrzymuje się przez czas zadanej zwłoki czasowej. Funkcja ta może być zablokowana poprzez użycie zwłocznej blokady VTS oraz logiki bieguna martwego.

Timer uruchomienia i wyzwalań jest resetowany w momencie, gdy poziom mocy przekroczy poziom odpadania lub gdy wystąpi warunek blokady. Mechanizm zerowania jest podobny do funkcji zerowania zabezpieczenia nadprądowego, w której procent czasu, który upłynął na timerze zadziałania, jest zapamiętywany i wykorzystywany przy ustawianiu opóźnienia dla zerowania. Jeżeli stan związany z uruchamianiem powróci zanim zakończy się odliczanie timera resetującego, czas zadziałania zostanie zainicjowany od zapamiętanej wartości odmierzonej. W przeciwnym razie zapamiętana wartość zostanie zresetowana do wartości zero, po tym jak timer resetujący zakończy odliczanie.

16.3.2 LOGIKA ZABEZPIECZENIA PODMOCOWEGO

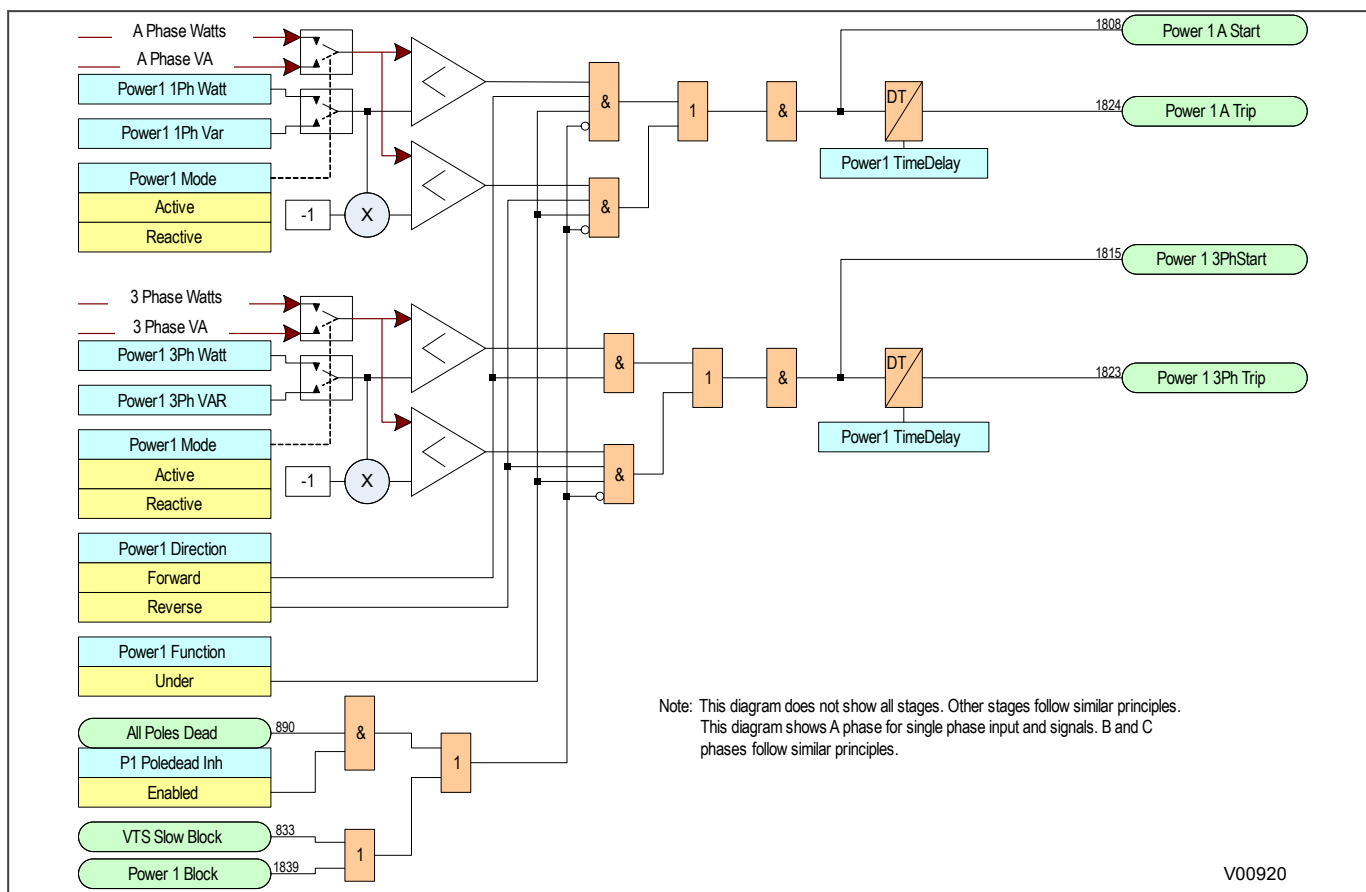


Figure 310: Logika zabezpieczenia podmocowego

16.3.3 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

16.3.3.1 UWZGLĘDNIENIE NIEDOBORU MOCY DO PRZODU

Zabezpieczenie przed niedoborem mocy do przodu można ustawić tak, aby uzależniało „mało pilne” wyzwalenie zabezpieczenia od warunków zapisanych w edytorze równań Flexlogic. Poprzez wykorzystanie zestyku można je również wykorzystać do zewnętrznego uzależnienia wyzwiania ręcznego. Zabezpieczenie od niedoboru mocy do przodu można wyłączyć, przy otwartym wyłączniku za pomocą logiki „bieguna martwego” dla zapobieżenia niepożądanym alarmom i wystawianiu flag.

Zabezpieczenie od niedoboru mocy do przodu może zostać również wykorzystane jako zabezpieczenie przed utratą obciążenia, gdy maszyna pracuje jako „silnik”. Przykładowo, zabezpieczenie to może być wykorzystane do zabezpieczenia maszyny, która zaczyna pompowanie ze stanu suchego, lub aby zatrzymać silnik w przypadku awarii mechanicznego układu przenoszenia napędu.

Typowym zastosowaniem jest zabezpieczenie generatorów w elektrowniach szczytowo-pompowych, gdzie konieczne jest zapobieganie sytuacjom, w których maszyna pracuje na sucho (nie zalana), co mogłoby spowodować uszkodzenie łopatek lub wirnika. Podczas pracy silnikowej, zabezpieczenie jest zwykle przełączane na inną grupę nastaw z aktywnym i prawidłowo ustawionym zabezpieczeniem przed niedoborem mocy do przodu oraz trybem pracy ustawionym na *Reverse* (moc zwrotna).

Zabezpieczenie od niedoboru mocy do przodu może być także wykorzystane do wykrywania sytuacji utraty sieci lub instalacji w przypadkach, w których generator nie ma możliwości przesyłania energii elektrycznej do sieci.

16.3.3.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI ZABEZPIECZENIA PRZED NIEDOBREM MOCY DO PRZODU

Każdy stopień zabezpieczenia mocy można tak wybrać, aby działał jako stopień zabezpieczenia od mocy Do przodu poprzez ustawienie komórki **Power1 Direction** (lub innego stopnia) na *Forward*.

Gdy jest to wymagane w przypadku aplikacji z „mniej pilnym” wyzwalaniem warunkowym, nastawienie wartości progowej zabezpieczenia od niedoboru mocy do przodu powinno wynosić mniej niż 50% poziomu mocy, w który to mógłby powodować niebezpieczne nadobroty przy utracie obciążenia elektrycznego.

Gdy jest to wymagane w przypadku aplikacji kontroli utraty obciążenia, wartość progowa zabezpieczenia od niedoboru mocy do przodu choć zależna od sieci, zazwyczaj jest jednak ustawiana na 10 -20% poniżej minimalnego obciążenia. Tryb pracy powinien być ustawiony na działanie zgodnie z kierunkiem prądu obciążenia, który zazwyczaj byłby wsteczny w przypadku zastosowań w maszynach magazynujących z pompą, gdzie *Forward* to kierunek wytwarzania, a *Reverse* to kierunek pracy silnikowej.

W przypadku aplikacji warunkowego wyzwalania „mniej pilnego”, zwłoka czasowa powiązana z funkcją zabezpieczenia od niedoboru mocy do przodu może być ustawiona na zero. Jednak pewne opóźnienie jest pożądane, aby zapobiec występowaniu „mniej pilnych” wyzwoleń w przypadku kołysań mocy spowodowanych nagłym zamknięciem zaworu/przepustnicy pary. Typowy czas zwłoki wynosi 2 sekund.

W przypadku zastosowań z utratą obciążenia, zwłoka czasowa pobudzenia zależy od danej aplikacji, ale zwykle jest ustawiona na wartość przekraczającą czas, jaki upływa do momentu rozruchu silnika do ustabilizowania obciążeń. Jeżeli moc znamionowa nie może być uzyskana podczas rozruchu (przykładowo, gdy silnik jest uruchamiany przy braku obciążeniu), a wymagany czas zadziałania zabezpieczenia jest krótszy niż czas potrzebny na ustabilizowanie obciążenia, wymagane będzie zablokowanie zabezpieczenia mocowego dla tego okresu. Wstrzymanie zabezpieczenia mocowego na wymagany czas może być zrealizowane w kodzie PSL przy pomocy iloczynu logicznego (AND) oraz timera pulsacyjnego wyzwalanego wskutek uruchomienia silnika.

W razie potrzeby, w aplikacjach kontroli utraty sieci lub instalacji, w przypadkach gdy generator generacji rozproszonej nie ma możliwości przesyłania energii elektrycznej do sieci, nastawa wartości progowej funkcji zabezpieczenia od mocy wstecznej powinna być ustawiona na wartość czułą, zwykle wynoszącą mniej niż 2% mocy znamionowej.

Funkcja zabezpieczenia od niedoboru mocy do przodu powinna działać ze zwłoką czasową, aby zapobiec fałszywym wyzwoleniom zabezpieczenia lub aktywacji alarmu podczas zakłóceń w sieci elektroenergetycznej lub zaraz po synchronizacji. Nastawa zwłoki czasowej typowo powinna wynosić 5 s.

Opóźnienie timerów resetujących typowo ustawiane jest na zero.

Zabezpieczenie można wyłączyć, przy otwartym wyłączniku za pomocą logiki „bieguna martwego” dla zapobieżenia niepożądanym alarmom i wystawianiu flag.

16.3.3.3 ZABEZPIECZENIE MOCY BIERNEJ

W niektórych zastosowaniach przewidziano zabezpieczenie od niedowzbudzenia przy użyciu członów zabezpieczenia przeciwnej mocy biernej. Jest ono popularne w przypadku silników synchronicznych i niewielkich generatorów.

Zabezpieczenie od mocy biernej wstecznej może być także wykorzystane do wykrywania sytuacji utraty sieci lub instalacji w przypadkach, w których generator nie ma możliwości przesyłania energii elektrycznej do sieci.

Wytyczne dotyczące konfiguracji

Każdy stopień zabezpieczenia mocy można wybrać do działania jako stopień zabezpieczenia od mocy biernej wstecznej, ustawiając komórkę **Power1 Function** (lub inny stopień) na wartość *Over*, a komórkę **Power1 Direction** (lub inny stopień) na *Reverse*.

Ustawienie wartości progowej zabezpieczenia mocy o przeciwnej reaktancji **Power13Ph VAR** lub **Power1 1Ph VAR** (lub inny stopień), należy nastawić na nadzorowanie wartości granicznych stabilności stanu ustalonego

i dynamicznego dla zabezpieczenia od niedowzbudzenia. Poniższy rysunek przedstawia przykład typowych ustawień Q1 i Q2.

Wadą tej metody jest niezbyt czuły pomiar podczas pracy generatora przy niskim napięciu. Jeżeli stanowi to problem, można zablokować człony zabezpieczenia mocy biernej w PSL z sygnału uruchomienia zabezpieczenia podnapięciowego. Ta metoda jest mniej pewna niż metoda impedancyjna, dlatego stosuje się ją często wyłącznie na potrzeby alarmowania.

W razie przekroczenia statycznej charakterystyki granicznej Q1 regulator napięcia musi mieć najpierw możliwość zwiększenia wzbudzenia. Z tego powodu stosuje się opóźnienie wyzwolenia wynoszące zazwyczaj 5-10 s **Power1 TimeDelay** (lub inny stopień). Dla Q2 można zastosować krótsze opóźnienie np. 0,5 s.

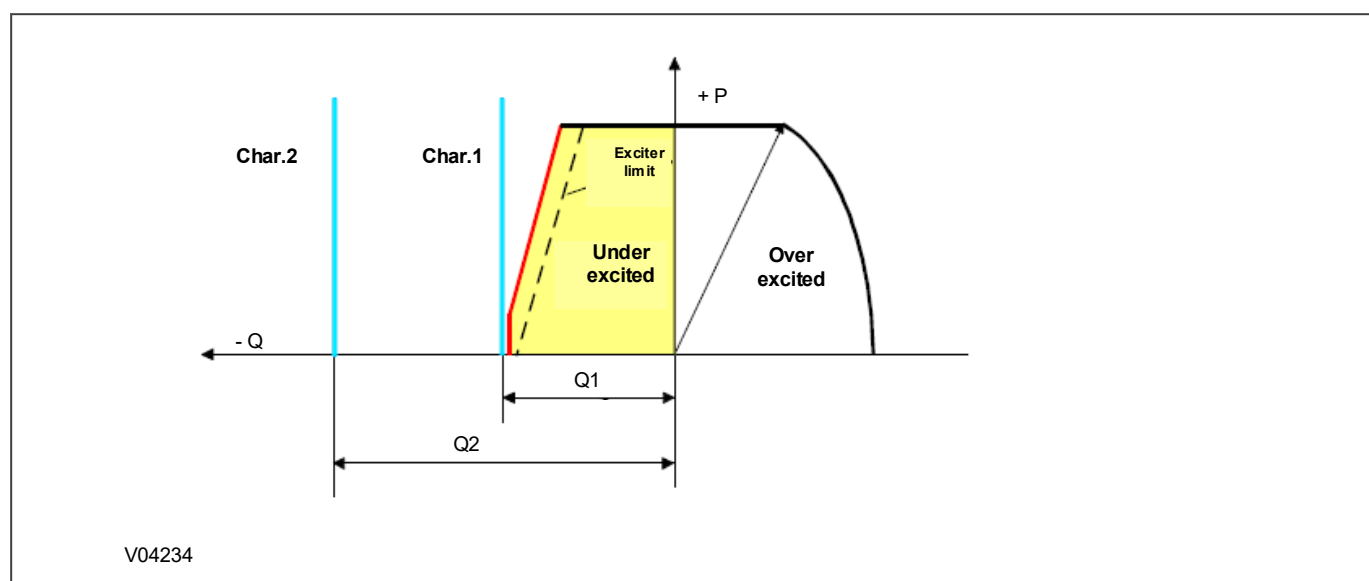


Figure 311: Zabezpieczenie mocy biernej dla zabezpieczenia od niedowzbudzenia

$$Q1 = VN^2/Xd$$

$$Q2 \geq 2 VN^2/Xd$$

Gdzie:

VN = napięcie znamionowe maszyny

Xd = reaktancja synchroniczna podłużna generatora w omach

W razie potrzeby, w zastosowaniach kontroli utraty sieci lub instalacji, gdy generator wytwarzania rozproszonego nie ma możliwości przesyłania energii elektrycznej do sieci, nastawa wartości progowej funkcji zabezpieczenia od mocy biernej wstecznej **Power1 3Ph VAR** lub **Power1 1Ph VAR** (lub inny stopień) powinna być ustawiona na odpowiednią wartość, zwykle wynoszącą mniej niż 2% znamionowej mocy biernej. Funkcja zabezpieczenia od biernej mocy wstecznej powinna działać ze zwłoką czasową, aby zapobiec fałszywym wyzwoleniom zabezpieczenia lub aktywacji alarmu podczas zakłóceń w sieci elektroenergetycznej lub zaraz po synchronizacji i typowa wartość zwłoki wynosi 5 s.

ROZDZIAŁ 17

WYMAGANIA STAWIANE PRZEKŁADNIKOM PRĄDOWYM

17.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	473
Zalecane klasy CT	474
Wymagania zabezpieczenia odległościowego	475
Określanie V_k dla IEEE CT klasy C	476
Przykłady	477

17.2 ZALECANE KLASY CT

Można użyć przekładników prądowych klasy X z napięciem załamania krzywej równym temu obliczonemu lub większym. Można też użyć zabezpieczenia 5P CT. Mają one odpowiednik napięcia załamania krzywej, który można przybliżyć na podstawie poniższych obliczeń:

$$V_k = (VA \times ALF)/I_n + (R_{CT} \times ALF \times I_n)$$

gdzie:

- V_k = napięcie załamania krzywej
- VA = rating obciążenia woltamperów
- ALF = współczynnik graniczny dokładności
- I_n = nominalny prąd wtórny CT
- R_{CT} = rezystancja CT

17.3 WYMAGANIA ZABEZPIECZENIA ODLEGŁOŚCIOWEGO

Dokładność punktowa zasięgu strefy 1 (RPA)

$$V_k \geq K_{RPA} \times I_{fZ1} \times (1 + X/R)(R_{CT} + R_L)$$

gdzie:

- V_k = wymagane napięcie załamania krzywej CT (wołty)
- I_{fZ1} = maksymalny wtórny prąd zakłócenia fazy w punkcie zasięgu strefy 1 (A)
- X/R = stosunek oporu biernego/rezystancji układu pierwotnego
- R_{CT} = wtórna rezystancja uzwojenia CT
- R_L = rezystancja jednego przewodu z CT do IED
- K_{RPA} = stały współczynnik wymiarowania:
 - = 0,6 w przypadku wszystkich zastosowań obejmujących linie napowietrzne lub gdy dla elementu Strefa 1 wymagane są czasy wyzwania cyklu podrzędnego
 - = 0,35 w przypadku wszystkich zastosowań obejmujących przewody zasilające, gdy dla elementu Strefa 1 nie są wymagane czasy wyzwania cyklu podrzędnego

Zadziałanie strefy 1 przy zwarciu zbliżeniowym

Dodatkowe obliczenia należy przeprowadzić dla wszystkich kabli i linii, gdzie współczynnik impedancji źródła (SIR) może być mniejszy niż $SIR = 2$.

$$V_k \geq K_{max} \times I_{fmax} \times (R_{CT} + R_L)$$

gdzie:

K_{max} = stały współczynnik wymiarowania = 1,4

I_{fmax} = maksymalny wtórny prąd zakłócenia fazy

Następnie należy użyć dwóch obliczonych załamania krzywej.

Note:

Nie jest konieczne powtarzanie obliczeń dla zwarć doziemnych, ponieważ obliczenie zasięgu fazy to najgorszy przypadek dla wymiarowania CT.

17.4 OKREŚLANIE V_K DLA IEEE CT KLASY C

W przypadku stosowania norm IEEE do określenia CT, napięcie znamionowe klasy C można sprawdzić, aby określić równoważne V_K (napięcie załamania krzywej zgodnie z IEC).

Wzór na równoważność to:

$$V_K = 1,05 (C \text{ w woltach}) + 100 R_{CT}$$

17.5 PRZYKŁADY

Parametry systemu energetycznego i linii w tych przykładach są następujące:

- Jednoobwodowe działanie między Green Valley a Blue River
- Napięcie systemu = 230 kV
- Częstotliwość systemu = 50 Hz
- Uziemienie systemu = bezpośrednie
- Współczynnik CT = 1200/1
- Długość linii = 100 km
- Impedancja sekwencji dodatniej linii $Z_1 = 0,089 + j 0,476$ omów na km
- Poziom zwarcia magistrali = 40 kA
- Podstawowa stała czasowa = 120 ms

Ważne kwestie do wzięcia pod uwagę

- Aby obliczyć wymagania CT, znamionowe krótkie zwarcie symetryczne szyny należy uznać za poziom zwarcia szyny.
- Jeśli dostępne są tylko orientacyjne współczynniki X/R, zdolność wyłączeniowa wyłącznika obwodu DC służy do uzyskania podstawowej stałej czasowej, a zatem głównego systemu X/R. Wywodzi się z praktycznych podstawowych stałych czasowych producenta wyłącznika obwodu. Różnią się one od 50 ms (wyłączniki 66 kV i 132 kV) a 120 ms (wyłączniki 220 kV i 400 kV). 150 ms to praktyczna wielkość dla wyłączników obwodu generatora.
- Punkt zasięgu odległościowej strefy 1: dla punktu zasięgu zwarcia w strefie 1 należy obliczyć zarówno I_f oraz X/R

17.5.1 OBLICZANIE PIERWOTNEGO STOSUNKU X/R

Pierwotne X/R do szyny Green Valley:

$$= 2\pi f \times \text{podstawowa stała czasowa}$$

$$= 2\pi \times 50 \times 0,12 = 37,7$$

17.5.2 OBLICZANIE IMPEDANCJI ŹRÓDŁA

Wielkość impedancji źródła:

$$= 230 \text{ kV} / (1,732 \times 40 \text{ kA}) = 3,32 \text{ oma}$$

Kąt źródła:

$$= \tan^{-1}(37,7) = 88,48^\circ$$

Zatem:

$$Z_s = 0,088 + j3,317$$

17.5.3 OBLICZANIE IMPEDANCJI PEŁNEJ LINII

Z_1 :

$$= 0,089 + j0,476 \text{ oma/km}$$

Z_L :

$$= 8,9 + j47,6 = 48,42 \text{ omów kąt } 79,4^\circ$$

17.5.4 OBLICZANIE CAŁKOWITEJ IMPEDANCJI SZYNY ZDALNEJ

$$Z_T = Z_S + Z_L:$$

$$= 8,988 + j50,917 \text{ omów} = 51,7 \text{ omów kąt } 80^\circ$$

17.5.5 OBLICZANIE WSPÓŁCZYNNIKA ZWARCIA NA WSKROŚ X/R

$$X/R_{\text{poprzez}} = 50,917/8,988 = 5,66$$

17.5.6 OBLICZANIE PRĄDU ZWARCIA SKROŚNEGO

$$I_{f\text{poprzez}} = 230 \text{ kV}/(1,732 \times 51,7) = \text{główne } 2568,5 \text{ A} = \text{dodatkowe } 2,14 \text{ A}$$

17.5.7 OBLICZANIE IMPEDANCJI LINII DO PUNKTU ZASIĘGU STREFY 1

$$Z_{\text{zone } 1} = 0,8 Z_L = 7,12 + j 38,08 = 38,73 \text{ omów kąt } 79,4^\circ$$

17.5.8 OBLICZANIE ŁĄCZNEJ IMPEDANCJI DO PUNKTU ZASIĘGU STREFY 1

$$Z_{T \text{ zone } 1} = Z_S + Z_{\text{zone } 1} = 7,208 + j 41,397 = 42,019 \text{ omów kąt } 80^\circ$$

17.5.9 OBLICZANIE X/R DO PUNKTU ZASIĘGU STREFY 1

$$X/R_{\text{zone } 1} = 41,397/7,208 = 5,74$$

17.5.10 OBLICZANIE PRĄDU ZAKŁÓCENIOWEGO DO PUNKTU ZASIĘGU STREFY 1

$$I_{f\text{strefa } 1} = 230 \text{ kV}/(1,732 \times 42,019) = \text{główne } 3160,34 \text{ A} = \text{dodatkowe } 2,63 \text{ A}$$

17.5.11 OBLICZANIE VK DLA PUNKTU ZASIĘGU ODLEGŁOŚCIOWEJ STREFY 1

Przy użyciu: $V_k \geq K_{RPA} \times I_{fZ1} \times (1 + X/R)(R_{CT} + R_L)$

$V_k > 0,6 \times 2,63 \times (1 + 5,74)(R_{CT} + R_L)$, zatem:

$$V_k > 10,65(R_{CT} + R_L)$$

17.5.12 OBLICZANIE VK DLA ZWARCIA ZBLIŻENIOWEGO ODLEGŁOŚCIOWEJ STREFY 1

$SIR = Z_S/Z_{\text{zone } 1} = 3,32/38,73$, czyli mniej niż 2, więc musimy obliczyć V_k .

Zbliżeniowy prąd zakłócenia = 40 kA pierwotny = 33,33 A wtórny

$$V_k \geq K_{\text{max}} \times I_{f\text{max}} \times (R_{CT} + R_L)$$

$V_k > 1,4 \times 33,3 \times (R_{CT} + R_L)$, zatem:

$$V_k > 46,67(R_{CT} + R_L)$$

17.5.13 OBLICZANIE VK DLA ODLEGŁOŚCIOWYCH STREF OPÓŹNIONYCH CZASOWO

$$V_k > I_f(R_{CT} + R_L)$$

$V_k > I_{\text{poprzez}} \times (R_{CT} + R_L)$, zatem:

$$V_k > 2,14(R_{CT} + R_L)$$

ROZDZIAŁ 18

NADZÓR ORAZ STEROWNIE

18.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Oprócz szeregu funkcji zabezpieczających, urządzenie oferuje także szeroki zakres funkcji monitorujących oraz sterujących.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	481
Zapisy zdarzeń	482
Rejestrator zakłóceń	486
Pomiary	487
Monitorowanie warunków zadziałania wyłącznika	495
Monitorowanie stanu wyłącznika	509
Kontrola wyłącznika obwodu	514
Funkcja bieguna martwego	521
KONTR.YSTEMU	524
Stan przełącznika i sterowanie	535
Tryb Testowy	538

18.2 ZAPISY ZDARZEŃ

Urządzenia GE Vernova rejestrują zdarzenia w dzienniku zdarzeń. To umożliwia ustalenie sekwencji zdarzeń, które doprowadziły do konkretnej sytuacji. Na przykład zmiana dowolnego cyfrowego sygnału wejściowego lub wyjściowego sygnału członu zabezpieczającego spowoduje utworzenie zapisu zdarzenia i zachowanie go w dzienniku zdarzeń. Można to wykorzystać do analizowania, co spowodowało konkretny stan sieci elektroenergetycznej. Zdarzenia te są zapisywane w pamięci nieulotnej urządzenia IED. Każde zdarzenie zostaje opatrzone znacznikiem czasowym.

Zapisy zdarzeń można wyświetlać na przednim panelu urządzenia IED, jednak łatwiejsze jest przeglądanie zapisów za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego. Za jego pomocą można wyodrębnić dziennik zdarzeń z urządzenia i zapisać go jako pojedynczy plik z rozszerzeniem .evt, który można przeanalizować na komputerze.

Zapisy zdarzenia przedstawiono szczegółowo w kolumnie *VIEW RECORDS* (WYŚWIETLANIE ZAPISÓW). Pierwsze zdarzenie (0) to zawsze najnowsze zdarzenie. Po wybraniużądanego zdarzenia można przewijać menu, aby uzyskać dalsze szczegóły.

Przeglądając zdarzenie za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego wystarczy otworzyć wyodrębniony plik zdarzeń. Wszelkie zdarzenia są wyświetlane chronologicznie. Poszczególne zdarzenia przedstawione są pokrótce za pomocą znacznika czasu (uzyskanego z komórki **Time & Date**) oraz krótkiego opisu dotyczącego zdarzenia (uzyskanego z komórki **Event Text**). Można rozwinąć szczegóły zdarzenia klikając ikonę + umieszczoną po lewej stronie znacznika czasu.

W poniższej tabeli przedstawiono korelację pomiędzy polami w przeglądarce zdarzeń w oprogramowaniu konfiguracyjnym a komórkami w bazi danych menu.

Pole w przeglądarce zdarzeń	Równorzędna komórka w bazie danych menu	Nr referencyjny komórki,	Czy nastawiane przez użytkownika?
Nagłówek lewej kolumny	VIEW RECORDS (WYŚWIETLANIE ZAPISÓW) → Czas i data	01 03	Nie
Nagłówek prawej kolumny	VIEW RECORDS (WYŚWIETLANIE ZAPISÓW) → Tekst zdarzenia	01 04	Nie
Opis	SYSTEM DATA (DANE SYSTEMOWE) → Opis	00 04	Tak
Plant reference (identyfikator instalacji)	SYSTEM DATA (DANE SYSTEMOWE) → Plant reference (identyfikator instalacji)	00 05	Tak
Numer modelu	SYSTEM DATA (DANE SYSTEMOWE) → Numer modelu	00 06	Nie
Adres	Wyświetla adres Courier dotyczący zdarzenia	N/D	Nie
Event type (rodzaj zdarzenia)	VIEW RECORDS (WYŚWIETLANIE ZAPISÓW) → Menu Cell Ref (odnośnik komórki menu)	01 02	Nie
Wart.zdarzenia	VIEW RECORDS (WYŚWIETLANIE ZAPISÓW) → Event Value (wartość zdarzenia)	01 05	Nie
Unikal Id zdarz	VIEW RECORDS (WYŚWIETLANIE ZAPISÓW) → Evt Unique Id (unikalny identyfikator zdarzenia)	01 FE	Nie

Urządzenie może zapisać do 5000 rekordów zdarzeń ze znacznikiem czasowym.

Oprócz dziennika zdarzeń istnieją dwa dzienniki zawierające duplikaty ostatnich 5 zapisów konserwacji i ostatnich 100 zapisów usterek. Służy to zapewnieniu dogodnego dostępu do najnowszych zdarzeń dotyczących zwarć i konserwacji.

18.2.1 TYPY ZDARZEŃ

Dostępnych jest kilka typów zdarzeń:

- zdarzenia dotyczące wejść optycznych (zmiana stanu wejścia optycznego),
- zdarzenia dotyczące zestyków (zmiana stanu zestyku przekaźnika wyjściowego),
- zdarzenia alarmowe,
- zdarzenia zapisów zwarć,
- zdarzenia standardowe,
- Zdarzenia bezpieczeństwa:

Zdarzenia standardowe dzielą się dalej, wewnątrz, w zależności od informacji, które zawierają. Oto one:

- Zdarzenia związane z zabezpieczeniem (uruchomienia oraz wyzwolenia),
- zdarzenia zapisów konserwacyjnych,
- Zdarzenia platformowe

Note:

Pierwsze zdarzenie na liście (zdarzenie 0) to najnowsze zdarzenie, jakie miało miejsce.

18.2.1.1 ZDARZENIA DOTYCZĄCE WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Jeżeli od momentu ostatniego uruchomienia algorytmu zabezpieczającego (który jest uruchamiany kilka razy w ciągu cyklu) stan na jednym lub na kilku wejściach optycznych został zmieniony, utworzone zostanie nowe zdarzenie rejestrujące stany logiczne wszystkich wejść optycznych. Można stwierdzić, które wejście optyczne zmieniło swój stan porównując nowe zdarzenie z poprzednim.

Opis tego typu zdarzenia przedstawiony w komórce **Event Text**, to zawsze *Logic Inputs #*, gdzie # jest numerem serii wejść optycznych. Dla pierwszej serii wejść optycznych jest to „1”, a dla drugiej serii wejść optycznych, jest to „2” (jeżeli dotyczy).

Wartość zdarzenia przedstawiona w komórce **Event Value** jest, dla tego typu zdarzenia, ciągiem binarnym. Przedstawia on stany logiczne wejść optycznych, przy czym najmniej znaczący bit (LSB), z prawej strony, odpowiada pierwszemu wejściu optycznemu *Input L1*.

Takie same informacje są wyświetlane w komórce **Opto I/P Status** w kolumnie *SYSTEM DATA*. Informacje te są stale aktualizowane, podczas gdy informacje zawarte w dzienniku zdarzeń to informacje utrwalone w momencie utworzenia zdarzenia.

18.2.1.2 ZDARZENIA DOTYCZĄCE ZESTYKÓW

Jeżeli od momentu ostatniego uruchomienia algorytmu zabezpieczającego (który jest uruchamiany kilka razy w ciągu cyklu) stan na jednym lub na kilku przekaźnikach wyjściowych został zmieniony, utworzone zostanie nowe zdarzenie rejestrujące stany logiczne wszystkich przekaźników wyjściowych. Można stwierdzić, który przekaźnik wyjściowy zmienił swój stan porównując nowe zdarzenie z poprzednim.

Opis tego typu zdarzenia przedstawiony w komórce **Event Text** to zawsze *Output Contacts #*, gdzie # jest numerem serii zestyków przekaźników wyjściowych. Dla pierwszej serii zestyków wyjściowych jest to „1”, a dla drugiej serii zestyków wyjściowych jest to „2” (jeżeli dotyczy).

Wartość zdarzenia przedstawiona w komórce **Event Value** jest, dla tego typu zdarzenia, ciągiem binarnym. Przedstawia on stany logiczne przekaźników wyjściowych, przy czym najmniej znaczący bit (LSB, z prawej strony) odpowiada pierwszemu zestykowi wyjściowemu *Output R1*.

Takie same informacje są wyświetlane w komórce **Relay O/P Status** w kolumnie *SYSTEM DATA*. Informacje te są stale aktualizowane, podczas gdy informacje zawarte w dzienniku zdarzeń to informacje utrwalone w momencie utworzenia zdarzenia.

18.2.1.3 ZDARZENIA ALARMOWE

Urządzenie IED prowadzi autokontrolę w momencie włączenia zasilania a także w sposób ciągły później. W razie zauważenia jakichkolwiek problemów zarejestruje ono zdarzenie alarmowe.

Opis tego typu zdarzenia przedstawiony w komórce **Event Text** zależy od rodzaju alarmu. Będzie to jeden z opisów przedstawionych w tabelach poniżej, po którym to opisie następuje słowo OFF (*WYŁ.*) lub ON (*WŁ.*).

Wartość zdarzenia przedstawiona w komórce **Event Value** jest, dla tego typu zdarzenia, 32-bitowym ciągiem binarnym. W zależności od modelu urządzenia istnieje jeden lub więcej banków 32-bitowych rejestrów. Zawierają one wszystkie typy alarmów oraz ich stany logiczne (ON (*WŁ.*) lub OFF (*WYŁ.*)).

Takie same informacje są wyświetlane w komórkach **Alarm Status (n)** w kolumnie **SYSTEM DATA**. Informacje te są stale aktualizowane, podczas gdy informacje zawarte w dzienniku zdarzeń to informacje utrwalone w momencie utworzenia zdarzenia.

18.2.1.4 ZDARZENIA ZAPISÓW ZWARĆ

Zapis zdarzenia zostaje utworzony dla każdego zwarcia wykrytego przez urządzenie IED. Taki zapis nazywa się również zapisem zwarcia.

Opis typu zdarzenia wyświetlany w komórce **Event Text** Tekst zdarzenia dla tego typu zdarzenia jest zawsze zarejestrowany jako zwarcie *Fault Recorded*.

Urządzenie IED zawiera odrębny rejestr z najnowszymi zapisami zwarć. Dzięki temu można wygodnie przeglądać najnowsze zapisy zwarć, unikając przeszukiwania dziennika zdarzeń. Dostęp do tych zapisów zwarć można uzyskać za pomocą ustawienia **Select Fault**, w którym domyślna liczba 0 oznacza najnowsze zwarcie.

Rejestracja zwarć jest wyzwalana sygnałem **Fault REC TRIG** DDB, który jest przypisywany w logice PSL. Rejestrator zwarć rejestruje wartości wszystkich parametrów powiązanych ze zwarcie przez czas trwania zwarcia. Parametry te są przechowywane w odrębnych komórkach Courier, które są widoczne w zależności od rodzaju zwarcia.

Rejestrator zwarć przestaje rejestrować tylko w momencie gdy:

sygnał uruchomienia zostaje zresetowany ORAZ zabezpieczenie podprądowe jest WŁĄCZONE LUB sygnał wyzwolenia zostaje zresetowany, w sposób przedstawiony poniżej:

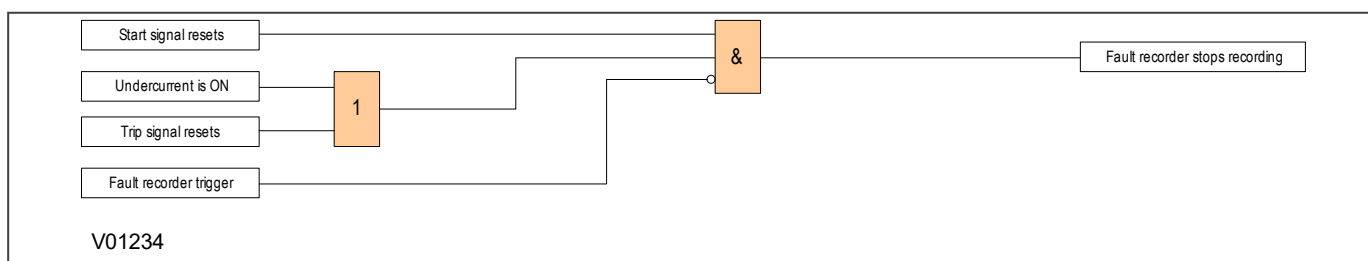


Figure 312: Warunki zatrzymania rejestratora zwarć

Urządzenie zostaje zarejestrowane w momencie zatrzymania się rejestratora zwarć. Znacznik czasu przypisany do zwarcia odpowiada momentowi rozpoczęcia się zwarcia. Znacznik czasu przypisany do zdarzenia zapisu zwarcia odpowiada momentowi, w którym zatrzymał się rejestrator zwarć.

Note:

Zalecamy, aby nie nastawiać zestyku wyzwalającego rejestrację na blokowanie. Wynika to z faktu, że jeżeli zostanie użyty zestyk blokujący, zapis zwarcia nie zostanie wygenerowany do momentu, gdy zestyk zostanie całkowicie zresetowany.

18.2.1.5 ZDARZENIA KONSERWACYJNE

Wewnętrzne uszkodzenia wykryte w trakcie procedur samotestu są rejestrowane jako zapisy konserwacyjne. Zapisy konserwacyjne stanowią specjalne rodzaje zdarzeń standardowych.

Opis typu zdarzenia wyświetlany w komórce **Event Text** Tekst zdarzenia dla tego typu zdarzenia jest zawsze rejestrowany w trybie konserwacji *Maint Recorded*.

Komórka **Event Value** również zawiera unikalny kod binarny.

Urządzenie IED zawiera odrębny rejestr z najnowszymi zapisami konserwacyjnymi. Dzięki temu można wygodnie przeglądać najnowsze zapisy konserwacyjne, unikając przeszukiwania dziennika zdarzeń. Dostęp do tych zapisów zwarć za pomocą ustawienia **Select Maint**.

Zapis konserwacyjny zawiera szereg dodatkowych komórek menu dotyczących zdarzenia konserwacyjnego. Te parametry to **Maint Text**, **Maint Type** oraz **Maint Data**. Zawierają one szczegółowe informacje na temat zdarzenia konserwacyjnego wybranego za pomocą komórki **Select Maint**.

18.2.1.6 PROTECTION EVENT (ZDARZENIE ZWIĄZANE Z ZABEZPIECZENIEM)

Urządzenie IED rejestruje uruchomienia oraz wyzwolenia zabezpieczeń jako poszczególne zdarzenia. Zdarzenia zabezpieczenia stanowią specjalne rodzaje zdarzeń standardowych.

Opis typu zdarzenia przedstawiony w komórce **Event Text**, dla tego typu zdarzeń, zależy od tego, z jakim zabezpieczeniem związane jest dane zdarzenie. Za każdym razem, gdy zajdzie zdarzenie zw. z zabezpieczeniem, sygnał DDB zmienia swój stan. Opis, który ukazuje się w komórce **Event Text** jest nazwą sygnału DDB, za którą pojawia się słowo „ON” lub „OFF”.

Komórka **Event Value** dla tego typu zdarzenia zawiera 32-bitowy ciąg binarny reprezentujący stan właściwych sygnałów DDB. Te ciągi binarne można również przeglądać w kolumnie *COMMISSION TESTS*, w komórkach odpowiednich serii sygnałów DDB.

Nie wszystkie sygnały DDB mogą wygenerować zdarzenie. Te, które mogą, wymieniono w kolumnie *RECORD CONTROL*. W tej kolumnie można ustawić, które sygnały DDB generują zdarzenia.

18.2.1.7 ZDARZENIA BEZPIECZEŃSTWA:

Zapis zdarzenia zostaje wygenerowany za każdym razem, gdy wykonywane jest ustawienie wymagające odpowiedniego poziomu dostępu.

Opis typu zdarzenia przedstawiony w komórce **Event Text** przedstawia rodzaj zmiany.

18.2.1.8 ZDARZENIA PLATFORMOWE.

Zdarzenia platformowe stanowią specjalne rodzaje zdarzeń standardowych.

Opis typu zdarzenia przedstawiony w komórce **Event Text** przedstawia rodzaj zmiany.

18.3 REJESTRATOR ZAKŁÓCEŃ

Funkcja rejestratora zakłóceń umożliwia rejestrowanie wybranych wejść prądowych i napięciowych do członów zabezpieczenia, wraz z wybranymi sygnałami cyfrowymi. Tymi sygnałami cyfrowymi mogą być sygnały wejściowe, sygnały wyjściowe lub wewnętrzne sygnały DDB. Zapisy zakłóceń można wyodrębnić za pomocą przeglądarki zapisów zakłóceń w oprogramowaniu konfiguracyjnym. Plik zapisów zakłóceń można również zapisać w formacie COMTRADE. Dzięki temu można korzystać z innych pakietów do przeglądania zarejestrowanych danych.

We wbudowanym rejestratorze zakłóceń wydzielony jest pewien obszar pamięci przeznaczony specjalnie na rejestrowanie zakłóceń. Liczba zapisów, które mogą być przechowywane zależy od czasu trwania rejestracji. Minimalny czas trwania wynosi 0,1 s, zaś maksymalny - 10,5 s.

Gdy cała dostępna pamięć zostanie zapisana, to najstarsze zdarzenia są kasowane i nadpisywane najnowszymi.

Każdy zapis zakłócenia składa się z szeregu analogowych kanałów danych i cyfrowych kanałów danych. Do kanałów analogowych przypisywane są również odpowiednia przekładnie przekładnika napięciowego i prądowego, aby umożliwić skalowanie do wartości pierwotnych.

Czasy rejestracji zwarcia determinowane są kombinacją komórek **Duration** oraz **Trigger Position**. Komórka **Duration** ustawia całkowity Czas trwania rejestracji, natomiast komórka **Trigger Position** ustawia punkt wyzwolenia jako wartość procentową czasu trwania rejestracji. Przykładowo, nastawy domyślne pokazują, że całkowity czas trwania rejestracji jest ustawiony na 1,5 s z punktem wyzwolenia 33,3%, co w rezultacie daje czas rejestracji przed zakłóceniem 0,5 s i czas rejestracji po zakłóceniu 1 s.

Jeżeli w trybie wyzwolenia **Trigger Mode** ustawionym na *Single* (Pojedynczy), w trakcie trwania rejestracji pojawiają się kolejne sygnały wyzwalamające, to rejestrator będzie je ignorował. Jednak jeżeli tryb **Trigger Mode** ustawiony jest na *Extended* (rozszerzony), czas po wyzwoleniu będzie zerowany i w ten sposób wydłużany jest czas rejestracji.

Można wybrać dowolne wejście analogowe urządzenia IED na rejestrowany kanał analogowy. Można także powiązać dowolny zestyk wyjściowy wejścia optycznego z kanałem cyfrowym. Dodatkowo można powiązać szereg sygnałów DDB, np. uruchomienia zabezpieczeń, diody, z kanałami cyfrowymi.

Za pomocą komórki **Input Trigger** dowolny z kanałów cyfrowych można wybrać dla wyzwolenia rejestratora zakłóceń przy zmianie stanu z niskiego na wysoki lub z wysokiego na niski. Domyślnie, dowolne zestyki wyjść wyzwalamających będą wyzwalały rejestrator.

Nie jest możliwe przeglądanie rejestru zakłóceń lokalnie na wyświetlaczu LCD. Do ich wyodrębnienia konieczne jest odpowiednie oprogramowanie konfiguracyjne np. MiCOM S1 Agile.

18.4 POMIARY

18.4.1 WIELKOŚCI MIERZONE

Urządzenie dokonuje bezpośrednich pomiarów i obliczeń szeregu parametrów systemowych, które są aktualizowane co sekundę. Wartości te można przeglądać we właściwych kolumnach MEASUREMENT lub za pomocą przeglądarki pomiarów w oprogramowaniu konfiguracyjnym. W zależności od modelu, urządzenie mierzy i wyświetla niektóre z następujących wartości:

- mierzone i obliczane wartości analogowe prądu i napięcia,
- Wielkości mocy i energii
- Wartości szczytowe, ustalone i ruchome wartości zapotrzebowania
- pomiary częstotliwości,
- pomiary cieplne.
- Pomiary kanałów telezabezpieczeń

18.4.2 KONFIGURACJA POMIARÓW

Można określić sposób ustawienia oraz wyświetlania pomiarów w kolumnie *MEASURE'T SETUP* i pomiary pokazane są we właściwych tabelach POMIARÓW.

18.4.3 LOK ZAKŁOCENIA

Niektóre modele zapewniają funkcję lokalizacji zwarć. Funkcja lokalizatora zwarć może zlokalizować miejsce zwarcia poprzez pomiar amplitudy napięcia i prądu zwarcia oraz faz, i następnie przedstawienie tych informacji z wykorzystaniem funkcji Fault Locator. Lokalizator zwarć jest wyzwalany zawsze, gdy zostanie wygenerowany zapis zwarcia, a dane dot. lokalizacji zwarcia stanowią część zapisu zwarcia. Informacja ta będzie także wyświetlana w komórce **Fault Location** kolumny *VIEW RECORDS*. W tej komórce będzie wyświetlana lokalizacja zwarcia wyrażona w metrach, milach, Ω bądź w procentach, w zależności od wybranej jednostki ustawionej w komórce **Fault Location** kolumny *MEASURE'T SETUP*.

Lokalizator zwarć wykorzystuje analogowe sygnały wejściowe sprzed i po zwarcu do obliczenia lokalizacji zwarcia. Rezultat obliczenia dołączany jest do zapisu zwarcia. W zapisie tym zamieszczane są również wartości napięcia przedzwarcowego i pozwarcowego.

W przypadku obwodów równoległych, wzajemne sprzężenie między takimi obwodami może zmienić impedancję „widzianą” przez lokalizatora zwarć. Sprzężenie obejmuje składowe kolejności zgodnej, przeciwnej oraz zerowej. W praktyce sprzężenie sekwencji dodatniej i ujemnej jest nieistotne. Wpływ składowej zerowej na lokalizator zwarć może być wyeliminowany poprzez zastosowanie funkcji kompensacji wzajemnej.

18.4.3.1 DZIAŁANIE LOKALIZATORA ZWARĆ

Lokalizator zwarć P44 wykorzystuje metodę algorytmiczną, aby zapewnić funkcję lokalizacji zwarć z możliwością pomiaru. Dane wprowadzane do algorytmu są filtrowane przy użyciu ustalonych technik cyfrowego przetwarzania sygnału.

Dane przetwarzane przez algorytm pozyskiwane są w pierwszej kolejności poprzez wykonanie konwersji analogowo-cyfrowej na sygnałach dostarczonych przez wewnętrzną magistralę analogową przekaźnika, a następnie wykonanie niezbędnych obliczeń.

Wartości pomiarowe są stale obliczane, regularnie aktualizowane i przekazywane do procesora przekaźnika na żądanie.

Pozyskane dane są zapisywane w buforze do czasu powiadomienia przez procesor o stanie zwarcia. Te dane w buforze wejściowym są przechowywane do czasu obliczenia zwarcia, a dane wejściowe są przekierowywane do alternatywnego bufora.

Obliczenie zwarcia inicjowane jest sygnałem z głównego procesora przekaźnika. Po zakończeniu obliczeń zwarcia informacje wyjściowe są przechowywane w pamięci nieulotnej i udostępniane procesorowi w celu wyświetlenia na panelu przednim przekaźnika.

Tam, gdzie obwody równoległe są zawieszane po przeciwnych stronach trasy słupów, wzajemne sprzężenie strumieni zmienia impedancję widzianą przez lokalizator zwań. W praktyce sprzężenie składowej zgodnej i przeciwnej jest nieistotne, a wpływ wzajemnego sprzężenia składowej zerowej na lokalizator zwań można wyeliminować, stosując funkcję kompensacji wzajemnej.

Należy zauważyć, że w przekaźnikach wyposażonych zarówno w element **DEF**, jak i lokalizator zwań, zaciski wejściowe prądu wzajemnej kompensacji są współdzielone z wejściem polaryzującym prąd składowej zerowej **DEF**. Dlatego też polaryzacji prądu składowej zerowej **DEF** nie można stosować jednocześnie z wzajemną kompensacją lokalizatora zwań.

Lokalizator zwań jest opcjonalny w kablowej wersji przekaźnika i zaleca się, aby używać go wyłącznie do celów pomiarowych (patrz sekcja Pomiary poniżej), ponieważ w tym zastosowaniu nie można polegać na dokładności lokalizacji zwarcia.

18.4.3.2 PODSTAWOWA TEORIA ZWARCIA DOZIEMNEGO

Zastępczy obwód zwartego systemu elektroenergetycznego z dwoma maszynami pokazano na poniższym rysunku:

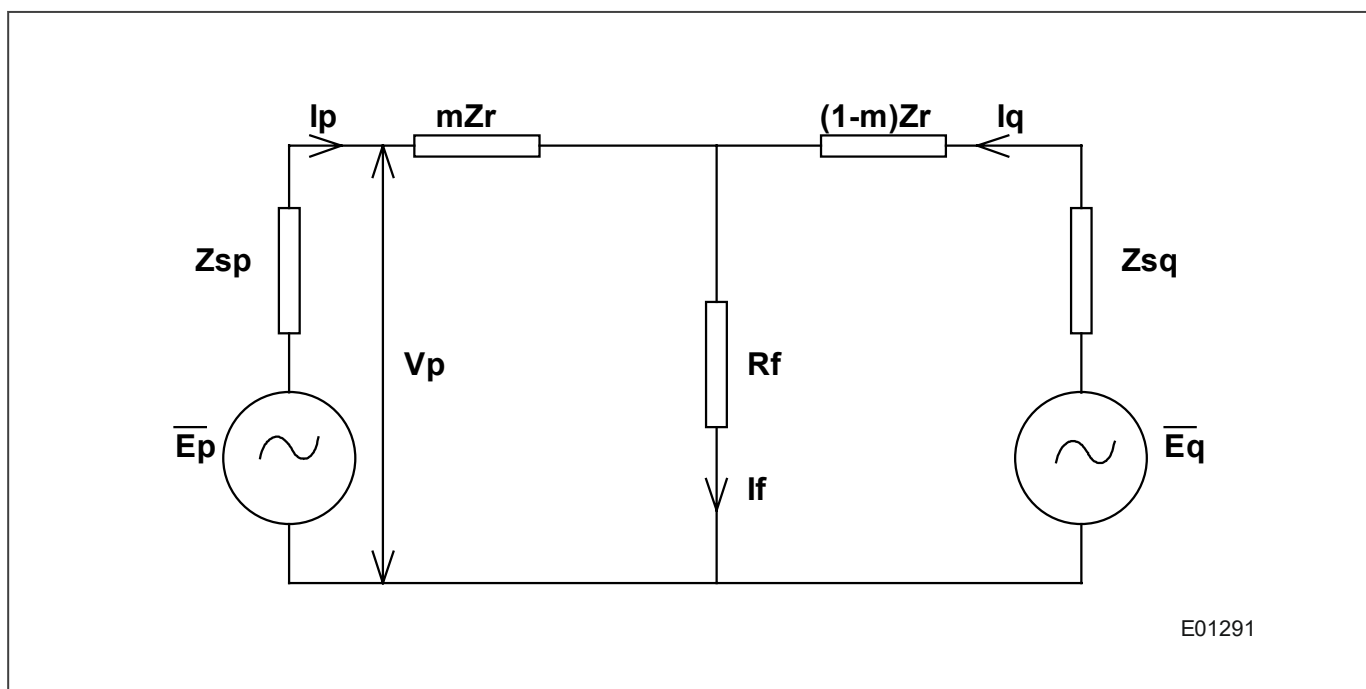


Figure 313: Obwód równoważny dwóch maszyn

Z powyższego rysunku:

$$V_p = mI_p Z_r + I_f R_f$$

Równanie to pokazuje, że obliczenie m , odległości do zwarcia, w oparciu o pomiary V_p i I_p na lokalnych zaciskach przekaźnika jest zniekształcone przez składnik $I_f R_f$. Termin ten jest związany z prądem doprowadzanym ze zdalnego terminala i nie można go łatwo zmierzyć. Można jednak zminimalizować jego skutki w następujący sposób:

Rzeczywiste i urojone składowe tych wektorów (w odniesieniu do dowolnego odniesienia do wektora) zmieniają się w czasie:

$$|V_p|[\cos(\omega t + s) + j\sin(\omega t + s)] = m|Z_r| |I_p| [\cos(\omega t + e) + j\sin(\omega t + e)] + R_f |I_f| [\cos(\omega t + d) + j\sin(\omega t + d)].$$

gdzie:

d jest kątem prądu zwarciovego.

s jest kątem V_p .

e jest kątem $I_p Z_r$.

Obliczając równanie $V_p = m I_p Z_r + I_f R_f$ w chwili, gdy prąd zwarciovych przechodzi przez zero i biorąc pod uwagę tylko składowe rzeczywiste, $R_f |I_f|$ wyraz staje się zerem, tj. $t = ((\pi/2) - d) / \omega$ i równanie upraszcza się do:

$$|V_p| \cos(((\pi/2) - d) + s) = m |Z_r| |I_p| \cos(((\pi/2) - d) + e)$$

Dlatego lokalizację zwarcia m można obliczyć, jeśli znany jest kąt prądu zwarciovego d .

Obliczenie d fazy prądu zwarciovego I_f :

Wektor zwarcia I_f uzyskuje się z algorytmu wykorzystującego nałożone prądy, czyli zmianę prądów po chwili zwarcia.

Nałożone na siebie prądy są oznaczone apostrofem (').

Schemat sekwencji nałożonych prądów dla zwarcia A-G pokazano na poniższym rysunku:

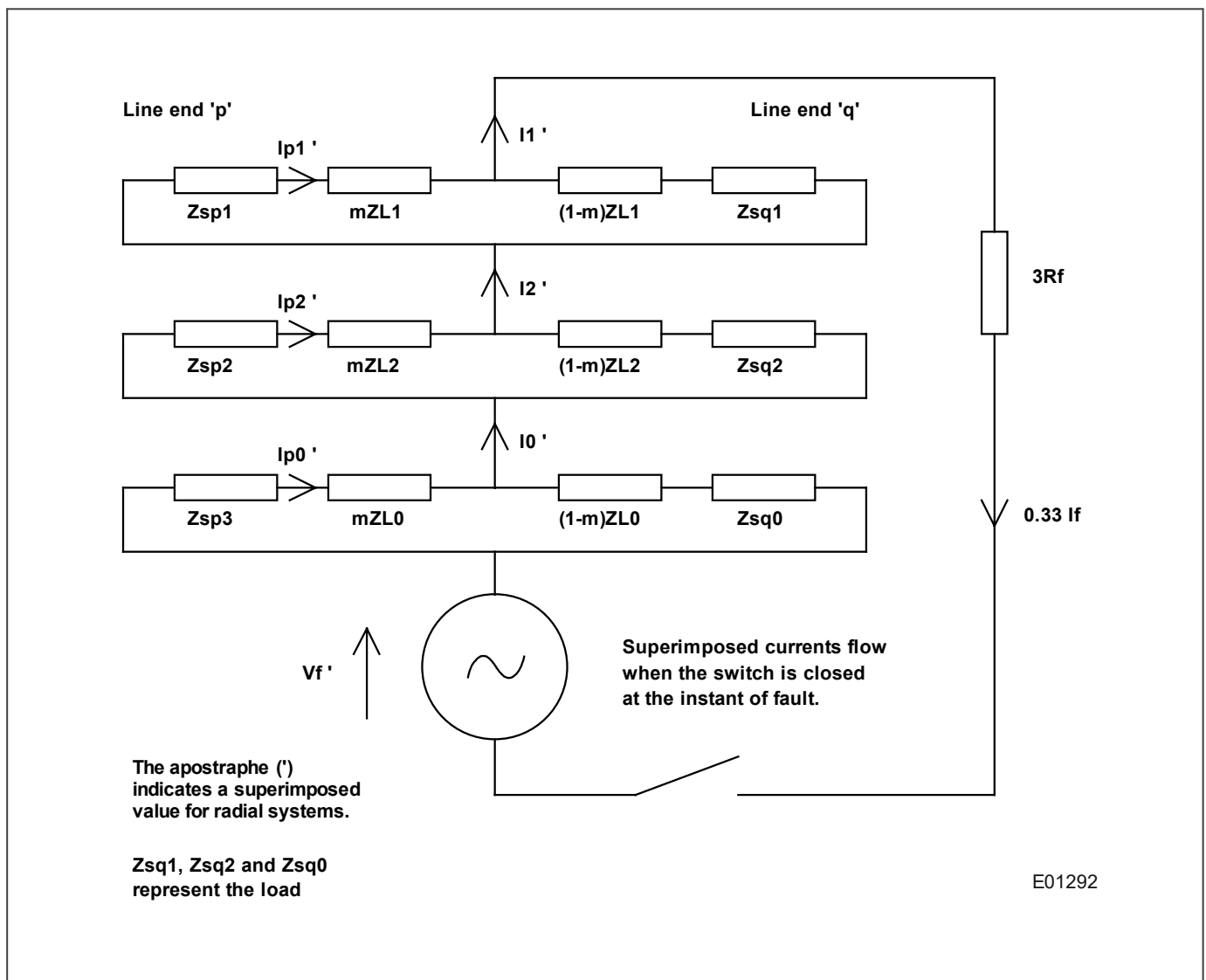


Figure 314: Nałożona symetryczna sekwencja składowych dla zwarcia A - N

W przypadku zwarcia doziemnego fazy A:

$$0.33I_f = I_1' = I_2' = I_0'$$

z którego:

$$\begin{aligned} 0.66I_f &= I_1' + I_2' \\ &= I_{p1}'D_1 + I_{p2}'D_2 \end{aligned}$$

gdzie:

$$D_1 = I_1' / I_{p1}' \text{ i } D_2 = I_2' / I_{p2}'$$

oraz:

D_2 w przybliżeniu = D_1 (zakładając, że źródło systemu elektroenergetycznego oraz impedancja składowej zgodnej i przeciwnej linii są w przybliżeniu równe)

a zatem:

$$0.66I_f = D_1(I_{p1}' + I_{p2}')$$

również:

$$I_p' = I_{p1}' + I_{p2}' + I_{p0}'$$

a zatem:

$$I_{p1}' + I_{p2}' = I_p' - I_{p0}'$$

z powyższych równań:

$$0.66I_f = D_1 (I_p' - I_{p0}')$$

Zatem:

$$\text{kąt } I_f = \text{kąt } D_1 + \text{kąt } (I_p' - I_{p0}')$$

gdzie:

$$\begin{aligned} D_1 &= \text{współczynnik SKALARNY} - \text{przy założeniu, że system elektroenergetyczny jest jednorodny} \\ &= (Z_{sp1} + Z_{l1} + Z_{sq1}) / ((1-m)Z_{l1} + Z_{sq1}) \end{aligned}$$

Kąt D_1 zależy od miejsca zwarcia, ale na potrzeby tego algorytmu przyjmuje się, że kąt ten wynosi zero.

Zatem:

$$\text{kąt } I_f = d = \text{kąt } (I_p' - I_{p0}')$$

Powyższe równanie pokazuje, że kąt fazowy prądu zwarcowego d można obliczyć na podstawie nałożonych prądów fazowych i neutralnych zmierzonych na zaciskach przełącznika.

dlatego w przypadku zwarcia doziemnego:

$$\begin{aligned} |I_f|(\cos(d) + j\sin(d)) &= kD_1(I_p' - I_{p0}') \\ &= kD_1[(I_a(\text{fault}) - I_a(\text{prefault})) \\ &\quad - 0.33(I_n(\text{fault}) - I_n(\text{prefault}))] \end{aligned}$$

gdzie:

k jest współczynnikiem skalarnym, a d jest wymaganym kątem fazowym I_f w chwili obliczenia zwartych wektorów.

podobnie w przypadku zwarcia międzyfazowego:

$$|I_f|(\cos(d) + j\sin(d)) = kD_1[(I_a(\text{fault}) - I_a(\text{prefault})) - (I_b(\text{fault}) - I_b(\text{prefault}))]$$

Zatem, korzystając z obliczonych wektorów przed zwarcem i wektorów zwarcowych, lokalizator zwarć jest w stanie obliczyć kąt wektora prądu zwarcowego d w chwili obliczenia wektorów zwarcowych.

18.4.3.3 GROMADZENIE DANYCH ORAZ PRZETWARZANIE BUFORA

Lokalizator zwarć przechowuje dane próbkowane z rozdzielczością 48 próbek na cykl w 12-cyklowym buforze cyklicznym. W momencie aktywowania rejestratora zwarć, dane w buforze są zamrażane tak, że bufor zawiera 6 cykli danych zapisanych przed aktywacją i 6 cykli po aktywacji. Obliczenia zwarciowe następują zaraz po tej aktywacji.

Użytkownik może wybrać aktywację rejestratora zwarć za pomocą programowalnego schematu logicznego.

Lokalizator zwarć może przechowywać dane z maks. 4 zwarć. Dzięki temu lokalizacje zwarć mogą być obliczone dla wszystkich prób typowej wielokrotnej sekwencji ponawiania zamykania.

18.4.3.4 WYBÓR ZWARTEJ FAZY

Wybór fazy jest następstwem wyboru pochodzącego od selektora nadkładających się prądów fazowych.

Obliczenia dla selekcji fazy i lokalizacji zwarcia mogą być przeprowadzone wyłącznie wtedy, gdy zmiana prądu przekracza 5% I_n .

18.4.3.5 OBLICZANIE FAZY OBJĘTEJ ZWARCIEM

Obliczanie lokalizacji zwarcia obejmuje:

1. w pierwszej kolejności wyznaczanie wektorów,
2. Wybranie zwartych faz
3. Oszacowanie fazy prądu zwarciego I_f dla faz objętych zwarcie
4. Rozwiązanie poniższego równania dla lokalizacji zwarcia m w chwili, gdy $f = 0$

$$V_p = m I_p Z_r + I_f R_f$$

18.4.3.6 OBLICZANIE ODLEGŁOŚCI DO ZWARCIA

Impedancja repliki Z_r

Do obliczenia lokalizacji zwarcia potrzebne są wektory pochodzące z napięcia sieciowego (V_p) i napięcia „impedancji repliki” przełącznika ($I_p Z_r$) w warunkach zwarcia. Impedancja repliki wynika z ustawień przełącznika i jest faktycznie ustawiona na tę samą wartość, co całkowita impedancja linii. tj

$$Z_r = Z_{line} / \theta_{line} + Z_{residual} / \theta_{residual}$$

Ta „impedancja repliki” jest modyfikowana przy użyciu współczynnika wzajemnej kompensacji, gdy używana jest funkcja wzajemnej kompensacji. tj

$$Z_r = Z_{line} / \theta_{line} + Z_{residual} / \theta_{residual} + Z_{mutual} / \theta_{mutual}$$

Gdzie :

$$Z_{residual} = k_{ZN} * Z_{line}$$

$$Z_{mutual} = k_{Zm} * Z_{line}$$

Obliczenie lokalizacji zwarcia

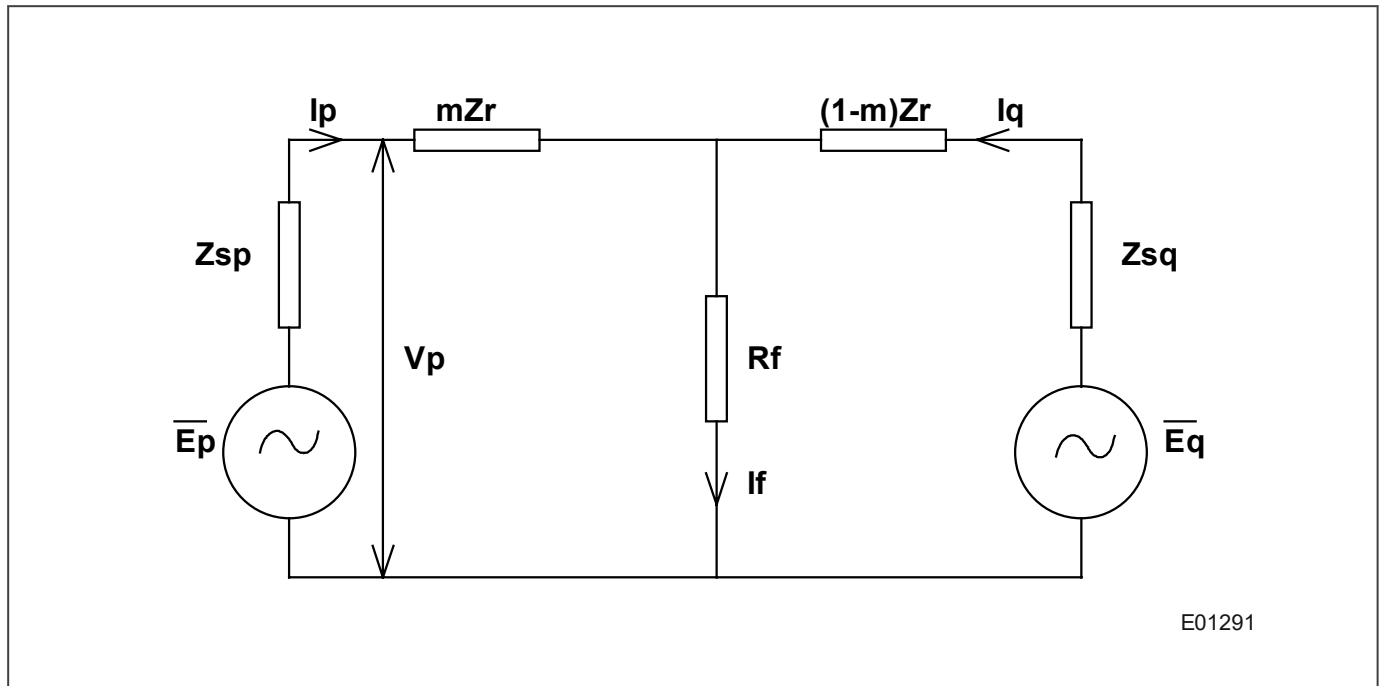


Figure 315: Obwód równoważny dwóch maszyn

Równanie lokalizacji zwarcia:

$$V_p = mI_p Z_r + I_f R_f$$

Odnosząc się do rysunku i równania powyżej.

Obliczanie lokalizacji zwarcia obejmuje:

1. Najpierw uzyskuje się wektory spełniające powyższe równanie dla typu zwarcia określonego przez selektor fazy.
2. Następnie wykonuje się oszacowanie fazy prądu zwarciego I_f .
3. Na koniec rozwiązuje się powyższe równanie dla lokalizacji zwarcia m w chwili, gdy $I_f = 0$.

Wyznaczanie wektorów

Wybierane są różne grupy wektorów, w zależności od rodzaju zwarcia zidentyfikowanego przez algorytm selekcji fazy. Powyższe obliczenia przy użyciu równania lokalizacji zwarcia stosuje się do zwarcia doziemnego albo zwarcia międzyfazowego.

W przypadku zwarcia doziemnego fazy A:

$$I_p Z_r = I_a (Z_{\text{line}} / \theta_{\text{line}}) + I_n (Z_{\text{residual}} / \theta_{\text{residual}})$$

i

$$V_p = V_A$$

a dla zwarcia fazy A do B mamy:

$$I_p Z_r = I_a (Z_{\text{line}} / \theta_{\text{line}}) - I_b (Z_{\text{line}} / \theta_{\text{line}})$$

i

$$V_p = V_A - V_B$$

Obliczenia dotyczące zwarcia doziemnego (równanie zwarcia fazowego doziemnego powyżej) są modyfikowane w przypadku zastosowania wzajemnej kompensacji:

$$IpZr = Ia (Z_{line} / \theta_{line}) + In(Z_{residual} / \theta_{residual}) + Im(Z_{mutual} / \theta_{mutual})$$

Rozwiązywanie równania dla lokalizacji zwarcia

Z racji tego, że przebieg sinusoidalny I_f przechodzi przez zero, wartości chwilowe przebiegów sinusoidalnych V_p oraz I_p mogą być użyte do rozwiązania poniższego równania i obliczenia lokalizacji zwarcia m . (Przy wyrażeniu $I_f R_f$ równym zero).

$$V_p = m I_p Z_r + I_f R_f$$

Jest to determinowane przesunięciem wektorów obliczeniowych V_p oraz $I_p Z_r$ o kąt (90° - kąt prądu zwarcowego) i następnie podzieleniem składowej rzeczywistej V_p przez składową rzeczywistą $I_p Z_r$. (Patrz rysunek poniżej).

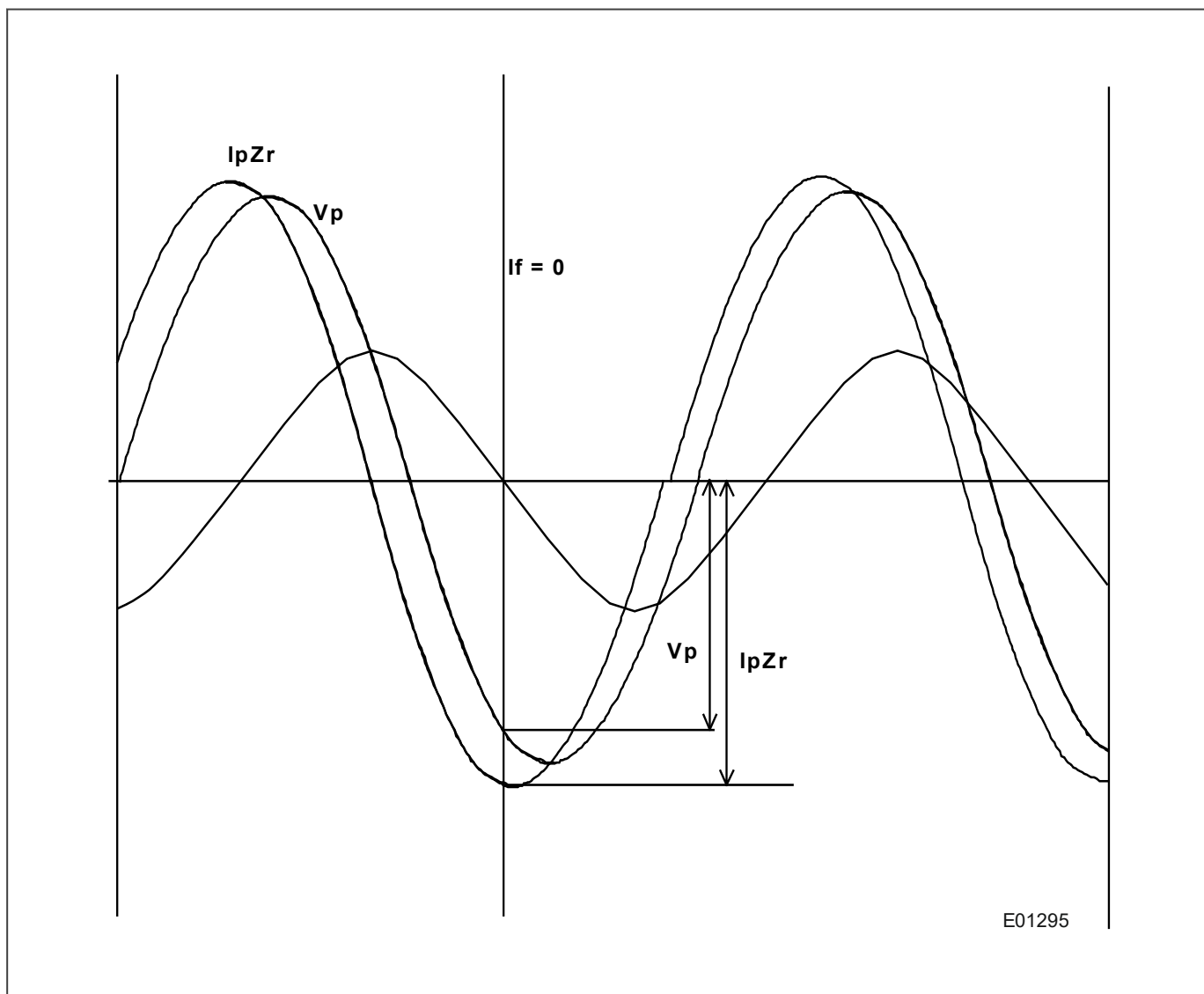


Figure 316: Wybór zera prądu zwarcowego dla lokalizatora zwarc

tj.:

Fazowy wektor wypadkowy V_p

$$= |V_p| [\cos(s) + j\sin(s)] * [\sin(d) + j\cos(d)]$$

$$= |V_p| [-\sin(s-d) + j\cos(s-d)]$$

Fazowy wektor wypadkowy $I_p Z_r$

$$= |pZr| [\cos(e) + j\sin(e)] * [\sin(d) + j\cos(d)]$$

$$= |pZr| [-\sin(e-d) + j\cos(e-d)]$$

Stąd z równania 1:

$$m = V_p \div (I_p * Z_r) \text{ przy } I_f = 0$$

$$= V_p \sin(s-d) / (I_p Z_r * \sin(e-d))$$

Gdzie:

$$d = \text{kąt prądu zwarciovego } I_f$$

$$s = \text{kąt napięcia } V_p$$

$$e = \text{kąt } I_p Z_r$$

A zatem przekaźnik wylicza wielkość m , która to jest lokalizacją zwarcia wyrażoną w procentach nastawy impedancji linii w lokalizatorze zwarc i następnie oblicza ostateczną lokalizację zwarcia, poprzez pomnożenie wyniku procentowego przez nastawę długości linii. Po obliczeniu, lokalizację zwarcia można znaleźć w rejestratorze zwarc w kolumnie **VIEW RECORDS** „OGLĄDAJ REJESTRY,” w komórce **Fault Location** Lokalizacja zwarc. Odległość do zwarcia może być podawana w kilometrach, milach, wartości impedancji lub procentowej długości linii.

18.4.3.7 KOMPENSACJA WZAJEMNA

Analiza zwarcia doziemnego na pojedynczym obwodzie równoległej linii napowietrznej pokazuje, że lokalizator zwarcia umieszczony na jednym końcu linii objętej zwarcem ma tendencję do zawyżania odległości, podczas gdy lokalizator na drugim końcu linii będzie zaniżał odległość. W przypadku długich linii o wysokiej indukcyjności wzajemnej, wzajemna kompensacja składowej kolejności zerowej może być użyta do poprawienia dokładności lokalizacji zwarcia. Kompensacja jest osiągana poprzez podłączenie do wejścia urządzenia sygnału z obwodu różnicowego przekładników prądowych w linii równoległej.

P44 oferuje wzajemną kompensację zarówno dla funkcji lokalizatora zwarc ORAZ strefowych zabezpieczeń odległościowych.

18.4.3.8 POMIARY

Obliczenia pomiarowe są wykonywane w sposób ciągły przy użyciu tej samej techniki Fouriera, której używa lokalizator zwarc. Wyniki tych obliczeń są stale aktualizowane i można je przeglądać za pomocą interfejsu użytkownika przekaźnika.

18.4.4 ZNAKOWANIE CZASOWE WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Każda próbka z wejścia optycznego jest znakowana czasowo z dokładnością ± 1 ms w odniesieniu do zegara czasu rzeczywistego. Znaczniki czasu służą do znakowania rejestru zdarzeń związanych z wejściem optycznym oraz rejestrowania zakłóceń. Urządzenie musi być odpowiednio zsynchronizowane z zewnętrznym wzorcem czasu, takim jak sygnał IRIG-B lub sygnał zegara głównego, dostępnym w odpowiednim protokole danych.

Dla obu wejść optycznych, filtrowanych oraz niefiltrowanych, znacznik czasu zdarzenia związanego ze zmianą stanu wejścia optycznego oznacza czas próbkowania, w którym nastąpiła zmiana stanu. Jeżeli w trakcie tego samego interwału próbkowania zmieni się stan wielu wyjść optycznych, zmiany te zostaną zgłoszone jako pojedyncze zdarzenie.

18.5 MONITOROWANIE WARUNKÓW ZADZIAŁANIA WYŁĄCZNIKA

Urządzenie rejestruje różne statystyki powiązane z każdą operacją wyzwolenia wyłącznika, pozwalając tym samym na bardziej dokładne oszacowanie stanu wyłącznika. Statystyki te są dostępne w kolumnie *CB CONDITION*. Komórki menu są tylko wartościami rejestrów i nie można ich bezpośrednio ustawić. Można je jednak wyzerować podczas konserwacji. Monitorowane statystyki to:

- Całkowity prąd zwarcia: Rejestr przechowuje całkowitą wartość prądu, którą wyłączył wyłącznik, i jest przechowywany w sumatorze, dając w dowolnym momencie miarę sumarycznej wartości prądu, którą wyłączył wyłącznik od czasu ostatniego zerowania wartości.
- Liczba operacji wyzwolenia wyłącznika: Licznik rejestruje liczbę wyzwoleń wyłącznika wykonanych dla każdej fazy, podając w dowolnym momencie całkowitą liczbę wyzwoleń wyłącznika od ostatniego zerowania wartości.
- Czas zadziałania wyłącznika: Rejestr przechowuje w sumatorze całkowity czas przejścia wyłącznika z stanu zamkniętego do otwartego, dając w każdej chwili miarę sumarycznego czasu, jaki wyłącznik spędził na wyłączeniu od ostatniego zerowania wartości.
- Nadmierna częstotliwość zwarć: Licznik rejestruje liczbę wyzwoleń wyłącznika wykonanych dla wszystkich faz, podając w dowolnym momencie całkowitą liczbę wyzwoleń od ostatniego zerowania wartości.

Statystyki te są dostępne w kolumnie *CB CONDITION*. Komórki menu są tylko wartościami rejestrów i nie można ich bezpośrednio ustawić. Można je jednak wyzerować podczas konserwacji.

Note:

W trybie próby odbiorczej, rejestry monitorowania stanu wyłącznika nie są aktualizowane.

Blokada wyłącznika może być spowodowana następującymi funkcjami monitorowania stanu wyłącznika:

- blokada konserwacyjna,
- Blokada nadmiernej częstotliwości zwarć,
- Blokada prądu wyłączzonego

Jeśli wyłącznik jest zablokowany, logika generuje alarm blokady

18.5.1 SUMATOR PRĄDU WYŁĄCZONEGO

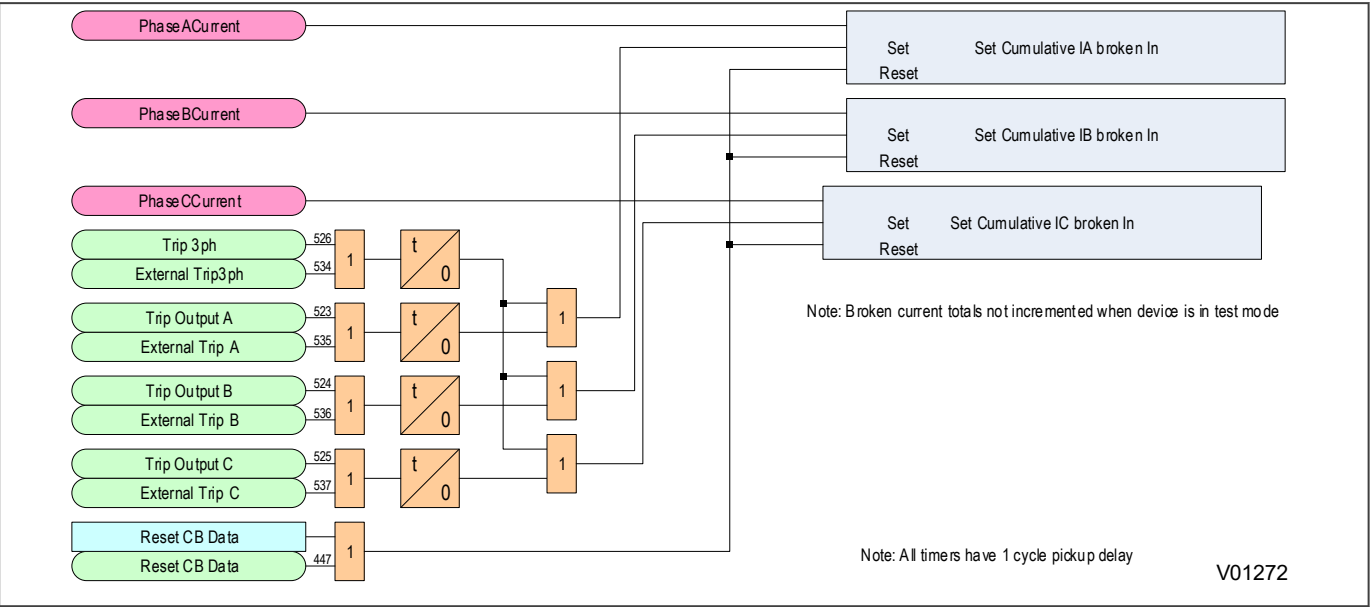


Figure 317: Schemat logiczny sumatora prądu wyłączzonego

18.5.2 SUMATOR PRĄDU WYŁĄCZONEGO

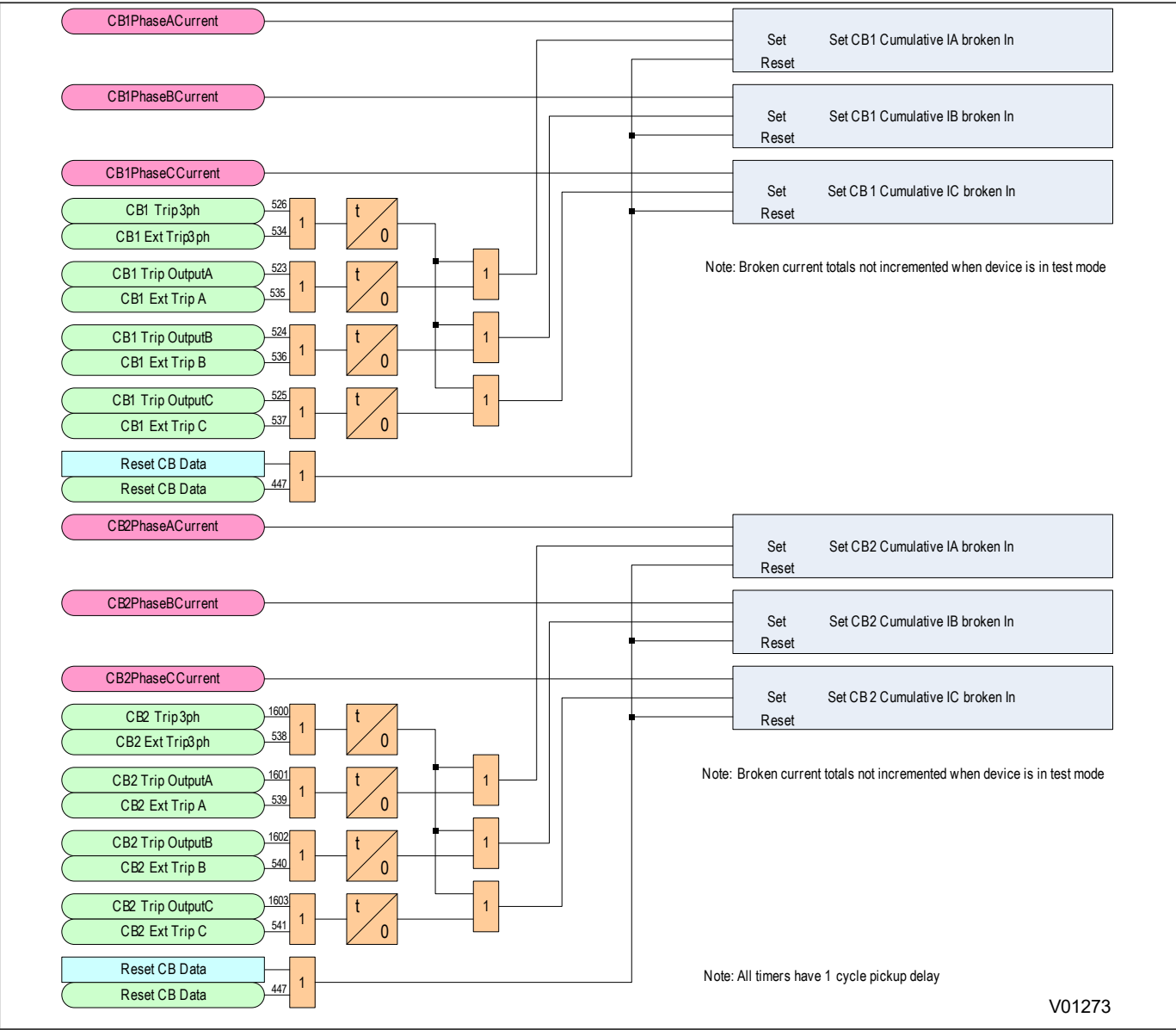


Figure 318: Schemat logiczny sumatora prądu wyłączzonego

18.5.3 LICZNIK WYZWOLEŃ WYŁĄCZNIKA

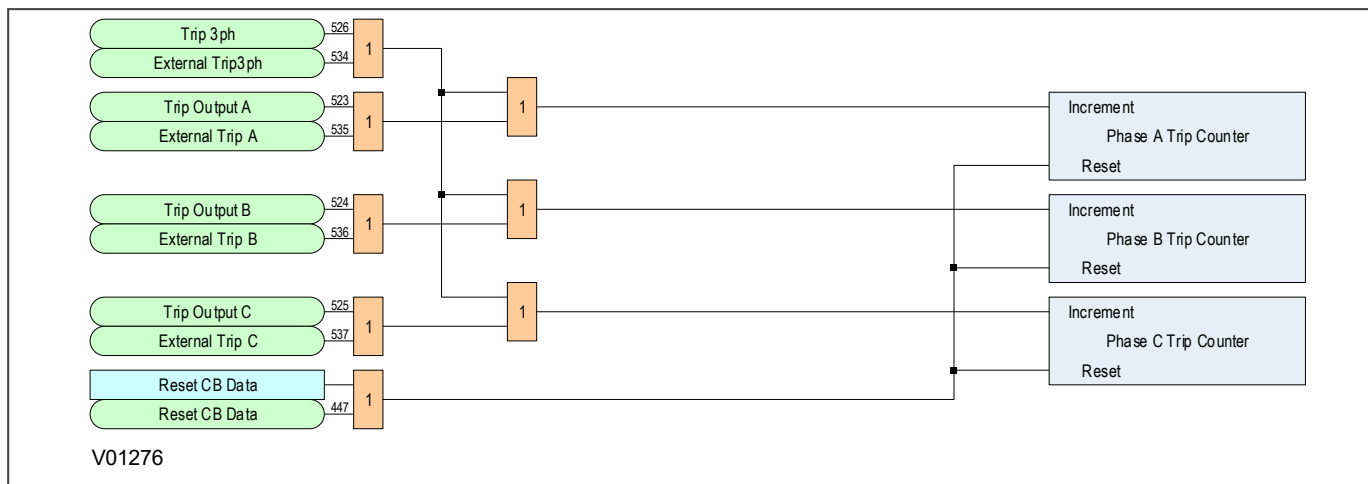


Figure 319: Schemat logiczny licznika wyzwoleń wyłącznika

18.5.4 LICZNIK WYZWOLEŃ WYŁĄCZNIKA

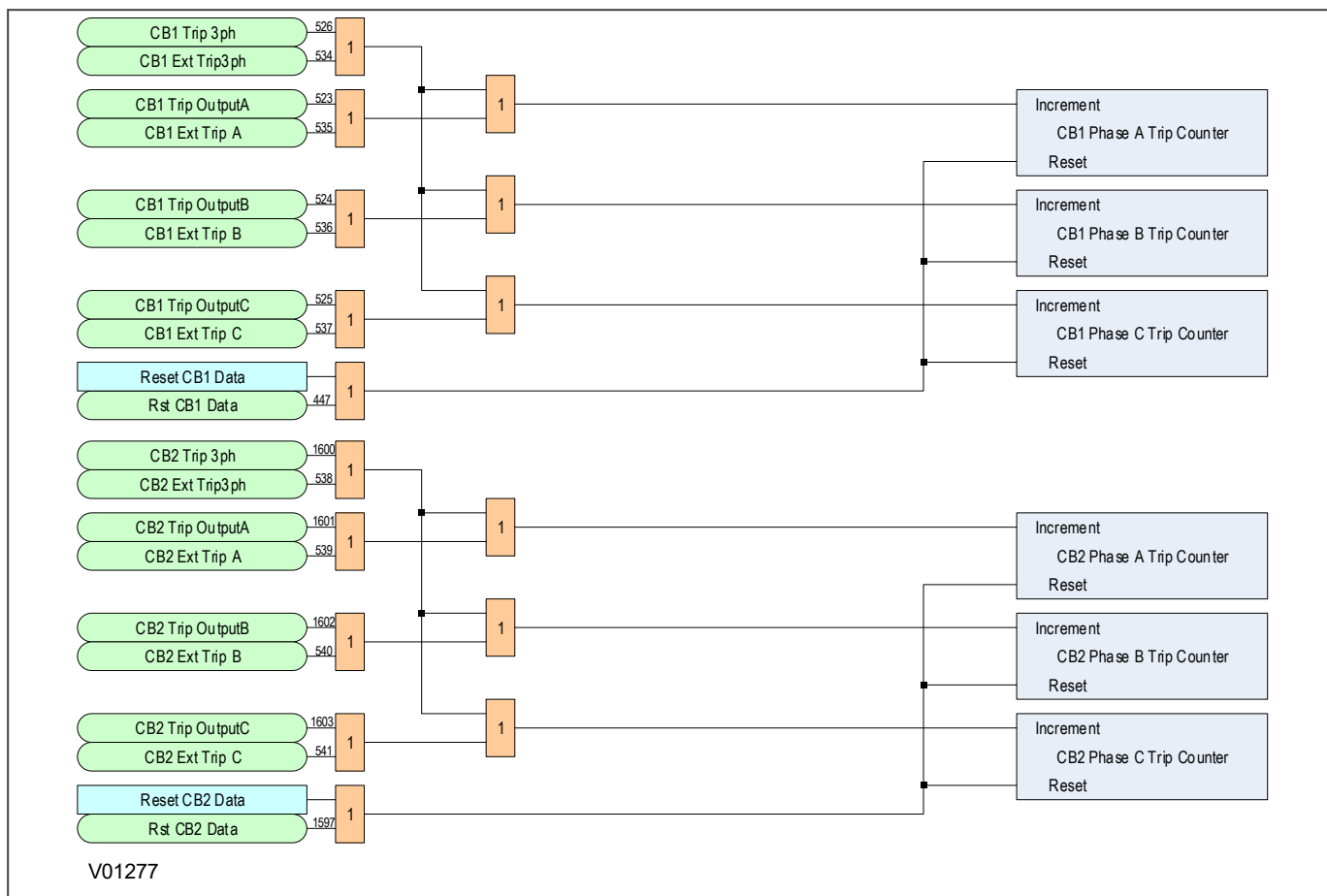


Figure 320: Schemat logiczny licznika wyzwoleń wyłącznika

18.5.5 SUMATOR CZASU PRACY WYŁĄCZNIKA

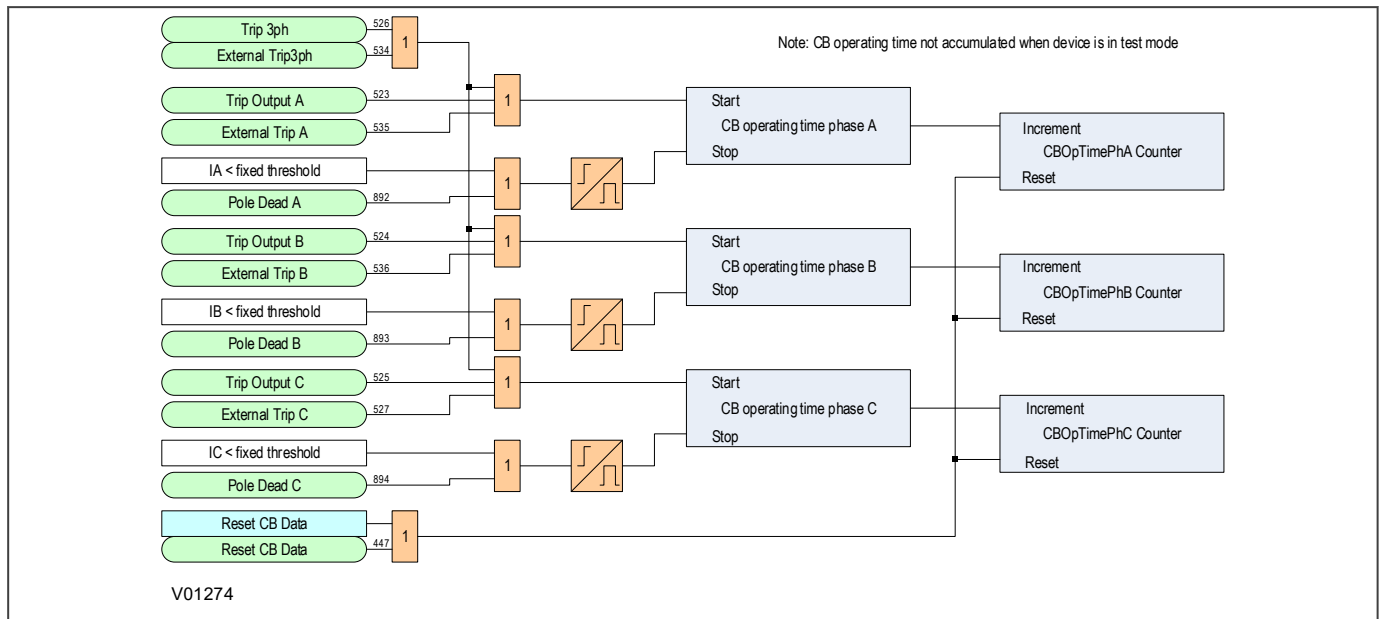


Figure 321: Sumator czasu pracy

18.5.6 SUMATOR CZASU PRACY WYŁĄCZNIKA

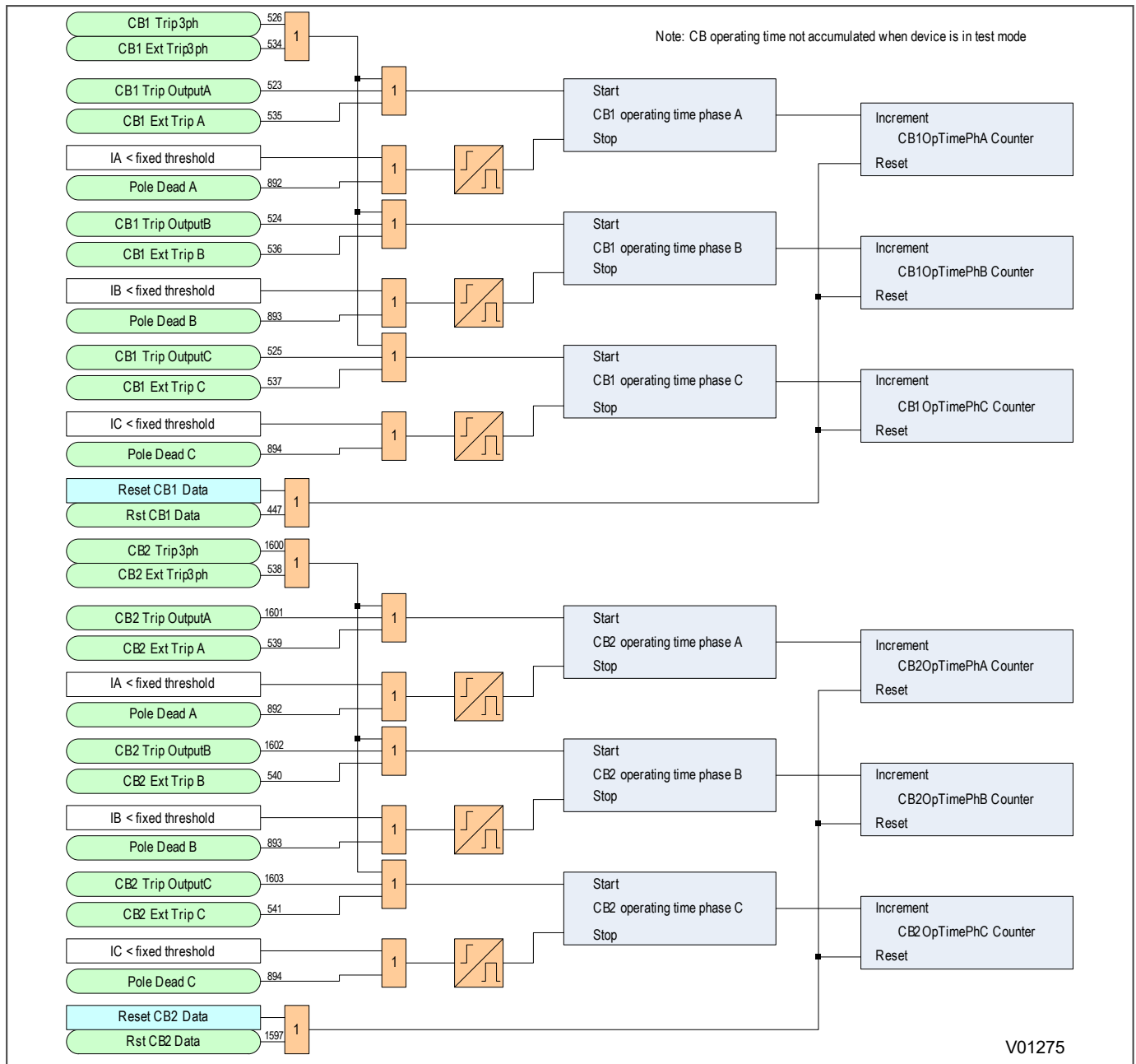


Figure 322: Sumator czasu pracy

18.5.7 LICZNIK NADMIERNEJ CZĘSTOTLIWOŚCI ZWARĆ

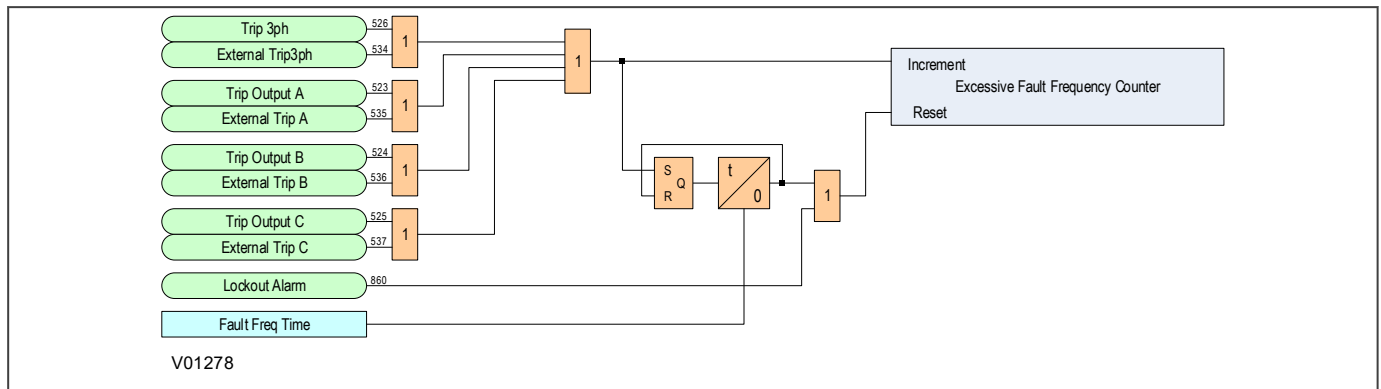


Figure 323: Schemat logiczny nadmiernej częstotliwości zwarć

18.5.8 LICZNIK NADMIERNEJ CZĘSTOTLIWOŚCI ZWARĆ

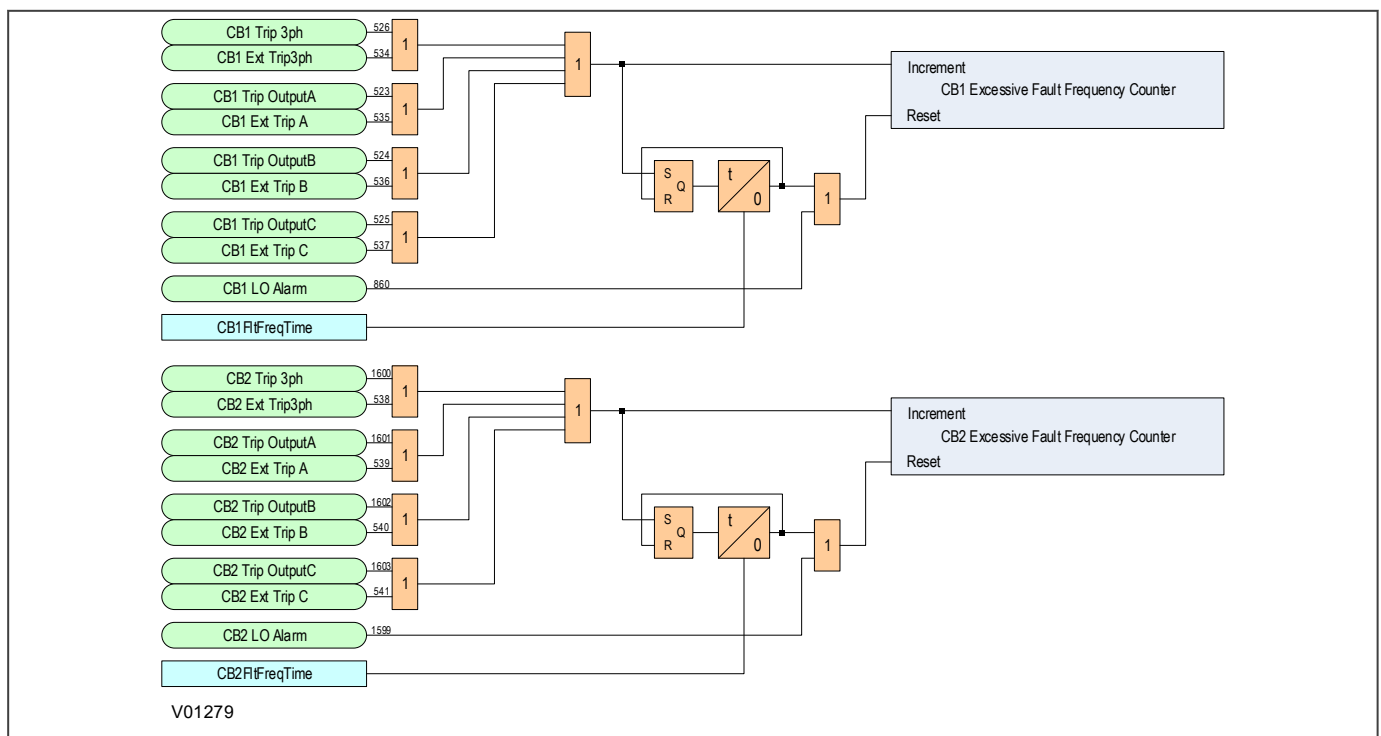


Figure 324: Schemat logiczny nadmiernej częstotliwości zwarć

18.5.9 ZEROWANIE ALARMU BLOKADY

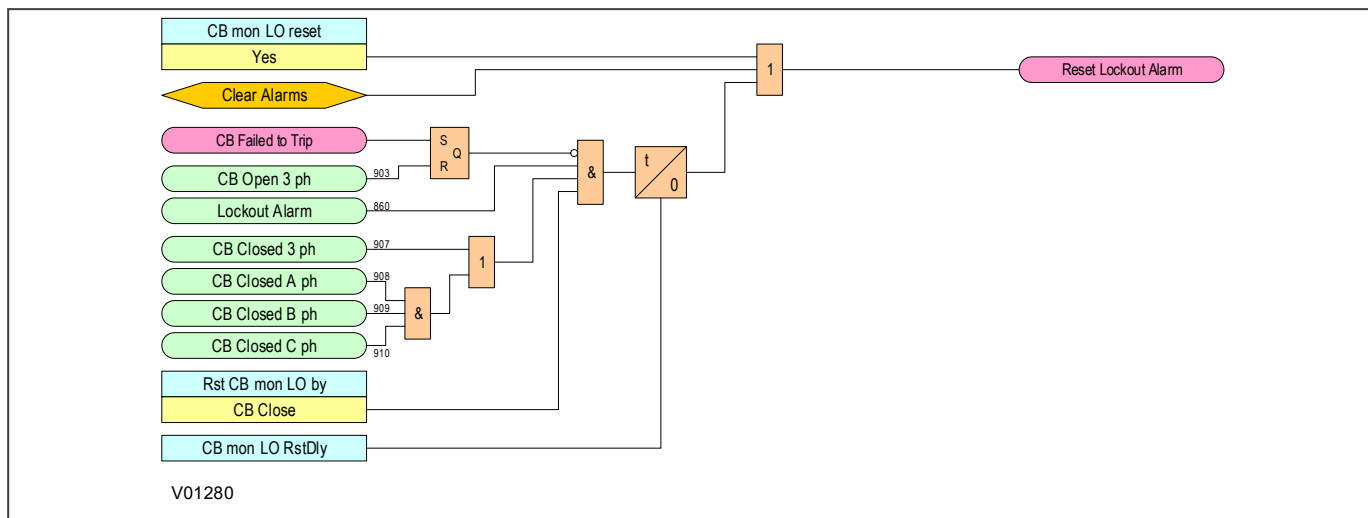


Figure 325: Schemat logiczny zerowania alarmu blokady

18.5.10 ZEROWANIE ALARMU BLOKADY

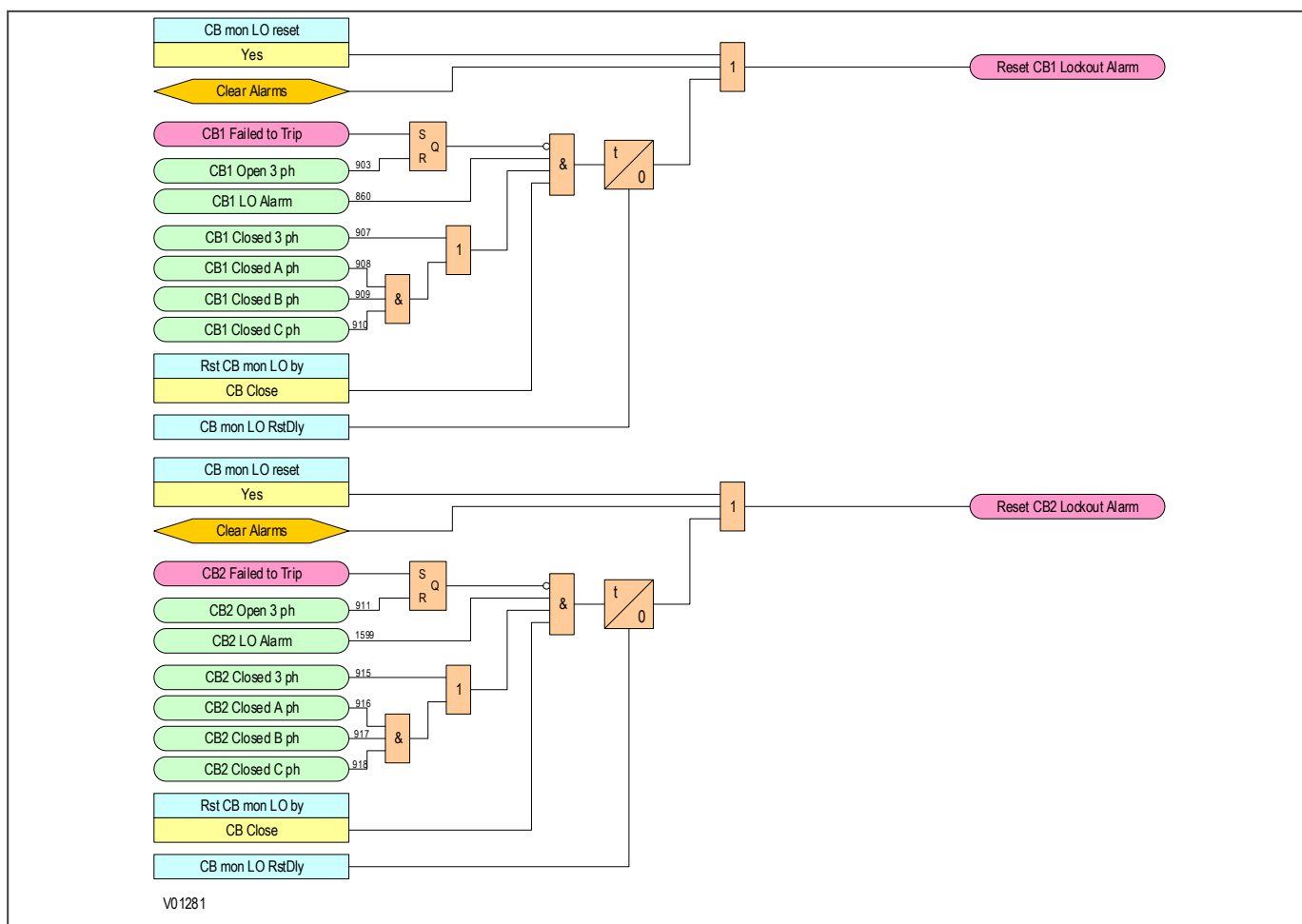


Figure 326: Schemat logiczny zerowania alarmu blokady

18.5.11 LOGIKA MONITOROWANIA STANU WYŁĄCZNIKA

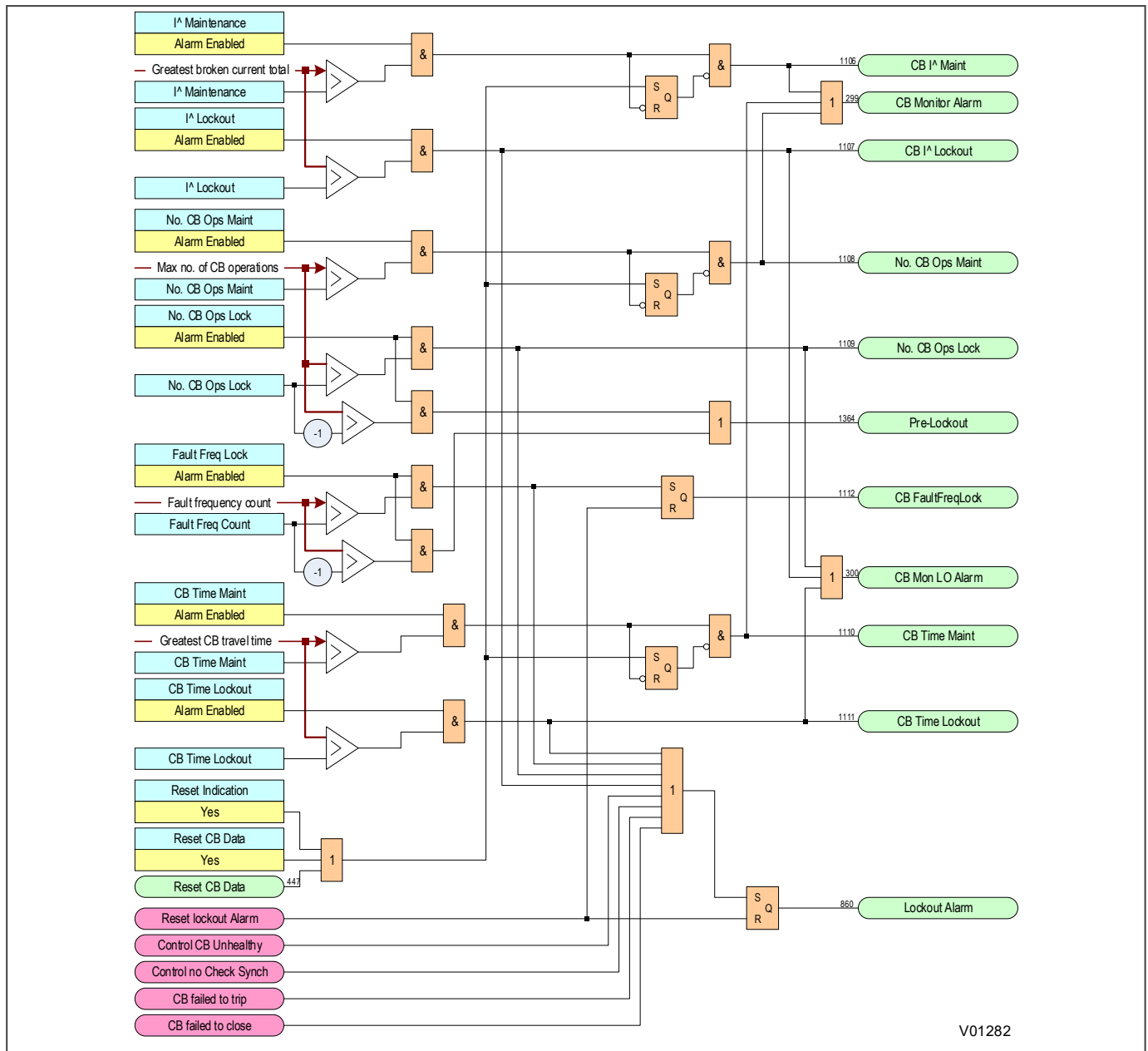


Figure 327: Schemat logiczny monitorowania stanu wyłącznika

18.5.12 LOGIKA MONITOROWANIA STANU WYŁĄCZNIKA

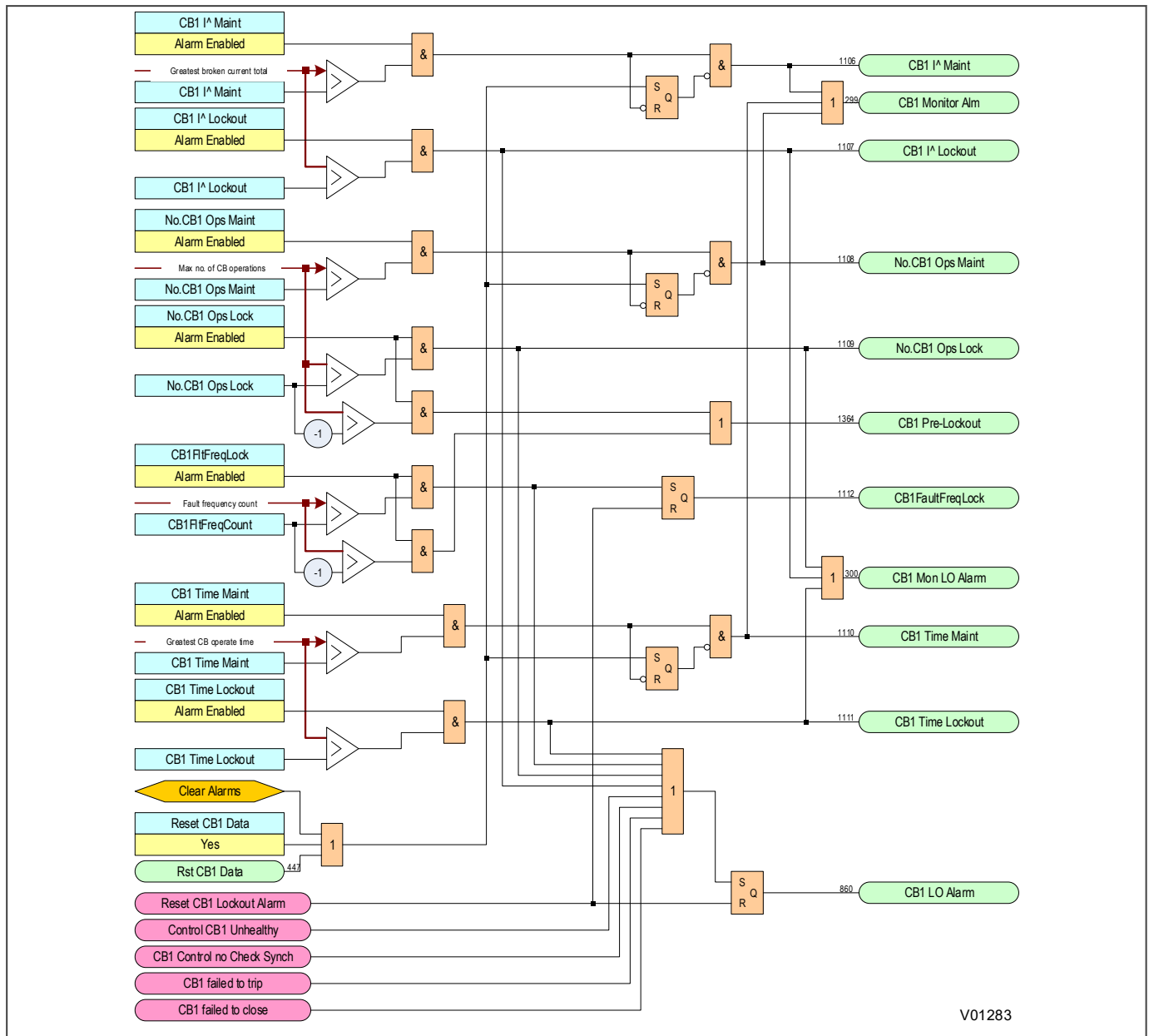


Figure 328: Schemat logiczny monitorowania stanu CB1

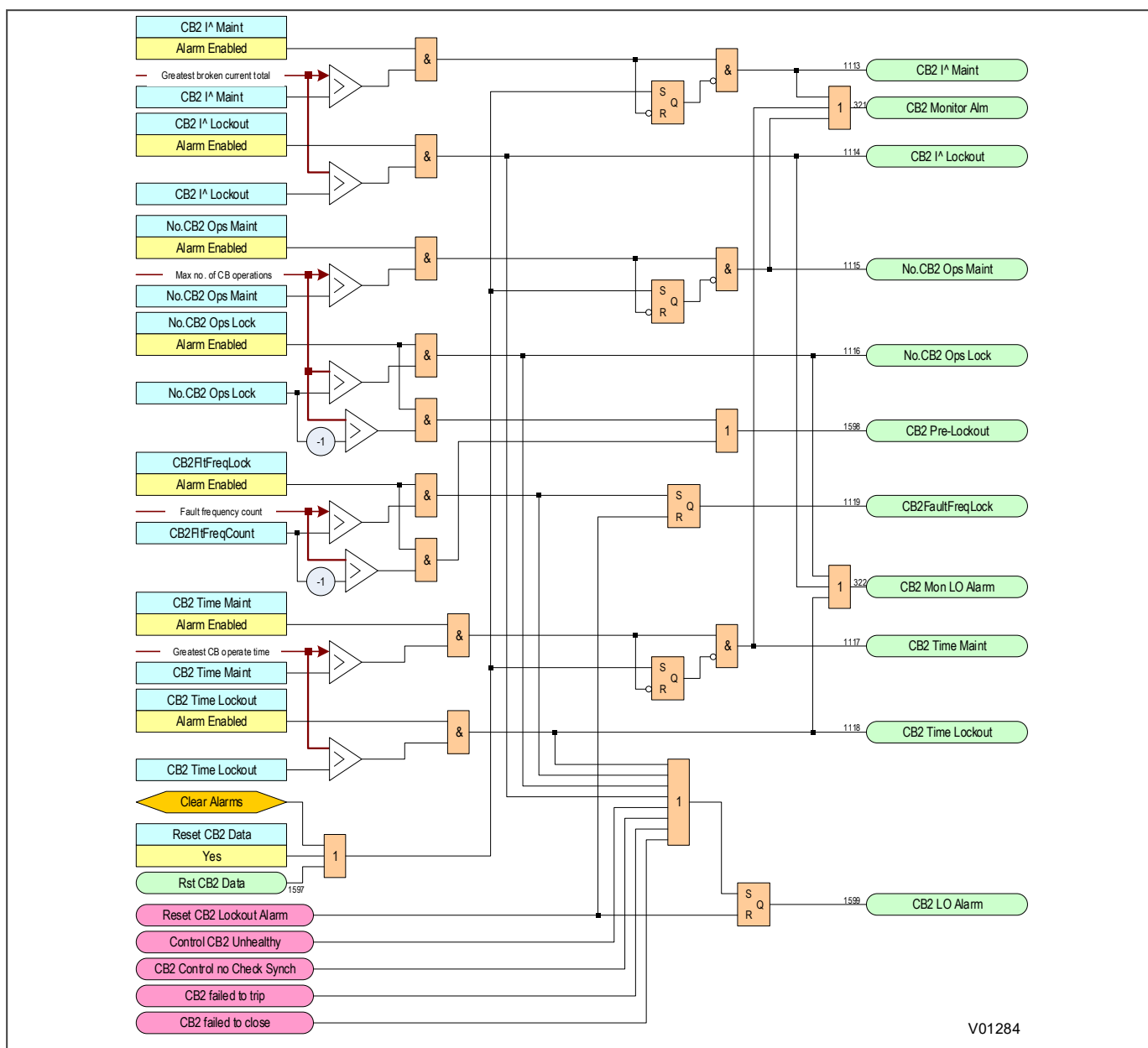


Figure 329: Schemat logiczny monitorowania stanu CB2

18.5.13 ZEROWANIE BLOKADY WYŁĄCZNIKA

Warunki blokady w następstwie funkcji monitorowania stanu wyłącznika można wyzerować zgodnie ze stanem parametru **Rst CB mon LO** znajdującego się w kolumnie **CB CONTROL**. Są dwie opcje **CB Close** i **User interface**.

Jeśli ustawiono opcję **CB Close**, ustawienie licznika czasu **CB mon LO RstDly** staje się widoczne. Kiedy wyłącznik zostanie zamknięty, rozpoczyna się odliczanie czasu **CB mon LO RstDly**. Blokada zostaje wyzerowana po upływie czasu.

Jeśli parametr ustawiony jest na **User Interface**, wówczas widoczna staje się komenda **CB mon LO reset**. Tego polecenia można użyć do wyzerowania blokady z poziomu interfejsu użytkownika.

Blokada SPZ generuje alarm blokady SPZ. Warunki blokady funkcji SPZ można wyzerować za pomocą różnych poleceń i opcji ustawień znajdujących się w kolumnie **CB CONTROL**.

Jeżeli **Res LO by CB IS** jest ustawiony na *Enabled*, blokada wyłącznika jest zerowana, jeżeli ręczne zamknięcie wyłącznika zakończyło się pomyślnie. W tym celu wyłącznik musi pozostawać załączony na tyle długo, aby mógł przejść w stan gotowości („In Service”).

Jeśli opcja **Res LO by UI** jest ustawiona na *Enabled*, blokadę wyłącznika można wyzerować z interfejsu użytkownika za pomocą polecenia zerowania blokady wyłącznika w kolumnie **CB CONTROL**.

Jeśli opcja **Res LO by NoAR** jest ustawiona na *Enabled*, blokadę wyłącznika można wyzerować poprzez tymczasowe wygenerowanie sygnału **AR disabled**.

Jeśli opcja **Res LO by TDelay** jest ustawiona na *Enabled*, blokada wyłącznika jest automatycznie zerowana po upływie czasu ustawionego w ustawieniu **LO Reset Time**.

Jeśli opcja **Res LO by ExtDDB** jest ustawiona na *Enabled*, blokada wyłącznika może być wyzerowana poprzez aktywację wejścia zewnętrznego odwzorowanego w PSL na odpowiedni sygnał DDB zerowania blokady.

18.5.13.1 SCHEMAT LOGICZNY ZEROWANIA BLOKADY WYŁĄCZNIKA

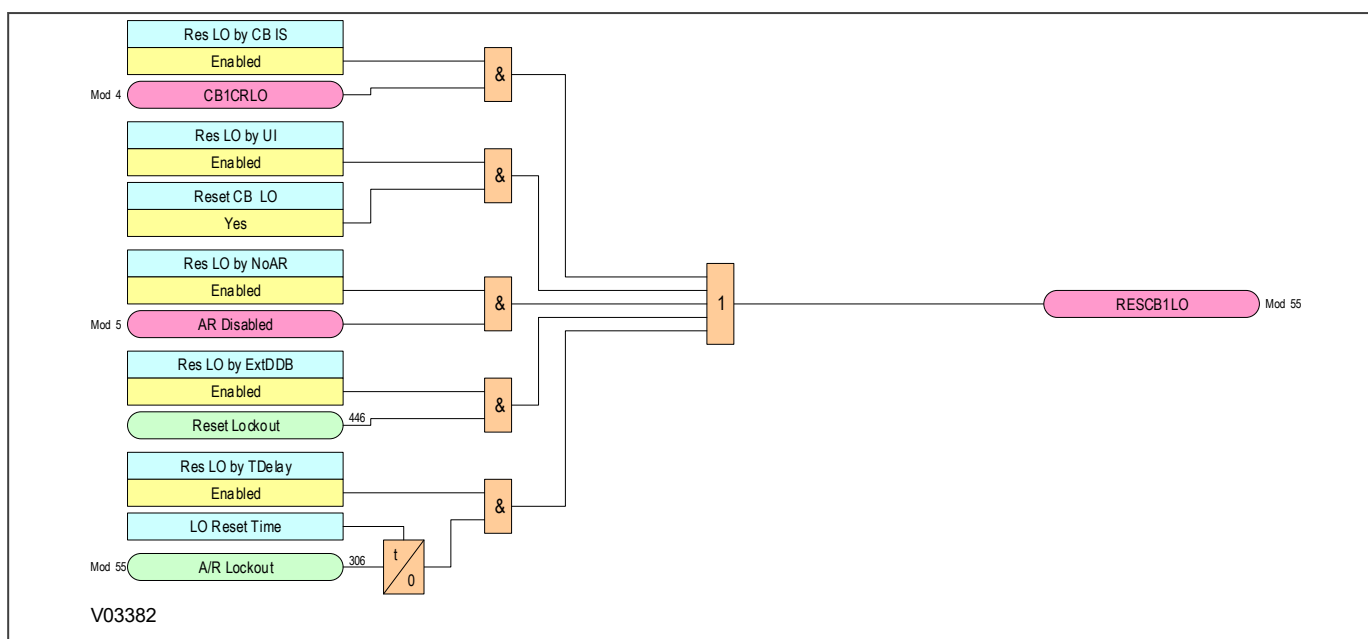


Figure 330: Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika (moduł 57)

18.5.13.2 SCHEMAT LOGICZNY ZEROWANIA BLOKADY WYŁĄCZNIKA

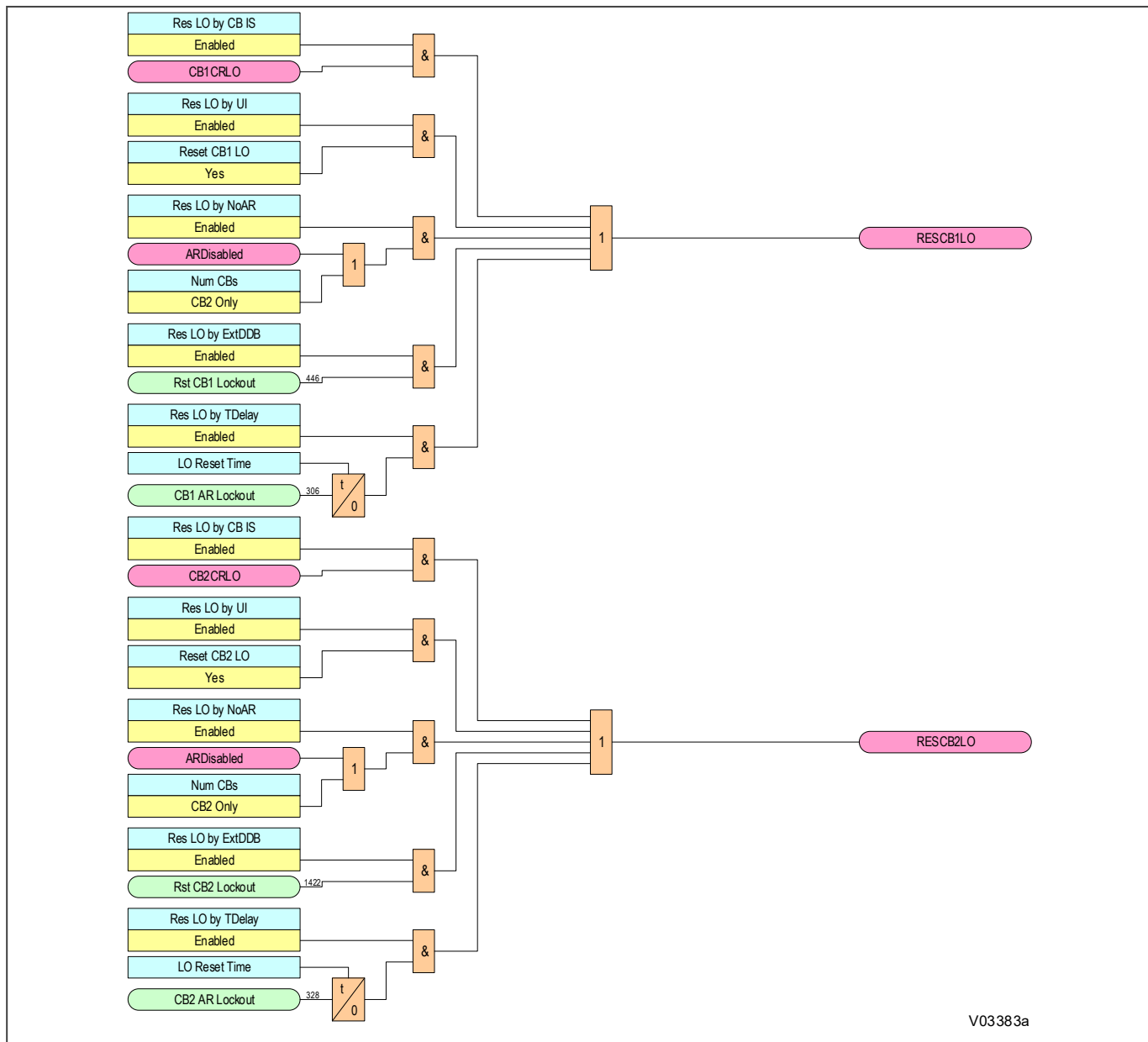


Figure 331: Schemat logiczny zerowania blokady wyłącznika (moduł 57 i 58)

18.5.14 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

18.5.14.1 USTAWIANIE PROGÓW SUMARYCZNEGO PRĄDU WYŁĄCZONEGO

Jeżeli linie zasilające są chronione za pośrednictwem wyłączników olejowych (OCB), to koszt wymiany oleju stanowi znaczną część kosztów konserwacji wyłącznika. Wymiany oleju są często realizowane po wykonaniu przez wyłącznik ustalonej liczby operacji w reakcji na zwarcie. Może to jednak skutkować przeprowadzeniem zbyt wczesnego przeglądu konserwacyjnego wyłącznika, wtedy gdy prądy zwarcia są raczej niewielkie i gdy degradacja oleju może być wolniejsza niż się tego spodziewano. Akumulator prądu sumarycznego (licznik I^Λ) przechowuje sumaryczną wartość przerw w dopływie prądu spowodowanych zadziałaniem wyłącznika, dając tym samym bardziej dokładną ocenę stanu wyłącznika.

Wytrzymałość dielektryczna oleju na ogół zmniejsza się w funkcji I^2t , gdzie „I” to przerwany prąd zwarcia, a „t” to czas łuku w komorze gaszeniowej wyłącznika. Nie można dokładnie określić czasu palenia łuku, ale z reguły zależy on od typu zastosowanego wyłącznika. Zamiast tego, ustawia się współczynnik (**Broken I^A**) na wartość pomiędzy 1 i 2, w zależności od typu wyłącznika.

W przypadku większości wyłączników wartość ta wynosi 2, ale dla niektórych typów wyłączników zamontowanych w instalacjach o wyższym napięciu, wartość ta może być zbyt wysoka. W takich instalacjach współczynnik **Broken I^A** można ustawić na wartość niższą, typowo na 1,4 lub 1,5.

Zakres ustawień **Broken I^A** prądu rzerywanego jest zmienny w zakresie od 1,0 do 2,0 w krokach co 0,1.

Note:

Jakikolwiek program konserwacyjny musi być przygotowany zgodnie z zaleceniami producenta wyłącznika.

18.5.14.2 USTAWIANIE WARTOŚCI PROGOWYCH DLA LICZBY ZADZIAŁAŃ

Każde zadziałanie wyłącznika prowadzi w pewnym stopniu do zużycia jego podzespołów. Dlatego rutynowe zabiegi konserwacyjne, jak olejenie mechanizmu, mogą zależeć od liczby zadziałań wyłącznika. Odpowiednie ustawienie konserwacyjnych wartości progowych spowoduje wyzwolenie alarmu, sygnalizującego konieczność przeprowadzenia konserwacji zapobiegawczej. Jeżeli konserwacja nie może zostać przeprowadzona, to w tym wypadku urządzenie można ustawić na blokowanie funkcji SPZ przy osiągnięciu drugiej wartości progowej liczby zadziałań (**No. CB ops Lock**). Zapobiegnie to kolejnym ponowieniom zamknięcia, gdy wyłącznik nie zostanie przywrócony do stanu opisanego w procedurach konserwacyjnych producenta wyłącznika.

Niektóre wyłączniki, np. olejowe (OCB), mogą wykonać tylko pewną liczbę wyłączeń zwarcia przed wymaganym przeprowadzeniem konserwacji. Jest to spowodowane tym, że każde wyłączenie zwarcia prowadzi do zwęglenia oleju, zmniejszając tym samym jego właściwości dielektryczne. Możliwe jest ustawienie progu dla alarmu konserwacyjnego, **No. CB Ops Maint**, dla sygnalizowania konieczności pobrania próbek oleju i przeprowadzenia próby dielektrycznej oleju lub dokładniejszej konserwacji. Podobnie, wartość progowa blokowania **No. CB Ops Lock** może być ustawiona na przerywanie cyklu SPZ, jeżeli kolejna próba wyłączenia zwarcia nie może być zagwarantowana. Minimalizuje to ryzyko zapalenia się oleju lub eksplozji.

18.5.14.3 USTAWIANIE WARTOŚCI PROGOWYCH DLA CZASU ZADZIAŁANIA

Wolne działanie wyłącznika wskazuje konieczność przeprowadzenia konserwacji mechanizmu. Do informowania o tej konieczności przewidziano wartości progowe (**CB Time Maint** oraz **CB Time Lockout**). Można je ustawić w zakresie od 5 do 500 ms. Zakres czasu ustawia się w odniesieniu do czasu przerywania obwodu przez wyłącznik.

18.5.14.4 USTAWIANIE WARTOŚCI PROGOWYCH DLA NADMIERNEJ CZĘSTOTLIWOŚCI ZWARC

Zwarcia trwałe z reguły powodują blokadę SPZ, co wymaga przeprowadzenia konserwacji. Zwarcia przerywane, na przykład powodowane zwieraniem przewodów przez gałęzie drzew, mogą powtarzać się poza czasem regeneracyjnym, a ich główna przyczyna może nigdy nie zostać ustalona. Z tego powodu możliwe jest ustawienie licznika częstych operacji, który pozwala na monitorowanie określonej liczby operacji **Fault Freq Count** w ustawionym przedziale czasu **Fault Freq Time**. Możliwe jest ustawienie indywidualnych wartości progowych dla alarmów oraz blokady.

18.6 MONITOROWANIE STANU WYŁĄCZNIKA

Funkcja monitorowania stanu wyłącznika służy do sprawdzenia pozycji wyłącznika - czy jest otwarty, czy zamknięty. Większość wyłączników jest wyposażona w pomocnicze zestyki, które dostarczają informacje o stanie wyłącznika (otwarty lub zamknięty) do sprzętu monitorującego, takiego jak urządzenie IED. Te pomocnicze zestyki noszą następujące nazwy:

- 52A - zestyki, które znajdują się takim samym położeniu co wyłącznik,
- 52B - zestyki znajdują się w położeniu odwrotnym niż położenie wyłącznika.

To urządzenie można skonfigurować do monitorowania obu tych rodzajów wskazań stanu wyłącznika. Jeżeli z jakiegoś powodu stan ich położenia nie będzie znany, zostanie aktywowany alarm.

Niektóre wyłączniki wyposażone są w oba zestawy zestyków. W takim wypadku, zestyki te zwykle znajdują się w przeciwnym położeniu. Jeżeli oba zestawy zestyków będą otwarte, będzie to wskazywało na wystąpienie następujących warunków:

- usterka zestyków pomocniczych/okablowania,
- niesprawny wyłącznik,
- wyłącznik w pozycji odcięcia.

Jeżeli oba zestawy zestyków będą zamknięte, będzie to wskazywało na wystąpienie tylko jednego możliwego warunku:

- usterka zestyków pomocniczych/okablowania,
- niesprawny wyłącznik,

W przypadku wystąpienia któregoś z powyższych warunków po 5 s opóźnieniu czasowym **Czas stanu CB** wygenerowany zostanie alarm. Zestyk wyjściowy można przypisać do tej funkcji za pomocą programowalnego schematu logicznego (PSL). Zwłoka czasowa jest ustawiana dla zapobieżenia niepożądanemu zadziałaniu podczas normalnych operacji przełączania.

W kolumnie CB CONTROL znajduje się ustawienie **CB Status Input**. W tej komórce można ustawić jedną z następujących opcji:

- Brak
- 52A
- 52B
- 52A & 52B

W przypadku, gdy wybrano opcję *None*, status wyłącznika będzie niedostępny. Jeżeli wybrano tylko opcję 52A, urządzenie zakłada, że sygnał 52B ma wartość przeciwną do sygnału 52A. Informacja o statusie wyłącznika będzie w ten sposób uzyskana, ale nie zostanie aktywowany alarm sygnalizujący niezgodność położenia zestyków. Powyższe ma także miejsce, gdy wybrana jest tylko opcja „52B”. Jeżeli wybrano opcję „Both 52A and 52” (oba, 52A oraz 52B), informacja o statusie będzie dostępna oraz możliwe będzie alarmowanie o niezgodność położenia zestyków, zgodnie z poniższą tabelą

Położenia zestyków pomocniczych		Wykryty stan wyłącznika	Działanie
52A	52B		
Otwarty	Zamknięty	wyłącznik otwarty,	Wyłącznik sprawny
Zamknięty	Otwarty	Wyłącznik zamknięty	Wyłącznik sprawny
Zamknięty	Zamknięty	Usterka CB	Alarm jest aktywowany, gdy warunek ten utrzymuje się dłużej niż przez 5 s.

Położenia zestyków pomocniczych		Wykryty stan wyłącznika	Działanie
Otwarty	Otwarty	Stan nieznany	Alarm jest aktywowany, gdy warunek ten utrzymuje się dłużej niż przez 5 s. Wskazanie Wykryty stan CB zmieni się na wskazanie Awaria CB .

Stan wyłącznika można monitorować za pomocą protokołów danych szeregowych i Ethernet. Na przykład IEC 60870-5-103, DNP 3.0 i IEC 61850.

Protokół IEC 60870-5-103:: Stan wyłącznika można monitorować z indywidualnych prywatnych numerów informacyjnych.

Protokół DNP 3.0:: Stan wyłącznika można monitorować z poszczególnych wejść binarnych.

Protokół IEC 61850:: Stan wyłącznika można monitorować w węzłach logicznych „XCBR”.

Note:

*W logice wewnętrznej przyjmuje się otwartą pozycję wyłącznika wykorzystywaną w algorytmie, gdy **Wykryty stan CB to Otwarty wyłącznik**. We wszystkich pozostałych przypadkach, pozycja wyłącznika jest uznawana za zamkniętą. Dlatego też, w trakcie działania wyłącznika, jeśli napotkany zostanie stan '52A=52B=0' lub '52A=52B=1', wyłącznik jest uznawany za zamknięty.*

18.6.1 SCHEMAT LOGICZNY MONITORA STANU WYŁĄCZNIKA

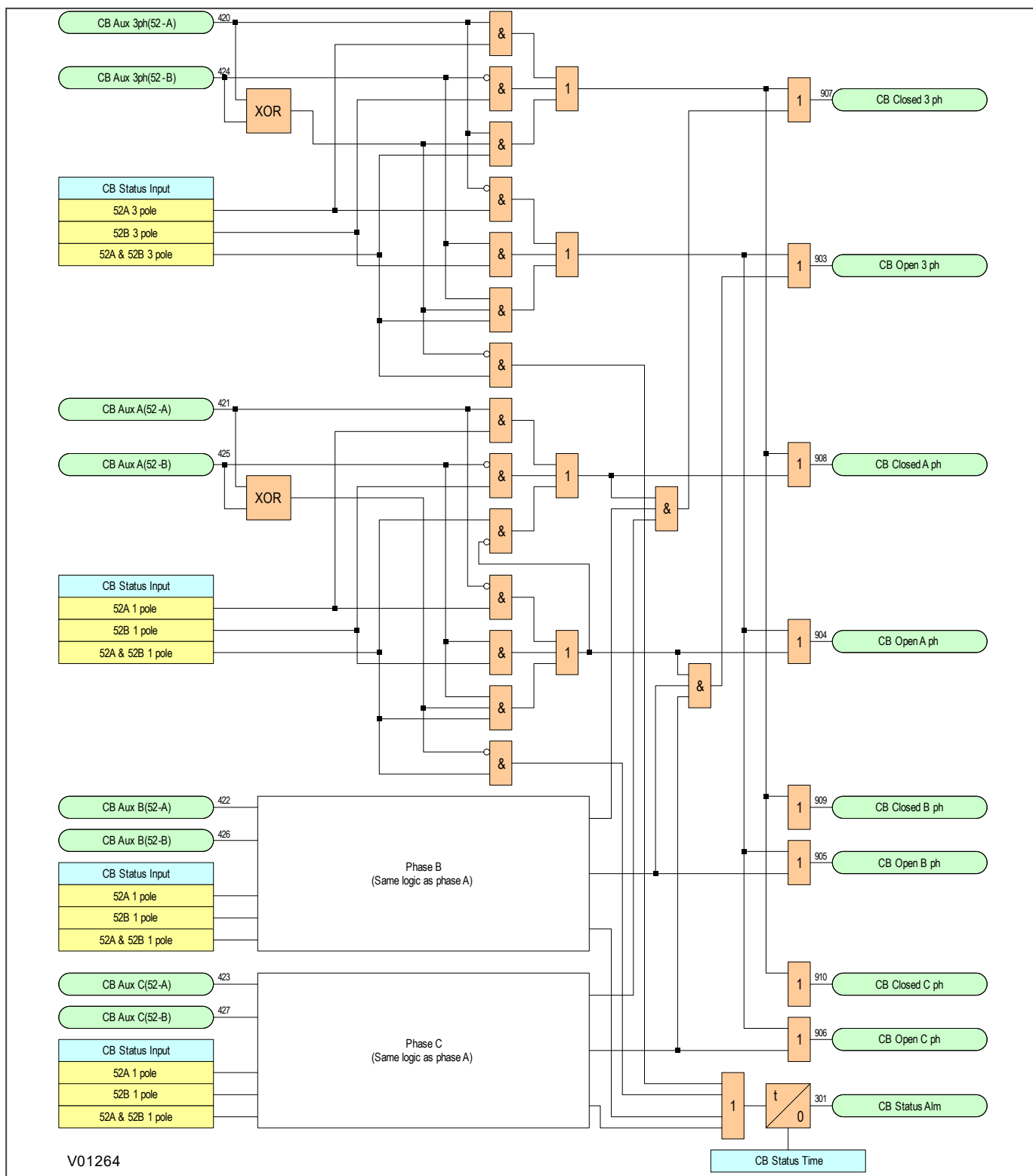


Figure 332: Schemat logiczny monitora stanu wyłącznika (Moduł 1)

18.6.2 MONITOR STANU WYŁĄCZNIKA

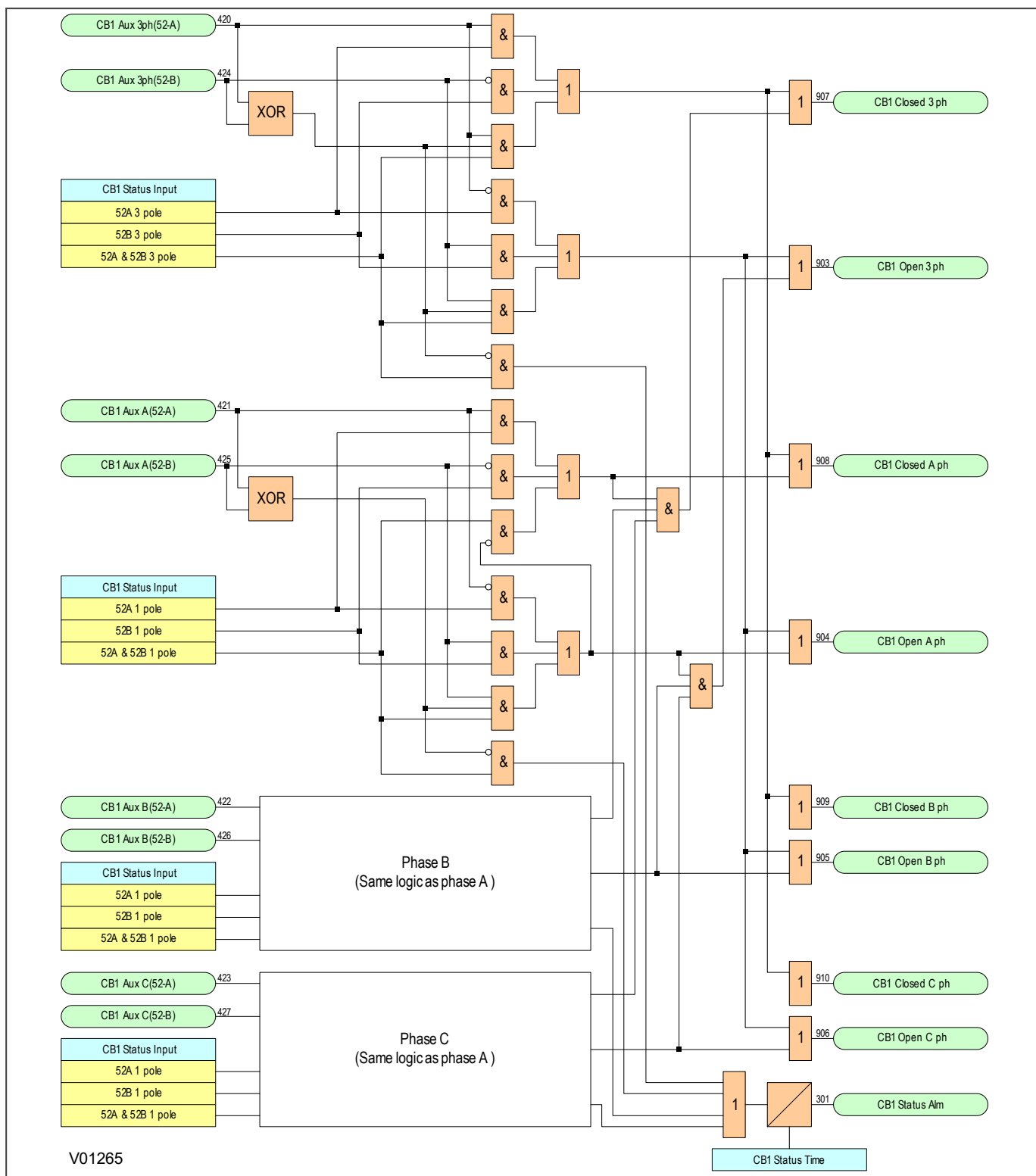


Figure 333: Schemat logiczny stanu wyłącznika (moduł 1)

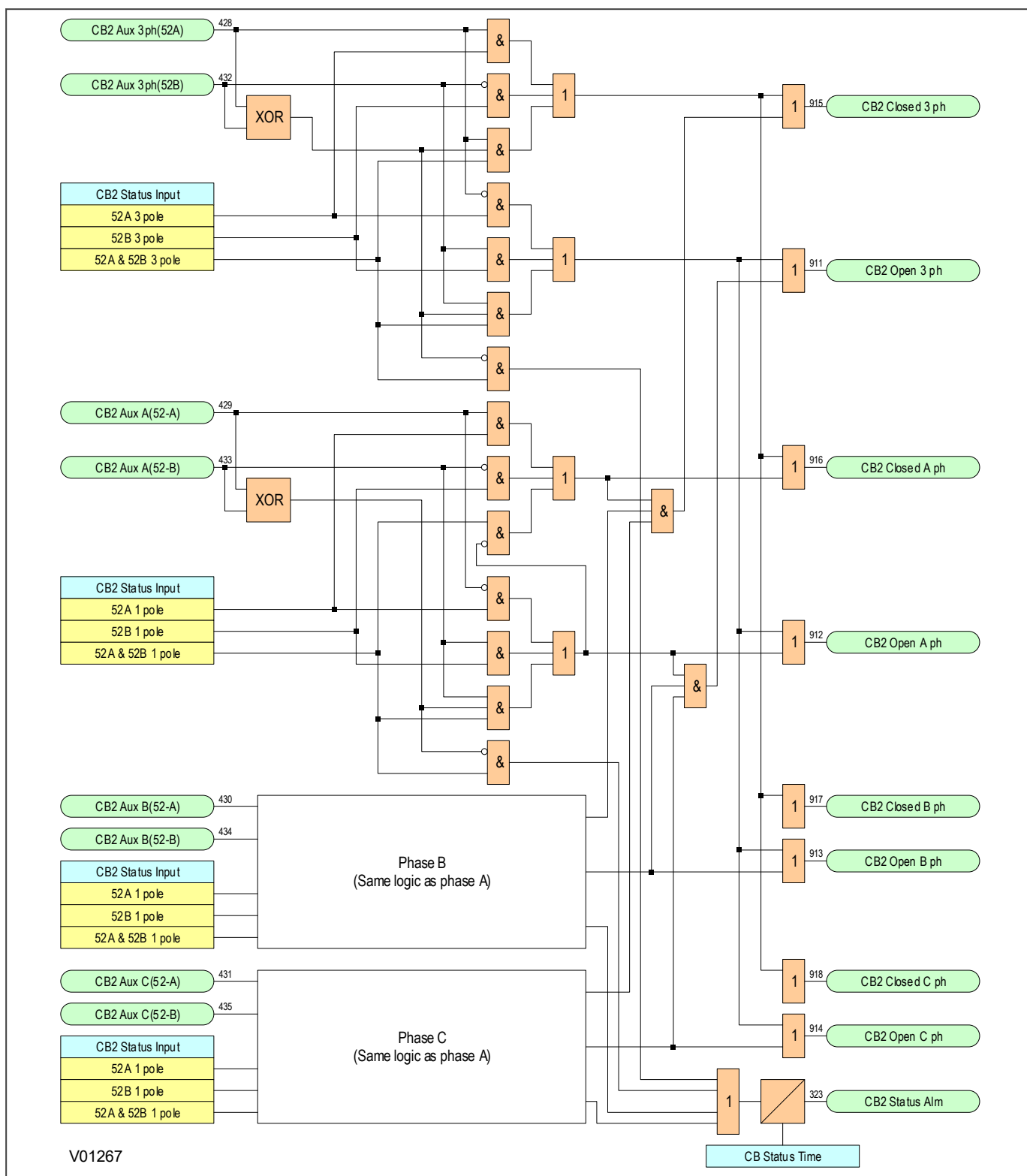


Figure 334: Schemat logiczny stanu wyłącznika (moduł 2)

18.7 KONTROLA WYŁĄCZNIKA OBWODU

Chociaż niektóre wyłączniki nie mają zestyków pomocniczych, większość je ma, aby odzwierciedlały stan wyłącznika. Oto one:

- Wyłącznik z zestykami 52A (pomocniczy zestyk wyłącznika odzwierciedla pozycję wyłącznika),
- Wyłączniki z zestykami 52B (pomocniczy zestyk wyłącznika jest w przeciwnej pozycji niż wyłącznik),
- Wyłączniki z zestykami 52A oraz 52B.

Sterowanie wyłącznikiem możliwe jest tylko wtedy, gdy dany wyłącznik posiada zestyki pomocnicze. Komórka **CB Status Input** w kolumnie **CB CONTROL** musi być ustawiona zgodnie z rodzajem wyłącznika. Jeżeli wyłącznik nie posiada zestyków pomocniczych, to komórka powinna być ustawiona na wartość *None*. W takim przypadku sterowanie wyłącznikiem nie będzie możliwe.

Komórka **CB control by** służy do włączania lub wyłączania opcji sterowania lokalnego, opcji zdalnego sterowania i kombinacji obu.

Zestyk wyjściowy może być ustawiony na działanie po upływie czasu zdefiniowanego w ustawieniu **Man Close Delay**. Zwłoka czasowa jest stosowana także dlatego, aby personel mógł odejść na bezpieczną odległość po wystawieniu komendy CB close.

Kontrolowany cykl zamykania może być anulowany w dowolnym czasie przed zadziałaniem zestyków wyjściowych odpowiednim sygnałem wyzwalania lub poprzez aktywowanie sygnału **DDB Reset Close Dly**.

Długość impulsu sterującego wyzwalającego i zamykającego może być ustawiona odpowiednio w ustawieniach **Trip Pulse Time** oraz **Close Pulse Time**. Te impulsy powinny być wystarczająco długie tak, aby wyłącznik zakończył operację zamykania lub otwierania, zanim impuls zaniknie.

Przy próbie zamknięcia wyłącznika oraz wygenerowaniu sygnału wyzwolenia, komenda wyzwolenia zabezpieczenia zastępuje komendę zamknięcia.

Ustawienie **Reset Lockout by** służy do załączania lub wyłączania automatycznego zerowania blokady wskutek ręcznego zamknięcia po upływie czasu ustawionego pod parametrem **Man Close RstDly**.

Jeżeli wyłącznik nie zareaguje na komendę sterującą (brak zmiany stanu wejść statusowych wyłącznika), wygenerowany zostanie alarm, po tym jak odpowiednie impulsy wyzwolenia lub zamknięcia zanikną. Alarmy te mogą być odczytane na wyświetlaczu LCD, zdalnie lub mogą zostać przypisane to zestyków wyjściowych za pomocą programowalnego schematu logicznego (PSL).

Note:

Parametry **CB Healthy Time** oraz **Sys Check time** ustawiane w tej sekcji menu, mają zastosowanie wyłącznie do ręcznego zamykania wyłącznika. Te ustawienia są powielane w menu **AUTOECLOSE** dla zastosowań SPZ.

Ustawienia **Lockout Reset** oraz **Reset Lockout by** mają zastosowanie do blokowania wyłącznika wskutek ręcznego zamknięcia wyłącznika, monitorowania warunków zadziałania wyłącznika (np. liczby zadziałań wyłącznika) oraz blokad automatyki SPZ.

Urządzenie jest wyposażone w następujące opcje dla sterowania pojedynczym wyłącznikiem:

- menu urządzenia IED (sterowanie lokalne),
- Przyciski CB Open/Close i SLD na graficznym interfejsie
- wejścia optyczne (sterowanie lokalne),
- komunikacja SCADA (sterowanie zdalne).

18.7.1 STEROWANIE WYŁĄCZNIKIEM Z POZIOMU MENU URZĄDZENIA IED

Komenda **CB Trip/Close** z kolumny *SYSTEM DATA* służy do ręcznego sterowania operacjami wyzwalania i zamykania. Może być ustawiona odpowiednio na *No Operation* (brak działania), *Trip* (Wyzwolenie), lub *Close* (zamknięcie).

Aby aktywować tę funkcję, należy komórkę **CB control by** ustawić na opcję 1 *Local*, opcję 3 *Local + Remote*, opcję 5 *Opto +Local*, opcję 7 *Opto+Local+Remote* lub opcję 8 *L&R Key* w kolumnie *CB CONTROL*.

18.7.2 PRZEGLĄDARKA SCHEMATÓW JEDNOKRESKOWYCH (SLD).

Menu SLD wyświetla zapisany SLD na ekranie interfejsu. Do menu SLD można przejść za pomocą dolnych klawiszy kontekstowych Menu lub za pomocą menu szybkiego uruchamiania na stronie głównej. Schemat jednokreskowy konfiguruje się i wczytuje do inteligentnego urządzenia elektronicznego przy użyciu narzędzia konfiguracyjnego S1 Agile. Elementy instalacji można wybierać na ekranie SLD za pomocą klawiatury nawigacyjnej.

18.7.2.1 STEROWANIE WYŁĄCZNIKIEM (TYLKO WIDOK SLD)

Można OTWORZYĆ i ZAMKNAĆ wyłącznik wybrany na SLD za pomocą dedykowanych przycisków OPEN, CLOSE i L/R na przednim panelu interfejsu.

Gdy wybrane jest ustawienie **CB Control by**, w opcji 1 *Local*, opcja 3 *Local+Remote*, opcja 5 *Opto +local*, opcja 7 *Opto+Rem+local* lub opcja 8 *L/R Key* w kolumnie *CB CONTROL*, użytkownicy mogą wykorzystać Klawisz Trip and Close na panelu przednim, aby obsługiwać wyłącznik.

Aby sterować elementem instalacji za pomocą przycisków Otwórz i Zamknij oraz L/R:

- ustawić **CB control by** na *L/R Key*
- należy wybrać lokalny tryb pracy, naciskając przycisk L/R

Naciśnięcie przycisku L/R na panelu przednim spowoduje przełączenie statusu magistrali danych cyfrowych na DDB **L/R Key Status**. Gdy status magistrali danych cyfrowych ma wartość TRUE, wskaźnik LED przycisku L/R świeci na czerwono i wybrany jest tryb lokalny. Gdy status magistrali danych cyfrowych ma wartość FALSE, wskaźnik LED przycisku L/R świeci na zielono i wybrany jest tryb ZDALNY. Status magistrali danych cyfrowych **The L/R Key Status** jest przechowywany w pamięci nieulotnej, dzięki czemu jego stan jest przywracany po wyłączeniu zasilania inteligentnego urządzenia elektronicznego.

- W menu schematu jednokreskowego należy przejść do pozycji instalacji, którą będziemy sterować za pomocą klawiatury nawigacyjnej
- Wybrana instalacja jest podświetlona pomarańczową ramką
- Klawiszem Enter wybrać element
- Aby uruchomić, nacisnąć klawisz Otwórz lub Zamknij

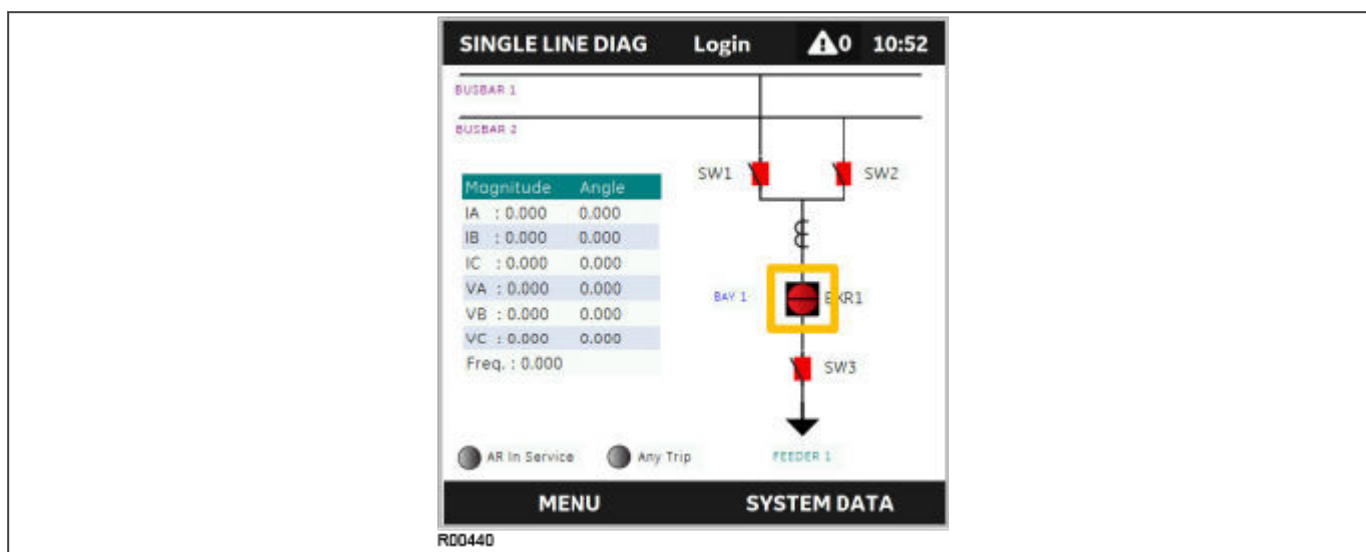


Figure 335: Ekran schematów jednokreskowych interfejsu

18.7.3 STEROWANIE WYŁĄCZNIKIEM ZA POMOCĄ WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Niektóre aplikacje mogą wymagać użycia przycisków lub innych zewnętrznych sygnałów, aby kontrolować różne operacje sterowania wyłącznikiem. Możliwe jest powiązanie przycisków i sygnałów z wejściami optycznymi oraz powiązanie ich z odpowiednimi sygnałami DDB.

Aby aktywować tę funkcję, należy komórkę **CB control by** ustawić na opcję 4 *Opto*, opcję 5 *Opto+Local*, opcję 6 *Opto+Remote*, lub opcję 7 *Opto+Local+Remote* w kolumnie **CB CONTROL**.

18.7.4 ZDALNE STEROWANIE WYŁĄCZNIKIEM

Zdalne sterowanie wyłącznikiem można uzyskać za pomocą niektórych protokołów danych szeregowych i Ethernet lub za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego MiCOM S1 Agile.

Aby aktywować tę funkcję, należy komórkę **CB control by** ustawić na opcję 2 *Remote*, opcję 3 *Local+Remote*, opcję 6 *Opto +remote*, opcję 7 *Opto+Rem+local* lub opcję 8 *L/R Key* w kolumnie **CB CONTROL**.

Zaleca się przypisanie oddzielnych zestyków przekaźników wyjściowych do zdalnego sterowania wyłącznikiem oraz wyzwalania zabezpieczenia. Pozwoli to na wybór wyjść sterowniczych za pomocą prostego przełącznika lokalne/zdalne, tak jak to przedstawiono poniżej. Jeżeli ta funkcja nie jest wymagana, ten sam zestyk/zestyki wyjścia przekaźnikowego może/mogą być wykorzystywany/wykorzystane zarówno dla wyzwalania zabezpieczenia jak i wyzwalania zdalnego.

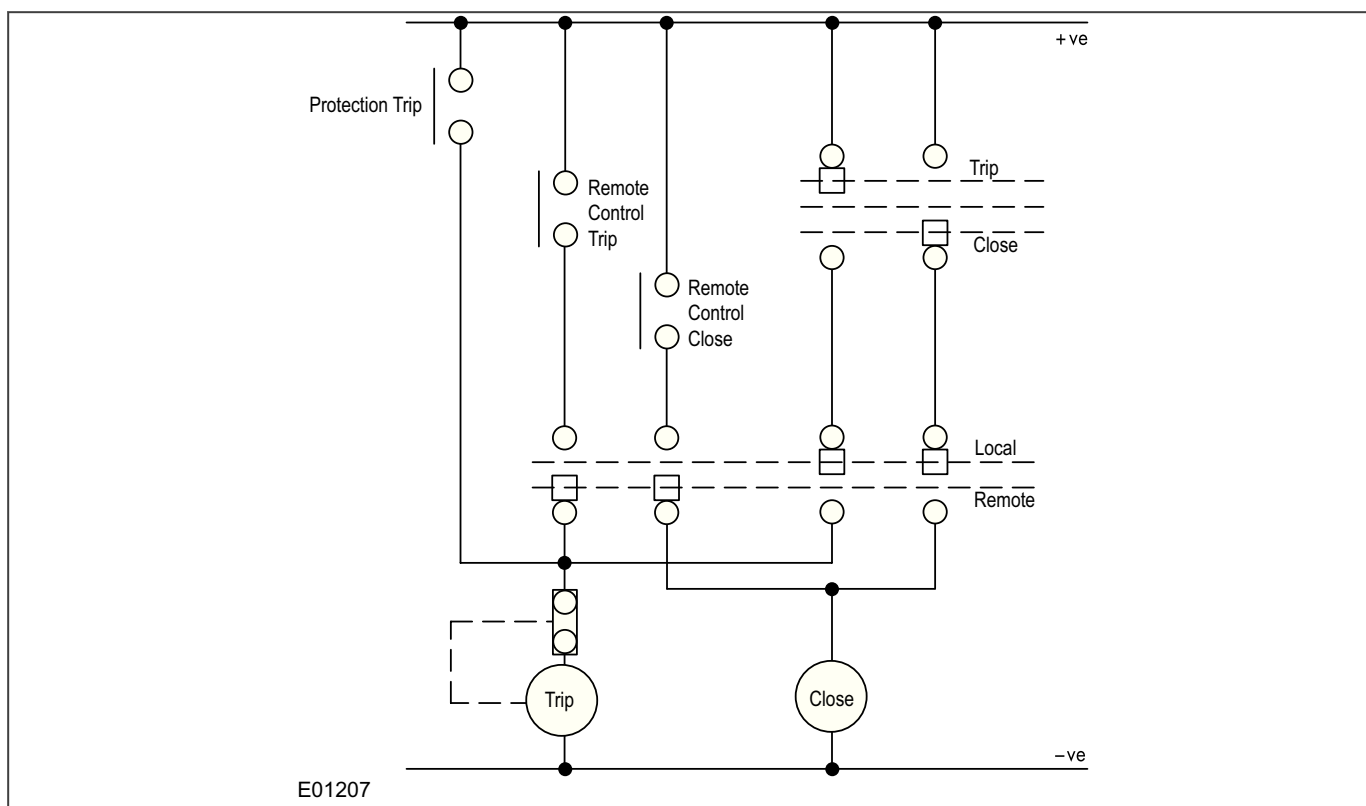


Figure 336: Zdalne sterowanie wyłącznikiem

Protokół DNP 3.0: Pozycję wyłącznika można sterować za pomocą wyjść binarnych/bloków wyjść przekaźnika sterującego.

Protokół IEC 61850: Pozycję wyłącznika można sterować w węźle logicznym „CSWI”, który jest połączony z węzłem logicznym wyłącznika „XCBR.”

18.7.5 KONTROLA SPRAWNOŚCI WYŁĄCZNIKA

Dostępna jest funkcja kontroli sprawności wyłącznika, jeżeli jest wymagana. Funkcja ta przypisuje sygnał wejściowy do jednego z wejść optycznych w celu wskazania, że wyłącznik jest w stanie wykonać operację zamknięcia (np. jest w pełni zaszeregowany). Parametr **CB healthy time** służy do ustawienia zwłoki czasowej. W przypadku, gdy po wykonaniu komendy zamknięcia, wyłącznik nie zasygnalizuje stanu sprawnego w ustalonym czasie, urządzenie zablokuje SPZ i zostanie wygenerowany alarm.

18.7.6 KONTROLA SYNCHRONIZMU

Jeżeli kontrola synchronizmu została ustawiona, można ją aktywować dla kontrolowania komend ręcznego zamykania wyłącznika. Komenda zamknięcia wyłącznika zostanie wydana tylko wtedy, gdy zostały spełnione kryteria kontroli synchronizmu. Parametr **Sys Check time** służy do ustawienia zwłoki czasowej. W przypadku, gdy kryteria kontroli synchronizmu nie zostały spełnione w ciągu ustalonego czasu po wykonaniu komendy zamknięcia, urządzenie zablokuje SPZ i zostanie wygenerowany alarm.

18.7.7 IMPLIKACJE STEROWANIA WYŁĄCZNIKIEM DLA FUNKCJI SPZ

Sygnał **Auto Close CB** z logiki „Auto close” pomija nastawę czasu **Man Close Delay**, natomiast wyjście **CB Close** działa bezzwłocznie w celu zamknięcia wyłącznika.

Jeżeli stosowane jest samoczynne powtórne załączanie, pożądane może być zablokowanie jego działania podczas ręcznego zamykania. Ogólnie rzecz biorąc większość zwarć po zamknięciu ręcznym ma charakter trwały i niepożądane jest dopuszczenie do samoczynnego ponawiania zamykania.

Aby mieć pewność, że automatyczne zamykanie nie zostanie zainicjowane w przypadku ręcznego zamknięcia wyłącznika z powodu wcześniej istniejącego zwarcia, ustawienie **CB IS Time** (czas obsługi wyłącznika) w menu **AUTORECLOSE** powinno być ustawione na żądany przedział czasowy. Parametr ten zapewnia, że pobudzenie SPZ jest zablokowane na czas określony w ustawieniu **CB IS Time**, odmierzany od chwili ręcznego zamknięcia wyłącznika. Jeżeli zabezpieczenie zadziała podczas blokady, funkcja SPZ nie zostanie zainicjowana.

Jeśli po ręcznym zamknięciu wyłącznika wystąpi zwarcie jednofazowe lub trójfazowe, wyłącznik wyłączy trzy fazy, ale funkcja samoczynnego powtórnego załączania nie zostanie zablokowana w tym stanie.

18.7.8 SCHEMAT LOGICZNY STEROWANIA WYŁĄCZNIKIEM

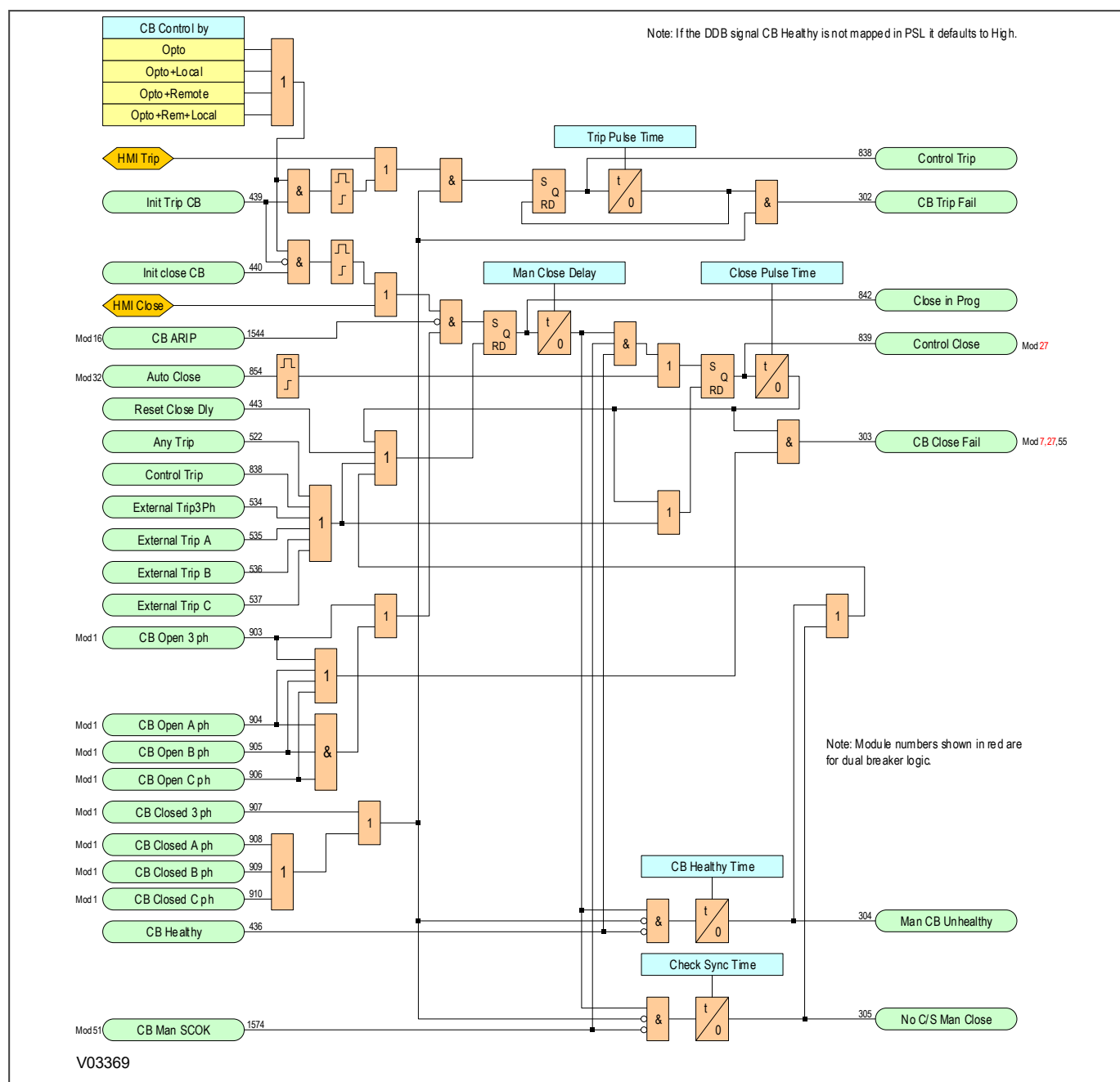


Figure 337: Schemat logiczny sterowania wyłącznikiem (moduł 43)

18.7.9 SCHEMAT LOGICZNY STEROWANIA WYŁĄCZNIKIEM

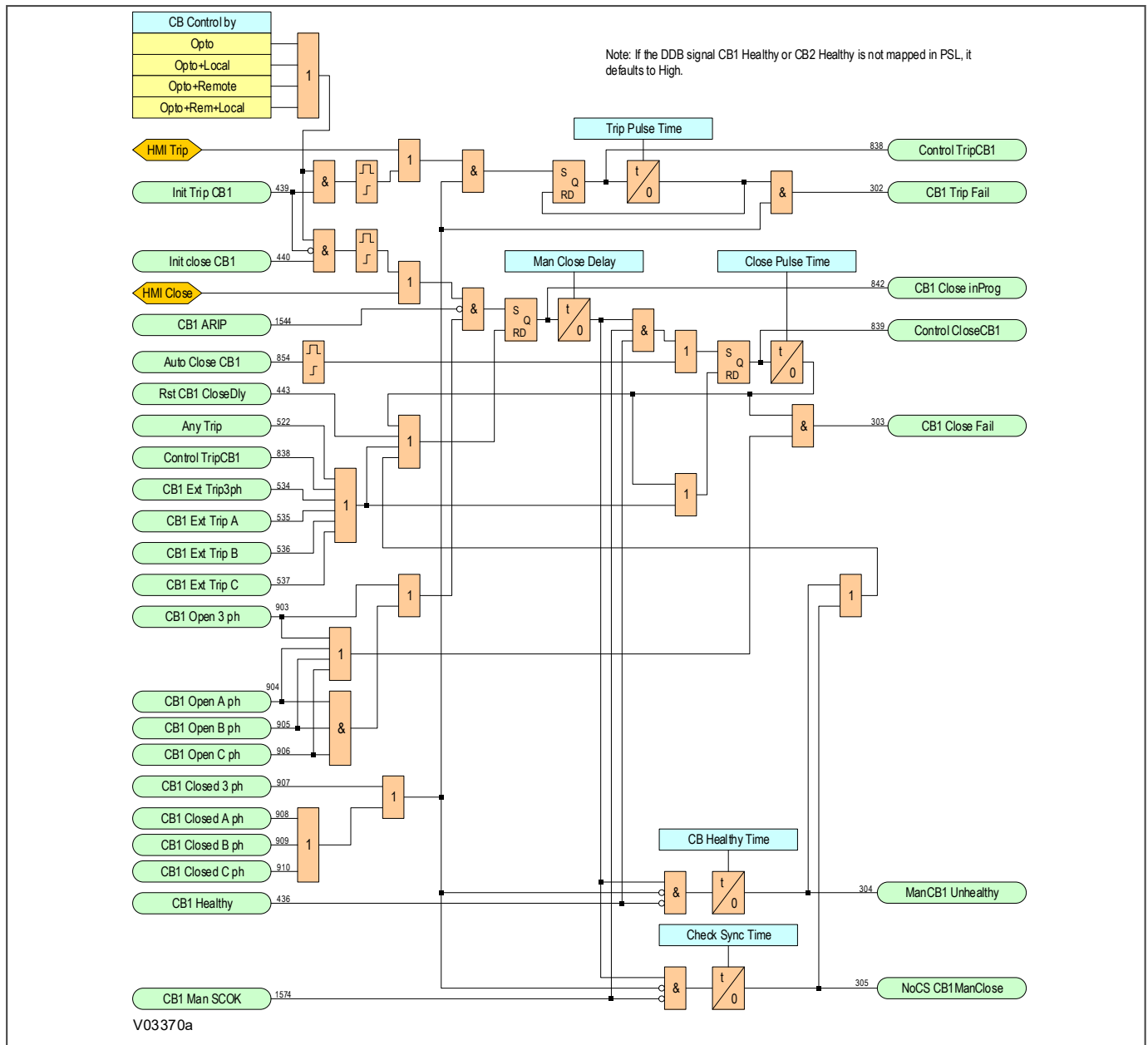


Figure 338: Logika sterująca CB1 (moduł 43)

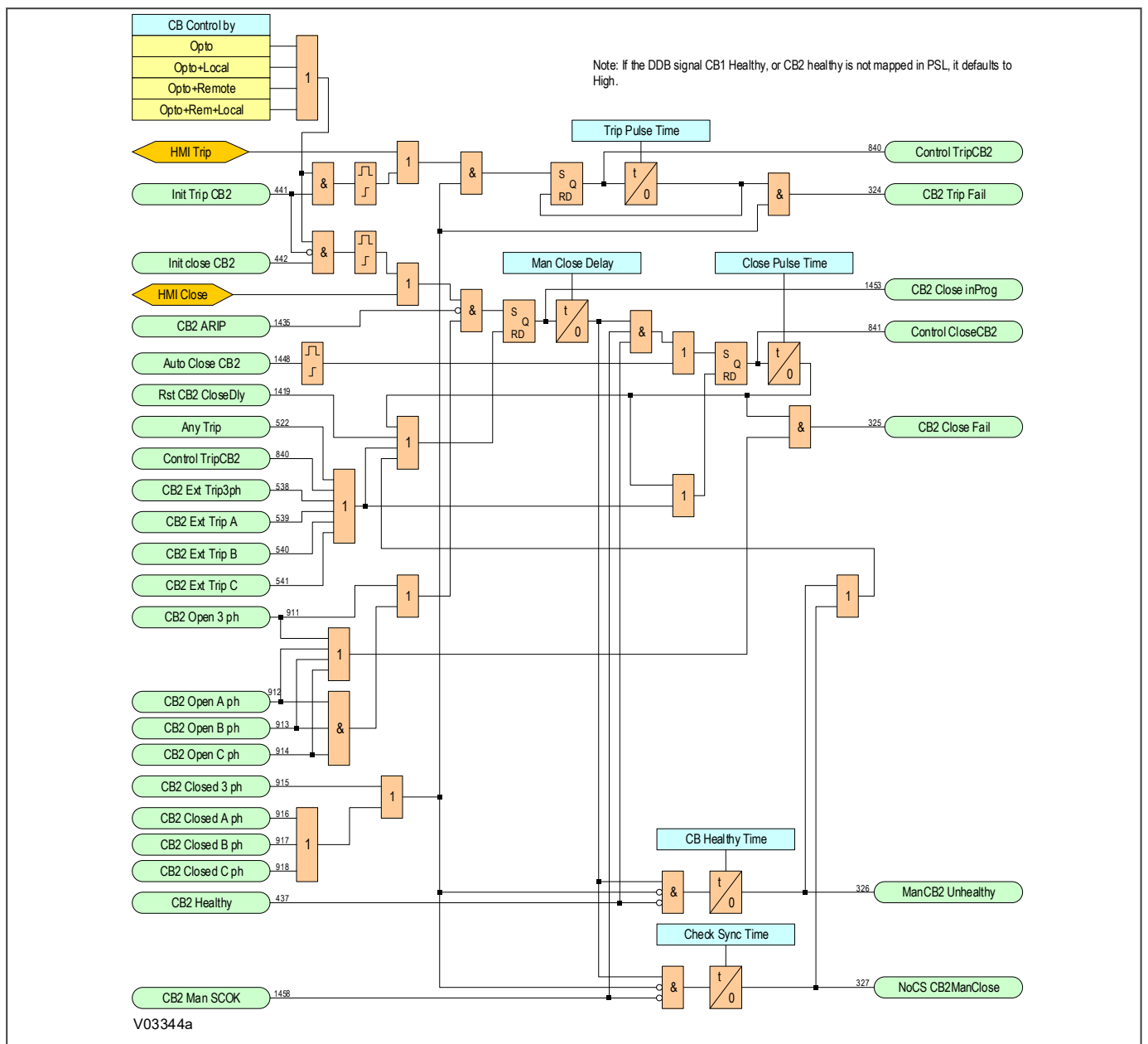


Figure 339: Logika sterująca CB2 (moduł 44)

18.8 FUNKCJA BIEGUNA MARTWEGO

Logika bieguna martwego służy do określenia i wskazania zaniku napięcia na jednej lub więcej fazach linii zasilającej. Stan martwego bieguna określa się poprzez pomiar:

- prądów i/lub napięć liniowych, lub
- poprzez monitorowanie stanu styków pomocniczych wyłącznika, na co wskazują dedykowane sygnały DDB.

Może być także wykorzystywana do blokowania zadziałania elementów zabezpieczenia podczęstotliwościowego oraz podnapięciowego, jeżeli znajduje zastosowanie.

18.8.1 LOGIKA BIEGUNA MARTWEGO

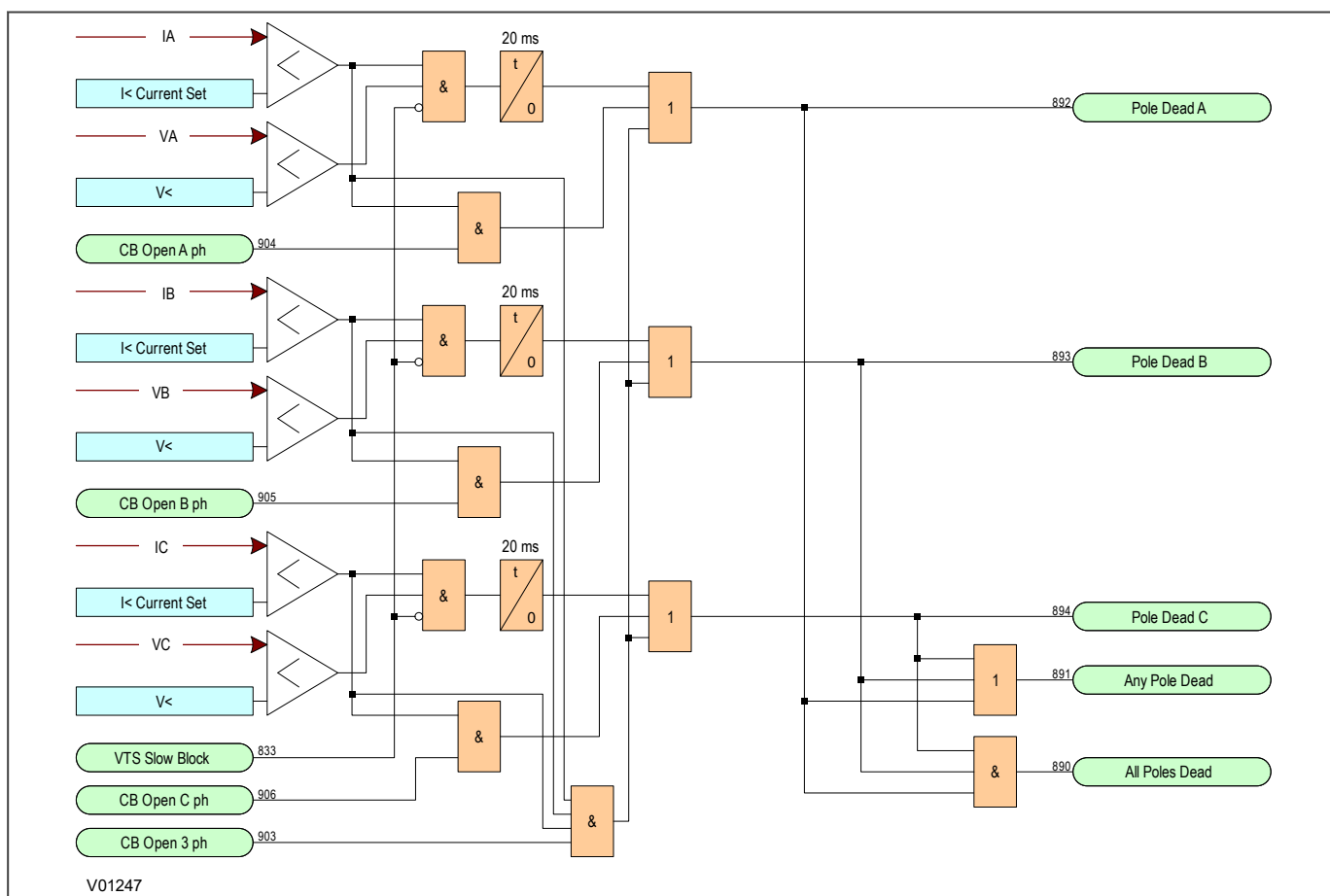


Figure 340: Logika bieguna martwego

Jeżeli zarówno wartości prądu, jak i napięcia linii spadną poniżej pewnego progu lub z logiki kontroli stanu zostanie stwierdzony stan rozwarcia wyłącznika, urządzenie inicjuje stan martwego bieguna. Progi prądu i napięcia można ustawić odpowiednio za pomocą ustawień **$I<$ Current Set** i **$V<$ settings** w kolumnie w wyłączniku **$CBFAIL\&P.DEAD$** .

Jeżeli martwych jest więcej biegunów niż jeden, urządzenie wskaże, która faza jest martwa i aktywuje sygnał DDB **Any Pole Dead**. Jeżeli wszystkie fazy są bez napięcia, wraz z sygnałem **Any Pole Dead** wystawiony zostanie sygnał DDB **All Poles Dead**.

W przypadku uszkodzenia przekładnika napięciowego, logika VTS wystawi sygnał **VTS Slow Block**, blokujący informację o martwym biegunie, która byłaby generowana przez wartości progowe niedomiarów napięciowego i prądowego.

Note:

Jeżeli przekładnik napięciowy podłączony jest po stronie szyny zbiorczej, w celu zapewnienia odpowiedniej informacji o martwym biegunie, zestawy pomocnicze (52a lub 52b) muszą być podłączone do IED.

18.8.2 LOGIKA BIEGUNA MARTWEGO

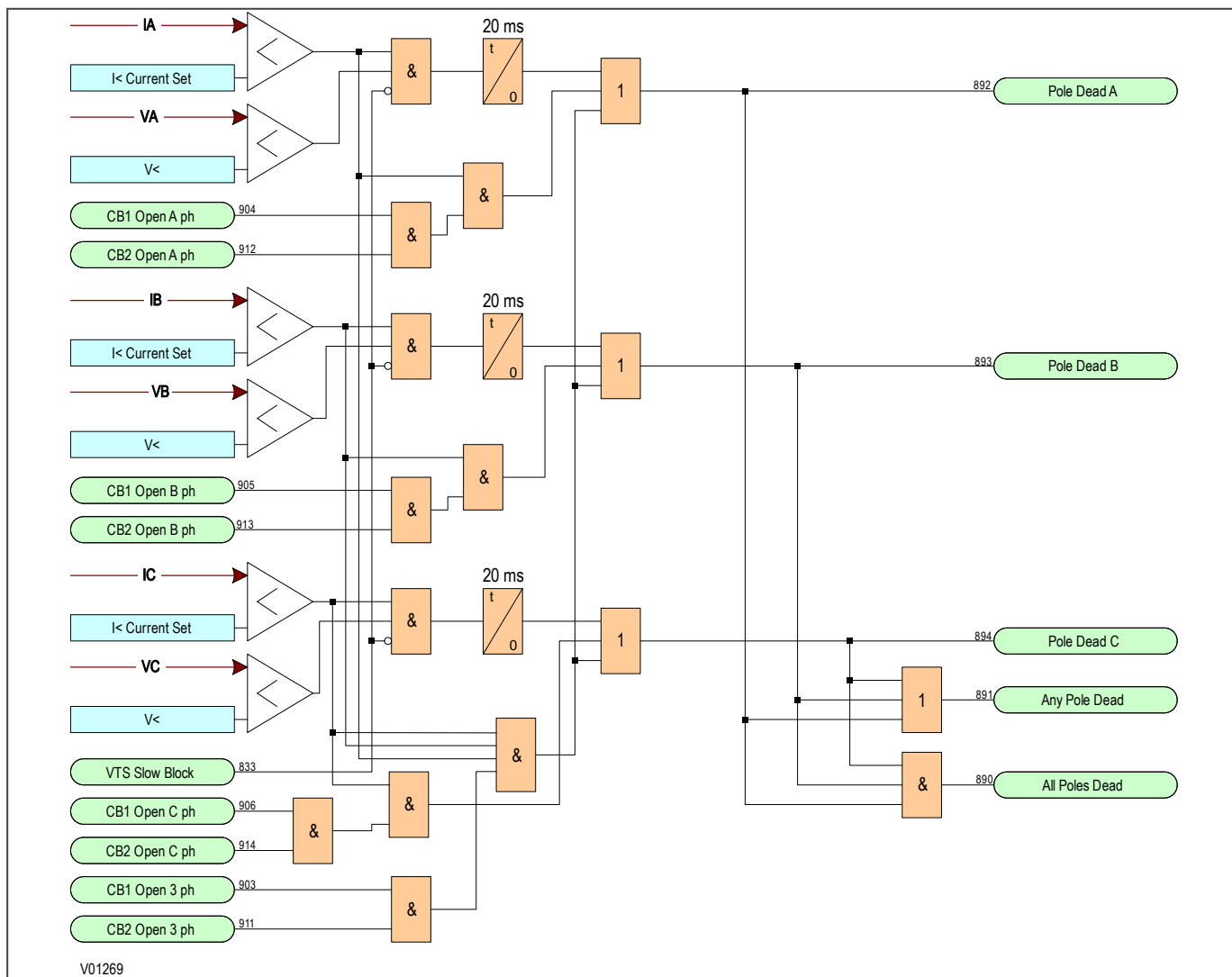


Figure 341: Logika bieguna martwego

Jeżeli zarówno wartości prądu, jak i napięcia linii spadną poniżej pewnego progu lub z logiki kontroli stanu zostanie stwierdzony stan rozwarcia wyłącznika, urządzenie inicjuje stan martwego bieguna. Progi prądu i napięcia można ustawić odpowiednio za pomocą ustawień **I< Current Set** i **V< settings** w kolumnie w wyłączniku **CBFAIL&P.DEAD**.

Jeżeli martwych jest więcej biegunów niż jeden, urządzenie wskaże, która faza jest martwa i aktywuje sygnał DDB **Any Pole Dead**. Jeżeli wszystkie fazy są bez napięcia, wraz z sygnałem **Any Pole Dead** wystawiony zostanie sygnał DDB **All Poles Dead**.

W przypadku uszkodzenia przekładnika napięciowego, logika VTS wystawi sygnał **VTS Slow Block**, blokujący informację o martwym biegunie, która byłaby generowana przez wartości progowe niedomiarów napięciowego i prądowego.

Note:

Jeżeli przekładnik napięciowy podłączony jest po stronie szyny zbiorczej, w celu zapewnienia odpowiedniej informacji o martwym biegunie, zestyki pomocnicze (52a lub 52b) muszą być podłączone do IED.

18.9 KONTR.YSTEMU

Zdarzają się sytuacje kiedy zarówno po stronie „szyny” jak i „linii” wyłącznika obecne jest napięcie przy wyłączniku otwartym - na przykład na końcach przewodu zasilającego z źródłami zasilania po obu stronach. Z tego też powodu, zanim wyłącznik zostanie zamknięty, należy sprawdzić czy stan sieci na obu końcach jest odpowiedni. (Dotyczy to zarówno wyłącznika zamykanego ręcznie jak i automatycznie). W przypadku zamknięcia wyłącznika przy obecnym napięciu zarówno po stronie linii jak i szyny, przy dużym kącie fazowym, częstotliwości lub różnicy potencjałów pomiędzy obiema stronami wyłącznika, istnieje ryzyko udaru skutkującego utratą stabilności oraz możliwością zwarcia podłączonych urządzeń.

Kontrole systemowe obejmują monitorowanie napięć po obu stronach wyłącznika; jeżeli obie strony wyłącznika są pod napięciem przeprowadzana jest kontrola synchronizmu w celu określenia, czy różnice potencjału, wartości kąta fazowego oraz częstotliwości mieszczą się w dozwolonych granicach.

Parametry przed zamknięciem konkretnego wyłącznika zależą od konfiguracji sieci, natomiast parametry samoczynnego ponawiania zamykania zależą od wybranego programu SPZ. Na przykład, wyłączniki na obu końcach linii zasilającej z opóźnionym samoczynnym ponawianiem zamykania są zwykle tak ustawione, aby zamykać się w innym czasie. Pierwszy koniec linii, który ma być zamknięty w chwili bezpośrednio przed ponowieniem załączania ma zwykle stronę linii bez napięcia i stronę szyny pod napięciem. Wyłącznik na drugim końcu linii „widzi” szynę pod napięciem i linię pod napięciem.

Jeśli pomiędzy końcami linii zasilającej, na której wystąpiło wyzwolenie wyłącznika, jest połączenie równoległe, częstotliwości będą identyczne, jednakże jakkolwiek wzrost impedancji może spowodować wzrost kąta fazowego pomiędzy dwoma napięciami. Dlatego też bezpośrednio przed zamknięciem drugiego wyłącznika niezbędna może okazać się kontrola synchronizmu, pozwalająca sprawdzić, czy nie doszło do wzrostu kąta fazowego pomiędzy dwoma napięciami do takiego poziomu, przy którym może dojść do niedozwolonego udaru w sieci w momencie zamknięcia wyłącznika.

Jeśli pomiędzy końcami linii zasilającej, w której nastąpiło wyzwolenie wyłącznika jest połączenie równoległe, dwie sekcje sieci mogą zupełnie utracić wzajemny synchronizm, a częstotliwość na jednym z końców może „poślizgnąć” się względem drugiego końca. W takiej sytuacji niezbędna jest kontrola synchronizmu drugiego końca linii obejmująca zarówno kąt fazowy jak i kontrole częstotliwości poślizgowej.

Jeśli szyna zbiorcza na drugim końcu linii nie ma podłączonych innych źródeł mocy poza linią zasilania, w której nastąpiło wyzwolenie wyłącznika, wyłącznik będzie „widział” linię pod napięciem i szynę bez napięcia, przy założeniu, że pierwszy wyłącznik ponownie się zamknał. Po zamknięciu wyłącznika drugiego końca linii dojdzie do naładowania szyny z linii znajdującej się pod napięciem (ładowanie szyny z odciętym zasilaniem).

18.9.1 IMPLEMENTACJA KONTROLI SYSTEMOWYCH

Funkcja kontroli systemowych oferuje funkcję *Live/Dead Voltage Monitoring* (Monitorowanie napięcia/braku napięcia), dwa stopnie kontroli synchronizmu *Check Synchronisation* oraz informację o rozdziale instalacji (System Split).

Funkcja kontroli systemowych jest załączana lub wyłączana przez ustawienie **System Checks** w kolumnie **CONFIGURATION**. Jeżeli komórka **SYSTEM Checks** jest wyłączona, menu **SYSTEM CHECKS STAJE SIĘ NIEWIDOCZNE I WYSTAWIANY JEST SYGNAŁ DDB SysChks Inactive**.

Funkcja kontroli systemowych jest załączana lub wyłączana przez ustawienie **SYSTEM Checks** w kolumnie **SYSTEM CHECKS**. Aby funkcja Kontroli systemowych była włączona, musi być włączone zarówno ustawienie **SYSTEM Checks** w kolumnie **CONFIGURATION** ORAZ ustawienie **System Checks** w kolumnie **SYSTEM CHECKS**. Aby funkcja Kontroli systemowych była wyłączona, musi być włączone ustawienie **SYSTEM Checks** w kolumnie **CONFIGURATION** LUB ustawienie **System Checks** w kolumnie **SYSTEM CHECKS**. W tym drugim przypadku ustawiony jest sygnał **SysChks Inactive DDB**.

Funkcjonalność kontroli systemowych można także włączać i wyłączać indywidualnie dla każdego wyłącznika za pomocą ustawień **SYSTEM Checks CB1** i **System Checks CB2** w kolumnie **SYSTEM CHECKS**. Aby funkcja kontroli systemowych była włączona, musi być włączone zarówno ustawienie **SYSTEM Checks** w kolumnie **CONFIGURATION** ORAZ odpowiednie ustawienie (**System Checks CB1** lub **System Checks CB2**) w kolumnie

SYSTEM CHECKS. Aby funkcja kontroli systemowych była wyłączona, musi być włączone ustawienie **SYSTEM Checks** w kolumnie **CONFIGURATION LUB** odpowiednie ustawienie (**System Checks CB1** lub **System Checks CB2**) w kolumnie **SYSTEM CHECKS**. W tym drugim przypadku ustawiony jest sygnał **SysChks Inactive** DDB.

18.9.1.1 UKŁADY POŁĄCZEŃ PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO

Urządzenie ma wejścia dla trójfazowego „głównego przekładnik napięciowego” i co najmniej jednego jednofazowego przekładnika napięciowego służącego do kontroli synchronizmu. W zależności od układu sieci strony pierwotnej główny PN może znajdować się albo po stronie linii albo po stronie szyny zbiorczej wyłącznika, przy czym PN kontroli synchronizacji znajduje się po drugiej stronie. Normalnie główny PN umieszczony jest po stronie linii (zgodnie z ustawieniem domyślnym), ale nie zawsze tak się dzieje. Z tego powodu przewidziano ustawienie, w którym można to określić. Jest to ustawienie **Main VT Location** znajdujące się w kolumnie **CT AND VT RATIOS**.

PN kontr. synchronizmu może być podłączony od jednego z napięć międzyfazowych lub fazowych. Należy to określić w ustawieniu **CS Input** znajdującym się w kolumnie **CT AND VT RATIOS**. Dostępne opcje A-B, B- C, C-A, A-N, B-N lub C-N.

18.9.1.2 MONITOROWANIE NAPIĘCIA

Ustawienia w podnagłówku **VOLTAGE MONITORS** w kolumnie **SYSTEM CHECKS** pozwalają zdefiniować wartość progową napięcia, przy której uznaje się jego obecność oraz wartość progową napięcia, przy której uznaje się jego zanik. Wartości te odnoszą się zarówno do napięcia po stronie linii jak i szyny. Gdy zmierzone napięcie jest niższe niż w ustawieniu **Dead Voltage** (brak napięcia), generowany jest sygnał DDB - **Dead Bus** (szyna bez napięcia) lub **Dead Line** (linia bez napięcia), w zależności od tego, na którym końcu napięcie było mierzone. Gdy zmierzone napięcie przekracza wartość ustawienia **Live Voltage** (obecność napięcia), generowany jest sygnał DDB - **Live Bus** (szyna pod napięciem) lub **Live Line** (linia pod napięciem), w zależności od tego, na którym końcu napięcie było mierzone.

18.9.1.3 SPRAWDZANIE SYNCHRONIZACJI

Urządzenie oferuje dwa stopnie kontroli synchronizmu. Pierwszy stopień (CS1) przeznaczony jest do zastosowania w systemach synchronicznych. Czyli takich, gdzie porównywane są częstotliwości i kąty fazowe po obu stronach i jeżeli różnica mieści się w wyznaczonych granicach, udzielane jest zezwolenie na zamknięcie wyłącznika. Drugi stopień (CS2) jest podobny do pierwszego, lecz obejmuje dodatkowe ustawienie samoadaptacji. Drugi stopień CS2 jest przeznaczony do stosowania w systemach asynchronicznych, czyli takich, gdzie dwie strony są asynchroniczne względem siebie i występuje ciągły poślizg jednej częstotliwości względem drugiej. Jeśli znany jest czas zamknięcia wyłącznika, komenda zamknięcia wyłącznika może być wydana w określonym momencie cyklu, tak żeby wyłącznik zamknął się wtedy, gdy występuje zgodność fazowa obu stron.

W sytuacjach, w których możliwe jest występowanie napięć albo synchronicznych albo asynchronicznych po którejkolwiek ze stron wyłącznika, oba stopnie CS1 oraz CS2 mogą być uaktywnione, w celu zapewnienia sygnału zamykania wyłącznika, jeśli spełniony został którykolwiek zestaw warunków dozwolonego zamykania.

Każdy stopień może być również nastawiony na wstrzymywanie zamykania wyłącznika, jeśli wykryte zostały wybrane warunki blokowania takie jak przepięcie, niedomiar napięciowy lub znaczne różnice w amplitudzie napięć. Stopień CS2 wymaga zmniejszenia wielkości różnicy kąta fazowego, aby zezwolić na zamknięcie wyłącznika. Stopień CS2 posiada opcjonalną funkcję zamykania „adaptacyjnego” w celu wystawienia sygnału zamykania z przyzwoleniem, gdy przewidziana różnica wartości kąta fazowego bezpośrednio przed zamknięciem głównych zestyków wyłącznika (tj. po czasie zamknięcia wyłącznika) osiąga wartość możliwie najbliższą zera.

Częstotliwość poślizgowa to prędkość zmiany fazy pomiędzy poszczególnymi stronami wyłącznika, która jest mierzona poprzez różnicę pomiędzy sygnałami napięciowymi po obu stronach wyłącznika.

W przypadku dostępnych dwóch stopni systemowej kontroli synchronizmu możliwe jest uaktywnienie zamykania wyłącznika w różnych warunkach działania systemu (przykładowo, niewielki poślizg / umiarkowany kąt fazowy lub umiarkowany poślizg / niewielki kąt fazowy).

Ustawienia dla kontroli synchronizmu są dostępne w podnagłówku *CHECK SYNC* w kolumnie *SYSTEM CHECKS*. Jedyna różnica między ustawieniami CS1 i ustawieniami CS2 polega na tym, że CS2 ma ustawienie adaptacyjne CS2 **CS2 Adaptive** dla predykcyjnego zamykania wyłącznika.

Ustawienia dla kontroli synchronizmu są dostępne w podnagłówku *CHECK SYNC* w kolumnie *SYSTEM CHECKS*. Jedyna różnica pomiędzy ustawieniami CS1 i CS2 polega na tym, że CS2 ma ustawienia predykcyjnego zamknięcia każdego wyłącznika (**CB1 CS2 Adaptive** oraz **CB2 CS2 Adaptive**).

18.9.1.4 SCHEMAT WEKTOROWY KONTROLI SYNCHRONIZACJI

Na poniższym schemacie wektorowym przedstawiony warunki dla działania funkcji kontroli systemowych. Ustawienie Dead Volts przedstawiono w postaci koła wokół punktu wyjściowego, którego to koła promień jest równy maksymalnej amplitudzie napięcia, przy której uznaje się, że brak jest napięcia. Nominalną amplitudę napięcia linii przedstawiono w postaci koła wokół punktu wyjściowego, którego to koła promień jest równy nominalnej amplitudzie napięcia linii. Minimalna amplituda napięcia, przy której można uznać, że system znajduje się pod napięciem, to różnica amplitudy napięcia szyny i napięcia linii.

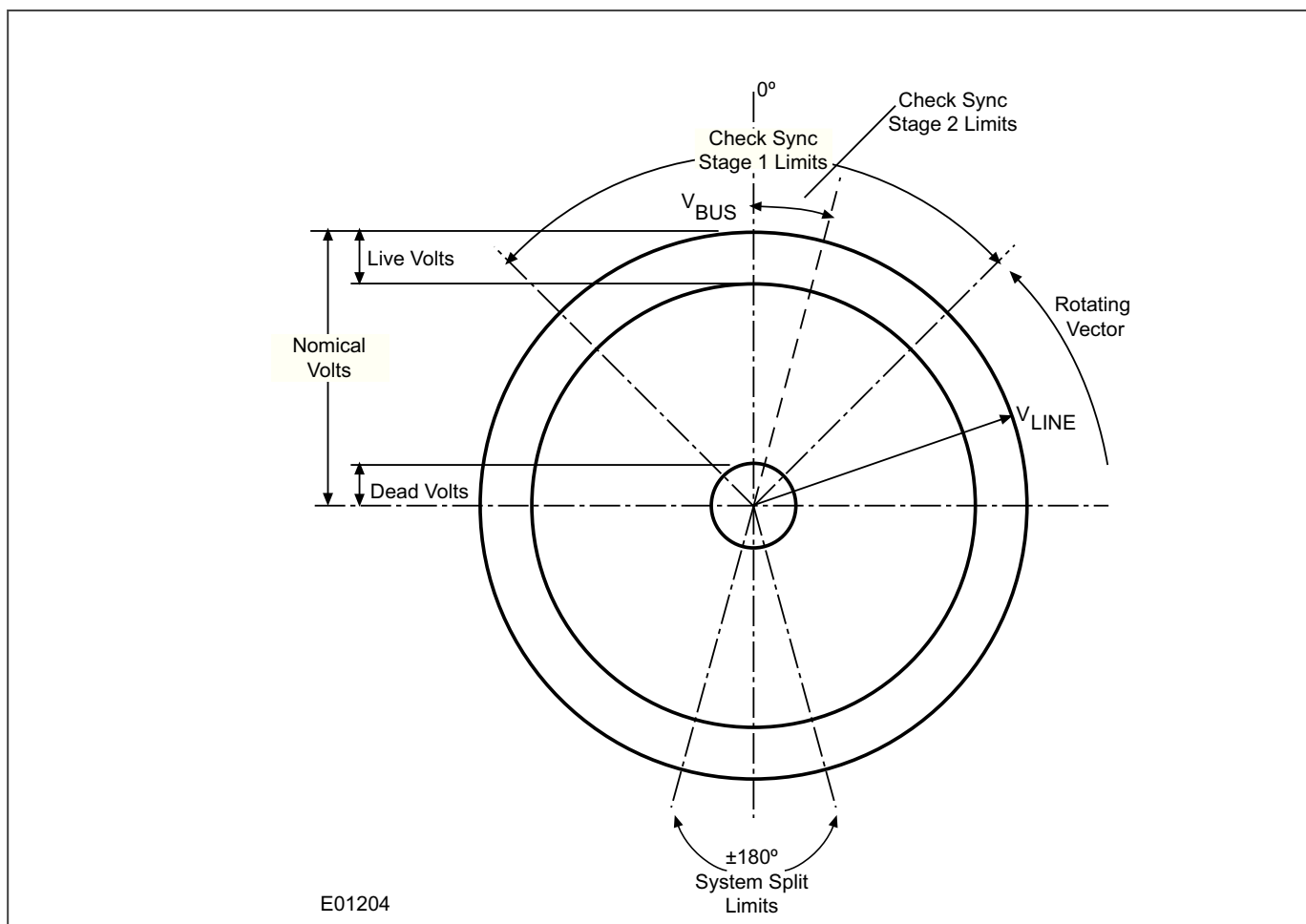


Figure 342: Schemat wektorowy kontroli synchronizacji

18.9.1.5 PODZIAŁ SYS

Jeśli częstotliwość po stronie szyny i linii jest identyczna (występuje synchronizm), lecz kąt fazowy pomiędzy nimi jest duży ($180^\circ \pm$ ponad ustalone granice), występuje zjawisko „rozdziału” instalacji. Sytuacja ta zostanie wykryta przez urządzenie, które wygeneruje odpowiedni sygnał alarmujący.

Ustawienia funkcji detekcji rozdziału systemu są dostępne w podnagłówku *SYSTEM SPLIT* w kolumnie *SYSTEM CHECKS*.

18.9.2 MONITOR NAPIĘCIA ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

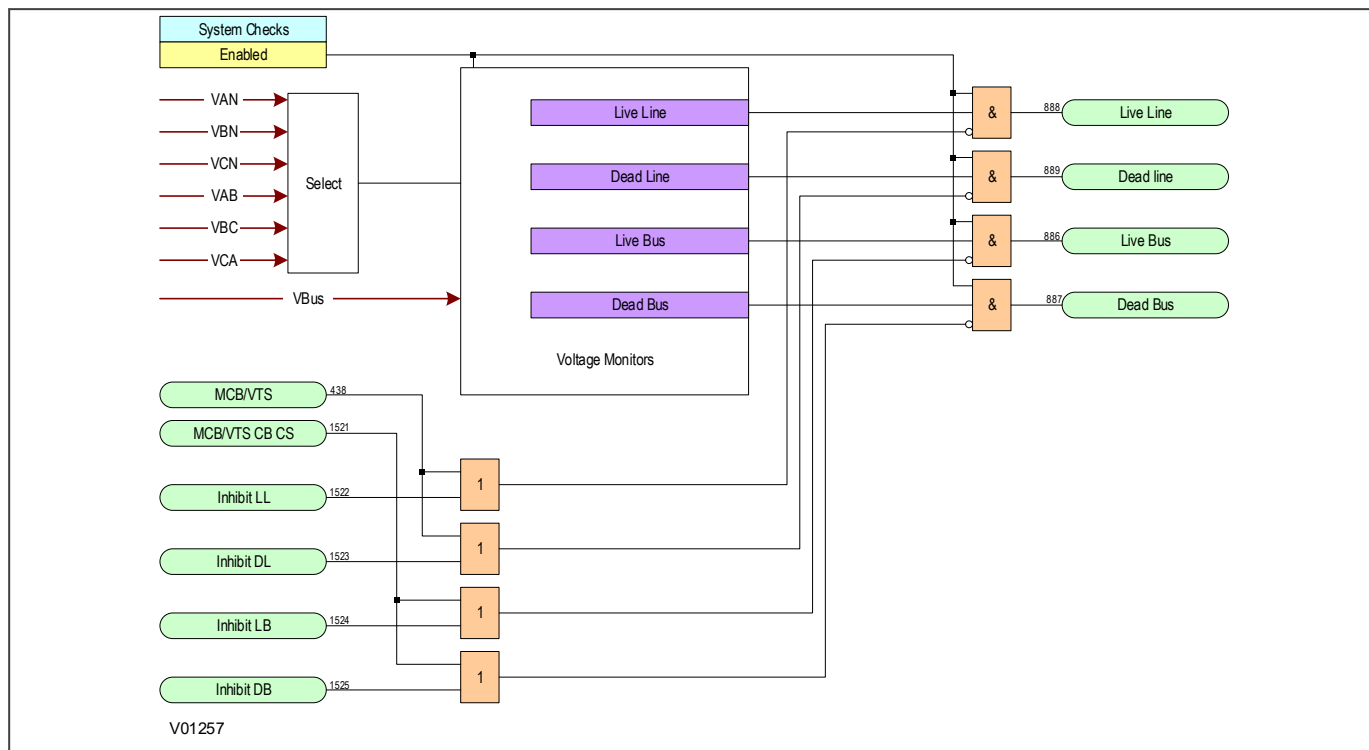


Figure 343: Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika (moduł 59)

18.9.3 MONITOR NAPIĘCIA ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

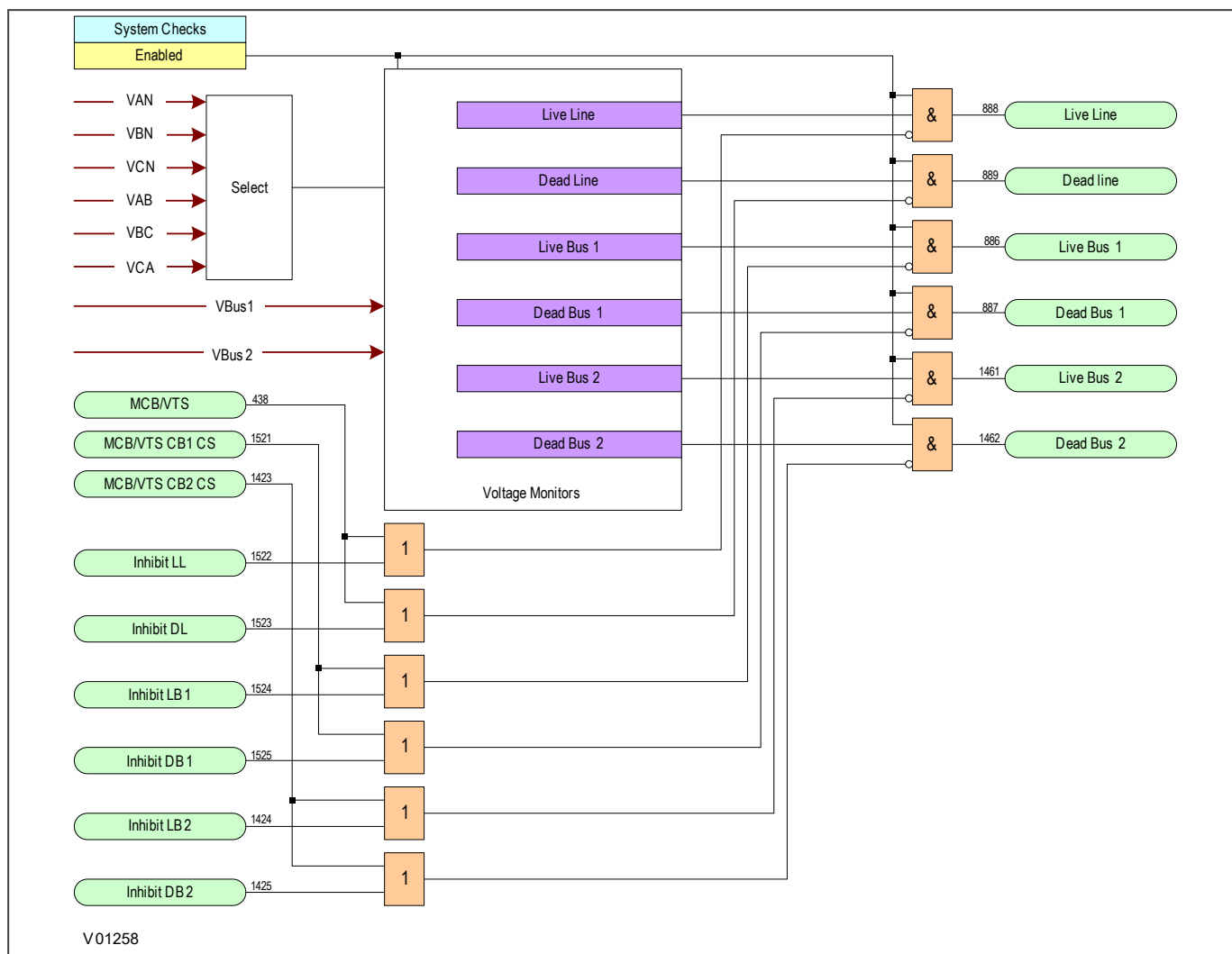


Figure 344: Monitor napięcia zamknięcia wyłącznika (moduł 59)

18.9.4 MONITOR KONTROLI SYNCHRONIZMU ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

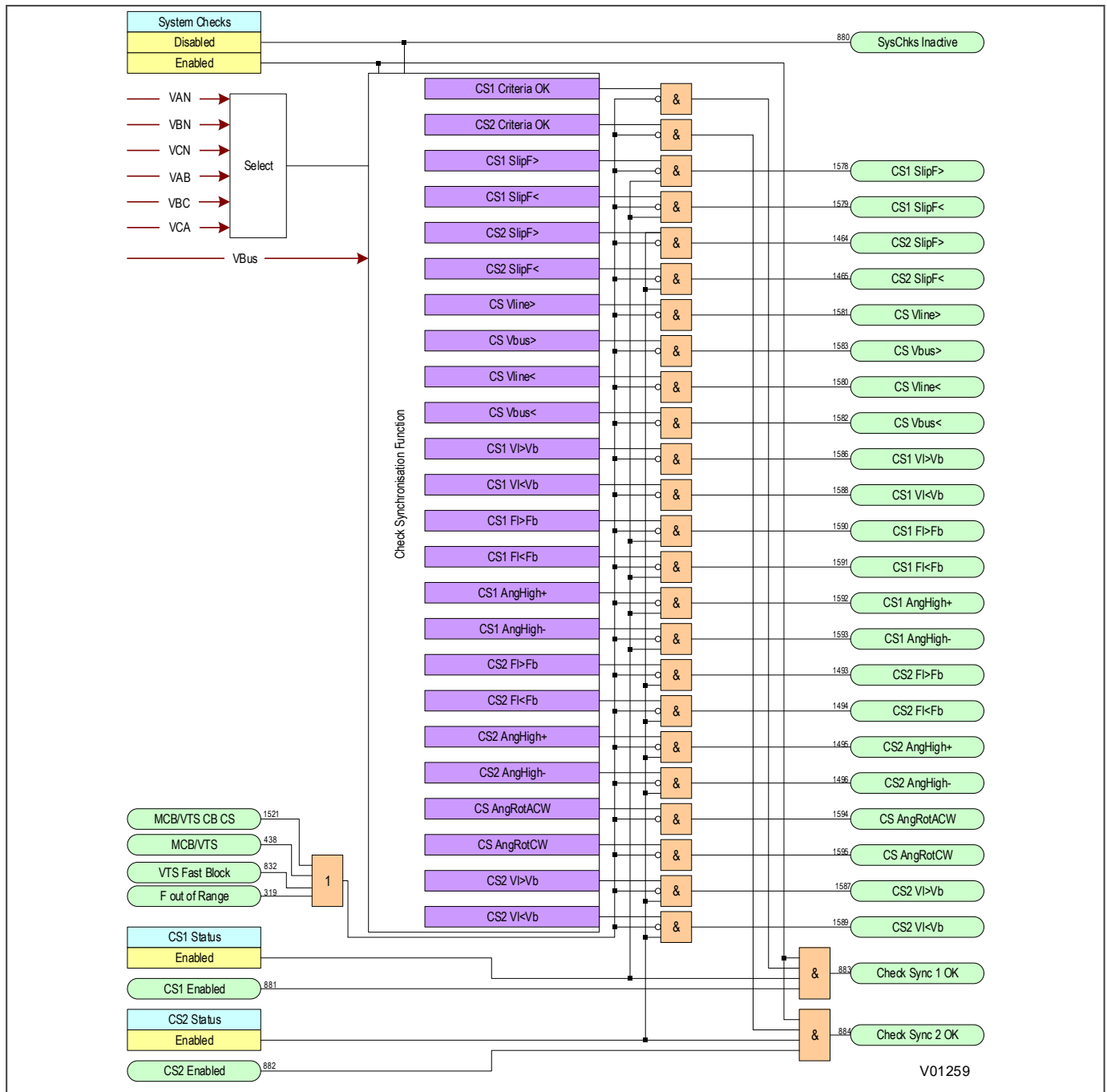


Figure 345: Monitor kontroli synchronizmu zamknięcia wyłącznika (moduł 60)

18.9.5 MONITOR KONTROLI SYNCHRONIZMU ZAMKNIĘCIA WYŁĄCZNIKA

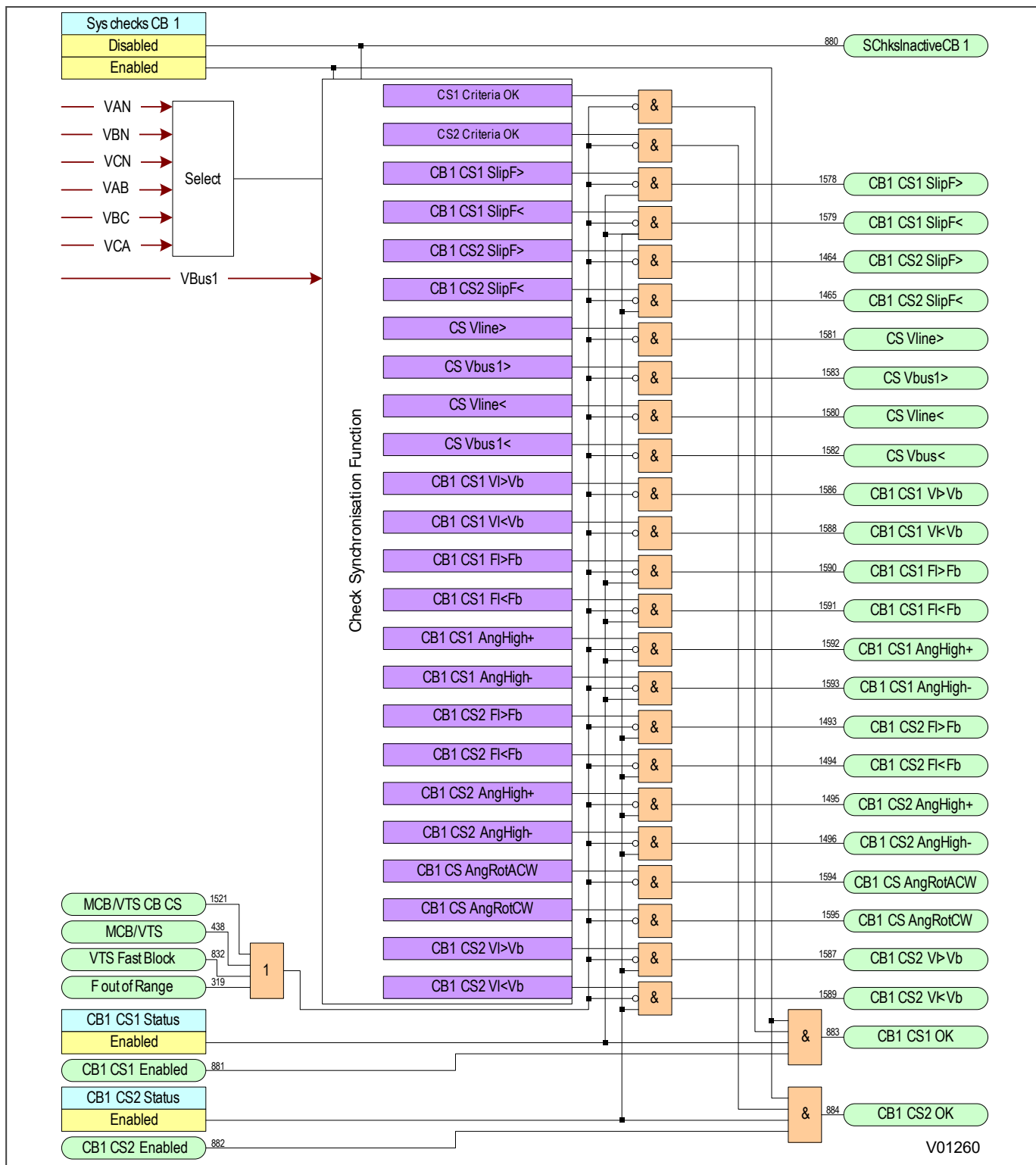


Figure 346: Monitor kontroli synchronizmu wyłącznika CB1 (modul 60)

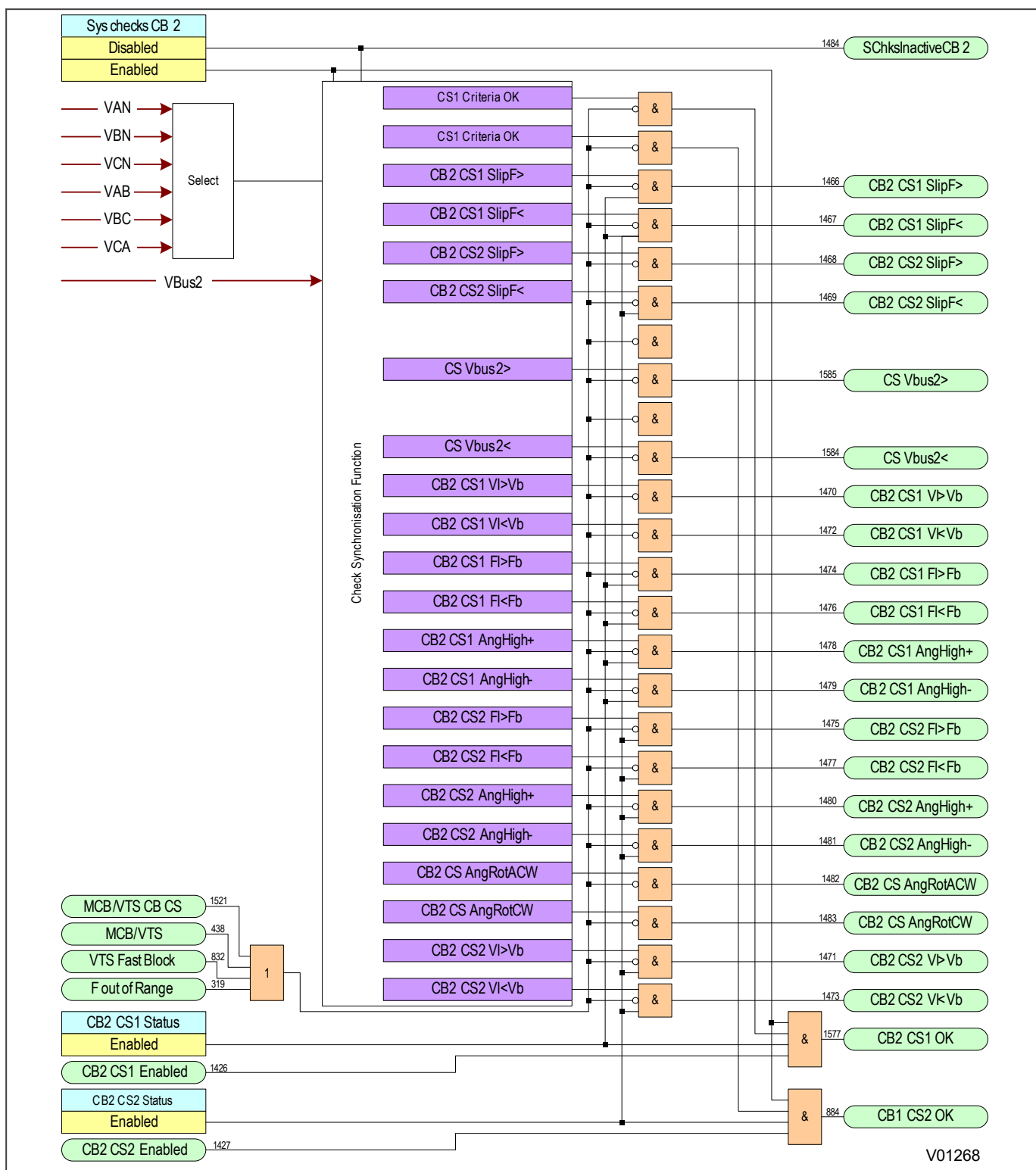


Figure 347: Monitor kontroli synchronizmu wyłącznika CB2 (moduł 61)

18.9.6 LOGIKA KONTROLI SYSTEMOWEJ

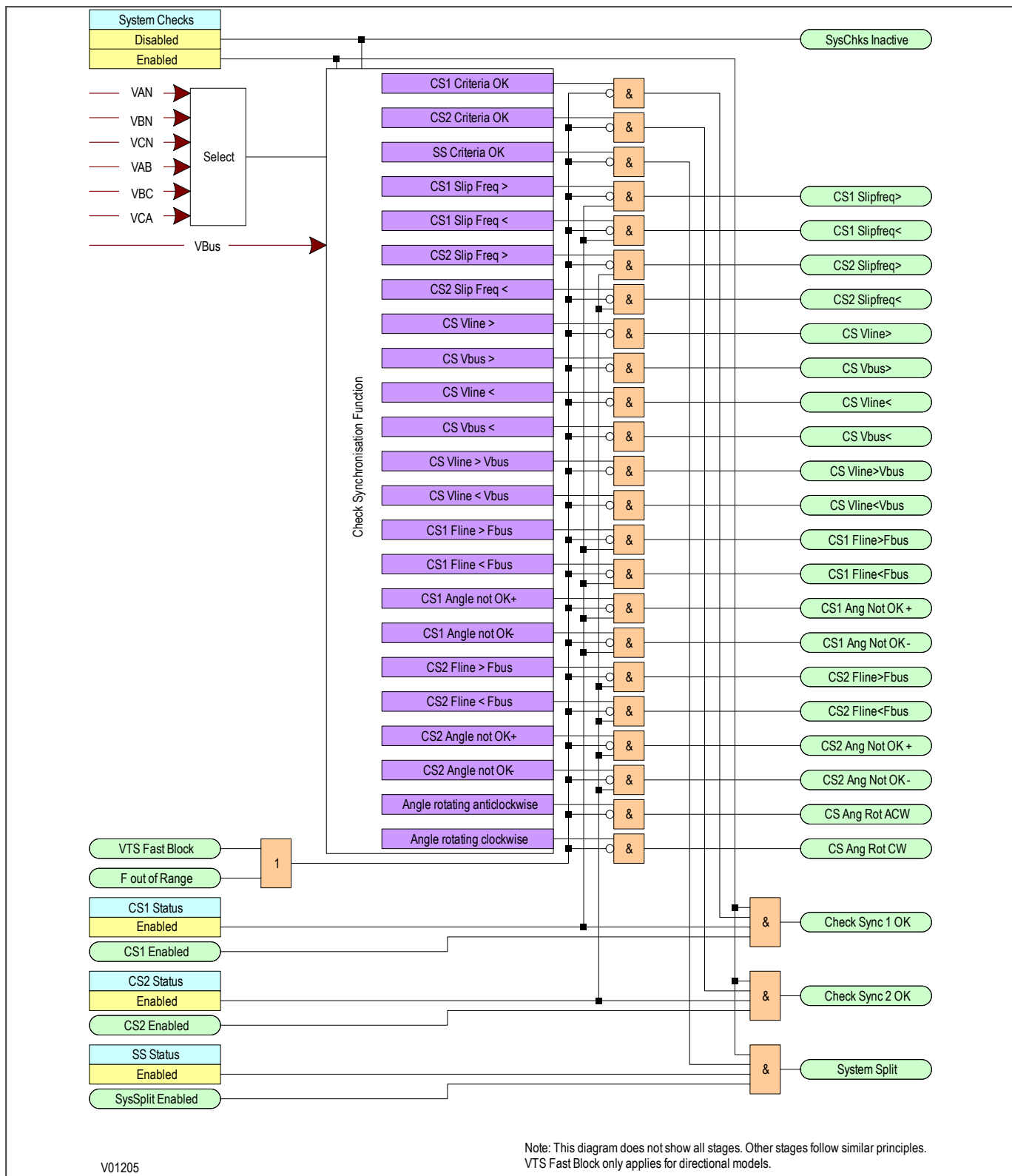


Figure 348: Logika kontroli systemowej

18.9.7 SCHEMAT PSL KONTROLI SYSTEMOWEJ

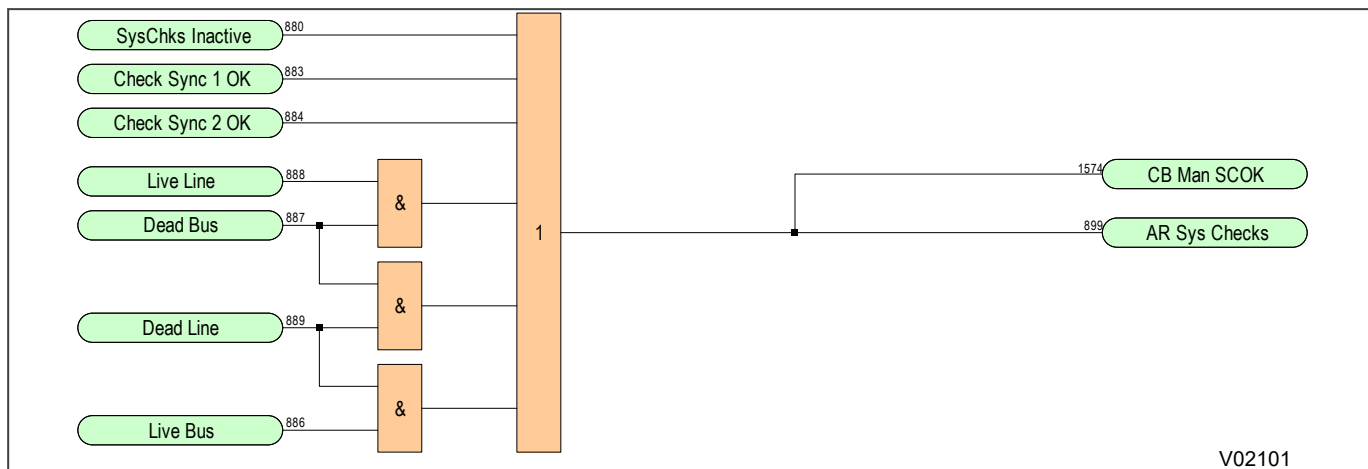


Figure 349: Schemat PSL kontroli systemowej

18.9.8 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

18.9.8.1 ZASTOSOWANIE DRUGIEGO STOPNIA KONTROLI SYNCHRONIZMU ORAZ ROZDZIAŁU INSTALACJI

Funkcja CS2 oraz System Split są stosowane w sytuacji, gdy maksymalna dopuszczalna częstotliwość poślizgowa oraz kąt fazowy dla kontroli synchronizmu może ulec zmianie w wyniku niekorzystnych parametrów instalacji. Typowym zastosowaniem są ściśle połączone sieci, w których synchronizm jest zwykle zachowywany po wyzwoleniu wyłącznika na linii zasilającej. Ale w pewnych sytuacjach, kiedy połączenia równoległe są wyłączone z pracy, końce linii zasilającej mogą utracić synchronizm po wyzwoleniu wyłącznika na linii zasilającej. Uwzględniając charakterystykę sieci oraz urządzeń, warunki bezpiecznego zamknięcia wyłącznika mogą być jak w podanym przykładzie:

Warunek 1: Sieci zsynchronizowane o zerowym bądź bardzo małym poślizgu:

- Poślizg <50 mHz; kąt fazowy <30°

Warunek 2: Sieci rozsynchronizowane o znacznym poślizgu:

- Poślizg <250 mHz; kąt fazowy <10° i malejący

Poprzez uruchomienie obu stopni funkcji kontroli synchronizmu CS1 oraz CS2 urządzenie może być skonfigurowane do zezwalania na zamknięcie wyłącznika, gdy jeden z dwóch powyższych warunków zostanie wykryty.

W przypadku wyłącznika zamykanego ręcznie z kontrolą synchronizmu, niektóre instalacje mogą preferować wykorzystanie logiki do wstępnego zaistnienia warunku 1 (i tylko tego warunku). Jednakże, jeżeli rozdział instalacji wykryty został przed zaistnieniem warunku 1, urządzenie przejdzie do sprawdzania parametrów warunku 2, bazując na założeniu, że po wykryciu rozdziału instalacji musiał wystąpić znaczący poślizg. Można to ustawić za pomocą odpowiedniej logiki PSL, wykorzystując sygnały DDB kontroli systemowej.

18.9.8.2 PRZEWIDYWANE ZAMKNIĘCIE WYŁĄCZNIKA

Ustawienie adaptacyjne CS2 **CS2 Adaptive** kompensuje czas potrzebny do zamknięcia wyłącznika. Jeśli ustawiona jest kompensacja czasu zamknięcia wyłącznika, zamykanie wyłącznika bazuje na przewidywaniu pozwalającym zapewnić, że zamknięcie wyłącznika następuje w okolicach 0°, minimalizując w ten sposób wpływ na sieć elektroenergetyczną. Faktyczny kąt zamknięcia jest uzależniony od ograniczeń architektury produktu - tj. zadanie zabezpieczenia uruchamiane jest 2 razy w cyklu sieci elektroenergetycznej, w oparciu o śledzenie częstotliwościowe w zakresie od 40 Hz do 65 Hz.

18.9.8.3 PRZEWIDYWANE ZAMKNIĘCIE WYŁĄCZNIKA

Ustawienia **CB1 CS2 Adaptive** i **CB1 CS2 Adaptive** kompensują czas potrzebny do zamknięcia CB. Jeśli ustawiona jest kompensacja czasu zamknięcia wyłącznika, zamykanie wyłącznika bazuje na przewidywaniu pozwalającym zapewnić, że zamknięcie wyłącznika następuje w okolicach 0°, minimalizując w ten sposób wpływ na sieć elektroenergetyczną. Faktyczny kąt zamknięcia jest uzależniony od ograniczeń architektury produktu - tj. zadanie zabezpieczenia uruchamiane jest 2 razy w cyklu sieci elektroenergetycznej, w oparciu o śledzenie częstotliwościowe w zakresie od 40 Hz do 65 Hz.

18.9.8.4 KOREKTA NAPIĘCIA I KĄTA FAZOWEGO

Funkcja kontroli synchronizmu wymaga, aby urządzenie przekształciło zmierzone napięcie wtórne na napięcie pierwotne. W niektórych zastosowaniach przekładniki napięciowe po obu stronach wyłącznika mogą mieć różne przekładnie. W takich przypadkach konieczne jest stosowanie współczynnika korekcji amplitudowej.

Występują też zastosowania, w których główny przekładnik napięciowy znajduje po stronie WN transformatora a przekładnik napięciowy kontroli synchronizmu jest po stronie NN lub odwrotnie. Jeżeli wypadkowa wykresu wektorowego transformatora nie wynosi 0, napięcia są przesunięte w fazie, więc niezbędna jest korekcja fazy.

Poniżej przedstawione są współczynniki korekcji, dostępne w kolumnie *CT AND VT RATIOS*.

- C/S V kSM, gdzie kSM to współczynnik korekcji napięcia.
- C/S Phase kSA, gdzie kSA to współczynnik korekcji kąta.

Przyjmując A-N jako ustawienia dla wejścia C/S:

Amplitudy napięcia linii oraz szyny są dopasowane, jeśli $V_{a \text{ sec}} = V_{cs \text{ sec}} \times \text{C/S V kSA}$

Kąty napięcia linii i szyny są dopasowane, jeżeli $\angle V_{a \text{ sec}} = \angle V_{cs \text{ sec}} + \text{C/S Phase kSA}$

Poniższe scenariusze zastosowań pokazują, gdzie stosowane są współczynniki korekcji napięciowej i kątowej dla celów dopasowania różnych przekładni przekładników napięciowych:

Scenariusz	Przekładnie fizyczne (wartości fazowe)				Nastawy przekładni				Współczynniki korekcji funkcji CS	
	Przekładnia głównego przekładnika napięciowego		Przekładnia przekładnika napięciowego funkcji CS		Przekładnia głównego przekładnika napięciowego (międzyfazowego), Zawsze		Przekładnia przekładnika napięciowego funkcji CS		kSM	kSA
	Pier (kV)	Wtór (V)	Pier (kV)	Wtór (V)	Pier (kV)	Wtór (V)	Pier (kV)	Wtór (V)		
1	220/√3	110/√3	132/√3	100/√3	220	110	132	100	1.1	30°
2	220/√3	110/√3	220/√3	110	220	110	127	110	0.577	0°
3	220/√3	110/√3	220/√3	110/3	220	110	381	110	1.732	0°

18.10 STAN PRZELĄCZNIKA I STEROWANIE

Wszystkie urządzenia P44 obsługują stan przełącznika i sterowanie maksymalnie 8 elementami rozdzielnicy. Funkcje te są dostępne dla protokołów IEC60870-5-103 i IEC61850. Urządzenie jest w stanie monitorować stan i sterować maksymalnie ośmioma przełącznikami. Rodzaje przełączników, którymi można sterować to:

- Rozłącznik
- Odlacznik
- UziemnikP44
- Szybki uziemnik

Rozważ następujące pole zasilające:

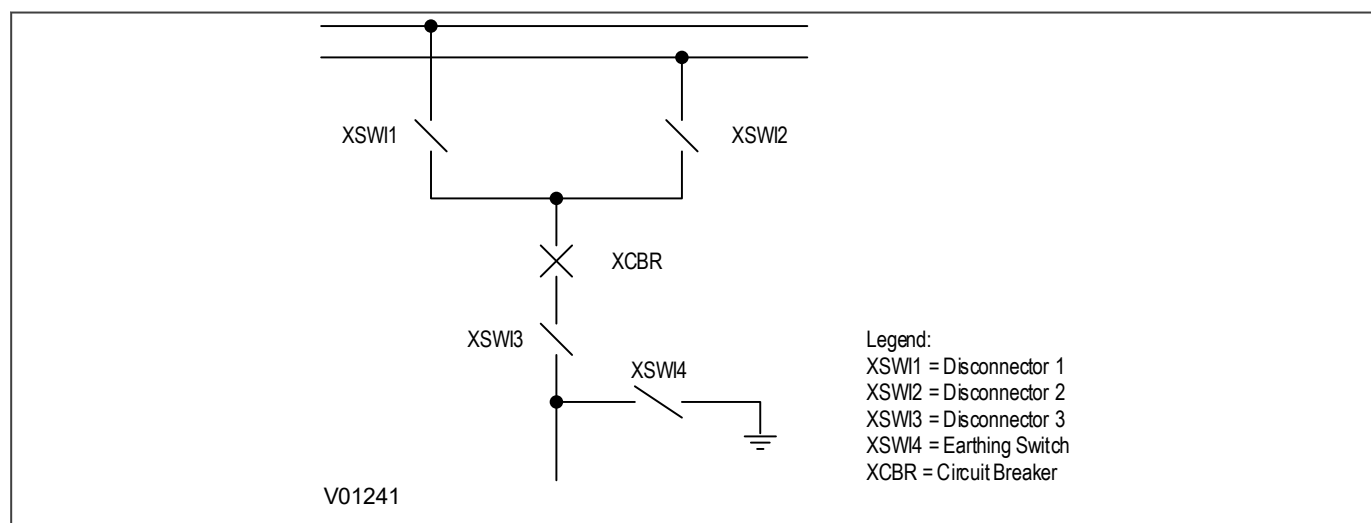


Figure 350: Reprezentacja typowego pola zasilającego

W polu tym znajdują się cztery łączniki typu LN XSWI i jeden wyłącznik typu LN XCBR. W tym przykładzie łączniki XSWI1 – XSWI3 są odlacznikami, a XSWI4 jest uziemnikiem.

Aby urządzenie mogło sterować przełącznikami, przełączniki muszą posiadać styki pomocnicze sygnalizujące stan przełącznika. Dla wygody ustawienia urządzenia odnoszą się do styków pomocniczych jako 52A i 52B, mimo że nie są to wyłączniki automatyczne.

W kolumnie **SWITCH CONTROL** znajduje się osiem zestawów ustawień, które umożliwiają skonfigurowanie sterowania przełącznikiem, po jednym zestawie dla każdego przełącznika. Ustawienia te są następujące:

Typ URZ01

To ustawienie określa typ przełącznika. Może to być rozłącznik obciążenia, odlacznik, uziemnik lub szybki uziemnik.

Wej Stan URZ01

To ustawienie określa typ styków pomocniczych, które będą wykorzystywane w logice sterowania. Dla wygody ustawienia urządzenia odnoszą się do styków pomocniczych jako 52A i 52B, mimo że nie są to wyłączniki automatyczne. Styki „A” odpowiadają statusowi styków głównych, natomiast styki „B” mają przeciwną polaryzację.

URZ01 Ster Przez

To ustawienie określa sposób sterowania przełącznikiem. Może to być tryb lokalny (bezpośrednie użycie urządzenia), zdalny (przy użyciu łącza komunikacyjnego) lub jedno i drugie.

SWI1Trip/Close

Jest to polecenie bezpośredniego wyłączenia lub zamknięcia wyłącznika.

URZ01 t Imp OW i URZ01 t Imp ZAL

Ustawienia te pozwalają kontrolować szerokość impulsów otwierania i zamykania.

URZ01 t Imp ZAL

To ustawienie umożliwia zdefiniowanie czasu oczekiwania, po którym przekaźnik zgłosi alarm stanu.

SWI1 Trp Fail T i SWI1 Cls Fail T

Ustawienia te pozwalają kontrolować opóźnienie alarmów otwarcia i zamknięcia, gdy końcowy stan przełączenia nie jest zgodny ze stanem oczekiwanym.

URZ01 Działanie

Jest to komórka danych, która wyświetla liczbę wykonanych cykli przełączania. Jest to akumulator, który można wyzerować za pomocą ustawienia **Reset SWI1 Data**

Kas Dane URZ01

To ustawienie zeruje dane monitorowania przełącznika.

Note:

Pokazane są ustawienia przełącznika 1, ale ustawienia wszystkich pozostałych elementów przełączników są takie same.

Protokół IEC 61850:: Pozycją przełącznika można sterować w węźle logicznym „CSWI”, który jest połączony z węzłem logicznym przełączania „XSWI.”

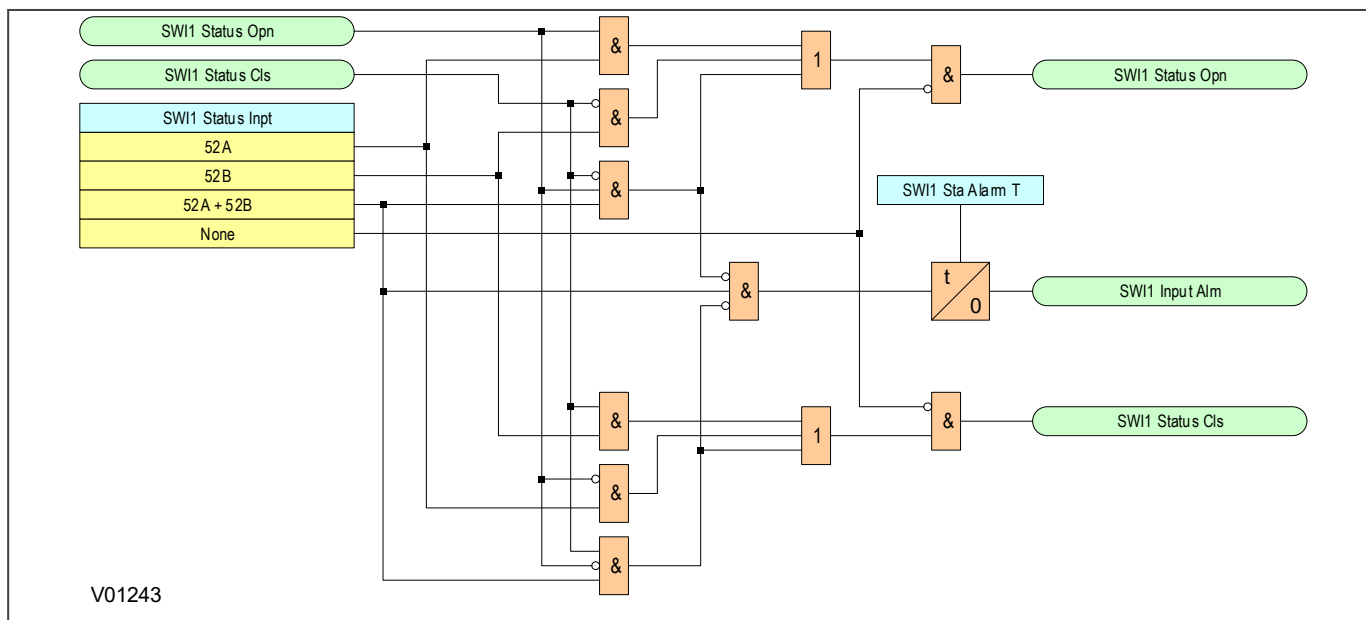
18.10.1 LOGIKA STANU PRZEŁĄCZNIKA

Figure 351: Logika stanu przełącznika

18.10.2 LOGIKA STEROWANIA PRZEŁĄCZNIKIEM

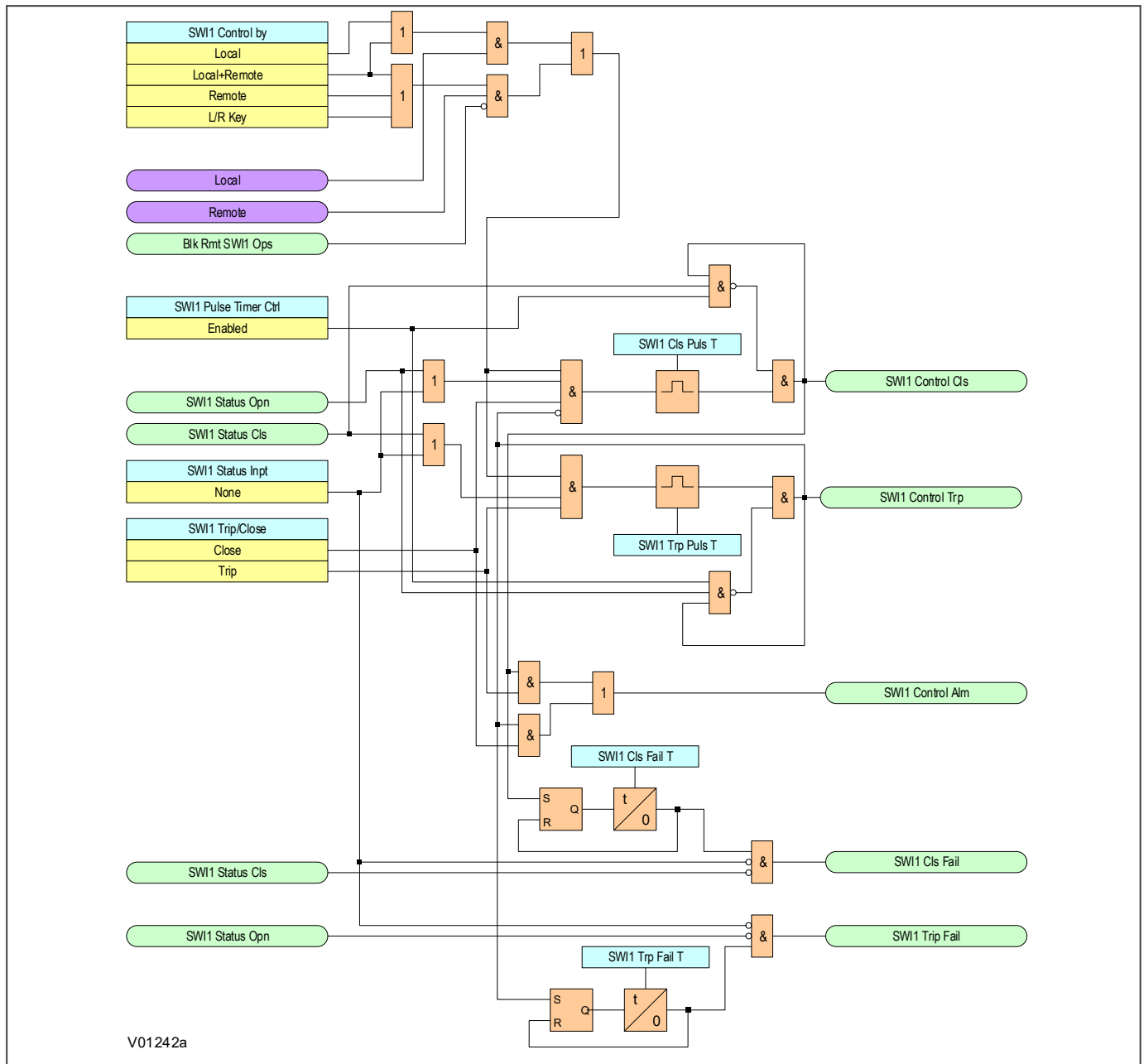


Figure 352: Logika sterowania przełącznikiem

18.11 TRYB TESTOWY

Zachowanie inteligentnego urządzenia elektronicznego zależy od tego, czy normalnie pracuje, czy jest w jednym z trybów testowych. Znajduje to odzwierciedlenie w niektórych danych, które można monitorować i wpływa na dozwolone operacje sterujące, szczególnie przy użyciu protokołu IEC 61850.

Tryb pracy ustawia się za pomocą komórki **IED Test Mode** tryb testowy inteligentnego urządzenia elektronicznego w kolumnie *COMMISSION TESTS*. Więcej informacji można znaleźć w rozdziale Instrukcje uruchomienia.

Gdy inteligentne urządzenie elektroniczne znajduje się w trybie **Test** lub **Contacts Blocked** zablokowanych zestyków, dane dotyczące stanu i pomiarów zgodnie z normą IEC 61850 będą przesyłane z parametrami jakości ustawionymi na **test**, tak aby odbiornik zrozumiał, że zostały one wyemitowane przez testowane urządzenie i mógł odpowiednio zareagować.

Gdy inteligentne urządzenie elektroniczne znajduje się w trybie **Test** lub **Contacts Blocked** Zestyki zablokowane, inteligentne urządzenie elektroniczne odpowiada tylko na sygnały sterujące MMS IEC 61850 od klienta z ustawioną flagą „test” (z wyjątkiem elementów sterujących w System/LLN0.Mod).

ROZDZIAŁ 19

NADZOR

19.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W niniejszym rozdziale omówiono funkcje nadzoru.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	540
Kontrola przekładnika napięciowego	541
Nadzór przekładnika prądowego	546
Nadzór nad obwodem wyzwalania	548

19.2 KONTROLA PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO

Funkcja monitoringu przekładnika napięciowego (VTS) służy do wykrywania usterek na wejściach napięciowych AC zabezpieczenia. Mogą one być powodowane wewnętrznymi zwarciami przekładnika napięciowego, przeciążeniem lub zwarciami w okablowaniu. W rezultacie takich usterek dochodzi zazwyczaj do przepalenia jednego lub większej liczby bezpieczników przekładnika napięciowego.

Wskutek wystąpienia usterki na wejściu napięciowym AC, urządzenie IED może błędnie przedstawić wartości napięć fazowych w instalacji elektroenergetycznej, co może spowodować niepożądane wyzwolenie wyłącznika.

Układ monitoringu przekładnika napięciowego został zaprojektowany po to, aby zapobiegać takim sytuacjom poprzez wykrywanie nieprawidłowości napięć na wejściach, NIEZWIĄZANYCH z nieprawidłowościami napięć fazowymi instalacji elektroenergetycznej, i automatycznie blokować odpowiednie napięciowe człony zabezpieczające. Dostępne jest opóźnione w czasie wyjście alarmowe ostrzegające o stanie VTS.

Możliwe są następujące scenariusze w odniesieniu do awarii wejść przekładnika napięciowego.

- Zanik jednego lub dwóch napięć fazowych,
- Zanik wszystkich trzech napięć fazowych w warunkach obciążenia.
- brak napięć trójfazowych w momencie włączenia linii pod napięcie.

19.2.1 ZANIK JEDNEGO LUB DWÓCH NAPIĘĆ FAZOWYCH,

Jeżeli napięcia w sieci elektroenergetycznej są prawidłowe, nie będzie w niej płynąć składowa przeciwna (NPS) prądu fazowego. Jednak w przypadku, gdy zaniknie napięcie AC na jednym lub dwóch wejściach, pojawi się składowa kolejności przeciwniej napięcia, nawet jeżeli napięcia fazowe w rzeczywistej sieci elektroenergetycznej są prawidłowe. Funkcja VTS działa na podstawie wykrywania składowej przeciwniej (NPS) napięcia przy braku składowej przeciwniej prądu. Jeśli więc występuje napięcie NPS, ale nie ma prądu NPS, pewne jest, że występuje problem z przekładnikami napięciowymi i należy zastosować blokowanie VTS do funkcji zabezpieczeń zależnych od napięcia, aby zapobiec nieprawidłowemu działaniu. Wykorzystanie składowych przeciwnych zapewnia poprawne działanie nawet w przypadku stosowania przekładników trórdzeniowych lub połączonych w otwarty trójkąt (połączenie typu „V”).

Człon VTS reagujący na składową przeciwną jest blokowany sygnałem **Any Pole Dead** DBB w trakcie przerwy beznapięciowej **SP AR Dead Time**. Zerowanie sygnału blokowania jest opóźnione o 240 ms po ustaniu stanu **Any Pole Dead**.

19.2.2 ZANIK WSZYSTKICH TRZECH NAPIĘĆ FAZOWYCH

Jeśli wszystkie trzy wejścia napięciowe zanikną, nie będzie żadnych składowych przeciwnych fazy, ale urządzenie wykryje, że nie ma napięcia wejściowego. Jeśli jest to spowodowane awarią systemu elektroenergetycznego, nastąpi skokowa zmiana prądów fazowych. Jeśli jednak nie jest to spowodowane awarią systemu elektroenergetycznego, nie nastąpi zmiana żadnego z prądów fazowych. Jeśli więc nie ma napięcia na żadnej z trzech faz i nie ma zmiany w żadnym z prądów fazowych, to wystąpił problem z przekładnikami napięciowymi i należy zastosować blokowanie funkcji VTS do zabezpieczeń zależnych od napięcia, aby zapobiec nieprawidłowemu działaniu.

Aby uniknąć blokowania funkcji VTS spowodowanej zmianami warunków obciążenia, sygnał powstały z nałożenia prądów może zapobiec działaniu funkcji VTS tylko w oknie czasowym 40 ms po gwałtownym spadku napięcia.

19.2.3 BRAK TRZECH NAPIĘĆ FAZOWYCH W MOMENCIE WŁĄCZENIA LINII POD NAPIĘCIE

Podczas zasilenia linii powinna nastąpić zmiana prądów fazowych w wyniku obciążenia lub pojawienia się prądu ładowania linii. W takich warunkach potrzebna jest alternatywna metoda wykrywania usterki trójfazowego przekładnika napięciowego.

Jeśli podczas zasilenia linii nie zostanie zmierzone napięcie na wszystkich trzech fazach, mogą wystąpić dwie przypadki:

- Usterka trójfazowego przekładnika napięciowego,
- Zwarcie trójfazowe.

W pierwszym przypadku wymagane by było od VTS zablokowanie funkcji zależnych od napięcia.

W drugim przypadku nie należy blokować funkcji zależnych od napięcia, gdyż wymagane jest wyzwolenie zabezpieczenia.

Aby rozróżnić te dwa stany, stosuje się detektor poziomu nadprądowego (**VTS I> Inhibit**). Zapobiega to blokowaniu VTS w przypadku faktycznego wystąpienia zwarcia. Wspomniany detektor poziomów nadprądowych jest aktywny tylko przez 240 ms po zasileniu linii (na podstawie opadania sygnału **All Poles Dead**). Nadal musi być ustawiony poniżej dowolnego zwarcia trójfazowego wzdłuż linii.

Jeżeli linia, na której znajduje się wadliwy 3-fazowy przekładnik napięciowy jest zamknięta, detektor nadmiarów prądowych nie zadziała, natomiast zadziała blokowanie VTS. Zamknięcie w reakcji na zwarcie trzech faz skutkuje zadziałaniem detektora nadmiarów prądowych i zapobiega zadziałaniu blokowania VTS.

19.2.4 ZAŁĄCZANIE FUNKCJI VTS

Funkcja VTS jest załączana w kolumnie *SUPERVISION* odpowiedniej grupy ustawień,

Następujące ustawienia mają zastosowanie dla monitoringu przekładnika napięciowego:

- **VTS Mode:** określa tryb pracy (pomiar + MCB, tylko pomiar, tylko MCB)
- **VTS Status:** ten parametr służy do określenia czy sygnał wyjściowy VTS będzie blokował wyjście czy tylko zapewniał sygnalizację alarmową,
- **VTS Reset Mode:** ten parametr służy do określenia czy zerowanie ma być wykonywane ręcznie czy automatycznie,
- **VTS Time delay:** ten parametr służy do określenia zwłoki czasowej,
- **VTS I> Inhibit:** ten parametr służy do blokowania działania funkcji VTS na wypadek zadziałania fazowego zabezpieczenia nadprądowego,
- **VTS I2> Inhibit:** ten parametr służy do blokowania działania funkcji VTS na wypadek wystąpienia zwarcia wykrytego przez zabezpieczenie nadprądowe reagujące na składową przeciwną.

W przypadku zwarć z I2 mniejszych niż ustawienie **VTS I2 Inhibit**, funkcja VTS będzie aktywna i blokuje powiązane funkcje, jeśli zmierzona zostanie wystarczająca wartość V2. Funkcja VTS jest włączona tylko w przypadku stanu linii pod napięciem (jak wskazuje logika martwego bieguna), aby zapobiec zadziałaniu w warunkach braku napięcia w systemie.

Wartości progowe

Progi składowej przeciwniej stosowane przez czon zabezpieczenia to:

- $V2 = 10 \text{ V}$ (stałe)
- $I2 = 0,05$ do $0,5 I_n$ z możliwością ustawienia (domyślnie $0,05 I_n$).

Detektory poziomu napięcia fazowego to:

- Odwzbudzenie = 10 V (stałe)
- Pobudzenie = 30 V (stałe)

Czułość elementów reagujących na prądy na siebie się nakładające jest stała i wynosi $0,1 I_n$.

Awaria bezpiecznika

Urządzenie ma ustawienie (**VT Connected**) w kolumnie *CT AND VT RATIOS* określające, czy są do niego podłączone przekładniki napięciowe. Jeśli ustawiono opcję *No*, to ustawienie Nie ma żadnego efektu.

Jeżeli zostanie ustawione *No* spowoduje to wystawienie przez logikę VTS sygnałów DDB **VTS Slow Block** oraz **VTS Fast Block**, lecz Nie spowoduje wszczęcia żadnych alarmów. Wyłącza także funkcję VTS. Zapobiega to nieprawidłowemu działaniu logiki bieguna martwego w przypadku braku napięcia lub prądu. Blokuje również funkcje odległościowe, podnapięciowe oraz pozostałe zależne od napięcia funkcje. Jednakże, nie wpływa to na część logiki dotyczącą otwarcia wyłącznika.

Działanie systemu monitoringu przekładnika napięciowego (VTS) może być determinowane wejściem statusowym wyłącznika nadprądowego (MCB) lub wewnętrzną logiką wykorzystującą pomiary wykonywane przez inteligentne urządzenie elektroniczne lub oboma powyższymi rozwiązaniami. Ustawienie **VTS Mode** Tryb VTS służy do wyboru sposobu sygnalizacji awarii VT.

19.2.5 LOGIKA VTS

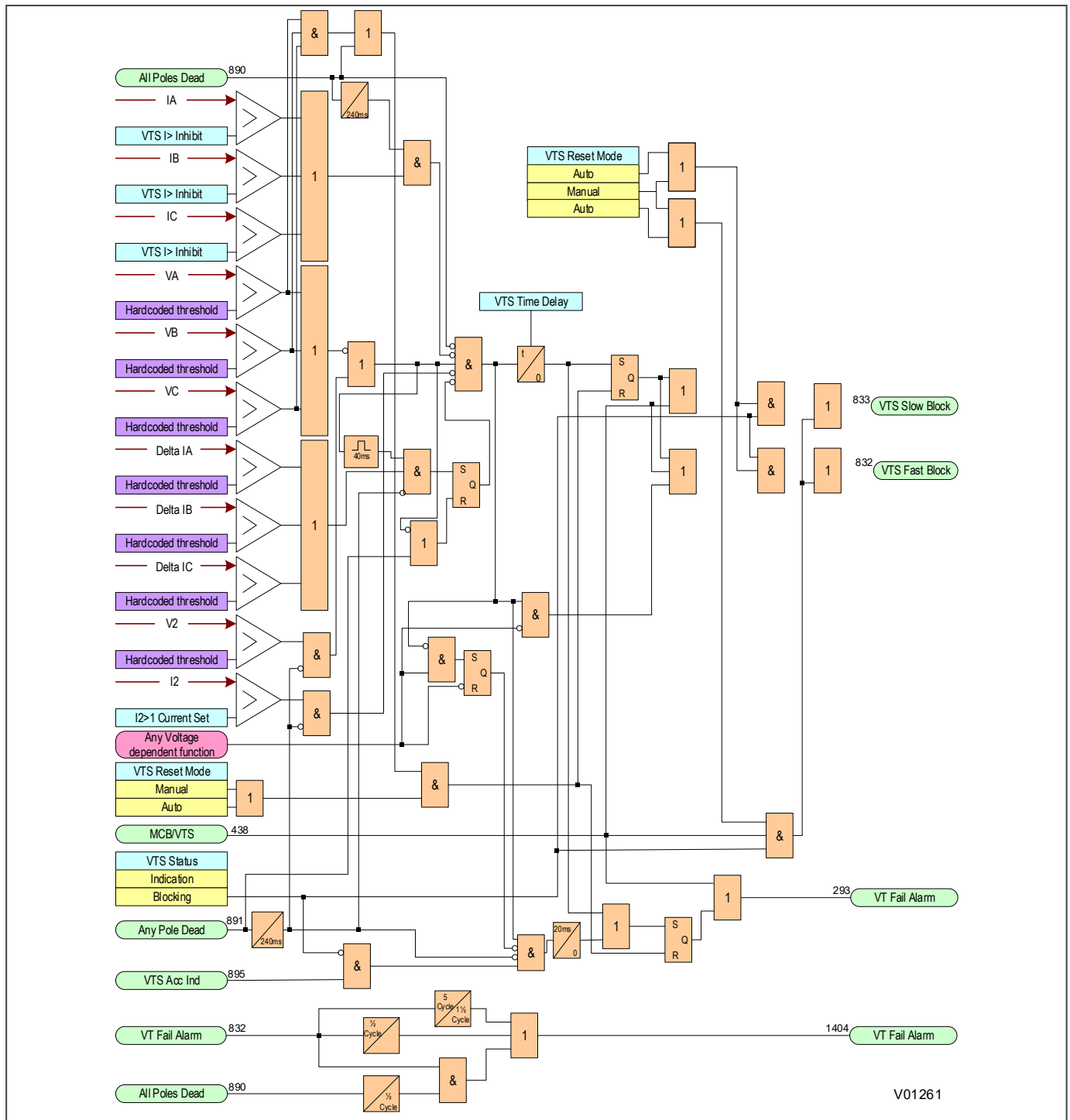


Figure 353: Logika funkcji VTS

IED może w sposób następujący reagować na zadziałanie któregoś z członów VTS:

- VTS skonfigurowany jedynie do alarmowania,
- Opcjonalne blokowanie zależnych napięciowo członów zabezpieczeniowych.
- Opcjonalna konwersja kierunkowych członów nadprądowych na zabezpieczenie bezkierunkowe (poprzez ustawienie odpowiednich komórek stanu zabezpieczenia prądowego na *Enabled VTS*. W tym przypadku komórki ustawień kierunkowych są automatycznie ustawiane na *non-directional bezkierunkowe*.)

Człony **VTS I> Inhibit** lub **VTS I2> Inhibit** służą do obejścia blokady VTS w przypadku wystąpienia zwarcia, które mógłby wyzwolić logikę VTS. Jednakże, po ustawieniu blokady VTS, późniejsze zwarcia instalacji nie mogą znosić blokady. Blokowanie VTS jest zatem utrzymywane po ustawionym przez użytkownika opóźnieniu czasowym **VTS Time Delay**. Po wystawieniu sygnału są dwie metody zerowania. Pierwsza metoda jest ręczna, za pośrednictwem interfejsu panelu przedniego lub połączenia zdalnego, pod warunkiem usunięcia przyczyn zadziałania VTS. Druga odbywa się w trybie automatycznym, poprzez przywrócenie napięć trójfazowych do poziomu wyższego od opisanych wcześniej ustawień fazowego detektora poziomu.

Parametr **VTS Status** (stan VTS) można ustawić na Disabled (wyłączony), *Blocking* (blokowanie) lub *Indication* (wskazywanie). Jeśli **VTS Status** jest ustawiony na *Blocking*, stan VTS zablokuje działanie odpowiednich członów zabezpieczeniowych. W takim przypadku sygnalizacja VTS następuje po upływie **VTS Time Delay** czasu zwłoki VTS. Jeśli parametr jest ustawiony na *Indication* sygnalizację, istnieje ryzyko nieprawidłowego zadziałania, ponieważ człon zabezpieczający nie są zablokowane. W tym przypadku sygnalizacja VTS następuje przed upływem **VTS Time Delay** zwłoki czasowej VTS, jeśli zostanie podany sygnał wyłączenia (w tym przypadku jako wejście wykorzystywany jest sygnał z logiki przyspieszania VTS).

Układ ten działa również poprawnie przy bardzo niskim obciążeniu lub nawet przy braku obciążenia. Aby to osiągnąć, wykorzystuje kombinację opóźnionych w czasie sygnałów pochodzących z sygnałów DDB **VTS Fast Block** i **All Poles Dead**, aby wygenerować odległościowy sygnał blokujący DDB zwany **VTS Blk Distance**.

Note:

Wszystkie nieodległościowe elementy napięciowe są blokowane sygnałem DDB „**VTS Fast Block**”.

Jeżeli do zabezpieczania wyjściowych obwodów AC przekładnika napięciowego wykorzystywany jest wyłącznik nadprądowy (MCB), zestyki pomocnicze wyłącznika MCB mogą być wykorzystywane do sygnalizowania odłączenia wyjścia trójfazowego. Możliwe jest prawidłowe działanie logiki VTS bez tego wejścia, ale funkcja ta została zapewniona w celu zachowania zgodności z niektórymi praktykami. Podanie sygnału na optoizolowane wejście przypisane do **MCB/VTS** zapewnia niezbędną blokadę.

Funkcja VTS jest zablokowana, jeżeli:

- wszystkie sygnały DDB **All Poles Dead** martwego bieguna są obecne,
- wystąpią warunki dla zadziałania fazowego zabezpieczenie nadprądowego,
- przy wystąpieniu składowej przeciwnej prądu,
- jeżeli prąd fazowy zmieni się w okresie jednego cyklu.

19.3 NADZÓR PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO

Funkcja monitoringu przekładnika prądowego (CTS) służy do wykrywania usterek na wejściach prądowych AC zabezpieczenia. Mogą one być powodowane wewnętrznymi zwarciami przekładnika prądowego, przeciążeniem lub zwarciami w okablowaniu. Wskutek wystąpienia usterki na wejściu prądowym AC, zabezpieczenie może błędnie zinterpretować wartości rzeczywistych prądów fazowych w instalacji elektroenergetycznej, co może spowodować nieprawidłowe działanie. Ponadto przerwa w obwodach prądu przemiennego może spowodować wygenerowanie niebezpiecznych napięć na obwodzie wtórnym przekładnika prądowego.

19.3.1 ZAŁĄCZANIE FUNKCJI CTS

Jeżeli prądy w instalacji elektroenergetycznej są prawidłowe, to składowej zerowej prąd nie można uzyskać. Jednak, gdy zaniknie jedno lub dwa wejścia prądowe AC, składowa zerowa prądu pojawi się, nawet jeżeli faktycznie prądy fazowe w sieci elektroenergetycznej są prawidłowe. Standardowo monitoring przekładnika prądowego CTS działa poprzez wykrywanie pochodnego prądu składowej zerowej tam, gdzie nie ma odpowiadającego pochodnego napięcia składowej zerowej.

Użyte połączenie przekładników napięciowych musi umożliwiać przeniesienie składowych zerowych napięć ze strony pierwotnej na wtórną. Dlatego funkcja ta powinna być aktywna, gdy przekładnik prądowy jest konstrukcji pięciordzeniowej lub w przypadku zastosowania trzech osobnych przekładników jednofazowych z uziemionym punktem gwiazdy strony pierwotnej.

Funkcja monitoringu przekładnika prądowego CTS jest załączana w kolumnie *SUPERVISION* odpowiedniej grupy ustawień, w podnagłówku CT SUPERVISION.

Poniższe ustawienia odnoszą się do monitoringu przekładnika prądowego:

- **CTS Status:** ten parametr służy do włączania lub wyłączania funkcji CTS,
- **CTS VN< Inhibit:** ten parametr służy do blokowania funkcji CTS, jeżeli składowa zerowa napięcia przekroczy wartość tego ustawienia,
- **CTS IN> Set:** ten parametr służy do określenia poziomu składowej kolejności zerowej prądu,
- **CTS Time delay:** ten parametr służy do określenia zwłoki czasowej,

19.3.2 STANDARDOWA LOGIKA MONITORINGU PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO CTS

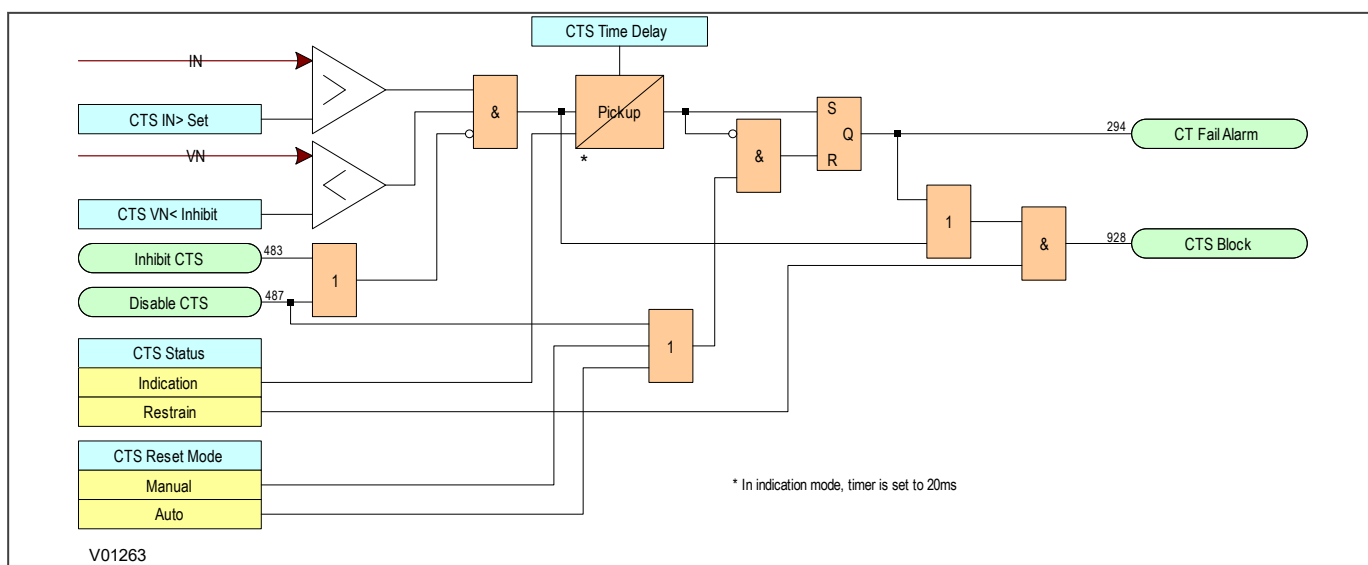


Figure 354: Standardowy nadzór przekładnika prądowego

19.3.3 BLOKOWANIE CTS

Zarówno standardowa, jak i różnicowa metoda monitoringu przekładnika prądowego CTS blokują człony zabezpieczające działające na podstawie wielkości pochodnych, jak zerwanie przewodu, pochodne zwarcie doziemne i przetężenie składowej przeciwnej. Zmierzone wielkości, jak DEF, można selektywnie blokować, projektując odpowiedni programowalny schemat logiczny.

W razie potrzeby do ograniczenia zabezpieczenia różnicowego można zastosować funkcję różnicową CTS.

19.3.4 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

19.3.4.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE KONFIGURACJI

Ustawienie napięcia szczytkowego **CTS VN< Inhibit** oraz ustawienie prądu szczytkowego **CTS IN> Set**, powinny mieć takie wartości, aby nie dochodziło do niepożądanego zadziałania w warunkach prawidłowej pracy instalacji. Na przykład:

- Ustawienie **CTS VN< Inhibit** powinno mieć wartość równą 120% maksymalnej wartości napięcia szczytkowego stanu ustalonego.
- Ustawienie **CTS IN> Set** typowo ma wartość niższą niż minimalny prąd obciążenia.
- Parametr **CTS Time Delay** ustawiany jest zwykle na 5 sekund.

Jeżeli nie można przewidzieć amplitudy napięcia szczytkowego w przypadku wystąpienia zwarcia doziemnego, funkcja może zostać wyłączona, by zapobiec zablokowaniu elementów zabezpieczających podczas zwarc.

19.4 NADZÓR NAD OBWODEM WYZWALANIA

W większości układów zabezpieczeniowych obwód wyzwalaający wychodzi poza obudowę IED i przechodzi przez takie człony jak łączniki, zestyki przekaźnikowe, przełączniki pomocnicze oraz inne układy zaciskowe. Takie rozbudowane układy mogą wymagać układów dedykowanych do ich nadzorowania.

Obwód wyzwalaający obejmuje dwa oddzielne elementy; połączenie wyzwalaające oraz cewkę wyzwalaającą. Połączenie wyzwalaające, to połączenie pomiędzy obudową IED oraz szafą wyłącznika. Połączenie to obejmuje dodatkowe elementy, takie jak: kable, bezpieczniki oraz złącza. Może dojść do przerwania tego połączenia, dlatego niezbędny jest jego nadzór, który w razie potrzeby aktywuje alarm.

Cewka wyzwalaająca jest również częścią całego obwodu wyzwalaania, dlatego ona również być może przyczyną przerwy w obwodzie.

Niniejszy produkt obsługuje szereg układów nadzoru obwodu wyzwalaającego (TCS).

19.4.1 NADZÓR OBWODU WYZWALAJĄCEGO – SCHEMAT 1

Ten schemat obejmuje nadzór cewki wyzwalającej poprzez monitoring stanu zamknięcia lub otwarcia wyłącznika, jednakże sposób ten nie zapewnia nadzoru połączenia wyzwalaającego przy otwartym wyłączniku. Stan wyłącznika może być monitorowany, gdy wykorzystywany jest samoresetujący zestyk wyzwalaający. Jednakże, układ ten jest niekompatybilny z zapadkowymi zestykami wyzwalającymi, gdyż zestyk taki zewrze wejście optyczne na czas dłuższy niż zalecany czas ustawiony na timerze zwłoki odpadania (DDO), tj. czas 400 ms, tym samym w tym układzie nie ma możliwości monitorowania stanu wyłącznika. Jeśli konieczny jest monitoring stanu wyłącznika, należy użyć dodatkowych wejść optycznych.

Note:

Pomocniczy zestyk 52a wyłącznika odzwierciedla pozycję wyłącznika. Zestyk 52b jest jej negacją.

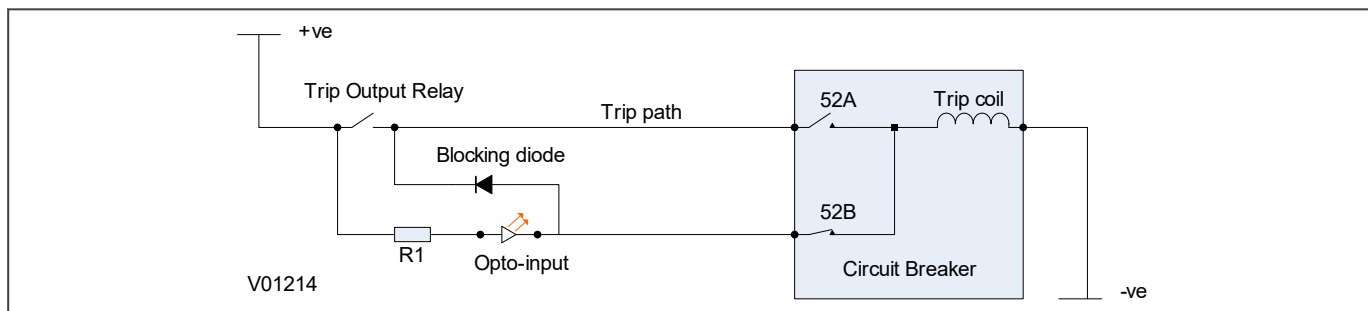


Figure 355: TCS Scheme 1

Gdy wyłącznik jest zamknięty prąd monitoringu przepływa przez wejście optyczne, diodę blokowania oraz cewkę wyzwalaającą. Gdy wyłącznik jest otworzony, prąd monitoringu nadal przepływa przez wejście optyczne i trafia na cewkę wyzwalaającą przez zestyk pomocniczy 52b. Oznacza to, że monitoring *Trip Coil* (cewki wyzwalającej) jest zapewniony, zarówno gdy wyłącznik jest zamknięty jak i otwarty. Monitoring *Trip Path* (połączenia wyzwalaającego) jest zapewniony tylko w przypadku, gdy wyłącznik jest zamknięty. Gdy wyłącznik jest otwarty, nie ma możliwości zapewnienia monitoringu połączenia wyzwalaającego (monitoring stanu przed zamknięciem). Jakakolwiek nieprawidłowość w linii wyzwalającej zostanie wykryta jedynie w momencie zamykania wyłącznika, po 400 ms opóźnieniu.

19.4.1.1 WARTOŚCI REZYSTORA

Natężenie prądu kontrolnego jest o wiele mniejsze niż prąd wymagany przez cewkę wyzwalaającą do wyzwolenia wyłącznika. Wejście optyczne ogranicza prąd kontrolny do mniej niż 10 mA. W przypadku zwarcia wejść optycznych, możliwy jest wzrost prądu kontrolnego do poziomu, przy którym może dojść do wyzwolenia wyłącznika. Dlatego, aby ograniczyć prąd na wypadek zwarcia wejścia optycznego, wykorzystuje się często rezystor

R1. Ogranicza on prąd do 60 mA. W tabeli poniżej zestawiono odpowiednie wartości rezystorów oraz ustawienia napięcia dla tego układu.

Napięcie obwodu wyzwalającego	Ustawienia napięcia wejścia optycznego z podłączonym rezystorem R1	Rezystor R1 (Ω)
48/54	24/27	1.2k
110/125	48/54	2.7k
220/250	110/125	5.2k



Warning:
Ten układ nie jest kompatybilny z napięciami obwodu wyzwalającego mniejszymi niż 48 V.

19.4.1.2 PSL DLA UKŁADU TCS 1

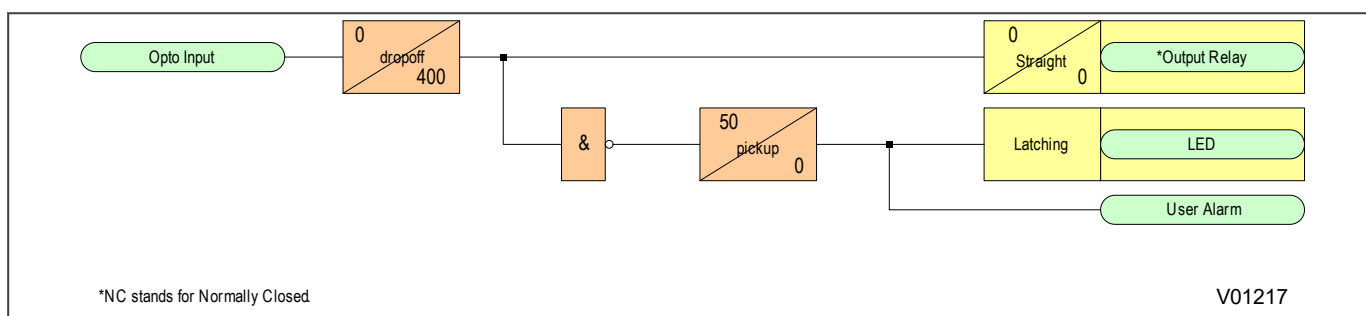


Figure 356: PSL dla układu TCS 1

Wejście optyczne może być wykorzystane do wysterowania wyjścia przekaźnikowego normalnie zamkniętego, które z kolei może być wykorzystane do wysterowania urządzenia alarmowego. Sygnał może zostać również odwrócony do celów wysterowania blokowanej diody programowalnej oraz sygnału alarmowego DDB.

Timer DDO zostaje aktywowany w momencie podania sygnału na wejście optyczne, ale odpadnięcie/reset w przypadku usterki na obwodzie wyzwalającym zajmie 400 ms. 400 ms opóźnienie zapobiega wyzwalaniu fałszywych alarmów spowodowanych przysiadami napięcia związanymi ze zwarciami w innych obwodach lub normalnym wyzwalaniem, gdy wejście optyczne jest zwarte przez samoresteujący zestyk wyzwalający. Gdy aktywowany jest timer, wyjście przekaźnikowe normalnie zamknięte (rozwierne) otwiera się i resetowana jest dioda oraz alarmy użytkownika.

50 ms opóźnienie timera pobudzenia zapobiega fałszywym wskazaniom diod oraz fałszywym alarmom podczas uruchamiania urządzenia po przerwie w zasilaniu.

19.4.2 NADZÓR OBWODU WYZWALAJĄCEGO – SCHEMAT 2

Układ ten zapewnia nadzór cewki wyzwalającej przy otwartym lub zamkniętym wyłączniku, ale nie zapewnia nadzoru stanu przed zamknięciem dla połączenia wyzwalającego. Jednakże wykorzystanie dwóch wejść optycznych pozwala na prawidłowe monitorowanie przez urządzenie IED stanu wyłącznika. Wynika to z tego, że są one połączone szeregowo z pomocniczymi zestykami wyłącznika. Jest to realizowane poprzez przypisanie wejścia optycznego do zestyku 52a oraz innego wejścia optycznego do zestyku 52b. Jeżeli w ustawieniu **CB Status** w kolumnie **CB CONTROL** wybrano opcję *Both 52A and 52B*, inteligentne urządzenie elektroniczne będzie prawidłowo monitorować stan wyłącznika. Jako że prąd monitorujący będzie utrzymywany na zestyku 52b po zamknięciu zestyku wyzwalającego, układ ten jest również całkowicie kompatybilny z zestykami zapadkowymi.

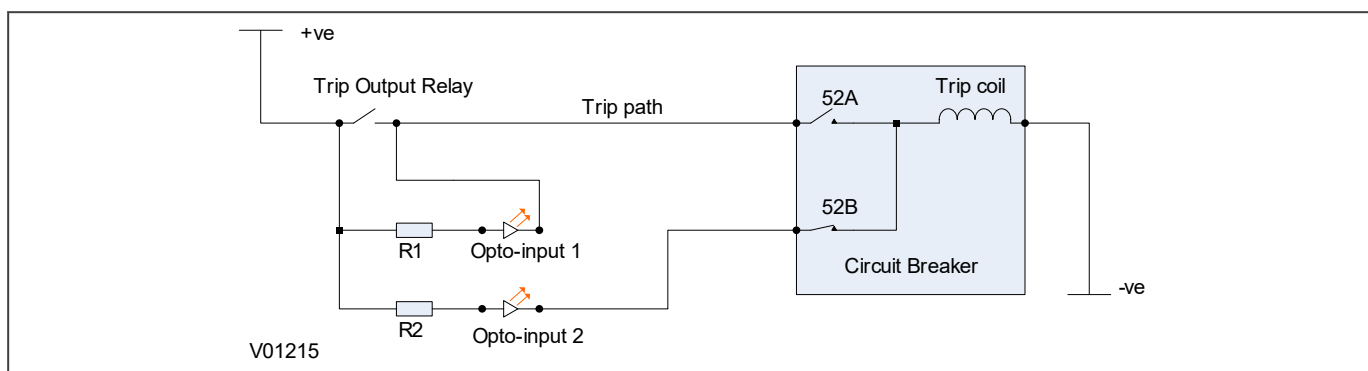


Figure 357: TCS Scheme 2

Gdy wyłącznik jest zamknięty prąd monitorujący przepływa przez wejście optyczne 1 oraz cewkę wyzwalającą. Gdy wyłącznik jest otwarty, prąd przepływa przez wejście optyczne 2 oraz cewkę wyzwalającą. Gdy wyłącznik jest otwarty, nie jest aktywny nadzór połączenia wyzwalającego. Jakakolwiek nieprawidłowość w linii wyzwalającej zostanie wykryta jedynie w momencie zamykania wyłącznika, po 400 ms opóźnieniu.

19.4.2.1 WARTOŚCI REZYSTORA

Można dodać opcjonalne rezystory R1 i R2, aby zapobiec wyłączeniu wyłącznika w przypadku zwarcia któregośkolwiek z wejść optycznych. W tabeli poniżej zestawiono odpowiednie wartości rezystorów oraz ustawienia napięcia dla tego układu.

Napięcie obwodu wyzwalającego	Ustawienia napięcia wejścia optycznego z podłączonym rezystorem R1	Rezystor R1 oraz R2 (Ω)
48/54	24/27	1.2k
110/125	48/54	2.7k
220/250	110/125	5.2k



Warning:

Ten układ nie jest kompatybilny z napięciami obwodu wyzwalającego mniejszymi niż 48 V.

19.4.2.2 PSL DLA UKŁADU TCS 2

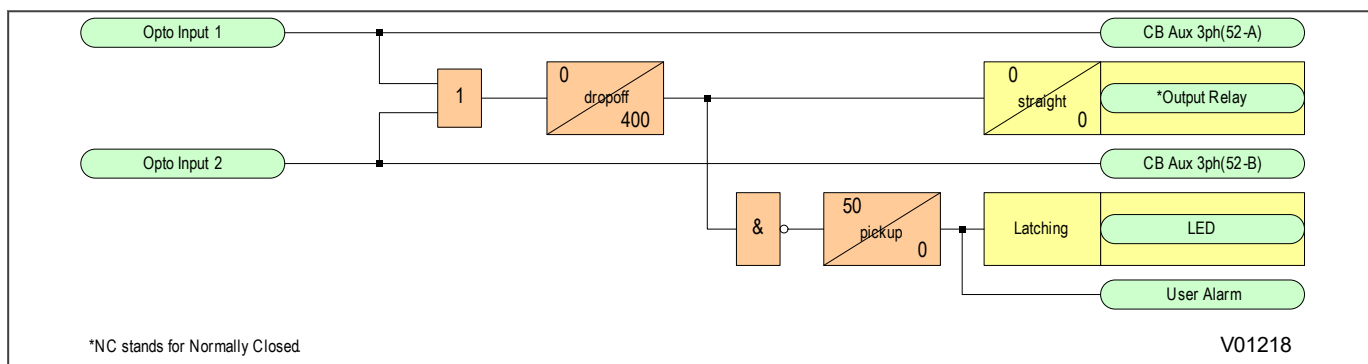


Figure 358: PSL dla układu TCS 2

W układzie TCS 2 oba wejścia optyczne muszą mieć stan niski przed wystawieniem alarmu usterki w obwodzie wyzwalającym.

19.4.3 NADZÓR OBWODU WYZWAJĄCEGO – SCHEMAT 3

Układ TCS 3 zaprojektowano z myślą o zapewnieniu nadzoru cewki wyzwalającej przy otwartym lub zamkniętym wyłączniku. Zapewnia on nadzór połączenia wyzwalającego przed zamknięciem. Ponieważ wykorzystywane jest tylko jedno wejście optyczne, układ ten nie jest kompatybilny z wyzwalającymi zestykami zapadkowymi. Jeśli konieczny jest monitoring stanu wyłącznika, należy użyć dodatkowych wejść optycznych.

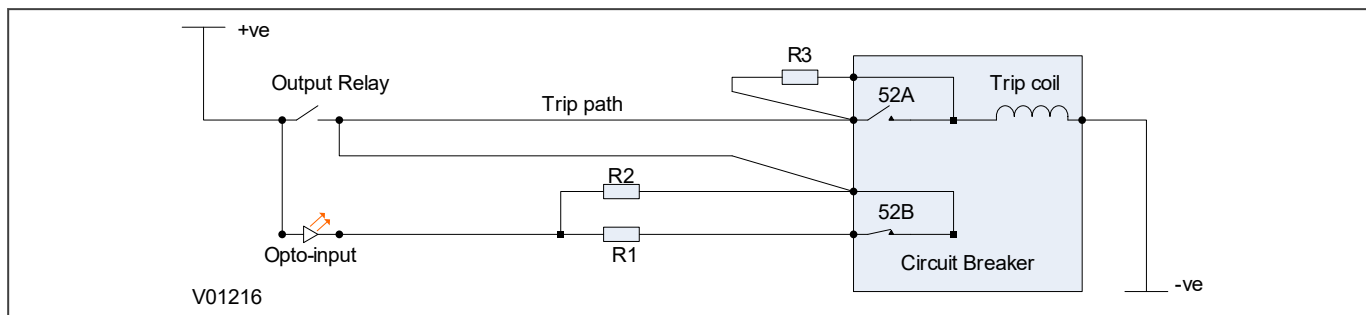


Figure 359: TCS Scheme 3

Gdy wyłącznik jest zamknięty prąd monitorujący przepływa przez wejście optyczne, rezystor R2 oraz cewkę wyzwalającą. Gdy wyłącznik jest otwarty, prąd przepływa przez wejście optyczne, rezystor R1 oraz R2 (połączone równolegle), rezystor R3 oraz cewkę wyzwalającą. Prąd monitorujący jest utrzymywany na połączeniu wyzwalającym przy wyłączniku w dowolnej pozycji, zapewniając w ten sposób również nadzór przed zamknięciem.

19.4.3.1 WARTOŚCI REZYSTORA

Rezystory R1 oraz R2 służą zapobieganiu fałszywym wyzwoleniom w reakcji na przypadkowe zwarcia wejścia optycznego. Jednak w przeciwieństwie do pozostałych dwóch schematów. Ten układ jest zależny od umiejscowienia oraz wartości rezystorów. Ich usunięcie skutkuje niekompletnym systemem monitoringu obwodu wyzwalającego. W tabeli poniżej zestawiono wartości rezystorów oraz ustawienia napięć niezbędne dla zapewnienia prawidłowego działania monitoringu.

Napięcie obwodu wyzwalającego	Ustawienia napięcia wejścia optycznego z podłączonym rezystorem R1	Rezystor R1 oraz R2 (Ω)	Rezystor R3 (Ω)
48/54	24/27	1.2k	600
110/250	48/54	2.7k	1.2k
220/250	110/125	5.0k	2.5k



Warning:

Ten układ nie jest kompatybilny z napięciami obwodu wyzwalającego mniejszymi niż 48 V.

19.4.3.2 PSL DLA UKŁADU TCS 3

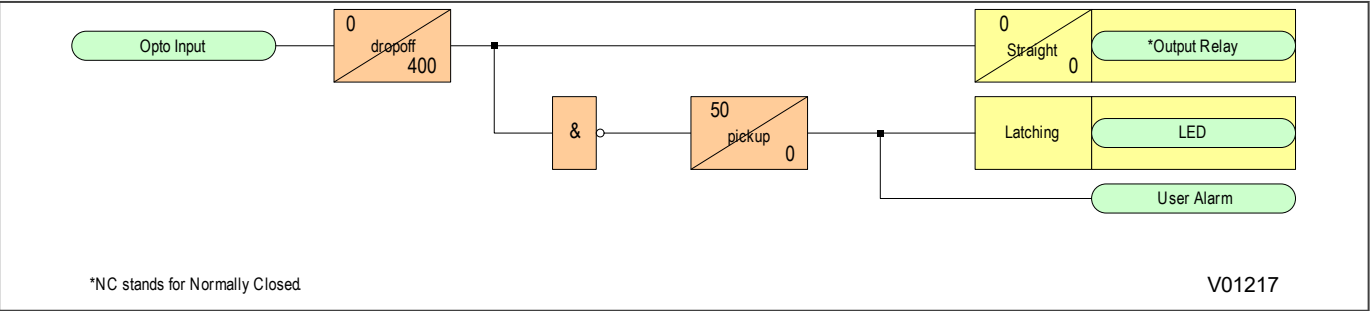


Figure 360: PSL dla układu TCS 3

ROZDZIAŁ 20

KONFIGURACJA PSL I CYFROWYCH WE/WY

20.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W niniejszym rozdziale przedstawiono edytor PSL (programowalnego schematu logicznego) i opisano konfigurację cyfrowych wejść i wyjść. Omówiono koncepcje schematu logicznego oraz edytora PSL. Następnie przedstawiono szczegółowe informacje na temat przydziału cyfrowych wejść i wyjść, które wymagają użycia edytora PSL. Dostępny jest odrębny dokument „Oprogramowanie konfiguracyjne” zawierający wyczerpujący opis PSL, jednak niniejszy rozdział oferuje dość informacji, aby umożliwić przydzielenie głównych wejść i wyjść cyfrowych.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	554
Konfiguracja wejść i wyjść cyfrowych	555
Schemat logiczny	556
Konfiguracja wejść optycznych	559
Przypisywanie przekaźników wyjściowych	560
Wskaźniki funkcyjne LED o przypisanym na stałe znaczeniu	561
Konfiguracja diod programowalnych	562
Klawisze funkcyjne	564
Wejścia sterownicze	565
Alarmy Uzytk	566

20.2 KONFIGURACJA WEJŚĆ I WYJŚĆ CYFROWYCH

Konfiguracja cyfrowych wejść i wyjść w niniejszym produkcie jest bardzo elastyczna. Można wykorzystać ustawienia i programowalną logikę razem i dopasować je do swojego zastosowania. Dostęp do niektórych ustawień można uzyskać z poziomu klawiatury na panelu przednim, ale do pełnego wywoływania i konfigurowania właściwości cyfrowych wejść i wyjść konieczny jest komputer obsługujący oprogramowanie konfiguracyjne.

Oprogramowanie konfiguracyjne zawiera aplikację o nazwie edytor PSL (PSL Editor – Programmable Scheme Logic Editor). Edytor PSL umożliwia przypisanie wejść i wyjść stosownie do konkretnego zastosowania. Pozwala on również na zastosowanie atrybutów do niektórych sygnałów np. opóźnienie odpadnięcia dla zestyku wyjściowego.

W niniejszym produkcie dostępne są następujące konfigurowalne wejścia i wyjścia cyfrowe:

- izolowane optycznie wejścia cyfrowe (wejścia optyczne). Mogą być używane do monitorowania stanu powiązanej instalacji,
- Przekazniki wyjściowe. Można je wykorzystać do takich celów jak inicjowanie wyzwolenia wyłączników, podawanie sygnałów alarmowych itp.,
- LEDy programowalne. Liczba diod programowalnych i ich kolor różnią się w zależności od konkretnego produktu, jaki zastosowano,
- klawisze funkcyjne i powiązana z nimi sygnalizacja diodowa. Nie są one dostępne we wszystkich produktach, ale tam, gdzie są, każdy klawisz funkcyjny ma powiązaną ze sobą trójkolorową diodę,
- wejścia i wyjścia IEC 61850 GOOSE. Wyposażono w nie tylko te urządzenia, których specyfikacja przewiduje podłączenie do systemu IEC61850, zaś szczegółowe informacje dotyczące GOOSE przedstawiono w dokumentacji dotyczącej standardu IEC61850.
- Wejścia i wyjścia InterMiCOM. Nie są one wykorzystywane przez wszystkie produkty. Jeśli produkt posiada funkcję InterMiCOM, szczegóły na temat rozmieszczenia i konfiguracji można znaleźć w rozdziale poświęconym funkcji InterMiCOM.

20.3 SCHEMAT LOGICZNY

Produkt wyposażono w nieedytowalny schemat logiczny (Fixed Scheme Logic – FSL) oraz programowalny schemat logiczny (Programmable Scheme Logic – PSL).

Schemat logiczny jest funkcjonalnym modułem urządzenia IED, poprzez który odbywa się powiązywanie wejść z wyjściami. Schemat logiczny można podzielić na dwie części: nieedytowalny schemat logiczny (FSL) oraz programowalny schemat logiczny (PSL). Zbudowany jest on wokół konceptu nazywanego magistralą danych cyfrowych (digital data bus – DDB). DDB obejmuje wszystkie sygnały cyfrowe (DDB) wykorzystywane w FSL oraz PSL. Sygnały DDB obejmują cyfrowe sygnały wejściowe, wyjściowe i wewnętrzne.

Logika FSL została zaprogramowana na stałe w produkcie. Ma ona zasadnicze znaczenie dla prawidłowych interakcji pomiędzy poszczególnymi członami zabezpieczającymi i/lub kontrolnymi. Jest nieedytowalna i nie można jej zmieniać.

PSL zapewnia narzędzia do opracowania niestandardowych układów odpowiadających konkretnemu zastosowaniu, jeżeli fabryczne, domyślne schematy PSL nie spełniają potrzeb użytkownika. Domyślne układy PSL są programowane, zanim jeszcze produkt opuści fabrykę. Te domyślne schematy PSL zaprojektowano z myślą o typowych zastosowaniach. W przypadku, gdy te schematy odpowiadają wymaganiom, nie ma potrzeby podejmowania żadnych działań. Jeżeli jednak zajdzie potrzeba zmiany przypisania wejść/wyjść lub zaimplementowania niestandardowego schematu logicznego, możliwa jest zmiana mapowań lub stworzenie nowego schematu PSL za pomocą edytora PSL.

PSL składa się z takich elementów jak bramki logiczne oraz timery, które łączą oraz warunkują sygnały DDB.

Bramki logiczne można zaprogramować do wykonywania wielu różnych funkcji logicznych. Liczba wejść do bramki logicznej jest nieograniczona. Timery można używać albo dla tworzenia programowalnej zwłoki czasowej albo do warunkowania wyjść logicznych. Zestyki wyjściowe i programowalne diody mają dedykowane kondycjonery.

Logika PSL jest zależna zdarzeniowo. Przetwarzana jest tylko część logiki PSL będąca pod wpływem określonej zmiany sygnału wejściowego. W ten sposób redukowany jest czas przetwarzania logiki PSL, co zapewnia parametry najwyższe w branży.

Na poniższym schemacie przedstawiono, jak schemat logiczny współdziała z innymi komponentami urządzenia IED.

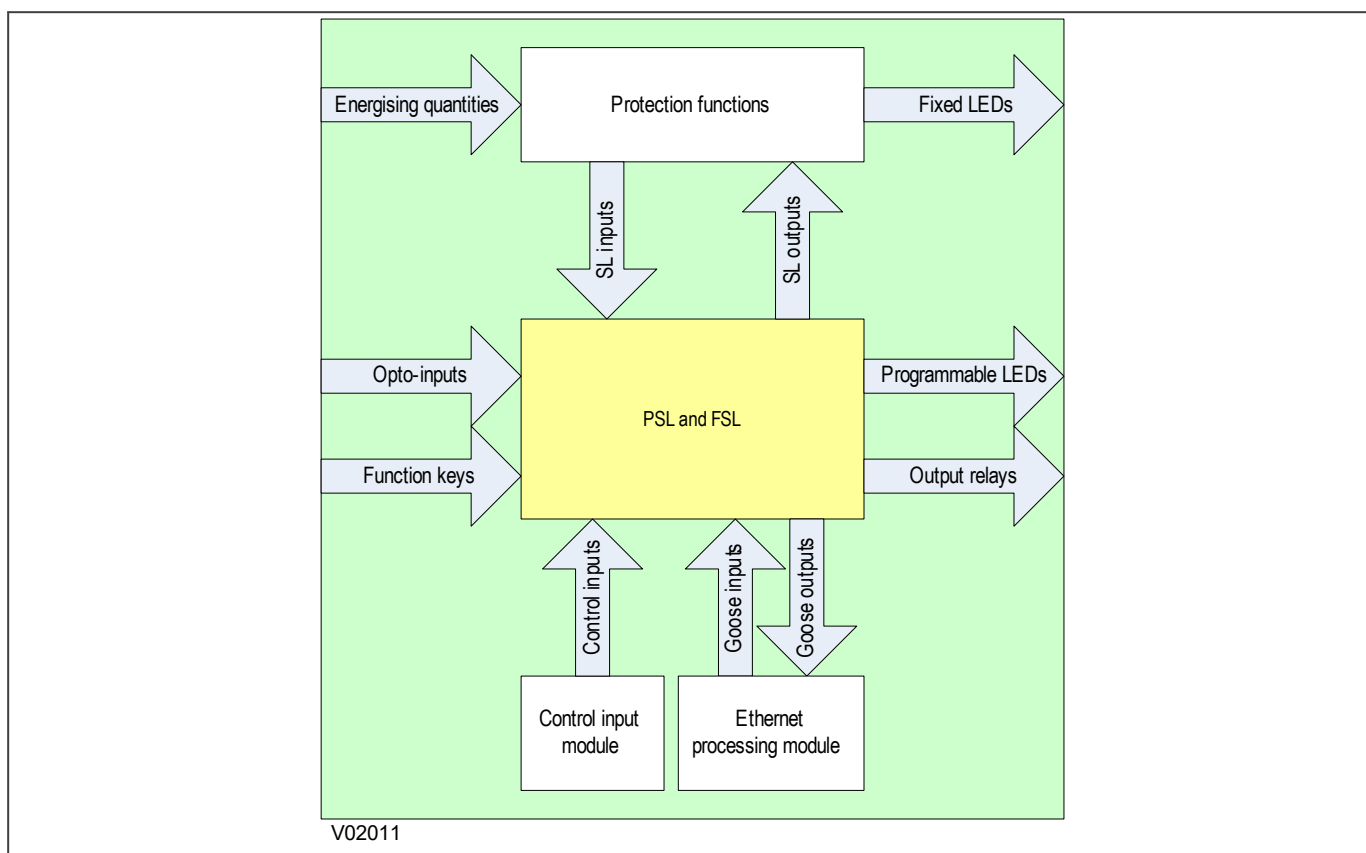


Figure 361: Interfejsy schematu logicznego

20.3.1 EDYTOR PSL

Programowalny schemat logiczny (PSL) jest modułem programowalnych bramek logicznych oraz timerów zaszytych w urządzeniu IED, które mogą być wykorzystane do utworzenia niestandardowej logiki określającej sposób zarządzania przez urządzenie jego reakcjami na warunki w sieci. Wejścia logiczne urządzenia IED są łączone z wewnątrz generowanymi sygnałami cyfrowymi za pomocą bramek logicznych, timerów i kondycjonerów. Powstające sygnały są następnie przypisywane do sygnałów wyjść cyfrowych, w tym przekaźników wyjściowych oraz diod.

Edytor PSL to narzędzie z oprogramowania konfiguracyjnego, które umożliwia tworzenie i edytowanie wykresów schematów logicznych. Można wykorzystać domyślny schemat logiczny, który zaprojektowano z myślą o większości zastosowań, lecz jeśli nie odpowiada on danemu zastosowaniu, można go zmienić. W przypadku utworzenia innego schematu logicznego za pomocą oprogramowania, konieczne jest wgranie go do urządzenia, aby został zastosowany.

20.3.2 SCHEMATY PSL

Paristawa produkt dostarczany jest z zainstalowanymi domyślnymi plikami schematów. Można je używać bez modyfikowania w większości zastosowań, lub też można wykorzystać je jako punkt wyjścia do opracowania własnego schematu. Można również stworzyć własny schemat od podstaw. Aby stworzyć nowy schemat lub zmodyfikować gotowy, należy uruchomić oprogramowanie konfiguracyjne. Następnie należy otworzyć gotowy plik PSL lub utworzyć nowy plik, dla konkretnego, używanego przez siebie produktu, a następnie otworzyć plik PSL. Aby utworzyć nowy plik PSL, należy wybrać **File**, następnie **New**, następnie **Blank scheme...** (plik > nowy > pusty schemat). Powoduje to otwarcie domyślnego pliku odpowiedniego dla danego produktu, ale też usunięcie elementów wykresu z pliku domyślnego tak, aby pozostał pusty wykres z załadowanymi informacjami konfiguracyjnymi. Ab otworzyć gotowy plik lub plik domyślny, wystarczy dwukrotnie kliknąć.

20.3.3 KONTROLA WERSJI SCHEMATU PSL

W urządzeniu wprowadzono funkcję kontroli wersji, aby łatwiej orientować się, jaki schemat PSL wgrano do produktów. Interfejs użytkownika ma kolumnę *PSL DATA*, która umożliwia śledzenie zmian wprowadzonych w programowalnym schemacie logicznym. W kolumnie *PSL DATA* znajduje się w sumie 12 komórek, po 3 dla każdej grupy ustawień.

Grp(n) PSL Ref: Podczas załadowywania schematu PSL do IED użytkownik będzie proszony o podanie numeru właściwej grupy oraz identyfikatora odniesienia. Pierwsze 32 znaki identyfikatora odniesienia są wyświetlane w tej komórce. Klawisze strzałek poziomych służą do przewijania przez 32 znaki, ponieważ na wyświetlaczu LCD mieści się jedynie 16 znaków.

Przykład:

Grp (n) PSL Ref

Data i godzina: W komórce tej wyświetlana jest data i godzina załadowania schematu PSL do urządzenia IED.

Przykład:

18 listopada 2002 08:59:32.047

Grp(n) PSL ID: W tej komórce wyświetlany jest unikalny identyfikator dla załadowanego schematu PSL.

Przykład:

Grp (n) PSL ID ID - 2062813232

20.4 KONFIGURACJA WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Liczba optycznie izolowanych wejść statusowych (wejścia optyczne) zależy od konkretnego dostarczonego modelu. Wykorzystanie wejść będzie zależało od danego zastosowania a ich przypisanie jest określone w programowalnym schemacie logicznym (PSL). Oprócz przypisania w schemacie PSL konieczne jest również określenie spodziewanego napięcia wejściowego. Zasadniczo wszystkie wejścia optyczne mieszczą się w tym samym zakresie napięcia wejściowego, lecz w przypadku stosowania innych zakresów napięcia niniejsze urządzenie może się do nich dostosować.

W kolumnie *OPTO CONFIG* znajduje się globalna nastawa napięcia znamionowego. Jeżeli wszystkie wejścia optyczne będą zasilane z tego samego zakresu napięcia, wówczas to ustawienie służy do wyboru odpowiedniej wartości. W razie wybrania opcji *Custom* w tym ustawieniu widoczne stają się komórki **Opto Input 1**, **Opto Input 2** itd. Komórki te służą do nastawiania zakresów napięcia dla poszczególnych wejść optycznych.

W kolumnie *OPTO CONFIG* znajdują się także ustawienia służące do kontrolowania filtrowania wejść a także charakterystyki pobudzenia/odpadania.

Ustawienie kontroli filtra zawiera ciąg bitów z bitem powiązany ze wszystkimi wejściami optycznymi. Ustawienie bitu na „1” oznacza, że dla wejść zastosowany jest filtr połówkowy. Pomaga to zapobiec nieprawidłowemu działaniu w przypadku zakłóceń w okablowaniu spowodowanych częstotliwością sieci elektroenergetycznej. Ustawienie w tym polu wartości „0” eliminuje filtr i zapewnia szybsze działanie.

Ustawienie **Characteristic** jest pojedynczym ustawieniem, które ma zastosowanie do wszystkich wejść optycznych. Służy do nastawiania stosunków wartości odpadania do wartości pobudzenia dla sygnałów wejściowych. Standardowo jest ustawione na pobudzenie 80% i opadanie 60%, ale można je zmienić na inne dostępne progi, jeśli odpowiadają wymaganiom operacyjnym.

20.5 PRZYPISYWANIE PRZekaźNIKÓW WYJŚCIOwych

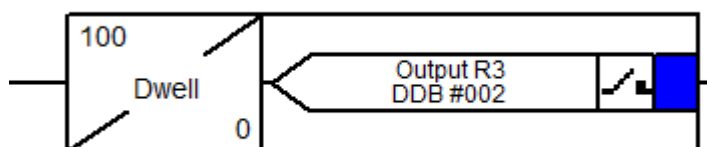
Do sterowania zestykami przekaźnikowymi służy schemat PSL. Sygnały DDB są przypisywane w schemacie PSL i służą doysterowywania przekaźników wyjściowych. Do kontroliysterowywania przekaźnika wyjściowego służy kondycjoner wyjścia przekaźnikowego. Dostępnych jest kilka opcji sposobu kondycjonowania zestyków przekaźników wyjściowych. Można na przykład wybrać, czy działanie zestyku przekaźnika wyjściowego jest blokujące, ma opóźnienie przy pobudzeniu lub ma opóźnienie przy odpadnięciu. Ten wybór dokonuje się w okienku **Contact Properties** (właściwości zestyków) powiązanym z kondycjonerem przekaźników wyjściowych.

W celu przypisania przekaźnika wyjściowego w PSL należy użyć przycisku kondycjonera zestyku z paska narzędzi, aby go zaimportować. Następnie można go kondycjonować stosownie do własnych potrzeb. Wyjście kondycjonera stosuje się do przypisanych przez użytkownika atrybutów.

Przycisk kondycjonera zestyku umieszczony w pasku narzędzi wygląda następująco:



Przywoływany przez niego element schematu PSL wygląda następująco.



Note:

Kondycjonery zestyków są dostępne tylko wtedy, gdy nie wszystkie zostały wykorzystane. W niektórych domyślnych schematach PSL mogły zostać wykorzystane wszystkie kondycjonery zestyków. Jeżeli w takim przypadku użytkownik chciałby wykorzystać je do innych celów, konieczna jest zmiana ich przypisania.

W pasku narzędzi znajduje się kolejny przycisk powiązany z wyjściami przekaźnikowymi. Przycisk ten wygląda następująco:



Jest to przycisk „sygnału zestyku”. Za jego pomocą można umieszczać instancje replik kondycjonowanego przekaźnika wyjściowego w schemacie PSL, bez konieczności tworzenia powiązań pomiędzy stronami, które mogłyby zmniejszać czytelność schematu.

20.6 WSKAŹNIKI FUNKCYJNE LED O PRZYPISANYM NA STAŁE ZNACZENIU

Cztery diody o przypisanym na stałe znaczeniu funkcyjnym znajdujące się po lewej stronie panelu przedniego wskazują wystąpienie następujących warunków.

- Dioda wyzwolenia (czerwona) zapala się, gdy IED wyda polecenie wyzwolenia. Dioda resetowana jest w momencie usunięcia związanego z nią zwarcia z wyświetlacza panelu przedniego. Dioda wyzwolenia może być również skonfigurowana jako samozerająca.
- Dioda alarmowa (żółta) błyska w momencie zarejestrowania stanu alarmowego przez IED. Wyzwolona może być zapisem o zwarcu, zdarzeniu lub konserwacji. Dioda będzie błyskać do momentu zatwierdzenia alarmu (odczytania go), po zatwierdzeniu zacznie świecić się światłem ciągłym. Po usunięciu alarmu diody zostaną wyłączone.
- Dioda awaryjna (żółta) zapala się, gdy funkcje IED nie są dostępne.
- Dioda poprawnego działania (zielona) jest zapalona, gdy IED jest całkowicie sprawny, a więc powinna być ona zapalona przez cały czas. Zgaśnie, gdy autotest urządzenia wykaże jakiegokolwiek błąd programowy lub sprzętowy. Stan diody poprawnego działania odzwierciedlony jest stanem zestyków alarmowych z tyłu przekąznika.

20.6.1 LOGIKA WSKAŹNIKA SYGNALIZUJĄCEGO WYZWOLENIE

W momencie wyzwolenia, zaświeci się dioda sygnalizująca wyzwolenie. Wskazania diody można zresetować na kilka sposobów:

- bezpośrednio przy pomocy komendy resetującej (naciskając klawisz kasowania),
- za pomocą resetu wejścia logicznego,
- za pomocą logiki samoresetującej.

W komórce **Sys Fn Links** kolumny **SYSTEM DATA** można aktywować funkcję automatycznego samozerozowania. Wartość 0 wyłącza, a wartość 1 załącza funkcję samozerozowania.

Zerowanie zostanie wykonane w momencie ponownego zamknięcia obwodu i wyzerowania sygnału **Any Pole Dead** na 3 sekundy, pod warunkiem, że sygnał **Any Start** nie jest aktywny. Zerowanie nie będzie możliwe, gdy po zamknięciu wyłącznika aktywny będzie sygnał **Any start**.

Logikę diody sygnalizującej wyzwolenie przedstawiono poniżej.

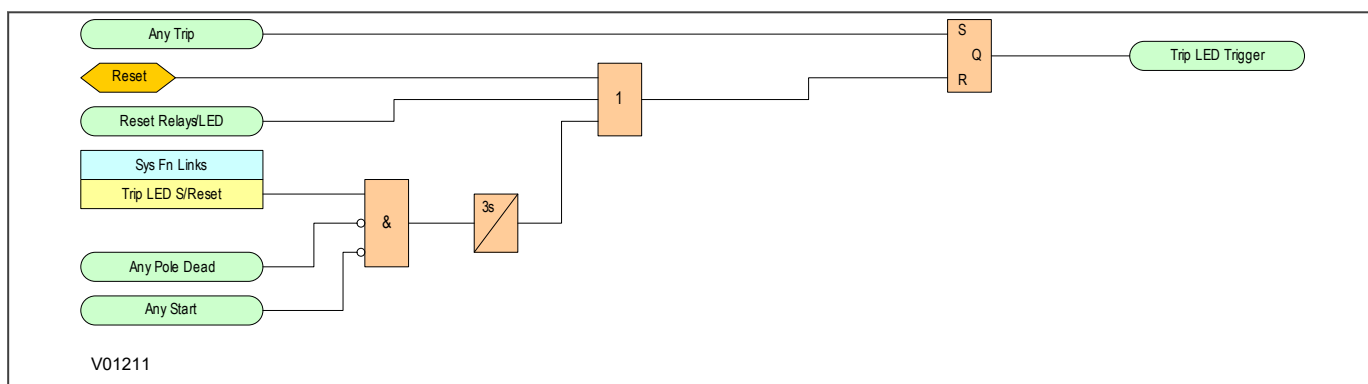


Figure 362: Logika wskaźnika sygnalizującego wyzwolenie

20.7 KONFIGURACJA DIOD PROGRAMOWALNYCH

Dostępne są trzy rodzaje programowalnych sygnałów diod, które różnią się w zależności od stosowanego modelu. Oto one:

- diody programowalne jednokolorowe. Świecą się one na czerwono,
- diody programowalne trójkolorowe. Te diody mogą świecić się na czerwono, zielono lub pomarańczowo,
- trójkolorowe diody programowalne powiązane z klawiszem funkcyjnym. Te diody mogą świecić się na czerwono, zielono lub pomarańczowo,

Sygnały DDB są przypisane w PSL i służą do zapalania diod. W przypadku jednokolorowych diod programowalnych jest jeden sygnał DDB dla każdej diody. W przypadku diod trójkolorowych dwa sygnały DDB są powiązane z diodą. Aktywowanie sygnału **LED # Grn** spowoduje, że dioda zaświeci się na zielono. Aktywowanie sygnału **LED # Red** spowoduje, że dioda zaświeci się na czerwono. Aktywowanie obu sygnałów DDB spowoduje, że dioda zaświeci się na pomarańczowo.

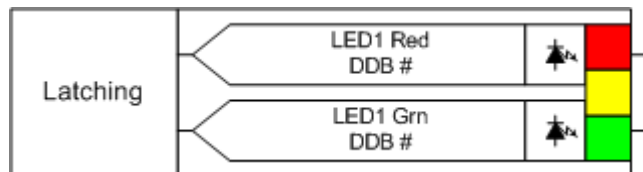
Do sterowania świeceniem się diod służy kondycjoner. Za pomocą kondycjonera można zdecydować, czy diody odzwierciedlają stan w czasie rzeczywistym sygnałów DDB czy też ich świecenie się jest zablokowane do momentu interwencji użytkownika.

W celu przypisania diody w schemacie PSL należy użyć przycisku kondycjonera diody z paska narzędzi, aby ją zaimportować. Następnie można go kondycjonować stosownie do własnych potrzeb. Wyjście(a) kondycjonera stosuje się do przypisanych przez użytkownika atrybutów.

Przycisk z paska narzędzi dla diody trójkolorowej wygląda następująco:



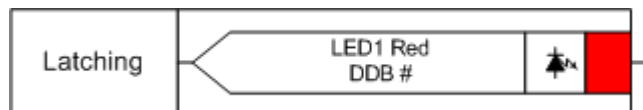
Przywoływany przez niego element schematu PSL wygląda następująco.



Przycisk z paska narzędzi dla diody jednokolorowej wygląda następująco:



Przywoływany przez niego element schematu PSL wygląda następująco.



Note:

Kondycjonery diod są dostępne tylko wtedy, gdy nie wszystkie zostały wykorzystane a w niektórych domyślnych schematach PSL mogą już być wykorzystane. Jeżeli w takim przypadku użytkownik chciałby wykorzystać je do innych celów, konieczna jest zmiana ich przypisania.

W pasku narzędzi znajduje się kolejny przycisk powiązany z diodami. W przypadku diody trójkolorowej przycisk ten wygląda następująco:



W przypadku diody jednokolorowej przycisk wygląda tak:



Jest to przycisk „sygnału diody”. Za jego pomocą można umieszczać instancje replik kondycjonowanej diody w schemacie PSL, bez konieczności tworzenia powiązań pomiędzy stronami, które mogłyby zmniejszać czytelność schematu.

Note:

Wszystkie sygnały LED DDB są zawsze wyświetlane w edytorze PSL. Faktyczna liczba wskaźników zależy jednak od konstrukcji urządzenia. Na przykład, jeśli małe urządzenie 20TE ma tylko 4 programowalne wskaźniki, wskaźniki 5-8 nie będą działać, nawet jeśli są zmapowane w PSL.

20.8 KLAWISZE FUNKCYJNE

W większości modeli dostępnych jest kilka programowalnych klawiszy funkcyjnych. Pozwala to na przypisanie klawiszy funkcyjnych do funkcji sterującej za pomocą programowalnego schematu logicznego (PSL). Każdy klawisz funkcyjny ma przypisaną programowalną trójkolorową diodę, którą można zaprogramować tak, aby służyła za wskaźnik aktywacji klawisza funkcyjnego.

Te klawisze funkcyjne można użyć do wyzwolenia dowolnej funkcji, która została im przypisana w ramach schematu PSL. Komendy klawiszy funkcyjnych znajdują się w kolumnie *FUNCTION KEYS* (Klawisze funkcyjne).

Każdy klawisz funkcyjny jest powiązany z sygnałem DDB w sposób podany w tabeli sygnałów DDB. Możliwe jest powiązanie tych sygnałów DDB z dowolną funkcją dostępną w logice PSL.

W komórce ***Fn Key Status*** wyświetlany jest status (aktywny lub nieaktywny) klawiszy funkcyjnych w postaci ciągu binarnego, gdzie każdy bit odpowiada klawiszowi, zaczynając od bitu 0 dla pierwszego klawisza funkcyjnego.

Z każdym klawiszem funkcyjnym powiązane są trzy nastawy:

- ***Fn Key (n)*** - załącza lub wyłącza klawisz funkcyjny,
- ***Fn Key (n) Mode*** - pozwala na konfigurację klawisza jako dwustabilnego lub zwykłego,
- ***Fn Key (n) label*** - pozwala na określenie wyświetlanego opisu klawisza funkcyjnego.

Do aktywowania (odblokowywania) lub wyłączania sygnałów klawiszy funkcyjnych w PSL służy komórka ***Fn Key (n)***. Ustawienie Lock zapobiega jego dalszej aktywacji przy kolejnych naciśnięciach. Pozwala na zablokowanie statusu bistabilnych (*Toggled*) klawiszy funkcyjnych oraz ich sygnałów DDB w aktywnym trybie „wysokim”, co zapobiega dezaktywacji funkcji z tym stanem powiązanej za kolejnym naciśnięciem tego klawisza. Blokowanie klawisza funkcyjnego ustawionego na normalny tryb pracy (*Normal*) sprawia, że powiązane z nim sygnały DDB pozostają na stałe wyłączone. Ta funkcja zabezpieczająca zapobiega przed aktywowaniem lub dezaktywowaniem kluczowych funkcji po przypadkowym naciśnięciu klawisza.

Gdy w komórce ***Fn Key (n) Mode*** wybrano tryb dwustabilny (*Toggle*), sygnał DDB z klawisza funkcyjnego będzie utrzymywał raz załączony stan do momentu wydania komendy resetującej. W trybie zwykłym (*Normal*) sygnał DDB z klawisza funkcyjnego utrzyma swój stan tylko na czas naciśnięcia tego klawisza, po jego zwolnieniu automatycznie się zresetuje. W trybie tym można zaprogramować minimalny czas trwania impulsu dla klawisza funkcyjnego, poprzez dodanie timera impulsu minimalnego do sygnału DDB klawisza funkcyjnego.

Komórka ***“Fn Key Labels”*** umożliwia zmianę opisu każdego z klawiszy funkcyjnych. Tekst opisu będzie wyświetlany po przejściu do danego klawisza funkcyjnego z poziomu menu klawiszy funkcyjnych, lub może być wyświetlany w schemacie PSL.

Status wszystkich klawiszy funkcyjnych zapisywany jest w pamięci nieulotnej. W przypadku wystąpienia przerwy w zasilaniu pomocniczym ich status zostanie utrzymany.

Note:

Wszystkie sygnały DDB klawiszy funkcyjnych są zawsze wyświetlane w edytorze PSL. Jednak faktyczna liczba klawiszy funkcyjnych zależy od konstrukcji urządzenia. Na przykład, jeśli małe urządzenie 20TE nie ma klawiszy funkcyjnych, DDB klawiszy funkcyjnych mapowane w PSL nie będą działać.

20.9 WEJŚCIA STEROWNICZE

Wejścia sterownicze pełnią rolę przełączników programowych, które można wysterowywać oraz resetować zarówno lokalnie jak i zdalnie. Wejścia te można użyć do wyzwolenia dowolnej funkcji PSL, do której są przypisane.

Dostępne są trzy kolumny ustawień powiązane z wejściami sterowniczymi: *CONTROL INPUTS*, *CTRL I/P CONFIG* and *CTRL I/P LABELS*. Wyszczególniono je w załączniku Ustawienia i zapisy umieszczonym na końcu niniejszego podręcznika.

20.10 ALARMY UŻYTK

Alarmy użytkownika można obsługiwać za pomocą wejścia optycznego lub wejścia sterującego z wykorzystaniem PSL. Służą one do wyświetlania diody i komunikatu alarmowego na wyświetlaczu LCD oraz wskazywania alarmu w ramach komunikacji warunku zewnętrznego – na przykład: alarm nadzoru obwodu wyzwalającego i alarm temperatury itp. W menu **ALARMY UŻYTKOWNIKA** dostępny jest 32-bitowy ciąg binarny **Resetowanie ręczne** (0 resetowanie samodzielne, 1 resetowanie ręczne), za pomocą którego można ustawić tryb roboczy alarmów użytkownika na resetowanie samodzielne lub ręczne. Za pomocą etykiet **Alarm użytkownika 1–32** dostępnych w kolumnie menu **ALARMY UŻYTKOWNIKA** oznacza się każdy alarm z osobna. Tekst jest ograniczony do 16 znaków.

ROZDZIAŁ 21

TELEOCHRONA ŚWIATŁOWODOWA

21.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Ten rozdział zawiera informacje o mechanizmie komunikacji światłowodowej, który służy do zapewnienia schematów jednostkowych i sygnalizacji teleochronnej do zabezpieczenia linii przesyłowych i zasilających linii dystrybucyjnych. Funkcja nazywana jest teleochroną światłowodową.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	568
Wprowadzenie do sygnalizacji zabezpieczającej	569
Wdrożenie teleochrony światłowodowej	571
Logika IM64	580
Uwagi dotyczące zastosowania	582

21.2 WPROWADZENIE DO SYGNALIZACJI ZABEZPIECZAJĄCEJ

Schematy zabezpieczenia jednostki mogą tworzyć liczne IED zlokalizowane zdalnie oraz niektóre schematy zabezpieczenia odległościowego. Takie schematy zabezpieczenia jednostkowego wymagają komunikacji między wszystkimi jednostkami, aby zapewnić ochronę jednostek. Komunikacja ta zwana jest sygnalizacją zabezpieczającą lub teleochroną. Gdy zdalne wyłączniki obwodu muszą zadziałać w wyniku lokalnego zdarzenia, potrzebne są także urządzenia komunikacyjne. Komunikacja ta znana jest jako wyzwalanie wewnętrzne.

Komunikaty mogą być dość proste, uwzględniając instrukcje dla urządzenia odbiorczego, aby podjąć jakieś zdefiniowane działanie (wyzwolenie, blokowanie itp.), a także przekazywać zmierzone dane w jakiejś formie z jednego urządzenia do innego (jak w schemacie zabezpieczenia jednostki).

Różne łącza komunikacyjne są dostępne do sygnalizacji zabezpieczającej, np.:

- Prywatne przewody pilotowe zainstalowane przez program usługowy
- Przewody lub kanały pilotowe wynajmowane od firmy telekomunikacyjnej
- Kanały nośne o wysokich częstotliwościach na liniach energetycznych
- Kanały radiowe o bardzo wysokich lub ultrawysokich częstotliwościach
- Włókna światłowodowe

To, czy dane łącze jest używane, zależy od czynników takich jak dostępność odpowiedniej sieci komunikacyjnej, odległość między punktami przekaźnikowymi zabezpieczenia, teren, nad którym skonstruowana jest sieć elektroenergetyczna, a także od kosztów.

Sygnalizacja zabezpieczająca służy do wdrożenia schematów zabezpieczenia jednostek, zapewnia polecenia teleochronne lub wdraża wewnętrzne wyzwalanie między wyłącznikami obwodu.

21.2.1 SCHEMATY ZABEZPIECZENIA JEDNOSTEK

Schematy porównania faz i różnicowania prądu używają sygnalizacji do przekazywania informacji dotyczących wielkości przekaźnikowej – kąt fazy prądu i faza oraz wielkość prądu – między lokalnymi i zdalnymi punktami przekaźnikowymi. Porównanie lokalnych i zdalnych sygnałów stanowi podstawę zarówno wykrywania zwarc, jak i rozróżniania schematów.

21.2.2 POLECENIA TELEOCHRONNE

Niektóre schematy zabezpieczające wykorzystują sygnalizację do przekazywania poleceń między lokalnymi i zdalnym punktami przekaźnikowymi. Odebrane informacje są wykorzystywane, aby wspomagać bądź przyspieszać usuwanie awarii w zabezpieczonej strefie lub aby zapobiegać wyzwalaniu ze zwarc poza zabezpieczoną strefą.

Systemy teleochrony są często określane poprzez tryb działania lub rolę polecenia teleochronnego w systemie.

Najczęściej występują trzy rodzaje poleceń teleochronnych: wyzwalanie bezpośrednie, wyzwolenie za przyzwoleniem i blokowanie.

Wyzwalanie bezpośrednie

W zastosowaniach z wyzwalaniem bezpośrednim (zwanym też wyzwalaniem wewnętrznym) sygnały są wysyłane bezpośrednio do głównego przekaźnika wyzwalającego. Odbiór polecenia powoduje zadziałanie wyłącznika obwodu. Metoda komunikacji musi być niezawodna i bezpieczna, ponieważ każdy sygnał wykryty na końcu odbiorczym powoduje wyzwolenie obwodu na tym końcu. Systemy komunikacyjne muszą być zaprojektowane tak, aby zakłócenia w obwodzie komunikacyjnym nie powodowały fałszywych wyzwoleń. Jeżeli dojdzie do fałszywego wyzwolenia, główny system może zostać niepotrzebnie odizolowany.

Dopuszczalne wyzwalanie

Polecenia dopuszczalnego wyzwolenia są zawsze monitorowane przez przekaźnik zabezpieczający. Wyłącznik obwodu jest wyzwalany, gdy odbiór polecenia zbiega się z warunkiem „startu” wykrytym przez przekaźnik zabezpieczeniowy na końcu odbiorczym reagującym na zwarcie systemu. Wymagania dotyczące kanału

komunikacyjnego są mniej uciążliwe niż w przypadku schematów wyzwiania bezpośredniego, ponieważ odbiór nieprawidłowego sygnału musi zbiegać się ze „startem” zabezpieczenia końca odbiorczego, aby doszło do wyzwolenia. Celem tych schematów jest przyspieszenie wyzwiania w przypadku zwarć w strefach zabezpieczonych.

Schemat blokowania

Polecenia blokowania są inicjowane przez element zabezpieczający, który wykrywa zwarcia zewnętrzne dla strefy zabezpieczonej. Wykrycie zewnętrznego zwarcia na lokalnym końcu zabezpieczonego obwodu powoduje przesłanie sygnału blokującego do zdalnego końca. Na zdalnym końcu odbiór sygnału blokującego uniemożliwia zadziałanie zabezpieczenia zdalnego końca, jeśli wykrył zwarcie zewnętrzne. Utrata kanału komunikacyjnego jest mniej poważna w tym schemacie, ponieważ nie prowadzi do niepowodzenia wyzwolenia, gdy jest ono konieczne. Jednak ryzyko fałszywego wyzwolenia jest wyższe.

21.2.3 MEDIA TRANSMISYJNE I ZAKŁÓCENIA

Media transmisyjne zapewniające łącza komunikacyjne do sygnalizacji zabezpieczającej to na przykład:

- Prywatne częstotliwości kontrolne
- Wynajmowane częstotliwości kontrolne lub kanały
- Nośniki linii energetycznej
- Radio
- Włókna światłowodowe

Historycznie najczęściej stosowane były przewody i kanały kontrolne (nieciągłe przewody kontrolne z transformatorami izolacyjnymi lub wzmacniakami wzdłuż trasy między punktami sygnalizacyjnymi) ze względu na ich dostępność, a następnie komunikacja przy użyciu nośnika linii zasilającej (PLCC) i radio. W ostatnich latach popularne stały się systemy światłowodowe dla nowych instalacji, przede wszystkim ze względu na ich całkowitą odporność na zakłócenia elektryczne. Użycie kabli światłowodowych znacznie zwiększa również liczbę kanałów komunikacyjnych dostępnych dla każdego fizycznego połączenia światłowodowego, tym samym umożliwiając bardziej kompleksowe monitorowanie systemu elektroenergetycznego poprzez zapewnienie dużej liczby kanałów komunikacyjnych.

21.3 WDROŻENIE TELEOCHRONY ŚWIATŁOWODOWEJ

Interfejs teleochrony światłowodowej to opcjonalna funkcja tego produktu. Zapewnia komunikację światłowodową w celu wdrożenia sygnalizacji polecenia wewnętrznego wyzwiania, które można swobodnie przypisać do realizacji schematów takich jak dopuszczenie i blokowanie. Aby korzystać z tej funkcji, należy włączyć ustawienie **InterMiCOM 64** w kolumnie **KONFIGURACJE**.

Każdy produkt może mieć do 2 kanałów komunikacyjnych światłowodowych do sygnalizacji teleochronnej. Dostępne są różne interfejsy światłowodowe:

- Bezpośrednie połączenia światłowodowe między urządzeniami z wieloma różnymi opcjami dopasowanymi do potrzeb
- Pośrednie połączenia wykorzystujące standard branżowy IEEE C37.94. Połączenia światłowodowe są wykonywane między produktem a sprzętem telekomunikacyjnym, który interfejsy światłowodowe zgodne ze standardem branżowym IEEE C37.94. Sprzęt telekomunikacyjny zapewnia kompleksową obsługę.
- Połączenie światłowodowe w połączeniu z zastrzeżonymi pomocniczymi jednostkami interfejsu zapewnia połączenie do standardowych interfejsów telekomunikacyjnych (G.703, V.35, X.21). Dzięki tej pośredniej metodzie połączenia sprzęt telekomunikacyjny zapewnia kompleksową obsługę.

Sygnały, które mają być przekazywane między urządzeniami, są pakietowane (czasem nazywane telegramami). Pakiety te obejmują informacje adresowe, czasowe i dotyczące sprawdzania błędów, a także polecenia teleochronne oraz dane, i są przekazywane między terminalami w regularnych odstępach czasu. Po odbiorze sprawdza się ich integralność przed użyciem zawartości.

Przydział poleceń teleochronnych odbywa się z mapowaniem między sygnałami InterMiCOM 64 i wewnętrznymi sygnałami logicznymi DDB, które wykorzystują programowalną logikę schematów (PSL).

21.3.1 KONFIGURACJA SCHEMATU IM64

Aby korzystać z funkcji teleochrony światłowodowej, należy skonfigurować schemat sygnalizacji zabezpieczającej. Schemat sygnalizacji zabezpieczającej jest definiowany przez liczbę podłączonych terminali, a także łączą komunikacyjnych między nimi.

Produkty mogą mieć jeden lub dwa fizyczne kanały teleochrony światłowodowej. Produkty z 1 fizycznym kanałem teleochrony światłowodowej mogą służyć do połączenia dwóch produktów w schemat. Produkty z 2 fizycznymi kanałami światłowodowymi teleochrony mogą służyć do podłączenia trzech produktów w schemat lub mogą służyć do połączenia dwóch produktów w schemat za pomocą podwójnych kanałów komunikacji, aby zapewnić nadmiarową komunikację (gorąca rezerwa) w przypadku awarii pojedynczego kanału komunikacyjnego.

W przypadku produktów z 2 fizycznymi kanałami światłowodowymi teleochrony należy użyć ustawienia **Układ Pracy** w kolumnie **PROT COMMS/IM64**. Możliwe opcje to *3 Terminale*, *2 Terminale* (używany tylko fizyczny Ch1), i *Podw redundantcja* (dwa terminale z dwoma kanałami połączonymi wzajemnie).

Fizyczne połączenia są oznaczone jako Ch1 i Ch2.

W schemacie z dwoma terminalami kanał 1 jednego urządzenia zawsze powinien łączyć się z kanałem 1 drugiego urządzenia. W przypadku schematu z dwoma terminalami z podwójną komunikacją nadmiarową kanał 2 jednego urządzenia powinien łączyć się z kanałem 2 drugiego urządzenia.

W schemacie z trzema terminalami kanał 1 jednego urządzenia zawsze powinien łączyć się z kanałem 2 innego urządzenia, jak pokazano na rysunku poniżej.

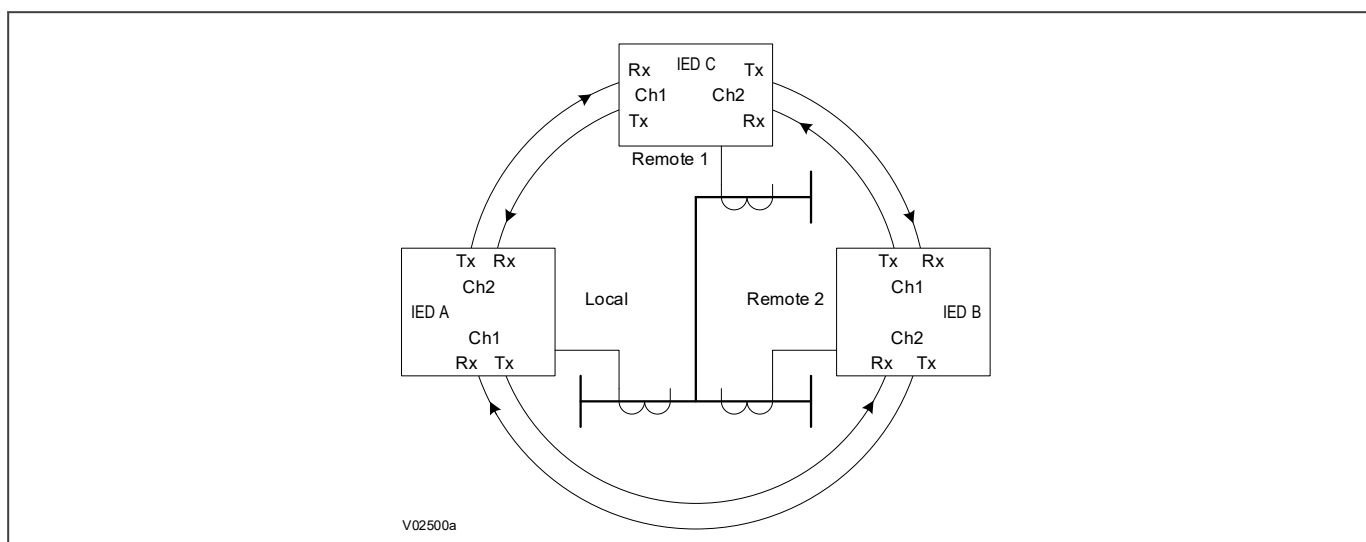


Figure 363: Połączenia teleochrony światłowodowej dla schematu z trzema terminalami

21.3.1.1 ADRESOWANIA TERMINALI SCHEMATU TELEOCHRONY ŚWIATŁOWODOWEJ

W schematach teleochrony światłowodowej polecenia są pakietowane razem z innymi ważnymi danymi i przesyłane przez kanały komunikacyjne do innych urządzeń. Pakiety informacji zwykle nazywamy komunikatami. Komunikaty te są tworzone dla konkretnego miejsca przeznaczenia, gdzie na ich podstawie dojdzie do zadziałania, aby zrealizować ogólny schemat zabezpieczający. Kluczowe jest to, że są używane tylko przez zamierzone urządzenie. Dokonywanie prawidłowych połączeń kanałowych nie zawsze zapewnia dotarcie wiadomości do właściwego miejsca, może istnieć możliwość, że ścieżki komunikacyjne staną się połączone ze sobą lub zapętlone podczas operacji przełączania sieci telekomunikacyjnych. Aby uniknąć nieprawidłowego działania schematu, potrzebne jest dodatkowe zabezpieczenie, by upewnić się, że działania są podejmowane na podstawie komunikatów tylko przez zamierzonego odbiorcę. Osiąga się to za pomocą pola adresowego w komunikatach. Pole adresowe służy do indywidualnego dopasowania podłączonych urządzeń. Urządzenie nadawcze zawiera adres zamierzonego odbiorcy w komunikacie. Jeśli urządzenie odbiorcze pasuje do adresu, komunikat zostanie wykorzystany. Jeśli nie pasuje, komunikat jest odrzucany.

Pole adresu to pole 8-bitowe (lub 24-bitowe*) w komunikacie. Może przenosić dowolną wartość 8-bitową (lub 24-bitową*), ale niektóre wartości zostały wybrane dla maksymalnego bezpieczeństwa. Dla wygody zostały uporządkowane w 32 grupy. Wszystkie urządzenia w schemacie muszą dzielić tę samą grupę. Przy adresowaniu różne urządzenia są określane jako „A”, „B” lub „C” dla schematów z trzema terminalami. Ich adresy powinny rozpoznać odniesienia.

Dla schematu z dwoma terminalami, jeśli jedno urządzenie ma adres ustawiony na „5-A”, drugie powinno mieć adres „5-B”.

Podobnie, w systemie z trzema terminalami, jeśli jedno urządzenie ma adres „1-A”, pozostałe urządzenia powinny mieć adresy „1-B” i „1-C”. Adres jest konfigurowany za pomocą ustawienia adresu w kolumnie *PROT COMMS/IM64*.

*Jeśli tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest *zaliczone*.

Note:

W kolumnie *KOMN ZABEZ/IM64 tryb IM64 Tryb rozsz.* jest dostępny tylko wtedy, gdy ustawiono **Tryb komunikacji** na 128 kbits/s lub IEEE C37.94. Gdy **Tryb komunikacji** ustawiono na IEEE C37.94, ustawienia **Ch1 N*64 kbits/s** i **Ch2 N*64 kbits/s** są dostępne i powinny być ustawione na minimum 2.

Note:

Domyślnie używany jest adres uniwersalny (0-0). Jeśli jest on stosowany, wszystkie produkty używają tego samego adresu „0-0”. Ma to przede wszystkim pomóc w testowaniu produktu przed wprowadzeniem do eksploatacji. Zdecydowanie zalecamy, aby nie używać adresu 0-0 w eksploatacji, ponieważ przełączanie lub pętla nie zostaną wykryte, co może spowodować fałszywe wyzwolenie.

Note:

W schemacie z trzema terminalami części A, B i C grupy adresowej powinny pasować do rysunku pokazanego wcześniej dla schematu trójkątnego, gdzie urządzenie A ma adres A, urządzenie B ma adres B, a urządzenie C ma adres C.

21.3.1.2 KONFIGURACJA IM64

W tym produkcie funkcja zarządzająca sygnałami sterującymi teleochrony światłowodowej nazywa się InterMiCOM 64 (lub IM64). IM64 nadaje się do wymiany wszystkich typów poleceń teleochronnych.

Zapewniono maksymalnie 2 banki sygnałów sterujących teleochrony (sygnały IM64). Każdy bank zapewnia 8 (lub 24*) dwukierunkowych sygnałów sterujących. Oznacza to, że każdy bank przypisuje 8 bitów (lub 24 bity*) dla sygnałów wejściowych IM64 i 8 bitów (lub 24 bity*) dla sygnałów wyjściowych IM64. Każdy bank jest skojarzony z kanałem logicznym (zwanym w logice wewnętrznej Ch1 lub Ch2). Każdy kanał logiczny kojarzy się z kanałem komunikacji fizycznej (oznaczonym jako Ch1 lub Ch2 w punkcie połączenia fizycznego). Skojarzenie kanałów logicznych z kanałami fizycznymi różni się w zależności od konfiguracji schematu.

*Jeśli tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest *Zalaczone*.

Note:

W kolumnie KOMN ZABEZ/ IM64 tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest dostępny tylko wtedy, gdy ustawiono **Tryb komunikacji** na 128 kbits/s lub IEEE C37.94. Gdy **Tryb komunikacji** ustawiono na IEEE C37.94, ustawienia **Ch1 N*64 kbits/s** i **Ch2 N*64 kbits/s** są dostępne i powinny być ustawione na minimum 2.

Działanie każdego sygnału wejściowego IM64 jest zarządzane atrybutami zdefiniowanymi przez trzy skojarzone z nimi ustawienia. Są one ustawiane w kolumnie **PROT COMMS/IM64** i mają następującą formę:

- **IM 1 Cmd Type** (typ polecenia)
- **IM 1 FallBackMode** (tryby awaryjne)
- **IM 1 DefaultValue** (wartości domyślne)

Ustawienia pokazane powyżej dotyczą tylko 1 bitu.

Ustawienia typu polecenia IM64 ustawiają rodzaj teleochrony. *Warunkowa* spełnia wymogi bezpieczeństwa dla zastosowań z przyzwoleniem, a także w zakresie prędkości potrzebnej dla schematu blokowania. W zastosowaniach z wyzwaniem bezpośrednim należy użyć *Bezpośredni*.

Ustawienia IM64fallback określają zachowanie wejścia w warunkach awarii komunikacji. Można wybrać zablokowanie stanu ostatniego dobrego odebranego polecenia lub cofnąć się do stanu domyślnego. Po ustawieniu trybu awaryjnego na *Domyslna* należy ustawić stan domyślny dla wymogu (1 lub 0).

Atrybuty przypisane do bitu n wejścia IM64 mają zastosowanie do tego bitu w obu kanałach logicznych. Na przykład, jeśli wybrano wartość **IM4 DomysliWart** jako 1, wtedy domyślna wartość dla bitu 4 w kanale logicznym 1 (IM64 Ch1 Input 4) będzie taka sama dla bitu 4 w kanale logicznym 2 (IM64 Ch2 Input 4) i przyjmie wartość 1.

21.3.1.3 DZIAŁANIE IM64 Z DWOMA TERMINALAMI

Wymagania połączeniowe dla sygnalizacji zabezpieczającej w produktach z dwoma terminalami są takie, że kanały fizyczne oznaczone jako Ch1 powinny być ze sobą połączone. Oznacza to, że lokalny Ch1 Tx łączy się ze zdalnym Ch 1 Rx, a lokalny Ch 1 Rx łączy się ze zdalnym Ch 1 Tx. Złącza kanału fizycznego 2 (Ch2) można zamocować, ale nie są używane.

Używa się 8 bitów (lub 24 bitów*) obu kanałów logicznych (Ch1 i Ch2). Bity obu kanałów logicznych są przypisane do kanału fizycznego 1, więc polecenia dwupiętrowe 16 (lub 64) (IM64 Ch 1 bity 1–8 (1–24*) i IM64 Ch2 bity 1–8 (1–24*)) mogą być przekazywane między terminalami w komunikatach IM64 za pomocą kanałów fizycznych Ch1.

*Jeśli tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest *Zalaczone*.

Note:

*W kolumnie KOMN ZABEZ/ IM64 tryb IM64 Tryb rozsz. jest dostępny tylko wtedy, gdy ustawiono Tryb komunikacji na 128 kbits/s lub IEEE C37.94. Gdy Tryb komunikacji ustawiono na IEEE C37.94, ustawienia Ch1 N*64 kbits/s i Ch2 N*64 kbits/s są dostępne i powinny być ustawione na minimum 2.*

21.3.1.4 NADMIAROWE DZIAŁANIE IM64 Z DWOMA TERMINALAMI

Wymóg połączeniowy dla sygnalizacji zabezpieczającej w produktach działających w schemacie podwójnym nadmiarowych (gorąca rezerwa) jest taki, że kanały fizyczne oznaczone jako Ch1 powinny być połączone ze sobą, a kanały fizyczne oznaczone jako Ch2 powinny być połączone ze sobą. Oznacza to, że lokalny Ch1 Tx łączy się ze zdalnym Ch1 Rx, lokalny Ch1 Rx łączy się ze zdalnym Ch1 Tx, lokalny Ch2 Tx łączy się ze zdalnym Ch2 Rx, a lokalny Ch2 Rx łączy się ze zdalnym Ch2 Tx.

Używa się 8 bitów (lub 24 bitów*) obu kanałów logicznych (Ch1 i Ch2). Bity obu kanałów logicznych są przypisane do kanału fizycznego 1 i kanału fizycznego 2, więc 16 poleceń dwupiętrowych (IM64 Ch1 bity 1–8 i IM64 Ch2 bity 1–8) można przekazywać między terminalami w komunikatach IM64 z pełną nadmiarowością obu kanałów logicznych w przypadku awarii któregoś z kanałów fizycznych.

*Jeśli tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest *Zalaczone*.

Note:

*W kolumnie KOMN ZABEZ/ IM64 tryb IM64 Tryb rozsz. jest dostępny tylko wtedy, gdy ustawiono Tryb komunikacji na 128 kbits/s lub IEEE C37.94. Gdy Tryb komunikacji ustawiono na IEEE C37.94, ustawienia Ch1 N*64 kbits/s i Ch2 N*64 kbits/s są dostępne i powinny być ustawione na minimum 2.*

21.3.1.5 DZIAŁANIE IM64 Z TRZEMA TERMINALAMI

Wymagania połączeniowe dla sygnalizacji zabezpieczającej w produktach z trzema terminalami są takie, że kanały fizyczne oznaczone jako Ch1 powinny być połączone z kanałami fizycznymi oznaczonymi jako Ch2. Oznacza to, że lokalny Ch1 Tx łączy się ze zdalnym Ch2 Rx, a odpowiadające mu Ch1 Rx i Ch2 Tx są połączone ze sobą, jak pokazano na wcześniejszym rysunku (połączenia teleochrony światłowodowej dla schematu z trzema terminalami).

Ten schemat z trzema terminalami wykorzystuje podejście triangulacyjne i ma pracować, jeśli łącze komunikacyjne między dwoma terminalami nie jest obecne lub uległo degradacji. 8 poleceń dwupiętrowych teleochrony jest dostępnych między dowolną parą terminali, nawet jeśli jeden z kanałów komunikacyjnych zawiedzie.

Kanał logiczny 1 jest skojarzony z kanałem fizycznym 1, a kanał logiczny 2 jest skojarzony z kanałem fizycznym 2.

Rozważmy schemat z trzema terminalami, w którym terminale są określane jako lokalny, zdalny 1 i zdalny 2. Zdalny 1 koreluje z Ch 1, a zdalny 2 koreluje z Ch2. Lokalny terminal wysła polecenie, że zdalny 1 ma zadziałać zarówno na zdalny 1, jak i na zdalny 2. Po odebraniu zdalny 1 zadziała na podstawie poleceń, których chce używać terminal lokalny. Zdalny 1 pakietuje również polecenia, których ma użyć zdalny 2, wraz z kopią poleceń, które lokalny chce, aby użył zdalny 2, a także polecenia, których ma używać lokalny. Zdalny 1 wysła komunikat do zdalnego 2. Zdalny 2 działa podobnie. Ten sam proces zachodzi w przeciwnym kierunku wokół pierścienia, więc w przypadku awarii jednego kanału, jeśli wszystkie terminale mają takie samo mapowanie dla 8 (lub 24*) bitów IM64, integralność zostanie zachowana dla wszystkich 8 (lub 24*) poleceń dwupiętrowych między połączonymi terminalami.

W schemacie triangulowanym, na każdym terminalu polecenia kanału logicznego 1 są kojarzone z kanałem fizycznym 1, a polecenia kanału logicznego 2 z kanałem fizycznym 2. Na każdym terminalu osiem poleceń IM64 przesyłanych na kanale fizycznym 1 jest przeznaczonych dla urządzenia podłączonego jako zdalny 1, a osiem poleceń IM64 przesyłanych na kanale 2 jest przeznaczonych dla urządzenia podłączonego jako zdalny 2. Więc 8 (lub 24*) pełnodwupiętrowych poleceń jest dostępnych między dowolnymi dwoma terminalami. Każde urządzenie

przekazuje do podłączonych urządzeń oba kanały ośmiu poleceń IM64. W urządzeniu zdalnym 1 osiem poleceń IM64 kanału 1 jest używanych bezpośrednio przez urządzenie odbierające, które przechodzi przez 8 (lub 24*) poleceń IM64 kanału 2 do zdalnego urządzenia 2. Wszystkie trzy urządzenia w schemacie działają podobnie, gwarantując, że o ile jedno urządzenie może komunikować się z pozostałymi dwoma, integralność schematu jest zachowana.

*Jeśli tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest *zaliczone*.

Note:

W kolumnie KOMN ZABEZ/ IM64 tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest dostępny tylko wtedy, gdy ustawiono **Tryb komunikacji** na 128 kbits/s lub IEEE C37.94. Gdy **Tryb komunikacji** ustawiono na IEEE C37.94, ustawienia **Ch1 N*64 kbits/s** i **Ch2 N*64 kbits/s** są dostępne i powinny być ustawione na minimum 2.

Ta topologia łańcucha (normalnie przywoływana w przypadku awarii łącza komunikacyjnego) może być wykorzystywana, aby oszczędzać koszty w schemacie z trzema terminalami. Dzieje się tak, ponieważ dwie odnogi są tańsze do zainstalowania niż pełna implementacja triangulacji. Również jeśli odpowiednie łącze komunikacyjne nie jest dostępne między dwoma końcami linii, może to być jedyna opcja. Jeśli używana jest topologia łańcucha lub dojdzie do utraty jednego łącza w pełni triangulowanym schemacie, opóźnienie poleceń teleochrony zwiększa się o mniej więcej 7 m plus opóźnienie kanału komunikacyjnego sygnalizacji ze względu na wydłużoną długość toru i dodatkowe przetwarzanie.

21.3.1.6 POŁĄCZENIE FIZYCZNE

Komunikaty zabezpieczające do i z produktów są światłowodowe. Połączenia wykonywane są za pomocą złączy BFOC/2.5 (złącza BFOC/2.5 są powszechnie zwane złączami ST, gdzie ST to zarejestrowanym znakiem towarowym AT&T).

Zgodnie z zastosowaniem dostępne są różne interfejsu światłowodowe i opisano je w poniższej tabeli:

Długość fali światła (nm)	Typ światłowodu	Maksymalna odległość przesyłowa (km)
850	Wiele trybów	1
1300	Wiele trybów	50
1300	Jeden tryb	100
1550	Jeden tryb	130

Połączenia są wykonywane są za pomocą odpowiednich kabli światłowodowych zakończonych złączami BFOC/2.5. Nadajnik jednego urządzenia (np. Tx1) jest podłączony do odbiornika innego urządzenia (Rx1 lub Rx2 zgodnie z konfiguracją schematu)

Produkty, które mogą być zasilane za pomocą następujących systemów kanałów światłowodowych:

Ch 1	Ch2
850 nm	850 nm
1300 nm wiele trybów	Niezamontowany
1300 nm wiele trybów	1300 nm wiele trybów
1300 nm jeden tryb	Niezamontowany
1300 nm jeden tryb	1300 nm jeden tryb
1550 nm jeden tryb	Niezamontowany
1550 nm jeden tryb	1550 nm jeden tryb
850 nm	1300 nm wiele trybów
850 nm	1300 nm jeden tryb

Ch 1	Ch2
850 nm	1550 nm jeden tryb
1300 nm wiele trybów	850 nm
1300 nm jeden tryb	850 nm
1550 nm jeden tryb	850 nm

21.3.1.6.1 POŁĄCZENIE BEZPOŚREDNIE

W przypadku użycia bezpośrednich połączeń światłowodowych należy ustawić **Układ Pracy** i zaleca się zmianę ustawienia **Adres** z wartości domyślnej. Ustawienia te można znaleźć w kolumnach PROT COMMS/IM64. Nie należy używać żadnych innych ustawień, które miałyby zastosowanie w przypadku korzystania ze współdzielonych łączy i/lub połączonych jednostek.

21.3.1.6.2 POŁĄCZENIE POŚREDNIE

Dla łączy komunikacyjnych 850 nm, w których połączenie nie jest bezpośrednim włóknem, dostępnych jest szereg opcji umożliwiających połączenie ze standardowym sprzętem telekomunikacyjnym. Oto one:

- Połączenie światłowodowe z urządzeniami telekomunikacyjnymi obsługującymi interfejs IEEE C37.94
- Połączenie z obwodami elektrycznymi G. 703, V. 35 lub X. 21 przy użyciu pomocniczych układów sprzęgających P59x

Opcje układów sprzęgających P59x to:

- P591 – Światłowod do sygnału elektrycznego G.703 (współkierunkowy) 64 Kbit/s, 2 Mbit/s lub IEEE C39.94, w zależności od opcji zamówienia
- P592 – Światłowod do sygnału elektrycznego V.35
- P593 – Światłowod do sygnału elektrycznego X.21 (64 Kbit/s lub IEEE C37.94, w zależności od opcji zamówienia)

Note:

Gdy przekaźnik jest ustawiony na tryb zastosowania 24bit InterMiCOM64 (**IM64 Tryb rozs. to Zalaczone**), przekaźnik jest zgodny z P592. Prosimy skontaktować się z GE Vernova, aby zamówić konwerter obwodu elektrycznego G.703, V.35 lub X.21.

Układy sprzęgające P59x są w obudowach o szerokości 10TE i wysokości 4U. Zapewniają konwersję optyczno-elektryczną. Charakterystyki optyczne pasują do interfejsu 850 nm w urządzeniu zabezpieczającym. Gdy są używane, potrzebny jest jeden moduł na każdą parę nadajnik/odbiornik. Oznacza to jeden moduł na końcu każdego kanału komunikacyjnego, jak pokazano na poniższym rysunku.

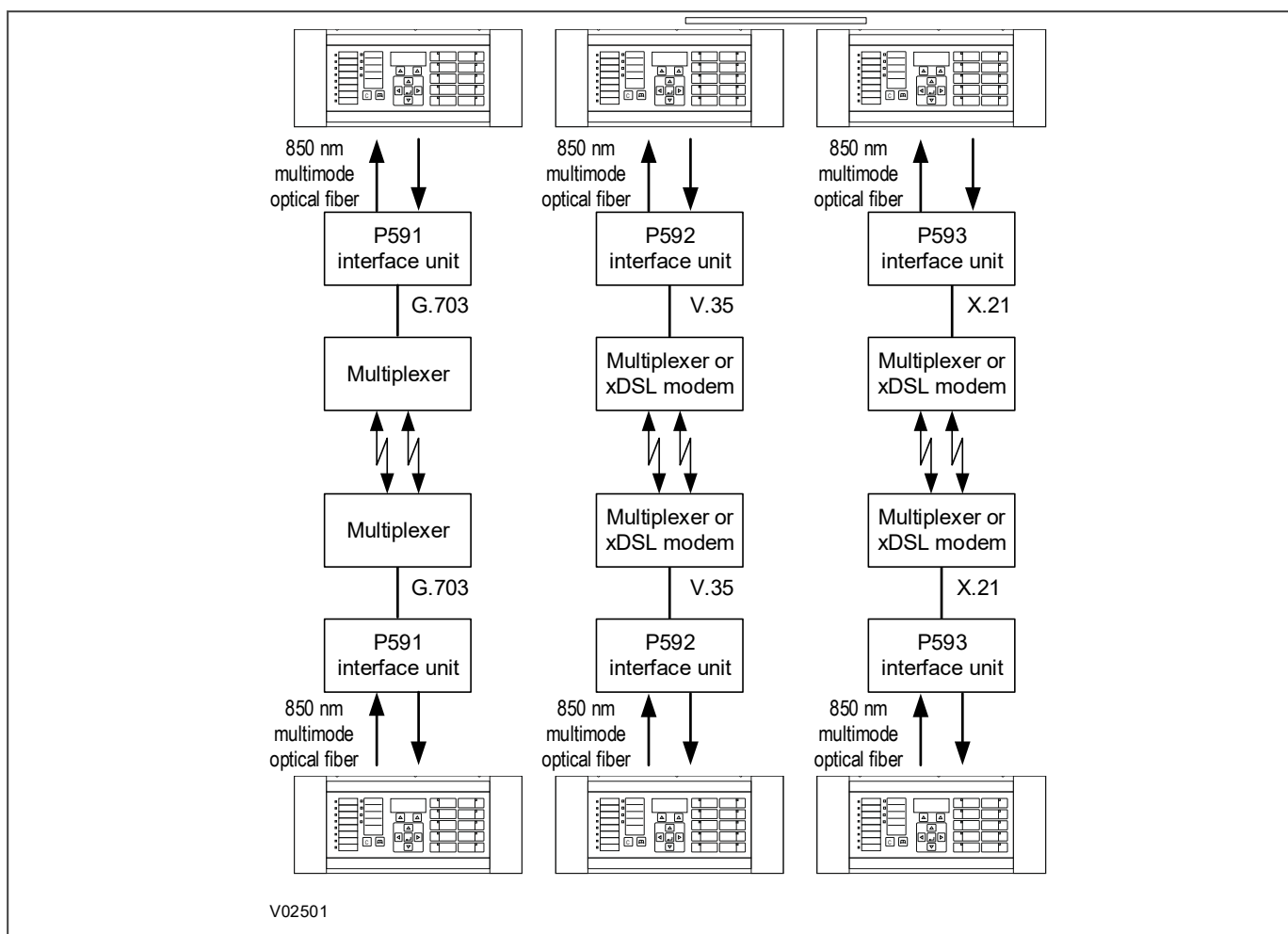


Figure 364: Połączenie z multiplexerami PCM

Note:

Układy sprzęgające P59x powinny być montowane jak najbliżej urządzeń telekomunikacyjnych, aby zminimalizować zakłócenia na połączeniach elektrycznych.

21.3.1.6.2.1 POŁĄCZENIE POŚREDNIE, ŚWIATŁOWÓD (IEEE C37.94)

Interfejs światłowodowy 850 nm może łączyć się bezpośrednio do multiplexerem obsługującym normę IEEE C37.94. Wielomodowe włókna światłowodowe 850 nm, 50/125 μm lub 62,5/125 μm , są odpowiednie. Używane są złącza światłowodowe typu BFOC/2.5.

Note:

Aby użyć tej konfiguracji, należy ustawić **Tryb komunikacji** na 'IEEE C37.94'. Następnie należy usunąć zasilacz z produktu i ponownie zastosować moc. Ustawienie jest teraz skuteczne. W przypadku zastosowania „IEEE C37.94” dotyczy obu kanałów komunikacyjnych.

Norma IEEE C37.94 definiuje wybór $N \times 64$ kbits/s, gdzie N to liczba między 1 a 12 i wybiera kanał używany w multiplexerze. Wartość N jest ustawiana na każdy kanał przy użyciu **Ch1 $N \times 64$ kbits/s** (i **Ch2 $N \times 64$ kbits/s** jeśli dotyczy) do N (1 do 12). Dla wygody dostępne jest automatyczne wykrywanie ustawień, jeśli używany jest tryb **IM64 Tryb rozs.**, a zatem 128 Kb/s – wówczas należy skonfigurować minimum 2 sloty. Ustawienie na *Automatyczny* oznacza, że urządzenie automatycznie określi, którego kanału multiplexerowego użyć.

21.3.1.6.2.2 POŁĄCZENIE POŚREDNIE – OBWODY ELEKTRYCZNE

Układy sprzęgające P591, P592, P593 są w obudowach o szerokości 10TE i wysokości 4U. Zapewniają konwersję optyczno-elektryczną, aby zabezpieczenia można było używać ze sprzętem telekomunikacyjnym zapewniającym interfejsy zgodnie z zaleceniami ITU-T odpowiednio G.703, V.35 i X.21. Charakterystyki optyczne urządzeń P59x odpowiadają interfejsowi 850 nm w urządzeniu zabezpieczającym. Gdy są używane, potrzebny jest jeden moduł na każdą parę nadajnik/odbiornik. Oznacza to jeden moduł na końcu każdego kanału komunikacyjnego. Urządzenia P59x powinny być montowane jak najbliżej urządzeń telekomunikacyjnych, aby zminimalizować zakłócenia na połączeniach elektrycznych.

Szczegółowy opis urządzeń można znaleźć w instrukcji technicznej P59x.

P59x obsługuje poniższe połączenia elektryczne:

- X.21: Obsługa połączenia przy 64 kbps lub C37.94.
- V.35: Obsługa połączenia przy 64 kbps lub 56 kbps.
- G.703: Szybkość transmisji danych to 64 kbps lub C37.94 do 12×64 kbps, ale połączenie może być wykonane przy prędkości 64 kbps lub 2 Mbps.

Gdy moduły P59x są używane w kanale komunikacyjnym schematu zabezpieczającego, należy ustawić poniższe:

- Tryb komunikacji
- Baud Rate Chn ($n = 1$ lub 2)
- Clock Source Chn ($n = 1$ lub 2)

Należy ustawić Comms Mode na *Standard* lub *C37.94* i dopasować szybkość transmisji do szybkości transmisji danych kanału.

W przypadku V.35 należy ustawić Clock Source na *Zewnetrzne* dla sieci multiplexera, która dostarcza sygnał zegara głównego, lub na *Wewnetrzne* dla sieci multiplexera, która pobiera sygnał czasowy z urządzenia (odzyskiwanie zegara). Dla G.703 i X.21 źródło zegara zawsze powinno być ustawione na *External*.

Note:

W przypadku użycia C37.94 między IED a P591 należy ustawić jeden z konwerterów jako główny, a drugi jako podległy.

21.3.2 IM64 WYBIERA 8 LUB 32 BITY NA KANAŁ

Aby włączyć 24 bity IM64 na kanał szybkość transmisji danych urządzenia musi być zwiększona z 64/56 Kbps do 128 Kbps. Aby zachować kompatybilność wsteczną z poprzednimi wersjami oprogramowania, szybkość transmisji danych będzie możliwa do wybrania w kolumnie *PROT COMMS/IM64* w ustawieniu **Tryb komunikacji**, które obejmuje opcje *128 Kbits/s* oraz *Standard i IEEE C37.94*.

Jeśli ustawienie **Tryb komunikacji** to *128 Kbits/s* lub *IEEE C37.94*, opcja ustawienia IM64 na 8 lub 24 bity na kanał (poprzez ustawienie **IM64 Tryb rozsz.** w kolumnie *PROT COMMS/IM64*) będzie dostępna.

Jeśli IM64 skonfigurowano na 24 bity (**Extended IM64** to *Zalaczone*), a **Tryb komunikacji** ustawiono na *IEEE C37.94*, minimalna liczba kanałów komunikacyjnych wynosi 2.

Nazwy sygnałów wejściowych i wyjściowych **IM64 Tryb rozsz.** (od **IM64 Kan1 Wej.* / IM64 Kan2 Wej.9*** i **IM64 Kan1 Wyj.9* / IM64 Kan2 Wyj.9*** dalej) są oznaczone gwiazdką.

Jeśli **Tryb komunikacji** ustawiono na *Standard* lub *IEEE C37.94*, a IM64 ustawiono na 8 bitów (**IM64 Tryb rozsz.** na *Odstawione*), poprzednia wersja oprogramowania pozostanie bez zmian.

Jeśli tylko jedno gniazdo jest skonfigurowane, a **Tryb komunikacji** to *IEEE C37.94*, wtedy IM64 można ustawić na 24 bity (**IM64 Tryb rozsz.** nie może być ustawiony na *Zalaczone*).

Gdy **Tryb komunikacji** to *IEEE C37.94*, **Ch 1 N*64 kbits/s** lub **Ch 2 N*64 kbits/s** to *AUTO*, a IM64 ustawiono na 24 bity (**IM64 Tryb rozsz.** jest *Zalaczone*), wtedy żądanie z multipleksera, aby użyć gniazda, wyzwoli flagę **Kan1 NiezgKanRxN** lub **Kan2 NiezgKanRxN** i żądanie zostanie zignorowane.

Note:

Format komunikatu nie jest wstecznie kompatybilny, jeśli Tryb komunikacji to 128 Kbps lub IEEE C37.94, a IM64 skonfigurowano na 24 bity (IM64 Tryb rozsz. ustawiono Zalaczone).

Note:

Wszystkie urządzenia w schemacie muszą być zdolne do działania IM64 Tryb rozsz..

Alarm **Bled Ram Wiad** i alarm **IM64 BledSchemat** zostaną aktywowane, jeśli odebrany komunikat nie ma prawidłowego formatu lub szybkości transmisji danych.

Gdy ustawiono nową konfigurację komunikatów, alarm **Kom. Zmieniona** będzie aktywny, aby powiadomić użytkownika o konieczności zrestartowania przekaźnika. Po ponownym uruchomieniu zmieniona konfiguracja komunikatów będzie aktywna.

21.4 LOGIKA IM64

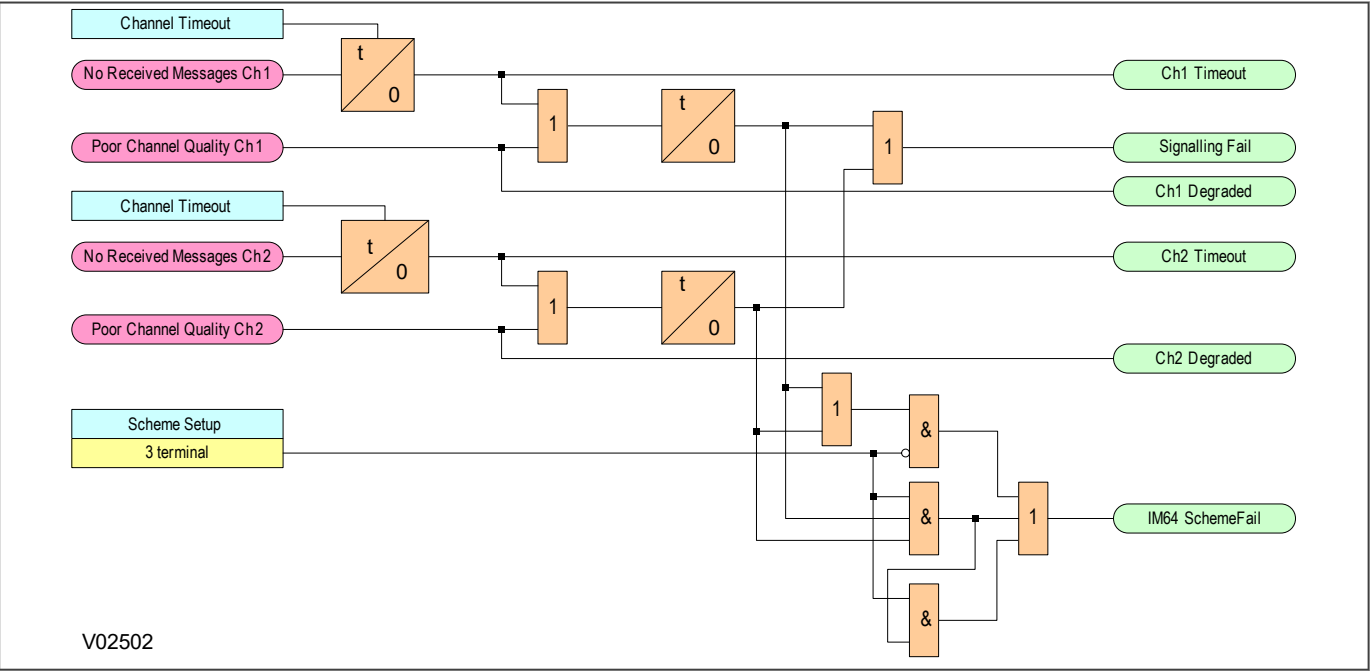


Figure 365: Logika awarii sygnału i schematu IM64



Figure 366: Logika ogólnych sygnałów alarmowych IM64

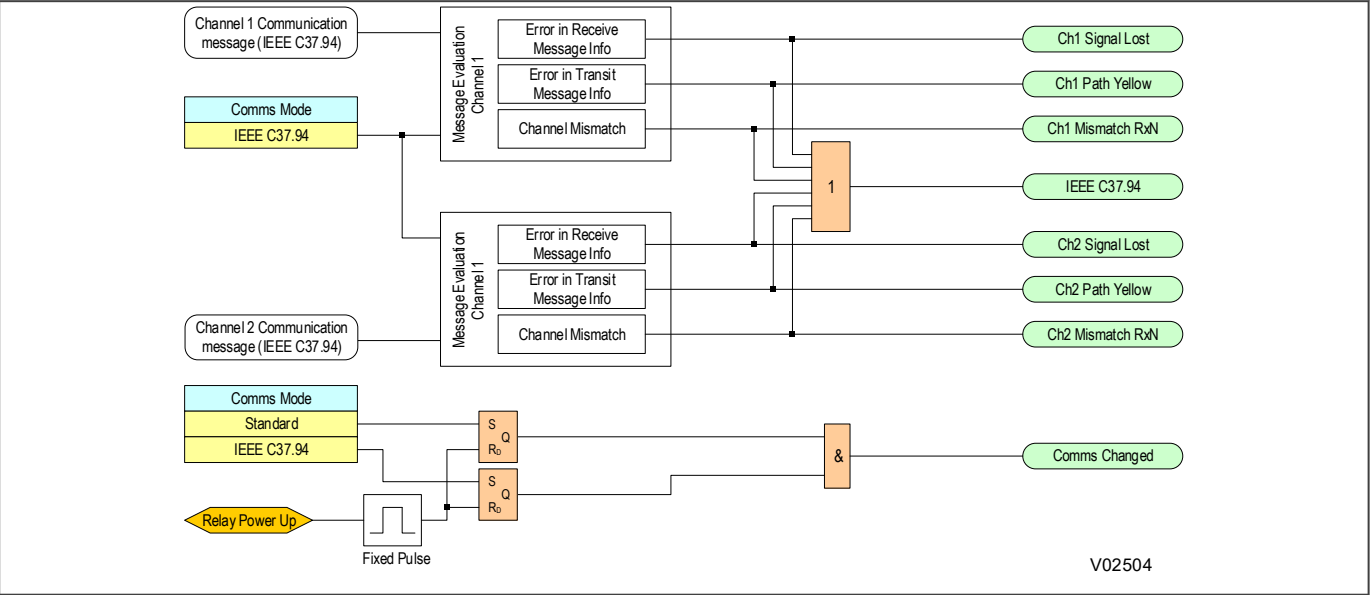


Figure 367: Tryb komunikacji IM64 i sygnały alarmowe IEEE C37.94

21.5 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

Skuteczna komunikacja ma zasadnicze znaczenie dla działania schematów teleochrony. Zakłócenia na łączach komunikacyjnych należy wykrywać i zgłaszać, aby można było podjąć odpowiednie działania w celu upewnienia się, że system energetyczny nie pozostaje bez ochrony.

21.5.1 ZARZĄDZANIE ALARMAMI

Ze względu na krytyczność komunikacji IM64 dla prawidłowego działania schematu istnieje rozbudowany system monitorowania jakości i integralności sygnałów, a także generowanie i zgłaszanie alarmów. W większości zastosowań zarządzanie alarmami zapewnione w standardzie spełni wymagania schematu.

W niektórych zastosowaniach konieczne może być dostosowanie zarządzania alarmami. Można to zrobić za pomocą programowalnej logiki schematu. W niniejszej sekcji przedstawiono szczegółowe wyjaśnienie sygnałów alarmowych zintegrowanych w tym produkcie.

21.5.2 LOGIKA ALARMÓW

Rysunki w sekcji diagramu logicznego pokazują główne sygnały alarmowe DDB skojarzone z IM64. Niektóre sygnały są zależne od ustawień lub sprzętu. Na przykład alarmy kanału 2 nie są dostępne w zastosowaniu z prostym pojedynczym łączem komunikacyjnym z dwoma terminalami. W tej sekcji wyjaśniono logikę, aby umożliwić zrozumienie tego, jak można dostosować logikę alarmów do zastosowania.

Komunikaty odbierane na każdym kanale są indywidualnie oceniane pod kątem jakości, aby upewnić się, że schemat sygnalizacji IM64 jest dostępny do użycia. Jeśli żadne komunikaty nie są odbierane przez okres równy ustawieniu **Kanal Czas minal** lub jakość sygnałów spadnie poniżej określonej wartości, sygnały DDB są aktywowane, jak pokazano na diagramie logicznym awarii kanału i schematu IM64.

Słaba jakość jest wskazana, jeśli odsetek niekompletnych komunikatów przekracza ustawienie **IM Poziom Alarm**. w okresie 100 ms (okno wydawania) lub jeśli czas propagacji komunikacji dla komunikatu IM64 przekracza **Max Ch PropDelay** (zakładając, że **Stat Opozniem** jest *zaliczone*), lub jeśli (tylko w konfiguracji IEEE C37.94, nie pokazano na diagramie) flaga **Ch Mux Clk** została wyzwolona, aby wskazać nieprawidłową szybkość transmisji.

Jeśli sygnał **Ch Timeout** lub **Ch Degraded** utrzymuje się w stanie alarmowym dłużej niż czas trwania **Comm Fail Timer**, zgodnie z warunkami określonymi w ustawieniu Comm Fail Mode uruchamia się sygnał **Uszk.Komunikacji**.

Dla schematów z dwoma końcami (w tym podwójne nadmiarowe) sygnał **IM64 BladSchemat** jest generowany w tym samym czasie co sygnał **Uszk.Komunikacji**. Jednak w zastosowaniach z trzema terminalami sygnał **IM64 BladSchemat** wskazuje, że pełny zestaw bitów sygnalizacyjnych nie może zostać przetworzony przez schemat. Ze względu na samouzdrawiającą się naturę zastosowań z trzema terminalami, dzieje się tak, gdy oba kanały na dowolnym terminalu nie odbierają prawidłowych sygnałów. Warunek ten generuje flagę w strukturze komunikatu IM64, który jest przekazywany do obu zdalnych końców, a także generuje lokalny sygnał **IM64 BladSchemat**. Stosując tę metodę, w zastosowaniach z trzema terminalami na wszystkich trzech końcach uruchamia się wskazanie awarii schematu.

Sygnalizowanie awarii schematu jest generowane przez niezdolność urządzenia do odbierania komunikatów ze względu na awarię komunikacji. Urządzenie nadawcze wie tylko, że komunikacja z urządzeniem zdalnym nie powiodła się, jeśli odbiera powiadomienie z urządzenia zdalnego. Jeśli urządzenie w schemacie zostanie wprowadzone w tryb testowy, informacja o awarii komunikacji nie jest przekazywana do zdalnych końców. Jeśli awaria komunikacji jest dwukierunkowa, nie będzie wskazania na urządzeniu zdalnym. Jeżeli spowoduje to problemy operacyjne, konieczne może być uwzględnienie innych sygnałów, aby zapewnić dokładniejsze wskazanie awarii schematu.

Oprócz awarii głównego kanału IM64 i awarii logiki koncepcyjnej schematu istnieje szereg dodatkowych sygnałów alarmowych DDB związanych z trybami testowymi, ponowną konfiguracją dla schematów z 3 terminalami oraz trybem komunikacji („Standard” lub „IEEE C37.94”) widocznych na diagramach logicznych.

Większość sygnałów jest skojarzonych z trybem komunikacji „IEEE C37.94” i nie aktywuje się, jeśli wybrano tryb komunikacji *Standard*. Logika DDB **Comms Changed** ma pokazać, że przełączanie między różnymi trybami komunikacji wymaga wyłączenia i włączenia zasilania, zanim zmiana zostanie aktywowana.

21.5.3 ROZSZERZONY NADZÓR NAD SCHEMATEM Z DWOMA KOŃCAMI

W przypadku zastosowań z dwoma terminalami sygnały **Uszk.Komunikacji** i **IM64 BładSchemat** działają razem. W związku z tym podstawowe wskazania dostępne na każdym urządzeniu należy traktować wyłącznie jako wskazania lokalne dla terminala. Jeśli zdalne wskazanie jest potrzebne, by zapewnić funkcjonalność schematu, konieczne jest użycie dodatkowych sygnałów do przekazywania stanu na zdalny koniec. Jedną metodę wykonania tego zadania przedstawiono poniżej:

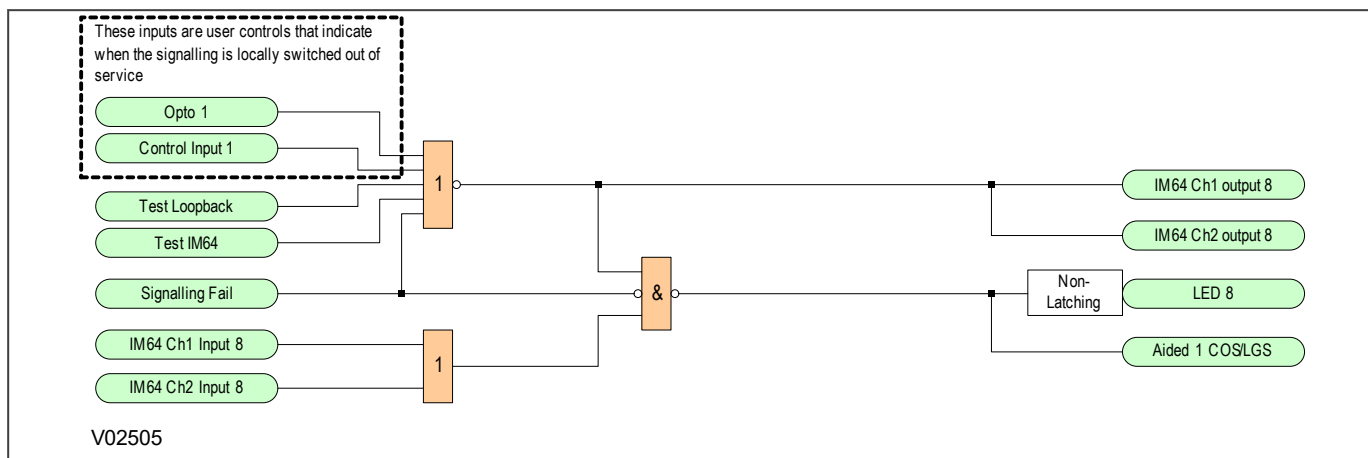


Figure 368: Rozszerzony nadzór nad schematem IM64 z dwoma terminalami

W tym przykładowym schemacie używanych jest kilka sygnałów do stałego przekazywania sygnału IM64 do zdalnego terminala. Sygnały te uwzględniają lokalną możliwość odbierania komunikatów IM64, tryby lokalnego testu/pętli oraz inne zewnętrzne metody wyłączania schematu sygnalizacji z eksploatacji. Jeśli któryś z tych sygnałów jest zasilany energią, komunikat IM64 jest resetowany (0 jest wysyłane w bicie 8 IM64 lub w bicie 24, jeśli tryb **IM64 Tryb rozs.** jest *z*alaczone). Powoduje to powstanie alarmu na obu końcach (LED 8 w przykładzie) lub wyłączenie schematu z eksploatacji z powodu utraty kanału.

Ma to służyć jedynie za przykład. Konieczne może być dostosowanie do wymagań zastosowania.

21.5.4 ROZSZERZONY NADZÓR NAD SCHEMATEM Z TRZEMA KOŃCAMI

Przykłady schematu IM64 z dwoma terminalami mogą być stosowane do zastosowań z trzema terminalami. Jednak w przypadku zastosowań z trzema terminalami sygnał **IM64 BładSchemat**, który automatycznie jest przekazywany na wszystkie końce schematu jest używany zamiast sygnału **Uszk.Komunikacji**.

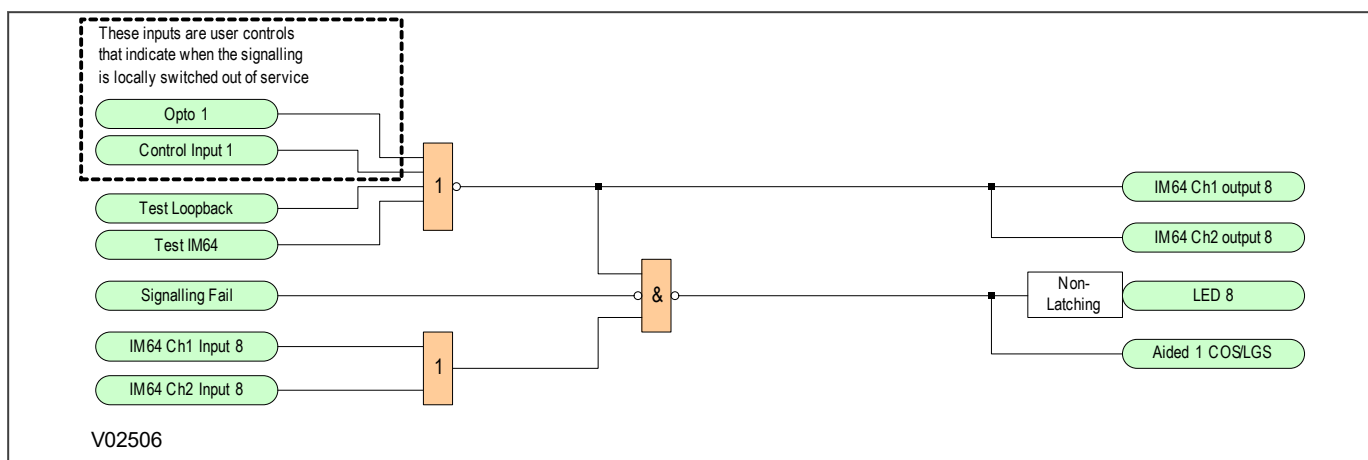


Figure 369: Rozszerzony nadzór nad schematem IM64 z trzema terminalami

W tym przykładzie, jeśli oba kanały w dowolnym terminalu nie odbiorą informacji, jest to komunikowane pozostałym terminalom. Uruchamia się alarm, a schemat jest wyłączany z eksploatacji. W powyższym przykładzie wzięto także pod uwagę tryb testowe i przełączanie lokalne, więc schemat jest sygnalizowany jako wyłączony z eksploatacji na wszystkich terminalach, jeśli jeden terminal zostanie wyłączony lokalnie.

Powyższa logika służy jedynie jako przykład. Konieczne może być dostosowanie do wymagań zastosowania.

ROZDZIAŁ 22

TELEZABEZPIECZENIA UKŁADÓW ELEKTRYCZNYCH

22.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	586
Wprowadzenie	587
Zasada działania układu telezabezpieczenia	588
Wdrożenie	589
Konfiguracja	590
Łączenie z elektryczną implementacją InterMiCOM	592
Uwagi dotyczące zastosowania	593

22.2 WPROWADZENIE

Telezabezpieczenie układów elektrycznych to opcjonalna funkcja wykorzystująca łącza komunikacyjne do tworzenia układów zabezpieczeń. Telezabezpieczenie elektryczne można wykorzystać do zastąpienia stałego okablowania pomiędzy dedykowanymi stykami wyjściowymi przełącznika a obwodami wejść cyfrowych. Dwa urządzenia wyposażone w telezabezpieczenia układów elektrycznych mogą łączyć się i wymieniać polecenia za pomocą łącza komunikacyjnego. To rozwiązanie stosuje się zazwyczaj do realizacji systemów telezabezpieczeń.

Dzięki komunikacji w trybie pełnego duplexu pomiędzy podłączonymi produktami można przysyłać osiem binarnych sygnałów poleceń w każdym kierunku. Połączenie komunikacyjne jest zgodne ze standardem EIA(RS)232. Porty można podłączyć bezpośrednio lub za pomocą modemów. Do podłączenia innych mediów, np. światłowodów, można też zastosować konwertery EIA(RS)232.

Statystyki i diagnostyka komunikacji umożliwiają monitorowanie integralności łącza komunikacyjnego, a dostępna jest funkcja pętli zwrotnej, która pomaga w testowaniu.

22.3 ZASADA DZIAŁANIA UKŁADU TELEZABEZPIECZENIA

Układy telezabezpieczeń wykorzystują sygnalizację do przekazania polecenia wyzwolenia do zdalnych wyłączników w celu odizolowania obwodów. Powszechnie spotykane są trzy typy poleceń telezabezpieczeń:

- Wyzwalanie bezpośrednie
- Dopuszczalne wyzwalanie
- Schemat blokowania

22.3.1 WYZWALANIE BEZPOŚREDNIE

W zastosowaniach z wyzwalaniem bezpośrednim (często określanym terminem ogólnym: „wyzwalanie międzysystemowe”), sygnały telezabezpieczeń przesyłane są bezpośrednio do nadrzędnego urządzenia wyzwalającego. Otrzymanie polecenia powoduje zadziałanie wyłącznika bez dalszych kwalifikacji. Komunikacja musi być niezawodna i bezpieczna, ponieważ każdy sygnał wykryty na końcu odbiorczym powoduje wyzwolenie obwodu na tym końcu. Systemy komunikacyjne muszą być zaprojektowane tak, aby zakłócenia w obwodzie komunikacyjnym nie powodowały fałszywych wyzwoleń. Jeżeli dojdzie do fałszywego wyzwolenia, główny system może zostać niepotrzebnie odizolowany.

22.3.2 DOPUSZCZALNE WYZWALANIE

Polecenia przyzwolenia wyzwalania są zawsze monitorowane przez przekaznik zabezpieczający. Wyłącznik zostaje wyzwolony, gdy otrzymanie polecenia zbiega się z wykryciem stanu „startu” przez zabezpieczenie na odbiorze. Wymagania dotyczące kanału komunikacyjnego są mniej uciążliwe niż w przypadku schematów wyzwalania bezpośredniego, ponieważ odbiór nieprawidłowego sygnału musi zbiegać się ze „startem” zabezpieczenia końca odbiorczego, aby doszło do wyzwolenia. Wyzwalanie z przyzwoleniem służy do przyspieszenia wyzwalania w przypadku zwarć występujących w zabezpieczanej strefie.

22.4 WDROŻENIE

Elektryczną implementację zabezpieczenia InterMiCOM konfiguruje się przy użyciu kombinacji ustawień w kolumnie *INTERMICOM COMMS* ustawień w kolumnie *INTERMICOM CONF* i programowalnym schemacie logicznym (PSL).

Osiem sygnałów poleceń jest mapowanych na sygnały DDB w produkcie za pomocą protokołu PSL.

Sygnały wysyłane do zdalnego terminala są określane w PSL jako **IM Output 1 - IM Output 8**. Sygnały odbierane ze zdalnego terminala są określane jako **IM Input 1 - IM Input 8**.

Note:

Oprócz opcjonalnego modemu InterMiCOM, niektóre urządzenia są dostępne z funkcją o nazwie InterMiCOM64 (IM64).

Funkcjonalność i przypisanie poleceń w InterMiCOM i InterMiCOM64 są podobne, jednak działają niezależnie i są niezależnie konfigurowane.

22.5 KONFIGURACJA

Telezabezpieczenia układów elektrycznych są zgodne z IEC 60834-1:1999. Dla danego zastosowania można dostosować indywidualne sygnały poleceń do różnych wymagań bezpieczeństwa, szybkości i niezawodności, zgodnie z definicją w tym standardzie.

Sygnały poleceń można dostosować za pomocą komórki **IM# Cmd Type** w kolumnie **INTERMICOM CONF**.

Dowolny sygnał poleceń można skonfigurować:

- Bezpośrednie wyzwalanie międzysystemowe poprzez wybranie opcji „Bezpośrednie.” (jest to najbezpieczniejsza sygnalizacja, ale wymaga opóźnienia w zapewnieniu bezpieczeństwa).
- Blokowanie aplikacji poprzez wybranie opcji „Blokowanie.” (jest to najszybsza sygnalizacja)
- Zastosowania z wyzwalaniem międzysystemowym z przyzwoleniem poprzez wybranie opcji „Permissive” - z przyzwoleniem. (jest to niezawodna sygnalizacja zapewniająca równowagę między szybkością i bezpieczeństwem)

Można także wybrać opcję ‘Disable,’ aby wyłączyć polecenie.

Note:

Gdy stosowane jest w kontekście ustawienia, „#” określa, który bit sygnału polecenia (1–8) jest konfigurowany.

Aby mieć pewność, że sygnały poleceń zostaną przetworzone tylko przez ich zamierzonego odbiorcę, sygnały poleceń są pakowane w wiadomość (czasami nazywaną telegramem) zawierającą pole adresu. Urządzenie wysyłające ustawia wzorzec w tym polu. Zanim polecenia zostaną wykonane, należy ustawić urządzenie odbiorcze w polu adresu tak, aby pasowało do tego wzorca. By uzyskać maksymalne bezpieczeństwo starannie dobrano 10 wzorów. Należy wybrać, które mają być użyte i ustawić je za pomocą komórek **Source Address** Adres źródłowy i **Receive Address** Adres odbiorczy w kolumnie **INTERMICOM COMMS**.

Wartość ustawiona w **Source Address** adresie źródłowym urządzenia nadawczego powinna odpowiadać wartości ustawionej w **Receive Address** adresie odbiorczym urządzenia odbiorczego. Na przykład ustawić **Source Address** Adres źródłowy na 1 na terminalu lokalnym i ustawić **Receive Address** Adres odbiorczy na 1 na terminalu zdalnym.

Aby uniknąć nieprawidłowego działania w przypadku niezamierzonego sprzężenia zwrotnego, ustawienia adresu źródłowego i adresu odbiorczego w urządzeniu powinny być ustawione na różne wartości.

Jeżeli więcej niż jedna para urządzeń może współdzielić łącze komunikacyjne, należy ustawić każdą parę tak, aby korzystała z innej pary wartości adresów.

Elektryczna implementacja zabezpieczenia InterMiCOM została zaprojektowana tak, aby była odporna na zakłócenia w łączach komunikacyjnych, ale w warunkach dużych zakłóceń komunikacja może nie działać. W takim przypadku generowany jest alarm i można wybrać sposób zarządzania sygnałami wejściowymi za pomocą komórki **IM# FallBackMode** w kolumnie **INTERMICOM CONF**:

- Jeśli wybierze się opcję *Latched* zablokowane, ostatnie otrzymane prawidłowe polecenie może być zachowane do czasu otrzymania nowej prawidłowej wiadomości.
- Jeśli wybierze się opcję *Default* Domyślne, sygnał powróci do wartości domyślnej po upływie okresu określonego w ustawieniu **IM# FrameSyncTim**. Wartość domyślną wybiera się za pomocą ustawienia **IM# DefaultValue**.

Późniejsze otrzymanie pełnego prawidłowego komunikatu spowoduje wyzerowanie alarmu i użycie nowych sygnałów poleceń.

Oprócz ustawień opisanych powyżej, należy przypisać sygnały wejściowe i wyjściowe w programowalnym schemacie logicznym (PSL). Użyć przycisków ‘Integral Tripping,’ aby utworzyć logikę, która ma być zastosowana. Typowy przykład pokazano poniżej.

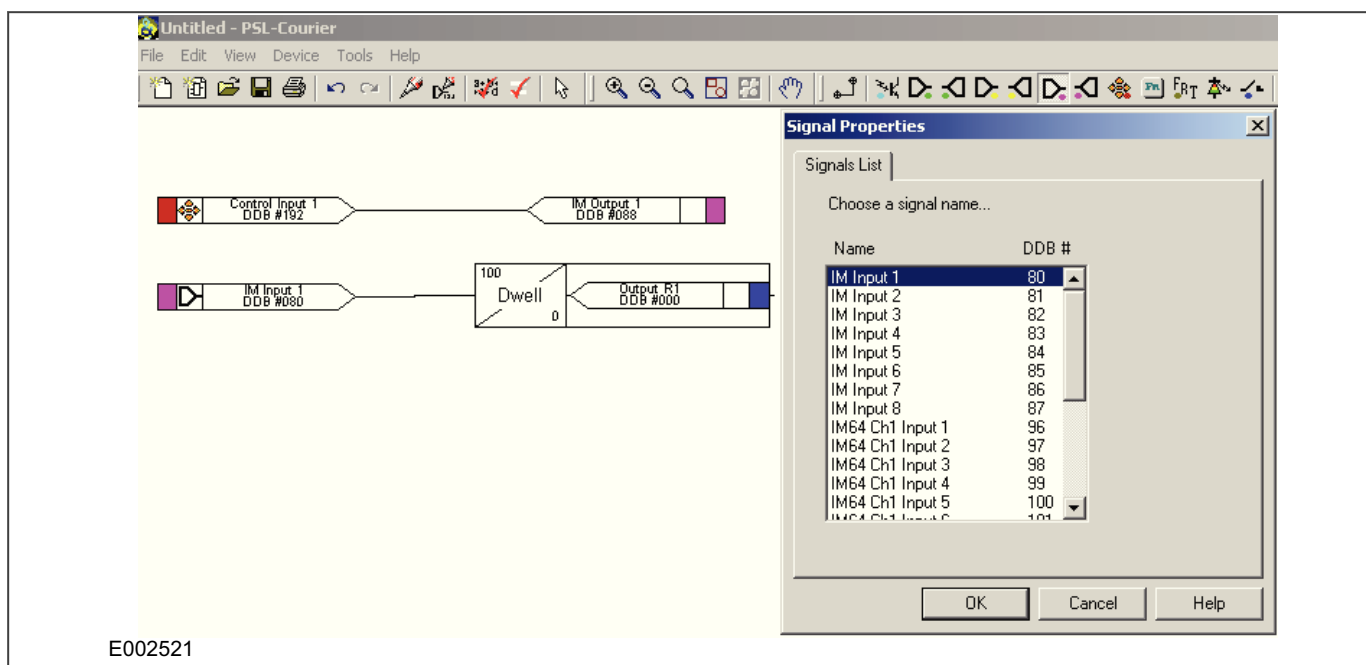


Figure 370: Przykładowe przypisanie sygnałów InterMiCOM w ramach PSL

Note:

Gdy sygnał InterMiCOM zostanie wysłany z terminala lokalnego, na polecenie zareaguje tylko terminal zdalny. Terminal lokalny będzie reagował tylko na polecenia inicjowane na terminalu zdalnym.

22.6 ŁĄCZENIE Z ELEKTRYCZNĄ IMPLEMENTACJĄ INTERMICOM

Elektryczna implementacja InterMiCOM wykorzystuje komunikację EIA(RS)232 przedstawioną na 9-stykowym złączu typu „D.” Złącze jest oznaczone SK5 i znajduje się na dole drugiego tylnego układu komunikacyjnego. Port jest skonfigurowany jako standardowe urządzenie końcowe transmisji danych DTE (Data Terminating Equipment).

22.6.1 MAŁA ODLEGŁOŚĆ

EIA(RS)232 nadaje się tylko do połączeń na małe odległości - poniżej 15 m. Tam, gdzie to ograniczenie nie stanowi problemu, możliwe jest bezpośrednie połączenie pomiędzy urządzeniami. W tym przypadku połączenia między urządzeniami należy wykonać w sposób pokazany na poniższym rysunku.

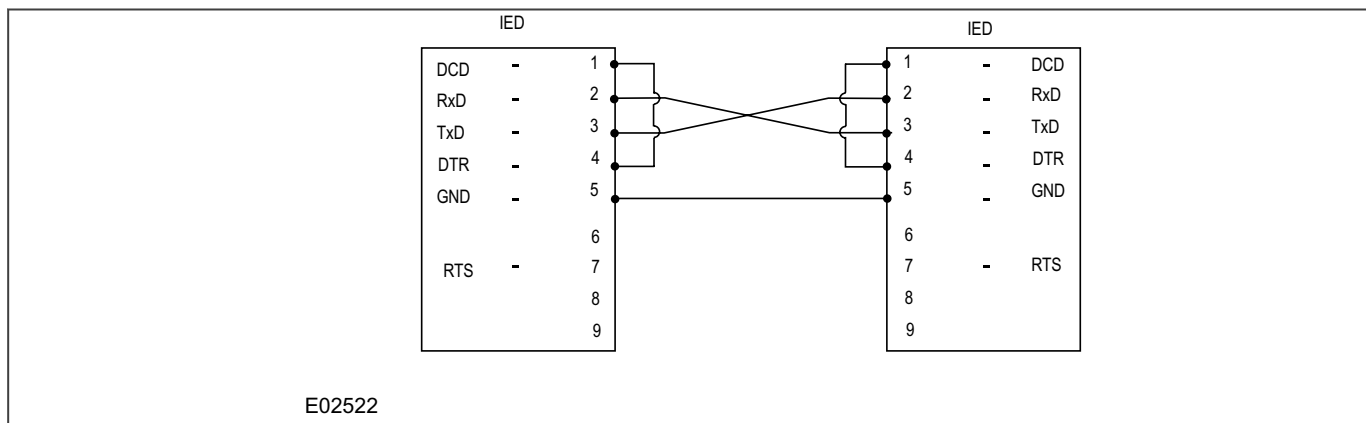


Figure 371: Połączenie bezpośrednie

W przypadku połączenia bezpośredniego można ogólnie zastosować maksymalną prędkość transmisji.

22.6.2 DUŻA ODLEGŁOŚĆ

EIA(RS)232 nadaje się tylko do połączeń na małe odległości - poniżej 15 m. Tam, gdzie to ograniczenie stanowi problem, bezpośrednie połączenie pomiędzy urządzeniami nie jest możliwe. W tym przypadku połączenia między urządzeniami należy wykonać w sposób pokazany na poniższym rysunku.

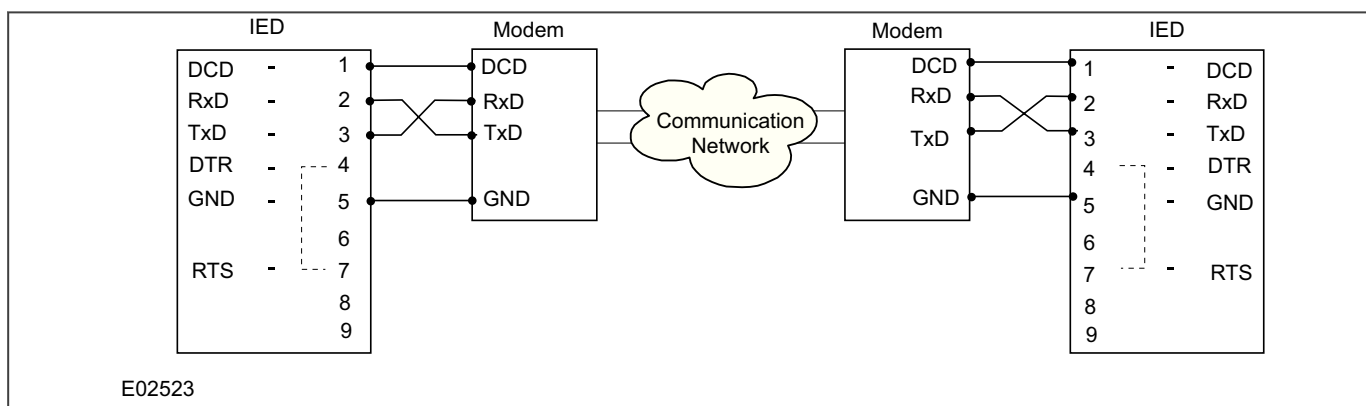


Figure 372: Połączenie pośrednie za pomocą modemów

Tego typu połączenie należy stosować przy podłączaniu do urządzeń posiadających możliwość sterowania linią DCD. Szybkość transmisji powinna być dobrana tak, aby była odpowiednia dla sieci komunikacyjnej. Jeżeli modem nie obsługuje funkcji DCD, terminal DCD na inteligentnym urządzeniu elektronicznym powinien być podłączony do terminala DTR.

22.7 UWAGI DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA

Ustawienia elektryczne InterMiCOM zawarte są w dwóch kolumnach - *INTERMICOM COMMS* i *INTERMICOM CONF*. Kolumna *INTERMICOM COMMS* zawiera wszystkie ustawienia potrzebne do skonfigurowania komunikacji, a także statystyki kanałów i możliwości diagnostyczne. Kolumna *INTERMICOM CONF* ustawia tryb każdego sygnału sterującego oraz określa sposób jego działania w przypadku awarii sygnalizacji.

Krótkie bezpośrednie połączenia galwaniczne i połączenia wykorzystujące przetworniki światłowodowe będą zazwyczaj ustawione na najwyższą prędkość sygnalizacji wynoszącą 19200 b/s. Ze względu na tę wysoką szybkość sygnalizacji, różnica w czasie działania pomiędzy sygnałami typu bezpośredniego, z przyzwoleniem i blokującego jest niewielka. Oznacza to, że można wybrać najbezpieczniejszy typ polecenia sygnalizacyjnego („bezpośrednie” wyzwalanie międzysystemowe) dla wszystkich poleceń. Można to zrobić za pomocą ustawień **IM# Cmd Type**. W przypadku tych zastosowań należy ustawić **IM# Fallback Mode** tryb awaryjny na *Default* domyślny. Należy także ustawić minimalne celowe opóźnienie, ustawiając **IM# FrameSyncTim** na 10 ms. Dzięki temu za każdym razem, gdy zostaną odebrane dwa kolejne komunikaty o nieprawidłowej strukturze, polecenie natychmiast powróci do wartości domyślnej do czasu otrzymania nowej, prawidłowego komunikatu.

Dla zastosowań wykorzystujących połączenia modemowe i/lub multipleksowe kompromis między szybkością, bezpieczeństwem i niezawodnością jest bardziej krytyczny. Wybór najwyższej szybkości transmisji (przesyłania danych) w celu osiągnięcia maksymalnej prędkości może wydawać się atrakcyjny, ale prawdopodobnie zwiększy koszt sprzętu telekomunikacyjnego. Ponadto usługi telekomunikacyjne działające z dużą szybkością transmisji danych są bardziej podatne na zakłócenia i charakteryzują się dłuższymi czasami ponownej synchronizacji po okresach zakłóceń. Biorąc pod uwagę te czynniki, zalecamy ustawienie maksymalnej szybkości transmisji na poziomie 9600 bps. Wraz ze zmniejszaniem się prędkości transmisji, komunikacja staje się pewniejsza i cechuje ją mniejsza liczba zakłóceń, ale całkowity czas przesyłania sygnału wydłuża się.

Przy niższych szybkościach transmisji istotny staje się wybór trybu sygnalizacji. Należy także rozważyć, co dzieje się w okresach zakłóceń, gdy struktura i treść wiadomości może zostać utracona.

- W trybie „Blokowanie” prawdopodobieństwo otrzymania polecenia w zakłóconym otoczeniu jest wysokie. W takim przypadku zalecamy ustawienie trybu **IM# Fallback Mode** awaryjnego na wartość *Default* domyślną, z odpowiednio długim ustawieniem **IM# FrameSyncTim**. Ustawić wartość **IM# DefaultValue** domyślną na „1.” Zastępuje to odebranie sygnału blokującego i stanowi zabezpieczenie przed awarią dla układów blokowania.
- W trybie „Bezpośrednim” prawdopodobieństwo otrzymania poleceń w zakłóconym otoczeniu jest niewielkie. W takim przypadku zalecamy ustawienie trybu **IM# Fallback Mode** awaryjnego na wartość *Default* domyślną, z odpowiednio krótkim ustawieniem **IM# FrameSyncTim**. Ustawić wartość **IM# DefaultValue** domyślną na „0.” Oznacza to, że w przypadku otrzymania uszkodzonego komunikatu InterMiCOM użyje wartości domyślnej. Zastępuje to nieodebranie sygnału wyzwalania międzysystemowego i stanowi zabezpieczenie przed awarią dla układów bezpośredniego wyzwalania międzysystemowego.
- W trybie „z przyzwoleniem” prawdopodobieństwo otrzymania prawidłowego polecenia w warunkach zakłóconej komunikacji mieści się gdzieś pomiędzy trybem „blokowania” a trybem bezpośredniego wyzwalania międzysystemowego. W takim przypadku zalecamy ustawienie trybu **IM# Fallback Mode** awaryjnego IM# na *Latched* zablokowany.

W poniższej tabeli przedstawiono zalecane nastawy czasu synchronizacji ramki **IM# FrameSyncTim** dla różnych trybów sygnalizacji i prędkości transmisji:

Predk.trans.	Minimalna zalecana nastawa „IM# FrameSyncTim”		Minimalna nastawa [ms]	Maksymalna nastawa [ms]
	Tryb bezpośredniego wyzwalania międzysystemowego	Tryb blokowania		
600	100	250	100	1500
1200	50	130	50	1500
2400	30	70	30	1500
4800	20	40	20	1500

Predk.trans.	Minimalna zalecana nastawa „IM# FrameSyncTim”			
	Tryb bezpośredniego wyzwalania międzysystemowego	Tryb blokowania	Minimalna nastawa [ms]	Maksymalna nastawa [ms]
9600	10	20	10	1500
19200	10	10	10	1500

Note:

Ponieważ zalecamy działanie w trybie zablokowanym, tabela nie zawiera zaleceń dotyczących trybu „z przyzwoleniem.” Jeśli jednak wybierze się tryb „Domyślny”, należy ustawić wartość **IM# FrameSyncTim** większą niż wymienione powyżej. Jeśli ustawi się **IM# FrameSyncTim** na niższą wartość niż minimalne ustawienie wymienione powyżej, urządzenie może zinterpretować prawidłową zmianę w komunikacie jako komunikat uszkodzony.

Zalecamy ustawienie alarmu awarii komunikacji na 25%.

ROZDZIAŁ 23

KOMUNIKACJA

23.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Niniejszy produkt obsługuje komunikację w systemie automatyki podstawowej (Substation Automation System - SAS) oraz w systemie kontroli i akwizycji danych (Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA), za pośrednictwem wielu interfejsów i różnych protokołów danych.

Wszystkie urządzenia obsługują solidną komunikację szeregową dla aplikacji SCADA oraz SAS. Opcjonalnie każdy produkt może obsługiwać komunikację Ethernet zgodnie z normą IEC 61850, bezpieczeństwo cybernetyczne i dostęp zdalny za pośrednictwem pojedynczego portu lub portów zapasowych zgodnych ze standardami branżowymi.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	596
Interfejsy komunikacyjne	597
Transmisja szeregową	598
Wersje układów Ethernet	601
Złącza układów	602
Konfiguracja adresów IP	603
Konfigurator redundantnego Ethernet	605
Redundantna komunikacja Ethernet	611
Protokoły redundancji	612
Ogólne funkcje układu redundantnej komunikacji Ethernet	617
Prosty sieciowy protokół czasu (SNTP)	624
Protokoły danych	625
Tylko odczyt	654
Synchronizacja czasu	656

23.2 INTERFEJSY KOMUNIKACYJNE

Urządzenia posiadają szereg standardowych i opcjonalnych interfejsów komunikacyjnych. Możliwe wyposażenie oraz obsługiwane protokoły (standardowe oraz opcjonalne) zestawiono poniżej:

Port	Dostępność	Interfejs fizyczny	Zastosowanie	Protokoły danych
Przedni	Standard	USB typu B	Ustawienia lokalne	Courier
Port tyl 1 (RP1 miedziany)	Standard	RS232 / RS485 / K-Bus	SCADA Ustawienia zdalne	Courier, IEC60870-5-103, DNP3.0 (opcja do zamówienia)
Port tyl 1 (RP1 światłowodowy)	Opcja	Światłowód	SCADA Ustawienia zdalne	Courier, IEC60870-5-103, DNP3.0 (opcja do zamówienia)
Port tyl 2 (RP2)	Opcja	RS232 / RS485 / K-Bus	SCADA Ustawienia zdalne	SK4: Tylko Courier SK5: Tylko InterMiCOM
Ethernet	Opcja	Ethernet	IEC 61850 Ustawienia zdalne	IEC 61850, Courier (tunelowany)

Note:

Opcjonalne karty komunikacyjne są zawsze montowane w gnieździe A. Można zamontować tylko jedną opcjonalną kartę komunikacyjną, dlatego komunikacja RP2 i Ethernet wzajemnie się wykluczają.

Note:

W RP1 można wybrać jednocześnie dowolny protokół danych z menu KOMUNIKACJA (nie ma już konieczności wybierania go jako opcji zamówienia produktu).

23.3 TRANSMISJA SZEREGOWA

Standardy warstwy fizycznej wykorzystywane w komunikacji szeregowej z systemami SCADA:

- EIA(RS)485 (nazwa skrócona: RS485)
- K-Bus (zastrzeżona modyfikacja RS485)

USB służy do lokalnej komunikacji z inteligentnym urządzeniem elektronicznym (w celu przesyłania ustawień i pobierania aktualizacji oprogramowania sprzętowego).

RS485 jest podobny do RS232, jednak jego zasięg jest większy i pozwala na połączenia łańcuchowe oraz wielopunktowe urządzeń IED.

K-Bus jest protokołem zamkniętym (zastrzeżonym) podobnym do RS485, jednak nie może korzystać z tego samego łącza co RS485. W przeciwieństwie do RS485, sygnały K-Bus podawane pomiędzy dwoma zaciskami nie są spolaryzowane.

Należy zauważyć, że nie są to protokoły danych. Opisują jedynie cechy fizyczne niezbędne, aby dwa urządzenia mogły się ze sobą komunikować.

Opis standardu K-Bus można znaleźć w rozdziale traktującym o komunikacji po magistrali [K-Bus](#) oraz w przewodniku R6509 firmy GE Vernova dedykowanym komunikacji K-Bus.

Pełen opis RS485 dostępny jest w opublikowanym standardzie.

23.3.1 PORT USB NA PANELU PRZEDNIM

W interfejsie USB zastosowano autorski protokół Courier do lokalnej komunikacji z oprogramowaniem konfiguracyjnym MiCOM S1 Agile.

Port ten jest wykorzystywany do nawiązywania tymczasowego lokalnego połączenia i nie jest przewidziany do ustanowienia połączenia stałego. Interfejs ten korzysta ze stałej prędkości transmisji danych wynoszącej 19200 bps, 11-bitowej ramki (8 bitów danych, 1 bit startowy, 1 bit stopu, bitu parzystości) oraz stałego adresu urządzenia, któremu przyporządkowano wartość '1'.

Interfejs USB to złącze typu B. Zwykle do komunikacji pomiędzy MiCOM S1 Agile a inteligentnym urządzeniem elektronicznym wymagany będzie kabel USB typu A do typu B.

23.3.2 MAGISTRALA EIA(RS)485

Połączenie dwuprzewodowe RS485 zapewnia półdupleksowe, w pełni izolowane połączenie szeregowe z urządzeniem IED. Połączenie to jest spolaryzowane, jednak nie jest określona definicja zacisków. Jeśli urządzenie nadrzędne nie jest w stanie skomunikować się z produktem a parametry komunikacyjne odpowiadają sobie, istnieje możliwość, że zostały zamienione przewody połączenia dwuprzewodowego.

Magistrala RS485 musi być na każdym końcu zakończona rezystorem terminującym 120 Ω , 0,5 W włączanym pomiędzy przewody sygnałowe.

Standard RS485 wymaga bezpośredniego połączenia urządzeń z magistralą. Stosowanie namiastek i łączników jest zakazane. Standard RS485 nie obejmuje topologii gwiazdy czy też magistrali pętlowej i są one również zabronione.

Konieczne jest zastosowanie dwużyłowej, ekranowej skrętki parowej. Ostateczna specyfikacja kabla uzależniona jest od aplikacji, chociaż kabel wielożyłowy o przekroju 0,5 mm² na żyłę zwykle nadaje się do tego zastosowania. Całkowita długość kabla nie może przekroczyć 1000 m. Jest to konieczne w celu eliminacji prądów cyrkulujących, które mogą być przyczyną szumów i zakłóceń, szczególnie, gdy kabel biegnie pomiędzy budynkami. Z tego powodu należy ekran kabla na stałe podłączyć z jednej strony do uziemienia; zwykle po stronie urządzenia nadrzędnego (master).

Sygnał RS485 jest sygnałem różnicowym i nie występuje tu sygnał GND. W przypadku, gdy kabel posiada żyłę GND, należy ją zignorować. Pod żadnym pozorem nie wolno podłączać go do ekranu kabla lub do obudowy urządzenia. Zarówno z przyczyn bezpieczeństwa jak i ograniczania szumów.

Może się okazać, że niezbędna jest polaryzacja przewodów sygnałowych, aby uniknąć zakłócenia typu jabber. Zakłócenie typu jabber pojawia się wtedy, gdy poziom sygnału na szynie jest w stanie pośrednim, a więc nie dochodzi do bezpośredniego przesyłu sygnału przez magistralę. Może się tak zdarzyć, gdy wszystkie urządzenia podrzędne (slave) są w trybie odbioru danych a urządzenie nadrzędne (master) wolno przechodzi z trybu odbioru danych na tryb przesyłania danych. Przyczyną może być wysoki stan impedancji urządzenia nadrzędnego oczekującego w trybie odbioru danych na pojawienie się danych, które mogłyby zostać przesłane. Zakłócenie typu jabber powoduje, że urządzenie/urządzenia docelowe nie otrzyma pierwszych bitów pierwszego znaku pakietu danych - w wyniku czego urządzenie podrzędne odrzuca komunikat i nie odpowiada. Konsekwencje są następujące: wydłużony czas odpowiedzi (z powodu ponawiania prób), wzrost liczby komunikatów o błędzie, przerwy w komunikacji lub w najgorszym wypadku brak komunikacji.

23.3.2.1 EIA(RS)485 – WYMAGANIA DOTYCZĄCE POLARYZACJI

Polaryzacja wymaga, aby linie sygnałowe były podciągnięte do określonego poziomu napięcia, okolo 1 V. Na magistrali powinien znajdować się zatem tylko jeden punkt polaryzacji; najlepiej w miejscu przyłączenia urządzenia nadrzędnego. Źródło DC używane do polaryzacji musi być wolne i zabezpieczone od zakłóceń.

Note:

Niektóre urządzenia zapewniają napięcie polaryzacji magistrali, dzięki czemu nie ma konieczność stosowania podzespołów zewnętrznych.

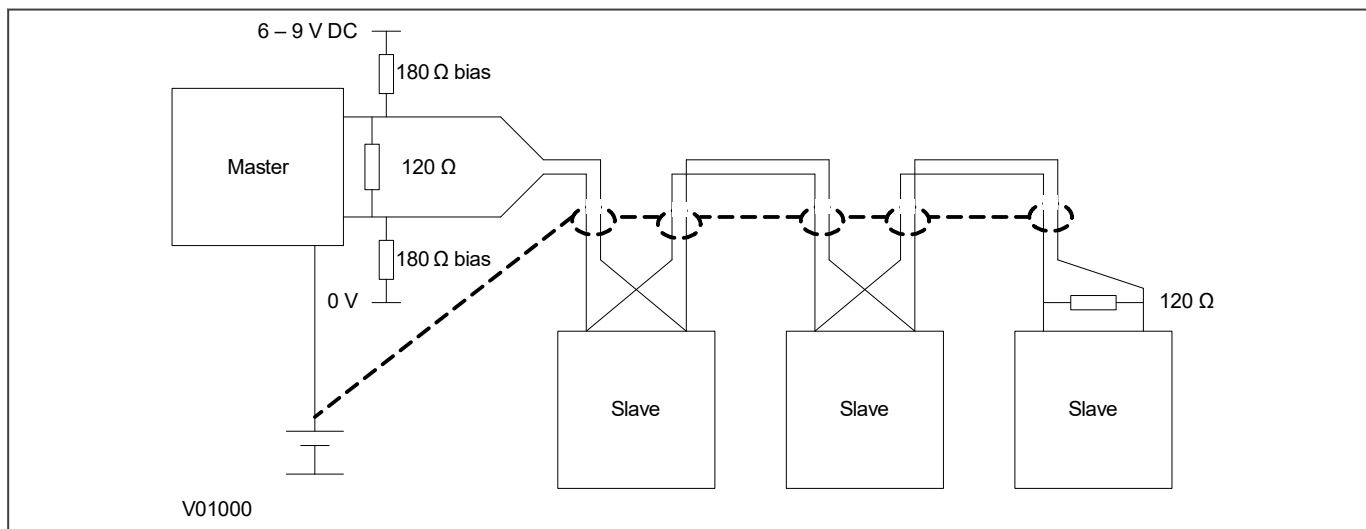


Figure 373: Obwód polaryzacji RS485



Warning:

Jest niezwykle istotne, aby zainstalowane zostały rezystory terminujące 120 Ω. W przeciwnym razie nadmierna polaryzacja napięcia może uszkodzić urządzenia, które są podłączone do magistrali.

23.3.3 K-BUS

K-Bus jest niezawodną metodą transferu sygnałów opartą na poziomach napięcia RS485. K-Bus wykorzystuje transmisję ramkową opartą na protokole synchronicznym HDLC (64 kbps) z modulacją FM0, zwiększającą prędkość i bezpieczeństwo.

Interfejs tylny zapewnia stałe połączenie dla transmisji K-Bus, dzięki czemu zapewnione jest połączenie wielopunktowe.

Magistrala K-Bus może obsługiwać do 32 urządzeń IED (maksymalnie) połączonych w układzie wielopunktowym za pomocą skrętki parowej. Połączenie K-Bus skrętką parową jest niespolaryzowane.

Nie jest możliwe wykorzystywanie standardowego konwertera EIA(RS)232 na EIA(RS)485 w celu przetworzenia ramek IEC 60870-5 FT1.2 na K-Bus. Do tego celu należy użyć konwerterów protokołu KITZ101 lub KITZ102. W sprawie informacji na temat specyfikacji i dostawy urządzeń KITZ prosimy o kontakt z GE Vernova. Typowe połączenia K-Bus przedstawiono na poniższym rysunku.

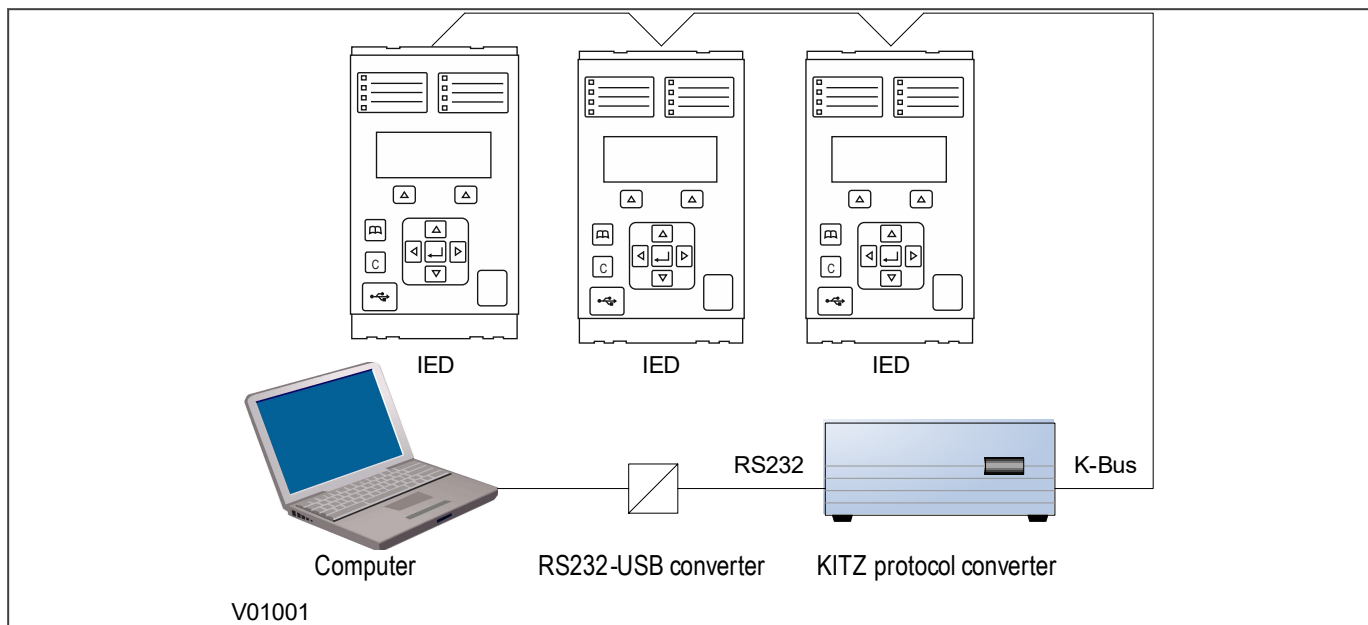


Figure 374: Zdalna komunikacja z wykorzystaniem K-Bus

Note:

Konwerter RS232-USB jest niezbędny tylko i wyłącznie wtedy, gdy komputer nie ma portu RS232

Dodatkowe informacje o K-Bus można znaleźć w publikacji R6509: Przewodniku dedykowanym komunikacji K-Bus, który dostępny jest na życzenie.

23.4 WERSJE UKŁADÓW ETHERNET

Każdy układ łączy w sobie komunikację Ethernet z funkcjonalnością taktowania IRIG-B. Dostępny jest wybór wbudowanych protokołów do komunikacji Ethernet oraz dwa typy IRIG-B.

Warianty układów

Płyta	Nr części	Zgodność
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover, 2 wielomodowe porty światłowodowe + modulowany/nimodulowany IRIG-B	ZN0087 001	Dowolna sieć PRP, HSR, RSTP lub standardowa sieć Ethernet.
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover, 2 porty miedziane RJ45 + modulowany/nimodulowany IRIG-B	ZN0087 002	Dowolna sieć PRP, HSR, RSTP lub standardowa sieć Ethernet.
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover, 1 port miedziany RJ45 + 1 wielomodowy port światłowodowy + modulowany/nimodulowany IRIG-B	ZN0087 003	Dowolna sieć PRP, HSR, RSTP lub standardowa sieć Ethernet.

W przypadku użycia któregośkolwiek z redundantnych układów Ethernet w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, produkt końcowy będzie miał dwa adresy MAC i będzie wymagał dwóch adresów IP, jednego dla zarządzanego przełącznika wbudowanego, który obsługuje redundancję, i jednego dla inteligentnego urządzenia elektronicznego, które obsługuje komunikację na poziomie protokołu i do S1 Agile. Adres MAC wbudowanego przełącznika jest wydrukowany na układzie. Adres MAC urządzenia IED jest wydrukowany na tylnym panelu urządzenia IED. Układ redundantnej komunikacji Ethernet instaluje się w gnieździe A przekaźnika, które jest gniazdem opcjonalnej komunikacji.

Wszystkie połączenia Ethernet są realizowane za pomocą wielomodowych portów światłowodowych Ethernet 100BaseFx 1300 nm (złącze ST®). Układy obsługują IEC 61850 przez Ethernet.

23.5 ZŁĄCZA UKŁADÓW

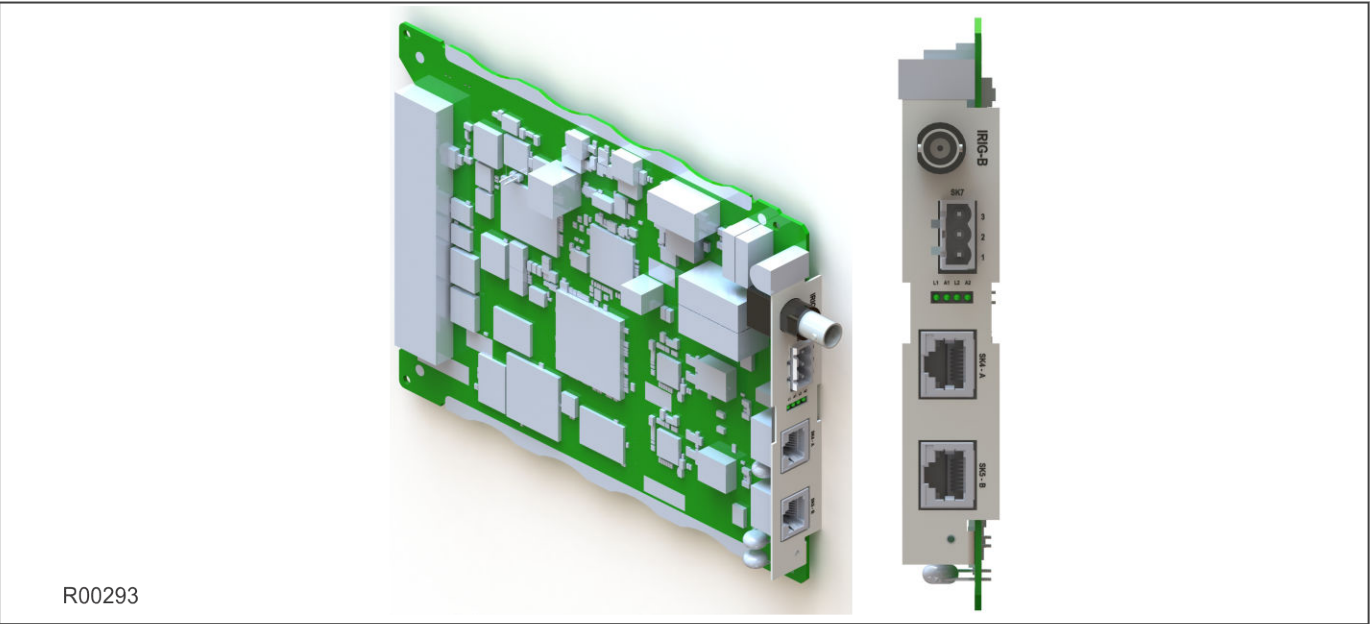


Figure 375: Złącza układów

Złącze IRIG-B

- Połączenie środkowe: sygnał
- Połączenie zewnętrzne: uziemienie

Złącze błędów połączenia (przełącznik układu alarmowego płyty ethernetowej)

kolek	Zamknięty	Otwarty
1-2	Kanał błędów połączenia 1 (A)	Kanał prawidłowego połączenia 1 (A)
2-3	Kanał błędów połączenia 2 (B)	Kanał prawidłowego połączenia 2 (B)

Diody LED

Dioda LED	Funkcja	Wł.	Wyl	Miganie
Kolor zielony	Połączenie	Połączenie prawidłowe	Połączenie przerwane	
Kolor żółty	Aktywność	Praca		Ruch PRP, RSTP

Złącza światłowodowe (ST)

Złącze	RSTP	PRP	HSR
A	RX1	RXA	RXA
B	TX1	TXA	TXA
C	RX2	RXB	RXB
D	TX2	TXB	TXB

23.6 KONFIGURACJA ADRESÓW IP

Adres IP jest adresem logicznym przypisanym do urządzeń znajdujących się w sieci komputerowej, korzystającej z protokołu internetowego (IP) do komunikacji pomiędzy węzłami. Adresy IP są przechowywane w postaci liczb binarnych, ale są reprezentowane przy użyciu notacji dziesiętnej z kropkami, w której cztery zestawy liczb dziesiętnych są oddzielone kropkami w następujący sposób:

XXX.XXX.XXX.XXX

Na przykład:

10.86.254.85

Adres IP w sieci jest zwykle powiązany z maską podsieci. Maska podsieci określa, do której sieci należy urządzenie. Maska podsieci ma taką samą postać jak adres IP.

Na przykład:

255.255.255.0

Zarówno inteligentne urządzenia elektroniczne, jak i układ redundantnej komunikacji Ethernet mają swój własny adres IP. Poniższy schemat przedstawia inteligentne urządzenie elektroniczne jako IP1 i układ redundantnej komunikacji Ethernet jako IP2.

Note:

IP1 oraz IP2 są różne, lecz korzystają z tej samej maski podsieci.

Adres IP REB (IP2) należy skonfigurować za pośrednictwem sieci Ethernet.

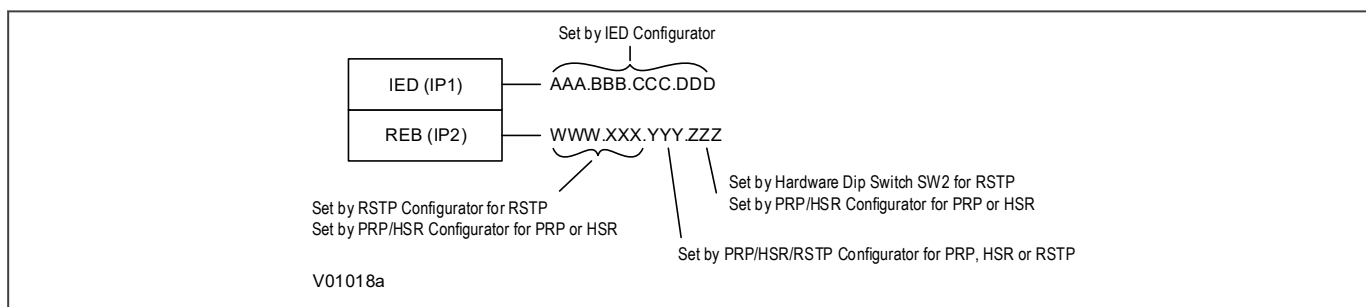


Figure 376: Konfiguracja adresu IP urządzenia IED oraz układu redundantnej komunikacji Ethernet

23.6.1 KONFIGUROWANIE ADRESU IP INTELIGENTNEGO URZĄDZENIA ELEKTRONICZNEGO

Jeśli przekaźnik obsługuje normę IEC 61850, ustawić adres IP1 inteligentnego urządzenia elektronicznego za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego IEC 61850. W konfiguratorze IEC 61850 ustawić **Media** na **Single Copper** lub **Redundant Fibre** dla wszystkich wariantów układów redundantnej komunikacji Ethernet

Jeśli przekaźnik obsługuje DNP3 przez Ethernet, ustawić adres IP1 inteligentnego urządzenia elektronicznego edytując plik DNP3 przy użyciu konfiguratora DNP3. W konfiguratorze DNP3 ustawić opcję **Media Ethernet** na **Copper** przewód miedziany, nawet jeśli w redundantnej sieci Ethernet wykorzystywane są kable światłowodowe.

23.6.2 KONFIGUROWANIE ADRESU IP UKŁADU REDUNDANTNEJ KOMUNIKACJI ETHERNET

Adres IP układu trzeba skonfigurować przed podłączeniem inteligentnego urządzenia elektronicznego do sieci, aby uniknąć konfliktu adresów IP. Sposób konfiguracji adresu IP zależy od wybranego protokołu redundancji.

PRP/HSR/RSTP/Failover

Od S1 Agile 2.0.1. i nowsze układy obsługujące protokoły PRP/HSR/RSTP/Failover w dowolnej kombinacji są konfigurowane za pomocą narzędzia programowego Konfigurator redundantnego Ethernet. Układy ZN008700X obsługuje tylko to narzędzie. Do urządzeń S1 Agile do wersji 1.4.2 należy użyć konfiguratora PRP/HSR dla PRP i/lub HSR oraz konfiguratora RSTP dla kart RSTP.

Płyta	Nr części	Zgodność
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover, 2 wielomodowe porty światłowodowe + modulowany/niemodulowany IRIG-B	ZN0087 001	Konfigurator redundantnego Ethernet (od wersji S1 Agile 2.0.1)
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover, 2 porty miedziane RJ45 + modulowany/niemodulowany IRIG-B	ZN0087 002	Konfigurator redundantnego Ethernet (od wersji S1 Agile 2.0.1)
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover, 1 port miedziany RJ45 + 1 wielomodowy port światłowodowy + modulowany/niemodulowany IRIG-B	ZN0087 003	Konfigurator redundantnego Ethernet (od wersji S1 Agile 2.0.1)

23.7 KONFIGURATOR REDUNDANTNEGO ETHERNET

Narzędzie Konfigurator redundantnego Ethernet jest przeznaczone dla inteligentnych urządzeń elektronicznych MiCOM Px4x z redundantną siecią Ethernet wykorzystującą PRP (protokół redundancji równoległej), HSR (protokół płynnej redundancji o wysokiej dyspozycyjności), RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) lub tryb awaryjny. Narzędzie to służy do identyfikacji inteligentnych urządzeń elektronicznych, przełączania pomiędzy PRP, HSR, RSTP i trybem awaryjnym, konfigurowania ich parametrów, konfigurowania redundantnego adresu IP lub konfigurowania adresu IP SNTP.

23.7.1 PODŁĄCZENIE INTELIGENTNEGO URZĄDZENIA ELEKTRONICZNEGO DO KOMPUTERA

Podłączyć inteligentne urządzenie elektroniczne do komputera, na którym działa narzędzie konfiguracyjne. To połączenie odbywa się za pośrednictwem przełącznika Ethernet lub konwertera mediów.

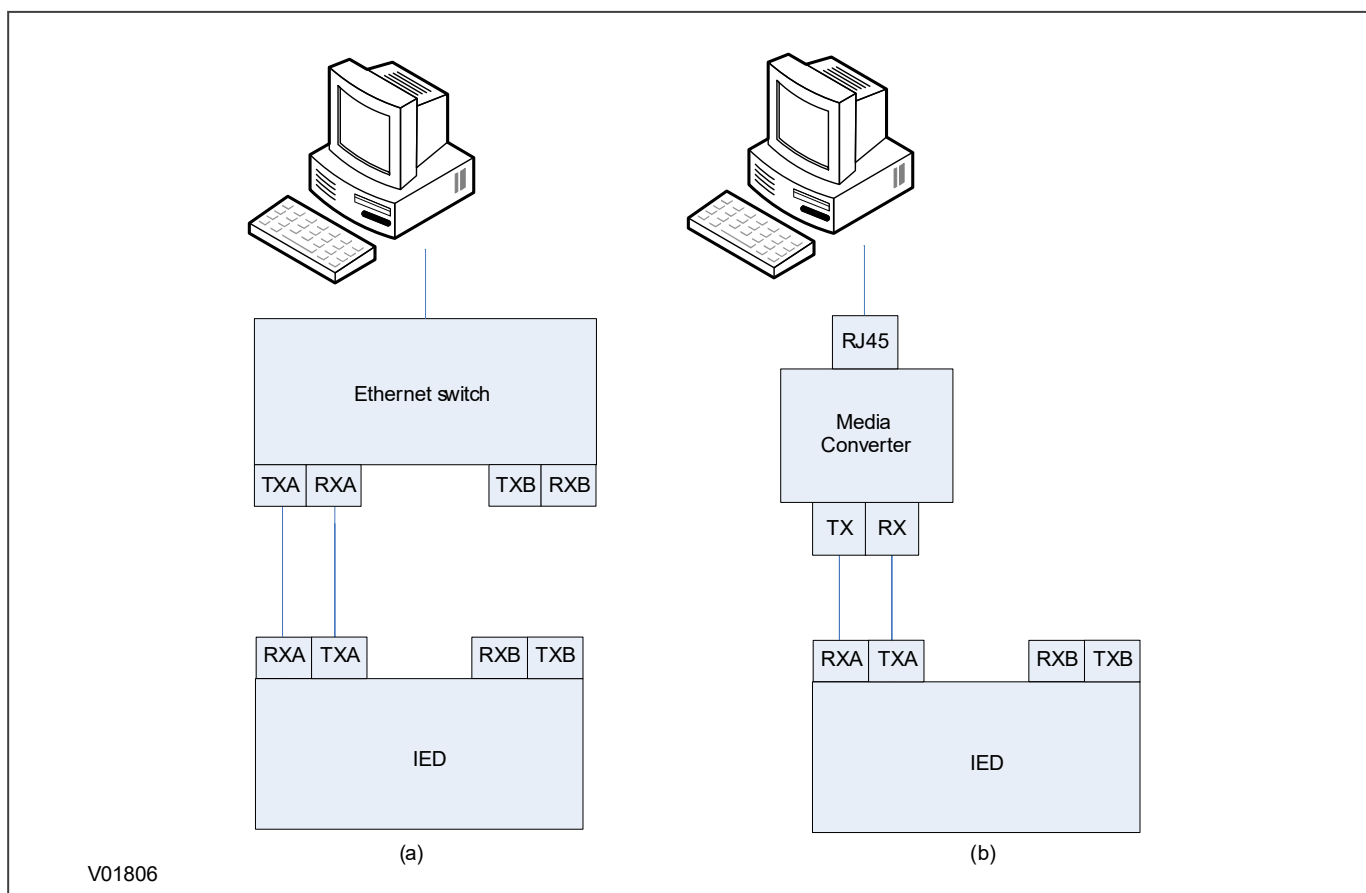


Figure 377: Połączenie za pomocą (a) przełącznika Ethernet i (b) konwertera mediów

23.7.2 INSTALACJA KONFIGURATORA

Konfigurator redundantnego Ethernet jest instalowany jako część wersji S1 Agile 2.0.1 i nowszych.

23.7.3 URUCHOMIENIE KONFIGURATORA

Aby uruchomić konfigurator:

1. Należy przejść do S1 Agile i należy wybrać kafelek **Ethernet Configuration** Konfiguracja Ethernet, a następnie należy wybrać kafelek **Redundant Ethernet Configurator** Konfigurator redundantnego Ethernet.
2. Pojawi się ekran logowania. Aby zalogować się w trybie użytkownika, jako **Login name** wprowadzić **User**, a następnie kliknąć **OK** bez hasła. Na tym poziomie możliwa jest jedynie zmiana adresu IP. Aby zalogować się w trybie administratora, wprowadzić **Login name** nazwę logowania jako **Admin** Administrator i hasło **Admin**, a następnie kliknąć **OK**. Poziom ten pozwala na konfiguracje protokołów sieciowych.
3. Jeżeli okno logowania nie pojawia się, należy sprawdzić wszystkie połączenia sieciowe.
4. Z listy rozwijanej **Network Board** karta sieciowa należy wybrać kartę sieciową, adres IP i adres MAC komputera, na którym uruchomiony jest konfigurator.

23.7.4 IDENTYFIKACJA URZĄDZENIA

Aby skonfigurować układ redundantnej komunikacji Ethernet należy przejść do okna głównego i kliknąć przycisk **Identify Device** Identyfikuj urządzenie. Wyświetlana jest lista urządzeń z następującymi szczegółami:

- Adres urządzenia,
- Adres MAC
- Numer wersji oprogramowania sprzętowego.
- Adres IP SNTP
- Data i godzina zegara czasu rzeczywistego, z karty.

należy wybrać urządzenie do skonfigurowania. Adres MAC wybranego urządzenia zostanie podświetlony.

23.7.5 WYBÓR TRYBU URZĄDZENIA

Teraz należy wybrać tryb urządzenia. Będzie to albo PRP, HSR, RSTP, albo przełączanie awaryjne. Aby to zrobić, zaznaczyć odpowiednią opcję, a następnie kliknąć przycisk **Update** aktualizuj. Urządzenie poprosi o potwierdzenie ponownego uruchomienia. Kliknąć **OK**, aby potwierdzić.

23.7.6 FILTRUJ WEDŁUG TYPU UKŁADU

Po wypełnieniu listy można użyć opcji filtrowania, aby wyświetlić tylko karty magistrali procesów lub karty magistrali stacji, zaznaczając odpowiednie pole wyboru.

23.7.7 KONFIGURACJA HASŁA

Aby przypisać hasło, należy najpierw wprowadzić aktualne hasło, a następnie można podać nowe. Domyślne hasło to AAAA.

Jeśli hasło nie jest zgodne z zasadami NERC, zostanie wyświetlony komunikat. Kliknąć przycisk **NERC Rules** zasady NERC, aby zapoznać się z zasadami.

Jeśli hasło nie jest znane, można je odzyskać, korzystając z przycisku **Recover Password** Odzyskaj hasło i postępując zgodnie z instrukcjami.

23.7.8 KONFIGURACJA ADRESU IP

Aby zmienić składnik adresu sieciowego adresu IP:

1. W oknie głównym kliknąć przycisk **IP Config** Konfiguracja IP. Ukaże się ekran **Device setup** konfiguracji urządzenia.
2. Wprowadzić wymagany adres IP karty, a następnie kliknąć **OK**. Jest to adres sieciowy karty redundancji, a nie adres IP inteligentnego urządzenia elektronicznego, który jest ustawiany w programie IED Configurator lub w sekcji DNP3.0 over Ethernet.
3. Adres karty sieciowej zostanie zaktualizowany oraz wyświetlony w oknie głównym.

23.7.9 KONFIGURACJA ADRESU IP SERWERA SNTP

Jeśli do odpytywania informacji z układu redundantnej komunikacji Ethernet używany jest protokół SNMP, można użyć serwera SNTP do synchronizacji czasu raportowanych wiadomości. Aby skonfigurować adres IP serwera SNTP:

1. W oknie głównym kliknąć przycisk **SNTP Config** Konfiguracja IP. Ukaże się ekran **Device setup** konfiguracji urządzenia.
2. Wprowadzić wymagany **MAC SNTP address** adres MAC SNTP i **IP SNTP Address** adres IP serwera SNTP. Kliknąć **OK**.
3. Zaktualizowane adresy MAC i IP SNTP zostaną wyświetlone na ekranie głównym.

23.7.10 SPRAWDZIĆ TABELĘ MAC POD KĄTEM PODŁĄCZONEGO SPRZĘTU

Aby sprawdzić jakie urządzenia są podłączone do monitorowanego urządzenia:

1. W oknie głównym należy wybrać urządzenie.
2. kliknąć przycisk **MAC Table** Tabela MAC.
3. W dolnej części głównego okna znajduje się pole pokazujące porty, do których podłączone są urządzenia i ich adresy MAC

23.7.11 KONFIGURACJA PROTOKOŁU PRP

Aby wyświetlić lub skonfigurować parametry PRP:

1. Upewnić się, że ustawiono tryb urządzenia na **PRP**.
2. Kliknąć przycisk **PRP/HSR Configuration** Konfiguracja PRP/HSR. Pojawi się ekran **PRP Configuration Parameters** Parametry konfiguracyjne PRP.
3. Aby wyświetlić dostępne parametry, kliknąć przycisk **Get PRP Parameters** Pobierz parametry PRP.
4. Aby zmienić parametry, kliknąć przycisk **Set Parameters** ustaw parametry i zmodyfikować ich wartości.

Aby przywrócić domyślne wartości parametrów, kliknąć przycisk **Restore Defaults** przywróć domyślne.

Konfigurowalne parametry są następujące:

- **Multicast Address adres multemisji:** Użyć tego pola, aby skonfigurować adres docelowy multemisji. Na potrzeby nadzoru sieci wszystkie węzły DANP w sieci muszą być skonfigurowane do pracy z tym samym adresem multemisji.
- **Node Forget Time czas wyczyszczenia węzła:** Jest to czas, po którym wpis węzła zostanie wyczyszczony w tabeli węzłów.
- **Life Check Interval Okres sprawdzania aktywności:** Określa, jak często węzeł wysyła ramkę PRP_Supervision. Wszystkie węzły DANP muszą być skonfigurowane z tym samym interwałem sprawdzania aktywności.

23.7.12 KONFIGURACJA PROTOKOŁU HSR

Aby wyświetlić lub skonfigurować parametry HSR:

1. Kliknąć przycisk **PRP/HSR Configuration** Konfiguracja PRP/HSR. Pojawi się ekran **HSR Configuration Parameters** Parametry konfiguracyjne PRP.
2. Aby wyświetlić dostępne parametry podłączonego układu, należy kliknąć przycisk **Get HSR Parameters** (uzyskaj parametry RSTP).
3. Aby zmienić parametry, kliknąć przycisk **Set HSR Parameters** ustaw parametry HSR i zmodyfikuj ich wartości.

Aby przywrócić domyślne wartości parametrów, kliknąć przycisk **Restore Defaults** przywróć domyślne.

Konfigurowalne parametry są następujące:

- **Multicast Address adres multemisji:** Użyć tego pola, aby skonfigurować adres docelowy multemisji. Na potrzeby nadzoru sieci wszystkie węzły DANP w sieci muszą być skonfigurowane do pracy z tym samym adresem multemisji.
- **Node Forget Time czas wyczyszczenia węzła:** Jest to czas, po którym wpis węzła zostanie wyczyszczony w tabeli węzłów.
- **Life Check Interval Okres sprawdzania aktywności:** Określa, jak często węzeł wysyła ramkę PRP_Supervision. Wszystkie węzły DANP muszą być skonfigurowane z tym samym interwałem sprawdzania aktywności.
- **Proxy Node Table Forget Time** czas czyszczenia tabeli węzłów proxy: Jest to czas, po którym wpis węzła zostanie wyczyszczony w tabeli ProxyTable.
- **Proxy Node Table Max Entries maksymalna liczba wpisów w tabeli węzłów proxy:** Jest to maksymalna liczba wpisów w tabeli ProxyTable.
- **Entry Forget Time czas wyczyszczenia wejścia:** Jest to czas, po którym wpis jest usuwany z duplikatów.
- **Node Reboot Interval interwał ponownego uruchomienia węzła:** Jest to minimalny czas, przez jaki węzeł, który uruchamia się ponownie, pozostaje nieaktywny.

23.7.13 KONFIGURACJA PROTOKOŁU RSTP

1. Aby wyświetlić lub skonfigurować parametry mostka RSTP, należy przejść do okna głównego oraz wybrać urządzenie klikając jego adres. Pojawi się wyróżniony adres MAC wybranego urządzenia.
2. Kliknąć przycisk **RSTP Configuration** Konfiguracja RSTP. Pojawi się ekran **RSTP Configuration** konfiguracji RSTP.
3. Aby wyświetlić dostępne parametry podłączonego układu, należy kliknąć przycisk **Get RSTP Parameters** (uzyskaj parametry RSTP).
4. Aby ustawić konfigurowalne parametry, takie jak Bridge Max Age, (maks. czas mostu) Bridge Hello Time, (interwał Hello mostu) Bridge Forward Delay (opóźnienie przekazywania mostu) oraz Bridge Priority (priorytet mostu) należy zmodyfikować wartości parametrów według poniższej tabeli, a następnie kliknąć **Set RSTP Parameters** (ustaw parametry RSTP) w następujący sposób.

Nr S	Parametr	Wartość domyślna [sekundy]	Wartość maksymalna [sekundy]	Wartość maksymalna [sekundy]
1	Bridge Max Age (maks. czas mostu)	20	6	40
2	Bridge Hello Time (interwał Hello mostu)	2	1	10
3	Bridge Forward Delay (opóźnienie przekazywania mostu)	15	4	30
4	Bridge Priority	32768	0	61440

23.7.14 PARAMETRY MOSTU

Aby odczytać parametry mostu RSTP z układu:

1. W oknie głównym kliknąć adres wybranego urządzenia. Pojawi się okno **RSTP Configuration** Konfiguracja RSTP, a domyślną zakładką są **Bridge Parameters** Parametry mostu.
2. Kliknąć przycisk **Get RSTP Parameters** uzyskaj parametry RSTP. Spowoduje to wyświetlenie wszystkich paramentów mostu RSTP z karty ethernetowej.
3. Aby zmodyfikować parametry RSTP, należy wprowadzić odpowiednie wartości, a następnie kliknąć **Set RSTP Parameters** (ustaw parametry RSTP).
4. Aby przywrócić wartości domyślne, kliknąć **Restore Default** (przywróć domyślne), a następnie **Set RSTP Parameters** (ustaw parametry RSTP).

Parametry podświetlone na szaro mają status tylko do odczytu i nie mogą być zmodyfikowane.

Note:

Przypisując priorytet mostu głównym punktem sieci ma być przełącznik Ethernet, a nie inteligentne urządzenie elektroniczne. Zmniejsza to liczbę przeskoków umożliwiających dotarcie do wszystkich urządzeń w sieci. Wartości priorytetu dla wszystkich inteligentnych urządzeń elektronicznych mają być wyższe niż wartości przełącznika.

23.7.15 PARAMETRY PORTÓW

Funkcja ta jest użyteczna, jeżeli konieczne jest wyświetlenie parametrów każdego portu.

1. W oknie głównym kliknąć adres wybranego urządzenia. Pojawi się okno **RSTP Configuration** Konfiguracja RSTP.
2. Wybrać zakładkę **Port Parameters** (parametry portu), a następnie kliknąć **Get Parameters** (uzyskaj parametry), aby odczytać Parametry portów. Ewentualnie, wybrać numery portów, aby odczytać parametry.

23.7.16 STANY PORTÓW

Opcja ta jest używana do sprawdzenia, które z portów karty są włączone, a które wyłączone.

1. W oknie głównym kliknąć adres wybranego urządzenia. Pojawi się okno **RSTP Configuration** Konfiguracja RSTP.
2. Wybrać zakładkę **Port States**, a następnie kliknąć przycisk **Get Port States** (pobierz informacje o stanie portu). Wyszczególnione zostaną porty karty ethernetowej. Zaznaczone pole wyboru oznacza, że są one włączone.

23.7.17 KONFIGURACJA TRYBU AWARYJNEGO

Aby wyświetlić lub skonfigurować parametry trybu awaryjnego:

Kliknąć przycisk **Failover Configuration** Konfiguracja trybu awaryjnego. Pojawi się ekran **Failover Configuration** Konfiguracja trybu awaryjnego.

1. Aby wyświetlić dostępne parametry podłączonego układu, kliknąć przycisk **Get Failover Parameters** Uzyskaj parametry trybu awaryjnego.
2. Aby zmienić parametry, kliknąć przycisk **Set Failover Parameters** ustaw parametry pracy awaryjnej i zmodyfikuj ich wartości.

Aby przywrócić domyślne wartości parametrów, kliknąć przycisk **Restore Defaults** przywróć domyślne. Konfigurowalne parametry są następujące:

- Port A i Port B stanowią główny port dla przełączania awaryjnego (Port A to port na górze układu redundantnej komunikacji Ethernet).
- Czas przełączania awaryjnego określa czas potrzebny na wyzwolenie przełączenia na układ redundantny. Minimalna wartość to 2s.

23.7.18 BAZA DANYCH FILTROWANIA

Baza danych filtrowania służy do określenia sposobu przesyłania lub filtrowania ramek przez układ redundantnej komunikacji Ethernet (REB). Informacje o filtrowaniu określają zestaw portów, do których przekazywane są ramki otrzymane z określonego portu. Układ redundantnej komunikacji Ethernet sprawdza każdą odebraną ramkę, czy adres docelowy ramki odpowiada adresowi źródłowemu wymienionemu w bazie danych filtrowania. Jeśli istnieje dopasowanie, urządzenie wykorzystuje informacje dotyczące filtrowania/przekazywania dla tego adresu źródłowego, aby określić sposób przesyłania dalej lub filtrowania ramki. W przeciwnym razie ramka jest przekazywana do wszystkich portów w układzie redundantnej komunikacji Ethernet

Zakładka Ogólne

Baza danych filtrowania zawiera dwa typy wpisów - statyczne i dynamiczne. Wpisy statyczne to adresy źródłowe wprowadzone przez administratora. Wpisy dynamiczne to adresy źródłowe poznane w procesie przełączania. Wpisy dynamiczne są usuwane z bazy danych filtrowania po upływie czasu ważności. Baza danych zawiera maksymalnie 1024 wpisy.

1. Aby w razie potrzeby uzyskać dostęp do funkcji bazy danych przekazywania, kliknąć przycisk baza danych filtrowania w oknie głównym
2. Aby wyświetlić rozmiar bazy danych przekazywania, liczbę wpisów statycznych i liczbę wpisów dynamicznych, kliknąć opcję **Read Database Info** odczytaj informacje z bazy danych
3. Aby ustawić czas ważności, wpisz liczbę sekund w polu tekstowym i kliknąć przycisk **Set Ustaw**

Zakładka Filtrowanie wpisów

Sekcja **Filtering Entries** filtrowanie wpisów pozwala ustawić statyczne adresy MAC i odczytać adresy dynamiczne. Prawdopodobnie nie będzie to używane w żadnym zastosowaniu.

Zakładka Filtrowanie Goose

Sekcja Filtrowanie wpisów pozwala ustawić statyczne adresy MAC i odczytać adresy dynamiczne. Prawdopodobnie nie będzie to używane w żadnym zastosowaniu. Filtrowanie GOOSE pozwala odfiltrować odbiór GOOSE na podstawie adresów MAC multiemisji. Można to zrobić klikając pola wyboru lub wpisując żądany zakres.

23.7.19 KONIEC SESJI

Aby zakończyć sesję:

1. W oknie głównym kliknąć przycisk **Quit Zakończ**, pojawi się nowy ekran.
2. Jeśli wymagana jest kopia zapasowa bazy danych, kliknąć **Yes Tak**, pojawi się nowy ekran.
3. Kliknąć przycisk ..., aby przeglądać ścieżkę. Wpisać nazwę w polu tekstowym.

23.8 REDUNDANTNA KOMUNIKACJA ETHERNET

Redundancja stanowi transparentną rezerwę. Jest ona wymagana, gdy pojedynczy punkt podatności na awarie nie może być tolerowany, a więc jest wymagana w krytycznych zastosowaniach, jak automatyka stacyjna. Działanie redundancji można porównać do zabezpieczenia zapewniającego alternatywną drogę przebiegu w przypadku awarii jednej z dróg.

Układ redundantnej komunikacji Ethernet (REB) przeznaczony dla urządzeń serii Px40 zapewnia „płynną” redundancję na poziomie inteligentnego urządzenia elektronicznego (IED). Wyrażenie „płynna” w tym kontekście jest terminem użytym do opisanie przejścia z jednej ścieżki komunikacyjnej na inną bez zauważalnych konsekwencji.

23.9 PROTOKOŁY REDUNDANCJI

Dostępne są warianty układu redundantnej komunikacji Ethernet (REB) dla każdego z poniższych protokołów:

- Protokół redundancji równoległej PRP
- HSR- układ sieć redundantnej
- RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)
- Przełączanie

Standardy PRP oraz HSR są standardami otwartymi, zatem ich implementacja jest kompatybilna z każdym standardowym urządzeniem odpowiednio PRP lub HSR. PRP zapewnia płynną redundancję. RSTP jest również standardem otwartym, więc jego implementacja jest kompatybilna ze wszystkimi standardowymi urządzeniami RSTP. RSTP zapewnia redundancję, jednak nie jest ona „płynna.”

23.9.1 PROTOKÓŁ REDUNDANCJI RÓWNOLEGŁEJ (PRP)

Firmy zajmujące się systemami elektroenergetycznymi tradycyjnie stosowały własne protokoły do redundantnej komunikacji. Dzieje się tak, ponieważ znormalizowane protokoły nie są w stanie spełnić wymagań stawianych systemom czasu rzeczywistego. Nawet krótka utrata łączności może spowodować utratę funkcjonalności.

Jednakże protokół redundancji równoległej (PRP) wykorzystuje normę IEC 62439 w sieciach o topologii podwójnej gwiazdy Dual Homing Star, zaprojektowanych dla inteligentnych urządzeń elektronicznych różnych producentów do współpracy ze sobą w redundantnej sieci Ethernet podstacji. PRP zapewnia płynną redundancję dla systemów czasu rzeczywistego i jest standardem dla sieci o topologii podwójnej gwiazdy w podstacjach.

23.9.1.1 SIECI PRP

Sieci redundantne zwykle polegają na zdolności sieci do rekonfiguracji w przypadku awarii. Jednak PRP wykorzystuje dwie niezależne sieci równoległe.

PRP realizuje funkcje redundancji w węzłach końcowych, a nie w elementach sieci. Jest to jedna z głównych różnic w stosunku do RSTP. Węzeł końcowy jest podłączony do dwóch podobnych sieci LAN o dowolnej topologii, które działają równoległe.

Węzeł nadawczy powiela każdą ramkę i przesyła je przez obie sieci. Węzeł odbiorczy przetwarza ramkę, która dotarła jako pierwsza i ignoruje kopię. Dlatego nie ma rozróżnienia pomiędzy ścieżką roboczą i ścieżką rezerwową. Węzeł odbiorczy sprawdza, czy wszystkie ramki docierają w kolejności oraz czy ramki są prawidłowo odbierane na obu portach.

Warstwa PRP zarządza funkcją replikacji i odrzucania oraz ukrywa obie sieci przed warstwami wyższymi. Ten schemat działa bez rekonfiguracji i przełączania, więc pozostaje dostępny, zapewniając brak utraty danych.

Nie powinno być żadnego wspólnego punktu awarii pomiędzy dwiema sieciami LAN. Dlatego nie są zasilane z tego samego źródła i nie można ich bezpośrednio ze sobą łączyć. Są identyczne pod względem protokołu na poziomie MAC, ale mogą różnić się wydajnością i topologią. Obie sieci LAN muszą znajdować się w tej samej podsieci, więc wszystkie adresy IP muszą być unikalne.

23.9.1.2 ELEMENTY SIECI

Urządzenie kompatybilne z PRP ma dwa porty działające równoległe. Każdy port jest podłączony do oddzielnej sieci LAN. W normie IEC 62439 urządzenia te nazywane są DANP (węzeł podwójnie przyłączony z PRP). Urządzenie DAN ma dwa porty, jeden adres MAC i jeden adres IP.

Pojedynczy przyłączony węzeł (SAN) to niekrytyczny węzeł podłączony tylko do jednej sieci LAN. Węzły SAN, które muszą się ze sobą komunikować, muszą znajdować się w tej samej sieci LAN.

Poniższy schemat przedstawia przykład sieci PRP. Podwójnie przyłączone węzły DANP 1 i DANP 2 mają pełną redundancję węzłów. Pojedynczo przyłączone węzły SAN 1 i SAN 4 nie mają żadnej redundancji. Pojedynczo przyłączone węzły można podłączyć do obu sieci LAN za pomocą układu redundancyjnego (RedBox). RedBox

konwertuje pojedynczo przyłączony węzeł na podwójnie przyłączony węzeł. Urządzenia jak komputery z jedną kartą sieciową, drukarki i inteligentne urządzenia elektroniczne z jedną kartą sieciową są pojedynczo przyłączonymi węzłami. Węzeł SAN za układem RedBox wygląda jak DAN, dlatego nazywa się ją wirtualnym DAN (VDAN).

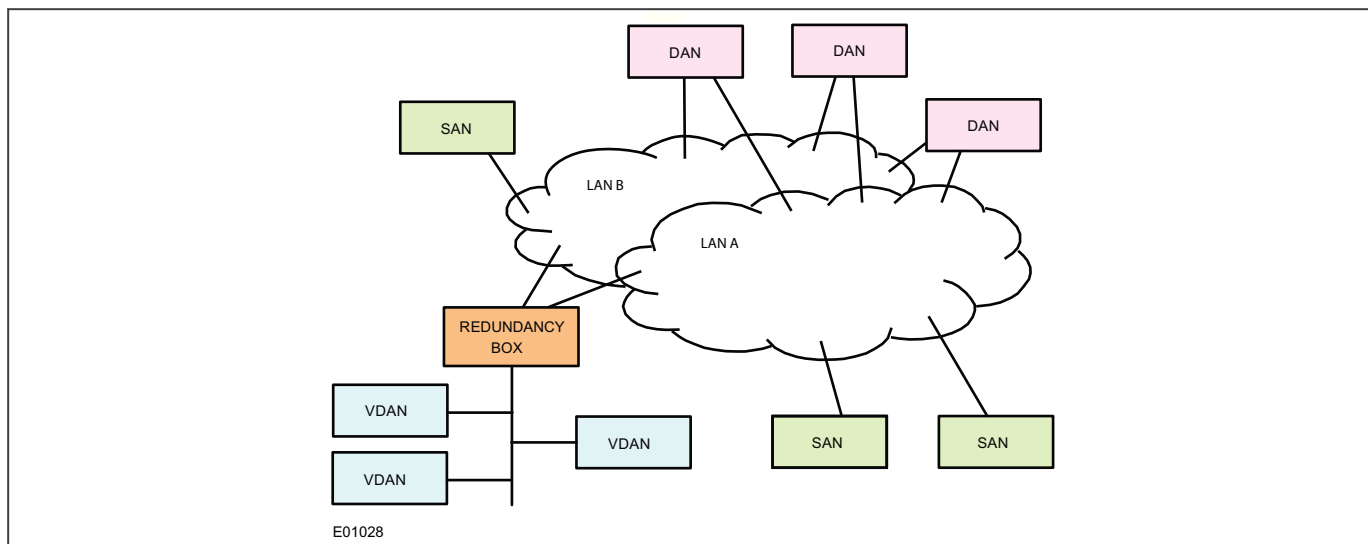


Figure 378: Przykład redundantej sieci wykorzystującej protokół PRP

W urządzeniu DAN oba porty mają ten sam adres MAC, więc to nie ma wpływu na sposób komunikacji pomiędzy urządzeniami w sieci Ethernet (protokół rozróżniania adresów – Address Resolution Protocol w warstwie 2). Wszystkie ramki danych są widoczne dla obu portów.

Gdy urządzenie DAN wysyła ramkę danych, ramka zostaje powielona na obu portach a tym samym na obu segmentach sieci LAN. Dzięki temu powstaje redundanтна ścieżka dla ramki danych w razie usterki jednego z segmentów. W normalnych warunkach oba segmenty sieci LAN działają i każdy port odbiera jednakowe ramki. Można sobie z tym poradzić na dwa sposoby: Duplikat Zaakceptuj i Duplikat Odrzuć.

GE Vernova RedBox to przełącznik H382. Jest kompatybilny z urządzeniem PRP dowolnego innego dostawcy.

23.9.2 PROTOKÓŁ PŁYNNEJ REDUNDANCJI O WYSOKIEJ DYSPOZYCYJNOŚCI (ANG. HSR – HIGH-AVAILABILITY SEAMLESS REDUNDANCY).

Protokół HSR został unormowany w standardzie IEC 62439-3 (punkt 5) do zastosowania w sieciach o topologii pierścienia. Podobnie jak w przypadku protokołu PRP, HSR zapewnia płynną redundancję i spełnia najbardziej wymagające potrzeby automatyki stacyjnej. Protokół HSR stał się standardem odniesienia dla sieci o topologii pierścienia w środowisku stacji elektroenergetycznych. Implementacja układu redundanтnej komunikacji Ethernet (REB) w protokole HSR jest kompatybilna z każdym standardowym urządzeniem PRP.

HSR działa w taki sposób, że każde urządzenie podłączone w pierścieniu jest podwójnie podłączonym węzłem transmitującym dane po protokole HSR (określanym jako DANH). Podobnie jak w protokole PRP pojedynczo podłączone węzły takie jak drukarki są połączone za pomocą skrzynek redundancyjnych Ethernet (Ethernet Redundancy Boxes – RedBox).

23.9.2.1 TOPOLOGIA HSR MULTICAST

Gdy urządzenie DANH wysyła ramkę typu multicast, ramka (ramka C) jest kopiowana (ramka A i ramka B), a każdej skopiowanej ramce A/B przypisywany jest docelowy adres MAC oraz numer sekwencyjny. Ramki A i B różnią się od siebie tylko swoimi numerami sekwencyjnymi – co umożliwia odróżnienie jednej kopii od drugiej. Każda ramka wysyłana jest do sieci przez oddzielny port. Docelowe urządzenie DANH odbiera 2 identyczne ramki, usuwa tag HSR z pierwszej ramki, którą otrzymał, a następnie transmituje ją (ramkę D) dalej, w celu przetworzenia. Druga, skopiowana ramka zostaje odrzucona. Węzły przekazują ramki z jednego portu na drugi, o ile nie jest to węzeł, który wprowadzić ramkę na pierścień.

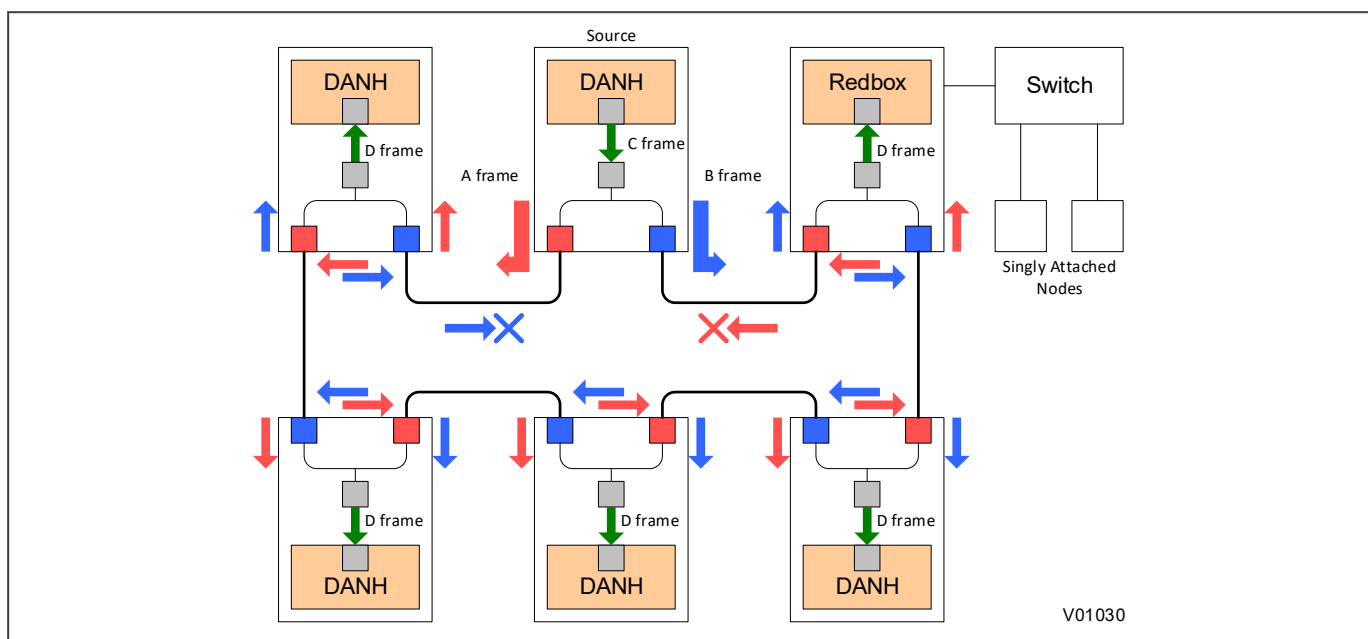


Figure 379: Topologia HSR Multicast

Jedynie około połowa szerokości pasma sieci jest dostępna w protokole HSR dla ramek typu multicast lub broadcast, ponieważ obie zduplikowane ramki A i B krążą po całym pierścieniu.

23.9.2.2 TOPOLOGIA HSR UNICAST

W przypadku ramek typu unicast istnieje tylko pojedynczy odbiorca i ramka wysyłana jest tylko i wyłącznie do niego. Wszystkie urządzenia - poza urządzeniem odbiorcy - przekazują ramki dalej (nie czytając jej zawartości). Nie przetwarzają ich w żaden sposób. Innymi słowy ramki D są tworzone wyłącznie dla odbiorczego urządzenia DANH. Zilustrowano to poniżej.

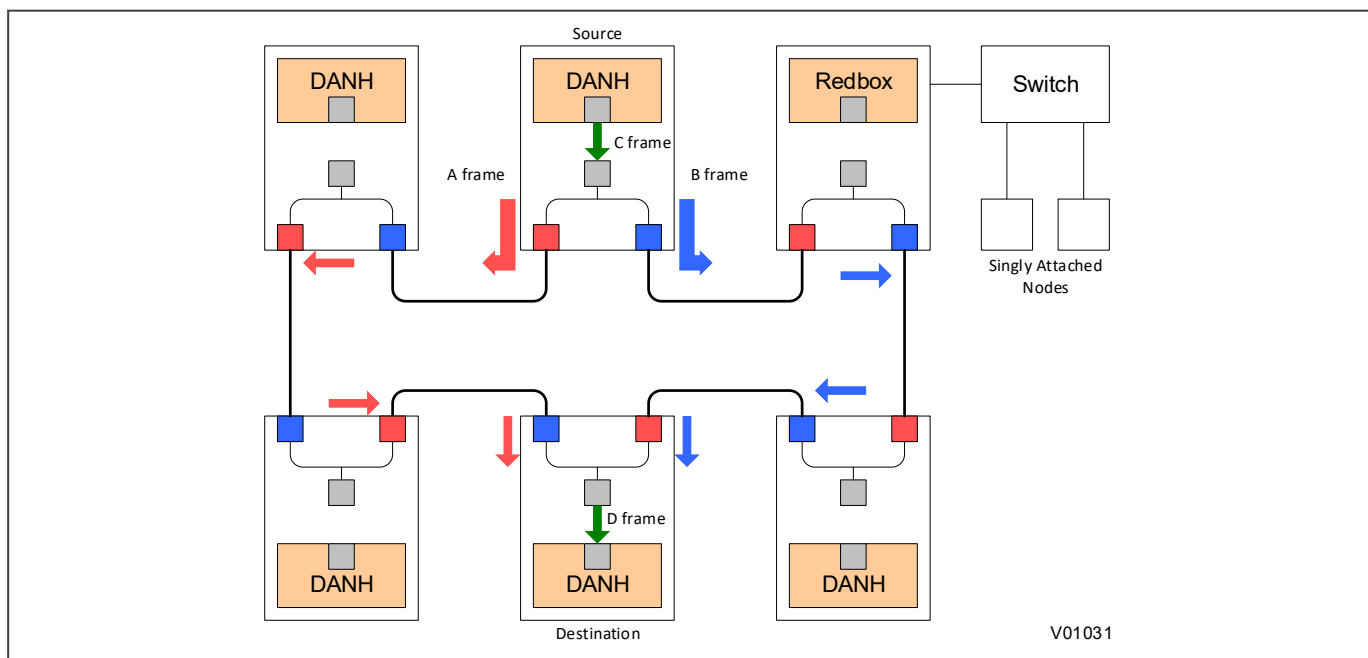


Figure 380: Topologia HSR unicast

W przypadku ramek typu unicast cała szerokość pasma jest dostępna, ponieważ obie ramki A oraz B zatrzymują się przy węźle docelowym.

23.9.2.3 ZASTOSOWANIE PROTOKOŁU HSR W PODSTACJI

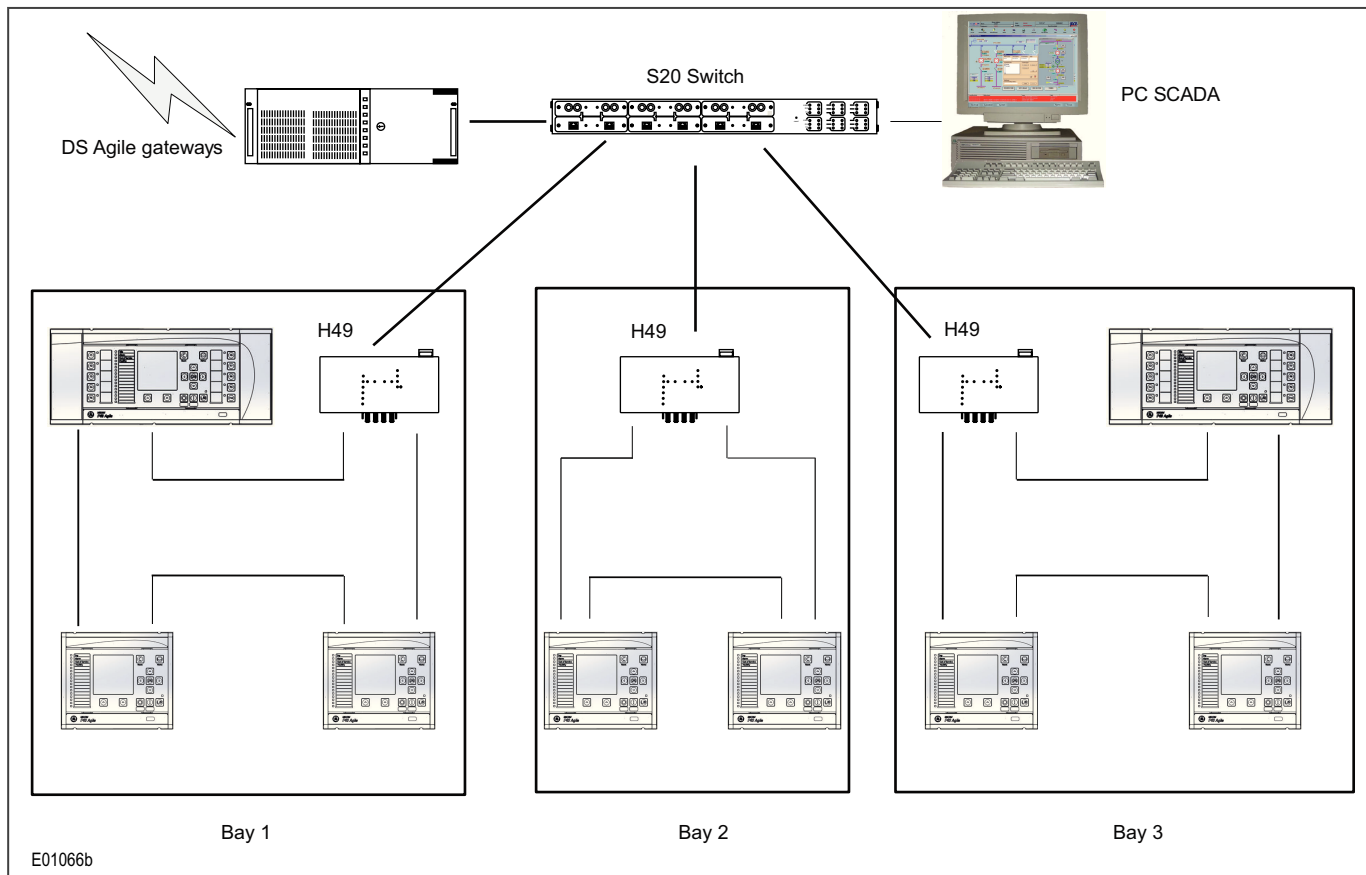


Figure 381: Zastosowanie protokołu HSR w podstacji

23.9.3 PROTOKÓŁ RSTP

RSTP jest standardem umożliwiającym szybkie przekonfigurowanie uszkodzonej sieci poprzez wyszukanie alternatywnej ścieżki, dopuszczającym pozbawioną pętli topologię sieci. Mimo iż protokół RSTP umożliwia szybkie odtworzenie uszkodzonej sieci, czas przywracania sprawności po awarii zależy od liczby urządzeń oraz topologii. Czas odzyskiwania sprawności zależy również od czasu, który jest wymagane przez urządzenia do wyznaczenia mostu głównego oraz obliczenia ról portu (odrzućcie, uczenie, przekazywanie). Urządzenia dokonują tego poprzez wymianę komunikatów BPDU (Bridge Protocol Data Units) zawierających informację na temat identyfikatorów mostów oraz kosztów ścieżki głównej. W celu uzyskania dodatkowych informacji należy zapoznać się ze standardem IEEE 802.1D 2004.

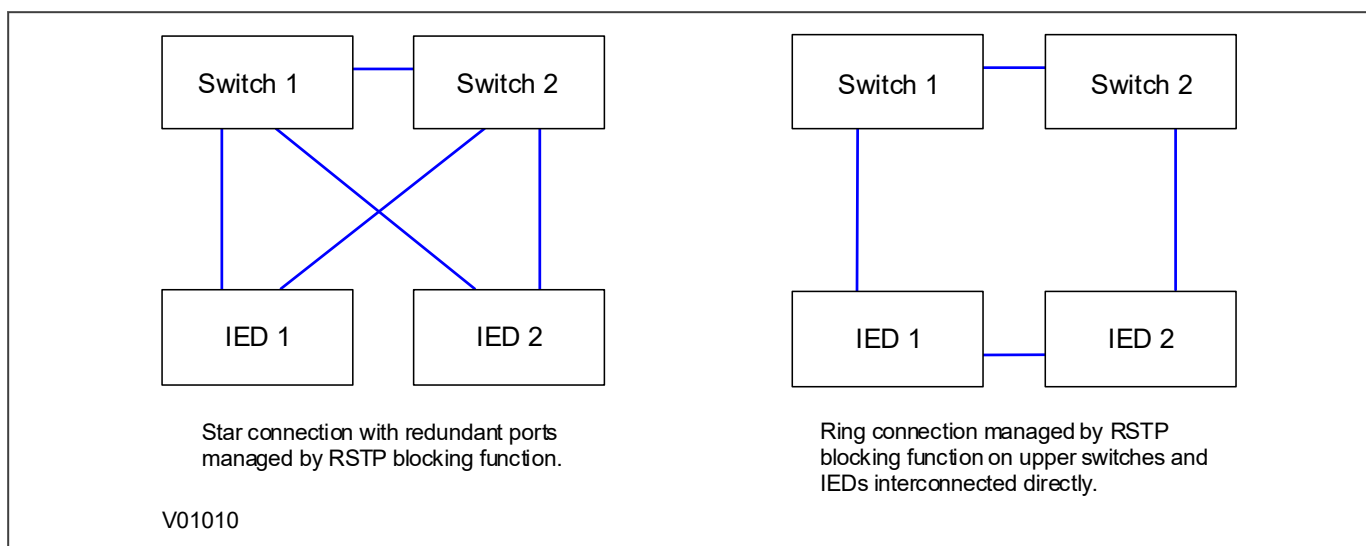


Figure 382: Inteligentne urządzenie elektroniczne podłączone do redundantnego obwodu Ethernet o topologii gwiazdy lub pierścienia

Rozwiązanie RSTP jest oparte na otwartych standardach. Jest zatem kompatybilne z urządzeniami IED innych producentów, które korzystają z protokołu RSTP. Czas odzyskiwania sprawności w przypadku protokołu RSTP wynosi 300 ms, lecz zwiększa się on wraz z wielkością sieci, w związku z czym nie można uzyskać pożądanej płynnej redundancji.

Aby zapewnić optymalną wydajność protokołu, należy upewnić się, że jeden z przełączników Ethernet jest zawsze punktem głównym topologii RSTP.

23.9.4 PRZEŁĄCZANIE

Przełączanie awaryjne to prosty mechanizm redundancji, który nie jest powiązany z żadnym protokołem. Działa poprzez wybór głównego portu i czasu przełączania, który może wynosić zaledwie 2 sekundy. W przypadku awarii głównego łącza portu port nadmiarowy staje się fizycznie aktywny. W żadnym momencie oba porty nie są fizycznie aktywne, co oznacza, że można go używać w dowolnej sieci redundantnej lub nie.

23.10 OGÓLNE FUNKCJE UKŁADU REDUNDANTNEJ KOMUNIKACJI ETHERNET

Poniższe funkcje dotyczą wszystkich redundantnych protokołów Ethernet.

23.10.1 FORWARDING

Urządzenia MiCOM z przełącznikiem Ethernet obsługują tryb przechowywania i przekazywania. Przełączniki przekazują komunikaty z nieznanym adresem do odpowiedniego portu. Komunikaty z nieznanym adresem, komunikaty rozgłoszeniowe oraz komunikaty grupowe są przekazywane do wszystkich portów za wyjątkiem portu źródłowego. Przełączniki MiCOM nie przesyłają dalej pakietów błędów, ramek pauzy 802.3x ani pakietów lokalnych. Nadawanie znacznika priorytetu 802.1p jest aktywne na wszystkich portach.

23.10.2 PROTOKÓŁ SNMP

Prosty protokół zarządzania siecią (SNMP) jest protokołem sieciowym przeznaczonym do zarządzania urządzeniami w sieci IP. Protokół SNMP korzysta z bazy danych MIB (Management Information Base), która zawiera informacje na temat parametrów przeznaczonych do nadzorowania. Format MIB jest strukturą drzewiastą z każdym węzłem w drzewie identyfikowanym przez numeryczny identyfikator obiektu (OID). Każdy OID identyfikuje zmienną, która może być odczytana lub ustawiona przy użyciu protokołu SNMP dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu. Informacja w bazie MIB jest znormalizowana.

Każdy z systemów w sieci (stacja robocza, serwer, router, most, itd.) prowadzi bazę MIB, która odzwierciedla stan zarządzanych zasobów w danym systemie, takich jak wersja oprogramowania pracująca na urządzeniu, adres IP przypisany do portu lub interfejsu, ilość wolnej przestrzeni na dysku lub liczba otwartych plików. Baza MIB nie zawiera danych statystycznych, lecz zamiast tego jest dynamiczną obiektową bazą danych, która zapewnia logiczne gromadzenie definicji zarządzanych obiektów. Baza MIB definiuje typ danych każdego obiektu zarządzanego oraz opisuje obiekt.

Odgałęzienia drzewa bazy MIB związane z protokołem SNMP znajdują się w gałęzi internetowej, która zawiera dwa główne typy gałęzi:

- Gałęzie publiczne (mgmt=2), które są zdefiniowane przez stowarzyszenie IETF (Internet Engineering Task Force).
- Gałęzie prywatne (private=4), które są przypisane przez organizację IANA „Internet Assigned Numbers Authority”. Są one zdefiniowane przez firmy oraz organizacje do których przypisane są te gałęzie.

Na poniższym rysunku przedstawiono strukturę drzewa bazy danych MIB protokołu SNMP. Nie istnieją żadne ograniczenia odnośnie szerokości oraz głębokości drzewa bazy MIB.

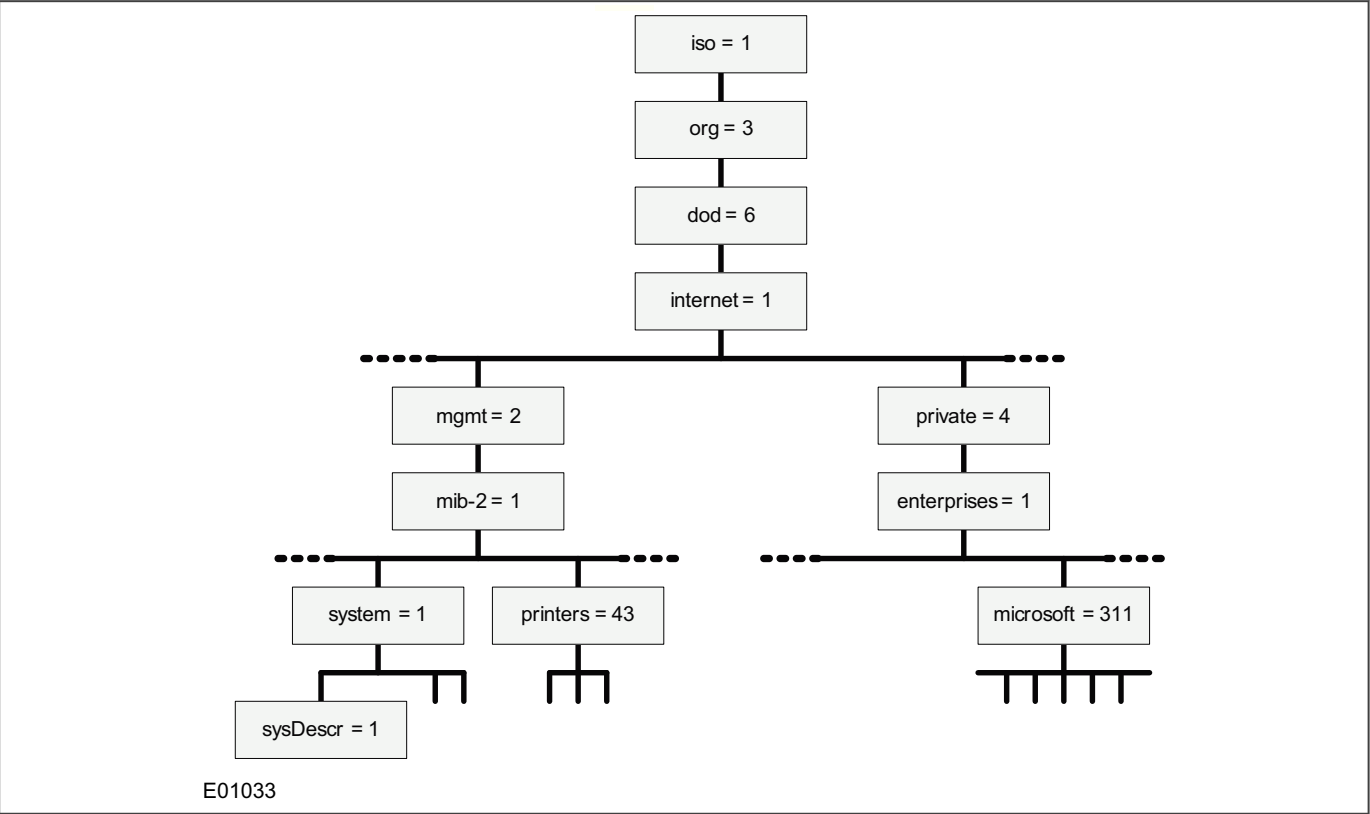


Figure 383: Drzewo MIB SNMP

Cztery górne poziomy hierarchii są ustalone. Oto one:

- Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO)
- Organizację (org)
- Departament Obrony (dod)
- Internet

Zarząd (mgmt) stanowi główną gałąź publiczną. Definiuje on parametry zarządzania siecią wspólne dla urządzeń pochodzących od wszystkich producentów. Poniżej gałęzi zarządzania znajduje się baza MIB-II (mib-2), a pod nią gałęzie dla typowych funkcji zarządzania, takich jak zarządzanie systemem, drukarki, zasoby hosta oraz interfejsy.

Prywatna gałąź drzewa bazy MIB zawiera gałęzie dla dużych organizacji, uporządkowanych w gałęzi przedsiębiorstw. Nie dotyczy to GE Vernova.

23.10.3 STRUKTURA MIB SNMP DLA RSTP

Nasz MIB wykorzystuje trzy typy OID:

- sysDescr
- sysUpTime
- sysName

Adres												Nazwa
0												CCITT
	1											ISO

Adres											Nazwa
			3								Org
				6							DOD
					1						Internet
						2					mgmt
							1				Mib-2
								1			sys
									1		sysDescr
									3		sysUpTime
									4		sysName
Monitorowanie zdalne											
								1 6			RMON (zdalne monitorowanie sieci)
									1		STATYSTYKI
										1	etherstat
										1	etherStatsEntry
											9 etherStatsUndersizePkts
											1 0 etherStatsOversizePkts
											1 2 etherStatsJabbers
											1 3 etherStatsCollisions
											1 4 etherStatsPkts64Octets
											1 5 etherStatsPkts65to127Octets
											1 6 etherStatsPkts128to255Octets
											1 7 etherStatsPkts256to511Octets
											1 8 etherStatsPkts512to1023Octets

Wykorzystywane mogą być różne narzędzia programowe klienta SNMP. Zalecamy korzystanie z przeglądarki SNMP MIB, która może wykonywać podstawowe operacje SNMP jak GET, GETNEXT i RESPONSE.

Note:

Podczas komunikacji z układem redundantnej komunikacji Ethernet widoczne są dwa adresy IP: jeden dla inteligentnego urządzenia elektronicznego i jeden dla przełącznika Ethernet na układzie redundantnej komunikacji Ethernet. Aby uzyskać dostęp do sieci za pomocą protokołu SNMP, użyć adresu IP redundantnego przełącznika karty Ethernet, a nie adresu inteligentnego urządzenia elektronicznego. Dodatkowe informacje można znaleźć w rozdziale dotyczącym konfiguracji.

23.10.4 STRUKTURA MIB SNMP DLA PRP I HSR

Adres											Nazwa
0											ITU
	1										ISO
		0									Standard
			62439								IECHighavailability
				3							PRP
					1						linkRedundancyEntityObjects
						0					IreConfiguration
							0				IreConfigurationGeneralGroup
								1			IreManufacturerName
								2			IreInterfaceCount
							1				IreConfigurationInterfaceGroup
								0			IreConfigurationInterfaces
									1		IreInterfaceConfigTable
										1	IreInterfaceConfigEntry
										1	IreInterfaceConfigIndex
										2	IreRowStatus
										3	IreNodeType
										4	IreNodeName
										5	IreVersionName
										6	IreMacAddressA
										7	IreMacAddressB
										8	IreAdapterAdminStateA
										9	IreAdapterAdminStateB
										10	IreLinkStatusA
										11	IreLinkStatusB
										12	IreDuplicateDiscard
										13	IreTransparentReception
										14	IreHsrLREMode
										15	IreSwitchingEndNode
										16	IreRedBoxIdentity
										17	IreSanA
										18	IreSanB
										19	IreEvaluateSupervision
										20	IreNodesTableClear
										21	IreProxyNodeTableClear
						1					IreStatistics

Adres										Nazwa										
							1													IreStatisticsInterfaceGroup
								0												IreStatisticsInterfaces
									1											IreInterfaceStatsTable
														1						IreInterfaceStatsIndex
															2					IreCntTotalSentA
															3					IreCntTotalSentB
															4					IreCntErrWrongLANA
															5					IreCntErrWrongLANB
															6					IreCntReceivedA
															7					IreCntReceivedB
															8					IreCntErrorsA
															9					IreCntErrorsB
															10					IreCntNodes
															11					IreOwnRxCntA
															12					IreOwnRxCntB
									3											IreProxyNodeTable
										1										IreProxyNodeEntry
														1						reProxyNodeIndex
															2					reProxyNodeMacAddress
		3																		Org
			6																	Dod
				1																Internet
					2															mgmt
						1														mib-2
							1													System
								1												sysDescr
									1											sysUpTime
										3										sysName
											5									sysServices
												7								interfejsy
							2													ifTable
								2												ifEntry
									1											ifIndex
												1								ifDescr
													2							ifType
														3						ifMtu
															4					ifSpeed
																5				ifPhysAddress
																	6			ifAdminStatus
																		7		ifOpenStatus
																			8	ifLastChange
																			9	ifInOctets
																			10	ifInUcastPkts
																			11	

Adres										Nazwa									
									12										ifInNUcastPkts
									13										ifInDiscards
									14										ifInErrors
									15										ifInUnknownProtos
									16										ifOutOctets
									17										ifOutUcastPkts
									18										ifOutNUcastPkts
									19										ifOutDiscards
									20										ifOutErrors
									21										ifOutQLen
									22										ifSpecific
						16													rmon (zdalne monitorowanie sieci)
							1												STATYSTYKI
								1											etherStatsTable
									1										etherStatsEntry
										1									etherStatsIndex
											1								etherStatsDataSource
												1							etherStatsDropEvents
													1						etherStatsOctets
														1					etherStatsPkts
															1				etherStatsBroadcastPkts
																1			etherStatsMulticastPkts
																	1		etherStatsCRCAlignErrors
																		1	etherStatsUndersizePkts
																			etherStatsOversizePkts
																			etherStatsFragments
																			etherStatsJabbers
																			etherStatsCollisions
																			etherStatsPkts64Octets
																			etherStatsPkts65to127Octets
																			etherStatsPkts128to255Octets
																			etherStatsPkts256to511Octets
																			etherStatsPkts512to1023Octets
																			etherStatsPkts1024to1518Octets
																			etherStatsOwner
																			etherStatsStatus

Wykorzystywane mogą być różne narzędzia programowe klienta SNMP. GE Vernova zaleca korzystanie z przeglądarki SNMP MIB, która pozwala przeprowadzić podstawowe operacje SNMP, jak GET, GETNEXT oraz RESPONSE.

Note:

Podczas komunikacji z układem redundantnej komunikacji Ethernet widoczne są dwa adresy IP: jeden dla inteligentnego urządzenia elektronicznego i jeden dla przełącznika Ethernet na układzie redundantnej komunikacji Ethernet. Aby uzyskać dostęp do sieci za pomocą protokołu SNMP, użyć adresu IP redundantnego przełącznika karty Ethernet, a nie adresu inteligentnego urządzenia elektronicznego. Dodatkowe informacje można znaleźć w rozdziale dotyczącym konfiguracji.

23.11 PROSTY SIECIOWY PROTOKÓŁ CZASU (SNTP)

Prosty sieciowy protokół czasu SNTP (SNTP = Simple Network Time Protocol) stosowany jest do synchronizacji zegarów systemów komputerowych pracujących w sieciach o zmiennym opóźnieniu transmisji danych, wykorzystujących przełączanie pakietów, takich jak sieci oparte na protokole IP. Bufor jitter jest używany dla redukcji skutków różnych opóźnień spowodowanych przez kolejkowanie, poprzez zapewnienie ciągłego przepływu danych przez sieć.

Protokół SNTP jest obsługiwany przez urządzenie IED oraz switch na redundantnej płycie ethernetowej. Zarówno urządzenie IED jak i redundantna płyta ethernetowa mają swoje adresy IP. Za pomocą adresów IP każdego urządzenia można je zsynchronizować z serwerem SNTP.

W przypadku inteligentnego urządzenia elektronicznego, dokonuje się tego poprzez wprowadzenie adresu IP serwera SNTP do inteligentnego urządzenia elektronicznego za pomocą programu narzędziowego IEC 61850 IED Configurator.

W przypadku układu redundantnej komunikacji Ethernet można to zrobić za pomocą konfiguratora Redundant Ethernet.

23.12 PROTOKOŁY DANYCH

Urządzenia mogą obsługiwać różne protokoły danych, dzięki czemu mogą znaleźć zastosowanie w różnych gałęziach przemysłów i aplikacjach. Konkretny protokół danych obsługiwany przez konkretny produkt zależy od jego zastosowanie, ale w poniższej tabeli podano typowo dostępne protokoły.

PROTOKOŁY DANYCH

Protokół danych	Interfejs warstwy 1	Opis
Courier	USB, K-Bus, RS232, RS485, Ethernet	Standard komunikacji SCADA opracowany przez GE Vernova.
IEC 60870-5-103	RS485	Komunikacja SCADA - standardy IEC
DNP 3.0	RS485	Standard komunikacji SCADA
IEC 61850	Ethernet	Standard IEC dla automatyki podstacji. Ułatwienie uzyskiwania interoperacyjności.

Powiązanie tych protokołów z protokołami warstwy fizycznej niższego poziomu jest następujące:

Protokoły danych	IEC 60870-5-103	IEC 61850	Courier	Courier	Courier
	DNP3.0				
	Courier				
Warstwa łącza danych	EIA(RS)485	Ethernet	EIA(RS)232	K-Bus	USB
Warstwa fizyczna	Kabel miedziany lub włókno optyczne				USB typu B

Produkt obsługuje przełączalny protokół danych komunikacji szeregowej na interfejsie tylnego portu 1 (RP1) (nie jest już konieczne wybieranie protokołu jako opcji przy zamawianiu produktu). Jest to komórka ustawień **RP1 Protocol** w kolumnie **COMMUNICATIONS**. Na przykład produkt można teraz skonfigurować tak, aby zapewniał jednocześnie IEC 61850 na interfejsie Ethernet i DNP3.0 na porcie szeregowym.

23.12.1 COURIER

Ten rozdział zawiera informacje wystarczające do zrozumienia protokołu Courier na poziomie potrzebnym większości użytkowników. Jeśli informacje zamieszczone w tym podręczniku nie są wystarczające, bardziej szczegółowe można znaleźć w publikacjach R6511 oraz R6512, dostępnych na życzenie.

Courier jest zastrzeżonym protokołem komunikacyjnym GE Vernova. Courier wykorzystuje standardowy zestaw komend, pozwalających uzyskać dostęp do bazy danych ustawień oraz danych urządzenia IED. Dzięki temu urządzenie nadrzędne może komunikować się z wieloma urządzeniami podrzędnymi. Elementy charakterystyczne dla danego zastosowania znajdują się w bazie danych a nie w komendach, które są używane do ich wywołania, co oznacza, że nie ma potrzeby uprzedniego konfigurowania stacji nadrzędnej. Courier zapewnia również mechanizm kolejności zdarzeń (SOE) oraz odczytywania zapisów zakłóceń.

23.12.1.1 POŁĄCZENIE FIZYCZNE ORAZ WARSTWA ŁĄCZA

Courier można stosować z czterema protokołami warstwy fizycznej: USB, K-Bus, EIA(RS)232 lub EIA(RS)485.

Dostępnych jest kilka typów złącz dla Courier

- Przedni port USB- do podłączenia oprogramowania konfiguracyjnego zainstalowanego np. na laptopie.
- Tylne porty 1 (RP1) - do stałego połączenia SCADA poprzez port szeregowy RS485 lub K-Bus
- Opcjonalny port światłowodowy (RP1 w gnieździe A) - do stałego połączenia SCADA poprzez szeregowy światłowod
- Opcjonalny tylny port 2 (RP2) – do stałego połączenia SCADA poprzez port szeregowy RS485, K-Bus lub RS232

Opcjonalna układ Ethernet (NIC) – do zdalnej komunikacji z oprogramowaniem konfiguracyjnym S1 Agile poprzez sieć Ethernet.

Adres inteligentnego urządzenia elektronicznego, jak i szybkość transmisji dla każdego z tylnych portów szeregowych można wybrać za pomocą menu na panelu przednim lub za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego.

Note:

*Zmiana ustawienia konfiguracji **RP2 Port Config** portu RP2 (K-Bus, EIA(RS)232) wymaga ponownego uruchomienia inteligentnego urządzenia elektronicznego, aby zmiana zaczęła obowiązywać.*

23.12.1.2 BAZA DANYCH COURIER

Baza danych protokołu Courier jest dwuwymiarowa i przypomina tabelę. Każdej komórce bazy danych przypisany jest adres wiersza i kolumny. Zarówno kolumny jak i wiersze ponumerowane są od 0 do 255 (zapisywane w systemie szesnastkowym w zakresie od 0000 do FFFF). Adresy w bazie danych zapisywane są w systemie szesnastkowym, np.: 0A02 to kolumna 0A i rząd 02. Powiązane ustawienia oraz dane są częścią tej samej kolumny. Wiersz zerowy kolumny zawiera ciąg znaków pozwalający zidentyfikować zawartość kolumny i stanowi nagłówek kolumny.

Bazy danych menu konkretnego produktu zawierają kompletną definicję bazy danych.

23.12.1.3 KATEGORIE USTAWIEŃ

Wyróżniamy dwie główne kategorie ustawień w zabezpieczeniach IED:

- ustawienia kontroli i obsługi,
- Ustawienia zabezpieczeń

Zmiany ustawień kontroli i obsługi są wprowadzane od razu i zapisywane w pamięci nieulotnej, za wyjątkiem ustawień rejestratora zakłóceń. Zmiany ustawień zabezpieczenia oraz rejestratora zakłóceń są zapisywane w pamięci podręcznej i nie są implementowane od razu. Muszą być zapisane w komórce **Save Changes** (Zapisz zmiany) w kolumnie **CONFIGURATION** (Konfiguracja).

23.12.1.4 ZMIANA NASTAW

Courier oferuje dwa sposoby zmiany ustawień. Obydwie metody mogą być wykorzystane do edytowania wszystkich ustawień w bazie danych.

Metoda 1

Do zmiany ustawień używamy trzech komend:

Najpierw należy wejść w tryb ustawień (Setting mode): Następuje sprawdzenie, czy komórkę można edytować i w jakim zakresie.

1. Preload Setting (załaduj wstępnie ustawienia): Komenda ta powoduje wprowadzenie nowej wartości do komórki. Wartość ta jest ponownie sprawdzana, aby uniknąć sytuacji, w której doszło do zwarcia ustawienia. Czynność ta nie zapewnia kontroli prawidłowości ustawienia.
2. Execute Setting (wykonaj ustawienia): Jest to polecenie potwierdzające zmianę ustawienia. Jeśli zmiana jest zatwierdzona, pojawia się informacja o jej zastosowaniu. Jeśli zmiany nie można wprowadzić, pojawia się informacja o błędzie.
3. Abort Setting (anuluj ustawienia): Tej komendy można użyć do anulowania wprowadzonej zmiany ustawienia. Jest to najbardziej bezpieczna metoda. Najlepiej ona współgra z edytorami on-line, ponieważ limity ustawień są odczytywane, zanim zostanie wprowadzona zmiana. Jeśli jednak dokonuje się zmian wielu ustawień, proces zmian może okazać się powolny, gdyż każda zmiana wymaga wykonania trzech komend.

Metoda 2

W celu bezpośredniej zmiany ustawienia należy użyć komendy Set Value (ustaw wartość). Pojawi się informacja z potwierdzeniem zmiany bądź kod błędu, określający przyczynę niepowodzenia. Ta komenda pozwala na wprowadzenie ustawienia o wiele szybciej, niż wcześniejsza metoda, jednak nie są w niej odczytywane limity ustawienia. Ta metoda jest zatem lepsza dla edytorów off-line, jak np. MiCOM S1 Agile, lub do wydawania komend sterowania prekonfigurowanego.

23.12.1.5 ODCZYT ZDARZEŃ

Zdarzenia mogą być odczytywane automatycznie (tylko tylny port szeregowy) lub ręcznie (każdy port szeregowy). W przypadku automatycznego odczytywania zdarzeń, wszystkie zdarzenia odczytywane są w porządku sekwencyjnym, z wykorzystaniem mechanizmu zdarzeń protokołu Courier. Odczyt ten obejmuje dane o zwarcach i konserwacjach. Ręczny odczyt zdarzeń pozwala na selekcję zdarzeń, zwarć lub danych o konserwacji zgodnie z potrzebami.

23.12.1.5.1 AUTOMATYCZNE ODCZYTYWANIE REJESTRÓW ZDARZEŃ

Metoda ta polega na ciągłym odczycie zdarzeń oraz informacji o zwarcach, w czasie rzeczywistym. Jest ona obsługiwana tylko przez tylny port Courier.

W momencie utworzenia nowego zdarzenia wystawiany jest bit **Event** (Zdarzenie) w bajcie **Status**. W ten sposób urządzenie nadrzędne informowane jest o dostępności nowego zdarzenia. Najstarsze nieodczytane zdarzenie może zostać odczytane z inteligentnego urządzenia elektronicznego za pomocą komendy **Send Event** (wyślij zdarzenie). Urządzenie IED odpowiada na tę komendę podając informacje o zdarzeniu.

Gdy zdarzenie zostało odczytane, należy użyć komendy **Accept Event** (Akceptuj zdarzenie) w celu potwierdzenia, że odczytywanie zdarzenia zakończyło się pomyślnie. Gdy wszystkie zdarzenia zostaną odczytane, bit **Event** (Zdarzenie) jest zerowany. Jeżeli nadal pozostają zdarzenia nieodczytane, kolejne zdarzenie może być odczytane podobnie jak poprzednio, za pomocą komendy **Send Event** (wyślij zdarzenie).

23.12.1.5.2 RĘCZNE ODCZYTYWANIE REJESTRÓW ZDARZEŃ

Kolumna **VIEW RECORDS** (położenie 01) umożliwia ręczny podgląd zapisów zdarzeń, zwarć oraz konserwacyjnych. Zawartość tej kolumny uzależniona jest od wybranego rodzaju zapisów. Wybór zdarzenia możliwy jest przez podanie numeru zdarzenia. W ten sam sposób można wybrać zapis zwarcia bądź konserwacji.

Wybór zapisu zdarzenia (komórka „Select Event”: 0101)

W tej komórce może być ustawiona liczba zapamiętanych zdarzeń. W przypadku prostych rejestrów zdarzeń (Typ 0), szczegóły dotyczące zdarzenia znajdują się w komórkach od 0102 do 0105. Pojedyncza komórka reprezentuje każde z pól zdarzenia. Jeśli wybrane zdarzenie to zapis zwarcia lub konserwacji (typ 3), reszta kolumny zawiera dodatkowe informacje.

Wybór zapisu zwarcia (komórka „Select Fault”: 0105)

W tej komórce można bezpośrednio wybrać zapis dotyczący zwarcia, wpisując wartość od 0 do 4, aby wybrać jeden zapis z pięciu zapamiętanych. (0 to ostatnie zapamiętane zwarcie a 4 to najstarsze). Kolumna będzie zawierała szczegóły dotyczące wybranego zapisu zwarcia.

Wybór zapisu konserwacji (komórka „Select Maint: 01F0)

W tej komórce można wybrać zapis dotyczący konserwacji, wpisując wartość od 0 do 4. Komórka ta działa podobnie jak w przypadku wyboru zapisu zwarcia.

Jeśli ta kolumna używana jest do odczytywania informacji dotyczącej zdarzenia, dochodzi do zmiany numeru powiązanego z określonym zapisem, gdy pojawia się nowe zdarzenie lub zwarcie.

Typy zdarzeń

Urządzenie IED generuje zdarzenia w poniższych okolicznościach:

- Zmiana stanu zestyku wyjściowego,
- zmiana stanu wejścia optycznego,
- zadziałanie członu zabezpieczającego,
- stan alarmowy,
- zmiana ustawienia,
- wprowadzenie hasła/upłynięcie czasu.

Format zapisów zdarzeń

Urządzenie IED po wywołaniu komendy Send Event zwraca następujące pola:

- Nr referencyjny komórki,
- znacznik czasu,
- tekst komórki,
- Wartość komórki,

Baza danych menu zawiera tabele możliwych zdarzeń oraz pokazuje sposób interpretacji wspomnianych pól. Rejestry zwarć i konserwacji zwracają zdarzenie Courier Type 3, które zawiera wspomniane pola uzupełnione dwoma dodatkowymi:

- kolumna odczytu zdarzenia,
- numer zdarzenia.

Zdarzenia te zawierają dodatkowe informacje, które są odczytywane z inteligentnego urządzenia elektronicznego za pomocą kolumny B4. Wiersz 01 zawiera ustawienie **Select Record**, które pozwala wybrać zapis zwarcia lub konserwacji. To ustawienie należy ustawić na numer zdarzenia zwrócony w rejestrze. Szczegółowe dane mogą być odczytane z IED poprzez pobranie tekstu oraz danych z kolumny.

23.12.1.6 ODCZYT REJESTRU ZAKŁÓCEŃ,

Dostęp do przechowywanych rejestrów zakłóceń jest możliwy za pomocą interfejsu Courier. Zapisy odczytuje się za pośrednictwem kolumny B4.

Zapis do odczytu można wybrać za pośrednictwem komórki **Select Record**. Zapis zerowy jest najstarszym zapisem nieodczytanym. Starsze zapisy, które zostały już odczytane, są oznaczane wartościami dodatnimi, podczas gdy młodsze zapisy - wartościami ujemnymi. Aby wspomóc odczyt automatyczny przez port tylny, inteligentne urządzenia elektroniczne wystawia bit zakłócenia **Disturbance** bajtu statusowego **Status**, zawsze, gdy w jego pamięci znajdują się jakieś nieodczytane zapisy.

Po wybraniu rejestru za pomocą wspomnianej komórki, czas oraz datę zapisu można odczytać w komórce B402 - **Trigger Time**. Zapis zakłócenia można odczytać z użyciem mechanizmu przesyłu blokowego dla komórki B40B

i poprzez zapisanie przesyłanych danych do formatu COMTRADE. Oprogramowanie konfiguracyjne wykonuje tę operację automatycznie.

23.12.1.7 USTAWIENIA LOGIKI PSL

Ustawienia programowalnego schematu logicznego (PSL) mogą być wysłane lub pobrane z/na IED z wykorzystaniem mechanizmu przesyłu blokowego.

Do wykonania tej operacji służą poniższe komórki:

- Komórka **Domain** (domena) (B204): W tej komórce można wybrać albo ustawienia PSL (wysłanie lub pobranie) albo dane konfiguracyjne PSL (tylko wysłanie).
- **Komórka Sub-Domain** (subdomena) (B208): W tej komórce można wybrać wysłanie lub pobranie grupy ustawień zabezpieczenia.
- **Komórka Version (wersja) (B20C)**: W tej komórce można wybrać sprawdzenie zgodności pobieranego pliku.
- **Komórka Transfer Mode** (tryb transmisji) (B21C): W tej komórce można wybrać tryb transmisji.
- Komórka **Data Transfer** (transmisja danych) (B120): Używana do wysyłania lub pobierania.

Mechanizm ten umożliwia wysyłanie oraz pobieranie ustawień PSL z i do urządzenia IED. Do edytowania ustawień niezbędne jest oprogramowanie konfiguracyjne. MiCOM S1 Agile przeprowadza również kontrolę prawidłowości ustawień, zanim są one przesyłane do inteligentnego urządzenia elektronicznego.

23.12.1.8 SYNCHRONIZACJA CZASU

Czas i data mogą być ustawiane za pomocą funkcji synchronizacji czasu protokołu Courier. Urządzenie przeprowadza korektę opóźnienia transmisji. Komunikat o synchronizacji czasu może zostać wysłany jako komenda globalna lub osobno, na poszczególne adresy urządzeń IED. Jeśli komunikat o synchronizacji czasu wysyłany jest na poszczególne adresy, urządzenie odpowiada komunikatem potwierdzającym. Jeśli wysyłana jest komenda globalna, ta sama komenda musi zostać wysłana dwa razy. Zdarzenie synchronizacji zegara z wykorzystaniem protokołu Courier generowane jest zarówno, gdy komunikat o synchronizacji zegara wysłany został jako komenda globalna, jak i wtedy, gdy komendę wysłano na poszczególne adresy urządzeń IED.

Jeśli do synchronizacji zegara wykorzystane jest wejście IRIG-B, nie ma możliwości ustawienia czasu urządzenia za pomocą interfejsu Courier. Przy próbie ustawienia czasu urządzenia za pomocą interfejsu, urządzenie utworzy zdarzenie z bieżącą datą i godziną pobranymi z zegara synchronizowanego wewnętrznie sygnałem IRIG-B.

23.12.1.9 KONFIGURACJA PROTOKOŁU COURIER

Aby skonfigurować urządzenie:

1. Wybrać kolumnę **CONFIGURATION** (konfiguracja) i sprawdzić, czy komórka **Comms settings** (ustawienia protokołów komunikacyjnych) jest ustawiona na *Visible* (Widoczne).
2. Wybrać kolumnę **COMMUNICATIONS - KOMUNIKACJA**.
3. Przejść do pierwszej komórki od góry (**RP1 protocol**). Ustawić na wybrany protokół komunikacyjny – w tym przypadku *Courier*.
4. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Address**). Komórka ta definiuje adres portu RP1 w urządzeniu. Do jednego gniazda może być podłączonych do 32 urządzeń IED. Dlatego też do każdego IED należy przypisać inny, unikalny adres, tak by komunikaty ze sterującej stacji nadrzędnej trafiały tylko do jednego, określonego inteligentnego urządzenia elektronicznego. Courier do określenia adresu wykorzystuje liczby całkowite w zakresie od 1 do 254. Domyślnie jest on ustawiony na 255, którą to wartość należy zmienić. Ważnym jest, by nie było dwóch urządzeń IED o tym samym adresie.
5. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 InactivTimer**). Komórka ta określa czas timera bezczynności. Timer bezczynności określa po jakim czasie urządzenie IED nie odbierające żadnych komunikatów na tylnym porcie unieważni wszelkie wprowadzone hasła dostępowe i odrzuci wszelkie zmiany. Czas ten dla tylnego portu można ustawić na 1-30 minut.

6. Jeżeli przyłączone są opcjonalne złączki światłowodowe, widoczna jest komórka **RP1 PhysicalLink**. Komórka ta definiuje typ łącza fizycznego używanego do komunikacji (przewód miedziany lub światłowod).
7. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Card Status**). Ta komórka nie jest konfigurowalna. Wyświetlany jest w niej status wybranego protokołu warstwy fizycznej dla RP1.
8. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Port Config**). Komórka ta definiuje typ połączenia szeregowego. Wybrać pomiędzy K-Bus lub RS485.
9. W przypadku wybrania EIA(RS)485 w następnej komórce (**RP1 Comms Mode**) wybierany jest tryb komunikacji. Do wyboru jest IEC 60870 FT1.2 dla normalnej pracy z modemami 11-bitowymi lub 10-bitowymi, bez bitu parzystości. W przypadku wybrania komunikacji K-Bus komórka ta nie pojawi się.
10. W przypadku wybrania EIA(RS)485, kolejna komórka poniżej definiuje prędkość transmisji. Możliwe są trzy prędkości transmisji: 9600, 19200 oraz 38400. W przypadku wybrania komunikacji K-Bus komórka ta w ogóle się nie pojawi, gdyż prędkość transmisji jest tu ustawiona na stałe na 64 kbps.

23.12.2 IEC 60870-5-103

Specyfikacja IEC 60870-5-103 (Sprzęt i systemy do sterowania zdalnego, część 5, punkt 103: Protokoły transmisji) określa stosowanie norm IEC 60870-5-1 do IEC 60870-5-5 opracowanych na potrzeby komunikacji ze sprzętem ochronnym.

Ten rozdział omawia zastosowanie normy IEC 60870-5-103 w odniesieniu do platformy Px40. Nie jest to opis samej normy. Poziom wiedzy zawartej w tym punkcie oparto na założeniu, że czytelnik zna już normę IEC 60870-5-103.

Ten rozdział zawiera informacje wystarczające do zrozumienia standardu na poziomie potrzebnym większości użytkowników.

Interfejs IEC 60870-5-103 jest interfejsem typu master/slave, w którym urządzenie zabezpieczające pełni rolę urządzenia podrzędnego (slave). Urządzenie ma 2 poziom zgodności, określony przez normę IEC 60870-5-103.

Interfejs wspiera szereg funkcjonalności określonych normą IEC 60870-5-103:

- Inicjalizacja (zerowanie),
- Synchronizację czasu
- Odczyt rejestru zdarzeń,
- Odpytywanie ogólne
- Pomiarów cykliczne
- komendy ogólne,
- Odczyt rejestru zakłóceń,
- kody prywatne.

23.12.2.1 POŁĄCZENIE FIZYCZNE ORAZ WARSTWA ŁĄCZA

Dla protokołu IEC 60870-5-103 dostępne są dwie opcje połączeń:

- Tylny port 1 (RP1) - stałe połączenie z systemem SCADA przez RS485
- Opcjonalny port światłowodowy (RP1 w slotcie A) - stałe połączenie z systemem SCADA za pośrednictwem światłowodu

Jeżeli na wyposażeniu znajduje się opcjonalny port światłowodowy, wyświetlane są pozycje menu za pomocą którym można wybrać aktywny port. Jednakże dokonany wybór zaczyna obowiązywać dopiero po następnym włączeniu zasilania.

Adres inteligentnego urządzenia elektronicznego i szybkość transmisji można wybrać za pomocą menu na panelu przednim lub za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego.

23.12.2.2 INICJACJA

Za każdym razem gdy urządzenie jest podłączone lub gdy parametry komunikacji są zmienione, należy wydać komendę resetującą w celu zainicjowania komunikacji. Urządzenie odpowie na jedną z dwóch komend resetujących: Reset CU (reset modułu komunikacyjnego) lub Reset FCB (reset bitu zliczania ramek). Różnica pomiędzy tymi komendami polega na tym, że komenda Reset CU usunie niewysłane komunikaty z bufora transmisji, z kolei komenda Reset FCB nie usunie żadnego komunikatu.

Urządzenie odpowie na komendę resetującą komunikatem identyfikacyjnym ASDU 5. Powód transmisji (COT) dla tej odpowiedzi to albo Reset CU, albo Reset FCB, w zależności od natury komunikatu resetującego. Zawartość ASDU 5 opisana jest w rozdziale dokumentu Baza danych menu poświęconym normie IEC 60870-5-103, która można osobno otrzymać od GE Vernova.

Poza komunikatem identyfikacyjnym, wywołane zostanie zdarzenie uruchomienia.

23.12.2.3 SYNCHRONIZACJA CZASU

Czas i data mogą być ustawiane na pomocą funkcji synchronizacji czasu protokołu IEC 60870-5-103. Urządzenie przeprowadza korektę opóźnienia transmisji zgodnie z IEC 60870-5-103. Jeśli komunikat o synchronizacji czasu wysyłany jest jako komunikat wyslij/potwierdź, urządzenie odpowiada komunikatem potwierdzającym. Zdarzenie klasy 1 synchronizacji czasu generowane jest zarówno, gdy komunikat o synchronizacji czasu wysłany został jako komunikat wyslij/potwierdź lub jako komunikat rozgłoszeniowy (wyslij/brak odpowiedzi).

Jeśli do synchronizacji zegara wykorzystane jest wejście IRIG-B, nie ma możliwości ustawienia czasu urządzenia za pomocą interfejsu IEC 60870-5-103. Przy próbie ustawienia czasu urządzenia za pomocą interfejsu urządzenie utworzy zdarzenie z bieżącą datą i czasem pobranym z synchronizowanego zegara wewnętrznego IRIG-B.

23.12.2.4 KONFIGUROWALNA LISTA SYGNAŁÓW IEC 60870-5-103

Począwszy od wersji oprogramowania 91, dostępna jest komórka ustawień, która umożliwia wybieranie i odznaczanie sygnałów zakresu prywatnego IEC 60870-5-103 z komunikacji IEC 60870-5-103.

Sygnały normy IEC 60870-5-103 (zakres zgodny), które są dostarczane zgodnie z typem przekaźnika i implementacją, są zawsze włączone. Sygnałów tych nie można wyłączyć.

Ta komórka ustawień to tryb konfiguracji **Config Mode** w kolumnie **PROTOCOL CFG**.

Z tą komórką są powiązane dwa ustawienia. Oto one:

Ustawienie	Opis
Staly	W tym trybie zachowanie inteligentnego urządzenia elektronicznego dla protokołu IEC 60870-5-103 jest identyczne jak w przypadku inteligentnych urządzeń elektronicznych w wersji wcześniejszej niż 91. Wszystkie zaimplementowane sygnały (zakres zgodny z IEC 60870-5-103 i sygnały zasięgu prywatnego) są włączone dla komunikacji IEC 60870-5-103. Zachowanie COT będzie zgodne z profilem urządzenia IEC 60870-5-103. Ten tryb zapewnia kompatybilność wsteczną. Jest to ustawienie domyślne.
Standardowa +Konfiguracja użytkownika	W tym trybie użytkownik może wybrać, które sygnały zakresu prywatnego IEC 60870-5-103 mają być włączone dla komunikacji IEC 60870-5-103. Wyboru dokonuje się za pomocą komórek ustawień maski DDB w kolumnie PROTOCOL CFG . Wartość maski DDB kontroluje jedynie wybór sygnału (włączony lub wyłączony) dla komunikacji IEC 60870-5-103. Nie modyfikuje zachowania COT sygnałów. Zachowanie COT sygnałów zasięgu prywatnego będzie zgodne z profilem urządzenia IEC 60870-5-103. Domyślnie włączone są tylko standardowe sygnały IEC 60870-5-103. Wszystkie sygnały zasięgu prywatnego są wyłączone.

Gdy komórka **Config Mode** jest ustawiona na *Std+UserConfig*, maski DDB stają się widoczne w kolumnie **PROTOCOL CFG**. Maski te działają w podobny sposób jak maski DDB w kolumnie **RECORD CONTROL**. Edycja tych masek steruje sygnałami DDB, które umożliwiają komunikację równoważnego sygnału zasięgu prywatnego IEC 60870-5-103, zgodnie z listą w profilu IEC 60870-5-103 w bazie danych menu.

W ramach tych masek można edytować wyłącznie pojedyncze DDB odpowiadające sygnałom zakresu prywatnego IEC 60870-5-103. Domyślnie wszystkie indywidualne DDB odpowiadające sygnałom zakresu prywatnego IEC 60870-5-103 są ustawione na 0 (zero), co oznacza, że komunikacja jest wyłączona. Ustawienie dowolnego pojedynczego DDB na 1 (jeden) umożliwia komunikację z równoważnym sygnałem zasięgu prywatnego IEC 60870-5-103.

W obrębie tych masek nie można edytować poszczególnych bloków DDB, które są równoważne sygnałom zakresu standardowego IEC 60870-5-103 lub nie mają żadnego równoważnego sygnału zakresu prywatnego IEC 60870-5-103.

23.12.2.5 ZDARZENIA SPONTANICZNE

Zdarzenia są skategoryzowane z uwzględnieniem poniższych informacji:

- Typ funkcji
- numer informacji.

Profil IEC 60870-5-103 w Bazie danych menu zawiera pełną listę wszystkich zdarzeń generowanych przez urządzenie.

Począwszy od wersji oprogramowania 91, sygnały zakresu prywatnego IEC 60870-5-103 można indywidualnie wybierać do spontanicznej komunikacji, ustawiając komórkę **Config Mode** na *Std+UserConfig* i konfigurując maski DDB zgodnie z wymaganiami.

23.12.2.6 ODPYTYWANIE OGÓLNE (GI)

Zapytanie GI (General interrogation - odpytywanie ogólne) umożliwia odczytanie poniższych informacji - statusu przekaźnika, numerów funkcji oraz numerów informacji, które zostają zwrócone w cyklu GI. Są one przedstawione w profilu IEC 60870-5-103 w Bazie danych menu.

Począwszy od wersji oprogramowania 91, sygnały zakresu prywatnego IEC 60870-5-103 można indywidualnie wybierać do raportowania GI, ustawiając komórkę **Config Mode** na *Std+UserConfig* i konfigurując maski DDB zgodnie z wymaganiami.

23.12.2.7 POMIARY CYKLICZNE,

Urządzenie cyklicznie wygeneruje wartości mierzone korzystając z ASDU 9, które można odczytać używając zapytania klasy 2 (uwaga: ASDU 3 nie jest używany). Częstotliwość, z jaką przekaźnik generuje mierzone wartości, można kontrolować za pomocą ustawienia okresu pomiarowego. Edycja tego ustawienia możliwa jest z poziomu menu przedniego panelu lub za pomocą oprogramowania MiCOM S1 Agile. Ustawienie jest aktywowane natychmiast po wprowadzeniu zmiany.

Urządzenie przesyła wartości mierzone o maksymalnej wartości 2,4-krotności wartości znamionowej pomiaru.

23.12.2.8 KOMENDY

Lista obsługiwanych komend znajduje się w menu baza danych. W przypadku użycia innych komend urządzenie odpowie komunikatem ASDU 1, z powodem transmisji (COT) wskazującym na „nieudane zatwierdzenie komendy do wykonania”.

23.12.2.9 TRYB TESTOWY

Można odłączyć zestyki wyjścia urządzenia, aby test przeprowadzić test iniekcji po stronie wtórnej z wykorzystaniem przedniego panelu lub przedniego portu szeregowego. Norma IEC 60870-5-103 interpretuje to jako „tryb testowy”. Wygenerowane zdarzenie wskaże zarówno wejście jak i wyjście z trybu testowego. Zdarzenia spontaniczne oraz dane mierzone przesyłane cyklicznie podczas trybu testowego będą oznaczone powodem transmisji COT „tryb testowy”.

23.12.2.10 REJESTRY ZAKŁÓCEŃ

Rejestry zakłóceń zapisane są w formacie nieskompresowanym i mogą być odczytane za pomocą standardowych mechanizmów opisanych w IEC 60870-5-103.

Note:

IEC 60870-5-103 obsługuje jedynie do 8 zapisów.

23.12.2.11 BLOKOWANIE KOMUNIKATÓW

Urządzenie oferuje funkcje blokowania komunikatów w kierunku monitorowania (dane z urządzenia) jak również w kierunku przesyłania komend (dane do urządzenia). Komunikaty mogą być zablokowane w kierunku z urządzenia i do urządzenia na jeden z dwóch poniżej opisanych sposobów.

- Polecenie menu **RP1 CS103Blicking** w kolumnie **COMMUNICATIONS**
- Sygnały DDB Monitor Blocked (blokowanie komunikatów z urządzenia) oraz Command Blocked (blokowanie komunikatów do urządzenia).

23.12.2.12 KONFIGURACJA PROTOKOŁU IEC 608705103

Aby skonfigurować urządzenie:

1. Wybrać kolumnę **CONFIGURATION** (Konfiguracja) i sprawdzić, czy komórka **Comms settings** (ustawienia protokołów komunikacyjnych) jest ustawiona na *Visible* (Widoczne).
2. Wybrać kolumnę **COMMUNICATIONS** - KOMUNIKACJA.
3. Przejść do pierwszej komórki od góry (**RP1 protocol**). Ustawić na wybrany protokół komunikacyjny – w tym przypadku *IEC 60870-5-103*.
4. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Address**). Komórka ta definiuje adres IEC 60870-5-103 urządzenia IED. Do jednego gniazda może być podłączonych do 32 urządzeń IED. Dlatego też do każdego IED należy przypisać inny, unikalny adres, tak by komunikaty ze sterującej stacji nadrzędnej trafiały tylko do jednego, określonego inteligentnego urządzenia elektronicznego. IEC 60870-5-103 do określenia adresu wykorzystuje liczby całkowite w zakresie od 0 do 254. Ważnym jest, by nie było dwóch komunikujących się protokoł IEC 60870 5 103 urządzeń IED o tym samym adresie. Adres IEC 60870-5-103 wykorzystywany jest przez stację nadrzędną do komunikowania się z inteligentnym urządzeniem elektronicznym.
5. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Baud Rate**). Komórka ta definiuje prędkość zastosowanej transmisji. Inteligentne urządzenie elektroniczne obsługuje dwie prędkości transmisji: *9600 bit/s* oraz *19200 bit/s*. Należy upewnić się, że prędkość transmisji ustawiona na IED jest taka sama jak ta ustawiona na stacji nadrzędnej.
6. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Meas Period**). Kolejna komórka od góry definiuje okres pomiędzy kolejnymi pomiarami IEC 60870-5-103. Protokół IEC 60870-5-103 umożliwia, by urządzenie IED przysyłało pomiary w określonych odstępach czasu. Interwał pomiędzy pomiarami jest definiowany w tej komórce i może być ustawiony w zakresie od 1 do 60 sekund.
7. Jeżeli przyłączone są opcjonalne złączki światłowodowe, widoczna jest komórka **RP1 PhysicalLink**. Komórka ta definiuje typ łącza fizycznego używanego do komunikacji (przewód miedziany lub światłowód).
8. Kolejna komórka od góry (**RP1 CS103Blicking**) może zostać wykorzystana do blokowania monitorowania lub komend.
9. Z tą komórką powiązane są trzy parametry:

Ustawienie	Opis
Wyłączone	Nie wybrano żadnego blokowania.

Ustawienie	Opis
Blok. kontroli	- Gdy sygnał DDB blokowania monitorowania jest wysoki, czy to na wejściu optycznym czy też sterowniczym, odczyt informacji statusowych i zapisów zakłóceń nie jest dopuszczony. W tym trybie urządzenie zwraca do stacji głównej komunikat „Zakończenie odpytywania ogólnego.”
Blok. komend	Gdy sygnał DDB blokowania monitorowania jest wysoki, czy to na wejściu optycznym czy też sterowniczym, wszystkie komendy zdalne będą ignorowane np. CB Trip/Close (wyzwolenie/zamknięcie wyłącznika) i change setting group (zmiana grupy ustawień) itp. W tym trybie urządzenie zwraca komunikat „negative acknowledgement of command” (nieudane zatwierdzenie komendy do wykonania) do stacji nadrzędnej.

23.12.3 DNP 3.0

W tym punkcie opisano sposób zastosowania standardu DNP 3.0 w produkcie. Nie jest to opis samej normy. Poziom wiedzy zawartej w tym punkcie oparto na założeniu, że czytelnik zna już normę DNP 3.0.

Zamieszczone tutaj opisy będą dołączone do dokumentu charakterystyki urządzenia, która jest zamieszczona w dokumencie „Baza danych menu.” Opis protokołu DNP 3.0 nie jest tutaj zamieszczony - można skorzystać z dokumentów grupy użytkowników. Dokument charakterystyki urządzenia zawiera niezbędne szczegóły związane z implementacją DNP 3.0. Jest to dokument opisujący standard DNP 3.0, określający obsługiwane obiekty, odmiany oraz kwalifikatory. Dokument charakterystyki urządzenia określa, które dane są dostępne z urządzenia wykorzystującego DNP 3.0. Urządzenie IED jest urządzeniem podrzędnym DNP 3.0 i obsługuje poziom podgrupy 2, jak opisano w standardzie DNP 3.0, oraz kilka dodatkowych funkcji z poziomu 3.

Protokół DNP 3.0 jest definiowany i zarządzany przez grupę użytkowników DNP. W celu uzyskania dalszych informacji odnośnie DNP 3.0 oraz specyfikacji protokołu, prosimy zapoznać się z witryną internetową DNP (www.dnp.org).

23.12.3.1 POŁĄCZENIE FIZYCZNE ORAZ WARSTWA ŁĄCZA

DNP 3.0 można używać z EIA(RS)485.

Dostępnych jest kilka opcji połączeń dla DNP 3.0

- Tylne port 1 (RP1) - stałe połączenie z systemem SCADA przez RS485
- Opcjonalny port światłowodowy (RP1 w slotcie A) - stałe połączenie z systemem SCADA za pośrednictwem światłowodu

Szybkość transmisji można wybrać za pomocą menu na panelu przednim lub za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego.

W przypadku interfejsu szeregowego format danych jest następujący: jeden bit startu, osiem bitów danych, jeden bit stopu i opcjonalny, konfigurowalny bit parzystości.

23.12.3.2 OBIEKT 1, WEJŚCIA BINARNE

Obiekt 1, wejścia binarne, zawiera informacje opisujące stan sygnałów w urządzeniu IED, które w większości stanowią część magistrali danych cyfrowych (DDB). Obejmują one z reguły stan zestyków wyjściowych oraz wejść optycznych, sygnałów alarmowych jak i sygnałów uruchomienia oraz wyzwolenia zabezpieczenia. Numery DDB danych punktowych DNP 3.0 znajdują się w kolumnie „DDB number” w dokumencie charakterystyki urządzenia. Mogą być one używane jako numery referencyjne do listy definicji DDB. Patrz odpowiedni dokument Bazy danych menu. Punkty wejść binarnych mogą być również odczytane jako zdarzenia zmiany, wykorzystując obiekt 2 oraz obiekt 60 dla danych zdarzeń klasy 13

Note:

Aby zdarzenia DNP mogły być transmitowane, konieczne jest uwzględnienie odpowiednich baz DDB indeksu skonfigurowanych punktów w rekordzie zdarzenia Courier. Menu RECORD CONTROL zawiera listę wszystkich DDB, a ustawienia maski kontrolują ich włączenie/wyłączenie jako zdarzenia kurierskiego.

23.12.3.3 OBIEKT 10, WEJŚCIA BINARNE

Obiekt 10, wyjścia binarne, zawiera komendy, które mogą być obsługiwane przez DNP 3.0. Tak więc punkty akceptują komendy typu włącz impuls (zerowy, wyzwalenie, zamknięcie) oraz wł./wyl. zatrask w sposób, który wyszczególniono w profilu urządzenia w odpowiednim dokumencie Baza danych menu, i wykonują polecenia jednokrotnie dla każdej komendy. Pozostałe pola są ignorowane (kolejka, wyczyść, wyzwalenie/zamykanie, w czasie i po czasie).

Dostępny jest dodatkowy obraz wejść sterowniczych. Opisane jako koordynowane wejścia sterownicze, odzwierciedlają one stan wejść sterowniczych lecz z dynamicznym charakterem.

- Jeżeli sygnał DDB wejścia sterowniczego został już ustawiony SET i nowa komenda DNP SET jest wysyłana do wejścia sterowniczego, sygnał DDB wejścia sterowniczego chwilowo przyjmuje wartość RESET, a następnie z powrotem SET.
- Jeżeli sygnał DDB wejścia sterowniczego został już ustawiony RESET i nowa komenda DNP RESET jest wysyłana do wejścia sterowniczego, sygnał DDB wejścia sterowniczego chwilowo przyjmuje wartość SET, a następnie z powrotem RESET.

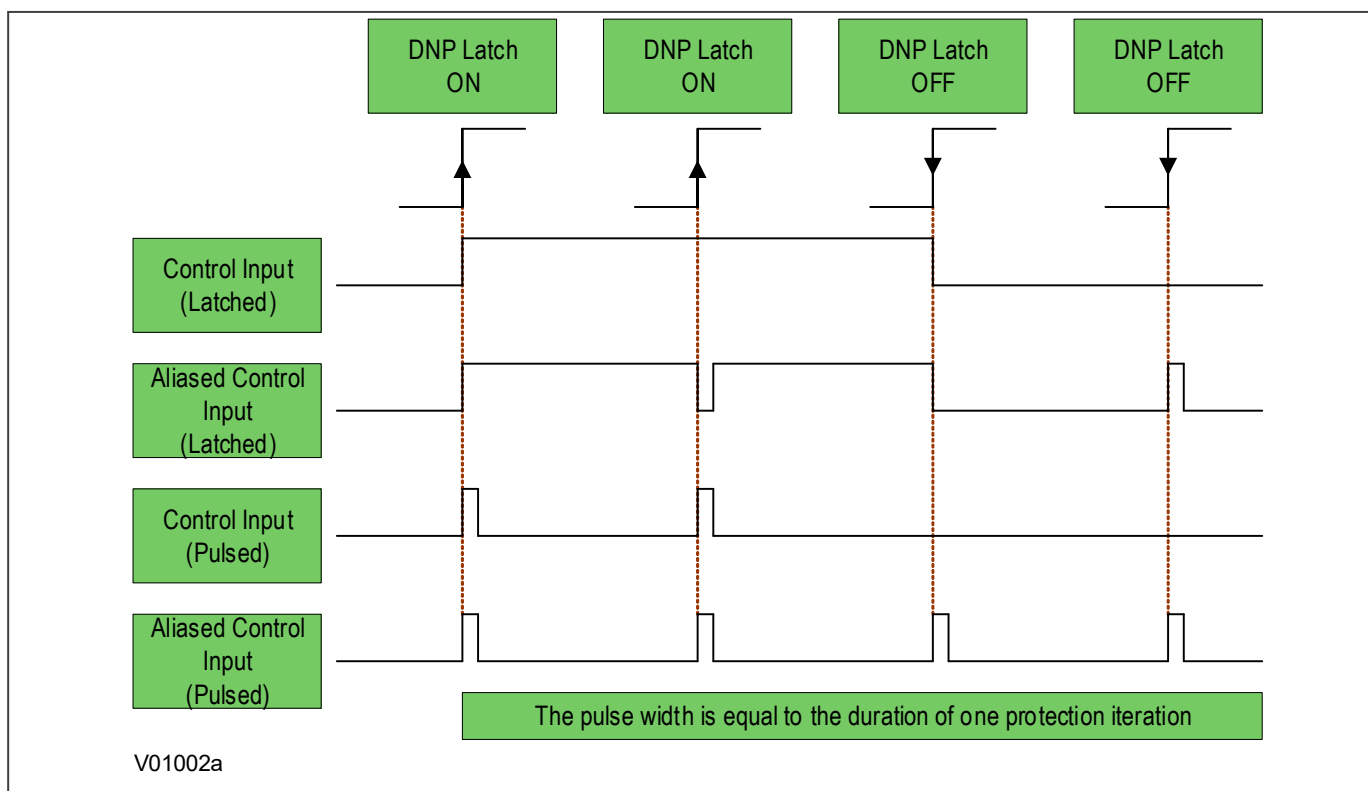


Figure 384: Charakterystyka wejścia sterowniczego

Wiele spośród funkcji urządzenia IED jest konfigurowalnych, więc pewne komendy obiektu 10 opisane w poniższym rozdziale mogą być niedostępne. Odczyt z obiektu 10 zgłasza punkt jako off-line, natomiast komenda działania obiektu 12 generuje odpowiedź o błędzie.

Przykłady punktów obiektu 10, które mogą być zgłaszane jako off-line:

- Aktywacja grup ustawień: potwierdza włączenie grup ustawień,
- Wyzwalanie/zamknięcie wyłącznika: potwierdza włączenie zdalnej kontroli wyłącznika

- Reset zabezpieczenia termicznego NPS: potwierdza włączenie zabezpieczenia termicznego NPS
- Reset zabezpieczenia przeciążeniowego, termicznego: potwierdza włączenie zabezpieczenia przeciążeniowego, termicznego
- Zerowanie flag RTD: potwierdza włączenie wejść RTD
- Wejścia sterownicze: potwierdza włączenie wejść sterowniczych.

23.12.3.4 OBIEKT 20 LICZNIKI BINARNE

Obiekt 20, liczniki binarne, zawiera liczniki sumaryczne oraz pomiary. Wartości liczników binarnych mogą być odczytane jako aktualna „bieżąca” wartość z obiektu 20 lub jako „zamrożona” wartość z obiektu 21. Uruchomione liczniki obiektu 20 akceptują funkcje odczytu, wstrzymywania oraz kasowania. Funkcja wstrzymania przyjmuje bieżącą wartość uruchomionego licznika obiektu 20 oraz przechowuje ją w odpowiednim liczniku wstrzymań obiektu 21. Funkcje wstrzymania oraz kasowania resetują uruchomiony licznik obiektu 20 do wartości zero po zamrożeniu jego wartości.

Zdarzenia zmiany wartości licznika binarnego oraz licznika wstrzymań mogą być raportowane odpowiednio z obiektu 22 oraz obiektu 23. Zdarzenia zmiany licznika (obiekt 22) zgłaszają wyłącznie ostatnią zmianę, więc maksymalna liczba obsługiwanych zdarzeń jest taka sama jak łączna liczba liczników. Zdarzenia zmiany licznika wstrzymań (obiekt 23) są generowane, ilekroć przeprowadzana jest operacja wstrzymania oraz następuje zmiana w stosunku do poprzedniej komendy wstrzymania. Kolejki zdarzeń licznika wstrzymań przechowują punkty dla maksymalnie dwóch operacji wstrzymywania.

23.12.3.5 OBIEKT 30 WEJŚCIE ANALOGOWE

Obiekt 30, wejścia analogowe, zawiera informację z kolumny pomiarów dostępnej w menu urządzenia IED. Wszystkie punkty obiektu 30 mogą być zgłaszane jako 16 lub 32-bitowe wartości całkowite z flagą, 16 lub 32-bitowe wartości całkowite bez flagi oraz wartości w skróconym formacie zmiennoprzecinkowym.

Analogowe wartości mogą być zgłaszane do stacji nadrzędnej jako wartości strony pierwotnej, strony wtórnej lub znormalizowane (uwzględniające przekładnie PP i PN inteligentnego urządzenia elektronicznego) i które są ustawiane w kolumnie *COMMUNICATIONS* inteligentnego urządzenia elektronicznego. Odpowiednie ustawienia strefy nieczułości mogą zostać wyświetlone z podziałem na wartości strony pierwotnej, strony wtórnej lub wartości znormalizowane. Wartości punktów strefy nieczułości mogą być zgłaszane oraz zapisywane przy pomocy wariacji obiektu 34.

Ustawienie strefy nieczułości jest używane do określenia, czy dla każdego punktu powinna być wygenerowana zmiana. Zdarzenia zmiany można odczytać za pomocą Obiektu 32 lub Obiektu 60. Zdarzenia te są generowane dla dowolnego punktu, który ma wartość zmienioną o więcej niż przewiduje ustawienie strefy nieczułości od ostatniego zgłoszenia wartości danych.

Każdy pomiar analogowy, który nie jest dostępny podczas odczytu jest zgłaszany jako nieaktywny. Przykładowo, częstotliwość będzie zgłaszana jako nieaktywna, jeżeli prąd i częstotliwość napięcia znajdują się poza zakresem śledzenia urządzenia IED. Wszystkie punkty obiektu 30 są zgłaszane jako wartości strony wtórnej w protokole DNP 3.0 (w odniesieniu do przekładni PP i PN).

23.12.3.6 OBIEKT 40 WYJŚCIE ANALOGOWE

Konwersja do formatu stałoprzecinkowego wymaga użycia współczynnika skalowania, który jest konfigurowany dla różnych typów danych przetwarzanych przez urządzenia IED takich jak prąd, napięcie oraz kąt fazowy. Wszystkie punkty obiektu 40 zgłaszają skalowane wartości całkowite, natomiast obiekt 41 ma możliwość konfiguracji skalowania wielkości całkowitych.

23.12.3.7 OBIEKT 50, SYNCHRONIZACJA CZASU

Kody funkcji 1 (odczyt) oraz 2 (zapis) są obsługiwane przez Obiekt 50 (godzina i data) wariacja 1. Funkcja DNP Need Time (okres oczekiwania przez żądaniem kolejnej synchronizacji czasu z urządzenia nadrzędnego) jest obsługiwana i konfigurowana w zakresie od 1 do 30 minut.

Jeśli do synchronizacji zegara wykorzystane jest wejście IRIG-B, nie ma możliwości ustawienia czasu urządzenia za pomocą interfejsu Courier. Przy próbie ustawienia czasu urządzenia za pomocą interfejsu, urządzenie utworzy zdarzenie z bieżącą datą i godziną pobranymi z zegara synchronizowanego wewnętrznie sygnałem IRIG-B.

23.12.3.8 PROFIL URZĄDZENIA DNP3

W niniejszym punkcie opisano szczególną implementację protokołu DNP wersja 3.0 w urządzeniach P40 Agile IED GE Vernova, zarówno w seriach kompaktowych jak i modułowych.

W urządzeniach zastosowano DNP 3.0 Slave Source Code Library (biblioteka kodu źródłowego) wersja 3 firmy Triangle MicroWorks Inc.

Ten dokument, wraz z ze zbiorem 4 podstawowych dokumentów DNP 3.0 oraz dokumentem definicji podzbiorów DNP, zawiera kompletne informacje na temat komunikacji z urządzeniami wykorzystującymi protokół DNP 3.0.

To wdrożenie protokołu DNP 3.0 jest całkowicie zgodne z definicją podzbioru DNP 3.0 poziom 2. Obejmuje ono również wiele elementów podzbioru poziom 3 i wyższe.

23.12.3.8.1 TABLICA PROFILU URZĄDZENIA DNP3

W poniższej tabeli przedstawiono profil urządzenia w formacie podobnym do formatu zdefiniowanego w dokumencie definicji podzbiorów DNP 3.0. Chociaż w definicjach podzbiorów DNP 3.0 jest ona określana mianem „Dokumentu”, jest to zaledwie jeden element całego przewodnika po interoperacyjności. W zestawieniu z dalszymi tabelami wdrożenia oraz listy punktów, tablica ta powinna stanowić kompletny przewodnik dotyczący interoperacyjności/konfiguracji dla urządzenia.

W poniższej tabeli przedstawiono profil urządzenia w formacie podobnym do formatu zdefiniowanego w dokumencie definicji podzbiorów DNP 3.0. Chociaż w definicjach podzbiorów DNP 3.0 jest ona określana mianem „Dokumentu”, jest to zaledwie jeden element całego przewodnika po interoperacyjności. W zestawieniu z dalszymi tabelami wdrożenia oraz listy punktów, tablica ta powinna stanowić kompletny przewodnik dotyczący interoperacyjności/konfiguracji dla urządzenia.

DNP 3.0 Dokument profilu urządzenia	
Nazwa dostawcy:	GE Vernova
Nazwa urządzenia:	Przełączniki zabezpieczające MiCOM P40Agile – seria kompaktowa i modułowa
Uwzględnione modele:	Wszystkie modele
Najwyższy obsługiwany poziom DNP*: *Jest to najwyższy poziom DNP obsługiwany W PEŁNI. Obsługiwane są również części poziomu 3	Dla żądań: Poziom 2 Dla odpowiedzi: Poziom 2
Funkcja urządzenia:	Urządzenie podrzędne
Najistotniejsze obiekty, funkcje i/lub kwalifikatory obsługiwane oprócz najwyższych obsługiwanych poziomów DNP (pełną listę przedstawiono w tabeli implementacji DNP 3.0): W przypadku zapytań o obiekty statyczne (zdarzenie bez zmiany) obsługiwane są kody kwalifikatorów zapytań 00 i 01 (start-stop), 07 i 08 (ograniczona ilość) oraz 17 i 28 (indeks) oprócz kodu kwalifikatora zapytania 06 (brak zakresu (wszystkie punkty)) Zapytania o obiekty statyczne wysyłane z kwalifikatorami 00, 01, 06, 07 lub 08 otrzymują odpowiedzi z kwalifikatorami 00 lub 01 Zapytania o obiekty statyczne wysyłane z kwalifikatorami 17 lub 28 otrzymują odpowiedzi z kwalifikatorami 17 lub 28 W przypadku zapytań o obiekty zdarzeń zmiany kwalifikatory 17 lub 28 zawsze otrzymują odpowiedzi Mogą być zapytania o 16- i 32-bitowe analogowe zdarzenia zmiany z czasem Kod funkcji odczytu dla Obiektu 50 (godzina i data) wariacja 1 jest obsługiwany Strefy nieczułości wejść analogowych, Obiekt 34, wariacje od 1 do 3, są obsługiwane Zmiennoprzecinkowy status wyjścia analogowego oraz blokada wyjścia Obiekty 40 i 41 są obsługiwane Sekwencyjny transfer plików, Obiekt 70, wariacje od 2 do 7, są obsługiwane Atrybut urządzenia Obiekt 10 jest obsługiwany	

DNP 3.0	
Dokument profilu urządzenia	
Maksymalna wielkość ramki łącza danych (oktety):	Nadawane: 292 Odbierane: 292
Maksymalny rozmiar fragmentu aplikacji (oktety)	Wysyłane: Konfigurowane (od 100 do 2048). Domyślnie 2048 Odbierane: 249
Maksymalna liczba ponawianych prób łącza danych:	Ustawione na stałe na 2
Maksymalna liczba ponawianych prób warstwy aplikacji:	Brak
Wymaga potwierdzenia warstwy łącza danych:	Można skonfigurować na Nigdy lub Zawsze
Wymaga potwierdzenia warstwy aplikacji:	Podczas zgłaszania danych zdarzenia (wyłącznie urządzenia podrzędne) Podczas wysyłania odpowiedzi wielofragmentowych (wyłącznie urządzenia podrzędne)
Przekroczenia czasu podczas oczekiwania na:	
Potwierdzenie łącza danych:	Konfigurowalny
Fragment kompletnej aplikacji:	Brak
Potwierdzenie aplikacji:	Konfigurowalny
Odpowiedź kompletnej aplikacji:	Brak
Inne:	
Czas oczekiwania na potwierdzenie łącza danych:	Konfigurowane od 0 (wyłączone) do 120 s, domyślnie 10 s.
Czas oczekiwania na potwierdzenie aplikacji:	Konfigurowane od 1 do 120 s, domyślnie 2 s.
Czas oczekiwania na uzbrojenie wybór/uruchomienie:	Konfigurowane od 1 do 10 s, domyślnie 10 s.
Przerwa potrzebnego czasu (wystawione IIN1-4):	Konfigurowane od 1 do 30s, domyślnie 10 min
Czas oczekiwania na plik aplikacji	60 s
Okres skanowania zdarzeń zmian analogowych:	Ustawione na stałe na 0,5 s
Okres skanowania zdarzeń zmian licznika	Ustawione na stałe na 0,5 s
Okres skanowania zdarzeń zmian licznika wstrzymań	Ustawione na stałe na 1 s
Maksymalny błąd pomiaru opóźnienia:	2,5 ms
Dryft bazy czasu w okresie 10 minut:	7 ms
Wysyła/wykonuje operacje sterowania:	
Zapisz wyjścia binarne:	Nigdy
Wybierz/uruchom:	Zawsze
Uruchom bezpośrednio:	Zawsze
Uruchom bezpośrednio - brak potwierdz.:	Zawsze
Licznik > 1	Nigdy
Impuls wł.	Zawsze
Impuls wył.	Czasami
Rygiel wł.	Zawsze
Rygiel wył.	Zawsze
Kolejka	Nigdy
Wyczyść kolejkę	Nigdy
Uwaga: Sparowane punkty kontrolne akceptują Impuls wł./Wyzwolenie oraz Impuls wł./Zamknięcie, ale tylko pojedynczy punkt akceptuje komendę sterującą Impuls wył.	

DNP 3.0	
Dokument profilu urządzenia	
Zgłasza zdarzenia zmiany wejścia binarnego, gdy nie ma żądania określonej wariacji:	Konfigurowane na wysyłanie jednego lub drugiego
Zgłasza zdarzenia zmiany wejścia binarnego ze znacznikiem czasowym, gdy nie ma żądania określonej wariacji:	Zmiana wejścia binarnego z czasem
Wysyła niepożądane odpowiedzi:	Nigdy
Wysyła dane statyczne w niepożądanych odpowiedziach:	Nigdy Nie są dozwolone żadne inne opcje
Domyślny obiekt/wariacja licznika:	Konfigurowane, dołączona lista punkt po punkcie Obiekt domyślny: 20 Domyślna wariacja: 1
Licznik przełącza się przy:	32 bitów
Wysyła odpowiedzi wielofragmentowe:	Tak
Obsługa sekwencyjnego transferu plików:	
Dopisanie trybu pliku	Nie
Niestandardowe ciągi kodu stanu	Nie
Pole zezwoleń	Tak
Zdarzenia pliku przypisane do klasy	Nie
Zdarzenia pliku przysyłanie natychmiast	Tak
Wiele bloków we fragmencie	Nie
Maks. liczba otwartych plików	1

23.12.3.8.2 TABELA IMPLEMENTACJI PROTOKOŁU DNP3

W tabeli implementacji przedstawiono listę obiektów, wariacji oraz kodów kontrolnych obsługiwanych przez urządzenie:

Obiekt			Żądanie (Biblioteka zostanie przeanalizowana)				Odpowiedź (Biblioteka odpowie)			
Numer obiektu	Numer wariacji	Opis	Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (hex)		Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (szesnastkowe)	
1	0	Wejście binarne (wariacja 0 służy do zapytania o wariację domyślną)	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				
1	1 (domyślnie - patrz uwaga 1)	Wejście binarne	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
1	2	Wejście binarne z flagą	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
2	0	Zmiana wejścia binarnego - dowolna wariacja	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
2	1	Zmiana wejścia binarnego z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
2	2	Zmiana wejścia binarnego z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
10	0	Status wyjścia binarnego - dowolna wariacja	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				

Obiekt			Żądanie (Biblioteka zostanie przeanalizowana)				Odpowiedź (Biblioteka odpowie)			
Numer obiektu	Numer wariacji	Opis	Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (hex)		Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (szesnastkowe)	
10	2 (domyślnie - patrz uwaga 1)	Stan wyjścia binarnego	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
12	1	Blok wyjściowy przełącznika	3 4 5 6	(wybór) (operate) (uruchom bezpośrednio) (uruchom bezp., brak potwierdz.)	17, 28	(indeks)	129	odpowiedź		echo odpowiedzi
20	0	Licznik binarny - dowolna wariacja	1 22	(odczyt) (przypisz klasę)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				
			7 8 9 10	(freeze) (zamroź brak potwierdzenia) (zamroź czysty) (zamroź czysty brak potwierdzenia)	00, 01 06 07, 08	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
20	1	32-bitowy licznik binarny z flagą	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
20	2	16-bitowy licznik binarny z flagą	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
20	5 (domyślnie - patrz uwaga 1)	32-bitowy licznik binarny bez flagi	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
20	6	16-bitowy licznik binarny bez flagi	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
21	0	Licznik wstrzym. - dowolna wariacja	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				
21	1	32-bitowy zamrożony licznik z flagą	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
21	2	16-bitowy zamrożony licznik z flagą	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
21	5	32-bitowy licznik wstrzym. z czasem wstrzymania	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 1)
21	6	16-bitowy licznik wstrzym. z czasem wstrzymania	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) 17, 28 (indeks - patrz uwaga 1)
21	9 (domyślnie - patrz uwaga 1)	32-bitowy zamrożony licznik bez flagi	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
21	10	16-bitowy zamrożony licznik bez flagi	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
22	0	Zdarzenie zmiany licznika - dowolna wariacja	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
22	1 (domyślnie - patrz uwaga 1)	32-bitowy licznik zdarzenia zmiany bez flagi	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)

Obiekt			Żądanie (Biblioteka zostanie przeanalizowana)				Odpowiedź (Biblioteka odpowie)			
Numer obiektu	Numer wariacji	Opis	Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (hex)		Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (szesnastkowe)	
22	2	16-bitowy licznik zdarzenia zmiany bez flagi	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
22	5	32-bitowy licznik zdarzenia zmiany z flagą	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
22	6	16-bitowy licznik zdarzenia zmiany z flagą	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
23	0	Zamrożony licznik zdarzenia (wariacja 0 służy do żądania wariacji domyślnej)	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
23	1 (domyślnie - patrz uwaga 1)	32-bitowy zamrożony licznik zdarzenia	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
23	2	16-bitowy zamrożony licznik zdarzenia	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
23	5	32-bitowy zamrożony licznik zdarzenia z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
23	6	16-bitowy zamrożony licznik zdarzenia z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
30	0	Wejście analogowe – dowolna wariacja	1 22	(odczyt) (przypisz klasę)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				
30	1	32-bitowe wejście analogowe	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
30	2	16-bitowe wejście analogowe	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
30	3 (domyślnie - patrz uwaga 1)	32-bitowe wejście analogowe bez flagi	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
30	4	16-bitowe wejście analogowe bez flagi	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
30	5	Skrócony format zmiennoprzecinkowy	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
32	0	Analogowe zdarzenie zmiany – dowolna wariacja	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
32	1 (domyślnie - patrz uwaga 1)	32-bitowe zdarzenie analogowe zmiany bez czasu	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
32	2	16-bitowe zdarzenie analogowe zmiany bez czasu	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
32	3	32-bitowy zdarzenie analogowe zmiany z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
32	4	16-bitowy zdarzenie analogowe zmiany z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
32	5	Zdarzenie zmiany analogowej w skróc. formacie zmiennoprzecinkowym bez czasu	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
32	7	Zdarzenie zmiany analogowej w skróc. formacie zmiennoprzecinkowym z czasem	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)	129	odpowiedź	17, 28	(indeks)
34	0	Strefa nieczułości wejścia analogowego (wariacja 0 służy do żądania wariacji domyślnej)	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				
34	1	Strefa nieczułości 16-bit. wejścia analogowego	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)

Obiekt			Żądanie (Biblioteka zostanie przeanalizowana)				Odpowiedź (Biblioteka odpowie)			
Numer obiektu	Numer wariacji	Opis	Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (hex)		Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (szesnastkowe)	
			2	(zapis)	00, 01 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (ograniczona liczba) (indeks)				
34	2 (domyślnie - patrz uwaga 1)	Strefa nieczułości 32-bit. wejścia analogowego	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
			2	(zapis)	00, 01 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (ograniczona liczba) (indeks)				
34	3	Krótki zapis zmiennoprzecinkowy strefa nieczułości wejścia analogowego	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
			2	(zapis)	00, 01 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (ograniczona liczba) (indeks)				
40	0	Stan wyjścia analogowego (wariacja 0 służy do żądania wariacji domyślnej)	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)				
40	1 (domyślnie - patrz uwaga 1)	Stan 32-bitowego wyjścia analogowego	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
40	2	Stan 16-bitowego wyjścia analogowego	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
40	3	Status wyjścia analogowego w skróc. formie zmiennoprzecinkowym	1	(odczyt)	00, 01 06 07, 08 17, 27, 28	(start-stop) (brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba) (indeks)	129	odpowiedź	00, 01 17, 28	(start-stop) (indeks - patrz uwaga 2)
41	1	Blok 32-bitowego wyjścia analogowego	3 4 5 6	(wybór) (operate) (uruchom bezpośrednio) (uruchom bezp., brak potwierdz.)	17, 28 27	(indeks) (indeks)	129	odpowiedź		echo odpowiedzi
41	2	Blok 16-bitowego wyjścia analogowego	3 4 5 6	(wybór) (operate) (uruchom bezpośrednio) (uruchom bezp., brak potwierdz.)	17, 28 27	(indeks) (indeks)	129	odpowiedź		echo odpowiedzi
41	3	Blok wyjścia analogowego w skróc. formie zmiennoprzecinkowym	3 4 5 6	(wybór) (operate) (uruchom bezpośrednio) (uruchom bezp., brak potwierdz.)	17, 27, 28	(indeks)	129	odpowiedź		echo odpowiedzi
50	1 (domyślnie - patrz uwaga 1)	Godzina i data	1	(odczyt)	07	(ograniczona liczba = 1)	129	odpowiedź	07	(ograniczona liczba = 1)
			2	(zapis)	07	(ograniczona liczba = 1)				
60	0	Nie zdefiniowano								
60	1	Dane klasy 0	1	(odczyt)	06	(brak zakresu lub wszystko)				
60	2	Dane klasy 1	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
			22	(przypisz klasę)	06	(brak zakresu lub wszystko)				
60	3	Dane klasy 2	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
			22	(przypisz klasę)	06	(brak zakresu lub wszystko)				
60	4	Dane klasy 3	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
			22	(przypisz klasę)	06	(brak zakresu lub wszystko)				

Obiekt			Żądanie (Biblioteka zostanie przeanalizowana)				Odpowiedź (Biblioteka odpowie)			
Numer obiektu	Numer wariacji	Opis	Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (hex)		Kody funkcji (dziesiętne)		Kody kwalifikatora (szesnastkowe)	
70	0	Zdarzenie pliku - dowolna wariacja	1	(odczyt)	06 07, 08	(brak zakresu lub wszystko) (ograniczona liczba)				
			22	(przypisz klasę)	06	(brak zakresu lub wszystko)				
70	2	Uwierzytelnienie pliku	29	(uwierzytelnij)	5b	(dowolny format)	129	odpowiedź		5B (dowolny format)
70	3	Polecenie pliku	25 27	(otwarty) (delete)	5b	(dowolny format)				
70	4	Stan polecenia pliku	26 30	(zamknąć) (przerwij)	5b	(dowolny format)	129	odpowiedź		5B (dowolny format)
70	5	Transfer pliku	1	(odczyt)	5b	(dowolny format)	129	odpowiedź		5B (dowolny format)
70	6	Stan transferu pliku					129	odpowiedź		5B (dowolny format)
70	7	Deskryptor pliku	28	(pobierz informacje o pliku)	5b	(dowolny format)	129	odpowiedź		5B (dowolny format)
80	1	Wskazania wewnętrzne	1	(odczyt)	00, 01	(start-stop)	129	odpowiedź	00, 01	(start-stop)
		Brak obiektu (tylko kod funkcyjny)	13	(ponowny rozruch na zimno)						
		Brak obiektu (tylko kod funkcyjny)	14	(ponowny rozruch na gorąco)						
		Brak obiektu (tylko kod funkcyjny)	23	(pomiar opóźnienia)						

Note:

Wariacja domyślna odnosi się do wariacji, która otrzymuje odpowiedź w przypadku zapytania o wariację 0 i/lub w skanach klasy 0, 1, 2 lub 3.

Note:

W przypadku obiektów statycznych (zdarzenie bez zmiany) kwalifikatory 17 lub 28 otrzymują odpowiedź tylko wtedy, gdy zapytanie jest wysyłane z kwalifikatorami odpowiednio 17 lub 28. W przeciwnym razie zapytania o obiekty statyczne wysyłane z kwalifikatorami 00, 01, 06, 07 lub 08 otrzymają odpowiedzi z kwalifikatorami 00 lub 01. W przypadku obiektów zdarzeń zmiany kwalifikatory 17 lub 28 zawsze otrzymują odpowiedzi.

23.12.3.8.3 WSKAZANIA WEWNĘTRZNE DNP3

W poniższej tabeli wymieniono wskazania wewnętrzne DNP3.0 (Internal Indications – IIN) i określono, które są obsługiwane przez urządzenie.

Wskazania wewnętrzne IIN stanowią element informacji służący do przekazywania wewnętrznych stanów oraz wyników diagnostyki urządzenia. Informacje te mogą zostać wykorzystane przez stację odbiorczą do usuwania błędów lub wykonywania innych odpowiednich funkcji. IIN to dwu-oktetowe pole następujące po kodzie funkcji we wszystkich odpowiedziach z urządzenia. Gdy nie jest możliwe przetworzenie zapytania ze względu na błędy formatowania lub żądane dane nie są dostępne, IIN jest zawsze zwracane ze zbiorem odpowiednich bitów.

Bit	Zainicjowany	Opis	Obsługiwane
Oktet 1			
0	Odebrano komunikat wszystkich stacji	Wystawiane w momencie odebrania zapytania z adresem docelowym wszystkich stacji (6553510). Zostaje usunięte po następnej odpowiedzi (nawet jeżeli wymagana jest odpowiedź na globalne zapytanie). To IIN służy do powiadomienia stacji nadrzędnej, że przekaźnik odebrał komunikat typu „broadcast”.	Tak

Bit	Zainicjowany	Opis	Obsługiwane
1	Dostępne dane klasy 1	Wystawiane, gdy dane skonfigurowano jako dane Klasy 1 są gotowe do wysłania do urządzenia nadrzędnego. Stacja nadrzędna powinna zażądać danych tej klasy o przekaźnika, gdy ten bit jest wystawiany w odpowiedzi.	Tak
2	Dostępne dane klasy 2	Wystawiane, gdy dane skonfigurowano jako dane Klasy 2 są gotowe do wysłania do urządzenia nadrzędnego. Stacja nadrzędna powinna zażądać danych tej klasy o przekaźnika, gdy ten bit jest wystawiany w odpowiedzi.	Tak
3	Dostępne dane klasy 3	Wystawiane, gdy dane skonfigurowano jako dane Klasy 3 są gotowe do wysłania do urządzenia nadrzędnego. Stacja nadrzędna powinna zażądać danych tej klasy o przekaźnika, gdy ten bit jest wystawiany w odpowiedzi.	Tak
4	Wymagana synchronizacja czasowa	Przekaźnik żąda synchronizacji czasu od stacji nadrzędnej (stosując obiekt Godzina i data). Ten IIN jest kasowany po zsynchronizowaniu czasu. Może być także usunięcie poprzez jawne wpisanie 0 w tym bicie obiektu Wskazania Wewnętrznego.	Tak
5	Lokalne	Wystawiane, gdy niektóre lub wszystkie cyfrowe punkty wyjściowe przekaźnika (Obiekt 10/12) są w stanie lokalnym. To znaczy, że wyjścia sterownicze przekaźnika NIE są dostępne poprzez protokół DNP. To IIN jest usuwane, gdy przekaźnik jest w stanie zdalnym. To znaczy, że wyjścia sterownicze przekaźnika są w pełni dostępne poprzez protokół DNP.	Nie
6	Problemy z urządzeniem	Wystawiane, gdy w przekaźniku występują nieprawidłowe warunki. To IIN jest wystawiane tylko wtedy, gdy nie można opisać stanu za pomocą zestawienia jednego lub wielu pozostałych bitów IIN.	Nie
7	Ponowne uruchomienie urządzenia	Wystawiane, gdy następuje ponowne uruchomienie aplikacji oprogramowania urządzenia. To IIN jest usuwane, gdy stacja nadrzędna jawnie zapisze 0 w tym bicie obiektu Wskazania Wewnętrznego.	Tak
Oktet 2			
0	Nie zaimplementowano kodu funkcji	Odebrany kod funkcji nie został zaimplementowany w przekaźniku.	Tak
1	Obiekt(y) żądany nie jest znany	Przekaźnik nie ma określonych obiektów lub nie ma obiektów przypisanych do żądanej klasy. To IIN należy używać do debugowania i zazwyczaj oznacza ono niezgodność w profilach urządzeń lub problemy z konfiguracją.	Tak
2	Poza zakresem	Parametry w polach kwalifikatora, zakresu lub danych są nieprawidłowe albo nie mieszczą się w zakresie. Obejmuje wszystkie błędy formatowania zapytania o aplikację. Należy go wykorzystywać tylko do debugowania. To IIN zwykle oznacza problemy z konfiguracją.	Tak
3	Przepełnienie bufora	Nastąpiło przepełnienie bufora(ów) zdarzeń lub innych buforów aplikacji. Stacja nadrzędna powinna dążyć do odzyskania możliwie jak największej ilości danych i wskazać użytkownikowi, że mogło dojść do utraty danych. Użytkownik powinien uruchomić właściwe procedury usuwania błędów.	Tak
4	Już wykonuje	Odebrane zapytanie zostało zrozumiane, ale żądana operacja jest już wykonywana.	
5	Niewłaściwa konfiguracja	Wystawione w celu wskazania, że obecna konfiguracja w przekaźniku jest uszkodzona. Stacja nadrzędna może pobrać inną konfigurację do przekaźnika.	Tak
6	Zarezerwowane	Zawsze zwracane jako zero.	
7	Zarezerwowane	Zawsze zwracane jako zero.	

23.12.3.8.4 KODY STANU ODPOWIEDZI DNP3

Gdy urządzenie przetwarza zapytania bloku kontrolnego wyjść przekaźnikowych (Obiekt 12), zwraca ono zbiór kodów statusu; jeden dla każdego punktu zawartego w pierwotnym zapytaniu. Kompletną listę kodów podano w poniższej tabeli:

Numer kodu	Nazwa identyfikatora	Opis
0	Powodzenie	Odebrane zapytanie zostało zaakceptowane, zainicjowane lub ustawione w kolejce.
1	Timeout	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ komunikat „uruchom” został odebrany po zakończeniu odliczania przez timer uzbrojenia (wybierz przed uruchomieniem). Timer uzbrojenia został uruchomiony w momencie odebrania operacji wyboru dla tego samego punktu.
2	No select	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ nie istnieje poprzednie odpowiadające mu zapytanie „wybierz”. (Wysłano komunikat „uruchom”, aby aktywować wyjście, które nie zostało wcześniej uzbrojone odpowiednim komunikatem „wybierz”).
3	Błąd formatu	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ w zapytaniu sterującym („wybierz”, „uruchom” lub „uruchom bezpośrednio”) były błędy formatowania.
4	Nieobsługiwane	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ operacja sterowania nie jest obsługiwana dla tego punktu.
5	Już aktywne	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ kolejka sterowania jest pełna lub punkt jest już aktywny.
6	Błąd sprzętowy	Zapytanie nie zostało zaakceptowane z powodu problemów ze sprzętem.
7	Lokalne	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ trwa dostęp lokalny.
8	Zbyt wiele operacji	Zapytanie nie zostało zaakceptowane, ponieważ zażądano zbyt wielu operacji.
9	Brak autoryzacji	Nie zaakceptowano żądania z powodu niewystarczających uprawnień.
127	Niezdefiniowane	Zapytanie nie zostało zaakceptowane z jakiegoś innego niezdefiniowanego powodu.

Note:

Numery kodów od 10 do 126 włącznie są zarezerwowane dla późniejszego wykorzystania.

23.12.3.9 KONFIGURACJA ROTOKOŁU DNP3

Aby skonfigurować urządzenie:

- Wybrać kolumnę **CONFIGURATION** (Konfiguracja) i sprawdzić, czy komórka **Comms settings** (ustawienia protokołów komunikacyjnych) jest ustawiona na *Visible* (Widoczne).
- Wybrać kolumnę **COMMUNICATIONS** - KOMUNIKACJA.
- Przejsć do pierwszej komórki od góry (**RP1 protocol**). Ustawić na wybrany protokół komunikacyjny – w tym przypadku *DNP3.0*.
- Przejsć w dół do kolejnej komórki (**RP1 Address**). Komórka ta definiuje adres DNP3.0 urządzenia IED. Do jednego odgałęzienia mogą być podłączone nawet 32 inteligentne urządzenia elektroniczne, dlatego też konieczne jest, aby każde inteligentne urządzenie elektroniczne miało swój unikalny adres, tak by komunikaty ze sterującej stacji nadrzędnej trafiały tylko do jednego, określonego inteligentnego urządzenia elektronicznego. Do określenia adresu przekaźnika DNP3.0 wykorzystuje liczby dziesiętne w zakresie od 1 do 65519. Ważne jest, aby żadne dwa inteligentne urządzenia elektroniczne nie miały tego samego adresu.
- Przejsć w dół do kolejnej komórki (**RP1 Baud Rate**). Komórka ta definiuje prędkość zastosowanej transmisji. IED obsługuje sześć poziomów szybkości transmisji: 1200 b/s, 2400 b/s, 4800 b/s, 9600 b/s, 19 200 b/s oraz 38 400 b/s. Należy upewnić się, że prędkość transmisji ustawiona na IED jest taka sama jak ta ustawiona na stacji nadrzędnej.
- Przejsć w dół do kolejnej komórki (**RP1 Parity**). Komórka ta określa format parzystości zastosowany w ramach danych. Parzystość może być ustawiona na *None* (Brak), *Odd* (nieparzyste) lub *Even* (parzyste).

Należy upewnić się, że format parzystości ustawiony na IED jest taki sam jak ten ustawiony na stacji nadrzędnej.

7. Jeżeli przyłączone są opcjonalne złączki światłowodowe, widoczna jest komórka **RP1 PhysicalLink**. Komórka ta definiuje typ łącza fizycznego używanego do komunikacji (przewód miedziany lub światłowod).
8. Przejść w dół do kolejnej komórki (**RP1 Time Sync**). Komórka ta oddziałuje na prośbę o synchronizację czasu wysyłaną przez urządzenie IED do stacji nadrzędnej. Może być ona ustawiona na *enabled* (włączona) lub *disabled* (wyłączona). Jeżeli jest załączona, pozwala ona urządzeniu nadrzędnemu DNP3.0 na synchronizację czasu w urządzeniu IED.

23.12.3.9.1 KONFIGURATOR DNP3

W ramach dostarczanego oprogramowania konfiguracyjnego MiCOM S1 Agile dostępny jest pakiet programowy służący do konfiguracji odpowiedzi urządzenia komunikującego się po protokole DNP3.0. Dane konfiguracyjne są kopiowane z urządzenia na komputer w formie danych skompresowanych i następnie, po zmodyfikowaniu, przesyłane w drugą stronę w podobny sposób. Nowa konfiguracja DNP3.0 jest uwzględniana po zakończeniu pobierania. Aby w dowolnym czasie przywrócić domyślną konfigurację, należy z kolumny **CONFIGURATION** wybrać komórkę **Restore Defaults** i następnie opcję *All Settings*.

W MiCOM S1 Agile, dane DNP3.0 umieszczane są w trzech głównych folderach, jeden folder na konfigurację punktu, jeden na skalowanie liczb całkowitych i jeden dla opcji domyślnej (format danych). Konfiguracja punktu obejmuje również ekrany konfiguracji wejść binarnych, wyjść binarnych, liczników oraz wejść analogowych.

Jeżeli urządzenie obsługuje protokół DNP Over Ethernet, ustawienia konfiguracyjne wykonuje się w folderze **DNP Over Ethernet**.

23.12.4 IEC 61850

W niniejszym rozdziale opisano sposób wdrożenia standardu IEC 61850 w produktach GE Vernova. Nie jest to opis samej normy. Poziom wiedzy zawartej w tym punkcie oparto na założeniu, że czytelnik zna już normę IEC 61850.

IEC 61850 to międzynarodowa norma odnosząca się do komunikacji oparta o protokół Ethernet, znajdujący zastosowanie w podstacjach. Standard ten umożliwia integrację wszystkich funkcji zabezpieczeń, sterowania, pomiarów oraz monitorowania w podstacji oraz dodatkowo zapewnia środki pozwalające na warunkowe powiązywanie i zdalne wyłączanie bezwarunkowe. Łączy on w sobie udogodnienia oferowane przez sieć Ethernet z bezpieczeństwem, które jest tak istotne dla współczesnych podstacji.

Istnieją dwie edycje większości normy IEC 61850; wydanie 1 i wydanie 2. Ten produkt obsługuje wyłącznie normę IEC 61850, wydanie 2.

23.12.4.1 KORZYŚCI WYNIKAJĄCE ZE STOSOWANIA STANDARDU IEC 61850

Norma oferuje:

- Ujednolicone modele inteligentnych urządzeń elektronicznych oraz pozostałych urządzeń wchodzących w skład wyposażenia podstacji,
- Ujednolicone usługi komunikacyjne (metody uzyskiwania dostępu do danych oraz ich wymiany),
- Ujednolicone formaty plików konfiguracyjnych,
- Komunikacja równorzędna (peer-to-peer).

Standard ten jest zgodny z wymaganiami określonymi przez model ISO OSI i dlatego oferuje dostawcom pełną interoperacyjność oraz elastyczność w zakresie stosowanych rodzajów transmisji oraz protokołów. Obejmuje to również mapowanie danych przesyłanych siecią Ethernet, która jest coraz częściej wprowadzana w podstacjach

wypierając standard transmisji RS485. Stosowanie sieci Ethernet w podstawce oferuje wiele korzyści, wśród których najważniejsze to:

- Ethernet umożliwia szybką transmisję danych (obecnie 100 Mbps, zamiast dziesiątek kbps lub mniej osiągniętych przez większość protokołów szeregowych),
- Ethernet oferuje możliwość połączenia wielu klientów,
- Ethernet jest otwartym standardem stosowanym w codziennym użytku.
- istnieje szeroka gama produktów kompatybilnych ze standardem Ethernet, które mogą być wykorzystane do uzupełnienia instalacji LAN (koncentratory, mostki, przełączniki)

23.12.4.2 INTEROPERACYJNOŚĆ OFEROWANA PRZEZ STANDARD IEC 61850

Główną korzyścią wynikającą z zastosowania standardu IEC 61850 jest interoperacyjność. Standard IEC 61850 ujednolicił model danych urządzeń IED stosowanych w podstawkach, zapewniając interoperacyjność produktów pochodzących od różnych dostawców.

Urządzenia zgodne ze standardem IEC 61850 mogą być wzajemnie kompatybilne, lecz nie oznacza to, że będą one wzajemnie zamienne. Nie można zastąpić produktu jednego dostawcy, produktem innego dostawcy bez odpowiedniego przekonfigurowania. Jednakże terminologia pozostaje ustalona ogólnie, więc każda osoba zaznajomiona wcześniej ze standardem IEC 61850 powinna potrafić zintegrować nowe urządzenie bardzo szybko, bez potrzeby mapowania wszystkich nowych danych. Standard IEC 61850 oferuje użytkownikowi końcowemu udoskonaloną komunikację na poziomie podstawki oraz interoperacyjność przy zachowaniu niskich kosztów.

23.12.4.3 MODEL DANYCH STANDARDU IEC 61850

Model danych dowolnego urządzenia IED zgodnego z IEC 61850 może być wyświetlony jako hierarchia informacji, której nazewnictwo oraz klasyfikację zdefiniowano oraz ujednolicono w specyfikacji IEC 61850.

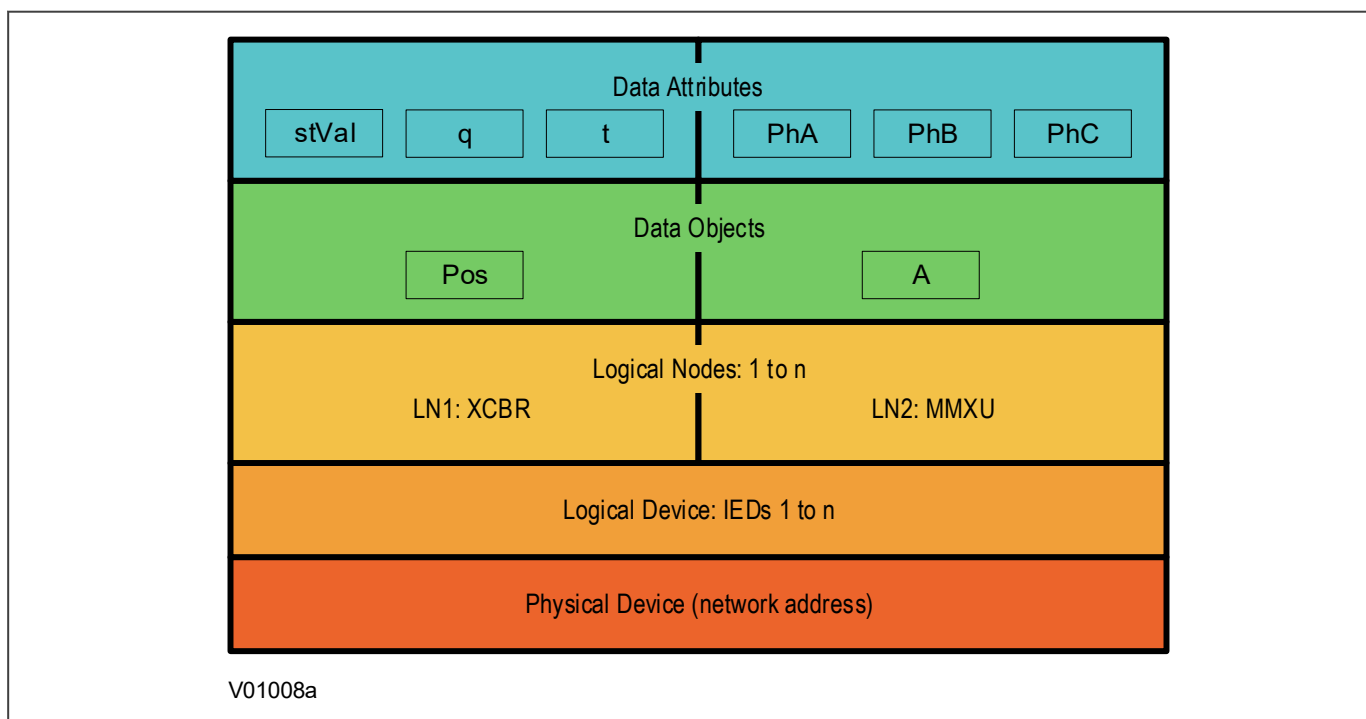


Figure 385: Warstwy modelu danych w standardzie IEC 61850

Poziomy hierarchii mogą być opisane w następujący sposób:

Format ramki danych

Warstwa	Opis
Urządzenie fizyczne	Identyfikuje rzeczywiste urządzenie IED w systemie. Zazwyczaj używana jest nazwa urządzenia lub adres IP (przykładowo Feeder_1 (Linia zasilająca_1) lub 10.0.0.2)
Urządzenie logiczne	Identyfikuje grupy odpowiednich węzłów logicznych w urządzeniu fizycznym. Dla inteligentnych urządzeń elektronicznych MiCOM istnieje wiele urządzeń logicznych dla systemu (główny LD) oraz różne LD sterowania, pomiarów, zabezpieczeń i zapisów.
Klasa osłonowa (wrapper)/węzeł logiczny	Identyfikuje główne obszary funkcjonalne w modelu danych IEC 61850. Zbiór 3 bądź 6 znaków używany jako przedrostek pozwalający określić grupę funkcyjną (wrapper), podczas gdy rzeczywista funkcjonalność jest identyfikowana przez 4-znakową nazwę węzła logicznego oznaczoną przyrostkiem w postaci numeru instancji. Przykładowo, XCBR1 (wyłącznik), MMXU1 (moduł pomiarowy), FrqPTOF2 (zabezpieczenie nadczęstotliwościowe, stopień 2).
Obiekt danych	Ta kolejna warstwa jest używana do określenia typu danych, które zostaną przedstawione użytkownikowi. Przykładowo Pos (pozycja) węzła logicznego typu XCBR.
Atrybut danych	Są to dane rzeczywiste (wartość pomiaru, status, opis, itp.). Na przykład, stVal (wartość statusowa) wskazuje rzeczywiste położenie wyłącznika dla obiektu danych typu Pos węzła logicznego typu XCBR.

23.12.4.4 STANDARD IEC 61850 W URZĄDZENIACH IED SERII MICOM

Norma IEC 61850 jest wdrożona w ramach oddzielnej płyty ethernetowej. Karta Ethernet zarządza większością implementacji IEC 61850 oraz przesyłem danych, unikając jakiegokolwiek wpływu na wydajność funkcji zabezpieczających.

Aby prowadzić komunikację z inteligentnym urządzeniem elektronicznym (IED) zgodnym ze standardem IEC 61850 w sieci ethernetowej, należy tylko znać jego adres IP. Możliwe konfiguracje to:

- klient IEC 61850 (lub jednostka nadrzędna), na przykład komputer pola (MiCOM C264)
- Panel HMI
- przeglądarka MMS, przy pomocy której można pobrać kompletny model danych z urządzenia IED, bez znajomości samego urządzenia.

Kompatybilny ze standardem IEC 61850 interfejs umożliwia następujące operacje:

- Dostęp do odczytu pomiarów
- Odświeżanie wszystkich pomiarów ze standardową szybkością.
- Generowanie niebuforowanych i buforowanych raportów dla wielu klientów o zmianie stanu lub pomiaru
- Synchronizacja czasu SNTP za pośrednictwem łącza Ethernet. (Jest ona przeprowadzana w celu synchronizacji wewnętrznego zegara czasu rzeczywistego inteligentnego urządzenia elektronicznego.),
- Komunikacja równorzędna GOOSE (peer-to-peer)
- Odczyt zapisów zakłóceń poprzez przesyłanie plików MMS zgodnie z normą IEC 61850. Zapis jest odczytywany jako plik COMTRADE w formacie ASCII,
- Sterowanie (bezpośrednie oraz wybierane przed uruchomienie)

Note:

Bieżąca implementacja standardu IEC 61850 nie obsługuje zmiany ustawień. Na chwilę obecną zmianę ustawień można przeprowadzić przy pomocy oprogramowania konfiguracyjnego.

23.12.4.5 IMPLEMENTACJA MODELU DANYCH IEC 61850

Dla zachowania spójności, nazewnictwo modelu danych przyjęte na potrzeby urządzeń IED zostało ujednolicone. Węzły logiczne są przydzielane odpowiednio w obszarze Urządzenia logiczne.

Model danych opisano w potwierdzeniu zgodności implementacji modelu (MICS), które jest dostępne jako osobny dokument.

23.12.4.6 IMPLEMENTACJA USŁUG KOMUNIKACYJNYCH IEC 61850

Usługi komunikacyjne IEC 61850, które zaimplementowano w inteligentnych urządzeniach elektronicznych opisano w potwierdzeniu zgodności zastosowania protokołu (PICS), który jest dostępny jako osobny dokument.

23.12.4.7 KOMUNIKACJA RÓWNORZĘDNA (PEER-TO-PEER) IEC 61850 (KOMUNIKATY GOOSE)

Wdrożenie normy IEC 61850 Generic Object Oriented Substation Event (GOOSE) umożliwia szybszą komunikację między IED, co oferuje szybką i niezawodną dystrybucję wartości danych wejściowych i wyjściowych w całym systemie. Model GOOSE do dostarczania informacji o zdarzeniu wykorzystuje usługi transmisji multicast (rozgłoszeniowej). Komunikacja rozgłoszeniowa typu multicast oznacza rozsyłanie komunikatów do wybranych urządzeń w sieci. Urządzenia odbiorcze mogą akceptować określone ramki z określonych urządzeń i odrzucać ramki z innych urządzeń. Jest on również znany jako system transmisji wydawca-subskrybent (publisher-subscriber). Gdy urządzenie wykryje zmianę w jednym z punktów monitorowania statusu, wydaje nowy komunikat. Każde urządzenie, które zgłosi potrzebę uzyskania informacji, subskrybuje dane w nim zawarte.

23.12.4.8 WERYFIKACJA KOMUNIKATÓW GOOSE

Za każdym razem, gdy odbierany jest nowy komunikat GOOSE, jego prawidłowość jest sprawdzana przed zdekodowaniem zbioru danych i wykorzystaniem go do aktualizacji programowalnego schematu logicznego. W ramach procesu walidacji sprawdzane są anomalie stanu i numeru sekwencyjnego. W przypadku wykrycia anomalii komunikat GOOSE „out-of-order” jest odrzucany. Kiedy komunikat zostanie odrzucony, ostatni prawidłowy komunikat pozostaje aktywna do czasu otrzymania nowego prawidłowego komunikatu GOOSE lub wygaśnięcia jego okresu ważności (TAL).

Wskaźniki nieprawidłowych komunikatów i raporty dotyczące GOOSE są dostarczane abonentowi za pośrednictwem węzła logicznego IEC61850 LGOS.

23.12.4.9 PRZYPISYWANIE KOMUNIKATÓW GOOSE DO WEJŚĆ WIRTUALNYCH

Każdy sygnał GOOSE zawarty w subskrybowanym komunikacie GOOSE może być przypisany do dowolnego z wirtualnych wejść w schemacie PSL. Wejścia wirtualne mogą być przypisane do funkcji logiki wewnętrznej przeznaczonej do sterowania zabezpieczeniem, bezpośrednio do zestyków wyjściowych lub diod służących do monitorowania.

Urządzenie IED może subskrybować wszystkie komunikaty GOOSE, lecz tylko następujące typy danych mogą być zdekodowane oraz przypisane do wejść wirtualnych:

- BOOLEAN
- BSTR2
- INT16
- INT32
- INT8
- UINT16
- UINT32
- UINT8

23.12.4.10 KONFIGURACJA IEC 61850 GOOSE

Cała konfiguracja GOOSE jest przeprowadzana przy pomocy narzędzia IEC 61850 Configurator dostępnego w oprogramowaniu MiCOM S1 Agile.

Wszelkie ustawienia publikowania komunikatu GOOSE można znaleźć w zakładce **GOOSE Publishing** w oknie edytora konfiguracji. Wszelkie parametry konfiguracji subskrypcji GOOSE można znaleźć w zakładce **External Binding** w oknie edytora konfiguracji.

Ustawienia umożliwiające włączenie sygnalizacji GOOSE oraz pozwalające zastosować tryb testowy są dostępne za pośrednictwem panelu HMI.

23.12.4.11 FUNKCJONALNOŚĆ ETHERNET

Powiązania IEC 61850 (**Associations**) są unikatowe i są realizowane pomiędzy klientem a serwerem. Jeżeli z jakiegoś powodu połączenie Ethernet zostanie przerwane, powiązania zostają utracone oraz będą wymagać ponownego ustanowienia przez klienta. Inteligentne urządzenie elektroniczne posiada funkcję **TCP_KEEPALIVE**, która monitoruje każde powiązanie oraz przerywa wszystkie powiązania, które nie są już aktywne.

Inteligentne urządzenie elektroniczne ma możliwość ponownego ustanowienia powiązań bez przerw w działaniu, nawet po odłączeniu jego zasilania. Inteligentne urządzenie elektroniczne zachowuje się wtedy jak serwer, klient prosi o ustanowienie powiązania. Niezadeklarowane ustawienia zostają anulowane w momencie utraty zasilania, natomiast raporty żądane przez podłączonych klientów są resetowane. Klient musi je ponownie uaktywnić przy ustanawianiu kolejnego powiązania z inteligentnym urządzeniem elektronicznym.

23.12.4.12 KONFIGURACJA PROTOKOŁU IEC 61850

Aby skonfigurować urządzenie dla IEC 61850, zaleca się użycie konfiguratora IEC 61850 IED Configurator w pakiecie oprogramowania konfiguracyjnego. Można go także skonfigurować za pomocą interfejsu. W celu skonfigurowania standardu IEC61850 edycja 2 za pomocą interfejsu HMI należy najpierw załączyć ustawienie IP From HMI, po czym można ustawić medium (przewód miedziany lub światłowód), adres IP, maskę podiseci oraz adres bramy.

IEC 61850 umożliwia konfigurację urządzeń IED bezpośrednio z pliku konfiguracyjnego. Możliwości konfiguracji systemu urządzenia IED są określone w pliku IED Capability Description (ICD), dostarczonym wraz z produktem. Przy pomocy plików ICD dedykowanych instalowanemu produktowi można projektować, konfigurować oraz testować (przy pomocy narzędzi symulacyjnych) całe układy zabezpieczeń podstacji, zanim poszczególne produktu zostaną w ogóle w tej podstacji zainstalowane.

W celu ułatwienia tego procesu oprogramowanie konfiguracyjne zawiera narzędzie nazwane Konfiguratorem IEC 61850 (IEC 61850 Configurator), które umożliwia zaimportowanie i przesłanie do urządzenia IED wstępnie skonfigurowanego pliku konfiguracyjnego IEC 61850. Równie dobrze można ręcznie stworzyć pliki konfiguracyjne dla wszystkich produktów w oparciu o oryginalny plik ICD.

Pozostałe właściwości to:

- wyodrębnianie danych konfiguracyjnych do podglądu lub edycji,
- złożona sekwencja weryfikacji danych konfiguracyjnych przed wysłaniem ich do IED.

Note:

Niektóre dane konfiguracyjne są dostępne w kolumnie IEC61850 CONFIG., pozwalającej na dostęp do podstawowych danych konfiguracyjnych bez możliwości ich edycji.

23.12.4.12. BANKI KONFIGURACJI IEC 61850

1

Istnieją dwa banki konfiguracji:

- aktywny bank konfiguracji,
- nieaktywny bank konfiguracji.

Wszystkie nowe konfiguracje wysyłane do inteligentnego urządzenia elektronicznego są automatycznie zapisywane w nieaktywnym banku konfiguracji, tak więc nie wpływają one natychmiastowo na aktualną konfigurację.

Po przeprowadzeniu aktualizacji za pomocą narzędzia Konfiguratora IEC 61850 można wysłać komendę, która zezwoli na aktywację nowej konfiguracji przechowywanej w nieaktywnym banku konfiguracji. Dokonuje się tego poprzez przełączanie pomiędzy bankami konfiguracji aktywnej i nieaktywnej. Banki konfiguracji mogą być również przełączane z poziomu kolumny *IEC61850 CONFIG*. panelu interfejsu.

Atrybuty SCL Name i Revision obu banków konfiguracji są dostępne w kolumnie *IEC61850 CONFIG*. interfejsu.

23.12.4.12. KOMUNIKACJA SIECIOWA IEC 61850

2

Konfiguracja parametrów IP oraz parametrów synchronizacji czasu SNTP wykonywane są za pomocą narzędzia Konfigurator IEC 61850. Jeżeli te parametry nie są dostępne z pliku SCL (język konfiguracji podstawy), należy je skonfigurować ręcznie.

Każdy adres IP musi być unikalny w sieci LAN. Zduplikowane adresy IP powodują konflikty i należy ich unikać. Większość urządzeń IED sprawdza, czy taki konflikt występuje przy każdej zmianie konfiguracji IP oraz za każdym uruchomieniem, i wystawia alarm w razie wykrycia konfliktu IP.

Inteligentne urządzenie elektroniczne można skonfigurować na odbiór danych z innych sieci za pomocą ustawienia bramy **Gateway**. Dla większej liczby sieci adresy IP muszą być unikalne dla wszystkich tych sieci razem.

23.12.4.13 IEC 61850 EDYCJA 2

Wiele części standardu IEC 61850 zostało obecnie wydanych w ramach drugiej edycji. Oferuje ona kilka znaczących udoskonaleń, w tym:

- Ulepszoną interoperacyjność
- Wiele nowych węzłów logicznych
- Lepiej zdefiniowane testowanie; obecnie istnieje możliwość przeprowadzenia testów w trybie offline i symulowania funkcji

Implementacja edycji 2 wymaga użycia konfiguratora IEC 61850 w wersji 3.8, który jest instalowany wraz z wersją 2.0 oprogramowania konfiguracyjnego MiCOM S1 Agile.

23.12.4.13. KOMPATYBILNOŚĆ WSTECZNA

1

System IEC61850 — kompatybilność wsteczna

Inteligentne urządzenie elektroniczne zgodne z edycją pierwszą może współpracować z edycją drugą systemu IEC 61850, pod warunkiem, że urządzenia edycji pierwszej nie mają ustawionej subskrypcji komunikatów GOOSE z obiektami danych lub atrybutami danych, które są dostępne wyłącznie w edycji 2.

Koncepcję tą wyjaśniono na poniższym rysunku:

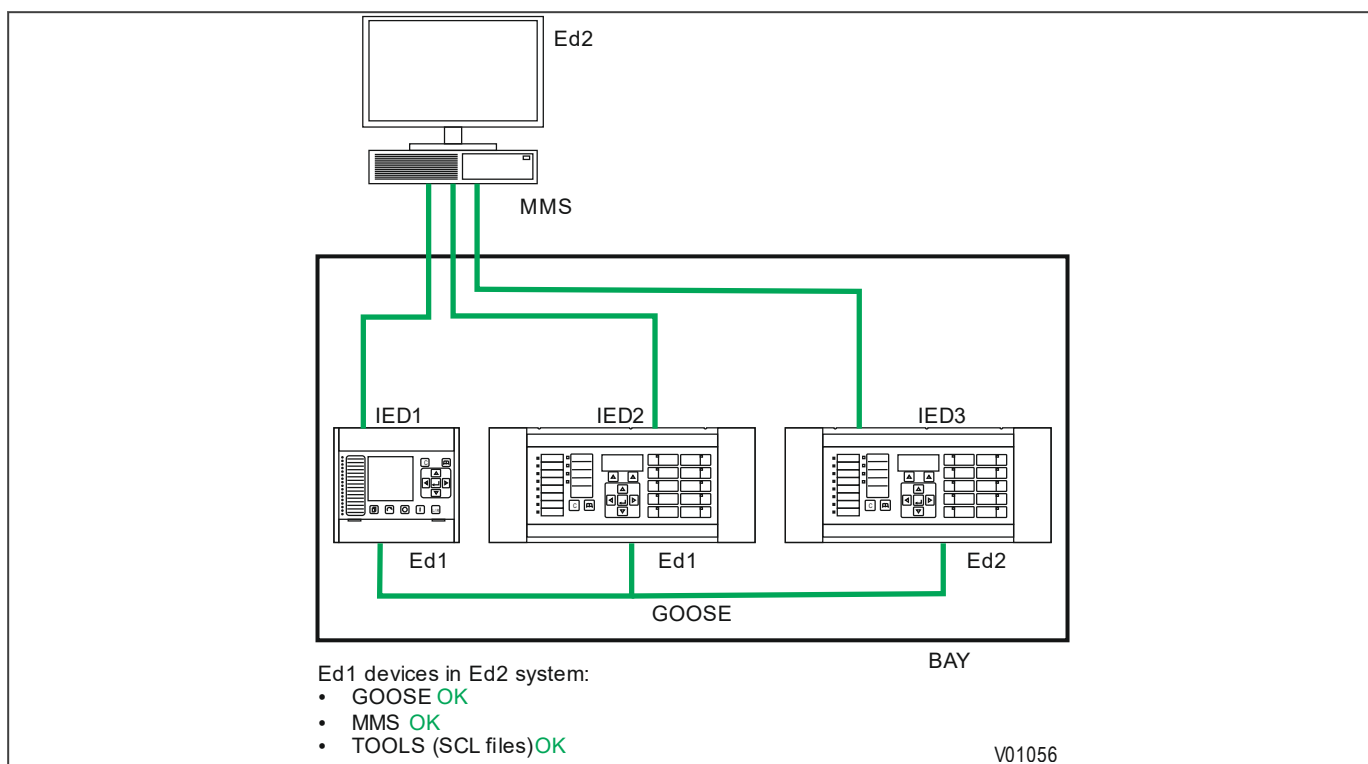


Figure 386: System zgodny z edycją 2 - kompatybilność wsteczna

Urządzenie IED zgodne z edycją 2 nie może normalnie pracować w systemie IEC 61850 zgodnym z edycją 1. Urządzenie IED zgodne z edycją 2 może pracować w przypadku komunikatów GOOSE w systemie mieszanym, pod warunkiem, że klient jest kompatybilny z edycją 2.

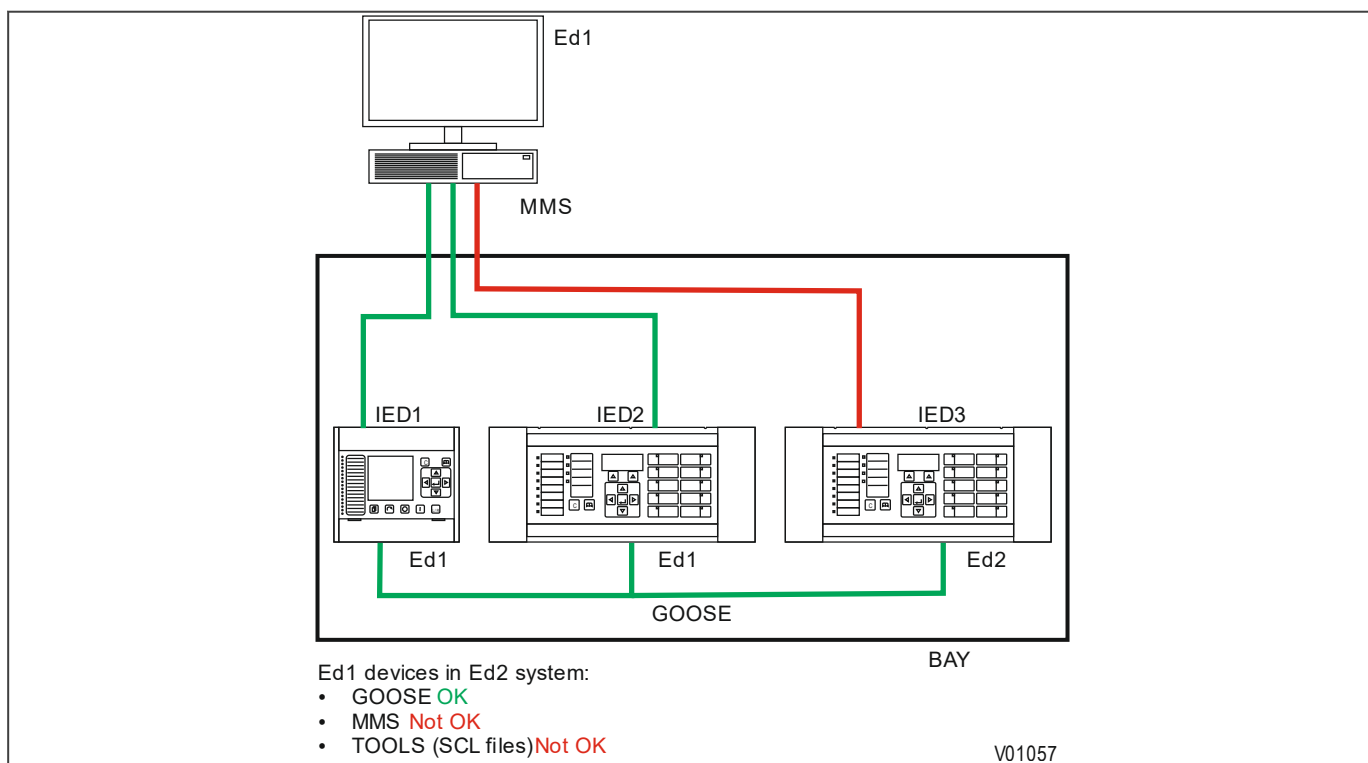


Figure 387: System zgodny z edycją 1 - problemy związane z zapewnieniem kompatybilności w przód

23.12.4.13. WSPÓLNE KLASY DANYCH EDYCJI -2**2**

Następujące wspólne klasy danych (CDC) są nowością w Wydaniu 2 i dlatego nie powinny być stosowane w blokach sterujących GOOSE w systemach mieszanych Wydania 1 i Wydania 2

- Histogram (HST)
- Visible string status (VSS) (widoczny status ciągu)
- Object reference setting (ORG) (ustawienie referencyjne obiektu)
- Controllable enumerated status (ENC) (podlegający kontroli wymieniony status)
- Controllable analogue process value (APC) (podlegająca kontroli wartość analogowa procesu)
- Binary controlled analogue process value (BAC) (kontrolowana binarnie wartość analogowa procesu)
- Enumerated status setting (ENG) (wymienione ustawienie statusu)
- Time setting group (TSG) (grupa ustawień czasu)
- Currency setting group (CUG) (grupa ustawień waluty)
- Visible string setting (VSG) (widoczne ustawienie ciągu)
- Curve shape setting (CSG) (ustawienie kształtu krzywej)

Spośród powyższych, wyłącznie klasy typu ENS oraz ENC są dostępne z poziomu urządzenia MiCOM P40 IED przy publikowaniu komunikatów GOOSE, a więc obiekty danych korzystające z tych wspólnych klas danych nie powinny być publikowane w systemach mieszanych edycji 1 i edycji 2.

W celu zapewnienia kompatybilności inteligentnych urządzeń elektronicznych edycji 1 i edycji 2, używane muszą być pliki SCL korzystające ze schematu SCL w wersji 2.1. W przypadku systemów w pełni zgodnych z edycją 2, należy korzystać ze schematu w wersji „2007B.”

23.13 TYLKO ODCZYT

Wraz z wprowadzeniem standardu IEC 61850 oraz możliwości komunikacyjnych Ethernet/Internet ważnym zagadnieniem stało się bezpieczeństwo. Z tego powodu wszystkie właściwe urządzenia GE Vernova dostosowano tak, aby spełniały najnowsze standardy cyberbezpieczeństwa.

Ponadto wprowadzono funkcję umożliwiającą załączanie lub wyłączanie interfejsów komunikacyjnych. Funkcja ta jest dostępna dla produktów korzystających z protokołów Courier, IEC 60870-5-103 lub IEC 61850.

23.13.1 BLOKOWANIE PROTOKOŁU IEC 60870-5-103

Jeżeli dla portów RP1 lub RP2 korzystających z protokołu IEC 60870-5-103 włączono tryb tylko do odczytu, w interfejsie zostaną zablokowane następujące polecenia:

- Write parameters (=change setting) (private ASDUs) / Zapisz parametr (=zmień ustawienie) (prywatne jednostki ASDU - Aplikacyjna Usługa Jednostki Danych)
- Polecenia globalne (ASDU20), tj.:
 - INF16 auto-recloser on/off / INF16 wł./wył. cykl SPZ
 - INF19 LED reset / INF19 reset diod
 - Private INF / prywatne INF (przykładowo: CB otwieranie/zamykanie, wejścia sterujące)

Następujące polecenia wciąż są dozwolone:

- Poll Class 1 (read spontaneous events) / odpytywanie klasy 1 (odczyt zdarzeń spontanicznych)
- Poll Class 2 (read measurands) / odpytywanie klasy 2 (odczyt pomiarów)
- GI sequence (ASDU7 'Start GI', Poll Class 1) / sekwencja GI (ASDU7 'Start GI', odpytywanie klasy 1)
- Transmission of Disturbance Records sequence (ASDU24, ASDU25, Poll Class 1) / sekwencja transmisji rejestrów zakłóceń (ASDU24, ASDU25, odpytywanie klasy 1)
- Time Synchronisation (ASDU6) / synchronizacja czasu (ASDU6)
- Polecenia globalne (ASDU20), tj.:
 - INF23 activate characteristic 1 / INF23 aktywuj charakterystykę 1
 - INF24 activate characteristic 2 / INF23 aktywuj charakterystykę 1
 - INF25 activate characteristic 3 / INF25 aktywuj charakterystykę 3
 - INF26 activate characteristic 4 / INF26 aktywuj charakterystykę 4

Note:

W przypadku protokołu IEC 60870-5-103, funkcja tylko do odczytu różni się od dotychczasowej funkcji blokowania poleceń.

23.13.2 BLOKOWANIE PROTOKOŁU COURIER

Jeżeli dla portów RP1 lub RP2 korzystających z protokołu Courier włączono tryb tylko do odczytu, w interfejsie zostaną zablokowane następujące polecenia:

- Write settings / zapisz ustawienia
- Wszystkie operacje sterowania, obejmujące:
 - Reset Indication (Trip LED) / reset sygnalizacji (dioda wyzwalania)
 - Operate control inputs / działanie wejść sterowniczych
 - CB operations / operacje wyłącznika
 - Auto-reclose operations / operacje SPZ

- Reset demands / reset zapotrzebowania
- Clear event/fault/maintenance/disturbance records / kasowanie zapisów zdarzeń/zwarć/konserwacji/zakłóceń
- Test LEDs & contacts / test diod oraz zestyków

Następujące polecenia wciąż są dozwolone:

- Read settings, statuses, measurands / odczyt ustawień, stanów, wielkości mierzonych
- Read records (event, fault, disturbance) / odczyt zapisów (zdarzeń, zwarć, zakłóceń)
- Synchronizacja czasu
- Change active setting group / zmiana aktywnej grupy ustawień

23.13.3 BLOKOWANIE PROTOKOŁU IEC 61850

Jeżeli dla sieci Ethernet współpracującej z protokołem IEC 61850 włączono tryb tylko do odczytu, w interfejsie zostaną zablokowane następujące polecenia:

- Wszystkie operacje sterowania, obejmujące:
 - Enable/disable protection / włącz/wyłącz zabezpieczenie
 - Operate control inputs / działanie wejść sterowniczych
 - CB operations (Close/Trip, Lock) / operacje wyłącznika (zamknięcie/wyzwolenie, blokada)
 - Zerowanie wskaźników LED

Następujące polecenia wciąż są dozwolone:

- Read statuses, measurands / odczyt stanów, wielkości mierzonych
- Generate reports / generowanie raportów
- Odczyt rejestrów zakłóceń
- Synchronizacja czasu
- Change active setting group / zmiana aktywnej grupy ustawień

23.13.4 USTAWIENIA TRYBU TYLKO DO ODCZYTU

Poniższe ustawienia umożliwiają włączanie lub wyłączanie trybu tylko do odczytu.

- CP1 Solo Lectura
- RP2 Read Only (RP2 tylko odczyt) (tylko w przypadku produktów z RP2)
- NIC Read Only (NIC tylko odczyt) (gdy dostępny jest Ethernet)

23.13.5 SYGNAŁY DDB TRYBU TYLKO DO ODCZYTU

Zdalny tryb tylko do odczytu jest dostępny również w logice PSL korzystającej z trzech dedykowanych sygnałów DDB:

- CP1 Solo Lectura
- RP2 Read Only (RP2 tylko odczyt) (tylko w przypadku produktów z RP2)
- NIC Read Only (NIC tylko odczyt) (gdy dostępny jest Ethernet)

Powyższe sygnały można aktywować przy pomocy logiki PSL, jeżeli jest to wymagane, poprzez wejścia optyczne, wejścia sterownicze oraz klawisze funkcyjne.

23.14 SYNCHRONIZACJA CZASU

W nowoczesnych układach zabezpieczeń często konieczna jest synchronizacja zegara czasu rzeczywistego w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, dzięki czemu zdarzenia zarejestrowane przez różne urządzenia można oznakować czasowo i ułożyć w kolejności chronologicznej. Można to zrealizować na różne sposoby, w zależności od wybranych opcji oraz protokołów komunikacyjnych:

- wykorzystując wejście IRIG-B (jeżeli jest zainstalowane),
- wykorzystując protokół synchronizacji czasu SNTP (dla wersji Ethernet IEC 61850),
- wykorzystując protokół Precision Time Protocol (PTP) IEEE 1588
- za pomocą funkcji synchronizacji czasu występującej w protokołach danych.

Źródła synchronizacji czasu można skonfigurować w kolejności priorytetów, korzystając z komórek Źródło pierwotne i Źródło wtórne w kolumnie DATE AND TIME. Jeśli źródło pierwotne stanie się niedostępne, zostanie użyte źródło wtórne, jeśli jest dostępne.

23.14.1 IRIG-B

IRIG oznacza Grupę oprzyrządowania międzyszakresowego, która jest organem odpowiedzialnym za standaryzację różnych formatów kodu czasowego. Istnieje kilka różnych formatów, począwszy od IRIG-A, poprzez IRIG-B itd. Litera po akronimie „IRIG” określa rozdzielczość sygnału czasu w impulsach na sekundę (PPS). Kod czasowy IRIG-B, ten który jest wykorzystywany w tym przypadku, ma rozdzielczość 100 PPS. Kod czasowy IRIG-B jest używany, gdy wymagane jest dokładne znakowanie czasowe.

Na poniższym schemacie przedstawiono typowe zastosowanie, w którym podstawę zsynchronizowano czasowo z sygnałem satelity GPS. Sygnał radiowy satelity jest odbierany przez antenę satelitarną i przekazywany do odbiornika. Odbiornik odbiera sygnał i przekształca go na sygnał czasu odpowiedni dla sieci podstacji. Inteligentne urządzenie elektroniczne pracujące w podstacji wykorzystuje ten sygnał do regulowania swoich wewnętrznych zegarów oraz rejestratorów zdarzeń.

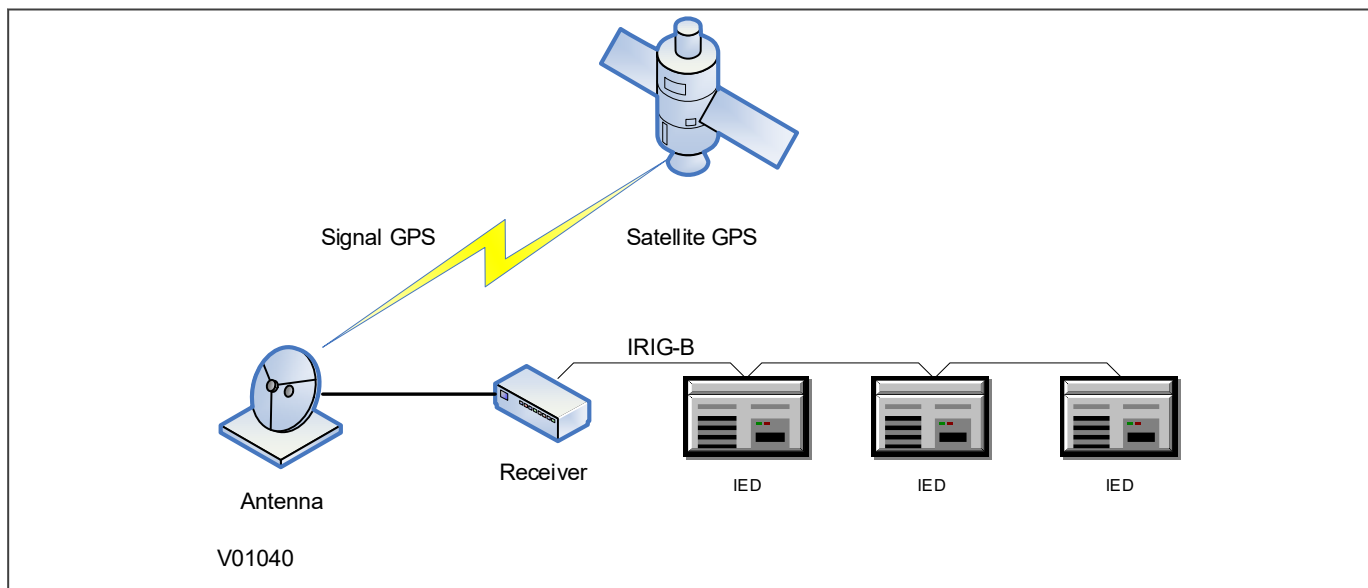


Figure 388: Sygnał synchronizacji czasu z satelity GPS

Sygnał kodu czasowego IRIG-B jest sekwencją jednosekundowych ramek czasowych. Każda ramka jest podzielona na dziesięć przedziałów po 100 ms w następujący sposób:

- Przedział czasowy 1: Sekundy
- Przedział czasowy 2: Minuty

- Przedział czasowy 3: Godziny
- Przedział czasowy 4: Dni
- Przedział czasowy 5 oraz 6: Funkcje sterowania
- Przedziały czasowe od 7 do 10: Czas dnia wyrażony bezpośrednio kodem binarnym

Cztery pierwsze przedziały czasowe definiują czas w zapisie BCD (zapis dziesiętny kodowany binarnie). Przedziały czasowe 5 oraz 6 wykorzystywane są przez funkcje sterujące, które kontrolują polecenia usuwania oraz powalają na grupowanie różnych danych w ciągach synchronizacji. Przedziały czasowe od 7 do 10 definiują czas w formacie SBS (binarnej reprezentacji sekund danego dnia).

23.14.1.1 IMPLEMENTACJA IRIG-B

W zależności od wybranych opcji sprzętowych produkt może zostać wyposażony w wejście IRIG-B służące do synchronizacji czasu. Interfejs IRIG-B jest wdrożony na dedykowanej płycie lub wraz z inną funkcją komunikacji, taką jak sieć Ethernet. Połączenie IRIG-B realizowane jest za pomocą złącza BNC. Sygnały IRIG-B są zwykle przedstawiane jako sygnał modulowany RF. Płyty obsługują uniwersalny IRIG-B, co oznacza, że akceptują demodulowany lub modulowany IRIG-B.

Aby skonfigurować urządzenie do obsługi sygnału IRIG-B, należy odpowiednio skonfigurować komórkę **IRIG-B Sync** znajdującą się w kolumnie **DATE AND TIME**.

Status IRIG-B można sprawdzić w komórce **IRIG-B Status** w kolumnie **DATE AND TIME**.

23.14.2 SNTP

Prosty sieciowy protokół czasu SNTP (SNTP = Simple Network Time Protocol) stosowany jest do synchronizacji zegarów systemów komputerowych pracujących w sieciach o zmiennym opóźnieniu transmisji danych, wykorzystujących przełączanie pakietów, takich jak sieci oparte na protokole IP. Protokół SNTP można stosować do synchronizacji czasu w modelach korzystających z protokołu IEC 61850 w sieci Ethernet. Możliwe jest uzyskanie dokładności synchronizacji czasu w zakresie 5 ms.

Urządzenie jest synchronizowane przez główny serwer SNTP. Opisywaną synchronizację można zrealizować poprzez wprowadzanie adresu IP serwera SNTP do urządzenia IED przy pomocy oprogramowania IEC 61850 Configurator opisanego w podręczniku oprogramowania konfiguracyjnego. Dla celów kopii zapasowej konfigurowany jest również drugi serwer o innym adresie IP.

Funkcja ta wystawia alarm w przypadku utraty synchronizacji czasu na serwerze SNTP. Może być ona spowodowana brakiem odpowiedzi lub brakiem prawidłowego sygnału zegarowego.

Menu panelu HMI nie zawiera żadnych konfigurowalnych ustawień związanych z protokołem SNTP, aczkolwiek jedynym sposobem, aby go skonfigurować jest użycie oprogramowania konfiguracyjnego IEC 61850 Configurator. Jednakże możliwy jest podgląd niektórych parametrów w kolumnie **COMMUNICATIONS** w podnagłówku SNTP parameters. Można tu zobaczyć adresy serwera SNTP oraz częstotliwość odpytywania serwera SNTP, odpowiednio w komórkach **SNTP Server 1**, **SNTP Server 2** oraz **SNTP Poll rate**.

Stan synchronizacji czasu SNTP jest wyświetlany w komórce **SNTP Status** w kolumnie **DATE AND TIME**.

23.14.2.1 ALARM UTRATY SYGNAŁU SERWERA SNTP

Funkcja ta wystawia alarm w przypadku utraty synchronizacji czasu na serwerze SNTP. Alarm pojawia się wtedy, gdy serwer SNTP nie wykryje ważnej odpowiedzi synchronizacji czasu w 5-sekundowym okienku. Dzieje się tak, ponieważ nie ma odpowiedzi lub nie ma ważnego zegara. Alarm zostaje odwzorowany na IEC 61850.

23.14.3 PROTOKÓŁ PRECYZYJNEJ SYNCHRONIZACJI CZASU IEEE 1588

Modułowe zabezpieczenia MiCOM P40 obsługują protokół precyzyjnej synchronizacji czasu IEEE 1588 (PTP) jako wyłącznie podrzędny zegar. Przekazniki MiCOM nie rozpoznają profilu, co oznacza, że zaakceptują synchronizację z dowolnego profilu PTP. Profil Power Utility (IEC 61850-9-3) został specjalnie zaprojektowany, aby dobrze działać

w zastosowaniach związanych z podstacjami, w których zastosowania synchrofazorów wymagają najbardziej rygorystycznych wymagań.

Protokół precyzyjnej synchronizacji czasu może być wykorzystany do zastąpienia lub uzupełnienia synchronizacji czasu za pomocą sygnału IRIG-B oraz protokołu SNTP tak, aby inteligentne urządzenie elektroniczne mogło być synchronizowane przy użyciu komunikatów sieci Ethernet pochodzących z lokalnej sieci podstacji bez konieczności ustanawiania jakichkolwiek dodatkowych połączeń fizycznych.

Dedykowany sygnał magistrali danych cyfrowych DDB (**PTP Failure**) jest dostarczany w celu wskazania awarii PTP.

23.14.3.1 OBLICZANIE DOKŁADNOŚCI I OPÓŹNIENIA

Możliwe jest uzyskanie dokładności synchronizacji czasu w zakresie 3 ms. Wykorzystany może być zarówno pomiar opóźnienia w trybie peer-to-peer lub end-to-end. W trybie peer-to-peer, opóźnienia są mierzone pomiędzy każdym łączem w sieci oraz są kompensowane. Dzięki temu można uzyskać dużą dokładność, lecz wymaga to, by każde urządzenie znajdujące się pomiędzy urządzeniem Grand Master i urządzeniami podrzędnymi wspierało pomiar opóźnienia peer-to-peer.

W trybie end-to-end, opóźnienia są mierzone wyłącznie pomiędzy każdym urządzeniem Grand Master i urządzeniem podrzędnym. Zaletą tego trybu są mniejsze wymagania stawiane wyłącznikom w sieci; nie muszą one niezależnie obliczać opóźnień. Główną wadą jest wprowadzanie większej niedokładności, ponieważ w metodzie tej przyjmuje się, że opóźnienia w przód i wstecz są zawsze takie same, co nie zawsze może być prawidłowe.

Przy korzystaniu z trybu end-to-end, urządzenie IED może być wpięte w pierścień lub topologię linii przy użyciu protokołu RSTP lub Self Healing Protocol bez jakichkolwiek dodatkowych zegarów transparentnych. Lecz ze względu na to, iż urządzenie IED jest wyłącznie urządzeniem podrzędnym, wprowadzona została dodatkowa niedokładność. Dodatkowy błąd będzie mniejszy niż 1 ms w przypadku sieci ośmiu urządzeń.

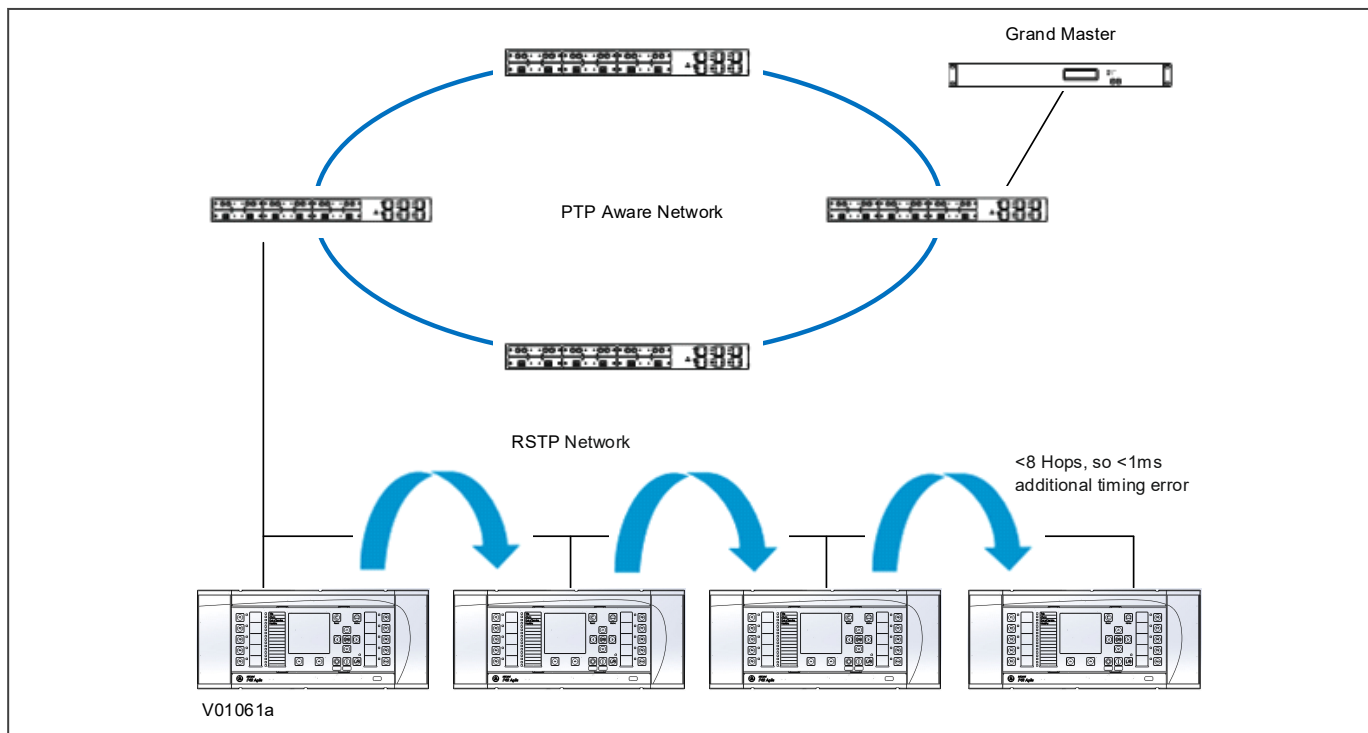


Figure 389: Błąd pomiaru czasu z użyciem topologii pierścienia lub linii

23.14.3.2 DOMENY PTP

Ruch PTP może być podzielony na różne domeny z użyciem zegarów brzegowych. Pozwala to, by różne zegary PTP współdzieliły tą samą sieć, przy jednoczesnym utrzymywaniu niezależnej synchronizacji w obrębie każdego z pogrupowanych zestawów.

Numer Domeny PTP można skonfigurować w produktach modułowych MiCOM P40 za pomocą komórki **Domain Number** Numer domeny w kolumnie *DATE AND TIME* DATA I CZAS. Numer domeny należy skonfigurować tak, aby był zgodny z domeną sieci lokalnej.

23.14.4 SYNCHRONIZACJA CZASU Z WYKORZYSTANIEM PROTOKOŁÓW KOMUNIKACYJNYCH

Wszystkie protokoły komunikacyjne posiadają wbudowane mechanizmy synchronizacji czasu. Jeżeli do synchronizacji urządzenia nie może być wykorzystany zewnętrzny mechanizm synchronizacji czasu np. sygnał IRIG-B, protokół SNTP ani IEEE 1588 PTP, używany jest mechanizm synchronizacji zawarty w odpowiednim protokole szeregowym. Czas rzeczywisty jest zwykle definiowany w stacji nadrzędnej i przekazywany do odpowiednich urządzeń IED za pośrednictwem jednego z tylnych portów szeregowych, przy pomocy wybranego protokołu. Możliwe jest również określenie czasu lokalnie przy pomocy ustawień w kolumnie *DATE AND TIME*.

Synchronizację czasu dla każdego protokołu opisano w odpowiednich rozdziałach omawiających protokoły komunikacyjne.

ROZDZIAŁ 24

CYBERBEZPIECZEŃSTWO

24.1 WYŁĄCZENIA ODPOWIEDZIALNOŚCI

Produkty firmy GE Vernova Grid Automation stanowią urządzenia cyfrowe, przeznaczone do instalacji i obsługi w podstacjach mediów i zakładach przemysłowych oraz do podłączania do bezpiecznych sieci prywatnych. Nie należy podłączać IED firmy GE Vernova do publicznej sieci internetowej.

Forma GE Vernova stanowczo zaleca użytkownikom ochronę swoich urządzeń cyfrowych za pomocą strategii ochrony w głębi, która zapewni ochronę ich produktów, sieci, systemów i interfejsów przed zagrożeniami dla cyberbezpieczeństwa. Obejmuje to m.in. umieszczenie urządzeń cyfrowych w bezpiecznym obwodzie sieci systemu sterowania, wdrożenie i utrzymywanie środków kontroli dostępu, monitorowanie i wykrywanie włamań, szkolenia zwiększające świadomość na temat bezpieczeństwa, polityki bezpieczeństwa, segmentację sieci i instalację zapór, silne i aktywne zarządzanie hasłami, szyfrowanie danych, oprogramowanie antywirusowe oraz inne, odpowiednie technologie łączące.

IED firmy GE Vernova są dostępne z funkcjami standardowymi, a niektóre produkty zawierają dodatkowe opcje oprogramowania, w ramach których dostępne są mechanizmy cyberbezpieczeństwa pomagające użytkownikom w ochronie przed włamaniami zagrażającymi cyberbezpieczeństwu. Firma GE Vernova stanowczo zaleca korzystanie ze wszystkich dostępnych opcji cyberbezpieczeństwa.

Dodatkowe informacje i zalecenia dotyczące sposobów ochrony IED firmy GE Vernova można znaleźć w rozdziałach instrukcji zatytułowanych Cyberbezpieczeństwo. Co pewien czas firma GE Vernova Grid Automation może również przekazywać dodatkowe instrukcje i zalecenia dla użytkowników, dotyczące IED i zagrożeń lub luk w ramach cyberbezpieczeństwa.

Użytkownicy ponoszą wyłączną odpowiedzialność za dopilnowanie, aby wszystkie IED firmy GE Vernova Grid Automation zostały zainstalowane i były obsługiwane z uwzględnieniem ich możliwości związanych z cyberbezpieczeństwem, kontekstu bezpieczeństwa oraz instrukcji i zaleceń przekazanych użytkownikowi i dotyczących firmy GE Vernova. Użytkownicy ponoszą całe ryzyko i odpowiedzialność związane ze szkodami lub stratami poniesionymi na skutek wszelkich incydentów związanych z cyberbezpieczeństwem.

UŻYTKOWNIK PONOSI WYŁĄCZNĄ ODPOWIEDZIALNOŚĆ ZA ZABEZPIECZENIE SWOJEJ SIECI I POWIĄZANYCH URZĄDZEŃ PRZED WŁAMANIAM I ATAKAMI NA CYBERBEZPIECZEŃSTWO. FIRMA GE VERNOVA GRID AUTOMATION I JEJ PODMIOTY STOWARZYSZONE NIE PONOSZĄ ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA ŻADNE SZKODY I/LUB STRATY, DO JAKICH DOJDZIE NA SKUTEK LUB W ZWIĄZKU Z WŁAMANIEM BĄDŹ ATAKAMI NA CYBERBEZPIECZEŃSTWO.

24.2 OMÓWIENIE

Dawniej sieci komunikacyjne podstacji były tradycyjnie wyizolowane a protokoły i formaty danych, służące do przesyłania informacji między urządzeniami często nie były otwarte.

Z tego względu środowisko podstacji było bardzo dobrze zabezpieczone przed atakami cybernetycznymi. Dla tego rodzaju bezpieczeństwa wewnętrznego zastosowano następujące terminy:

- Zabezpieczenie poprzez izolację (sieć podstacji nie jest połączona ze światem zewnętrznym i świat zewnętrzny nie ma do niej dostępu).
- zabezpieczenie przez zastrzeżenie (zastrzeżone formaty i protokoły są bardzo trudne do interpretacji).

Należy jednak pamiętać, że nie są to uznane mechanizmy obronne przed atakami.

Coraz większa złożoność układów zabezpieczeń w połączeniu z osiągnięciami techniki i potrzebą interoperacyjności poskutkowała standaryzacją sieci komunikacyjnej oraz wymianą danych pomiędzy podstacjami. Dziś urządzenia podstacji do komunikacji wykorzystują protokoły standaryzowane. Co więcej, podstacje mogą być przyłączone do wykorzystujących standardowe protokoły komunikacyjne sieci otwartych, jak np. Internet czy Intranet. Wraz z tym pojawiło się poważne zagrożenie sieci atakami cybernetycznymi, które to z kolei mogą prowadzić do znaczniejszych przerw w dostawie prądu.

Oczywistym stało się, że dziś konieczne jest zabezpieczanie komunikacji na poziomie podstacji. W niniejszym rozdziale opisano środki bezpieczeństwa, które wprowadzono do naszych inteligentnych urządzeń elektronicznych (IED).

Note:

Urządzenia zapewniające cyberbezpieczeństwo nie wymuszają zgodności z wymaganiami NERC, a jedynie przyczyniają się do niej. Obowiązkiem użytkownika jest ustawienie hasła zgodnego z normą.

This chapter contains the following sections:

Wyłączenia odpowiedzialności	661
Omówienie	662
Wymóg cyberbezpieczeństwa	663
Normy	664
Implementacja cyberbezpieczeństwa	668
Role i uprawnienia	669
Uwierzytelnienie	672
Konfiguracja interfejsu SNMP procesora głównego	688
Zwrot inteligentnego urządzenia elektronicznego do fabryki	690
Zarządzanie zdarzeniami bezpieczeństwa	691

24.3 WYMÓG CYBERBEZPIECZEŃSTWA

Cyberbezpieczeństwo zapewnia ochronę przed nieuprawnionym ujawnieniem, transferem, modyfikacją, zniszczeniem informacji lub systemów informacji, zarówno umyślnym jak i nieumyślnym. Aby to osiągnąć, niezbędne jest spełnienie kilku poniższych wymogów bezpieczeństwa:

- poufność (zapobieganie nieupoważnionemu dostępowi do informacji),
- integralność (zapobieganie nieupoważnionym modyfikacjom)
- dostępność/uwierzytelnianie (zapobieganie atakom poprzez odmowę usługi i zapewnienie autoryzowanego dostępu do informacji),
- niezaprzeczalność (zapobieganie możliwościom nieprzyznania się do czynności, która została wykonana),
- identyfikowalność/wykrywanie (monitorowanie oraz rejestrowanie aktywności w celu wykrycia włamania oraz analizy zdarzeń).

Zagrożenia dla cyberbezpieczeństwa mogą być niezamierzone (np. klęski żywiołowe, błąd człowieka) lub zamierzone (np. cyberataki hakerów).

Cyberbezpieczeństwo na odpowiednim poziomie może być zapewnione przez takie rozwiązania jak: niwelowanie luk w zabezpieczeniach, wprowadzanie właściwych procedur bezpieczeństwa oraz stosowanie technik, które pomagają to osiągnąć.

Przykłady zagrożeń:

- nieostrożność ze strony pracowników (użytkownicy przechowują hasła na swoim komputerze)
- złe praktyki (użytkownicy nie zmieniają haseł domyślnych lub wszyscy wykorzystują to samo hasło dostępu do urządzeń podstawy),
- obchodzenie funkcji kontrolnych (użytkownicy wyłączają funkcje zabezpieczające),
- nieodpowiednia technologia (podstacja nie jest zabezpieczona zaporą firewal)

Przykładowe problemy z dostępnością to:

- przeciążenie sprzętu, które skutkuje zredukowaną wydajnością,
- wygaśnięcie certyfikatu dostępu, co uniemożliwia dostęp do sprzętu.

Aby pomóc w rozwiązaniu tych problemów, organizacje normalizacyjne stworzyły szereg norm. Zgodność z tymi normami znacznie ogranicza zagrożenia związane z brakiem cyberbezpieczeństwa.

24.4 NORMY

Istnieje kilka norm, mających zastosowanie do cyberbezpieczeństwa podstawy. W przypadku IED i systemów automatyki sieciowej stosuje się aktualnie normy NERC i IEEE1686.

Standard	Kraj	Opis
NERC CIP (Północnoamerykańska Korporacja Niezawodności Elektrycznej)	USA	Podstawy dla zabezpieczenia krytycznych zasobów elektronicznych sieci.
BDEW (Niemieckie Stowarzyszenie Przemysłu Energetycznego i Wodnego)	Niemcy	Wymagania dotyczące systemów bezpiecznego sterowania oraz telekomunikacyjnych.
ANSI ISA 99	USA	Najpierw zorientowana na ICS, a następnie mająca zastosowanie do stacji elektroenergetycznych, uzupełniająca tym samym istniejące normy oraz określająca nowe zagadnienia, takie jak zarządzanie poprawkami (łatkami programowymi).
IEEE 1686	Międzynarodowa	Międzynarodowa norma dotycząca cyberbezpieczeństwa inteligentnych urządzeń elektronicznych w podstawach.
IEC 62351	Międzynarodowa	Zarządzanie systemami elektroenergetycznymi i związana z nimi wymiana informacji - Bezpieczeństwo danych i komunikacji
IEC 62443	Międzynarodowa	Bezpieczeństwo systemów automatyki przemysłowej i sterowania
ISO/IEC 27002	Międzynarodowa	Podstawy dla zabezpieczenia krytycznych zasobów elektronicznych sieci.
NIST SP800-53 Narodowy Instytut Standaryzacji i Technologii	USA	Kompletna platforma dla cyberbezpieczeństwa SCADA SP800-82 i ICS
Wytyczne CPNI (Centre for the Protection of National Infrastructure)	Wielka Brytania	Jasne i wartościowe dobre praktyki dla sterowania procesem i bezpieczeństwa systemu SCADA

24.4.1 ZGODNE NERC

Północno-Amerykańska Korporacja Niezawodności Elektrycznej NERC (NERC = North American Electric Reliability Corporation) stworzyła zestaw norm dotyczących zabezpieczeń krytycznej infrastruktury. Znane są one jako normy CIP (Critical Infrastructure Protection - ochrona krytycznej infrastruktury). Zostały one wprowadzone dla zapewnienia ochrony „krytycznych zasobów elektronicznych”, które kontrolują lub mają wpływ na niezawodność wytwarzania energii elektrycznej oraz sieci rozdzielczych w Ameryce Północnej.

Normy te już od kilku lat obowiązują w USA. Od czerwca 2007 roku przeprowadzane są audyty zgodności, a na zakłady nie spełniające wymogów norm, nakładane są bardzo wysokie kary pieniężne.

Normy NERC CIP

Norma CIP	Opis
CIP-002 Krytyczne zasoby elektroniczne	Norma definiuje i dokumentuje krytyczne zasoby oraz krytyczne zasoby elektroniczne.
CIP-003 Kontrole zarządzania bezpieczeństwem	Norma definiuje środki kontroli zarządzania bezpieczeństwem, wymagane dla ochrony krytycznych zasobów elektronicznych.
CIP-004 Personel oraz szkolenia	Norma definiuje oraz dokumentuje personel oraz jego szkolenia, wymagane dla ochrony krytycznych zasobów elektronicznych.

Norma CIP	Opis
CIP-005 Ochrona elektronicznych zasobów	Definiuje oraz dokumentuje logiczne strefy bezpieczeństwa, w których znajdują się krytyczne zasoby elektroniczne. Norma definiuje oraz dokumentuje środki kontroli punktów dostępu oraz monitorowania dostępu elektronicznego.
CIP-006 Fizyczne bezpieczeństwo	Definiuje oraz dokumentuje fizyczne strefy bezpieczeństwa, w których znajdują się krytyczne zasoby elektroniczne.
CIP-007 Zarządzanie systemem bezpieczeństwa	Definiuje oraz dokumentuje systemowe procedury testowe, zarządzanie kontem i hasłem, bezpieczeństwo zarządzania poprawkami, podatność na atak systemu, rejestry systemowe, zmiany w kontroli oraz konfiguracji wymaganej dla krytycznych zasobów elektronicznych.
CIP-008 Raportowanie zdarzeń oraz plany reakcji na wypadek zdarzenia	Definiuje oraz dokumentuje procedury na wypadek zidentyfikowania zdarzeń związanych z bezpieczeństwem cybernetycznym w odniesieniu do krytycznych zasobów elektronicznych.
CIP-009 Plany działań naprawczych	Definiuje oraz dokumentuje plany działań naprawczych dla krytycznych zasobów elektronicznych.

24.4.1.1 CIP 002

Norma CIP 002 odnosi się do:

- krytycznych zasobów, jak linie napowietrzne, czy transformatory,
- Krytyczne zasoby elektroniczne, np. inteligentnego urządzenia elektronicznego, które wykorzystują routowalne protokoły do komunikacji wewnątrz lub poza elektroniczną strefą bezpieczeństwa lub do których dostęp jest zdalny.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Sporządzenie listy zasobów	Alstom Grid może pomóc przedsiębiorstwu sporządzić listę zasobów automatycznie. Firma może także przeprowadzić audyty wg sporządzonych list zasobów.

24.4.1.2 CIP 003

Zgodnie z wymaganiami normy CIP 003, należy wdrożyć politykę cyberbezpieczeństwa, której powinna towarzyszyć dokumentacja, świadcząca o zaangażowaniu kierownictwa oraz zdolności zabezpieczenia krytycznych zasobów elektronicznych.

Zgodnie z normą, należy również zmienić praktyki kontrolne, według których należy dokumentować wszelkie zmiany w sprzęcie lub oprogramowaniu, dokonanych w jednostce przez dostawcę lub właściciela.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Opracowanie polityki cyberbezpieczeństwa	Wsparcie zakładu energetycznego w kwestii kontroli dostępu do zasobów krytycznych, poprzez udostępnienie scentralizowanego systemu kontroli dostępu. Firma może pomóc klientom w zmianie systemu kontroli, zamieszczając w dokumentacji rozdział, w którym opisane będą zmiany, mające wpływ na sprzęt oraz oprogramowanie.

24.4.1.3 CIP 004

Według normy CIP 004, pracownicy (włączając kontrahentów oraz dostawców usług) mający autoryzowany elektroniczny lub fizyczny dostęp do krytycznych zasobów elektronicznych, musi być odpowiednio przeszkolony.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Należy odpowiednio przeszkolić swoich pracowników	Możemy przeprowadzić szkolenie z zakresu cyberbezpieczeństwa.

24.4.1.4 CIP 005

Norma CIP 005 nakłada obowiązek utworzenia strefy bezpieczeństwa elektronicznego ESP (ESP= Electronic Security Perimeter), która obejmuje:

- wyłączanie portów oraz usług, które nie są używane,
- stałe monitorowanie oraz dostęp do dzienników (24x7x365),
- ocena podatności na zagrożenia (przynajmniej raz do roku),
- zmiany w dokumentacji dot. sieci.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Monitorowanie dostępu do strefy ESP Przeprowadzenie oceny podatności na zagrożenia. Dokumentowanie zmiany w sieci.	Wyłączanie wszystkich nieużywanych portów urządzenia IED. Monitorowanie oraz rejestrowanie wszystkich prób dostępu do urządzenia IED.

24.4.1.5 CIP 006

Zgodnie z normą CIP 006 muszą być wprowadzone i udokumentowane kontrole bezpieczeństwa fizycznego, które obejmują monitorowanie oraz prowadzenie rejestrów dla stref bezpieczeństwa wraz z surową polityką dostępową. Wszystkie zasoby elektroniczne, które są wykorzystane dla zapewnienia bezpieczeństwa fizycznego, są uznawane za krytyczne i powinny być tak traktowane.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Zapewnienie kontroli bezpieczeństwa fizycznego oraz monitorowania strefy bezpieczeństwa. Dopilnowanie, by osoby, które mają dostęp do krytycznych zasobów elektronicznych, nie były wcześniej karane.	GE Vernova nie może zapewnić dodatkowej pomocy w tym aspekcie.

24.4.1.6 CIP 007

Norma CIP 007 obejmuje następujące aspekty:

- procedury testowania,
- porty oraz usługi,
- bezpieczeństwo zarządzania poprawkami (łatkami programowymi).
- rozwiązanie antywirusowe
- zarządzanie kontem,
- Monitorowanie

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Należy powołać zespół ds. reagowania na zdarzenia oraz przygotować odpowiednie procedury na wypadek zdarzeń.	Procedury testowe - możemy doradzić i zapewnić pomoc w kwestii przeprowadzania testów. Porty oraz usługi; nasze urządzenia potrafią wyłączyć nieużywane porty oraz usługi Bezpieczeństwo zarządzania poprawkami; Alstom Grid może zapewnić wsparcie w tym zakresie Programy antywirusowe; Alstom Grid może doradzić oraz zapewnić wsparcie w tym zakresie Zarządzanie kontem; Alstom Grid może doradzić oraz zapewnić wsparcie Monitorowanie; nasz sprzęt monitoruje oraz rejestruje próby uzyskania dostępu.

24.4.1.7 CIP 008

Norma CIP 008 zawiera wymóg opracowania planu reagowania na wypadek zdarzenia, definiuje pojęcie zespołu ds. reagowania na wypadek zdarzenia, jego odpowiedzialności i powiązane z tym procedury.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Należy powołać zespół ds. reagowania na zdarzenia oraz przygotować odpowiednie procedury na wypadek zdarzeń.	GE Vernova nie może zapewnić dodatkowej pomocy w tym aspekcie.

24.4.1.8 CIP 009

Normą CIP 009 nakłada obowiązek opracowania planu działań naprawczych, który musi być testowany raz do roku.

Obowiązki przedsiębiorstwa energetycznego	Wkład GE Vernova
Wdrożenie planu działań naprawczych.	Dostarczenie wytycznych odnośnie do planu działań naprawczych oraz dokumentacji zapasowej

24.4.2 NORMA IEEE 1686-2013

IEEE 1686-2013 to standard IEEE obejmujący swym zakresem wymogi, dotyczące zdolności inteligentnych urządzeń elektronicznych w zakresie bezpieczeństwa w podstawach. W normie określono praktyczne i możliwe do osiągnięcia mechanizmy pozwalające zapewnić bezpieczne funkcjonowanie urządzeń.

Zastosowanie mają następujące funkcje opisane w tejże normie:

- hasła składają się z 8 znaków, mogą zawierać duże, małe litery, znaki numeryczne oraz specjalne,
- hasła nigdy nie są widoczne lub przesyłane użytkownikowi,
- funkcje oraz opcje urządzeń IED są przypisane do różnych poziomów haseł, przypisanie jest stałe,
- rejestrowane są ślady audytu, w kolejności, w jakiej te wydarzenia wystąpiły; przechowywany jest w pamięci cyklicznej,
- rejestry zawierają wszystkie pola zdefiniowane w normie oraz obejmują wszystkie zdefiniowane typy zdarzeń, dla których funkcja ta jest obsługiwana,
- brak mechanizmów pomagających obejść hasło, zamiast tego, zastosowano system odzyskiwania hasła,
- nieużywane porty (fizyczne i logiczne) można wyłączyć.

24.5 IMPLEMENTACJA CYBERBEZPIECZEŃSTWA

Inteligentnego urządzenia elektroniczne firmy GE zawsze były i będą wyposażone w najnowocześniejsze mechanizmy zapewnienia bezpieczeństwa. Ze względu na ciągle rozwijającą się technologię komunikacyjną oraz nowe zagrożenia dla bezpieczeństwa, ulegają zmianie również wymagania stawiane bezpieczeństwu. Mechanizmy zabezpieczenia sprzętu oraz oprogramowania są stale udoskonalane i wdrażane, aby minimalizować powiązane zagrożenia oraz niebezpieczeństwa.

Urządzenia MiCOM 5 generacji P40 zapewniają poprawione bezpieczeństwo dzięki następującym funkcjom:

- Zarządzany centralnie klient Authentication, Authorization, Accounting (AAA) Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS), umożliwia przypisanie użytkownika, zapewnia rozliczanie wszystkich działań użytkownika i wykorzystuje bezpieczną, opartą na standardach silnej kryptografię do uwierzytelniania i ochrony danych uwierzytelniających. Innymi słowy, ta opcja wykorzystuje serwer RADIUS.
- Serwer do uwierzytelniania użytkowników. Istnieje możliwość uwierzytelnienia zarówno zdalnego (RADIUS), jak i lokalnego (urządzenie).
- System kontroli dostępu oparty na rolach (RBAC) zgodny z normą IEC 62351-8:2020, który zapewnia model uprawnień umożliwiający dostęp do operacji i konfiguracji urządzenia w oparciu o określone role i indywidualne konta użytkowników skonfigurowane na serwerze AAA.
- Raportowanie zdarzeń związanych z bezpieczeństwem zarówno za pośrednictwem zastrzeżonych dzienników zdarzeń, jak i protokołu Syslog do obsługi systemów zarządzania zdarzeniami związanymi z bezpieczeństwem (SIEM) na potrzeby scentralizowanego monitorowania cyberbezpieczeństwa.
- Szyfrowanie haseł - przechowywanych w inteligentnych urządzeniach elektronicznych, w komunikatach sieciowych pomiędzy oprogramowaniem MiCOM S1 Agile a inteligentnymi urządzeniami elektronicznymi oraz w komunikatach sieciowych pomiędzy serwerem RADIUS a inteligentnym urządzeniem elektronicznym (w zależności od konfiguracji serwera RADIUS).

24.5.1 WSTĘPNA KONFIGURACJA

Wymagania dotyczące wstępnej konfiguracji inteligentnego urządzenia elektronicznego pod kątem cyberbezpieczeństwa i RBAC są uzależnione od następujących aspektów:

1. jakie interfejsy, jeśli takie istnieją, są wymagane dla cyberbezpieczeństwa,
2. zamierzona metoda uwierzytelniania, jak zdefiniowano w ustawieniu **Auth. Metoda** w kolumnie **SECURITY CONFIG** konfiguracja bezpieczeństwa patrz sekcja Metody uwierzytelniania).

Jeśli metoda uwierzytelniania jest skonfigurowana jako *Device Only* Tylko urządzenie, dostępne są cztery predefiniowane profile.

Nazwa użytkownika	Role według IEC 62351-8	Domyślne hasło
ADMIN1	SECADM	ChangeMe1#
RBACMNT1	RBACMNT	ChangeMe2#
ENGG1	INŻYNIER	ChangeMe3#
PRZEGLĄDAJĄCY1	PRZEGLĄDAJĄCY	ChangeMe4#

Podczas pierwszego logowania obowiązkowa jest zmiana hasła domyślnego.

Jeśli metoda uwierzytelniania jest skonfigurowana jako „Serwer + urządzenie” i wymagane jest uwierzytelnianie przy użyciu usługi RADIUS, użytkownicy muszą być skonfigurowani na serwerze RADIUS (zobacz rozdział Użytkownicy usługi RADIUS). Ci użytkownicy są oddzieleni od predefiniowanych użytkowników Urządzenia. Informacje o serwerze RADIUS należy skonfigurować w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, aby połączyć się z serwerem(ami) RADIUS w celu uwierzytelnienia za pośrednictwem serwera (patrz rozdział Ustawienia serwera RADIUS). Zaleca się zmianę wspólnego klucza Radius z domyślnego (patrz rozdział Walidacja klienta-serwera RADIUS).

24.6 ROLE I UPRAWNIENIA

24.6.1 ROLE

Urządzenia P40 Agile obsługują wszystkie obowiązkowe, wstępnie zdefiniowane role zgodnie z normą IEC 62351-8:2020.

Role według IEC 62351-8	Wartość
PRZEGLĄDAJĄCY	0
OPERATOR	1
INŻYNIER	2
INSTALATOR	3
SECADM	4
SECAUD	5
RBACMNT	6

Poszczególne konta użytkowników można skonfigurować tak, aby pełniły jedną lub więcej z tych ról.

- PRZEGLĄDAJĄCY: Może wyświetlać wszystkie wartości i ustawienia
- OPERATOR: Może wyświetlać wartości i wykonywać operacje sterujące
- INŻYNIER: Może przeglądać wartości i zmieniać ustawienia urządzenia
- INSTALATOR: Określona rola wymagana do wykonywania aktualizacji oprogramowania sprzętowego
- SECADM: Administrator zabezpieczeń — może edytować/modyfikować użytkowników i role oraz konfigurować ustawienia zabezpieczeń
- SECAUD: Audytor bezpieczeństwa — może przeglądać pliki dziennika bezpieczeństwa
- RBACMNT: Zarząd RBAC może zmienić rolę na przypisanie uprawnień

Z dowolnego interfejsu można zalogować się jednocześnie tylko w jednej roli jednego typu. Przykładowo, z innego interfejsu może być zalogowany jeden Operator, ale jednocześnie nie może być zalogowany drugi Operator. Zapobiega to zmianie podzbiorów ustawień w tym samym czasie.

24.6.2 UPRAWNIENIA

Uwierzytelnianie i autoryzacja to dwa różne procesy. Uwierzytelniony użytkownik nie może wykonać żadnej czynności na inteligentnym urządzeniu elektronicznym, chyba że wyraźnie przyznano mu uprawnienia. Jest to koncepcja dostępu z „najmniejszymi uprawnieniami.”

Uprawnienia nadaje się użytkownikom poprzez role. Rola to zbiór uprawnień, a role są nadawane użytkownikom. Możliwe jest przypisanie użytkownikowi wielu ról. Tabela uprawnień/rol przechoywana w inteligentnym urządzeniu elektronicznym. Ta koncepcja znana jest jako kontrola dostępu oparta na rolach (RBAC).

Po pomyślnym uwierzytelnieniu użytkownika, inteligentne urządzenie elektroniczne wczyta listę ról użytkownika. Po zmianie roli użytkownika, użytkownik musi się wylogować i zalogować ponownie w celu skorzystania z przysługujących mu uprawnień.

Poniższa tabela przedstawia predefiniowane przypisanie uprawnień dla predefiniowanych ról zgodnie z normą IEC 62351-8:2020

Wartość	Nazwa roli (wersja = 1)	Uprawnienia										
		LISTA OBIEKTÓW	READVALUES	ZBIÓR DANYCH	RAPORTOWANIE	CZYTAJ PLIK	ZAPISZ PLIK	ZARZĄDZANE PLIKAMI	STEROWANIE	KONFIG	GRUPA USTAWIEŃ	ZABEZPIECZENIA
<0>	PRZEGLĄDAJĄCY	C	C		X	C ₁						
<1>	OPERATOR	X	X		X	C ₁			X		X	
<2>	INŻYNIER	X	X	X	X	X ₁	X ₁	X ₁		X	X	
<3>	INSTALATOR	X	X		X	X ₂	X ₂			X	X	
<4>	SECADM	X	X	X		X ₄	X ₄	X ₄		X		X
<5>	SECAUD	X	X		X	X ₃						
<6>	RBACMNT	X	X		X			X ₄		X		
<7 ...32767>	Zarezerwowane	Do przyszłego wykorzystania ról zdefiniowanych przez IEC.										
<-32768 .. -1>	Private (prywatny)	Zdefiniowane na podstawie umowy zewnętrznej. Nie ma gwarancji, że nie będzie działać.										

C = Warunkowy dostęp do odczytu, może być konieczne wyjaśnienie konkretnych obiektów danych (np. PRZEGLĄDAJĄCY może nie mieć dostępu do ustawień zabezpieczeń, ale przetwarzać wartości)
 C₁ = Warunkowy dostęp do odczytu plików z danymi typu pliku
 X₁ = Dostęp do plików typu dane i konfiguracja
 X₂ = Dostęp do plików typu konfiguracja i firmware (aktualizacje)
 X₃ = Dostęp do plików typu dziennika audytu
 X₄ = Dostęp do plików typu security (config)

Poniższa tabela przedstawia predefiniowany opis uprawnień zgodnie z normą IEC 62351-8:2020

Uprawnienia	Opis
LISTA OBIEKTÓW	Umożliwia podmiotowi/roli odkrycie, jakie obiekty znajdują się w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, poprzez przedstawienie typu i identyfikatora tych obiektów. Jeżeli uprawnienie to zostanie udzielone podmiotowi/roli, to obiekty, dla których nie nadano uprawnienia READVALUES, nie będą czytelne. To uprawnienie zasadniczo odnosi się do wszystkich obiektów zdefiniowanych w IEC 61850 i umożliwia zapytanie o istnienie obiektów danych.
READVALUES	Umożliwia podmiotowi/roli uzyskanie wartości wszystkich lub niektórych obiektów znajdujących się w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, oprócz typu i identyfikatora. To uprawnienie zasadniczo odnosi się do wszystkich obiektów zdefiniowanych w IEC 61850, które mają wartości i umożliwiają operację odczytu rzeczywistych wartości obiektów danych.
ZBIÓR DANYCH	Umożliwia podmiotowi/roli pełny dostęp do usług (np. createDataSet, DeleteDataSet) zarówno w przypadku trwałych, jak i nietrwałych zestawów danych.
RAPORTOWANIE	Umożliwia podmiotowi/roli korzystanie z raportowania buforowanego i niebuforowanego. Raportowanie dotyczy buforowanych i niebuforowanych bloków kontrolnych raportu węzła logicznego.
CZYTAJ PLIK	Zezwala podmiotowi/roli na wykonywanie czynności odczytu obiektów plikowych.
ZAPISZ PLIK	Zezwala podmiotowi/roli na wykonywanie operacji zapisu na obiektach plikowych. To uprawnienie obejmuje uprawnienie FILEREAD.
KONTROLA (grupa)	Umożliwia podmiotowi/roli wykonywanie operacji kontrolnych na wszystkich lub niektórych sterowanych obiektach, które znajdują się w inteligentnym urządzeniu elektronicznym. Usługi kontrolne obejmują na przykład wybór lub obsługę i odnoszą się do obiektów danych zdefiniowanych w normie IEC 61850.

KONFIG	Umożliwia podmiotowi/roli lokalną lub zdalną konfigurację wszystkich lub niektórych obiektów znajdujących się w inteligentnym urządzeniu elektronicznym. Odnosi się to do atrybutów danych ograniczeń funkcjonalnych normy IEC 61850 CF, DC i SP.
GRUPA USTAWIEŃ	Umożliwia podmiotowi/roli zdalne konfigurowanie bloku kontrolnego SettingGroup. Dotyczy to na przykład przełączania pomiędzy różnymi skonfigurowanymi grupami ustawień. SettingGroups zawiera również ograniczenia funkcjonalne normy IEC 61850 SE.
ZARZĄDZANE PLIKAMI	Umożliwia podmiotowi/roli usuwanie istniejących plików w inteligentnych urządzeniach elektronicznych.
ZABEZPIECZENIA	Umożliwia podmiotowi/roli wykonywanie działań na wszystkich obiektach danych, raportach, dziennikach lub plikach związanych z bezpieczeństwem.

Konkretne uprawnienia związane z produktami są wymienione w tabelach poniżej. Role są odwzorowane w definicjach poziomów dostępu: Krzyżyk wskazuje, że użytkownika z przydzieloną rolą może wykonywać określone działania.

Wyodrębnij pliki		Nazwa roli						
Typ pliku	Brak Zalogowanych	PRZEGLĄDAJĄCY	OPERATOR	INŻYNIER	INSTALATOR	SECADM	SECAUD	RBACMNT
Ustawienie				X	X	X	X	X
PSL				X	X			
MCL (IEC 61850)				X	X			
DNP3.0				X	X			
SLD				X	X			
Zdarzenie		X	X	X			X	
DR		X	X	X				

Wysyłanie plików		Nazwa roli						
Typ pliku	Brak Zalogowanych	PRZEGLĄDAJĄCY	OPERATOR	INŻYNIER	INSTALATOR	SECADM	SECAUD	RBACMNT
Ustawienie				X	X	X		
PSL				X	X			
MCL (IEC 61850)				X	X			
DNP3.0				X	X			
SLD				X	X			
Tekst menu				X	X			

24.7 UWIERZYTELNIENIE

24.7.1 METODY UWIERZYTELNIANIA

Inteligentne urządzenie elektroniczne IED obsługuje funkcję obejścia Bypass (bez uwierzytelniania), uwierzytelnianie urządzenia i uwierzytelnianie serwera.

Metoda uwierzytelniania	Opis
Pomin Uwierzyt.	Inteligentne urządzenie elektroniczne nie zapewnia bezpieczeństwa, każdy użytkownik (lokalny) może uzyskać dostęp do inteligentnego urządzenia elektronicznego bez konieczności logowania się. Inteligentne urządzenie elektroniczne IED nie weryfikuje użytkownika ani hasła. W takim przypadku nie ma potrzeby wprowadzania identyfikatora użytkownika i hasła, aby się zalogować. Nie można włączyć obejścia w tylnym porcie 1, tylnym porcie 2 i portach Ethernet.
Tylko Urządzenie	Inteligentne urządzenie elektroniczne IED umożliwia dostęp rolowi przy użyciu uwierzytelniania lokalnego.
Serwer+Urządzen.	Inteligentne urządzenie elektroniczne korzysta z uwierzytelniania za pośrednictwem serwera RADIUS w celu sprawdzenia poprawności użytkownika. Umożliwia także powrót do uwierzytelniania w urządzeniu, jeśli serwery RADIUS są niedostępne.

W przypadku włączenia opcji **Pomijanie uwierzytelniania** IED ignoruje ustawienie **Metoda uwierzytelniania**.

Ustawienie **Metoda uwierzytelniania** zapewnia następujące opcje uwierzytelniania użytkowników:

- *Server + Device* (jest to ustawienie domyślne dla inteligentnych urządzeń elektronicznych z zamontowaną kartą sieciową Ethernet)
- *Device Only* (jest to ustawienie domyślne dla inteligentnych urządzeń elektronicznych bez zamontowanej karty sieciowej Ethernet)

Tylko użytkownicy z rolą SECADM mogą zmieniać uwierzytelnianie **Auth. Method**. Jeśli użytkownik SECADM to zmieni, rola pozostanie zalogowana. Dopiero po wylogowaniu się użytkownika jego poziom dostępu zostanie odebrany.

24.7.2 OBEJŚCIE

Przy trybie **Bypass Auth.** pominięcia uwierzytelniania inteligentne urządzenie elektroniczne IED nie zapewnia bezpieczeństwa - każdy użytkownik może się zalogować. Inteligentne urządzenie elektroniczne IED nie weryfikuje użytkownika ani hasła. Funkcja obejścia uwierzytelniania zapewnia łatwiejszy dostęp bez uwierzytelniania i szyfrowania na potrzeby szczególnych sytuacji, w których uważa się to za bezpieczne. Tylko użytkownicy z rolą SECADM mogą włączyć tryb obejścia.

Istnieją trzy tryby obejścia uwierzytelniania:

1. *Disabled* Wyłączone - brak interfejsów w trybie **Bypass Auth.** pominięcia uwierzytelniania (aktywne jest normalne uwierzytelnianie)
2. *Local* Lokalne — pomijanie uwierzytelniania przy korzystaniu z portu przedniego
3. *Front Panel* panel przedni — pomija uwierzytelnianie przez panel przedni

Pominięcie uwierzytelniania Tryb pominięcia:	Port przedni	Przedni panel
<i>Wyłączone</i>		
<i>Lokalne</i>	X	
<i>Przedni panel</i>		X

Dostępny jest sygnał magistrali danych cyfrowych (DDB) **Security Bypass** pominięcia zabezpieczeń wskazujący, że inteligentne urządzenie elektroniczne jest w trybie **Bypass Auth.** pominięcia uwierzytelniania.

24.7.3 DANE LOGOWANIA

Użytkownik może zalogować się tylko za pomocą następujących metod:

- Interfejs użytkownika panelu przedniego
- Używając MiCOM S1 Agile, podłączonego do przedniego portu, tylnego portu 1 lub 2 lub interfejsu NIC (Ethernet).

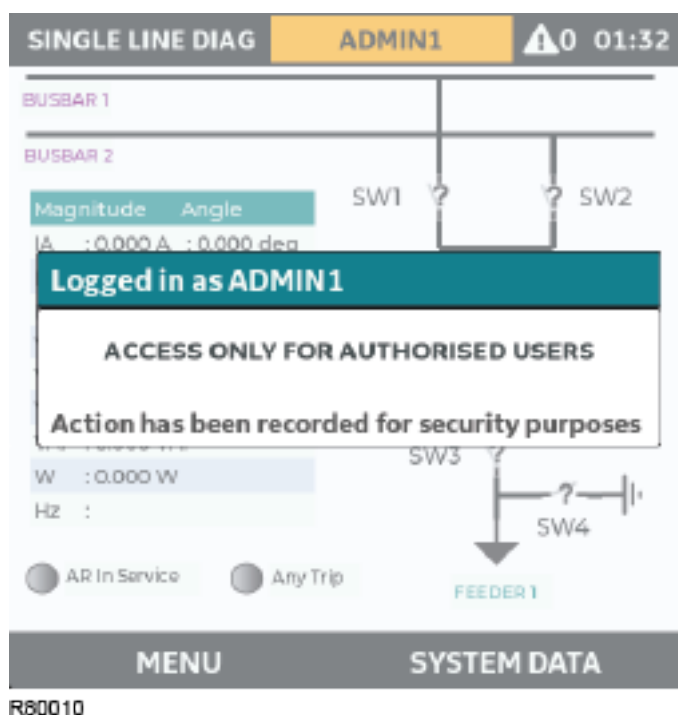
24.7.3.1 LOGOWANIE ZAPOŚREDNICTWEM PANELU PRZEDNIEGO

Interfejs użytkownika na panelu przednim obsługuje zarówno uwierzytelnianie w urządzeniu, jak i uwierzytelnianie za pośrednictwem serwera. P40 daje użytkownikowi możliwość wprowadzenia danych uwierzytelniających użytkownika poprzez panel interfejsu. Aby uzyskać dostęp do okna logowania, należy wybrać tekst logowania na górnym banerze za pomocą klawiszy strzałek.



Zarówno w przypadku uwierzytelniania na urządzeniu, jak i uwierzytelniania przez serwer, użytkownik może wprowadzić dowolną prawidłową kombinację nazwy użytkownika i hasła. Aby ułatwić pisanie, zaleca się logowanie za pomocą MiCOM S1 Agile.

Po pomyślnym zalogowaniu zostanie wyświetlony komunikat potwierdzający, zawierający zalogowaną nazwę użytkownika. Na przykład:



24.7.3.2 LOGOWANIE NIE POWIODŁO SIĘ

Jeśli uwierzytelnianie nie powiedzie się, zostanie wyświetlony komunikat o niepowodzeniu:



24.7.3.3 INNE MONITY DOTYCZĄCE LOGOWANIA

Gdy pominięcie jest wyłączone, a użytkownik podejmuje próbę wykonania czynności wymagającej zalogowania, po komunikacie o błędzie pojawia się okno logowania. Dzieje się tak podczas zmiany dowolnych wartości ustawień lub naciskania przycisków wymagających zarządzania użytkownikami - np. klawisza funkcyjnego.

24.7.3.4 LOGOWANIE MICOM S1

Gdy użytkownik spróbuje się zalogować, MiCOM S1 Agile wyświetli okno dialogowe logowania zawierające pola do wpisania nazwy użytkownika i hasła. Zarówno w przypadku uwierzytelniania na urządzeniu, jak i uwierzytelniania przez serwer, użytkownik może wprowadzić dowolną prawidłową kombinację nazwy użytkownika i hasła.

24.7.3.4.1 KOMUNIKAT OSTRZEGAWCZY

Po pomyślnym uwierzytelnieniu i autoryzacji dostępu do urządzenia MiCOM S1 Agile wyświetli użytkownikowi komunikat z ostrzeżeniem bezpieczeństwa.

Jeśli wybrano opcję **I Agree** zgadzam się, zintegrowane uwierzytelnianie i autoryzacja są zakończone. Wybranie opcji **I Disagree** nie zgadzam się powoduje zamknięcie programu i wylogowanie zalogowanego użytkownika.

Przy uwierzytelnianiu za pośrednictwem S1 Agile, jest to dialogowe okienko wyskakujące, które użytkownik musi kliknąć, aby potwierdzić.

24.7.4 SESJE UŻYTKOWNIKÓW

Po upływie konfigurowalnego limitu czasu sesji inteligentne urządzenie elektroniczne automatycznie zamykanie utworzone sesje.

Ustawienie konfiguracji licznika czasu bezczynności definiuje okres czasu, przez który inteligentne urządzenie elektroniczne czeka w stanie bezczynności do automatycznego wylogowania zalogowanego użytkownika.

W przypadku jakiegokolwiek zmiany danych, która nie wiąże się z inteligentnym urządzeniem elektronicznym IED, zmiana danych jest odrzucana po wylogowaniu użytkownika. Jeśli wystąpi jakikolwiek dostęp, który będzie niedokończony, dostęp zakończy się niepowodzeniem po wylogowaniu użytkownika. Gdy użytkownik przekroczy zdefiniowany czas nieaktywności, panel przedni wyświetli ekran domyślny.

Jeśli klawiatura jest nieaktywna przez skonfigurowany licznik czasu nieaktywności interfejsu użytkownika, wyświetlony zostanie komunikat o wylogowaniu użytkownika, a interfejs użytkownika na panelu przednim powróci do poziomu dostępu Przeglądanie.

W kolumnie **SECURITY CONFIG** konfiguracja zabezpieczeń dostępne są następujące ustawienia umożliwiające obsługę konfigurowalnych liczników czasu braku aktywności.

- **FP Nieakt. Czas**
- **UI Nieakt. Czas**
- **NIC TimeoutTunel**

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyślny	Jednostki	Wymagana rola użytkownika
Limit prob	Liczba uwierzytelnień zakończonych niepowodzeniem, zanim urządzenie zablokuje kolejne próby uwierzytelniania na okres blokady. Wartość 0 oznacza wyłączenie blokady.	0 (blokada wyłączona)	99	3	-	SECADM
Okres zablokow.	Okres w sekundach, przez jaki użytkownik nie może się zalogować po zablokowaniu.	1	5940	30	s	SECADM

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyślny	Jednostka	Wymagana rola użytkownika
FP Nieakt. Czas	Jest to licznik czasu bezczynności przedniego portu przed automatycznym wylogowaniem zalogowanego użytkownika i przywróceniem poziomu dostępu do roli przeglądającego	0 (brak limitu czasu bezczynności)	30	10	min	SECADM
UI Nieakt. Czas	Jest to licznik czasu bezczynności interfejsu użytkownika przed automatycznym wylogowaniem zalogowanego użytkownika i przywróceniem poziomu dostępu do roli przeglądającego	0 (brak limitu czasu bezczynności)	30	10	min	SECADM
NIC TimeoutTunel	Jest to licznik czasu bezczynności przedniego portu Ethernet przed automatycznym wylogowaniem zalogowanego użytkownika i przywróceniem poziomu dostępu do roli przeglądającego	1	30	5	min	SECADM

Aby zniechęcić do ataków siłowych, zalecane ustawienia **Attempts Limit** Limitu prób to 3, a **Lockout Period** Okres blokady to 30 sekund. Jeśli okres blokady jest zbyt długi, każdy może zablokować użytkowników Urządzenia.

Z dowolnego interfejsu można zalogować się jednocześnie tylko w jednej roli jednego typu. Jeżeli rola została zalogowana z jednego interfejsu, próba zalogowania się na tę samą rolę zakończy się wyświetleniem komunikatu jak poniżej.



Dla RP1 jeżeli wybrano Courier Protocol oraz dla RP2 dostępne są ustawienia **KBUS InactTmr** i **RP2 InactivTimer** w kolumnie KOMUNIKACJA.

24.7.5 ZASADY BLOKOWANIA UŻYTKOWNIKÓW

W celu uzyskania dostępu do urządzenia zaimplementowano zasady blokowania użytkowników lokalnych:

- Ta zasada blokowania użytkowników dotyczy obu użytkowników Urządzenia.
- Konto jest odblokowywane przy pierwszym udanym logowaniu po okresie blokady **Lockout Period**.
- Jeżeli użytkownik nie zaloguje się po raz kolejny po osiągnięciu skonfigurowanego **Attempts Limit**, limitu prób, konto użytkownika zostanie zablokowane na skonfigurowany **Lockout Period** Okres blokady .

Dla każdego konta użytkownika rejestruje się, jak długo konto było zablokowane.

Dla każdego konta użytkownika rejestruje się, ile razy pod rząd nie udało się zalogować. Liczba nieudanych logowań na konto użytkownika obejmuje wszystkie próby logowania do interfejsów. Na przykład, jeśli ustawienie Limitu prób **Attempts Limit** wynosi 3, a operatorowi nie udało się zalogować z panelu przedniego 2 razy i zmienił logowanie z interfejsu Courier, ale ponownie nie powiodło się, wówczas Operator zostałby zablokowany.

Kiedy Inteligentne urządzenie elektroniczne IED jest włączone, ten licznik limitów prób **Attempts Limit** zeruje się.

Gdy konto użytkownika przekroczy **Attempts Limit** limit prób, zostaje zablokowane na **Lockout period** Okres blokady, i w tym czasie **Attempt limit** limit prób jest zerowany.

Zablokowane konto użytkownika zostanie odblokowane automatycznie po upływie skonfigurowanego „Okresu blokady.”

Jeżeli zablokowane konto podejmie próbę zalogowania się do inteligentnego urządzenia elektronicznego z panelu przedniego, wyświetlony zostanie ekran nieudanej próby logowania.

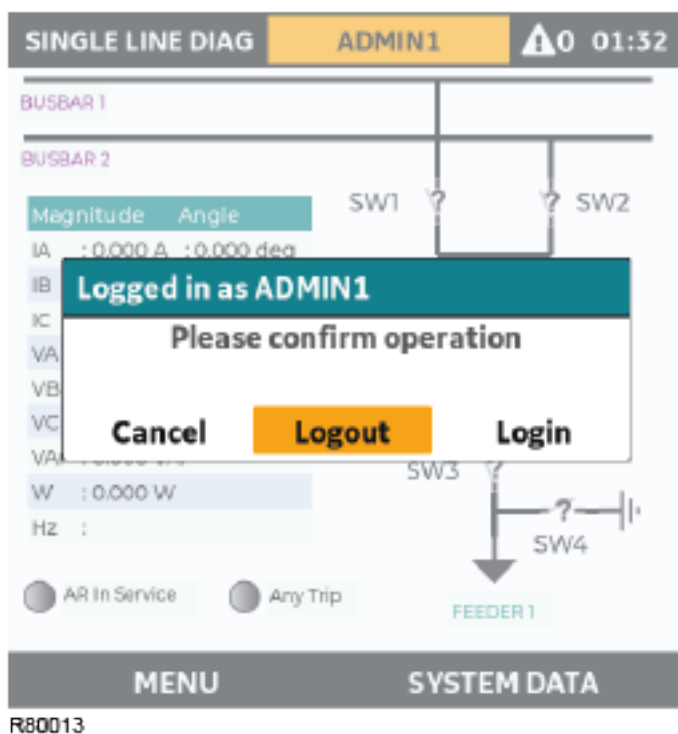
24.7.6 LOGOUT

Każdy użytkownik powinien się wylogować **Log out** po odczytaniu lub skonfigurowaniu inteligentnego urządzenia elektronicznego.

Użytkownik może wylogować się z panelu przedniego tylko wtedy, gdy był zalogowany z panelu przedniego. Jeśli użytkownik zalogował się z S1 Agile, musi się wylogować z S1 Agile.

24.7.6.1 WYLOGOWANIE ZA POŚREDNICTWEM PANELU PRZEDNIEGO

Należy przejść na górę banera i wybrać aktualnie zalogowanego Użytkownika. Użytkownik może być poproszony o wylogowanie się na następującym ekranie:



Po zatwierdzeniu, na 2 sekundy zostanie wyświetlony poniższy komunikat:



Jeśli się nie wylogujesz (tj. anulujesz), ekran wylogowania zostanie usunięty.

24.7.6.2 WYLOGOWANIE MICOM S1

Kliknąć prawym przyciskiem myszy nazwę urządzenia w panelu System Explorer w MiCOM S1 Agile i należy wybrać **Log Off** wyloguj.

W oknie dialogowym potwierdzenia wylogowania kliknij przycisk **Yes** Tak.

24.7.7 ZASADY DOTYCZĄCE HASEŁ

Cyberbezpieczeństwo wymaga mocnego hasła oraz weryfikacji zgodności z normą NERC.

Polityka złożoności haseł NERC wymaga hasła alfanumerycznego (dla wszystkich typów dostępów, panelu przedniego i portu sieciowego/lokalnego), które spełnia następujące obowiązkowe **wymagania**:

1. Hasła nie mogą zawierać nazwy konta użytkownika ani części pełnej nazwy użytkownika składających się z więcej niż dwóch kolejnych znaków
2. Hasła muszą mieć co najmniej osiem znaków, ale nie więcej niż 16 znaków.

Ścisłe reguły dotyczące haseł muszą zawierać znaki ze wszystkich czterech kategorii, jak pokazano poniżej:

- a. wielkie litery alfabetu angielskiego (od A do Z)
- b. małe litery alfabetu angielskiego (od a do z)
- c. cyfry od 0 do 9
- d. Znaki specjalne niealfanumeryczne (na przykład @, ', #, {, ale nie tylko)

Normalne zasady dotyczące haseł: Dowolne 3 z 4 warunków zgodnie ze ścisłymi zasadami dotyczącymi haseł.

Przy uwierzytelnianiu w urządzeniu, inteligentne urządzenie elektroniczne wymusi, aby skonfigurowane hasła spełniały te wymagania. Użytkownik może wybrać, które zasady są wymagane, wybierając rygorystyczne lub normalne w ustawieniu zasady haseł w obszarze DEVICE RBAC kontrola dostępu oparta na rolach.

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyslny	Jednostki	Wymagana rola użytkownika
Zasady dotyczące haseł	Wybór, czy w zasadach uwierzytelniania haseł urządzenia mają obowiązywać rygorystyczne czy normalne reguły	Normal	Strict	Strict	-	SECADM

Przy uwierzytelnianiu za pośrednictwem serwera złożoność hasła i zasady blokowania użytkowników są definiowane na zewnętrznym serwerze Radius.

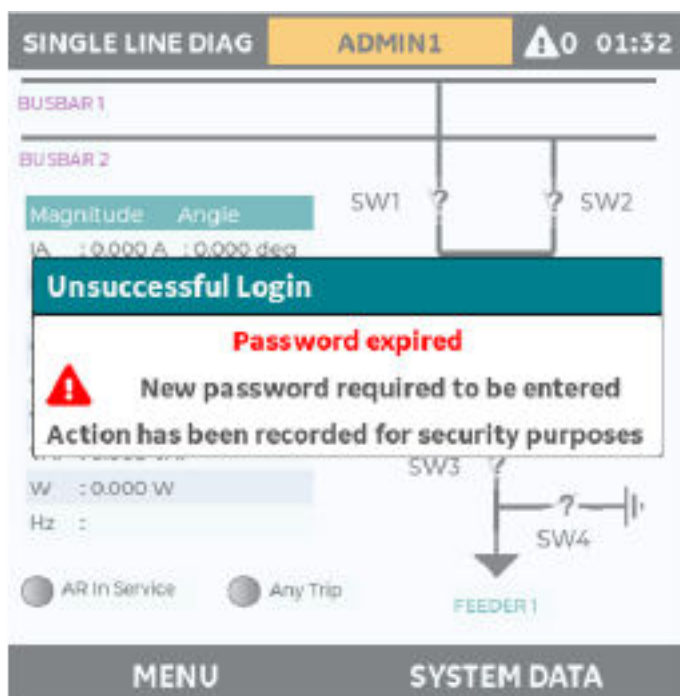
24.7.8 WYGAŚNIĘCIE HASŁA

Dla użytkowników korzystających z uwierzytelniania na urządzeniu można wybrać konfigurowalny czas (w dniach) wymogu zmiany hasła przez użytkownika.

W obszarze Ustawienia *DEVICE RBAC* należy wybrać opcję **Password Expiry** Wygaśnięcie hasła, aby było Enabled - włączone. Ustawienie **Disabled** wyłącza sprawdzanie ważności hasła przez inteligentne urządzenie elektroniczne. Jeśli ta opcja jest włączona, można wybrać maksymalny wiek hasła w dniach.

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyslny	Jednostki	Wymagana rola użytkownika
Wygaśnięcie hasła	Wybór, czy inteligentne urządzenie elektroniczne ma wymuszać wygaśnięcie hasła w celu uwierzytelnienia urządzenia	Wyłączone	Zalaczone	Zalaczone	-	SECADM
Maksymalny wiek hasła	Okres w dniach, jeśli włączona jest opcja Password Expiry - wygaśnięcie hasła, należy zmienić hasła urządzenia	30	730	180	dni	SECADM

Po osiągnięciu maksymalnego wieku hasła i jeśli użytkownik spróbuje zalogować się za pomocą przedniego interfejsu, wyświetli się następujące okno.



R80011

Użytkownikowi zostanie wyświetlony ekran umożliwiający zapisanie nowego hasła.



R80012

24.7.9 ZMIANA HASŁA

Wszyscy użytkownicy Urządzenia będą musieli zmienić domyślne hasło przy pierwszym logowaniu.

Początkową zmianę hasła można wykonać albo z poziomu interfejsu użytkownika na panelu przednim, albo z poziomu MiCOM S1 Agile, korzystając z opcji **Change/Set Password** Zmień/ustaw hasło w oknie dialogowym **Supervise Device** nadzorowanie urządzenia.

Jakiegokolwiek kolejnej zmiany hasła można dokonać wyłącznie z poziomu MiCOM S1 Agile przy użyciu opcji **Change/Set Password** Zmień/ustaw hasło w oknie dialogowym **Supervise Device** nadzorowanie urządzenia.

Użytkownicy z rolami SECADM i RBACMNT mogą zmienić hasło dowolnego użytkownika. Użytkownicy z innymi rolami mogą zmieniać tylko własne hasła.



Caution:
Zaleca się okresową zmianę haseł użytkowników

24.7.10 RADIUS

Gdy ustawienie **Metoda uwierzytelniania** jest skonfigurowane jako *Server + urządzenie*, użytkownik musi logować się za pomocą nazwy użytkownika i hasła określonych wcześniej na serwerze RADIUS.

Logowanie można wykonać z dowolnego interfejsu, jak opisano w rozdziale Logowanie. Inteligentne urządzenie elektroniczne IED uwierzytelnia użytkownika na aktywnym serwerze RADIUS za pośrednictwem połączenia Ethernet.

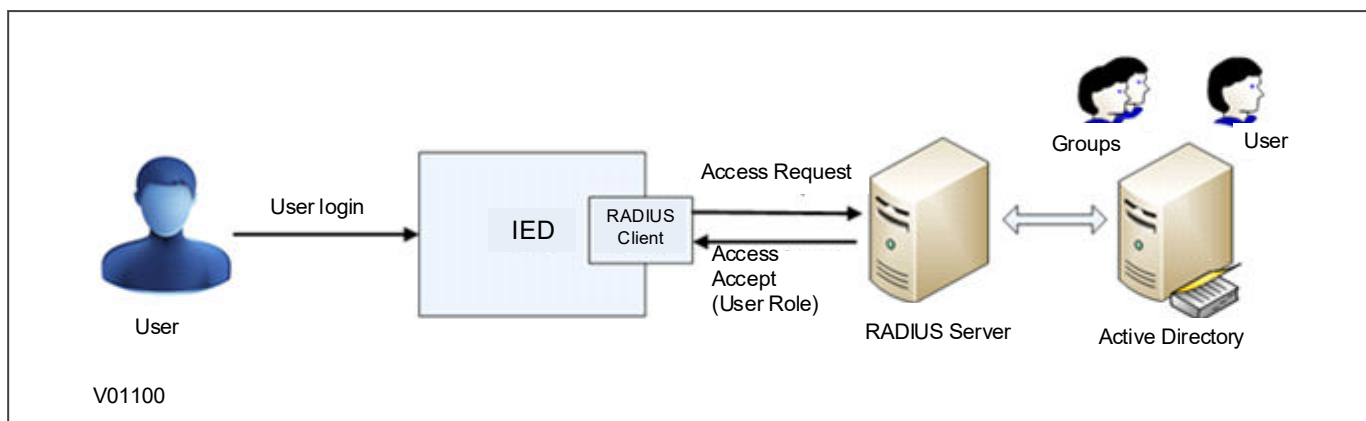


Figure 390: Komunikacja serwer/klient RADIUS

24.7.10.1 UŻYTKOWNICY USŁUGI RADIUS

Przy uwierzytelnianiu za pośrednictwem serwera RADIUS, użytkownicy i hasła są tworzone na serwerze RADIUS (w Active Directory), a nie w inteligentnym urządzeniu elektronicznym.

Nazwa użytkownika musi pochodzić z podzbioru ASCII od 32 do 122, który zawiera wielkie i małe litery, cyfry oraz kilka znaków specjalnych.

Każdy użytkownik RADIUS musi mieć hasło zgodne z polityką haseł Active Directory (a nie polityką haseł P40) i mieć jedną z ról przypisanych w Active Directory.

Liczba użytkowników RADIUS nie jest ograniczona przez Inteligentne urządzenie elektroniczne IED.

Zmiana hasła RADIUS odbywa się w Active Directory (po wygaśnięciu hasła).

24.7.10.2 KLIENT RADIUS

Inteligentne urządzenie elektroniczne IED obsługuje dwa serwery Radius w konfiguracji redundancyjnej. Inteligentne urządzenie elektroniczne IED spróbuje nawiązać kontakt z każdym z nich po kolei, aż jeden z nich zareaguje.

Inteligentne urządzenie elektroniczne IED najpierw spróbuje nawiązać kontakt z serwerem 1 do skonfigurowanej liczby ponownych prób, odczekując limit czasu pomiędzy każdym żądaniem. Jeśli po tym etapie nadal nie będzie prawidłowej odpowiedzi z serwera 1, inteligentne urządzenie elektroniczne przełączy się na serwer 2 i będzie powtarzać skonfigurowaną liczbę ponownych prób.

Jeśli liczba ponownych prób dla drugiego serwera zostanie przekroczona, inteligentne urządzenie elektroniczne powróci do uwierzytelniania na urządzeniu. W tym przypadku rejestrowane jest również zdarzenie **niedostępności serwera RADIUS**.

Implementacja RADIUS obsługuje następujące protokoły uwierzytelniania:

- EAP-TTLS-MSCHAP2
- PAP
- EAP-PEAP-MSCHAP2
- PAP EAP-TTLS-PAP (Default)

Implementacja usługi RADIUS wysyła zapytanie do atrybutu dostawcy identyfikatora roli i ustanawia kontekst zabezpieczeń zalogowanego użytkownika z tą rolą.

Konfiguracja RADIUS	Wartość
Vendor ID	2910
Atrybut dostawcy	1
Wartości standardowe	
PRZEGLĄDAJĄCY	0
OPERATOR	1
INŻYNIER	2
INSTALATOR	3
SECADM	4
SECAUD	5
RBACMNT	6

24.7.10.3 USTAWIENIA SERWERA RADIUS

Następujące informacje o serwerze RADIUS należy skonfigurować w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, aby połączyć się z serwerem(ami) RADIUS w celu uwierzytelnienia za pośrednictwem serwera.

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyslny	Jednostki	Wymagana rola użytkownika
RADIUS Podst. IP	Adres IP Serwera 1. Wartość domyślna wskazuje, że nie skonfigurowano żadnego podstawowego serwera Radius, zatem Radius jest wyłączony.	0.0.0.0	255.255.255.255	0.0.0.0	-	SECADM
RADIUS Dodat. IP	Adres IP Serwera 2. Wartość domyślna wskazuje, że nie skonfigurowano dodatkowego serwera Radius	0.0.0.0	255.255.255.255	0.0.0.0	-	SECADM
RADIUS UwierzPo.	Port uwierzytelniania RADIUS	1	65535	1812	-	SECADM
RADIUS Security	Protokół uwierzytelniania stosowany przez serwer Radius.	EAP-TTLS-MSCHAP2 PAP EAP-PEAP-MSCHAP2 PAP EAP-TTLS-PAP		PAP EAP-TTLS-PAP	-	SECADM
RADIUS LimitCzas	Limit czasu w sekundach pomiędzy kolejnymi żądaniami ponownej transmisji	1	900	2	s	SECADM
RADIUS WznoProby	Liczba ponownych prób przed zaniechaniem	1	99	10	-	SECADM

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyslny	Jednostki	Wymagana rola użytkownika
RADIUS Sekret	Wspólny klucz tajny stosowany do uwierzytelniania. Jest on wyświetlany tylko w postaci gwiazdek.	1 znak	64 znaki	ChangeMe1#	-	SECADM

Komórka danych **RADIUS Status** wskazuje stan aktualnie wybranego serwera RADIUS. Wyświetli się komunikat *Disabled* wyłączony, *Server OK* lub *Failed* błąd.

24.7.10.4 KONTROLA DOSTĘPU RADIUS

Inteligentne urządzenie elektroniczne nie obsługuje kontroli dostępu RADIUS. Użytkownik może prowadzić kontrolę dostępu poprzez syslog (patrz rozdział SYSLOG).

24.7.10.5 WALIDACJA KLIENTA-SERWERA RADIUS

Walidacja klient-serwer odbywa się za pomocą wspólnego klucza tajnego. Inteligentne urządzenie elektroniczne IED musi być skonfigurowane z ustawieniem **RADIUS Sekret** Klucz tajny RADIUS, aby było zgodne ze wspólnym kluczem skonfigurowanym na serwerze RADIUS. Zaleca się (ale nie wymusza), aby to ustawienie spełniało wymagania dotyczące hasła P40. Urządzenie obsługuje klucz tajny RADIUS o długości od 1 do 64 znaków.

MiCOM S1 Agile zapewnia opcję zapisania **RADIUS Sekret** tajnego klucza RADIUS na urządzeniu. Można to wykonać logując się do urządzenia za pomocą profilu SECADM i uzyskując dostęp do opcji Supervise Device -> **RADIUS Sekret** - Nadzór urządzenia -> Tajny klucz RADIUS .

Note:

Zaleca się zmianę domyślnego wspólnego klucza tajnego z przed użyciem uwierzytelniania Radius.

Inteligentne urządzenie elektroniczne IED nie obsługuje wymiany certyfikatów CA. Serwer RADIUS może wysłać certyfikat, ale inteligentne urządzenie elektroniczne go nie zweryfikuje.

24.7.11 PRZYWRACANIE DZIAŁANIA

24.7.11.1 PRZYWRÓĆ USTAWIENIA FABRYCZNE

Ustawienie **Przywracanie bezpieczeństwa** jest dostępne w kolumnie **KONFIGURACJA ZABEZPIECZEŃ** i ułatwia spełnienie wymogów w zakresie zgodności z NERC CIP na potrzeby wycofania najważniejszych urządzeń cybernetycznych z eksploatacji. Tylko użytkownik w roli **SECADM** może zmienić to ustawienie.

Jeżeli wykonano ustawienie Przywróć zabezpieczenia, wszystkie ustawienia zabezpieczeń zostaną zmienione na ustawienia fabryczne. Dotyczy to również utworzonych użytkowników urządzenia.

Oprócz przywracania ustawień zabezpieczeń, ustawienie **Restore Defaults** Przywróć domyślne ustawienia w kolumnie **CONFIGURATION** - Konfiguracja służy do przywracania domyślnych ustawień fabrycznych grupy ustawień.

0 = Brak zadziałania

1 = Wszystkie ustawienia

2 = Grupa ustawień 1

3 = Grupa ustawień 2

4 = Grupa ustawień 3

5 = Grupa ustawień 4

Aby przywrócić wartości domyślne ustawień w dowolnej grupie ustawień, ustawić nastawę **Restore Defaults** Przywróć ustawienia domyślne na odpowiedni numer grupy. Można również ustawić opcję **Restore Defaults** Przywróć ustawienia domyślne na Wszystkie ustawienia, aby przywrócić wartości domyślne *All Settings* wszystkich ustawień inteligentnych urządzeń elektronicznych, a nie tylko jednej grupy ustawień. Do wykonania tej czynności wymagana jest rola INŻYNIERA lub INSTALATORA.

Dane (zdarzenia, DR, zapisy zwarć itp.) pozostają nietknięte, gdy użyto opcji **Restore Defaults** przywróć domyślne ustawienia.

Podczas wycofywania krytycznych cybernetycznych inteligentnych urządzeń elektronicznych użytkownicy mogą również chcieć usunąć wszystkie dane i zdarzenia. Czyszczenie zapisów możliwe jest przy użyciu MiCOM S1 Agile. Tylko użytkownik z rolą INŻYNIER może wyczyścić zapisy w inteligentnym urządzeniu elektronicznym. Używając MiCOM S1 Agile, należy użyć opcji Supervise Device - Nadzór urządzenia, aby wyświetlić Clear Records - „Wyczyść zapisy” i wybrać typy plików do usunięcia.

24.7.11.2 PROCEDURA ZEROWANIA HASŁA

W zgubienia hasła użytkownika urządzenia (jeśli użytkownik SECADM zapomni hasła), hasła można wyzerować do ustawień domyślnych za pomocą hasła odzyskiwania. W celu odzyskania hasła należy skontaktować się z Centrum kontaktowym i podać numer seryjny oraz kod zabezpieczający. Za pomocą tych danych Centrum kontaktowe wygeneruje hasło odzyskiwania

Kod zabezpieczający to ciąg 16 wielkich liter. Ten parametr jest parametrem tylko do odczytu. Urządzenie losowo generuje swój własny kod bezpieczeństwa. Nowy kod jest generowany w następujących przypadkach:

- przy uruchomieniu urządzenia,
- za każdym razem, gdy następuje powrót do ustawień domyślnych,
- po odmierzeniu czasu przez timer ważności (patrz poniżej),
- gdy wprowadzane jest hasło odzyskiwania.

Tę procedurę zerowania można wykonać wyłącznie za pomocą panelu przedniego i nie można jej wykonać za pomocą żadnego innego interfejsu. Gdy tylko kod zabezpieczający wyświetli się na przednim panelu interfejsu użytkownika, uruchamiany jest licznik czasu ważności. Licznik czasu ważności jest ustawiany na 72 godziny i nie można go konfigurować. W ten sposób Centrum obsługi klienta ma wystarczająco czasu na ręczne wygenerowanie hasła odzyskiwania i odesłanie go do klienta. Zgodnie z umową o gwarantowanym poziomie usług SLA (SLA = Service Level Agreement) hasło odzyskiwania musi być wygenerowane w ciągu jednego dnia roboczego. W ten sposób 72 godziny to wystarczający okres, który przewiduje nawet dni wolne od pracy, w które Centrum kontaktowe jest nieczynne.

Procedura jest następująca:

1. Użytkownik przechodzi do komórki **Security Code** kod zabezpieczający w kolumnie **SECURITY CONFIG** konfiguracja zabezpieczeń.
2. Aby **Security Code** kod zabezpieczający inteligentnego urządzenia elektronicznego nie został przypadkowo odczytany, w komórce zostanie najpierw wyświetlony komunikat ostrzegawczy:
3. Nacisnąć Enter, aby odczytać **Security Code** kod zabezpieczający.
4. Użytkownik wysyła wiadomość e-mail do centrum obsługi, podając pełny numer seryjny inteligentnego urządzenia elektronicznego i wyświetlony **Security Code** kod zabezpieczający, korzystając z rozpoznawalnego firmowego konta email.

5. Centrum obsługi wysyła użytkownikowi wiadomość email z hasłem odzyskiwania. Hasło odzyskiwania służy wyłącznie do odzyskania utraconego hasła. Nie jest hasłem zastępczym, które można powtórnie używać. Hasło można użyć tylko raz do odzyskania hasła.
6. Użytkownik loguje się przy użyciu domyślnej nazwy użytkownika SECADM **ADMIN1** lub dowolnej utworzonej nazwy użytkownika SECADM oraz hasła odzyskiwania w polu **Password** hasło, korzystając z banera logowania
7. Jeśli hasło odzyskiwania zostanie pomyślnie zweryfikowane, dla każdego poziomu dostępu do uwierzytelniania w urządzeniu zostaną przywrócone hasła domyślne. Jeśli hasło odzyskiwania jest nieprawidłowe, zostanie wyświetlony standardowy ekran błędu

Note:

Przywracanie haseł do wartości domyślnych przywraca wartości domyślne w całej kolumnie SECURITY CONFIG, łącznie z domyślnymi użytkownikami urządzenia. Nie ma to wpływu na żadne inne ustawienia i nie powoduje ponownego uruchomienia inteligentnego urządzenia elektronicznego. Funkcje zabezpieczające i kontrolne inteligentnego urządzenia elektronicznego zawsze działają bez zakłócenia.

24.7.11.3 SYGNAŁY DDB POZIOMU DOSTĘPU

Bieżący poziom dostępu dla każdego interfejsu jest dostępny do wykorzystania w programowalnym schemacie logicznym (PSL), jak te sygnały magistrali danych cyfrowych DDB:

- **HMI Dostęp Poz 1**
- **HMI Dostęp Poz 2**
- **PPort DostępPoz1**
- **PPort DostępPoz2**
- **TPrt1 DostępPoz1**
- **TPrt1 DostępPoz2**
- **TPrt2 DostępPoz1**
- **TPrt2 DostępPoz2**

Poniższe pary sygnałów DDB wskazują poziom dostępu:

- Poziom 1 wyłączony, Poziom 2 wyłączony = 0
- Poziom 1 włączony, poziom 2 wyłączony = 1
- Poziom 1 wyłączony, poziom 2 włączony = 2
- Poziom 1 włączony, Poziom 2 włączony = 3

Objaśnienie:

HMI = interfejs człowiek/maszyna

FPort = port przedni

RPrt = port tylny

Lvl = poziom

24.7.12 WYŁĄCZANIE PORTÓW FIZYCZNYCH

Istnieje możliwość wyłączania nieużywanych portów fizycznych. Włączanie/wyłączanie portów fizycznych można wykonać za pośrednictwem panelu przedniego lub wysyłając zmodyfikowane ustawienia do inteligentnego urządzenia elektronicznego. Ustawienia te znajdują się w sekcji PORT HARDENING w kolumnie SECURITY CONFIG. Do wykonania tej czynności niezbędny jest użytkownik z rolą SECADM. Tej czynności nie można wykonać poprzez okno dialogowe Nadzór urządzenia przy użyciu MiCOM S1 Agile.

W zależności od modelu można wyłączyć następujące porty:

- Port przedni (ustawienie **Front Port**)
- Port tylny 1 (ustawienie **Rear Port 1**)
- Port tylny 2 (ustawienie **Rear Port 2**)
- Port Ethernet (ustawienie **portu Ethernet**)

24.7.13 WYŁĄCZANIE PORTÓW LOGICZNYCH (PROTOKOŁÓW)

Istnieje możliwość wyłączania nieużywanych portów logicznych. Włączanie/wyłączanie portów logicznych można wykonać za pośrednictwem panelu przedniego lub poprzez przesłanie zmodyfikowanych ustawień do inteligentnego urządzenia elektronicznego. Ustawienia te znajdują się w sekcji PORT HARDENING w kolumnie **SECURITY CONFIG**. Do wykonania tej czynności niezbędny jest użytkownik z rolą SECADM. Tej czynności nie można wykonać poprzez okno dialogowe Nadzór urządzenia przy użyciu MiCOM S1 Agile.

Można wyłączyć następujące protokoły kart sieciowych:

- Courier Tunel
- IEC 61850
- SNTP
- PTP
- Protokół SNMP
- RADIUS
- Dziennik Systemu

24.7.14 OKNO DIALOGOWE NADZÓR URZĄDZENIA

Nadzór urządzenia	Nazwa roli							
	Brak Zalogowanych	PRZEGLĄDAJĄCY	OPERATOR	INŻYNIER	INSTALATOR	SECADM	SECAUD	RBACMNT
Grupa aktywna			X	X	X			
Reset komórki			X					
Wyłączniki			X					
Adres urządzenia,				X	X	X		
DATA I CZAS			X	X	X			
Opcje pominięcia						X		
Aktywny bank MCL				X	X			
Zarządzanie użytkownikami urządzenia						X		X
Zmiana własnego hasła		X	X	X	X	X	X	X
RADIUS Sekret						X		
Bezpieczeństwo protokołu SNMP						X		
Kasowanie zapisów				X				

Przywróć domyślne				X	X			
Przywróć ustawienia zabezpieczeń						X		

24.7.15 AKTUALIZACJA OPROGRAMOWANIA SPRZĘTOWEGO

W normie IEC 62351-8:2020 zdefiniowano konkretną rolę INSTALATORA, która może przeprowadzać aktualizacje oprogramowania sprzętowego inteligentnych urządzeń elektronicznych. Wśród domyślnych użytkowników w uwierzytelnianiu na urządzeniu nie ma żadnych użytkowników z rolą INSTALATORA. Jeżeli istnieje potrzeba aktualizacji oprogramowania sprzętowego inteligentnego urządzenia elektronicznego, należy podjąć następujące obowiązkowe kroki:

- Używając MiCOM S1 Agile, utworzyć nowego użytkownika z rolą INSTALATORA
- Z MiCOM S1 Agile zalogować się do urządzenia na użytkownika posiadającego rolę INSTALATORA. Zmień domyślne hasło
- Użyć narzędzia do pobierania oprogramowania sprzętowego i zalogować się do inteligentnego urządzenia elektronicznego, korzystając z nowo utworzonego użytkownika i zmienionego hasła
- Po wykonaniu tych kroków proces aktualizacji oprogramowania sprzętowego można kontynuować.
- Urządzenie obsługuje bezpieczną aktualizację oprogramowania sprzętowego. Przed aktualizacją inteligentnego urządzenia elektronicznego sprawdzana jest ważność plików oprogramowania sprzętowego

Note:

Nie jest możliwa aktualizacja oprogramowania sprzętowego inteligentnego urządzenia elektronicznego, które znajduje się w trybie obejścia

24.8 KONFIGURACJA INTERFEJSU SNMP PROCESORA GŁÓWNEGO

Konfigurację interfejsu SNMP głównego procesora przeprowadza użytkownik z rolą SECADM za pomocą panelu interfejsu lub za pomocą opcji SNMP Security w oknie dialogowym Nadzór urządzenia. Dostępne są dwie różne wersje; SNMPv2c oraz SNMPv3:

Aby włączyć interfejs SNMP procesora głównego, należy:

1. Należy wybrać kolumnę SECURITY CONFIG i przewinąć do nagłówka PARAMETRY SNMP
2. Można wybrać jedną z wersji v2C, V3 lub obie. Wybranie parametru None (brak) spowoduje wyłączenie interfejsu SNMP procesora głównego.

Konfiguracja pułapki SNMP

Pułapki SNMP pozwalają na niewywoływane przekazywanie raportów pomiędzy urządzeniem IED i maksymalnie dwoma menedżerami SNMP o unikalnych adresach IP. Baza MIB urządzenia wyszczególnia, które informacje mogą być raportowane przy pomocy pułapek. Aby skonfigurować pułapki SNMP, należy:

1. Przejść w dół do komórki **Trap Dest. IP 1** (pierwszy adres docelowy pułapki) i wprowadzić adres IP pierwszego docelowego menedżera SNMP. Ustawienie w tej komórce wartości 0.0.0.0 spowoduje wyłączenie pierwszego interfejsu pułapki.
2. Przejść w dół do komórki **Trap Dest. IP 2** (drugi adres docelowy pułapki) i wprowadzić adres IP drugiego docelowego menedżera SNMP. Ustawienie w tej komórce wartości 0.0.0.0 spowoduje wyłączenie drugiego interfejsu pułapki.

Konfiguracja zabezpieczeń SNMP V3

Protokół SNMPv3 zapewnia wyższy poziom bezpieczeństwa za pośrednictwem protokołów uwierzytelniania i prywatności. Urządzenie IED przyjmuje bezpieczną implementację protokołu SNMPv3 z modelem bezpieczeństwa opartym na użytkownikach (USM).

Protokół uwierzytelniania jest wykorzystywany do sprawdzenia tożsamości użytkowników, natomiast protokół prywatności pozwala szyfrować komunikaty SNMP. Oba protokoły są opcjonalne, niemniej jednak, aby włączyć protokół prywatności, należy uaktywnić protokół uwierzytelniania. Konfiguracja powyższych opcji bezpieczeństwa przebiega w następujący sposób:

1. Jeśli protokół SNMPv3 został włączony, należy ustawić parametr **Security Level** (poziom bezpieczeństwa). Dostępne są trzy poziomy; bez uwierzytelniania i bez prywatności (*NoAuthNoPriv*), z uwierzytelnianiem, lecz bez prywatności (*AuthNoPriv*), oraz z uwierzytelnianiem i z prywatnością (*AuthPriv*).
2. Jeśli uwierzytelnianie jest włączone, należy użyć parametru **Auth Protocol**, aby wybrać rodzaj uwierzytelniania. Są dwie opcje: *HMAC-MD5-96* lub *HMAC-SHA-96*.
3. Za pomocą parametru **Auth Password**, wprowadzić składające się z 8 znaków hasło wykorzystywane przez urządzenie IED do uwierzytelniania.
4. Jeśli prywatność jest włączona, należy skorzystać z parametru **Encrypt Protocol**, aby wprowadzić składające się z 8 znaków hasło, które będzie wykorzystywane przez urządzenie IED do szyfrowania.

Note:

Podczas ustawiania przeglądarki SNMP dla przekaźników zgodnych z kontrolą dostępu oparta na rolach RBAC, nazwa kontekstu powinna mieć wartość „px4x”.

Konfiguracja zabezpieczeń SNMP V2C

Protokół SNMPv2c implementuje uwierzytelnianie pomiędzy urządzeniem nadrzędnym i agentem wykorzystujące parametr noszący nazwę **Community Name**. W rzeczywistości jest to hasło, lecz nie jest ono szyfrowane w trakcie

transmisji (to sprawia, że nie może ono być wykorzystywane w pewnych przypadkach, w których należy w zamian skorzystać z wersji 3). Konfiguracja bezpieczeństwa protokołu SNMP 2c przebiega w następujący sposób:

1. Jeśli protokół SNMPv2c został włączony, należy skorzystać z parametru **Community Name**, aby ustawić hasło, które będzie wykorzystywane przez inteligentne urządzenie elektroniczne i menedżera SNMP do uwierzytelniania. Może ono zawierać od 1 do 8 znaków.

24.9 ZWROT INTELIGENTNEGO URZĄDZENIA ELEKTRONICZNEGO DO FABRYKI

Urządzenia MiCOM P40 5 generacji zapewniają poprawione bezpieczeństwo i nie ma mechanizmu pozwalającego ominąć zaimplementowane zarządzanie użytkownikami. Gdy inteligentne urządzenie elektroniczne zostanie zwrócone do fabryki do naprawy lub analizy technicznej, aby ułatwić Inżynierom uzyskanie dostępu do konfiguracji i zapisów przechowywanych w inteligentnym urządzeniu elektronicznym, proponuje się, aby inteligentne urządzenie elektroniczne zostało zwrócone do fabryki z jedną z następujących opcji:

- Obejście włączone na przednim porcie
- Tworzony jest nowy użytkownik ze wszystkimi rolami i pozostawiony z domyślnym hasłem. Jeżeli dane tego użytkownika zostaną przekazane do fabryki, do inteligentnego urządzenia elektronicznego będzie można zalogować się po zmianie domyślnego hasła. Jeżeli hasło nowo utworzonego użytkownika zostało zmodyfikowane, wymagane będzie podanie zmodyfikowanego hasła

24.10 ZARZĄDZANIE ZDARZENIAMI BEZPIECZEŃSTWA

Aby wdrożyć zabezpieczenia cybernetyczne zgodne z normą NERC, w pliku zdarzeń dotyczących bezpieczeństwa rejestrowane są różne zdarzenia związane z bezpieczeństwem.

24.10.1 ZDARZENIA BEZPIECZEŃSTWA: PROTOKÓŁ COURIER

Wart.zdarzenia	Wyświetlacz
PASSWORD LEVEL UNLOCKED (hasło poziomu dostępu odblokowane)	Uzyt. Zalogowany ON {int} LEVEL {n}
PASSWORD LEVEL RESET (reset hasła poziomu dostępu)	Uzyt. Wylogowany ON {int} LEVEL {n}
PASSWORD SET BLANK (ustawiono puste hasło)	P/WORD SET BLANK BY {int} LEVEL {p}
PASSWORD SET NON-COMPLIANT (ustawiono hasło niezgodne z normą)	P/WORD NOT-NERC BY {int} LEVEL {p}
PASSWORD MODIFIED (hasło zmodyfikowano)	Hasło zmienione BY {int} LEVEL {p}
PASSWORD ENTRY BLOCKED (wprowadzanie hasła zablokowane)	Hasło zablk ON {int}
PASSWORD ENTRY UNBLOCKED (wprowadzanie hasła odblokowane)	P/WORD UNBLOCKED ON {int}
INVALID PASSWORD ENTERED (wprowadzono nieprawidłowe hasło)	INV P/W ENTERED ON <int}
PASSWORD EXPIRED (hasło wygasło)	P/WORD EXPIRED ON {int}
PASSWORD ENTERED WHILE BLOCKED (wprowadzono hasło podczas blokady)	P/W ENT WHEN BLK ON {int}
RECOVERY PASSWORD ENTERED (wprowadzono hasło odzyskiwania)	Odzys wpr hasło ON {int}
IED SECURITY CODE READ (odczytanie kodu bezpieczeństwa urządzenia IED)	Kod Zab.IED czy. ON {int}
IED SECURITY CODE TIMER EXPIRED (licznik czasu kodu zabezpieczający urządzenia IED zakończył odmierzenie czasu).	Kod Zab.IED wyg. -
PORT DISABLED (wyłączono port)	Port wyl BY {int} PORT {prt}
PORT ENABLED (włączono port)	Port akt BY {int} PORT {prt}
WYŚWIETLACZ DEF. NIEZGODNY Z NERC	DEF DSP NOT-NERC
PSL SETTINGS DOWNLOADED (załadowano ustawienia PSL)	Nast. PSL Sciag BY {int} GROUP {grp}
DNP SETTINGS DOWNLOADED (załadowano ustawienia DNP)	Nast. DNP Sciag BY {int}
TRACE DATA DOWNLOADED (załadowano dane identyfikacyjne)	Sledz Dat Sciag BY {int}
POBRANO KONFIGURACJĘ IEC 61850	Konf IED Sciag BY {int}

Wart.zdarzenia	Wyświetlacz
USER CURVES DOWNLOADED (załadowano krzywe programowalne)	Char użyt Sciag BY {int} GROUP {crv}
PSL CONFIG DOWNLOADED (załadowano konfigurację PSL)	PSL CONFIG D/LOAD BY {int} GROUP {grp}
SETTINGS DOWNLOADED (załadowano ustawienia)	SETTINGS D/LOAD BY {int} GROUP {grp}
PSL SETTINGS UPLOADED (pobrano ustawienia PSL)	Nast. PSL Zalad BY {int} GROUP {grp}
DNP SETTINGS UPLOADED (pobrano ustawienia DNP)	Nast. DNP Zalad BY {int}
TRACE DATA UPLOAD (pobrano dane identyfikacyjne)	Sledz Dat Zalad BY {int}
ZAŁADOWANO KONFIGURACJĘ IEC 61850	Konf IED Zalad BY {int}
USER CURVES UPWNLOADED (pobrano krzywe programowalne)	Char użyt Zalad BY {int} GROUP {crv}
PSL CONFIG UPLOAD (pobrano konfigurację PSL)	Nast. PSL Zalad BY {int} GROUP {grp}
SETTINGS UPLOAD (pobrano ustawienia)	Grup nast.Zalad BY {int} GROUP {grp}
EVENTS HAVE BEEN EXTRACTED (odczytano zdarzenia)	Zdarz. Pobrane BY {int} {nov} EVNTS
ACTIVE GROUP CHANGED (zmieniono grupę aktywną)	ACTIVE GRP CHNGE BY {int} GROUP {grp}
CS SETTINGS CHANGED (zmieniono ustawienia kontroli synchronizmu CS)	Akt gr zmienione BY {int}
DR SETTINGS CHANGED (zmieniono ustawienia DR)	DR zmienione BY {int}
SETTING GROUP CHANGED (zmieniono grupę ustawień)	Nastaw Zmien BY {int} GROUP {grp}
WŁĄCZENIE ZASILANIA	Zasilanie OK -
SOFTWARE_DOWNLOADED (wgrano oprogramowanie)	S/W DOWNLOADED -

gdzie:

- int jest definicją interfejsu (UI, FP, RP1, RP2, TNL, TCP),
- prt jest identyfikatorem portu (FP, RP1, RP2, TNL, DNP3, IEC, ETHR),
- grp jest numerem grupy (1, 2, 3, 4),
- crv jest numerem grupy krzywej (1, 2, 3, 4),
- n jest nowym poziomem dostępu (0, 1, 2, 3),
- p jest hasłem poziomu dostępu (1, 2, 3),
- nov jest numerem zdarzenia (1 – nnn).

Każde nowe zdarzenie ma unikalny, zwiększony numer, zatem brakujące zdarzenia pojawiają się jako „luka” w kolejności. Unikalny identyfikator jest częścią rejestru zdarzenia, który jest odczytywany lub pobierany z urządzenia IED.

24.10.2 DZIENNIK SYSTEMU

Zdarzenia związane z bezpieczeństwem są również rejestrowane na zdalnym serwerze syslog.

Wszystkie próby logowania i wylogowania z uwierzytelniania lokalnego i centralnego, zarówno pomyślne, jak i nieudane, są rejestrowane. Treść każdego pomyślnego lub nieudanego zdarzenia związanego z bezpieczeństwem logowania i wylogowania zawiera określoną nazwę użytkownika.

Użytkownik z przypisaną którąkolwiek z dostępnych ról nie może wykasować Dziennika bezpieczeństwa.

Treść każdego zdarzenia związanego z bezpieczeństwem logowania i/lub wylogowania obejmuje odpowiedni interfejs. Obsługiwane są następujące interfejsy:

Interfejs	Skrót
Port przedni	FP
Port tyl 1	RP1
Port tyl 2	RP2
Ethernet	NET
Przedni panel	UI

Następujące zdarzenia mogą być rejestrowane na serwerze syslog:

Kategoryzacja zdarzeń	Ważność
Logowanie - uwierzytelnienie powiodło się	Informacyjne (6)
Logowanie - błąd uwierzytelniania	Informacyjne (6)
Logout	Informacyjne (6)
Serwer RADIUS niedostępny	Ostrzeżenie (1)
Limit czasu sesji	Informacyjne (6)
Konto zablokowane	Uwaga (5)
Użytkownik uzyskał dostęp, gdy był zablokowany	Uwaga (5)
Aktywuj obejście	Uwaga (5)
Dezaktywuj obejście	Uwaga (5)
Zmiana hasła	Uwaga (5)
Wprowadzono hasło odzyskiwania w celu wyzerowania haseł	Uwaga (5)
Ustawienia/konfiguracja zostały zmienione	Uwaga (5)
Przesłano ustawienia/konfigurację (do S1 Agile)	Uwaga (5)
Przesłano rekordy zdarzeń	Uwaga (5)
Przywrócono ustawienia domyślne	Uwaga (5)
Zmieniono aktywną grupę ustawień	Uwaga (5)
	Uwaga (5)
	Uwaga (5)
	Uwaga (5)
	Uwaga (5)

Kategoryzacja zdarzeń	Ważność
Przywrócono domyślne krzywe użytkownika	Uwaga (5)
	Uwaga (5)
	Uwaga (5)

24.10.3 KLIENT SYSLOG

Inteligentne urządzenie elektroniczne IED obsługuje raportowanie zdarzeń związanych z bezpieczeństwem za pośrednictwem protokołu Syslog w celu wspierania systemów zarządzania zdarzeniami związanymi z informacjami o bezpieczeństwie (SIEM) na potrzeby scentralizowanego monitorowania cyberbezpieczeństwa za pośrednictwem protokołu UDP.

Inteligentne urządzenie elektroniczne IED jest klientem Syslog obsługującym dwa serwery Syslog. W kolumnie *SECURITY CONFIG*. konfiguracji zabezpieczeń dostępne są następujące ustawienia

Nazwa ustawienia	Opis	Min.	Maks.	Domyslny	Jednostki	Wymagana rola użytkownika
Dzi.Sys.Podst.IP	Adres IP docelowego serwera Syslog (podstawowy)	0.0.0.0	223.255.255.254	0.0.0.0	-	SECADM
Dzi.Sys.Dodat.IP	Adres IP docelowego serwera Syslog (dodatkowy)	0.0.0.0	223.255.255.254	0.0.0.0	-	SECADM
Dzien.Sys. Portu	Numer portu UDP docelowego serwera Syslog	1	65535	514	-	SECADM

24.10.4 FUNKCJONALNOŚĆ SYSLOG

P40 obsługuje protokół RFC 5424 UDP.

Poniższa tabela pokazuje format zdarzenia Syslog.

Nagłówek	<PRIVAL>1 YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.fffZ IEDName userlog - MSGID	
	PRIVAL	32 + [waga zdarzenia] 32 pochodzi od numeru obiektu 4 (oznaczającego komunikaty bezpieczeństwa /uwierzytelniania) Waga zdarzenia jest określana na podstawie odebranego komunikatu.
	YYYY	4-cyfrowy rok; tj. 2024 Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	MM	2-cyfrowy miesiąc; 01 do 12 (od stycznia do grudnia). Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	DD	2-cyfrowy dzień miesiąca; 01 do 31 (w zależności od miesiąca) Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	HH	2-cyfrowa godzina dnia; 00 do 23 Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	mm	2-cyfrowy licznik minut, które upłynęły w bieżącej godzinie; 00 do 59 Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	ss	2-cyfrowa liczba sekund, które upłynęły w bieżącej minucie; 00 do 59 Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	fff	3-cyfrowy ułamek sekundy (rozdzielczość milisekundowa); 0 do 999 Pochodzi ze znacznika czasu odebranego komunikatu.
	Adres IP	Adres IP przypisany do karty Ethernet.
	MSGID	Unikalna tożsamość typu wiadomości Pochodzi z typu zdarzenia odebranego komunikatu.

Dane (wspólne)	[timeQuality tzKnown=X]	
	X	Atrybut jakości strefy czasowej dla sygnatury czasowej zdarzenia (w nagłówku) 0; wskazuje, że przesunięcie czasu lokalnego i ustawienia czasu letniego nie są włączone (tzn. znacznik czasu to UTC)
Dane (Wydarzenie na platformie)	[gePlatformEvt channel=IFACE accessLevel=AL evtid=UUID extra=EDATA] DETAIL	
	IFACE	Typ dostępu do kanału Skopiowane z nazwy interfejsu odebranego komunikatu.
	AL	Poziom dostępu Skopiowane z poziomu dostępu odebranego komunikatu.
	UUID	Unikalna identyfikacja zdarzenia Skopiowane z unikalnego identyfikatora odebranego komunikatu.
	EDATA	Dodatkowe dane zdarzenia - których znaczenie jest specyficzne dla typu zdarzenia (patrz MSGID w nagłówku) Skopiowane z dodatkowych informacji odebranego komunikatu.
	SZCZEGÓŁY	Szczegóły zdarzenia. Pochodzi z tekstu i wartości zdarzenia odebranego komunikatu.
Dane (Ulepszone wydarzenie)	[geUserInfo channel=IFACE loginId=USER] DETAIL	
	IFACE	Typ dostępu do kanału Skopiowane z nazwy interfejsu odebranego komunikatu.
	UŻYTKOWNIK	Zalogowany użytkownik, który wygenerował zdarzenie Skopiowane z identyfikatora użytkownika odebranego komunikatu.
	SZCZEGÓŁY	Szczegóły zdarzenia. Skopiowano z tekstu zdarzenia odebranego komunikatu.
Sformatowane przykłady:	<38>1 2018-02-06T11:46:32.074Z Feeder1 userlog - 5120 [timeQuality tzKnown=0][gePlatformEvt channel=UI accessLevel=3 evtid=4 extra=0] User Logged In on UI Level 3 <38>1 2018-02-06T11:46:32.074Z Feeder1 userlog - 9999 [timeQuality tzKnown=0][geUserInfo channel=UI loginId=user1] Login - Authentication successful	

Poniżej przedstawiono przykładowe komunikaty Syslog:

Zdarzenie	Metoda dostępu	Komunikat Syslog (pochodzący z serwera Syslog)
Uwierzytelnianie pomyślne	UI	04-17-2019 14:43:32 Auth.Info 192.168.1.30 1 1994-01-23T21:34:06.102Z 192.168.1.30 userlog - 9999 [timeQuality tzKnown=0][geUserInfo channel=FP loginid=ADMINISTRATOR] Login - Authentication successful
Błąd uwierzytelniania	Serial	04-19-2019 13:36:08 Auth.Info 192.168.1.30 1 1994-01-25T20:26:42.872Z 192.168.1.30 userlog - 9999 [timeQuality tzKnown=0][geUserInfo channel=RP1 loginid=ENGINEER] Login - Authentication fail
Pomyślne logowanie do sieci	Tunelowany Courier (uwierzytelnianie w urządzeniu)	04-17-2019 15:29:20 Auth.Info 192.168.1.30 1 1994-01-23T22:19:58.168Z 192.168.1.30 userlog - 9999 [timeQuality tzKnown=0][geUserInfo channel=NET loginid=ENGINEER] Login - Authentication successful
Logout	Serial	04-19-2019 13:52:08 Auth.Info 192.168.1.30 1 1994-01-25T20:42:42.782Z 192.168.1.30 userlog - 9999 [timeQuality tzKnown=0][geUserInfo channel=RP1 loginid=ADMINISTRATOR] Logout
Server RADIUS niedostępny	FP	04-18-2019 12:40:14 Auth.Alert 192.168.1.30 1 1994-01-24T19:30:55.839Z 192.168.1.30 userlog - 5163 [timeQuality tzKnown=0][gePlatformEvt channel=FP accessLevel=0 evtid=3715 extra=0] RADIUS UnAvailbl
Obejście włączone	FP	04-18-2019 12:39:19 Auth.Warning 192.168.1.30 1 1994-01-24T19:30:00.573Z 192.168.1.30 userlog - 9998 [timeQuality tzKnown=0][geUserInfo channel=FP loginid=ADMINISTRATOR] ByPass Activated
Zmieniono ustawienia	Courier Tunel	04-18-2019 11:52:35 Auth.Notice 192.168.1.30 1 1994-01-24T18:43:16.537Z 192.168.1.30 userlog - 5149 [timeQuality tzKnown=0][gePlatformEvt channel=NET accessLevel=3 evtid=3677 extra=0] Settings Upload By TNL

ROZDZIAŁ 25

INSTALACJA

25.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Niniejszy rozdział zawiera informacje na temat instalacji produktu.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	697
Postępowanie z produktem	698
Montaż urządzenia	700
Kable oraz złącza	703
Wymiary obudowy	708

25.2 POSTĘPOWANIE Z PRODUKTEM

Nasze urządzenia, pomimo mocnej konstrukcji, wymagają ostrożnego obchodzenia się z nimi przed instalacją w miejscu przeznaczenia. W niniejszym rozdziale zostały omówione wymagania dotyczące odbioru oraz rozpakowywania produktów, jak również związane z tym aspekty dotyczące obchodzenia się z produktem oraz bezpieczeństwa własnego.

**Caution:**

Przed podnoszeniem lub przenoszeniem sprzętu, użytkownik powinien zapoznać się z rozdziałem niniejszego podręcznika traktującym o bezpieczeństwie.

25.2.1 ODBIÓR PRZESYŁKI

Przy odbiorze, należy upewnić się, że dostarczono właściwy produkt. Należy niezwłocznie rozpakować produkt i sprawdzić, czy nie uległ żadnemu uszkodzeniu zewnętrznemu podczas transportu. Jeżeli produkt uległ uszkodzeniu, należy złożyć reklamację do firmy spedycyjnej i niezwłocznie powiadomić o tym fakcie firmę ALSTOM Grid.

Urządzenia, które nie są przeznaczone do natychmiastowej instalacji, powinny być po odbiorze ponownie zapakowane w oryginalne opakowanie.

25.2.2 ROZPAKOWYWANIE PRODUKTÓW

Podczas rozpakowywania i instalacji produktów należy zachować ostrożność, aby nie uszkodzić żadnego z ich elementów oraz należy upewnić się, że dodatkowe komponenty nie zostały przypadkowo pozostawione w opakowaniu lub zgubione. Nie należy wyrzucać jakichkolwiek płyt CDROM lub dokumentacji technicznej (jeśli jest dołączona). Należy dostarczyć je razem z urządzeniem do podstacji, w której to urządzenie będzie zainstalowane oraz umieścić w miejscu do tego przeznaczonym.

Miejsce przeznaczone do zamontowania przekaźnika powinno być dobrze oświetlone aby ułatwić kontrolę, czyste, suche i w możliwym stopniu wolne od pyłu i nadmiernych wibracji. Ma to szczególnie znaczenie w przypadku, gdy instalacja jest przeprowadzana w tym samym czasie, w którym wykonywane są prace konstrukcyjne.

25.2.3 PRZECHOWYWANIE PRODUKTÓW

Jeżeli urządzenie nie zostanie od razu zamontowane, należy je przechowywać w oryginalnym opakowaniu w suchym miejscu pozbawionym kurzu. Należy pozostawić w opakowaniu woreczki pochłaniające wilgoć. Krysztalki pochłaniające wilgoć tracą swoje właściwości, jeżeli woreczek jest wystawiony na działanie warunków otoczenia. Woreczki pochłaniające wilgoć, należy zregenerować przed ponownym włożeniem do opakowania. Idealna regeneracja woreczków powinna być przeprowadzona w piecu z obiegiem powietrza, w temperaturze około 115°C. Woreczki powinny być umieszczone na płaskich stojakach i rozmieszczone w odstępach, aby umożliwić cyrkulację powietrza między nimi. Czas wymagany dla regeneracji zależy od rozmiaru woreczka. W przypadku, gdy zamiast pieca z obiegiem powietrza, używany jest zwykły piec, należy otworzyć drzwiczki, aby umożliwić ujście parze wydobywającej się z żelu silikonowego.

Należy uważać, aby kurz, który nabierał się na pudle nie dostał się do wnętrza urządzenia podczas rozpakowywania. Należy unikać przechowywania w miejscach o wysokiej wilgotności. W miejscach o wysokiej wilgotności opakowania mogą nasiąknąć wilgocią, a krysztalki pochłaniające wilgoć mogą stracić swoje właściwości.

Urządzenie można przechowywać w temperaturze od -25° do +70°C przez czas nieograniczony lub w temperaturze od -40°C do + 85°C przez maksymalnie 96 godzin (patrz dane techniczne).

Aby uniknąć degradacji kondensatorów elektrolitycznych, podłączyć przechowywane urządzenia do zasilania raz do roku na jedną godzinę.

25.2.4 DEMONTAŻ URZĄDZEŃ

W przypadku konieczności zdemontowania urządzenia należy zawsze stosować standardowe środki zabezpieczające przed wyładowaniami elektrostatycznymi (ESD). Minimalne środki ostrożności, które należy stosować, są następujące:

- Należy założyć antystatyczną opaskę na nadgarstek, podłączoną do odpowiedniego punktu uziemiającego,
- nie należy dotykać komponentów elektronicznych oraz płytek obwodu drukowanego.

25.3 MONTAŻ URZĄDZENIA

Urządzenia są wysyłane do odbiorcy jako urządzenie indywidualne lub jako element panelu lub zestawu panelowego typu rack.

Poszczególne urządzenia są zwykle dostarczane ze szablonem montażowym przedstawiającym wymiary wycięć w panelu i wymiary pomiędzy środkami otworów na śruby mocujące.

Urządzenia zaprojektowano w taki sposób, że otwory mocujące w kołnierzach montażowych są dostępne dopiero po otworzeniu pokrywy umożliwiającej dostęp.

Jeżeli z produktem stosowane jest złącze probiercze P991 lub gniazdo probiercze MMLG, wtedy zaleca się umieszczenie tego złącza probierczego po prawej stronie skojarzonego z nim produktu (patrzac od przodu). Pozwala to zminimalizować okablowanie pomiędzy produktem i złączem probierczym oraz umożliwia łatwą i prawidłową identyfikację złącza probierczego podczas testów rozruchowych i konserwacyjnych.

25.3.1 MONTAŻ ZLICOWANY Z PANELEM

Urządzenia do montażu panelowego, montowane są w panelach za pomocą wkrętów samogwintujących M4 SEMS Taptite z podkładkami zabezpieczającymi o grubości 3 mm (również określanych mianem SEMS)



Caution:

Nie należy używać konwencjonalnych wkrętów samogwintujących, ponieważ mają większe łby i mogłyby uszkodzić profil płyty czołowej.

Jeżeli minimalna grubość panelu wynosi 2,5 mm, alternatywnie można wykorzystać otwory gwintowane.

Dla zastosowań, w których urządzenie będzie zamontowane jako częściowo wbudowane lub całkowicie wystające z panelu, dostępne są różnego rodzaju kołnierze osłonowe.

W przypadku montażu kilku urządzeń w pojedynczym otworze w panelu, zaleca się mechaniczne zgrupowanie urządzeń poziomo lub pionowo w celu uzyskania stabilnej struktury przed zamontowaniem w panelu.



Caution:

Nie należy mocować produktu przy pomocy nitów zamykanych trzpieniem, ponieważ ten typ mocowania nie pozwala na łatwy demontaż urządzenia, jeżeli zajdzie konieczność jego naprawy.

25.3.2 MONTAŻ W REGALE

Warianty urządzeń przeznaczonych do montażu w regale można montować korzystając z jednorzędowych ram do regału (numer katalogowy FX0021 001), tak jak to przedstawiono na poniższym rysunku. Ramy te tak zaprojektowano, aby miały wymiary zgodne z normą IEC 60297 i są one dostarczane już jako zmontowane i gotowe do użycia. W standardowym regale 483 mm (19") możliwe jest ułożenie różnych kombinacji szerokości obudów w taki sposób, aby rozmiar całkowity w szerokości był równy 80TE przy montowaniu modułów obok siebie w jednej ramce.

Dwie poziome szyny ramy regałowej mają otwory wywiercone w odległości około 26 mm od siebie. Urządzenia montuje się za kołnierze montażowe za pomocą wkrętów samogwintujących M4 Taptite z łbem o grubości 3 mm (znanych jako SEMS).



Caution:

Ryzyko uszkodzenia profilu pokrywy czołowej. Nie należy stosować konwencjonalnych wkrętów samogwintujących, w tym wkrętów dostarczanych do montażu przełączników MiDOS, ponieważ mają one trochę większe łby.

Kiedy rząd jest ukończony, ramki są mocowane w szafach typu rack za pomocą kątowników montażowych umieszczonych na każdym końcu rzędu.

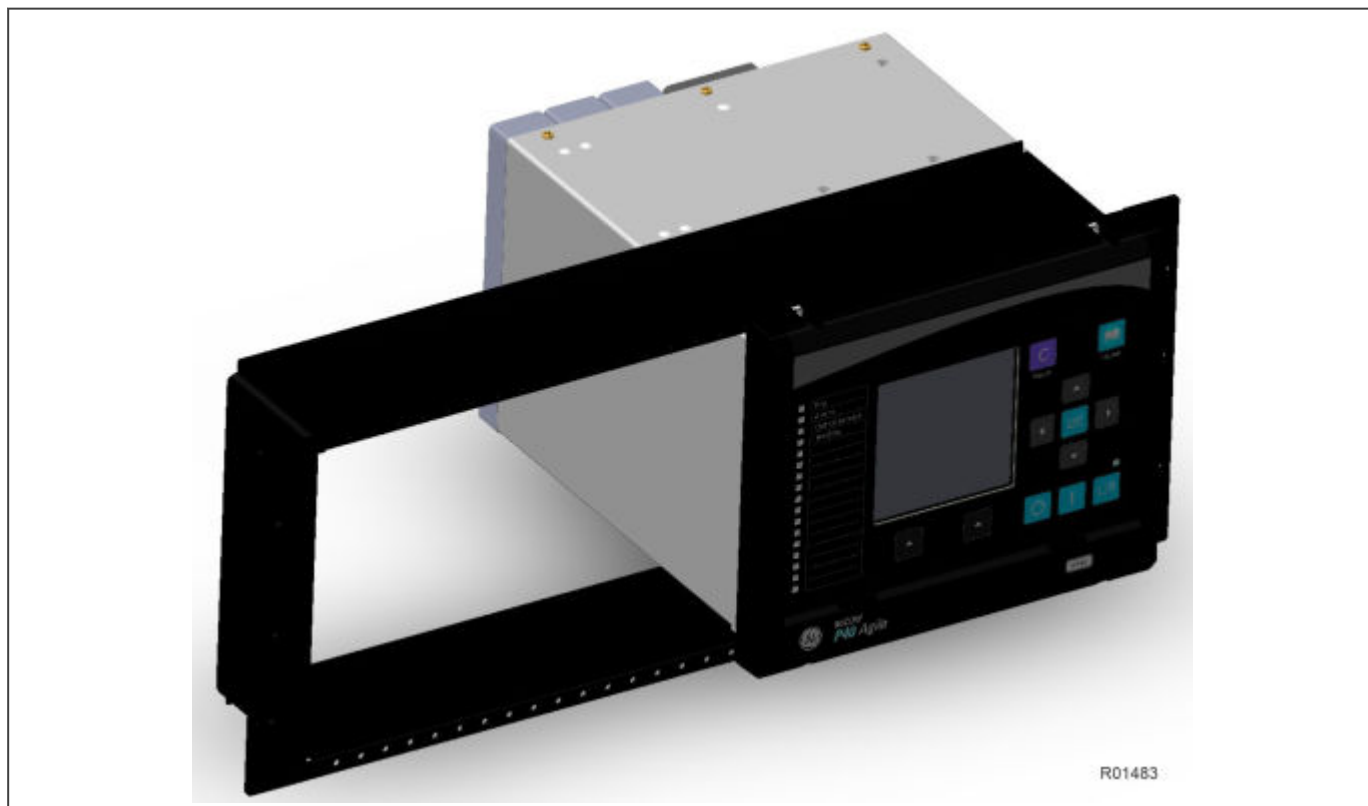


Figure 391: Montaż urządzenia w regale

Przełączniki mogą być grupowane mechanicznie w pojedynczym rzędzie (4U) lub ułożone wielorzędowo za pomocą ramki regałowej. Tego typu montaż umożliwia wstępne okablowanie produktów różnych modeli przed ich zmontowaniem w stojaku rack.

Puste przestrzenie można zasłonić płytkami zaślepiającymi. Puste przestrzenie można zostawić na instalację urządzeń na przyszłość, a ich występowanie może być spowodowane tym, że suma wymiarów wszystkich modułów włożonych do ramki jest mniejsza niż 80TE dla dowolnego rzędu. Zaślepki można wykorzystywać również do montażu wyposażenia pomocniczego. Numery katalogowe są następujące:

Szerokość elementów zamontowanych w ramce	Numer katalogowy zaślepki
5TE	GJ2028 001
10TE	GJ2028 002
20TE	GJ2028 004
40TE	GJ2028 008
60TE	GJ2028 012

25.3.3 ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE RENOWACJI

Główną zaletą urządzeń IED 5. generacji MiCOM jest łatwość, z którą można odnowić urządzenia generacji P443/5/6 oraz starsze SHNB Micromho, SHPM Quadramho, LFZP Optimho i LFZR. Urządzenia P40 5. generacji zachowują funkcjonalną kompatybilność z przełącznikami SHNB i SHPM, a także są dopasowane i kompatybilne z poprzednią generacją przełączników P443/5/6, LFZP i LFZR, zapewniając przy tym najnowszą platformę i oprogramowanie. Urządzenia P40 5. generacji zachowują także kompatybilność na poziomie pinu z IED P443/5/6

poprzedniej generacji. Umożliwia to łatwą modernizację systemu zabezpieczającego przy minimalnym wpływie, skutkującą przestojem trwającym zaledwie kilka minut.

Aby rozpocząć modernizację starego IED P443/5/6 do najnowszego P44 5. generacji:

- Wziąć kod zamówienia (CORTEC) starszego przełącznika usuwanego, zazwyczaj przełącznik w niebieskiej obudowie
- Przetłumaczyć na najnowszy model MiCOM <Firmy>, dodając opcje Ethernet w razie potrzeby
- Zamówić przełącznik P40 5. generacji
- Użyć zestawu narzędzi S1 Agile, aby wyodrębnić i przekonwertować ustawienia i logikę
- Odłączyć łączówki medium duty od starego urządzenia, upewniając się, że pozostawiono podłączone okablowanie. Podczas renowacji zaleca się użycie łączówek CT/VT w nowym IED.
- Podłączyć łączówki medium duty i okablowanie od starego urządzenia do nowego IED i podłączyć okablowanie CT/VT do oryginalnych łączówek nowego IED
- Pobrać przekonwertowane pliki
- Przetestować, a następnie przywrócić obwód do eksploatacji

Skontaktować się z nami w celu uzyskania pomocy.

25.4 KABLE ORAZ ZŁĄCZA

W niniejszym rozdziale opisano rodzaj okablowania oraz złączy, które powinny zostać użyte do instalacji urządzenia. Aby zapoznać się ze szczegółowymi informacjami dotyczącymi styków, należy odnieść się do rozdziału Struktura sprzętowa lub do schematów połączeń.



Caution:
Przed podjęciem jakichkolwiek prac związanych z obsługą urządzenia, użytkownik powinien zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa oraz z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia.

25.4.1 LISTWY ZACISKOWE

Urządzenie może mieć jeden lub więcej typów listew zaciskowych pokazanych na poniższym schemacie. Zespoły listew zaciskowych są przykręcane do tylnego panelu za pomocą śrub.

- Wysokoobciążalne listwy zaciskowe (HD) do obwodów przekładników prądowych i napięciowych
- Średnioobciążalne listwy zaciskowe (MD) do zasilania, wyjść przekładników i tylnego portu komunikacyjnego
- Listwy zaciskowe MIDOS do obwodów przekładników prądowych i napięciowych
- Listwa zaciskowa RTD/CLIO do podłączenia przetworników analogowych.

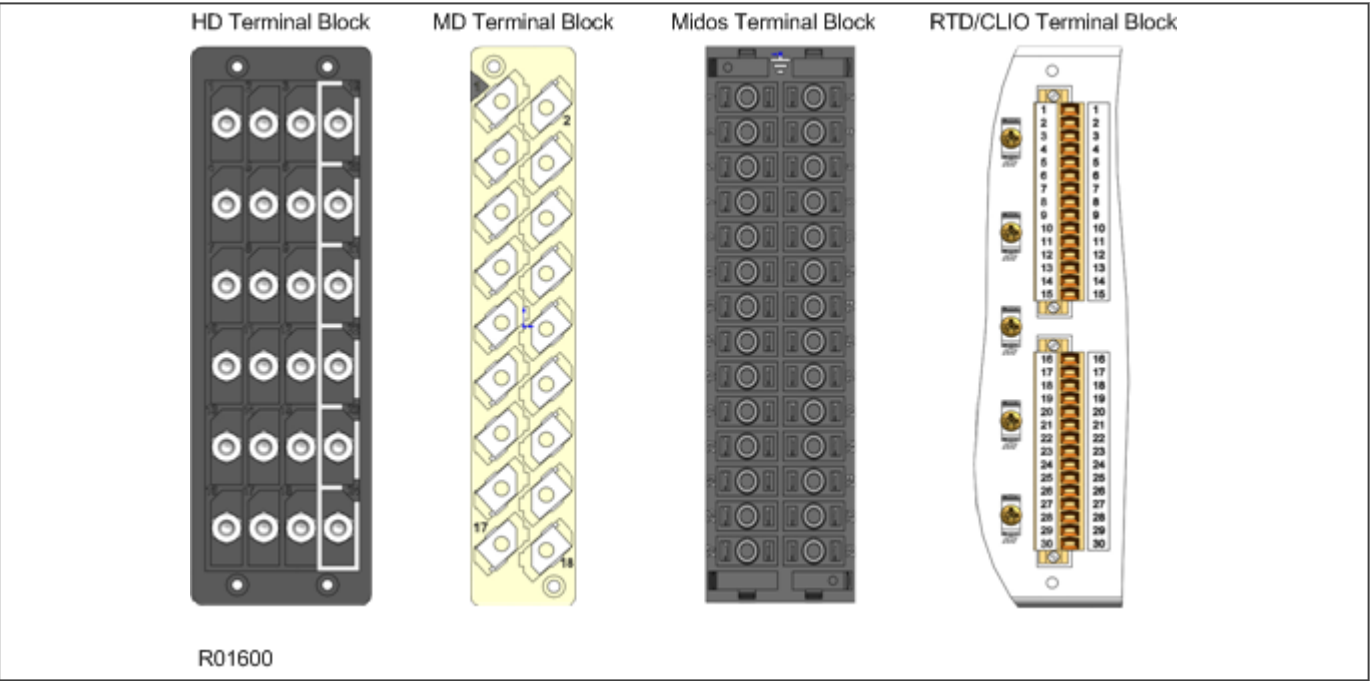


Figure 392: Rodzaje listew zaciskowych

Urządzenia MiCOM wyposażone są w liczbę śrubek M4 wystarczającą do wykonania połączeń do tylnych listew zaciskowych z użyciem zacisków oczkowych o zalecanej, maksymalnej liczbie dwóch zacisków oczkowych na jeden zacisk.

W razie potrzeby końcówki oczkowe zaciskane M4 90° mogą być dostarczone w trzech różnych rozmiarach, w zależności od rozmiaru kabla. Każdy rodzaj końcówek dostępny jest w torebkach po 100 sztuk.

Numer katalogowy	Rozmiar przewodu	Kolor izolacji
ZB9124 901	0,25 - 1,65 mm ² (22 – 16 AWG)	Czerwony

Numer katalogowy	Rozmiar przewodu	Kolor izolacji
ZB9124 900	1,04 - 2,63 mm ² (16 – 14 AWG)	Niebieski

Note:

Można założyć osłony IP2x i pokrywy boczne, aby zapewnić stopień ochrony IP20 dla listew zaciskowych MiCOM. Osłony i pokrywy można przymocować podczas instalacji lub zamontować w celu modernizacji istniejących instalacji. Do osłon dołączona jest instrukcja montażu w czterech językach, numer publikacji: IP2x-TM-4L-n (gdzie n to numer aktualnego wydania). Aby uzyskać więcej informacji, należy skontaktować się z miejscowym biurem sprzedaży lub naszym ogólnosiatowym centrum kontaktowym.

25.4.2 PODŁĄCZENIA ZASILANIA

Zasilanie powinno być podłączone przy pomocy wielożyłowego 1,5 mm przewodu miedzianego z izolacją PVC, zakończonego końcówkami oczkowymi M4.

Napięcie robocze przewodów powinno wynosić minimum 300 V rms.

**Caution:**

Zaleca się zabezpieczyć okablowanie zasilania pomocniczego bezpiecznikiem maksymalnie 16 A o dużej zdolności wyłączenia (HRC - high rupture capacity) typu NIT lub TIA.

25.4.3 UZIEMIENIE

Każde urządzenie musi być połączone z szyną uziemiającą za pomocą zacisków uziemiających M4.

Zalecane jest stosowanie przewodów o minimalnym przekroju 2,5 mm², zakończonych końcówką oczkową.

Ze względu na fizyczne ograniczenia dla końcówek oczkowych maksymalny rozmiar przewodu, który można wykorzystać do końcówek oczkowych bez izolacji, wynosi is 6,0 mm². W przypadku stosowania izolowanych końcówek oczkowych maksymalny rozmiar przewodu wynosi 2,63 mm² na końcówkę oczkową. Jeżeli wymagane jest podłączenie przewodów o większym przekroju, można stosować dwa równolegle połączone przewody, każdy zakończony oddzielną końcówką oczkową.

Napięcie robocze przewodów powinno wynosić minimum 300 Vrms.

Note:

Aby zapobiec możliwości zachodzeniu reakcji elektrolitycznej pomiędzy mosiężnymi lub miedzianymi przewodami uziemiającymi i tylną płytą produktu, należy zastosować odpowiednie środki do odizolowania tych elementów od siebie. Można to osiągnąć na kilka sposobów, w tym, między innymi, poprzez umieszczenie podkładki niklowanej lub izolacyjnej pomiędzy przewodem uziemiającym a obudową urządzenia lub zastosowanie ocynkowanych zacisków pierścieniowych.

25.4.4 PRZEKŁADNIKI PRĄDOWE

Przekładniki prądowe (PP) zwykle są podłączane za pomocą wielożyłowego przewodu miedzianego z izolacją PCW o przekroju 2,5 mm², zakończonego końcówkami oczkowymi M4.

Ze względu na fizyczne ograniczenia dla końcówek oczkowych maksymalny rozmiar przewodu, który można wykorzystać do końcówek oczkowych bez izolacji, wynosi is 6,0 mm². W przypadku stosowania izolowanych końcówek oczkowych maksymalny rozmiar przewodu wynosi 2,63 mm² na końcówkę oczkową. Jeżeli wymagane jest podłączenie przewodów o większym przekroju, można stosować dwa równolegle połączone przewody, każdy zakończony oddzielną końcówką oczkową.

Napięcie robocze przewodów powinno wynosić minimum 300 Vrms.

**Caution:**

W obwodach przekładnika prądowego w żadnym wypadku nie wolno umieszczać bezpiecznika.

Note:

Gdy urządzenie jest wyposażone w PP, sprężynowe zestyki zawierające gwarantują, że zaciski, do których są podłączone przekładniki prądowe, zostaną zwarte, zanim zestyki przekładnika zostaną uszkodzone.

Note:

W przypadku PP 5A po stronie wtórnej zalecamy stosowanie wielożyłowego przewodu miedzianego 2 x 2,5 mm² z izolacją PCW.

25.4.5 PODŁĄCZANIE PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO

Przekładniki napięciowe zwykle są podłączane za pomocą wielożyłowego przewodu miedzianego z izolacją PCW o przekroju 2,5 mm², zakończonych końcówkami oczkowymi M4.

Napięcie robocze przewodów powinno wynosić minimum 300 Vrms.

25.4.6 ZŁĄCZA WATCHDOG

Zasilanie powinno być podłączone przy pomocy wielożyłowego 1 mm przewodu miedzianego z izolacją PVC, zakończonych końcówkami oczkowymi M4.

Napięcie robocze przewodów powinno wynosić minimum 300 Vrms.

25.4.7 PODŁĄCZENIA EIA(RS)485 ORAZ K-BUS

Dla podłączenia portów EIA(RS485) / K-Bus należy użyć przewodu dwużyłowego ekranowanego, o całkowitej maksymalnej długości 1000 m lub o całkowitej pojemności 200 nF.

W przypadku układów łączonych w szereg "łańcuchowo", aby zapewnić wymaganą charakterystykę pracy, należy zagwarantować ciągłość ekranu.

Konieczne jest zastosowanie dwużyłowej, ekranowej skrętki parowej. Jest to konieczne w celu eliminacji prądów cyrkulujących, które mogą być przyczyną szumów i zakłóceń, szczególnie, gdy kabel biegnie pomiędzy budynkami. Z tego powodu należy ekran kabla na stałe podłączyć z jednej strony do uziemienia; zwykle po stronie urządzenia nadrzędnego (master).

Sygnał K-Bus to sygnał różnicowy i nie występuje tu sygnał GND. W przypadku, gdy kabel posiada żyłę GND, należy ją zignorować. Pod żadnym pozorem nie wolno podłączać go do ekranu kabla lub do obudowy urządzenia. Zarówno z przyczyn bezpieczeństwa jak i ograniczania szumów.

Typowa specyfikacja takiego przewodu będzie następująca:

- Każda żyła: przewody miedziane w izolacji PCW 16/0,2 mm²
- Nominalna powierzchnia przewodząca: 0,5 mm² na żyłę
- Ekran: Plecionka pełna, powłoka PCW

25.4.8 POŁĄCZENIE IRIG-B

Wejście IRIG-B i złącze BNC mają impedancję charakterystyczną 50 Ω. Zaleca się, aby połączenia między urządzeniem ze złączem IRIG-B a przełącznikiem było wykonywane przewodem koncentrycznym typu RG59LSF z ognioodpornym bezhalogenowym płaszczem.

25.4.9 PODŁĄCZENIA WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Zasilanie powinno być podłączone przy pomocy wielożyłowego przewodu miedzianego o przekroju 1 mm² z izolacją PCW, zakończonych końcówkami oczkowymi M4.

Każde wejście optyczne posiada ustawiony wybieralny filtr połówkowy cyklu. Powoduje to, że wejście jest odporne na zakłócenia powstałe w okablowaniu. Może to jednak zwolnić reakcję funkcji zabezpieczającej. Jeżeli wymagane jest wyłączenie filtra połówkowego cyklu, należy zastosować wyłącznik dwubiegunowy na wejściu lub zastosować ekranowaną skrętkę na obwodzie wejściowym.



Caution:

Wejścia optyczne i ich okablowanie należy zabezpieczyć bezpiecznikiem wielkiej mocy (HRC) typu NIT lub TIA o maksymalnym amperażu 16 A.

25.4.10 PODŁĄCZENIA WYJŚĆ PRZEKĄŹNIKOWYCH

Zasilanie powinno być podłączone przy pomocy wielożyłowego 1 mm przewodu miedzianego z izolacją PVC, zakończonych końcówkami oczkowymi M4.

25.4.11 PODŁĄCZENIA METALOWE ETHERNET

Jeżeli urządzenie posiada złącze ethernetowe przeznaczone do podłączenia kabla miedzianego, może być podłączone do koncentratora ethernetowego 10Base-T lub 100Base-TX. Ze względu na czułość na zakłócenia, zaleca się ten typ połączenia tylko w przypadku połączeń na krótkich dystansach, optymalnym rozwiązaniem jest, jeżeli urządzenie oraz koncentrator znajdują się w tej samej szafie rozdzielczej. Dla podwyższonej odporności na zakłócenia można wykorzystać kabel CAT 6 (kategorii 6) STP (ekranowany skręcony) oraz złącza kategorii 6.

Do portu ethernetowego podłączany jest wtyk ekranowany RJ-45. Styki są następujące:

kołek	Nazwa sygnału	Definicja sygnału
1	TXP	Nadawanie (dodatni)
2	TXN	Nadawanie (ujemny)
3	RXP	Odbiór (dodatni)
4	-	Nie używany
5	-	Nie używany
6	RXN	Odbiór (ujemny)
7	-	Nie używany
8	-	Nie używany

25.4.12 PODŁĄCZENIA ŚWIATŁOWODOWE ETHERNET

Dla stałych połączeń w środowisku podstacji zalecane jest stosowanie połączenia światłowodowego. W przypadku portu światłowodowego o przepustowości 100 Mb/s wykorzystuje się złącza typu LC (jedno dla nadajnika i jedno dla odbiornika) zgodne ze światłowodami wielotrybowymi 50/125 µm lub 62,5/125 µm z falą o długości 1300 nm.

25.4.13 ZŁĄCZE USB

Inteligentne urządzenie elektroniczne posiada gniazdo USB typu B znajdujące się w dolnym przedziale. Do podłączenia lokalnego komputera do urządzenia IED można wykorzystać standardowy kabel USB od drukarki (jeden koniec typu A, drugi koniec typu B). Jest to taki sam kabel, jak do podłączania drukarki do komputera.

25.4.14 POŁĄCZENIE ŚWIATŁOWODOWE GPS

Niektóre urządzenia do synchronizacji czasu wykorzystują sygnał GPS 1 PPS. Gdy wykorzystywany, jest on podłączany do portu optycznego na płycie koprocatora w slotcie B. Port optyczny (światłowodowy) wykorzystuje złącze typu ST kompatybilne ze światłowodami wielomodowymi 50/125 μm lub 62,5/125 μm – 850 nm.

25.4.15 POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNE ŚWIATŁOWODOWE

Port optyczny (światłowodowy) oferuje jeden lub dwa kanały komunikacyjne na złączach typu ST (jedno dla Tx oraz jedno dla Rx). Typ użytego światłowodu zależy od wybranej opcji.

Wielomodowe systemy 850 nm oraz 1300 nm wykorzystują wielomodowe światłowody 50/125 μm lub 62,5/125 μm . Jednomodowe systemy 1300 nm oraz 1550 nm wykorzystują jednomodowe światłowody 9/125 μm .

25.5 WYMIARY OBUDOWY

Nie wszystkie urządzenia są dostępne we wszystkich rozmiarach obudowy.

25.5.1 WYMIARY OBUDOWY 40TE

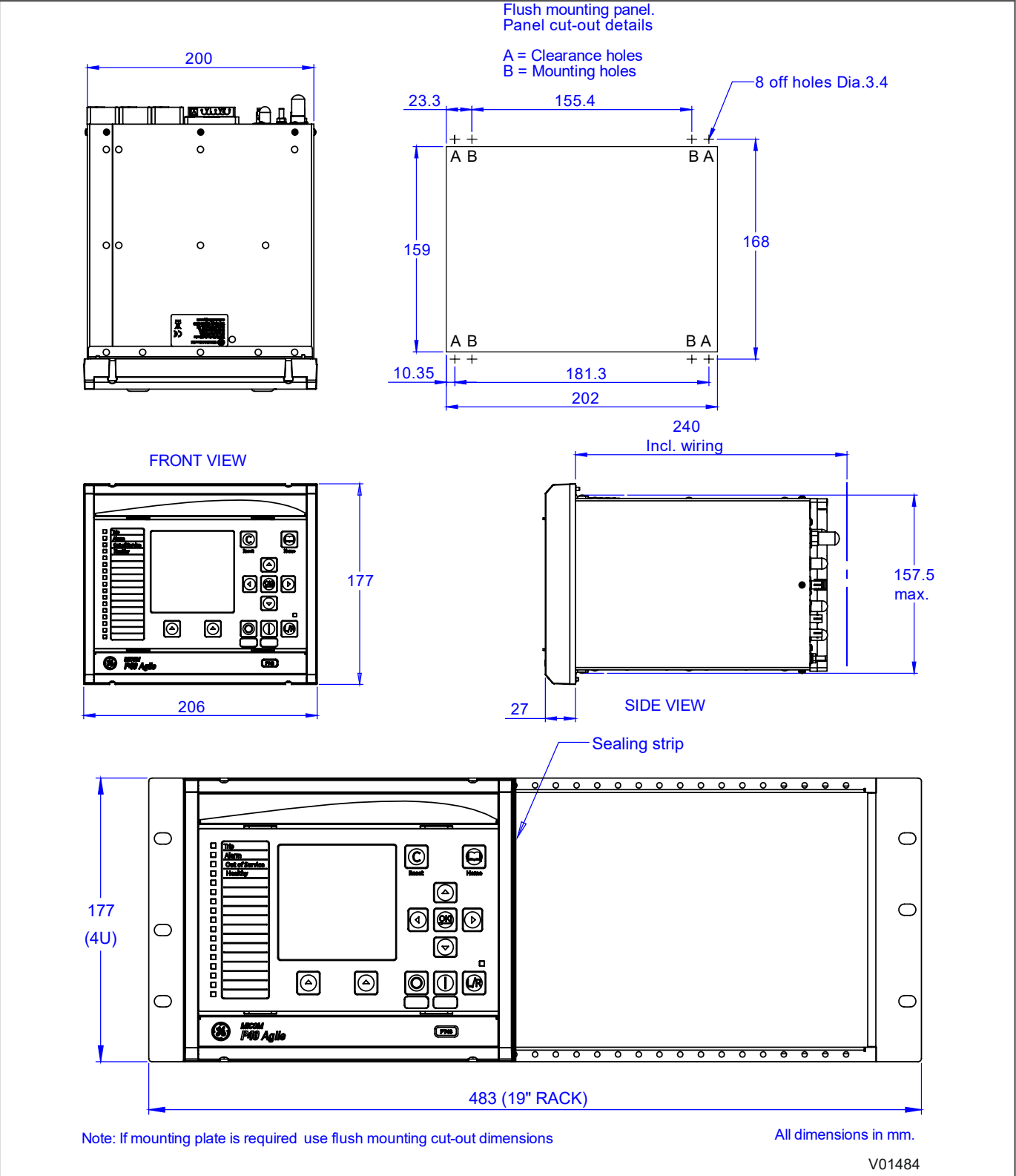


Figure 393: Wymiary obudowy 40TE

25.5.2 WYMIARY OBUDOWY 60TE

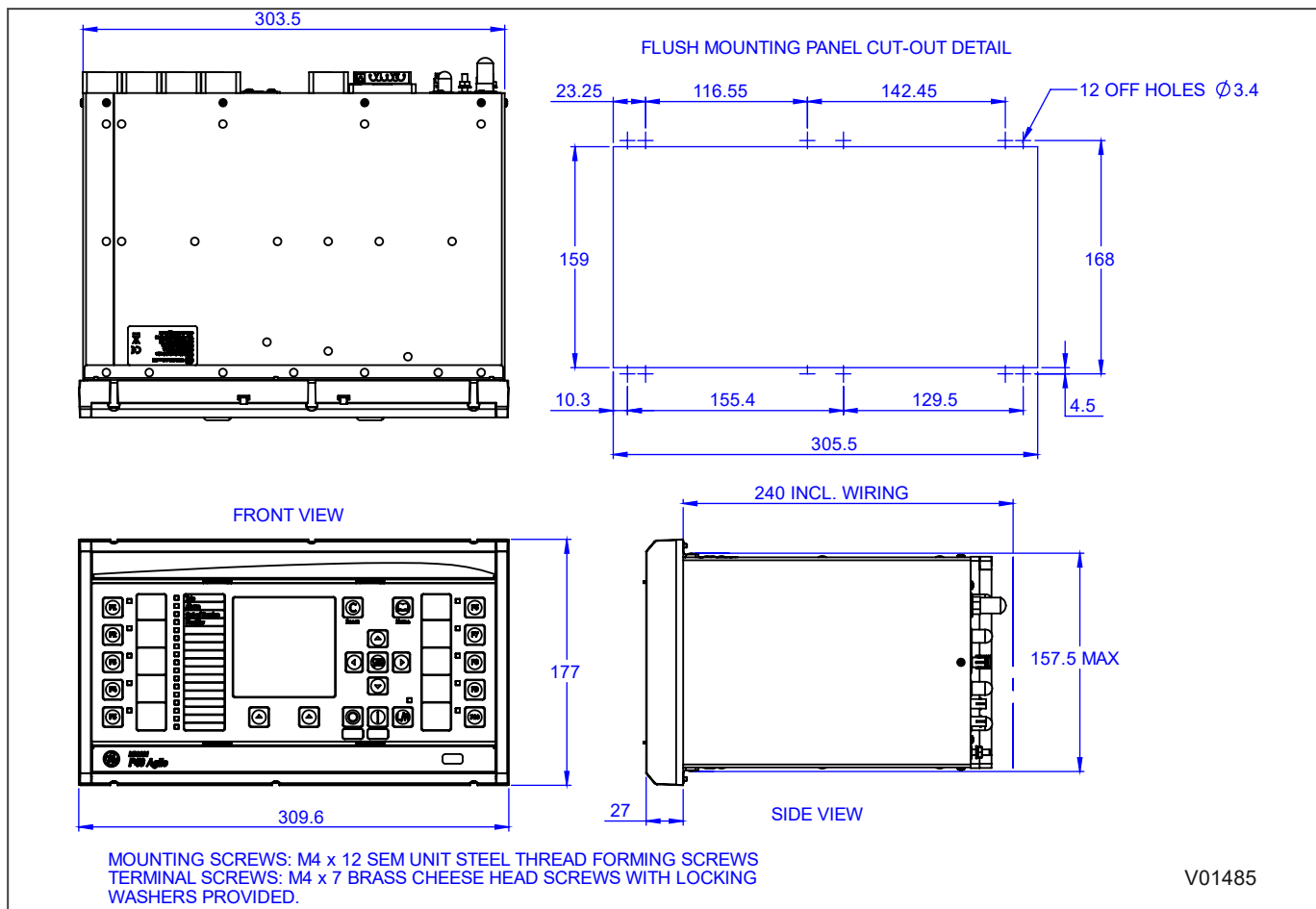


Figure 394: Wymiary obudowy 60TE

25.5.3 WYMIARY OBUDOWY 80TE

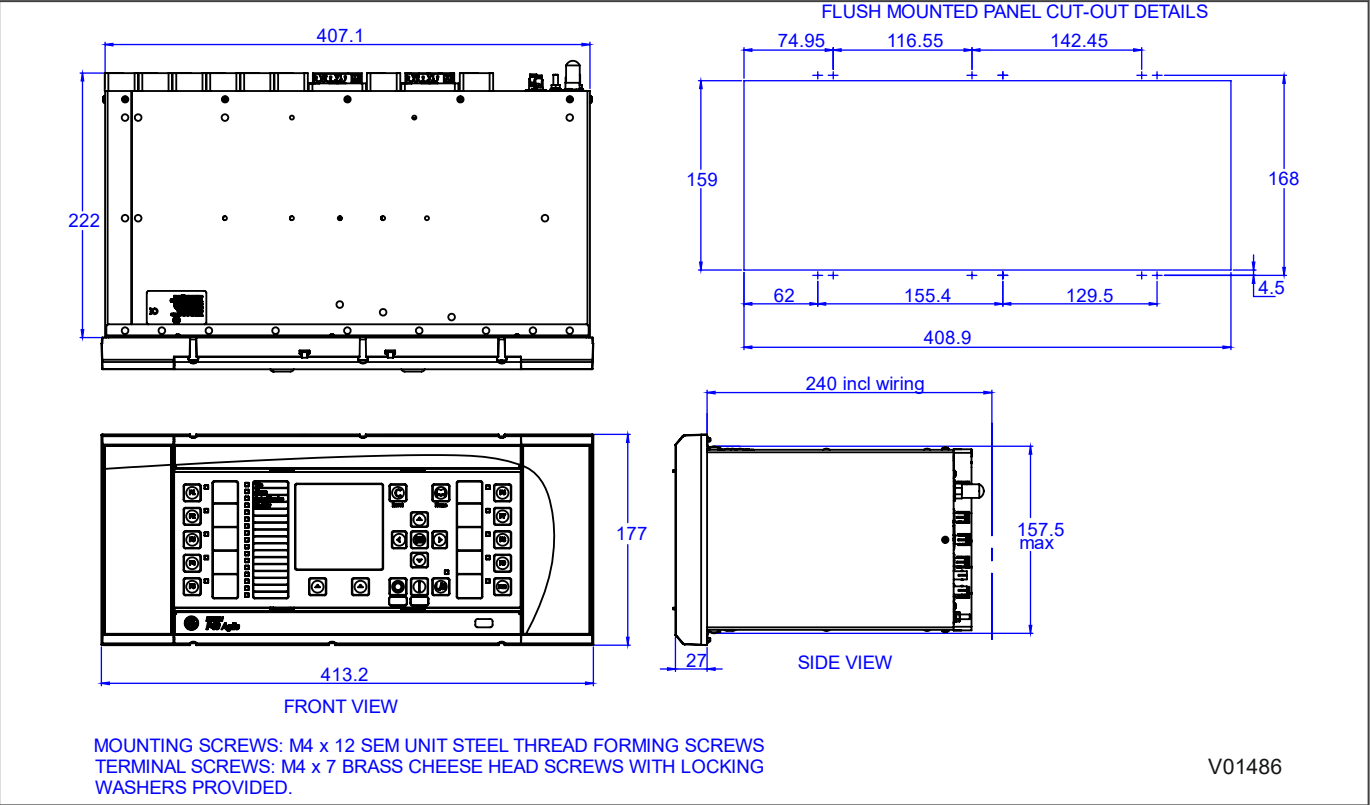


Figure 395: Wymiary obudowy 80TE

ROZDZIAŁ 26

INSTRUKCJE DOTYCZĄCE URUCHOMIENIA

26.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	713
Ogólne wytyczne	714
Menu prób odbiorczych	715
Oprządkowanie niezbędne podczas odbioru	720
Kontrolę produktu	722
Elektryczna pętla zwrotna komunikacji Intermicom	732
Komunikacja Intermicom 64	734
Setting Checks	736
Testowanie zgodnie z IEC 61850, wydanie 2	738
Zabezpieczenie odległościowe	744
Porównanie kierunkowe delta	750
Schematy komunikacji DEF	753
Zabezpieczenie przed utratą synchronizmu	756
Sprawdzanie taktowania zabezpieczenia	758
Kontrola systemowa i kontrola synchronizmu	761
Check Trip and Autoreclose Cycle	762
Testy komunikacji od końca do końca	763
Testy schematów od końca do końca	766
Kontrolę pod obciążeniem	768
Testy końcowe	770
Uruchamianie P59x	771

26.2 OGÓLNE WYTYCZNE

IED firmy GE Vernova to urządzenia z kontrolą samodzielną, które będą generowały alarm w mało prawdopodobnym przypadku awarii. W związku z tym przeprowadzane próby odbiorcze nie mają tak szerokiego zakresu, jak w przypadku niecyfrowych urządzeń elektronicznych lub elektromechanicznych.

W celu przekazania urządzeń IED do eksploatacji, nie ma potrzeby sprawdzania przez użytkownika (inżyniera ds. odbioru) każdej funkcji urządzenia IED. Należy jedynie sprawdzić, czy sprzęt funkcjonuje prawidłowo i czy w urządzeniu poprawnie ustawiono parametry oprogramowania, właściwe dla danego zastosowania. Ustawienia można sprawdzić poprzez ich odczytanie za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego lub z poziomu panelu przedniego.

Użytkownik wybiera język, więc można zmienić język menu na czas odbioru, jeżeli jest to wymagane.

Note:

Należy pamiętać, aby po zakończeniu rozruchu przywrócić język menu preferowany przez klienta.



Caution:

Przed podjęciem jakichkolwiek prac związanych z obsługą urządzenia, należy zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa lub z Instrukcją Bezpieczeństwa Obsługi i Konserwacji SFTY/4LM oraz z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia.



Warning:

Nie wolno rozmontowywać urządzenia podczas odbioru poza kontrolą zwerek PP.

26.3 MENU PRÓB ODBIORCZYCH

Inteligentne urządzenie elektroniczne zapewnia kilka funkcji testowych, które znajdują się pod nagłówkiem menu **COMMISSION TESTS** (próby odbiorcze). Po tym nagłówkiem znajdują się komórki menu, które pozwalają na monitorowanie stanu wejść optycznych, zestyków wyjść przełącznikowych, wewnętrznych sygnałów magistrali danych cyfrowych DDB (DDB = Digital Data Bus) oraz programowalnych przez użytkownika diod. W niniejszym rozdziale opisano te funkcje prób odbiorczych.

26.3.1 KOMÓRKA OPTO I/P STATUS (STATUS WEJŚĆ OPTYCZNYCH)

Ta komórka może służyć do monitorowania stanu wejść optycznych, gdy sekwencyjnie podawane jest na nie odpowiednie napięcie DC. Komórka ta zawiera ciąg binarny służący do wyświetlania stanu wejść optycznych, gdzie „1” oznacza, że podano na nie napięcie, a „0” oznacza brak napięcia. Podczas przemieszczania kursora wzdłuż numerów binarnych wyświetlane są odpowiednie etykiety tekstowe dla każdego wejścia logicznego.

26.3.2 KOMÓRKA RELAY O/P STATUS (STATUS WYJŚĆ PRZEKAŹNIKOWYCH)

Komórka ta może służyć do monitorowania statusu wyjść przełącznikowych. Komórka ta zawiera ciąg binarny służący do wyświetlania stanu wyjść przełącznikowych, gdzie „1” oznacza, że podano na nie napięcie, a „0” oznacza brak napięcia. Podczas przemieszczania kursora wzdłuż numerów binarnych wyświetlane są odpowiednie etykiety tekstowe dla każdego wyjścia przełącznikowego.

Komórka informuje o stanie wyjść przełącznikowych podczas pracy urządzenia IED. Istnieje możliwość sprawdzenia przełącznika pod kątem uszkodzenia, porównując stan zestyku wyjściowego z przypisanym mu bitem.

Note:

Gdy w komórce **Test Mode** ustawiona jest opcja *Contacts Blocked* (Zestyki zablokowane), stan wyjść przełącznikowych informuje, które zestyki działałyby, gdyby urządzenie było włączone. Nie pokazuje ona rzeczywistego statusu przełączników wyjściowych, ponieważ są one zablokowane.

26.3.3 KOMÓRKA STATUSU PORTU TESTOWEGO

W tej komórce wyświetlany jest status sygnałów magistrali danych cyfrowych DDB, które zostały przydzielone w komórce **Monitor Bit** (Bit kontrolny). Podczas przemieszczania kursora wzdłuż numerów binarnych wyświetlane są odpowiednie etykiety tekstowe sygnałów DDB dla każdego bitu kontrolnego.

Za pomocą tej komórki, przy odpowiednich ustawieniach bitu kontrolnego, można pokazywać status sygnałów szyny danych cyfrowych w różnych warunkach lub sekwencjach pracy IED. Pozwala to na przetestowanie programowalnego schematu logicznego (PSL).

26.3.4 KOMÓRKA MONITOR BIT (BIT KONTROLNY) OD 1 DO 8

Osiem komórek Monitor Bit umożliwia użytkownikowi wybranie ośmiu sygnałów magistrali danych cyfrowych DDB, których status można obserwować w komórce Test Port Status lub pobrać za pośrednictwem przedniego portu.

Każda komórka Monitor Bit może być przypisana do określonego sygnału DDB. Może być to ustawione poprzez wprowadzenie numeru wymaganego sygnału DDB z listy dostępnych sygnałów DDB.

Piny portu ściągania danych/kontroli wykorzystywane dla potrzeb bitów kontrolnych są następujące:

Bit monitorowania	1	2	3	4	5	6	7	8
Pin portu kontroli/ściągania danych	11	12	15	13	20	21	23	24

Uziemienie sygnału dostępne jest na pinach 18, 19, 22 i 25.

**Caution:**

Port ściągania danych/kontroli nie jest elektrycznie izolowany przed napięciami indukowanymi na kanale komunikacyjnym. Należy go zatem wykorzystywać tylko dla komunikacji lokalnej.

26.3.5 KOMÓRKA TRYBU TESTOWEGO

Komórka ta pozwala na wykonanie testu iniekcji po stronie wtórnej. Pozwala także na bezpośrednie testowanie zestyków wyjściowych poprzez podawanie sygnałów testowych sterowanych z poziomu menu.

Aby przejść do trybu testowego, należy w komórce *Test Mode* wybrać opcję **Test Mode**. Powoduje to wyłączenie inteligentnego urządzenia elektronicznego skutkujące zarejestrowaniem warunku alarmowego oraz włączeniem wskaźnika **Out of Service** (niesprawność urządzenia). Powoduje to również „zamrożenie” wszystkich informacji przechowywanych w kolumnie *CB CONDITION* (stan wyłącznika). W wersjach wg normy IEC 60870-5-103, powoduje to zmianę „przyczyny transmisji” (COT Cause of Transmission) na „Test Mode.” W protokole IEC 61850 zmienia flagę testu jakości na *q.test = true*. Więcej szczegółów na temat trybu testowego IEC 61850 można znaleźć w rozdziale 10.1.

W trybie testowym zestyki wyjściowe są nadal aktywne. Aby wyłączyć zestyki wyjściowe, należy wybrać opcję *Contacts Blocked*.

Po zakończeniu testów, należy w komórce **Test Mode** ustawić opcję *Disabled*, aby przywrócić urządzenie do eksploatacji.

**Caution:**

Jeżeli w komórce ustawiony jest tryb testowy, wyjściami przekaźnikowymi w dalszym ciągu steruje schemat logiczny, co może skutkować wyzwoleniem wyłączników. Aby tego uniknąć, należy ustawić w komórce *Test Mode* tryb *Contacts Blocked* (Zestyki zablokowane).

Note:

Tryb testowy *Test mode* oraz opcję *Contacts Blocked* można również wybrać, pobudzając wejście optyczne powiązane odpowiednio z sygnałem *Test Mode* i z sygnałem *Contact Block*.

26.3.6 KOMÓRKA WZORU TESTOWEGO

Komórka **Test Pattern** jest wykorzystywana do wyboru zestyków wyjściowych przekaźnika, które będą testowane, kiedy komórka **Contact Test** zostanie ustawiona na opcję *Apply Test*. Komórka zawiera ciąg binarny, w którym jeden bit przypisany jest do każdego z zestyków wyjściowych konfigurowanych przez użytkownika, i może być ustawiony na „1”, abyysterować wyjście lub na „0”, aby wyjście nie byłoysterowane.

26.3.7 KOMÓRKA TEST ZESTYKÓW

Jeśli w tej komórce zostanie wystawiona komenda *Apply Test* (wykonaj test), zestyki ustawione naysterowanie zmieniają swój stan. Po wykonaniu testów, tekst komendy na wyświetlaczu LCD zmienia się na **No Operation** (brak działania), a zestyki pozostają w stanie testowym, aż do wydania komendy *Remove test* (zaniechaj testowania), powodującej ich wyzerowanie. Po wydaniu polecenia **Remove test** (zaniechaj testowania) na wyświetlaczu LCD pojawia się ponownie tekst polecenia *No Operation* (brak działania).

Note:

Jeżeli w komórce **Test Mode** jest ustawiona opcja *Contacts Blocked*, w komórce **Relay O/P Status** nie jest wyświetlany bieżący stan wyjść przełącznikowych i tym samym nie można jej wykorzystać na potwierdzenie stanu zadziałania wyjść przełącznikowych. Dlatego też konieczne jest monitorowanie po kolei stanu każdego styku.

26.3.8 KOMÓRKA TEST LEDS (TEST DIOD)

Jeśli w tej komórce zostanie wystawiona komenda *Apply Test*, wskaźniki programowalne przez użytkownika zaświecą się na około 2 sekundy, po czym zostaną wyłączone, a tekst komendy na wyświetlaczu zmieni się na **No Operation**.

26.3.9 KOMÓRKA TESTU SPZ

W przypadku, gdy urządzenie IED jest wyposażone w funkcję SPZ, komórka ta służy do testowania sekwencji wyzwalania wyłącznika oraz cykli SPZ.

Opcja *Trip 3 Pole* wyzwolenie 3-biegunowe w komórce **Test Autoreclose** powoduje, że urządzenie wykonuje pierwszy cykl wyłączenia/zamknięcia trzech faz, tak więc stan oraz czas zadziałania przypisanych zestyków wyjściowych podczas tego cyklu może być z łatwością sprawdzony. Po zadziałaniu wyjścia wyzwalającego, tekst komendy zmieni się z powrotem na *No Operation* brak działania oraz zostanie wykonane zerowanie cyklu SPZ. Aby przetestować kolejne cykle SPZ, należy ponownie wydać komendę *Trip 3 Pole*. Można także przetestować pojedyncze fazy za pomocą *Trip Pole A*, *Trip Pole B* oraz *Trip Pole C*.

Note:

W ustawieniu domyślnym programowalnego schematu logicznego (PSL) sygnał *AR Trip Test* (test wyzwolenia SPZ) jest powiązany z sygnałem *Trip Input* (wejście wyzwalające). Gdy programowalny schemat logiczny zostanie zmieniony, sygnały te w dalszym ciągu muszą być powiązane, aby zapewnić działanie funkcji *Test Autoreclose* (Test SPZ).

26.3.10 TRYB TEST STAT

Static Test Mode (tryb testu statycznego) można ustawić na *Enabled* (załączony) lub *Disabled* (wyłączony). Gdy tryb testu statycznego jest włączony, umożliwia użycie testu iniekcji, który nie obsługuje przełączania dynamicznego, do uruchomienia i przetestowania urządzenia.

Zestawy do testu iniekcji po stronie wtórnej mogą wiernie odwzorować rzeczywiste zwarcia w systemie elektroenergetycznym. Zestawy testowe odwzorowują natychmiastowe „wstrzyknięcie” zwarcia z rzeczywistą szybkością narastania prądu oraz zanikającą wykładniczą składową DC. Dostępne są dynamiczne testy iniekcji dla wszystkich trzech faz, z sześciocyfrowym zestawem wejść analogowych: Va, Vb, Vc, Ia, Ib, Ic. Można używać te zestawy do testu iniekcji razem z urządzeniem i nie ma specjalnych ograniczeń dla testów wykonywanych przy ich użyciu.

Zestawy testowe, zwane symulatorami statycznymi, mogą nieprawidłowo podawać lub naśladować:

- zdrowe napięcie przed zwarcie,
- rzeczywiste wstrzyknięcie zwarcia (zamiast tego zastosowany zostałby stopniowo zmieniający się prąd lub napięcie),
- szybkość narastania prądu i składowych DC,
- kompletny zestaw trójfazowych wejść analogowych,
- rzeczywiste dynamiczne zmiany skokowe prądu i napięcia.

Część zabezpieczeń tego urządzenia opiera się na technikach delta, które rozpoznają skokowe zmiany rzeczywistych wielkości systemu elektroenergetycznego. Ponieważ nie mogą ich wygenerować statyczne zestawy testowe, niektóre funkcje można wyłączyć lub ominąć, aby umożliwić testowanie iniekcji za pomocą statycznych zestawów testowych. Włączenie opcji **Static Test Mode** trybu testu statycznego powoduje...

Na potrzeby testów linia kierunkowa delta zostaje zastąpiona konwencjonalną linią kierunkową odległościową. Zastosowane zostaje dodatkowe filtrowanie komparatorów odległościowych, co powoduje spowolnienie filtrowania w celu użycia stałego okna jednego cyklu. Polaryzacja z pamięci zostaje zastąpiona polaryzacją krzyżową z niezwartych faz.

Note:

Podczas testów w trybie statycznym czasy wyzwalania mogą być dłuższe o ½ cyklu ze względu na charakter napięcia i prądu testowego oraz wolniejsze filtrowanie. Jest to normalne i całkowicie dopuszczalne.

26.3.11 TRYB PETLI

Tryb Loopback Mode (tryb pętli zwrotnej) może zostać użyty do testowania sygnalizacji InterMiCOM⁶⁴.

Note:

*Jeśli komórka jest ustawiona na **Internal** (wewnętrzne), sprawdzone zostanie tylko oprogramowanie urządzenia IED. Jeśli komórka jest ustawiona na **External** (zewnętrzne), sprawdzone zostanie zarówno oprogramowanie jak i sprzęt.*

Po przełączeniu urządzenia w tryb pętli zwrotnej używa ono automatycznie adresów rodzajowych 0-0. Urządzenie reaguje w taki sposób, jakby było podłączone do odległego urządzenia. Wysyłane i odbierane sygnały IM⁶⁴ są nadal kierowane do sygnałów i z sygnałów zdefiniowanych w programowalnej logice.

Note:

Tryb pętli zwrotnej można również wybrać pobudzając wejście optyczne przypisane do sygnału Loopback.

26.3.12 WZORZEC TESTOWY IM64

Komórka ta jest używana razem z komórką **IM64 Test Mode** (Tryb testowy IM64) do ustawienia 16-bitowego wzorca (8 bitów na kanał), który jest przesyłany za każdym razem, gdy komórka **IM64 Test Mode** jest ustawiana na **Enabled** (załączony). Komórka **IM64 Test Pattern** (wzorec testowy IM64) zawiera ciąg binarny, w którym jeden bit przypisany jest do każdej z komend Inter-MiCOM zdefiniowanych przez użytkownika. Można je ustawić na 1, aby obsługiwały wyjście IM64 w warunkach testowych lub na 0, aby nie obsługiwały.

26.3.13 WZORZEC TESTOWY IM64 CH1 I CH2

IM64 TestPattern CH1 i **IM64 TestPattern CH2** są używane z komórką **IM64 Tryb testu**, aby ustawić 48-bitowy wzorec (24 bity na kanał), który jest transmitowany za każdym razem, gdy komórka **IM64 Tryb testu** jest **Zalaczone** i tryb **IM64 Tryb rozsz.** jest **Zalaczone**. Komórki **IM64 TestPattern CH1** i **IM64 TestPattern CH2** mają łańcuch binarny z jednym bitem dla każdego zdefiniowanego przez użytkownika polecenia Inter-MiCOM. Można je ustawić na 1, aby obsługiwały wyjście IM64 w warunkach testowych lub na 0, aby nie obsługiwały.

26.3.14 TRYB TESTOWY IM64

Po wydaniu polecenia **Zalaczony** w tej komórce polecenia InterMiCOM⁶⁴ zmieniają się, aby odzwierciedlać stan wartości ustawionych w komórce **IM64 Wzor testu**. Jeśli komórka jest ustawiona na **Disabled**, polecenia InterMiCOM⁶⁴ odzwierciedlają stan sygnałów generowanych przez funkcje zabezpieczające i sterujące.

Gdy tryb **Extended IM64** jest **Zalaczone**, używane są dwie komórki wzorca testowego, **IM64 TestPattern CH1** i **IM64 TestPattern CH2**.

26.3.15 KOMÓRKI RED LED STATUS (STATUS CZERWONEJ DIODY) ORAZ GREEN LED STATUS (STATUS ZIELONEJ DIODY)

W komórkach tych zawarte są ciągi binarne, wskazujące, która z diod programowalnych zaświeci się na czerwono oraz na zielono w czasie zdalnego dostępu do urządzenia. „1” wskazuje, że dana dioda ma być włączona.

Note:

*Jeżeli status zarówno w komórce **Red LED Status**, jak i w komórce **Green LED Status** ustawiony jest na „1,” to oznacza, że wskaźniki świecą się na żółto.*

26.4 OPRZYRZĄDOWANIE NIEZBĘDNE PODCZAS ODBIORU

Przeprowadzenie odbioru niniejszego produktu wymaga użycia specjalistycznych urządzeń badawczych. Rozróżniamy trzy klasy urządzeń na potrzeby odbioru:

- Zalecane
- niezbędne,
- pomocnicze.

Zalecane oprzyrządowanie to urządzenia, które są zarówno konieczne jak i wystarczające do sprawdzenia prawidłowego działania głównych funkcji zabezpieczających.

Niezbędne oprzyrządowanie to minimum urządzeń koniecznych do sprawdzenia, czy produkt zawiera podstawowe oczekiwane funkcje zabezpieczające i czy ich działanie mieści się w określonych wartościach granicznych.

Pomocnicze oprzyrządowanie oznacza urządzenia potrzebne do sprawdzenia zadowalającego działania funkcji, które być może nie będą wykorzystywane lub mają charakter uzupełniający lub które mogą być na przykład włączone do układu kontroli/automatyki rozproszonej. Być może działanie takich funkcji można sprawdzić w bardziej odpowiedni sposób w ramach wymagań odbiorczych zdefiniowanych przez klienta lub też w ramach systemowego reżimu odbiorczego.

26.4.1 OPRZYRZĄDOWANIE ZALECANE PODCZAS URUCHOMIENIA

Minimalne zalecane oprzyrządowanie to wielofunkcyjny zestaw do testu iniekcji trójfazowego prądu i napięcia AC zapewniający:

- kontrolowane źródła trójfazowego prądu i napięcia AC,
- przejściowe (dynamiczne) przełączanie pomiędzy warunkami sprzed wystąpienia zwarcia i warunkami po wystąpieniu zwarcia (w celu wygenerowania warunków delta),
- dynamiczny sekwenser stanów impedancji (zdolny do sekwencjonowania 4 stanów impedancji),
- zintegrowane lub odrębne regulowane źródło zasilania (0 - 250 V),
- zintegrowane lub odrębne możliwości pomiarowe AC i DC (0-440 V AC, 0-250 V DC),
- zintegrowany i/lub odrębny timer,
- zintegrowane i/lub odrębne łączniki testowe.

Ponadto potrzebne będą:

- przenośny komputer z zainstalowanym odpowiednim oprogramowaniem umożliwiającym współpracę z testowanymi urządzeniami (equipment under test - EUT). Zazwyczaj będzie to oprogramowanie zastrzeżone producenta danego produktu (na przykład MiCOM S1 Agile),
- Odpowiednie elektryczne przewody probiercze,
- elektroniczny lub bezszczotkowy tester izolacji o wyjściu napięcia stałego nie przekraczającego 500 V,
- Tester ciągłości
- zweryfikowane pliki konfiguracyjne przeznaczone do danego zastosowania.

W przypadku produktów wykorzystujących łączność światłowodową, aby wdrożyć schematy zabezpieczenia jednostkowego:

- Przewody do badań światłowodowych (minimum 2). Minimum 10 m długości, wielomodowe 50/125 μm bądź 62,5 μm LUB jednomodowe (zgodnie z wariantem modelu) zakończone złączami wymaganymi przez produkt.
- Miernik mocy światłowodu
- Instrukcje dotyczące uruchomienia P59x

26.4.2 SPRZĘT NIEZBĘDNY DO URUCHOMIENIA

Jako absolutne minimum wymagana są następujące urządzenia:

- źródło prądu AC sprzężone ze źródłem napięcia AC,
- regulowane źródło zasilania DC (0 - 250 V),
- miernik uniwersalny do mierzenia prądu i napięcia AC i DC (0-440 V AC, 0-250 V DC),
- Czas
- łączniki testowe,
- Odpowiednie elektryczne przewody probiercze,
- Tester ciągłości

W przypadku produktów wykorzystujących łączność światłowodową, aby wdrożyć schematy zabezpieczenia jednostkowego:

- Przewody do badań światłowodowych (minimum 2). Minimum 10 m długości, wielomodowe 50/125 μm bądź 62,5 μm LUB jednomodowe (zgodnie z wariantem modelu) zakończone złączami wymaganymi przez produkt.
- Miernik mocy światłowodu

Note:

Jeśli używane źródło testowe prądu przemiennego nie jest zdolne do dynamicznej symulacji zwarć (nie może dynamicznie przełączać się z obciążenia na zwarcie), należy użyć trybu testu próby statycznej produktu

Note:

*Aby to zrobić, w kolumnie COMMISSION TESTS ustawić wartość **Tryb Test Stat** na *Zalaczone*.*

26.4.3 POMOCNICZE OPRZYRZĄDOWANIE TESTOWE

Pomocnicze oprzyrządowanie testowe może być konieczne w przypadku rozszerzonych procedur odbiorczych:

- cęgowy miernik prądu,
- wtyczka testowa wielobolcowa:
 - P992 dla bloku testowego typu P991,
 - MMLB dla bloku testowego typu MMLG
- elektroniczny lub bezszczotkowy tester izolacji o wyjściu napięcia stałego nie przekraczającego 500 V,
- konwerter protokołu KITZ K-Bus - EIA(RS)232 do testowania portu EIA(RS)485 K-Bus,
- Konwerter EIA(RS)485 do EIA(RS)232 do testowania portu EIA(RS)485 Courier/MODBUS/IEC60870-5-103/DNP3,
- przenośna drukarka (do wydrukowania zapisu ustawień z przenośnego komputera osobistego) i/lub przenośna, odłączalna pamięć z możliwością zapisu,
- Miernik przesunięcia fazowego (fazomierz)
- Miernik rotacji fazowej
- miernik mocy światłowodu,
- Przewody do badań światłowodowych (minimum 2). Minimalna długość 10 m, wielomodowe 50/125 μm lub 62,5 μm zakończone złączami BFOC (ST) 2.5 do testów portu RP1 światłowodowego.

26.5 KONTROLE PRODUKTU

Te procedury sprawdzania produktu mają na celu upewnienie się, że urządzenie nie posiada żadnych wad fizycznych przed jego oddaniem do eksploatacji, że pracuje prawidłowo oraz, że wszystkie wartości wejściowe mieszczą się w zakresie przyjętych tolerancji.

Jeżeli ustawienia właściwe dla danego zastosowania zostały wprowadzone do urządzenia IED przed jego uruchomieniem, zaleca się wykonanie kopii tych ustawień. Umożliwi to ich ewentualne późniejsze odtworzenie, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Można to wykonać poprzez:

- Uzyskiwanie pliku konfiguracyjnego od klienta,
- skopiowanie ustawień z urządzenia IED za pomocą przenośnego komputera przenośnego z odpowiednim oprogramowaniem konfiguracyjnym.

Jeżeli klient zmieni hasło zabezpieczające przed wprowadzaniem nieautoryzowanych zmian niektórych ustawień, należy przed rozpoczęciem testów dostarczyć aktualne hasło lub należy przywrócić hasło oryginalne.

Note:

W przypadku zagubienia hasła, hasło odzyskiwania można uzyskać od GE Vernova.

26.5.1 KONTROLE PRODUKTU PRZY URZĄDZENIU IED ODŁĄCZONYM OD ZASILANIA



Warning:

Następujące grupy testów należy przeprowadzać bez podawania zasilania pomocniczego na urządzenie IED oraz, w stosownych przypadkach, przy odizolowaniu obwodów wyzwalających.

Połączenia przekładników prądowych i napięciowych muszą być odizolowane od IED na czas trwania testów. Jeżeli na wyposażeniu jest blok testowy P991, dla odizolowania obwodów można zastosować wtyczkę probierczą P992. Przerywa ona wszystkie obwody okablowania poprowadzone przez blok testowy.

Przed włożeniem wtyczki probierczej, należy sprawdzić schemat połączeń okablowania, aby upewnić się, że nie ma niebezpieczeństwa uszkodzenia lub zagrożenia dla bezpieczeństwa (przykładowo, blok testowy może współpracować z obwodami zabezpieczenia przekładnika prądowego). Przed włożeniem wtyczki probierczej do bloku testowego należy upewnić się, że gniazda wtyczki probierczej, odpowiadające uzwojeniom wtórnym przekładnika prądowego, są podłączone.



Warning:

Nie wolno otwierać obwodu wtórnego przekładnika prądowego, ponieważ generowane wysokie napięcie może być śmiertelne oraz może uszkodzić izolację.

Jeżeli nie dysponuje się blokiem testowym, należy odizolować zasilanie przekładnika napięciowego do urządzenia IED za pomocą łączny panelowych lub bloków łączeniowych. Liniowe przekładniki prądowe powinny zostać zwarte oraz odłączone od zacisków urządzenia IED. Jeżeli istnieje możliwość odizolowania napięcia pomocniczego oraz obwodu wyzwolenia (np. łączy izolujące, bezpieczniki oraz wyłączniki nadprądowe MCB), należy z niej skorzystać. Jeżeli nie jest to możliwe, należy odłączyć przewody prowadzące do tych obwodów i odpowiednio zakończyć odsłonięte końce, aby nie stanowiły zagrożenia dla bezpieczeństwa.

26.5.1.1 KONTROLA WZROKOWA

**Warning:**

Należy sprawdzić dane znamionowe znajdujące się pod górną pokrywą, z przodu inteligentnego urządzenia elektronicznego.

Warning:

Należy sprawdzić, czy testowane urządzenie IED jest odpowiednie dla linii zasilającej lub obwodu.

Warning:

Zapisać dane obwodu i szczegóły systemu.

Warning:

Sprawdzić wartość znamionową prądu w obwodach wtórnych przekładnika prądowego i zapisać, który zaczepek przekładnika prądowego jest aktualnie wykorzystywany.

Należy dokładnie sprawdzić, czy nie nastąpiło fizyczne uszkodzenie IED od czasu jego instalacji.

Upewnić się, czy złącza uziemienia obudowy (znajdujące się w lewym dolnym rogu z tyłu obudowy urządzenia IED) są wykorzystywane do podłączenia urządzenia IED do lokalnej szyny uziemiającej za pomocą odpowiedniego przewodu.

26.5.1.2 ZESTYKI ZWIERNIE PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO

Sprawdzić zestyki zwierne przekładnika prądowego, upewniając się, że zamykają się, gdy wysokoobciążalna listwa zaciskowa jest odłączana od płytki wejść prądowych.

Wysokoobciążalne listwy zaciskowe są przykręcane do tylnego panelu za pomocą czterech śrub z gniazdem krzyżowym. Są one zlokalizowane dwie na górze, dwie na dole.

Note:

Aby zmniejszyć ryzyko pozostawienia śrubek w listwie zaciskowej lub ich zgubienia, należy użyć śrubokręta z końcówką magnetyczną.

Należy wyciągnąć zespół listew zaciskowych z tyłu obudowy i sprawdzić testerem poprawność zamknięcia wszystkich używanych zestyków zwiernych.

26.5.1.3 IZOLACJA

Badania rezystancji izolacji podczas przekazywania do eksploatacji należy wykonać tylko, jeżeli jest to wyraźnie wymagane.

Należy odizolować od ziemi wszystkie okablowania i sprawdzić izolację testerem elektronicznym lub bezszczotkowym przy napięciu stałym nie przekraczającym 500 V. Zaciski tych samych obwodów należy tymczasowo ze sobą połączyć.

Rezystancja izolacji powinna być większa niż 100 MΩ przy 500 V.

Po wykonaniu testów wytrzymałościowych izolacji, należy upewnić się, że całe okablowanie zewnętrzne jest prawidłowo ponownie podłączone do IED.

26.5.1.4 OKABLOWANIE ZEWNĘTRZNE


Caution:

Należy sprawdzić, czy zewnętrzne okablowanie jest zgodne z odpowiednim urządzeniem IED oraz schematami połączeń. Należy upewnić się, że kolejność faz/rotacja faz jest zgodna z założeniem.

26.5.1.5 ZESTYKI WATCHDOG

Za pomocą testera ciągłości obwodów należy sprawdzić, czy zestyki Watchdog znajdują się w następujących stanach:

Zaciski	Stan styku przy urządzeniu pozbawionym zasilania
11 - 12 na układzie zasilania	Zamknięty
13 - 14 na układzie zasilania	Otwarty

26.5.1.6 ZASILANIE

W zależności od znamionowych parametrów zasilania IED może być zasilane albo zasilaniem pomocniczym DC (tylko), albo AC/DC. Napięcie wejściowe musi mieścić się w podanym poniżej zakresie roboczym.

Bez zasilania IED zmierzyc napięcie pomocnicze, aby upewnić się, że jest ono w zakresie dopuszczalnym dla prawidłowej pracy.

Znamionowe napięcie zasilające DC	Znamionowe napięcie zasilające AC RMS	Zakres roboczy napięcia stałego	Zakres pracy w trybie napięcia przemiennego
24 - 54 V	N/D	19 do 65 V	N/D
48 - 125 V	30 - 100 V	37 do 150 V	24 - 110 V
110 - 250 V	100 - 240 V	87 do 300 V	80 do 265 V

Note:

Inteligentne urządzenie elektroniczne może wytrzymać skok napięcia przemiennego do 15% wartości napięcia znamionowego przy zasilaniu pomocniczym o napięciu stałym.


Warning:

Nie należy zasilać urządzenia IED ani urządzenia z interfejsem korzystając z ładowarki baterii przy odłączonej baterii, ponieważ może to bezpowrotnie uszkodzić obwody zasilania przekaźnika.


Caution:

Zasilać urządzenie IED tylko wtedy, gdy napięcie pomocnicze mieści się w określonych zakresie napięcia pracy. Jeżeli dysponuje się blokiem testowym, może być on konieczny do podłączenia zasilania pomocniczego urządzenia IED, z przodu od wtyczki testowej.

26.5.2 PXXX_CI_PRODUCTCHECKSENERGISED



Warning:

Połączenia przekładników prądowych i napięciowych muszą pozostawać odizolowane od urządzenia IED w czasie trwania testów. Obwód wyzwalający powinien pozostać odizolowany podczas wykonywania sprawdzeń, aby zapobiec przypadkowemu zadziałaniu podłączonego wyłącznika.

Przedstawione poniżej grupy testów mają na celu sprawdzenie prawidłowości działania układów oraz oprogramowania urządzenia IED. Testy te należy przeprowadzać przy zasilanym urządzeniu IED.

26.5.2.1 ZESTYKI WATCHDOG

Używając testera ciągłości obwodu, sprawdzić, czy styki Watchdog są pod napięciem i są sprawne.

Zaciski	Stan styku przy urządzeniu pod napięciem
11 - 12 na układzie zasilania	Otwarty
13 - 14 na układzie zasilania	Zamknięty

26.5.2.2 TESTOWANIE GRAFICZNEGO INTERFEJSU HMI

Graficzny interfejs HMI jest przeznaczony do działania przy wielu różnych wartościach temperatury otoczenia podstacji. W tym celu dla IED przewidziane jest ustawienie **Jasność wyświetlacza LCD**. Jasność jest ustawiona fabrycznie, ale konieczne może być wyregulowanie kontrastu w celu uzyskania najlepszej jakości wyświetlania.

Aby zmienić kontrast, można zwiększyć lub zmniejszyć wartości w komórce **Jasność wyświetlacza LCD** w kolumnie **KONFIGURACJA**.



Caution:

Przed zastosowaniem ustawienia jasności należy sprawdzić, czy nie spowoduje ono nadmiernego rozjaśnienia lub przyciemnienia wyświetlacza, w wyniku czego tekst menu stanie się nieczytelny. Widoczność wyświetlacza można przywrócić, pobierając plik ustawień i ustawiając opcję Jasność wyświetlacza w typowym zakresie od 7 do 11.

26.5.2.3 DATA I CZAS

Data i godzina są przechowywane w pamięci podtrzymywanej przez superkondensator.

Metoda ustawiania daty i godziny zależy od tego, czy stosowany jest sygnał IRIG-B, czy nie. Sygnał IRIG-B zastępuje ustawienia godziny, dnia i miesiąca, ale nie początkowe ustawienia roku. Z tego powodu należy upewnić się, że został ustawiony prawidłowy rok, nawet jeśli urządzenie korzysta z IRIG-B do ustawiania wewnętrznego zegara.

Datę i godzinę ustawia się jedną z następujących metod:

- Z panelu przedniego do ustawiania odpowiednio komórek **Date and Time** daty i godziny
- Wysyłając polecenie protokołem Courier do komórki **Date/Time** Data/Czas (numer referencyjny Courier 0801)

Note:

Jeżeli zasilanie pomocnicze ulegnie awarii, czas i data będą podtrzymywane przez superkondensator. A zatem, po przywróceniu zasilania pomocniczego nie ma potrzeby ponownego ustawiania godziny i daty. Aby przetestować taki przypadek, można wyłączyć sygnał IRIG-B, a następnie wyłączyć zasilanie pomocnicze. Pozostawić urządzenie odłączone od zasilania na około 30 sekund. Po przywróceniu zasilania czas powinien być prawidłowy.

W przypadku, gdy port IRIG-B IED jest wykorzystywany dla synchronizacji zegara, urządzenie IED musi być najpierw połączone z zegarem satelitarnym (zwykle RT430), który powinien być zasilany i pracować.

1. W komórce RIG-B Sync (synchronizacja przez port IRIG-B) znajdującej się w kolumnie *DATE AND TIME* (DATA I CZAS) należy ustawić opcję *Enabled*.
2. Należy upewnić się, że przekaźnik odbiera sygnał IRIG-B sprawdzając, czy w komórce IRIG-B Status widnieje słowo *Active*.
3. Kiedy sygnał IRIG-B jest uaktywniony, należy nastawić przesunięcie czasowe względem skoordynowanego czasu uniwersalnego (czas zegara satelitarnego) na zegarze satelitarnym tak, aby wyświetlany był czas lokalny.
4. Należy sprawdzić, czy godzina, dzień i miesiąc są prawidłowo ustawione w komórce Date/Time. Sygnał IRIG-B nie synchronizuje bieżącego roku, więc należy ustawić go ręcznie w tej komórce.
5. Należy ponownie podłączyć sygnał IRIG-B.

Jeżeli Data i godzina nie są synchronizowane sygnałem IRIG-B, należy upewnić się, że w komórce IRIG-B Sync w kolumnie *DATE AND TIME* ustawiona jest opcja *Disabled*.

1. Należy ustawić datę i godzinę zgodnie z właściwą lokalną datą i godziną, korzystając z komórki Date/Time lub wykorzystując do tego protokół szeregowy.

26.5.2.4 TESTOWE DIODY LED

Po włączeniu urządzenia wszystkie diody powinny najpierw zapalić się na zielono. Następnie powinna zapalić się zielona dioda „Healthy” (urządzenie sprawne), sygnalizując tym samym sprawność urządzenia.

W pamięci nieulotnej urządzenia IED przechowywane są stany alarmowe, wyzwolenia, a także programowalne wskaźniki diodowe (jeżeli skonfigurowane na blokowanie). Diody mogą się także zaświecić w momencie przyłożenia napięcia pomocniczego.

W przypadku, gdy którakolwiek z tych diod jest włączona, należy je zresetować zanim przystąpi się do dalszych testów. Jeżeli diody zostały skutecznie zresetowane, świadczy to o ich sprawności, więc dalsze testy nie są potrzebne.

Note:

W większości przypadków alarmy związane z kanałami komunikacyjnymi nie zresetują się na tym etapie.

26.5.2.5 TESTOWANIE DIOD ALARMOWYCH ORAZ DIOD AWARII URZĄDZENIA

Diodowa sygnalizacja alarmowa i awaryjna może być testowana przy wykorzystaniu kolumny menu (*COMMISSIONING TESTS*).

1. W komórce **Test Mode** (Tryb Testowy), należy ustawić opcję *Contacts Blocked* (Zestyki zablokowane).
2. sprawdzić, czy dioda zgłaszania stanu awarii świeci się w sposób ciągły, a dioda alarmowa miga.

Na tym etapie nie ma potrzeby zmiany ustawienia komórki **Test Mode** Tryb Testowy na *Disabled* wyłączony, ponieważ tryb testowy będzie potrzebny do dalszych testów.

26.5.2.6 TESTOWANIE DIODY SYGNALIZACYJNEJ WYZWOLENIA

Diodę sygnalizacyjną wyzwolenia można przetestować poprzez ręczne zainicjowanie wyzwolenia wyłącznika. Jednakże, dioda wyzwolenia będzie wykorzystywana jeszcze w dalszych testach ustawień. Zatem, na tym etapie testowania, nie ma potrzeby dalszego sprawdzania diody sygnalizacyjnej wyzwolenia.

26.5.2.7 TESTOWANIE DIOD SYGNALIZACYJNYCH PROGRAMOWANYCH PRZEZ UŻYTKOWNIKA

Aby przetestować te diody, należy w komórce Test LEDs wybrać opcję *Apply Test*. Sprawdzić, czy zapalają się wszystkie diody programowalne.

26.5.2.8 TESTOWANIE WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Test ten jest przeprowadzany w celu sprawdzenia, czy wszystkie wejścia optyczne urządzenia IED działają prawidłowo.

Wejścia optyczne należy zasilać pojedynczo. Numery zacisków podano na schematach połączeń zewnętrznych w rozdziale „Schematy połączeń”. Po upewnieniu się, że biegunowość jest prawidłowa, należy podłączyć napięcie do odpowiednich zacisków testowanego wejścia.

Stan każdego wejścia izolowanego optycznie można sprawdzić w komórce **Opto I/P Status** w kolumnie **SYSTEM DATA** lub w komórce **Opto I/P Status** w kolumnie **COMMISSION TESTS**.

„1” oznacza wejście zasilone, a „0” wejście niezasilone. Jeżeli każde wejście optyczne jest zasilone (na każde wejście jest podany sygnał), zmiana stanu wejścia sygnalizowana jest poprzez zmianę jednego ze znaków w dolnym wierszu wyświetlacza.

26.5.2.9 TESTOWANIE WYJŚĆ PRZekaźNIKOWYCH

W tym teście sprawdza się, czy wszystkie przekaźniki wyjściowe pracują prawidłowo.

1. Należy upewnić się, że inteligentne urządzenie elektroniczne nadal znajduje się w trybie testowym, sprawdzając komórkę **Test Mode** w kolumnie **COMMISSION TESTS**. Należy upewnić się, że w komórce tej ustawiono opcję *Contacts Blocked*.
2. Przekaźniki wyjściowe należy zasilać pojedynczo. Aby do testów wybrać wyjście przekaźnikowe 1, należy odpowiednio ustawić komórkę Test Pattern (schemat testowania).
3. Należy podłączyć tester ciągłości obwodów do zacisków odpowiadających wyjściu przekaźnikowemu 1 w sposób pokazany na schemacie połączeń zewnętrznych.
4. Aby uaktywnić wyjście przekaźnikowe, należy w komórce Contact Test (test zestyków) wybrać opcję *Apply Test* (wykonaje test).
5. Przy pomocy testera ciągłości należy sprawdzić zadziałanie wyjścia przekaźnikowego.
6. Zmierzyć rezystancję zestyków w stanie zamkniętym.
7. Wyzerować wyjście przekaźnikowe, ustawiając w komórce Contact Test opcję *Remove test* (zaniechaj testowania).
8. Powtórzyć test dla pozostałych wyjść przekaźnikowych.
9. Przywrócić inteligentne urządzenie elektroniczne do pracy, ustawiając w komórce Test Mode znajdującej się w menu **COMMISSION TESTS** opcję *Disabled*.

26.5.2.10 TESTOWANIE SZEREGOWEGO PORTU KOMUNIKACYJNEGO RP1

Test ten wykonuje się tylko w przypadku, gdy dostęp do urządzenia IED jest zdalny poprzez stałe połączenie szeregowo do portu komunikacyjnego. Zakres tego testu nie obejmuje sprawdzenia działania za pomocą podłączonego urządzenia poza jakimkolwiek dostarczonym konwerterem protokołu. Służy on do sprawdzenia działania tylnego portu komunikacyjnego (i ewentualnie konwertera protokołu) i różni się w zależności od zainstalowanego protokołu.

26.5.2.10.1 KONTROLA POŁĄCZEŃ FIZYCZNYCH

Tylny port komunikacyjny RP1 jest realizowany na zaciskach 16, 17 i 18 listwy zaciskowej zasilania. Do tego portu podłącza się ekranowaną skrętkę parową. Ekran kabla należy podłączyć do zacisku 16, a zaciski 17 i 18 służą do przesyłania sygnału komunikacyjnego:

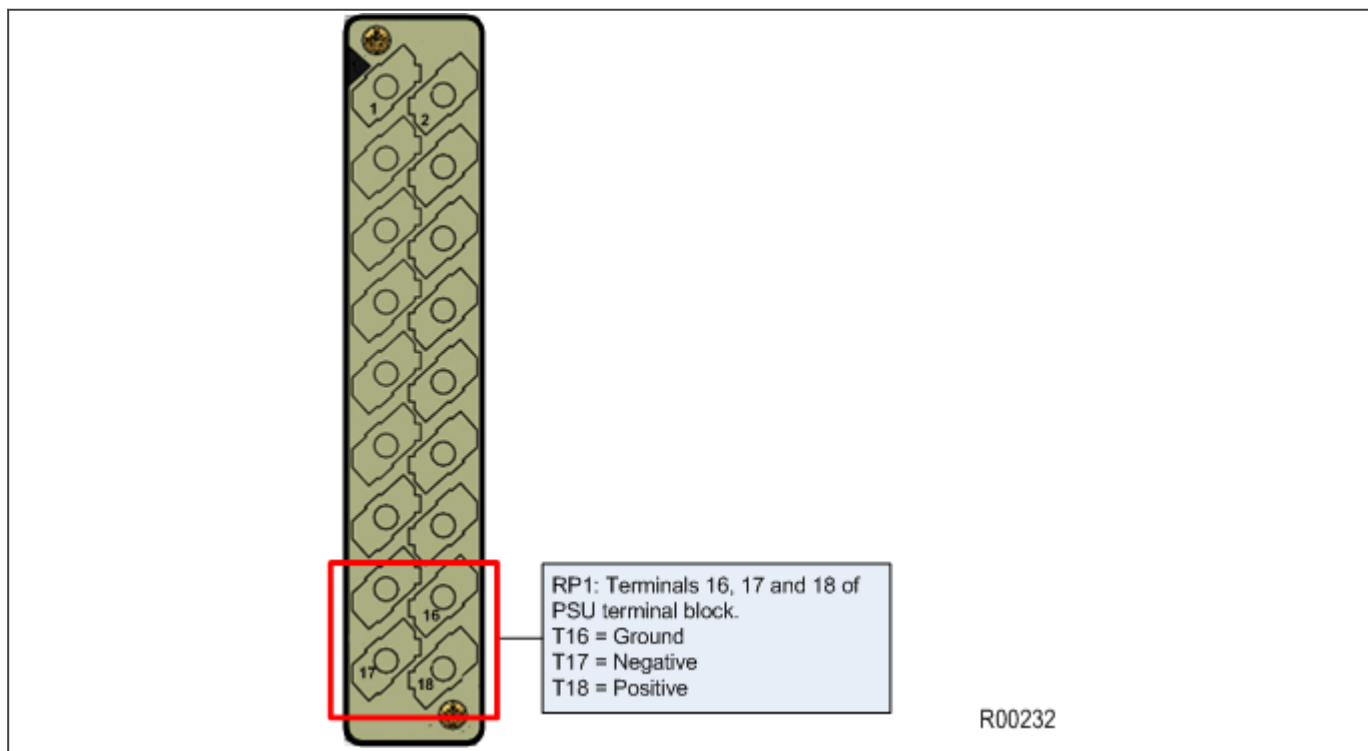


Figure 396: Fizyczne podłączenie portu RP1

W przypadku aplikacji wykorzystujących magistralę K-Bus piny 17 oraz 18 mogą mieć dowolną polaryzację, a więc nie ma znaczenia kolejność podłączenia przewodów. Port EIA(RS)485 jest wrażliwy na polaryzację, dlatego należy dopilnować prawidłowego podłączenia przewodów (pin 18 jest dodatni, pin 17 jest ujemny).

Jeżeli magistrala K-Bus jest wykorzystywana, do konwersji sygnału K-Bus na RS232 będzie musiał zostać zainstalowany konwerter protokołu KITZ (KITZ101, KITZ102 OR KITZ201). Podobnie, jeżeli używany jest interfejs RS485, konieczne będzie zainstalowanie konwertera RS485-RS232. W przypadku, gdy używany jest konwerter protokołu, do strony wejściowej konwertera protokołu można podłączyć komputer z uruchomionym odpowiednim oprogramowaniem (np. MiCWOM S1 Agile). Przykład konwersji sygnału magistrali K-bus na interfejs RS232 został przedstawiony poniżej. Ta sama zasada dotyczy konwersji sygnału RS485 na RS232 z wykorzystaniem konwertera RS485-RS232. Większość dzisiejszych laptopów posiada port USB, więc istnieje prawdopodobieństwo, że wymagana będzie także konwersja RS232 na USB.

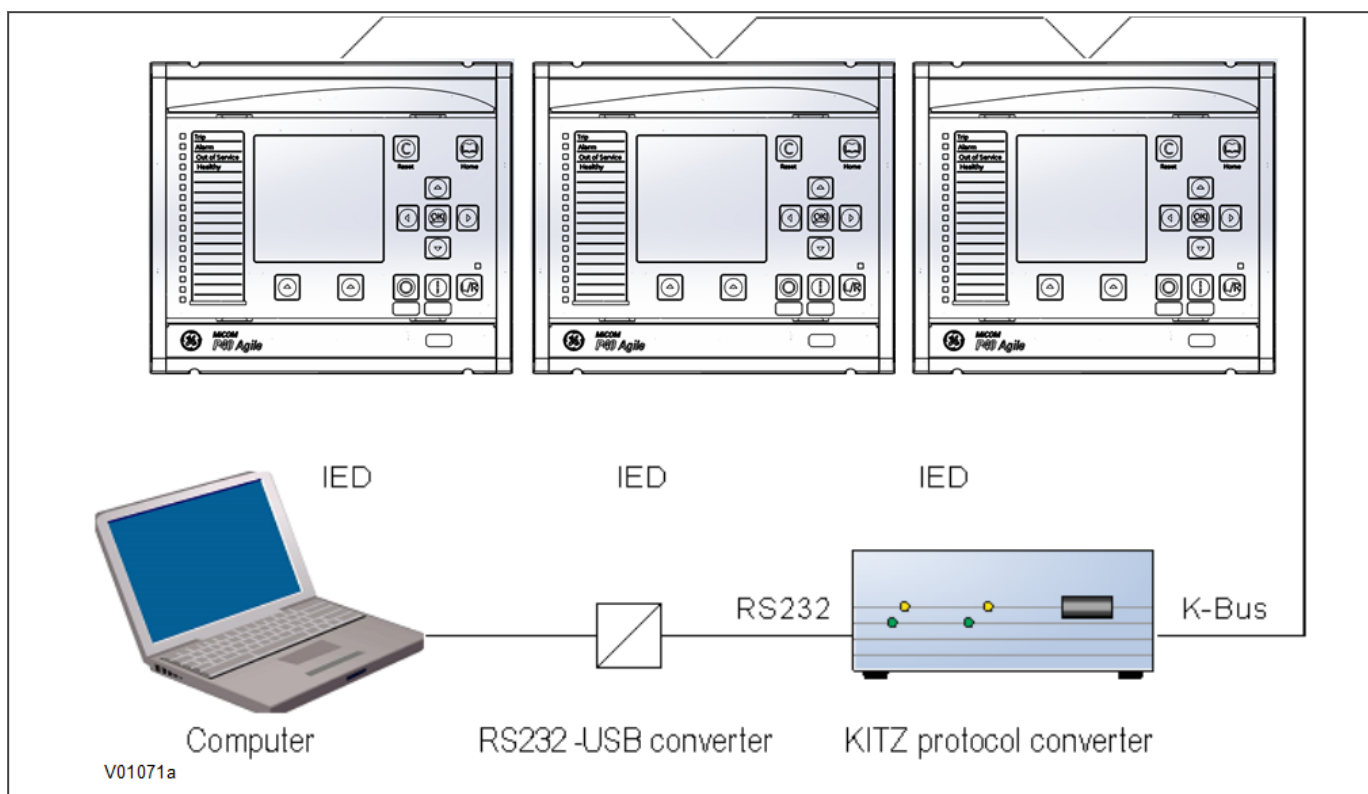


Figure 397: Komunikacja zdalna za pomocą magistrali K-bus

Podłączenie optyczne

Niektóre modele mają opcjonalny optyczny port komunikacyjny (zainstalowany na osobnej płycie komunikacyjnej). Port komunikacyjny wybiera się poprzez ustawienie komórki Physical Link łączy fizyczne w kolumnie **COMMUNICATIONS KOMUNIKACJA**, przy czym wartościami są *Copper* lub *K-Bus* dla portu RS485/K-bus i *Fibre Optic ŚWIATŁOWÓD* dla portu światłowodowego.

26.5.2.10.2 KONTROLA POŁĄCZEŃ LOGICZNYCH

Połączenia logiczne zależą od wybranego protokołu danych, ale zasada testowania pozostaje taka sama dla wszystkich rodzajów protokołów i jest następująca:

1. Należy upewnić się, że prędkość transmisji danych wyrażona w bodach oraz parzystość są w programie ustawione na te same wartości, jak te w konwerterze protokołu.
2. W przypadku modeli obsługujących protokół Courier, należy upewnić się, czy ustawiony jest prawidłowy adres RP1.
3. Należy sprawdzić, czy za pomocą przenośnego komputera/stacji nadrzędnej można nawiązać komunikację z tym IED.

26.5.2.11 TESTOWANIE SZEREGOWEGO PORTU KOMUNIKACYJNEGO RP2

RP2 jest opcjonalną drugą płytką z portem szeregowym, zapewniającą dodatkowe łączy szeregowo. Wyposażona jest w dwa szeregowo złącza 9-pinowe typu D, SK4 oraz SK5. Obydwa porty są skonfigurowane jako porty DTE (urządzenie końcowe transmisji danych). Oznacza to, że można je podłączyć do sprzętu komunikacyjnego, jak modem, za pomocą kabla nieskrosowanego.

SK4 można skonfigurować wyłącznie jako łączy EIA(RS232), EIA(RS485) lub K-Bus wykorzystujące protokół Courier, podczas gdy SK5 jest na stałe przypisany do EIA(RS)232 dla sygnalizacji InterMiCOM

Zadaniem testu nie jest sprawdzenie działania całego połączenia między urządzeniem IED a miejscem zdalnego sterowania, tylko sprawdzenie tylnego portu komunikacyjnego oraz w stosownych przypadkach, konwertera protokołów.

Jedynie kontrole, które należy przeprowadzić, są następujące:

1. Ustawić komórkę **RP2 Port Config** w kolumnie **COMMUNICATIONS** na wymagany protokół fizyczny; (K-Bus, EIA(RS)485 lub EIA(RS)232).
2. Ustawić adres Courier inteligentnego urządzenia elektronicznego na poprawną wartość (musi mieścić się w przedziale od 1 do 254).

26.5.2.12 TESTOWANIE KOMUNIKACJI ETHERNET

W przypadku produktów wykorzystujących komunikację Ethernet zalecamy ograniczenie testów do kontroli wizualnej polegającej na sprawdzeniu, czy zainstalowano właściwe porty i czy nie ma oznak uszkodzeń fizycznych.

Jeżeli nie zainstalowano żadnej płytki lub jest ona wadliwa, pojawi się alarm łącza NIC (pod warunkiem, że ustawiono taką opcję w komórce **NIC Link Report** w kolumnie **COMMUNICATIONS**).

26.5.3 TESTY INIEKCJI PO STRONIE WTÓRNEJ

Testowanie iniekcji po stronie wtórnej przeprowadza się w celu sprawdzenia integralności odczytów przekładników napięciowych i przekładników prądowych. Wszystkie urządzenie są ustawione fabrycznie na pracę przy częstotliwości wynoszącej 50 Hz. Jeżeli wymagana jest praca przy częstotliwości 60 Hz, wówczas należy dokonać zmian ustawień w komórce Frequency częstotliwość w kolumnie **SYSTEM DATA DANE SYSTEMOWE**.

Moduł pomiaru fazorów musi być zainstalowany i podłączony do światłowodowego sygnału synchronizującego 1pps i demodulowanego sygnału IRIG-B, dostarczanego przez urządzenie jak REASON RT430.

Wyjścia prądowe i napięciowe zestawu testowego należy podłączyć do odpowiednich zacisków pierwszego kanału napięciowego i prądowego i przyłożyć napięcie znamionowe i prąd o prądzie opóźnionym o 90° w stosunku do napięcia.

26.5.3.1 TEST WEJŚĆ PRĄDOWYCH

Test ten pozwala zweryfikować, czy wejścia pomiaru prądu zostały prawidłowo skonfigurowane.

1. Używając sprzętu do testowania iniekcji po stronie wtórnej, jak Omicron, przyłożyć i zmierzyć prąd znamionowy kolejno każdego przekładnika prądowego.
2. Należy sprawdzić jego amplitudę przy pomocy miernika uniwersalnego lub przetestować ustawiony odczyt. Porównać tę wartość z wartością wyświetlaną na panelu interfejsu, zwykle w kolumnie **MEASUREMENTS 1 POMIARY 1**.
3. Zapisać wyświetloną wartość. Zmierzone wartości prądu (wyrażone w amperach) będą odnosiły się albo do strony pierwotnej albo wtórnej. Jeżeli komórka Local Values wartości lokalne w kolumnie **MEASURE'T SETUP** konfiguracja pomiarów jest ustawiona na *Primary* strona Pierwotna, wyświetlone wartości będą równe przyłożonemu prądowi przemnożonemu przez przekładnię przekładnika prądowego ustawioną w kolumnie **CT AND VT RATIOS**. Jeżeli komórka Local Values (wartości lokalne) jest ustawiona na *Secondary* (strona wtórna), wyświetlona wartość będzie odpowiadać przyłożonemu prądowi.

Note:

Jeżeli do wyświetlania mierzonego natężenia prądu wykorzystywany będzie komputer PC podłączony do urządzenia IED, proces będzie podobny. Jednakże, parametr komórki Remote Values wartości zdalne w kolumnie **MEASURE'T SETUP** ustali, czy wyświetlone wartości wyrażone w amperach będą odnosiły się do strony pierwotnej czy wtórnej.

Dokładność pomiaru inteligentnego urządzenia elektronicznego wynosi $\pm 1\%$. Jednakże, konieczne jest uwzględnienie dodatkowej tolerancji w zależności od stosowanego sprzętu testującego.

26.5.3.2 TESTOWANIE WEJŚĆ NAPIĘCIOWYCH

Test ten pozwala zweryfikować, czy wejścia pomiaru napięcia zostały skonfigurowane prawidłowo.

1. Używając sprzętu do testowania iniekcji po stronie wtórnej, przyłożyć i zmierzyć napięcie znamionowe po kolei na każdym wejściu przekładnika napięciowego.
2. Sprawdzić jego amplitudę wykorzystując odczyt z miernika uniwersalnego lub zestawu testowego. Porównać tę wartość z wartością wyświetlaną na panelu interfejsu, zwykle w kolumnie *MEASUREMENTS 1* POMIARY 1.
3. Zapisać wyświetloną wartość. Zmierzone wartości napięcia (wyrażone w woltach) będą odnosiły się albo do strony pierwotnej albo wtórnej. Jeżeli komórka Local Values wartości lokalne w kolumnie *MEASURE'T SETUP* konfiguracja pomiarów jest ustawiona na *Primary* strona Pierwotna, wyświetlone wartości będą równe przyłożonemu napięciu przemnożonemu przez przekładnię przekładnika napięciowego ustawioną w kolumnie *CT AND VT RATIOS*. Jeżeli komórka Local Values (wartości lokalne) jest ustawiona na Secondary (strona wtórna), wyświetlona wartość będzie odpowiadać przyłożonemu napięciu.

Note:

Jeżeli do wyświetlania mierzonego natężenia prądu wykorzystywany będzie komputer PC podłączony do urządzenia IED, proces będzie podobny. Jednakże, parametr komórki Remote Values wartości zdalne w kolumnie *MEASURE'T SETUP* ustali, czy wyświetlone wartości wyrażone w amperach będą odnosiły się do strony pierwotnej czy wtórnej.

Dokładność pomiaru inteligentnego urządzenia elektronicznego wynosi $\pm 1\%$. Jednakże, konieczne jest uwzględnienie dodatkowej tolerancji w zależności od stosowanego sprzętu testującego.

26.6 ELEKTRYCZNA PĘTLA ZWROTNA KOMUNIKACJI INTERMICOM

Jeśli inteligentne urządzenie elektroniczne jest wykorzystywane w układzie ze standardową komunikacją InterMiCOM (telezabezpieczenie układów elektrycznych), należy skonfigurować pętlę zwrotną do celów testowych.

26.6.1 KONFIGURACJA PĘTLI ZWROTNEJ

Tor komunikacyjny przed opuszczeniem podstacji może zawierać różne złącza i przetworniki sygnału. Dlatego zalecamy wykonanie pętli zwrotnej jak najbliżej miejsca, w którym łączy komunikacyjne wychodzi z podstacji. W ten sposób test obejmie możliwie największą część przewodowania i wszystkie powiązane konwertery sygnałów komunikacyjnych.

1. Ustawić **CONFIGURATION > InterMiCOM** na *Enabled*.
2. Ustawić **INTERMICOM COMMS > Ch Statistics** i **Ch Diagnostics** na *Visible*.
3. Sprawdzić, czy w **INTERMICOM COMMS > IM H/W Status** wyświetlone jest OK. To oznacza, że sprzęt InterMiCOM został zainstalowany i uruchomiony.

26.6.2 TEST PĘTLI ZWROTNEJ

INTERMICOM COMMS > Loopback Mode umożliwia testowanie kanału InterMiCOM. Podczas normalnej pracy tryb ten musi być wyłączony. **INTERMICOM COMMS > Loopback Status** pokazuje status trybu pętli zwrotnej InterMiCOM.

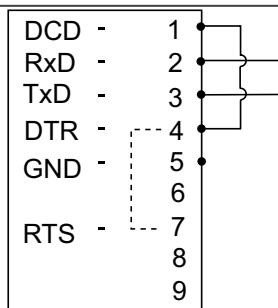
Note:

Jeśli komórka **INTERMICOM COMMS > Loopback Mode** jest ustawiona na *Internal*, sprawdzone zostanie tylko wewnętrzne oprogramowanie urządzenia. Jest to przydatne do sprawdzania funkcjonalności w przypadku, gdy nie wykonano połączeń komunikacyjnych. Ustawienia *External* należy użyć podczas uruchomienia, ponieważ sprawdza ono zarówno oprogramowanie jak i sprzęt. Kiedy urządzenie inteligentne urządzenie elektroniczne jest przełączone na wewnętrzny lub zewnętrzny tryb pętli zwrotnej, automatycznie wstrzymuje komunikaty InterMiCOM do PSL poprzez nastawienie wszystkich ośmiu stanów komend komunikatów na zero.

Ustawić **INTERMICOM COMMS > Loopback Mode** na *External* i utworzyć pętlę zwrotną komunikacji łącząc sygnał nadawania (pin 2) z sygnałem odbierania (pin 3).

Note:

Jeśli podłączone urządzenie nie obsługuje DCD, sygnał DCD musi mieć stan wysoki (poprzez połączenie pinu 1 z pinem 4).



E01450

Figure 398: Testowanie pętli zwrotnej InterMicom

Do wskazania trybu pętli zwrotnej służy dioda alarmowa na panelu przednim oraz komunikat IM Loopback na wyświetlaczu LCD.

Sprawdzić, czy wszystkie połączenia są prawidłowe oraz czy oprogramowanie działa prawidłowo.

Sprawdzić, czy w *INTERMICOM COMMS* > **Loopback Status** wyświetlone jest OK.

26.6.2.1 BITY POLECENÍ INTERMICOM

W celu przetestowania bitów komend InterMiCOM należy przejść do kolumny *INTERMICOM COMMS* i wykonać następujące czynności:

1. Wprowadzić dowolny Wzorzec Testowy w komórce **Test Pattern** przewijając i zmieniając wartości wybranych bitów pomiędzy 1 a 0. Wprowadzony wzorzec zostaje wysłany przez pętlę zwrotną.
2. Sprawdzić, czy komórka **IM Output Status** odpowiada zastosowanemu wzorcowi testowemu.
3. Sprawdzić, czy wszystkie 8 bitów w komórce **IM Input Status** mają wartość zero.

26.6.2.2 DIAGNOSTYKA KANAŁÓW INTERMICOM

Sprawdzić, czy we wszystkich poniższych komórkach w kolumnie *INTERMICOM COMMS* wyświetlone jest **OK**.

- **Stan danych**
- **Stan TeleSynch**
- **Stan Wiad**
- **Stan Kan**

26.6.2.3 SYMULOWANIE AWARII KANAŁU

1. Przeprowadzić symulację usterki łącza komunikacyjnego zrywając połączenie i sprawdzając, czy w niektórych z tych komórek wyświetlone będzie **Fail**.
2. Przywrócić pętlę zwrotną komunikacji i upewnić się, że we wszystkich czterech komórkach diagnostycznych wyświetlone jest **OK**.

Note:

Wskazanie **Fail** jest wyświetlane w niektórych tych komórkach lub we wszystkich tych komórkach w zależności od konfiguracji komunikacji oraz rodzaju usterki łącza.

26.7 KOMUNIKACJA INTERMICOM 64

Jeśli IED jest używane w schemacie z komunikacją InterMiCOM⁶⁴, należy skonfigurować pętlę powrotną do celów testowania.

IM64 opiera się na włóknach. Dostępnych jest kilka różnych interfejsów światłowodowych. Co do zasady włókna 1300 nm są używane do komunikacji bezpośredniej (mogą być jedno- lub wielomodowe). Włókna wielomodowe 850 nm są zwykle używane z multipleksującym sprzętem telekomunikacyjnym.

Note:

Ważne jest, aby włókna użyte do testowania były poprawne dla określonego interfejsu/interfejsów.

Włókna światłowodowe powinny być zakończone złączami BFOC2.5 (ST2.5). Dla zastosowań wielomodowych użyć włókna o rdzeniu 50/125 µm. Upewnić się, że przewody do badań używane do pomiarów są na tyle długie, aby umożliwić oddzielenie modów (metoda redukcji strat w rdzeniu). Do tego zalecamy minimalną długość 10 m (30 ft).

Jeśli IED komunikują się za pomocą zgodnych z IEEE C37.94 multipleksowych kanałów komunikacji elektrycznej, używany jest P590. Jest to dwukierunkowy konwerter sygnału optyczno-elektrycznego. Znajduje się w pobliżu multipleksera, między włóknem z IED a interfejsem elektrycznym multipleksera. Należy zastosować pętlę zwrotną albo na P590 lub na multipleksersze, aby zapewnić testowanie jak największej części obwodu. Jeśli IED jest podłączone do multipleksera, test pętli zwrotnej jest dokładnie tak sam, czy jest podłączony bezpośrednio, czy poprzez multiplekser. Układy sprzęgające P590 wymagają dodatkowych testów (patrz dokumentacja P590).

Aby włączyć IM64, należy ustawić komórkę **InterMiCOM64** w kolumnie **KONFIGURACJE** na *Zalaczony*.



Warning:

NIGDY nie należy patrzeć bezpośrednio w port transmisyjny lub na koniec włókna światłowodowego, gdyż może to poważnie uszkodzić oczy.

26.7.1 SPRAWDZANIE INTERFEJSU

Przed przeprowadzeniem testu pętli zwrotnej należy się upewnić, że interfejs nadaje odpowiedni sygnał. Aby to sprawdzić...

1. Ustawić **TESTY EKSPLOAT> Tryb Loopback** na *Zewnętrzne*.
2. Używając odpowiedniego kabla światłowodowego, podłączyć nadajnik kanału 1 (TX1) do miernika mocy. Upewnić się, że średnia przenoszona moc mieści się w zakresie podanym w poniższej tabeli.
3. Zapisać poziom mocy przenoszonej.
4. Potworzyć dla kanału 2, jeśli dotyczy.
5. Zmierzyć odebraną moc na zdalnych końcach.

Moc	850 nm Wiele trybów	1300 nm Wiele trybów	1300/1550 nm Jeden tryb
Minimalna moc nadajnika (wartość średnia)	-19,8 dBm	-6 dBm	-6 dBm
Czułość odbiornika (średnia moc)	-25,4 dBm	-49 dBm	-49 dBm

Note:

Jeśli **KONFIGURACJE > InterMiCOM64** ustawiono na *Zalaczony*, sygnały wysyłane i odbierane zazwyczaj przez interfejs komunikacyjny są kierowane do i z sygnałów zdefiniowanych przez programowalną logikę schematu. Jeśli jednak **COMMISSION TESTS > IM64 Tryb testu** ustawiono na *Enabled*, przesyłany jest zamiast tego wzorzec testowy IM64.

26.7.2 KONFIGURACJA PĘTLI ZWROTNEJ

Należy skonfigurować pętlę zwrotną konfiguracji dla każdego z dwóch kanałów.

Jeśli używane są bezpośrednie połączenia światłowodowe (lub kanały multiplekserowe zgodne z normą IEEE C37.94), należy podłączyć odpowiedni kabel światłowodowy z nadajnika kanału do portu odbiornika kanału z tyłu urządzenia.

Jeśli komunikacja wykorzystuje urządzenia interfejsowe P59x, należy podłączyć odpowiedni światłowód między nadajnikiem/nadajnikami kanału na IED, aby utworzyć połączenie z odbiornikiem/odbiornikami optycznymi P59x. Następnie uruchomić odpowiednie urządzenia P59x.

26.7.3 TEST PĘTLI ZWROTNEJ

1. Ustawić **COMMISSION TESTS > IM64 Test Mode** na *Zalaczone* i użyć **COMMISSION TESTS > Wzorzec Testowy**, aby ustawić wzorzec bitowy wysyłany za pomocą pętli zwrotnej InterMiCOM⁶⁴.
2. Sprawdzić, czy **POMIARY 4 > Stan IM64Rx** pasuje do ustawionego wzorca testowego. Statystyka komunikacji pokazuje liczbę odebranych prawidłowych i błędnych komunikatów.

Note:

*Pomiar opóźnienia czasu propagacji nie obowiązuje w tym trybie działania. IED odpowiada tak, jakby był podłączony do zdalnego IED. Wskazuje alarm pętli zwrotnej, który można usunąć tylko poprzez ustawienie **COMMISSION TESTS > Tryb Loopback** na *Odstawione*.*

Note:

W trybie pętli zwrotnej sygnały wysyłane i odbierane przez interfejs komunikacyjny zabezpieczenia są nadal kierowane do i z sygnałów zdefiniowanych w logice programowalnej.

Note:

*Wzorzec testowy można też wysłać do zdalnego końca, aby przetestować cały tor komunikacji InterMiCOM. Aby to zrobić, należy ustawić **COMMISSION TESTS > IM64 Tryb testu** na *Zalaczony* i połączyć dwa końce. Należy zachować szczególną ostrożność, ponieważ wzorzec testowy jest wykonywany przy użyciu PSL na zdalnym końcu.*

26.8 SETTING CHECKS

Kontrole ustawień pozwalają upewnić się, że wszystkie specyficzne dla danych zastosowań ustawienia (zarówno funkcje urządzenia jak i ustawienia programowalnego schematu logicznego) zostały prawidłowo wprowadzone.

Note:

W stosownych przypadkach obwód wyzwalający powinien pozostać odizolowany w trakcie przeprowadzania tych kontroli, zapobiegając przypadkowemu zadziałaniu podłączonego wyłącznika.

26.8.1 WPROWADZANIE USTAWIEŃ SPECYFICZNYCH DLA DANEGO ZASTOSOWANIA

Wprowadzanie ustawień do urządzenia IED można przeprowadzić na dwa różne sposoby.

- Przesyłając ustawienia do urządzenia IED z wcześniej przygotowanego pliku konfiguracyjnego przy użyciu oprogramowania MiCOM S1 Agile.
- Ręcznie wprowadzając ustawienia przy pomocy przedniego panelu HMI urządzenia IED.

26.8.1.1 PRZESYŁANIE USTAWIEŃ Z PLIKU KONFIGURACYJNEGO

Jest to preferowana metoda przesyłania ustawień funkcji. Jest ona znacznie szybsza oraz obarczona mniejszym marginesem błędu.

1. Należy podłączyć komputer osoby z uruchomionym oprogramowaniem konfiguracyjnym do przedniego portu lub tylnego portu Ethernet w urządzeniu IED. Ewentualnie należy podłączyć tylny port komunikacyjny Courier, używając w razie konieczności konwertera protokołu KITZ.
2. Włączyć urządzenie IED.
3. Wpisać adres IP urządzenia, jeżeli obsługuje ono sieć Ethernet.
4. Kliknąć prawym klawiszem myszki odpowiednią nazwę urządzenia w panelu System Explorer (Eksplorator Systemu) oraz wybrać polecenie wyślij **Send**.
5. W oknie dialogowym **Wyślij do...** wybierz plik konfiguracyjny oraz kliknij **Wyślij**.

Note:

*Nazwy urządzenia może jeszcze nie być w systemie wyświetlanym w **System Explorer**. W takim przypadku należy przeprowadzić szybkie połączenie (**Quick Connect**) z urządzeniem IED, a następnie ręcznie dodać plik konfiguracyjny do nazwy urządzenia w w systemie. Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat powyższej operacji, należy zapoznać się z pomocą oprogramowania konfiguracyjnego.*

26.8.1.2 WPROWADZANIE USTAWIEŃ Z POZIOMU PANELU HMI

1. Zaczynając od domyślnego układu wyświetlacza nacisnąć klawisz strzałki w dół, aby wyświetlić nagłówek pierwszej kolumny.
2. Za pomocą klawiszy strzałek w prawo i lewo wybrać wymagany nagłówek kolumny.
3. Za pomocą klawiszy strzałek w górę i w dół można podejrzeć wartości parametrów wybranej kolumny.
4. Aby powrócić do nagłówka kolumny należy nacisnąć albo klawisz strzałki w górę i przytrzymać przez ok. sekundę albo nacisnąć jednokrotnie klawisz **Cancel**. Pomiedzy kolumnami można przechodzić jedynie na poziomie nagłówków.
5. Aby z dowolnego nagłówka kolumny wrócić do domyślnego układu wyświetlacza, należy nacisnąć klawisz strzałki w górę lub klawisz **Cancel**. Wciśnięcie i przytrzymanie klawisza strzałki w górę, gdy znajdujemy się na poziomie komórek kolumn nie spowoduje bezpośredniego przejścia do wyświetlacza domyślnego, gdyż ten sposób przenosi nas jedynie do poziomu nagłówków kolumn.

6. Aby zmienić ustawienie przejść do odpowiedniej komórki w menu, a następnie nacisnąć klawisz **Enter**, aby zmienić wartość w komórce. Migający kursor na wyświetlaczu LCD wskazuje na możliwość edycji danej wartości. Może być jednak wymagane najpierw podanie hasła.
7. Aby zmienić wartość danej opcji konfiguracyjnej, należy naciskać klawisze strzałek pionowych. Jeżeli opcja, która ma być zmieniona jest wartością binarną lub ciągiem znaków, bit lub literę do zmiany należy wybrać za pomocą klawiszy strzałek w lewo i prawo.
8. Nacisnąć przycisk **Enter**, aby zatwierdzić nowy parametr lub przycisk kasowania **Clear**, by anulować zmianę. Nowa wartość zostanie anulowana automatycznie, jeżeli nie zostanie zatwierdzona w ciągu 15 sekund.
9. W przypadku ustawień grupy zabezpieczeń oraz ustawień rejestratora zakłóceń, zmiany muszą być zatwierdzone, zanim będą mogły być używane. Po wprowadzeniu wszystkich wymaganych zmian należy powrócić do poziomu nagłówków kolumn i nacisnąć klawisz strzałki w dół. Zanim ekran powróci do układu domyślnego, pojawi się następujące okienko:

Ustawienia aktualizacji?
ENTER lub C

10. Nacisnąć klawisz **Enter**, aby zatwierdzić nowe ustawienia lub klawisz kasowania **Clear**, by anulować nowe ustawienia.

Note:

Jeżeli przed zatwierdzeniem zmian ustawień wystąpi przekroczenie czasu bezczynności dla menu, nowe ustawienia zostaną anulowane.

Ustawienia kontroli i obsługi są aktualizowane w sposób natychmiastowy, zaraz po ich wprowadzeniu, bez wyświetlania okienka Update settings.

Zmiana programowalnego schematu logicznego (PSL) przy pomocy przedniego panelu HMI urządzenia IED nie jest możliwa.



Caution:

Niezwykle istotne jest to, że tam, gdzie instalacja wymaga specjalnego kodu PSL, odpowiedni plik .psl należy przesłać do inteligentnego urządzenia elektronicznego, dla każdej z osobna i wszystkich razem używanych grup ustawień. Jeżeli plik ten nie zostanie przesłany, zastosowany będzie fabryczny schemat PSL. Może mieć to poważne konsekwencje eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa.

26.9 TESTOWANIE ZGODNIE Z IEC 61850, WYDANIE 2

26.9.1 KORZYSTANIE Z TRYBÓW TESTOWYCH IEC 61850 EDYCJA 2

W konwencjonalnych podstacjach, funkcjonalność najczęściej opiera się na pojedynczym urządzeniu. Zazwyczaj łatwo jest fizycznie odizolować te funkcje, jako że podłączone łącza można w łatwy sposób usunąć. Jednakże w architekturze podstacji cyfrowej, funkcje mogą być rozdzielone na wiele urządzeń. Czyni to izolowanie tych funkcji bardzo trudnym, ponieważ nie istnieją żadne fizyczne przewody, które mogą być odłączone w sieci Ethernet. Logiczna izolacja różnorodnych funkcji jest zatem konieczna.

W inteligentnych urządzeniach elektronicznych obsługujących normę IEC 61850 wydanie 2 możliwe jest użycie trybu testowego do przeprowadzenia testów w trybie online. Zalety tego są następujące:

- inteligentne urządzenie elektroniczne można wprowadzić w tryb testowy, aby umożliwić testowanie urządzenia przy użyciu testowych sygnałów wejściowych oraz przy wszystkich funkcjach zabezpieczeniowych i aktywnych stykach wyjściowych.
- inteligentne urządzenie elektroniczne można przełączyć w tryb testowania/blokowania, aby umożliwić testowanie urządzenia przy użyciu testowych sygnałów wejściowych i przy wszystkich funkcjach zabezpieczeniowych aktywnych, ale stykach wyjściowych wyłączonych.
- Wyjścia komunikatów GOOSE są oznakowane, dzięki czemu urządzenia odbiorcze mogą rozpoznać, że są to sygnały testowe.
- Inteligentne urządzenie elektroniczne odbierające symulowane komunikaty GOOSE lub wartości próbkowane od urządzeń testowych może je odróżnić od normalnych komunikatów procesowych, oraz udzielić odpowiedniej odpowiedzi.

26.9.1.1 SPOSÓB DZIAŁANIA TRYBU TESTOWEGO IED

Norma IEC 61850, wydanie 2, określa, w jaki sposób inteligentne urządzenie elektroniczne reaguje na komunikaty testowe w trybach testowych oraz czy styki wyjściowe przekaźnika są aktywowane, czy nie.

Wyboru trybu działania P40 można dokonać w następujący sposób:

- Przy użyciu przedniego interfejsu użytkownika, za pomocą parametru **IED Test Mode** (tryb testowy IED) znajdującego się w kolumnie **COMMISSION TESTS** (próby odbiorcze).
- Za pomocą usługi sterowania IEC 61850 MMS przypisanej do systemu/urządzenia logicznego LLN0.Mod (**System/LLN0.Mod**)
- Korzystanie z wejścia opto przez PSL z sygnałem **Block Contacts**

W poniższej tabeli podsumowano sposób zachowania się P40 w różnych trybach:

Ustawienie trybu testowego IED	IEC 61850 Mod	Wynik
Wyłączone	zal	• Normalne zachowanie się urządzenia IED • Inteligentne urządzenie elektroniczne odpowiada tylko na przychodzące komunikaty GOOSE i SV o jakości q.test = false

Ustawienie trybu testowego IED	IEC 61850 Mod	Wynik
<i>Test</i>	test	• Zabezpieczenie pozostaje włączone • Inteligentne urządzenie elektroniczne odpowiada na przychodzące komunikaty GOOSE i SV z jakością q.test = true i q.test = false • Styki wyjściowe przekaznika są nadal aktywne • Komunikaty wyjściowe IEC 61850 mają „jakość” q.test = true • Inteligentne urządzenie elektroniczne odpowiada na przychodzące komunikaty IEC 61850 MMS tylko z jakością q.test = true
<i>Przekaznik zablk</i>	test/zablokowane	• Zabezpieczenie pozostaje włączone • Inteligentne urządzenie elektroniczne odpowiada na przychodzące komunikaty GOOSE i SV z jakością q.test = true i q.test = false • Styki wyjściowe przekaznika są wyłączone • Komunikaty wyjściowe IEC 61850 mają „jakość” q.test = true • Inteligentne urządzenie elektroniczne odpowiada na przychodzące komunikaty IEC 61850 MMS tylko z jakością q.test = true

Ustawienie trybu Test lub Contacts Blocked przełącza całe urządzenie w tryb testowy. Obiekt danych IEC 61850 **Beh** we wszystkich węzłach logicznych (za wyjątkiem LPHD oraz dowolnych węzłów logicznych zabezpieczenia, które ma wartość Beh = 5 (off) ze względu na wyłączoną funkcję) będzie w stosownych przypadkach ustawiony na wartość 3 (test) lub 4 (test/zablokowane),

26.9.2 SPOSÓB DZIAŁANIA WEJŚCIA SYMULOWANEGO

W trakcie testów używane mogą być symulowane komunikaty GOOSE oraz strumienie wartości próbkowanych.

Parametr **Subscriber Sim** w kolumnie *COMMISSION TESTS* kontroluje, czy urządzenie nasłuchuje sygnałów symulowanych czy rzeczywistych. Do zmiany tej wartości wykorzystana może być również usługa sterownia IEC 61850 przypisana do obiektu System/LPHD.Sim.

Do urządzenia mogą być dostarczone zarówno sygnały rzeczywiste jak i testowe. Maszyna stanu wewnętrznego jest wykorzystywana do kontrolowania sposobu w jaki urządzenie przełącza się pomiędzy sygnałami:

- Urządzenie IED będzie kontynuowało subskrybowanie sygnału „real” GOOSE1 (oznaczony kolorem zielonym) do momentu, gdy otrzyma pierwszy symulowany sygnał GOOSE 1 (oznaczony kolorem czerwonym). Zainicjuje to przełączenie subskrypcji.
- Po przełączeniu na nowy stan, urządzenie IED będzie kontynuowało subskrypcję symulowanego komunikatu GOOSE 1 (oznaczony kolorem czerwonym). Nawet jeśli symulowany komunikat GOOSE 1 zniknie, rzeczywisty komunikat GOOSE 1 (oznaczony kolorem zielonym) w dalszym ciągu nie będzie przetwarzany. Oznacza to, że wszystkie wirtualne wejścia pochodzące z komunikatu GOOSE 1 przeją w swój domyślny stan.
- Jedynym sposobem pozwalającym wyprowadzić inteligentne urządzenie elektroniczne z tego stanu polega na ustawieniu parametru **Subscriber Sim** z powrotem na wartość False (fałsz). Wówczas urządzenie IED niezwłocznie zatrzyma przetwarzanie symulowanych komunikatów i ponownie uruchomi przetwarzanie komunikatów rzeczywistych.
- W trakcie powyższych etapów, urządzenie IED1 jak zwykle będzie w sposób ciągły przetwarzało rzeczywiste komunikaty GOOSE 2 oraz GOOSE 3, gdy nie odebrało jakichkolwiek komunikatów symulowanych od tych, które inicjują przełączanie.

Proces jest przedstawiony na poniższym rysunku:

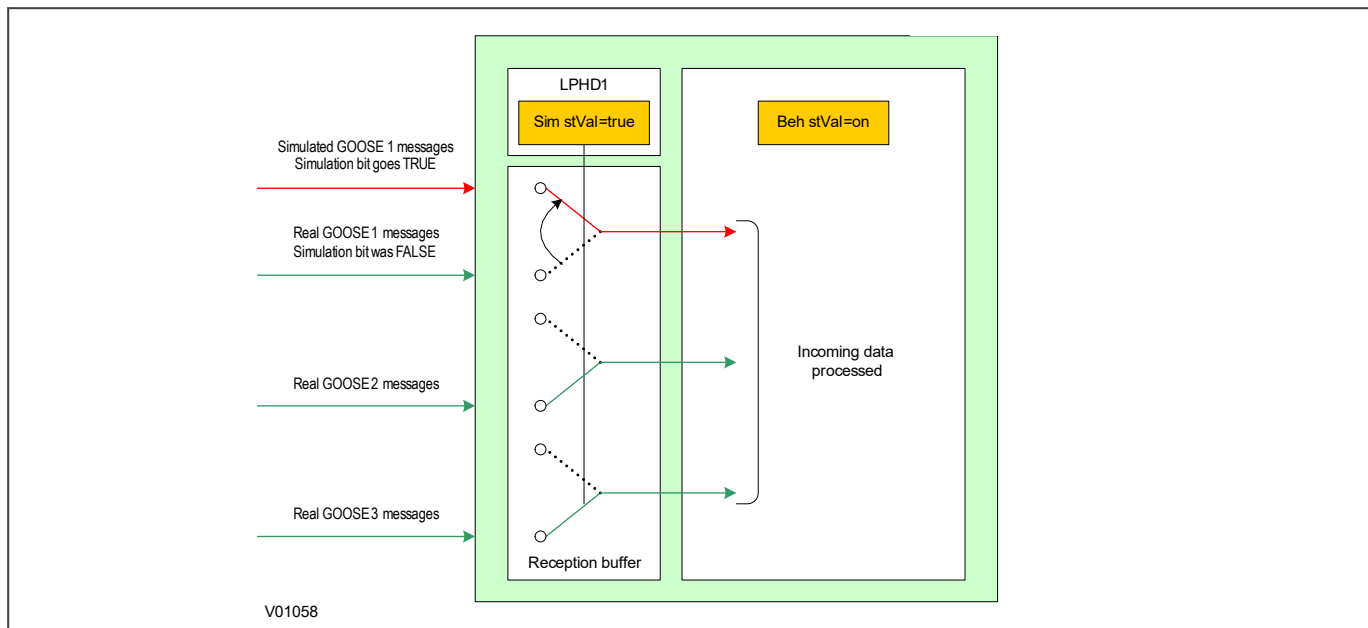


Figure 399: Sposób działania wejścia symulowanego

26.9.3 PRZYKŁADY TESTOWANIA

Przykłady te pokazują sposób testowania urządzenia IED z wartościami symulowanymi lub bez tychże wartości. W zależności od trybu testowego IED, urządzenie może odpowiedzieć zadziałaniem obiektu (przykładowo wyzwoleniem wyłącznika) lub brak działania obiektu.

26.9.3.1 PROCEDURA TESTOWA DLA WARTOŚCI RZECZYWISTYCH

Ta procedura służy do testowania z rzeczywistymi wartościami bez funkcjonującego obiektu.

1. Ustawić urządzenie w trybie „Contacts Blocked”
Należy wybrać *COMMISSION TESTS* → **IED Test Mode** → *Contacts Blocked*
2. Sprawdzić, czy nowe zachowanie zostało włączone
Wyświetlić *COMMISSION TESTS* → **IED Mod/Beh**, i sprawdzić, czy wyświetla się komunikat *Test-blocked* - test zablokowany
3. Ustawić urządzenie w trybie nasłuchiwanie symulacji
Należy wybrać *COMMISSION TESTS* → **Subscriber Sim** = *Disabled*
4. Podać rzeczywisty sygnał przy pomocy urządzenia testującego podłączonego do modułów peryferyjnych.
Urządzenie będzie w dalszym ciągu nasłuchiwać „rzeczywistych” komunikatów GOOSE i ignorować odbierane symulowane komunikaty.
5. Sprawdzić funkcję na podstawie wyjść sygnału testowego
Wyjścia binarne (np. wyzwolenie wyłącznika) nie będą działać. Wszystkie przekazywane pozycje danych GOOSE oraz MMS będą oznaczone parametrem „quality” ustawionym na „test” tak, aby odbiornik rozpoznał, że zostały one wystawione przez testowane urządzenie oraz mógł odpowiednio zareagować. Podsumowano to na poniższym schemacie:

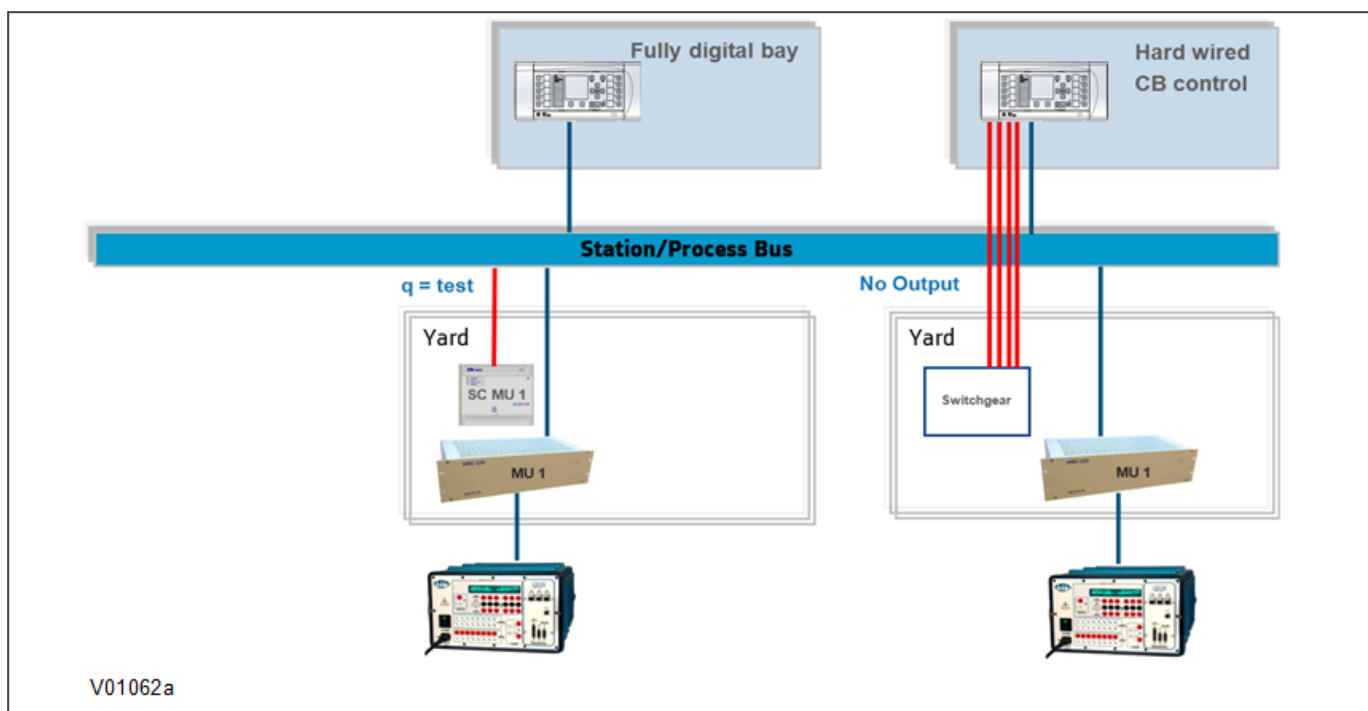


Figure 400: Przykład testu 1

26.9.3.2 PROCEDURA TESTOWA DLA SYMULOWANYCH WARTOŚCI – BRAK INSTALACJI

Ta procedura służy do testowania wartości symulowanych bez funkcjonującego obiektu.

1. Ustawić urządzenie w trybie „Contacts Blocked”
Należy wybrać *COMMISSION TESTS* → **IED Test Mode** → *Contacts Blocked*
2. Sprawdzić, czy nowe zachowanie zostało włączone
Wyświetlić *COMMISSION TESTS* → **IED Mod/Beh**, i sprawdzić, czy wyświetla się komunikat *Test-blocked* - test zablokowany
3. Ustawić urządzenie w trybie nasłuchiwanie symulacji
Należy wybrać *COMMISSION TESTS* → **Subscriber Sim** = *Enabled*
4. Podać symulowany sygnał przy pomocy urządzenia testującego podłączonego do sieci Ethernet. Urządzenie będzie w dalszym ciągu nasłuchiwać „rzeczywistych” komunikatów GOOSE do momentu odebrania symulowanego komunikatu. Po odebraniu symulowanych komunikatów, odpowiednie komunikaty „rzeczywiste” będą ignorowane do momentu, gdy urządzenie zostanie wyprowadzone z trybu testowego. Każdy komunikat jest traktowany oddzielnie, lecz wartości próbkowane są uznawane za pojedynczy komunikat.
5. Sprawdzić funkcję na podstawie wyjść sygnału testowego
Wyjścia binarne (np. wyzwolenie wyłącznika) nie będą działać. Wszystkie przekazywane pozycje danych GOOSE oraz MMS będą oznaczone parametrem „quality” ustawionym na „test” tak, aby odbiornik rozpoznał, że zostały one wystawione przez testowane urządzenie oraz mógł odpowiednio zareagować. Podsumowano to na poniższym schemacie:

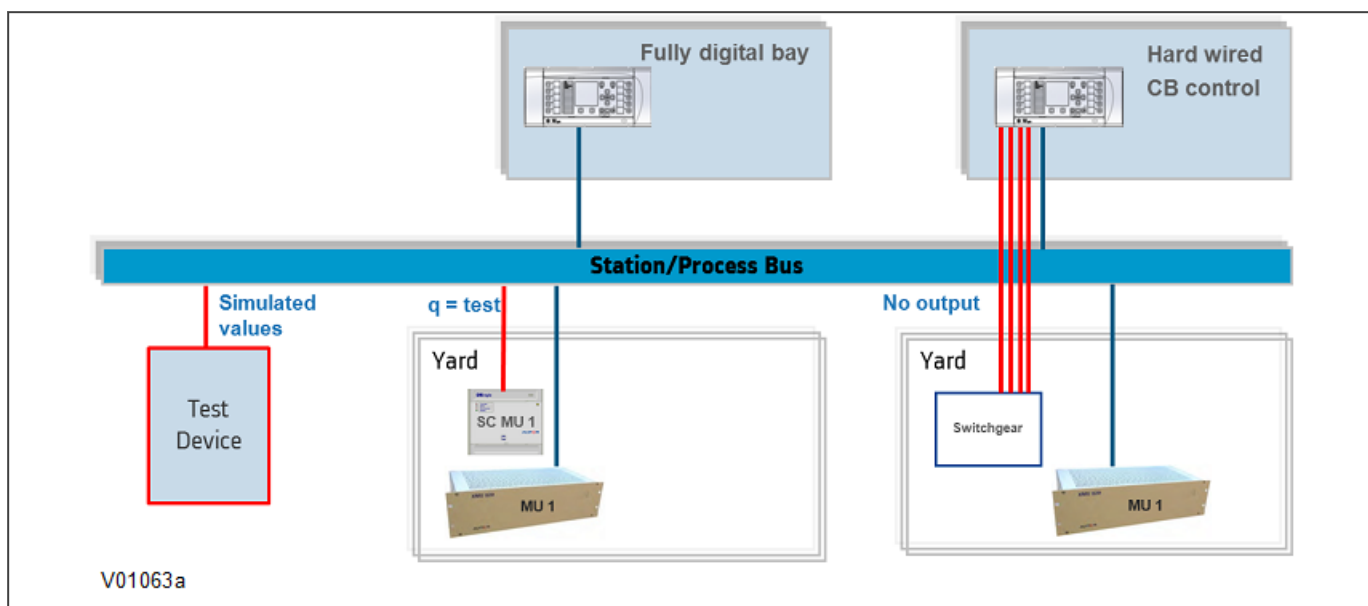


Figure 401: Przykład testu 2

26.9.3.3 PROCEDURA TESTOWA DLA SYMULOWANYCH WARTOŚCI – INSTALACJA OBECNA

Ta procedura służy do testowania wartości symulowanych z funkcjonującym obiektem.

1. Ustawić urządzenie w trybie „Contacts Blocked”
Należy wybrać *COMMISSION TESTS* → **IED Test Mode** → *Test*
2. Sprawdzić, czy nowe zachowanie zostało włączone
Wyświetlić *COMMISSION TESTS* → **IED Mod/Beh**, i sprawdzić, czy wyświetla się komunikat *Test-blocked* - test zablokowany
3. Ustawić urządzenie w trybie nasłuchiwanie symulacji
Należy wybrać *COMMISSION TESTS* → **Subscriber Sim** = *Enabled*
4. Podać symulowany sygnał przy pomocy urządzenia testującego podłączonego do sieci Ethernet.
Urządzenie będzie w dalszym ciągu nasłuchiwać „rzeczywistych” komunikatów GOOSE do momentu odebrania symulowanego komunikatu. Po odebraniu symulowanych komunikatów, odpowiednie komunikaty „rzeczywiste” będą ignorowane do momentu, gdy urządzenie zostanie wyprowadzone z trybu testowego IED. Każdy komunikat jest traktowany oddzielnie, lecz wartości próbkowane są uznawane za pojedynczy komunikat.
5. Sprawdzić funkcję na podstawie wyjść sygnału testowego.
Wyjścia binarne (np. wyzwolenie wyłącznika) nie będą w sposób normalny. Wszystkie przekazywane pozycje danych GOOSE oraz MMS będą oznaczone parametrem „quality” ustawionym na „test” tak, aby odbiornik rozpoznał, że zostały one wystawione przez testowane urządzenie oraz mógł odpowiednio zareagować. Podsumowano to na poniższym schemacie:

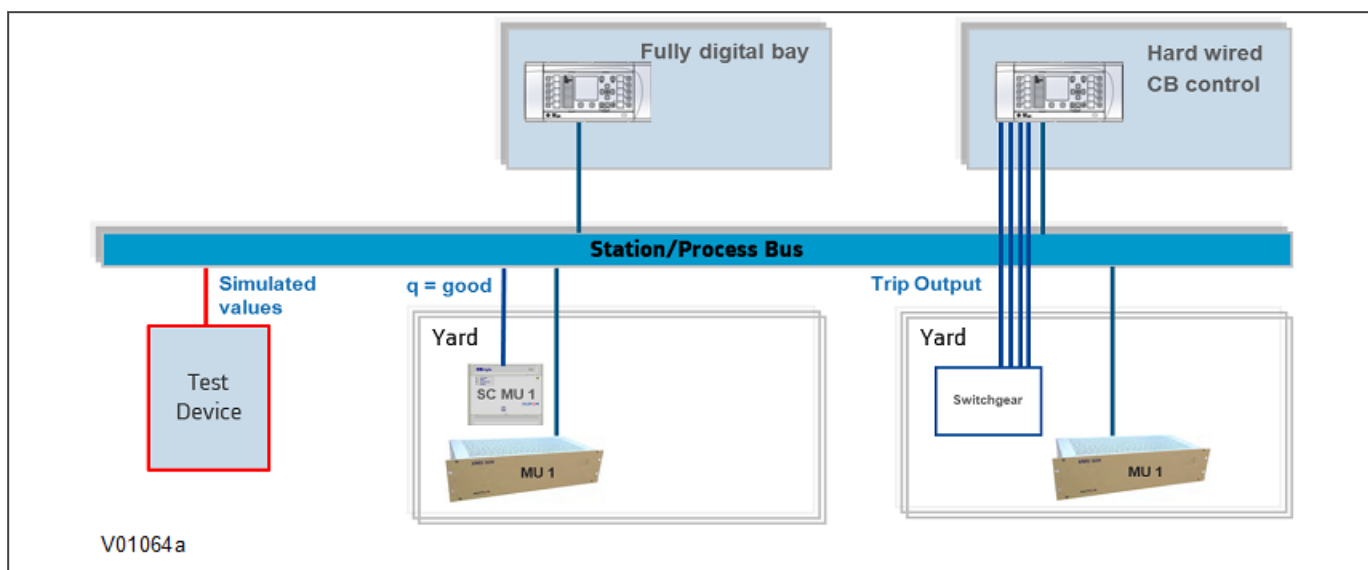


Figure 402: Przykład testu 3

26.9.3.4 CONTACT TEST

Polecenie **Apply Test** (wykonaj test) znajdujące się w tej komórce jest wykorzystywane do zmiany stanu zestyków ustawionych na działanie.

Jeżeli urządzenie zostało wprowadzone w tryb „Contact Blocked” za pomocą sygnału wejściowego (za pośrednictwem sygnału DDB **Block Contacts**) wówczas polecenie **Apply Test** nie zostanie wykonane. Ma to na celu zabezpieczenie urządzenia, które zostało zablokowane przez zewnętrzny proces i którego zestyki są pod kontrolą lokalnego operatora korzystającego z HMI.

Jeśli sygnał DDB **Block Contacts** nie jest ustawiony oraz polecenie **Apply Test** w tej komórce jest wystawione, stan zmiany zestyków oraz tekst polecenia na wyświetlaczu LCD zmienia się na *No Operation* (brak działania). Zestyki pozostają w stanie testowym do momentu, gdy zostaną zresetowane w wyniku wystawienia polecenia **Remove test**. Tekst polecenia na wyświetlaczu LCD przedstawia informację *No Operation* po wystawieniu polecenia **Remove Test**.

Note:

Gdy komórka **IED Test Mode** tryb testowy inteligentnego urządzenia elektronicznego jest ustawiona na **Styki zablokowane**, komórka **Relay O/P Status** stan wyjścia przełącznika nie pokazuje bieżącego stanu przełączników wyjściowych, więc nie można jej użyć do potwierdzenia działania przełączników wyjściowych. Dlatego też konieczne jest monitorowanie statusu każdego zestyku po kolei.

26.10 ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

26.10.1 TESTOWANIE POJEDYNCZE

Jeśli używana jest funkcja zabezpieczenia odległościowego, należy przetestować zasięgi i opóźnienia czasowe.

1. Sprawdzić ewentualne warunki zależności i odpowiednio symulować.
2. W kolumnie *KONFIGURACJE* wyłączyć wszystkie elementy zabezpieczenia poza tym, który jest testowany.
3. Należy zanotować, które elementy należy wyłączyć ponownie po testowaniu.

26.10.1.1 WARUNKI WSTĘPNE

Teraz należy podłączyć IED do urządzeń zdolnych do dostarczania fazowo-fazowych i fazowo-neutralnych woltów z prądem w prawidłowym stosunku fazowym dla określonego rodzaju zwarcia na wybranym kącie charakterystyki. Niezbędna jest możliwość zmiany impedancji pętli (zwarcie faza-ziemia lub faza-faza) przedstawionej IED.

Użyć trójfazowego cyfrowego/elektronicznego testu wtryskowego, aby ułatwić procedurę uruchomienia.

1. Jeśli testowanie elementów odległościowych używa zestawów testowych, które nie zapewniają dynamicznego modelu do generowania rzeczywistych warunków zwarcia delta, ustawić *COMMISSION TESTS > Tryb Test Stat* na *Zalaczone*. Po ustawieniu powoduje to wyłączenie kontroli selektora i zmusza zabezpieczenie do użycia konwencjonalnej (niedeltalnej) linii kierunkowej.
2. W przypadku urządzeń testowych o niższej specyfikacji które nie mogą zastosować pełnego trzyfazowego zestawu zdrowych symulowanych napięć sprzed zwarcia, nadzór VT może wymagać wyłączenia, aby uniknąć fałszywego odbioru. Ustawić *KONFIGURACJE > NADZOR* na *Odstawione*.
3. Podłączyć aparaturę testową do urządzenia, używając bloku(-ów) testowego i uważając, aby nie otworzyć obwodu żadnych uzwojeń wtórnych CT. W przypadku użycia bloków testowych typu MMLG, strona pod napięciem wtyczki testowej musi być wyposażona w łącza zwarciove przed włożeniem jej do bloku testowego.
4. Po zakończeniu testu ustawić *COMMISSION TESTS > Tryb Test Stat* z powrotem na *Odstawione*.

26.10.1.2 KONTROLA ZASIĘGU STREFY 1

Element strefy 1 jest ustawiony na kierunkowy do przodu.

1. Zastosować dynamiczne zwarcie fazy A do neutralnej, nieznacznie przekraczając oczekiwany zasięg. Czas trwania tego wtrysku powinien przekraczać ustawienie *tZ1*, ale być krótszy niż *tZ2*. Ustawienia znajdują się w kolumnie *DISTANCE*. Nie powinno dojść do wyzwolenia, a czerwona dioda LED Trip powinna pozostać WYŁĄCZONA.
2. Zmniejszyć impedancję i ponownie zastosować symulowane zwarcie.
3. Powtarzać tę procedurę aż do wystąpienia wyzwolenia. Gdy do tego dojdzie, wyświetlacz pokaże **obecność alarmów/zwarć**, a diody LED Alarm i Trip WŁĄCZĄ się.
4. Aby wyświetlić komunikat alarmu, naciskać czerwony klawisz, aż żółta alarmowa dioda LED zmieni się z migającej na stałą.
5. Przy monicie „Press clear to reset alarms”, nacisnąć klawisz C. Usuwa to rekord zwarcia z wyświetlacza.
6. Zapisać impedancję, przy której dochodzi do wyzwolenia urządzenia. Zmierzona impedancja powinna znajdować się w granicach $\pm 10\%$ oczekiwanego zasięgu.
7. Odczyt i resetowanie alarmów

Nowoczesne zestawy do badań wtryskowych obliczają oczekiwaną impedancję pętli zwarciovej z ustawień urządzenia. W przypadku innych należy sprawdzić zasięg faza-faza i potwierdzić działanie styków. Odpowiednia impedancja pętli jest podana przez sumę wektorową:

$$Z1 + Z1 \text{ residual} = Z1 + (Z1 \cdot k_{ZN} \text{ Res Comp} \angle k_{ZN} \text{ Angle}) \Omega$$

26.10.1.3 KONTROLA ZASIĘGU STREFY 2

Element strefy 2 jest ustawiony na kierunkowy do przodu.

1. Zastosować dynamiczne zwarcie B-C, nieznacznie przekraczające oczekiwany zasięg. Czas trwania tego wtrysku powinien przekraczać ustawienie tZ2, ale być krótszy niż tZ3. Ustawienia znajdują się w kolumnie *DISTANCE*. Nie powinno dojść do wyzwolenia, a czerwona dioda LED Trip powinna pozostać WYŁĄCZONA.
2. Powtórzyć test opisany powyżej, aby odszukać zasięg strefy.
3. Zapisać impedancję, przy której dochodzi do wyzwolenia urządzenia. Zmierzona impedancja powinna znajdować się w granicach $\pm 10\%$ oczekiwanego zasięgu.
4. Odczytać i zresetować alarmy.

Nowoczesne zestawy do badań wtryskowych obliczają oczekiwaną impedancję pętli zwarciowej z ustawień urządzenia. W przypadku innych należy sprawdzić zasięg faza-faza i potwierdzić działanie styków. Odpowiednia impedancja pętli jest podana przez:

$$2 \times Z2 \Omega$$

26.10.1.4 KONTROLA ZASIĘGU STREFY 3

1. Element strefy 3 jest ustawiony do przodu, odwrotnie lub jest przesunięty. Wstrzyknięty prąd musi mieć odpowiedni kierunek, aby pasować do ustawień w kolumnie *UST ODLEGLOS*.
2. Zastosować dynamiczne zwarcie C-A, nieznacznie przekraczające oczekiwany zasięg. Czas trwania tego wtrysku powinien przekraczać ustawienie timera tZ3 (zwykle tZ3 +100 ms).
3. Powtórzyć test opisany powyżej, aby odszukać zasięg strefy.
4. Zapisać impedancję, przy której dochodzi do wyzwolenia urządzenia. Zmierzona impedancja powinna znajdować się w granicach $\pm 10\%$ oczekiwanego zasięgu.
5. Odczytać i zresetować alarmy.
6. Sprawdzić, czy zastosowano prawidłowe przesunięcie odwrotne (Z3'). Ustawienie to jest w komórkach **Z3'** *Ph Rev Reach* i **Z3'** *Gnd Rev Reach*.

26.10.1.5 KONTROLA ZASIĘGU STREFY 4

Element strefy 4 jest ustawiony na kierunkowy odwrotny.

1. Zastosować dynamiczne zwarcie B-N nieznacznie przekraczające oczekiwany zasięg. Czas trwania tego wtrysku powinien przekraczać ustawienie timera tZ4 (zwykle tZ4 +100 ms).
2. Powtórzyć test opisany powyżej, aby odszukać zasięg strefy.
3. Zapisać impedancję, przy której dochodzi do wyzwolenia urządzenia. Zmierzona impedancja powinna znajdować się w granicach $\pm 10\%$ oczekiwanego zasięgu.
4. Odczytać i zresetować alarmy.

26.10.1.6 KONTROLA ZASIĘGU STREFY P

Element strefy P może być ustawiony do przodu, do tyłu lub przesunięty. Wstrzyknięty prąd musi mieć prawidłowy kierunek, aby pasować do ustawień w kolumnie *UST ODLEGLOS*.

1. Zastosować dynamiczne zwarcie C-N nieznacznie przekraczające oczekiwany zasięg. Czas trwania tego wtrysku powinien przekraczać ustawienie timera tZP (zwykle tZP +100 ms).
2. Powtórzyć test opisany powyżej, aby odszukać zasięg strefy.
3. Zapisać impedancję, przy której dochodzi do wyzwolenia przekaźnika. Zmierzona impedancja powinna znajdować się w granicach $\pm 10\%$ oczekiwanego zasięgu.
4. Odczytać i zresetować alarmy.

26.10.1.7 ZASIĘG REZYSTYWNY

Dotyczy to wyłącznie charakterystyk czworobocznych.

Sprawdzić, czy zastosowano prawidłowe ustawienia dla zasięgów rezystywnych elementu fazowego i ziemnego. Odpowiednie ustawienia to:

- R1Ph, R2Ph, R3Ph, R3Ph reverse, R4Ph i RP Ph dla stref zwarciovych fazy.
- R1Gnd, R2Gnd, R3Gnd, R3Gnd reverse, R4Gnd i RP Gnd dla stref zwarć doziemnych.

Note:

Strefa 3 ma ustawienie impedancji dla zasięgu rezystywnego do przodu (linia zasięgu rezystywnego po prawej stronie) oraz zasięgu rezystywnego w kierunku odwrotnym (linia zasięgu rezystywnego po lewej stronie).

26.10.1.8 OGRANICZNIK OBCIĄŻENIA

1. Upewnić się, że zastosowano prawidłowe ustawienia dla ogranicznika zasięgu. Ustawienia znajdują się na końcu kolumny *UST ODLEGŁOS.*
2. Upewnić się, że komórka **Load B/Angle** jest ustawiona na co najmniej 10 stopni mniej niż ustawienie **Kat linii** w kolumnie *PARAMETRY LINII*.

26.10.2 EKSPLOATACJA I PRZYPISANIE STYKÓW

Należy wstrzyknąć zwarcie w połowie zasięgu Z1, aby doprowadzić do wyzwolenia zabezpieczenia odległościowego.

26.10.2.1 FAZA A

1. Przygotować dynamiczne zwarcie fazy A do neutralnej, jak opisano powyżej.
2. Ustawić timer na uruchomienie, gdy zastosowano wstrzyknięcie i na zatrzymanie, gdy występuje wyzwolenie.
3. Aby zweryfikować prawidłowe mapowanie styków wyjściowych, po których można oczekiwać, że wyzwolą wyłączniki obwodu (wyzwolenie dowolnego dla wyzwalań 3-biegunowego, wyzwolenie A dla wyzwalań jednobiegunowego).
4. Dla zastosowań z dwoma wyłącznikami należy zatrzymać timer po zamknięciu obu styków CB1 i CB2. Monitorować, podłączając styki szeregowo, aby w razie potrzeby zatrzymać timer.
5. Zarejestrować czas wyzwolenia fazy A.
6. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.10.2.2 FAZA B

1. Przekonfigurować, aby przetestować zwarcie fazy B.
2. Powtórzyć test, tym razem upewniając się, że wyłącznik wyzwoli styki w stosunku do operacji zamknięcia fazy B.
3. Zarejestrować czas wyzwolenia fazy B.
4. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.10.2.3 FAZA C

1. Przekonfigurować, aby przetestować zwarcie fazy C.
2. Powtórzyć test, tym razem upewniając się, że wyłącznik wyzwoli styki w stosunku do operacji zamknięcia fazy C.
3. Zarejestrować czas wyzwolenia fazy C.
4. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

Średnie zarejestrowane czasy zadziałania dla trzech faz powinny zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz, gdy ustawiono je na chwilowe zadziałanie.

Note:

Jeśli niezerowy czas opóźnienia ustawiono w kolumnie menu *DISTANCE*, oczekiwany czas zadziałania jest zwykle w zakresie $\pm 5\%$ ustawienia opóźnienia plus opóźnienie „chwilowe”.

26.10.2.4 USTAWIENIA OPÓŹNIENIA CZASOWEGO

Upewnić się, że zastosowano prawidłowe ustawienia opóźnienia czasowego. Odpowiednie ustawienia znajdują się w kolumnie *LOGIKA DZIAŁANIA* i są następujące:

- tZ1 Ph Time Delay i tZ1 Gnd Time Delay
- tZ2 Ph Time Delay i tZ2 Gnd Time Delay
- tZ3 Ph Time Delay i tZ3 Gnd Time Delay
- tZP Ph Time Delay i tZP Gnd Time Delay
- tZ4 Ph Time Delay i tZ4 Gnd Time Delay
- tZQ Ph Time Delay i tZQ Gnd Time Delay
- tZR Ph Time Delay i tZR Gnd Time Delay
- tZS Ph Time Delay i tZS Gnd Time Delay

Note:

Urządzenie umożliwia rozdzielenie ustawień opóźnienia czasowego na elementy zwarcia fazowego (Ph) i doziemnego (Gnd). OBA muszą zostać sprawdzone pod kątem prawidłowego ustawienia.

26.10.3 TESTOWANIE SCHEMATÓW

Urządzenie jest testowane pod kątem reakcji na symulacje zwarc wewnątrznych i zewnętrznych, ale reakcja zależy od wybranego schematu kanału (pilot). Reakcja na optowejście „Reset Z1 Extension” jest pokazana w przypadku schematu rozszerzenia strefy 1.

Zakładamy wdrożenie konwencjonalnego schematu sygnalizacji.

Jeśli do sygnalizacji używany jest schemat InterMiCOM⁶⁴, logika schematu może nie używać optowejści do wdrożenia schematów komunikacji. W tym przypadku wewnętrzne sygnały DDB muszą zostać ustawione lub zresetowane, aby przetestować działanie schematu zabezpieczającego.

Użyć trybu testowego IM64 z wzorcem testowym IM64, aby zapewnić lub monitorować odpowiednie sygnały.

Upewnić się, że ustawiony timer testu wtryskowego jest nadal podłączony do pomiaru czasu, którego potrzebuje urządzenie do wyzwolenia. Stosowany jest szereg wtrysków zwarc, z symulacją zwarc strefy 1, końca linii lub strefy 4. Na tym etapie należy zwrócić uwagę, w której stosowane jest każde zwarcie, ale jeszcze bez wtryskiwania:

- **Zwarcie strefy 1:** symulowane dynamiczne zwarcie A-B do przodu w połowie zasięgu strefy 1.
- **Zwarcie końca linii:** symulowane jest dynamiczne zwarcie A-B do przodu na zdalnym końcu linii. Impedancja zwarcia symulowanego powinna pasować do ustawienia *PARAMETRY LINII > Impedancja linii*.
- **Zwarcie strefy 4:** symulowane jest dynamiczne zwarcie A-B w kierunku odwrotnym w połowie zasięgu strefy 4.

Poniższa tabela wskazuje oczekiwaną reakcję na różne sytuacje testowe w odniesieniu do konwencjonalnego schematu sygnalizacji.

Symulowany rodzaj zwarć	REAKCJA IED					
	Zwarcie do przodu Strefa 1		Zwarcie z przodu na końcu linii (W ramach Z1X/Z2)		Błąd w kierunku odwrotnym w strefie 4	
Odbiór sygnału opto	WŁ.	WYŁ.	WŁ.	WYŁ.	WŁ.	WYŁ.
Rozszerzenie strefy 1	Wyzwolenie	Wyzwolenie	Brak wyzwolenia	Wyzwolenie	Brak wyzwolenia	Brak wyzwolenia
Schemat blokowania	Wyzwolenie, Brak wysłania sygnału	Wyzwolenie, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Wyzwolenie, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany
Schemat dopuszczenia (PUR/PUTT)	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Wyzwolenie, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału
Schemat dopuszczenia (POR/POTT)	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału

26.10.3.1 TEST WYZWOLENIA SCHEMATU DLA ROZSZERZENIA STREFY 1

1. Zasilic energią opto-wejście **Reset Z1X** (reset rozszerzenia strefy 1). Dokonuje się tego, stosując ciągle napięcie prądu stałego na wymagane optowejsie – albo z zestawu testowego, albo z akumulatora stacji
2. Wstrzyknąć zwarcie końca linii. Czas trwania wtrysku powinien być ustawiony na 100 ms. Nie powinno dojść do żadnego wyzwolenia.
3. Pozbawić optowejsie **Reset Z1X** energii
4. Powtórzyć wstrzyknięcie testowe i zarejestrować czas działania. Powinny zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz, gdy ustawiono je na chwilowe zadziałanie.
5. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

Note:

Tutaj niezerowy czas opóźnienia $tZ1$ lub $tZ1$ Gnd ustawiono w kolumnie *DISTANCE*, oczekiwany czas zadziałania jest zwykle w zakresie $\pm 5\%$ ustawienia opóźnienia $tZ1$ plus opóźnienie „chwilowe” wspomniane powyżej.

26.10.3.2 TESTY WYZWOLENIA SCHEMATU DLA SCHEMATÓW DOPUSZCZAJĄCYCH

Ten test ma zastosowanie do schematu dopuszczającego wydłużenie i skrócenie zasięgu.

1. Zasilic energią optowejsie **Signal Receive**. Dokonuje się tego, stosując ciągle napięcie prądu stałego na wymagane optowejsie z zestawu testowego albo z akumulatora stacji.
2. Wstrzyknąć zwarcie końca linii i zarejestrować czas zadziałania. Zmierzony czas zadziałania powinien zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz, gdy ustawiono je na chwilowe zadziałanie.
3. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.
4. Pozbawić optowejsie energii **Signal Receive** (usunąć tymczasowe łącze zasilania energią, aby je WYŁ.).

Note:

Jeśli niezerowy czas opóźnienia *Aided Distance Dly* ustawiono w kolumnie *DISTANCE*, oczekiwany czas zadziałania jest zwykle w zakresie $\pm 5\%$ ustawienia opóźnienia $tZ1$ plus opóźnienie „chwilowe” opóźnienie wspomniane powyżej.

26.10.3.3 TESTY WYZWOLENIA SCHEMATU DLA SCHEMATÓW BLOKOWANIA

1. Zasilic energią optowejsie **Signal Receive**. Dokonuje się tego, stosując ciągle napięcie prądu stałego na wymagane optowejsie – albo z zestawu testowego, albo z akumulatora stacji
2. Wstrzyknąć zwarcie końca linii. Czas trwania wtrysku powinien być ustawiony na 100 ms. Nie powinno dojść do żadnego wyzwolenia.

3. Pozbawić opto-wejście **channel received** energii.
4. Powtórzyć wstrzyknięcie testowe i zarejestrować czas działania.
5. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

Note:

W przypadku schematów blokowania ustawiony jest niezerowy czas opóźnienia Aided Distance Dly, więc oczekiwany czas działania zwykle jest w zakresie $\pm 5\%$ ustawienia opóźnienia plus „chwilowe” opóźnienie działania. Czas wyzwolenia powinien zatem wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms dla 60 Hz plus $1,05 \times$ ustawienie opóźnienia.

26.10.3.4 TEST WYSYŁANIA SYGNAŁU DLA SCHEMATÓW DOPUSZCZAJĄCYCH

Ten test ma zastosowanie do schematu dopuszczenia wydłużenia i skrócenia zasięgu.

1. Ponownie podłączyć zestaw testowy, aby timer nie zatrzymywał się przez styk wyzwalający, ale zatrzymywał się przez styk **Signal Send**. Jest to styk, który zwykle jest podłączony do kanału pilota/sygnalizującego.
2. Wstrzyknąć zwarcie strefy 1 i zarejestrować czas zadziałania styku **Signal Send**. Zmierzony czas zadziałania powinien zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz.
3. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.10.3.5 TEST WYSYŁANIA SYGNAŁU DLA SCHEMATU BLOKUJĄCEGO

1. Ponownie podłączyć zestaw testowy, aby timer nie zatrzymywał się przez styk wyzwalający, ale zatrzymywał się przez styk Signal Send. Jest to styk, który zwykle jest podłączony do kanału pilota/sygnalizującego.
2. Wstrzyknąć zwarcie strefy 4 i zarejestrować czas zadziałania styku Signal Send. Zmierzony czas zadziałania powinien zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz.
3. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.10.3.6 USTAWIENIA TIMERA SCHEMATU

1. Upewnić się, że zastosowano prawidłowe ustawienia opóźnienia czasowego. Odpowiednie ustawienia w kolumnie **AIDED SCHEMES** to:
 - a. **tRev. Guard** (jeśli dotyczy/widoczne)
 - b. **Opoz Blokad** (jeśli dotyczy/widoczne)
 - c. **WI Opozni OW** (jeśli dotyczy/widoczne)
2. Po zakończeniu testów przywrócić wszystkie ustawienia, które wyłączono w celach testowych.
3. Ustawić **Tryb Test Stat** na *Odstawione*.
4. Usunąć wszelkie przewody tymczasowo podłączone do zasilania energią kanału odbierającego opto-wejście.

26.11 PORÓWNANIE KIERUNKOWE DELTA

26.11.1 TESTOWANIE POJEDYNCZE

Jeśli używany jest schemat porównania kierunkowego delta, przetestować jego działanie

1. W kolumnie *KONFIGURACJE* wyłączyć wszystkie elementy zabezpieczenia poza tym, który jest testowany.
2. Należy zanotować, które elementy należy włączyć ponownie po testowaniu.

26.11.1.1 WARUNKI WSTĘPNE

Użyć trójfazowego cyfrowego/elektronicznego testu wtryskowego, aby ułatwić procedurę uruchomienia.

Podłączyć aparaturę testową do urządzenia, używając bloku(-ów) testowego i uważając, aby nie otworzyć obwodu żadnych wtórnych CT. W przypadku użycia bloków testowych typu MMLG, strona pod napięciem wtyczki testowej musi być wyposażona w łączą zwarciowe przed włożeniem jej do bloku testowego.

26.11.1.2 TEST WTRYSKOWY POJEDYNCZY

Ten zestaw testów wtryskowych ma określić prawidłowe działanie pojedynczego IED na jednym końcu schematu. Urządzenie jest testowane w izolacji, z odłączonym kanałem komunikacyjnym do terminala linii zdalnej.

Najpierw sprawdzić, czy urządzenie nie może wysyłać lub odbierać sygnałów schematu kanału do lub z końca linii zdalnej.

Urządzenie jest testowane pod kątem reakcji na wtrysk zwarć do przodu i w kierunku odwrotnym, ale reakcja zależy od wybranego schematu kanału (pilot). Poniższa tabela wskazuje oczekiwaną reakcję na różne sytuacje testowe w odniesieniu do konwencjonalnego schematu płaskowyż

Zakładamy wdrożenie konwencjonalnego schematu sygnalizacji.

Jeśli do sygnalizacji używany jest schemat InterMiCOM⁶⁴, logika schematu może nie używać optowejś do wdrożenia schematów komunikacji. W tym przypadku wewnętrzne sygnały DDB muszą zostać ustawione lub zresetowane, aby przetestować działanie schematu zabezpieczającego.

Użyć trybu testowego IM64 z wzorcem testowym IM64, aby zapewnić lub monitorować odpowiednie sygnały.

Kierunek zwarcia w teście błędu	REAKCJA IED			
	Zwarcie z przodu		Błąd w kierunku odwrotnym	
Odbiór sygnału opto	WŁ.	WYŁ.	WŁ.	WYŁ.
Schemat blokowania	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Wyzwolenie, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany
Schemat dopuszczenia (POR/POTT)	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału

26.11.1.3 PRZYGOTOWANIE ZWARCIA W KIERUNKU DO PRZODU

Skonfigurować zestaw testowy, aby wstrzyknąć dynamiczną sekwencję wtrysków w następujący sposób:

1. Symulować zdrowy zestaw trójfazowy zrównoważonych napięć, każdy o wielkości V_n . Nie należy symulować prądu obciążeniowego. Czas trwania wtrysku powinien wynosić 1 sekundę. Krok 1 naśladuje zatem zdrową nieobciążoną linię przed wystąpieniem zwarcia.
2. Symulować zwarcie e kierunku do przodu na fazie A. Napięcie fazy A musi być symulowane tak, aby spadać o 3 razy więcej niż ustawienie **Odl. U Przod**,

$$V_a = V_n - 3 \text{ (Odl. U Przod)}$$

Prąd zwarciaowy na fazie A powinien być ustawiony na 3 razy większy od ustawienia Odl. I Przod, opóźniając kąt fazowy A równy kątowi linii,

$$I_a = 3 (Odl. I Przod) \angle -\theta \text{ Line}$$

Fazy B i C powinny zachować zdrowe napięcie sprzed zwarcia i brak prądu. Czas trwania wtrysku powinien być ustawiony na 100 ms dłużej niż ustawienia czasu **Wydł. 1 Delta Op**, **Wydł. 2 Delta Op**.

26.11.2 EKSPLOATACJA I PRZYPISANIE STYKÓW

Należy wstrzyknąć zwarcie w kierunku do przodu, aby spowodować wyzwolenie schematu. Dla schematu dopuszczającego należy zasilić energią optowejsie Signal Receive. Dokonuje się tego, stosując ciągłe napięcie prądu stałego na wymagane optowejsie – albo z zestawu testowego, albo z akumulatora stacji

Dla schematu blokowania optowejsie powinno pozostać bez zasilenia energią.

26.11.2.1 FAZA A

1. Przygotować dynamiczne zwarcie fazy A do neutralnej, jak opisano powyżej.
2. Ustawić timer na uruchomienie, gdy zastosowano wstrzyknięcie i na zatrzymanie, gdy występuje wyzwolenie.
3. Aby zweryfikować prawidłowe mapowanie styków wyjściowych, po których można oczekiwać, że wyzwolą wyłączniki obwodu (wyzwolenie dowolnego dla wyzwalań 3-biegunowego, wyzwolenie A dla wyzwalań jednobiegunowego).
4. Dla zastosowań z dwoma wyłącznikami należy zatrzymać timer po zamknięciu obu styków CB1 i CB2. Monitorować, podłączając styki szeregowo, aby w razie potrzeby zatrzymać timer.
5. Zarejestrować czas wyzwolenia fazy A.
6. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.11.2.2 FAZA B

1. Przekonfigurować, aby przetestować zwarcie fazy B.
2. Powtórzyć test, tym razem upewniając się, że wyłącznik wyzwoli styki w stosunku do operacji zamknięcia fazy B.
3. Zarejestrować czas wyzwolenia fazy B.
4. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.11.2.3 FAZA C

1. Przekonfigurować, aby przetestować zwarcie fazy C.
2. Powtórzyć test, tym razem upewniając się, że wyłącznik wyzwoli styki w stosunku do operacji zamknięcia fazy C.
3. Zarejestrować czas wyzwolenia fazy C.
4. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

Średnie zarejestrowane czasy zadziałania dla trzech faz powinny zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz, gdy ustawiono je na chwilowe zadziałanie.

Note:

Jeśli niezerowy czas opóźnienia ustawiono w kolumnie menu *DISTANCE*, oczekiwany czas zadziałania jest zwykle w zakresie $\pm 5\%$ ustawienia opóźnienia plus opóźnienie „chwilowe”.

26.11.3 TESTOWANIE SCHEMATU ZABEZPIECZAJĄCEGO DELTA

26.11.3.1 TEST WYSYŁANIA SYGNAŁU DLA SCHEMATÓW DOPUSZCZAJĄCYCH

1. Ponownie podłączyć zestaw testowy, aby timer nie zatrzymywał się przez styk wyzwalający, ale zatrzymywał się przez styk **Signal Send**. Jest to styk, który zwykle jest podłączony do kanału pilota/sygnalizującego.
2. Powtórzyć wstrzyknięcie zwarcia w kierunku do przodu i zanotować czas działania styku **Signal Send**. Zmierzony czas zadziałania powinien zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz.
3. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.11.3.2 TEST WYSYŁANIA SYGNAŁU DLA SCHEMATÓW BLOKUJĄCYCH

Skonfigurować zestaw testowy, aby wstrzyknąć dynamiczną sekwencję wtrysków w następujący sposób:

1. Symulować zdrowy zestaw trójfazowy zrównoważonych napięć, każdy o wielkości V_n . Nie należy symulować prądu obciążeniowego. Czas trwania wtrysku powinien wynosić 1 sekundę. Krok 1 naśladuje zatem zdrową nieobciążoną linię przed wystąpieniem zwarcia.
2. Symulować zwarcie w kierunku odwrotnym na fazie A. Napięcie fazy A musi być symulowane tak, aby spadać o 3 razy więcej niż ustawienie Odl.U Tyl; $V_a = V_n - 3(\text{Odl.U Tyl})$
3. Prąd zakłócenia na fazie A powinien być ustawiony na 3 razy więcej niż ustawienie DI Rev i być w antyfazie w przypadku wstrzyknięcia w kierunku do przodu; $I_a = 3(\text{Odl. I Tyl}) \angle 180^\circ - \theta \text{ Line}$
4. Przygotować dynamiczne zwarcie fazy A w kierunku odwrotnym, jak opisano powyżej. Upewnić się, że zestaw testowy symuluje kroki 1 i 2 jako jedno ciągłe przejście.
5. Ustawić timer na uruchomienie, gdy zastosowano wstrzyknięcie i na zatrzymanie, gdy występuje zamknięcie styku Signal Send schematu delta.
6. Zastosować test i zanotować czas reakcji styku Signal Send. Zmierzony czas zadziałania powinien zwykle wynosić mniej niż 20 ms dla 50 Hz i mniej niż 16,7 ms przy 60 Hz.
7. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

**Caution:**

Po zakończeniu testów przywrócić wszystkie ustawienia, które wyłączono w celach testowych.

Caution:

Usunąć wszelkie przewody tymczasowo podłączone do zasilania energią kanału odbierającego opto-wejście.

26.12 SCHEMATY KOMUNIKACJI DEF

26.12.1 SCHEMAT PILOTAŻOWY PRĄDU DOZIEMNEGO

1. Sprawdzić ewentualne warunki zależności i odpowiednio symulować.
2. W kolumnie *KONFIGURACJE* wyłączyć wszystkie elementy zabezpieczenia poza tym, który jest testowany.
3. Należy zanotować, które elementy należy włączyć ponownie po testowaniu.

Zakładamy wdrożenie konwencjonalnego schematu sygnalizacji.

Jeśli do sygnalizacji używany jest schemat InterMiCOM⁶⁴, logika schematu może nie używać optowejś do wdrożenia schematów komunikacji. W tym przypadku wewnętrzne sygnały logiczne DDB muszą zostać ustawione lub zresetowane, aby przetestować działanie schematu zabezpieczającego.

Użyć trybu testowego IM64 z wzorcem testowym IM64, aby zapewnić lub monitorować odpowiednie sygnały.

Ten zestaw testów wtryskowych ma określić prawidłowe działanie pojedynczego urządzenia na jednym końcu schematu.

Note:

Urządzenie musi być testowane w izolacji, z odłączonym kanałem komunikacyjnym do terminala linii zdalnej.

26.12.1.1 WARUNKI WSTĘPNE

1. Określić, które przekaźniki wyjściowe wybrano do zadziałania w przypadku wystąpienia wyzwolenia DEF, przeglądając programowalną logikę schematu. Jeśli wyjścia wyzwalamy są rozdzielone fazowo (różne przekaźniki wyjściowe przydzielone dla każdej fazy) przekaźnik wyjściowy przydzielony do wyzwolenia zwarć na fazie A powinien zostać użyty.
2. Podłączyć przekaźnik wyjściowy tak, aby jego zadziałanie wyzwoliło zestaw testowy i zatrzymało timer.
3. Podłączyć wyjście prądowe zestawu testowego do wejścia przekładnika prądowego fazy A.
4. Podłączyć wszystkie trzy napięcia fazowe V_a , V_b i V_c .
5. W zależności od używanego sprzętu testowego należy się upewnić, że timer jest ustawiony tak, aby uruchomić się po zastosowaniu prądu.

26.12.1.2 PRZEPROWADZENIE TESTU

1. Upewnić się, że timer jest zresetowany i przygotować następujący wtrysk testowy.
2. Symulować zwarcie e kierunku do przodu na fazie A. Napięcie fazy A musi być symulowane tak, aby spadać o 4 razy więcej niż ustawienie **KierL-EUNpol Par**; $V_a = V_n - 4$ (DEF Vpol)
3. Ustawiony prąd zakłóceńowy na fazie A musi być 2 razy większy od ustawienia progu DEF i w kierunku do przodu. Dla zwarcia w kierunku do przodu prąd I_a powinien opóźniać napięcie V_a o ustawienie **Kier L-E KatChar**; $I_a = 2$ (IN DEF Threshold $\angle \theta$ DEF)
4. Fazy B i C powinny zachować zdrowe napięcie sprzed zwarcia i brak prądu. Czas trwania wtrysku powinien być dłuższy niż ustawienie opóźnienia DEF (zwykle **Aid. 1 DEF Dly.** oraz **Aid. 2 DEF Dly.** + 100 ms).

Kierunek zwarcia w teście błędu	REAKCJA IED			
	Zwarcie z przodu		Błąd w kierunku odwrotnym	
Odbiór sygnału opto	WŁ.	WYŁ.	WŁ.	WYŁ.
Schemat blokowania	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Wyzwolenie, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany

Kierunek zwarcia w teście błędu	REAKCJA IED			
	Zwarcie z przodu		Błąd w kierunku odwrotnym	
Schemat dopuszczania (POR/POTT)	Wyzwolenie, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Sygnał wysłany	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału	Brak wyzwolenia, Brak wysłania sygnału

26.12.1.3 TEST WYZWOLENIA PRZY ZWARCIU W KIERUNKU DO PRZODU

Zwarcie w kierunku do przodu jest wstrzykiwane zgodnie z opisem, aby wywołać wyzwolenie schematu.

Dla schematu dopuszczającego należy zasilić energią optowejście **Signal Receive**. Dokonuje się tego, stosując ciągłe napięcie prądu stałego na wymagane optowejście, albo z zestawu testowego, albo z akumulatora stacji, albo z napięcia wzbudzenia IED. Inżynier uruchamiający decyduje o najlepszej metodzie.

Dla schematu blokowania opto wejście powinno pozostać bez zasilania energią (WYŁ.).

1. Zastosować zwarcie i zapisać czas wyzwolenia (faza A).
2. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

Czas wyzwolenia schematu zwarcia doziemnego (DEF) dla schematów POR (dopuszczalnie wydłużenie zasięgu) powinien być krótszy niż 40 ms.

W przypadku schematów blokowania, gdzie ustawiono niezerowe opóźnienie czasowe **DEF Dly**, oczekuje się, że czas działania mieści się zwykle w zakresie $\pm 5\%$ ustawionego opóźnienia plus „chwilowe” (40 ms) zadziałanie podane powyżej.

Nie trzeba powtarzać testu dla faz B i C, ponieważ te przydziały wyzwolenia zostały już sprawdzone podczas testów wyzwolenia odległościowego/delta.

26.12.2 TESTOWANIE SCHEMATÓW

26.12.2.1 TEST WYSYŁANIA SYGNAŁU DLA SCHEMATÓW DOPUSZCZAJĄCYCH

1. Ponownie podłączyć zestaw testowy, aby timer nie zatrzymywał się przez styk wyzwalający, ale przez styk **Signal Send** (styk, który normalnie byłby podłączony do kanału pilota/sygnalizacyjnego).
2. Powtórzyć wstrzyknięcie zwarcia w kierunku do przodu i zanotować czas działania styku **Signal Send**. Zmierzony czas działania powinien być zazwyczaj krótszy niż 40 ms.
3. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

26.12.2.2 TEST WYSYŁANIA SYGNAŁU DLA SCHEMATÓW BLOKUJĄCYCH

1. Ponownie podłączyć zestaw testowy, aby timer nie zatrzymywał się przez styk wyzwalający, ale zatrzymywał się przez styk Signal Send. Jest to styk, który zwykle jest podłączony do kanału pilota/sygnalizującego.
2. Odwrócić kierunek przepływu prądu na fazie A, aby symulować zwarcie w kierunku odwrotnym.
3. Przeprowadzić wstrzyknięcie zwarcia w kierunku odwrotnym i zarejestrować czas zadziałania styku wysyłania sygnału. Zmierzony czas działania powinien być zazwyczaj krótszy niż 40 ms.
4. Wyłączyć dopływ prądu przemiennego i zresetować alarmy.

**Caution:**

Po zakończeniu testów przywrócić wszystkie ustawienia, które wyłączono w celach testowych.

Caution:

Usunąć wszelkie przewody tymczasowo podłączone do zasilania energią kanału odbierającego opto-wejście.

26.13 ZABEZPIECZENIE PRZED UTRATĄ SYNCHRONIZMU

Do tego testu wymagany jest zestaw wtryskowy z funkcją sekwensera stanu, ponieważ testowane będą warunki dynamicznej impedancji. Cztery impedancje stanu, które będą zastosowane w procesie uruchamiania zabezpieczenia przed utratą synchronizmu, przedstawiono poniżej:

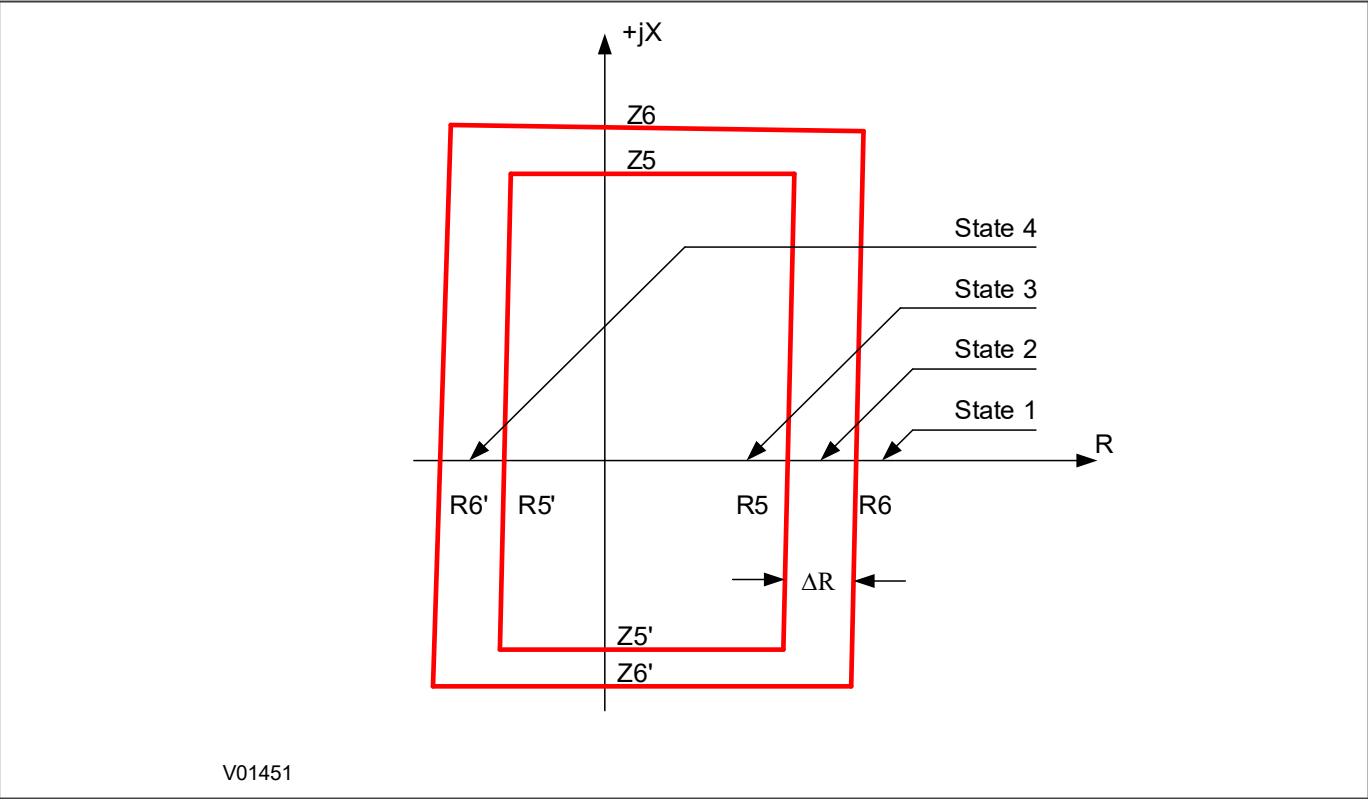


Figure 403: Impedancje stanu

W zależności od ustawień funkcji zabezpieczenia przed utratą synchronizmu (OST) użyć jednej z poniższych opcji ustawień.

- Ustawienia OST
- Ustawienie Predykcyjnego OST
- Predykcyjne i OST: ustawienie

26.13.1 USTAWIENIA OST

1. Usunąć wszystkie alarmy.
2. Ustawić timer OST na zero.
3. Aby przetestować OST, wymagana jest 4-stanowa sekwencja testowa. Na podstawie zdrowych napięć ($V_A = V_B = V_C = 57,8 \text{ V}$) obliczyć prądy, aby wygenerować impedancję jak poniżej.

	Stan 1	Stan 2	Stan 3	Stan 4
Zastosowany prąd (wszystkie 3 fazy)	$57,8/(1,1R_6)$	$57,8/(R_5+0,5(R_6-R_5))$	$57,8/(0,95R_5)$	$57,8/(1,1R_5')$
Kąt	0°	0°	0°	180°
Czas trwania	500 ms	Dłuższy niż ustawiony czas „Delta t”	100 ms	500 ms

Zastosować sekwencję 4-stanową, sprawdzić, czy wszystkie 3 fazy wyzwoliły się, a alarm OST wyświetla się na lokalnym ekranie LCD.

Note:

Kąt w powyżej tabeli to kąt pomiędzy napięciami i ich odpowiednimi prądami. W stanie 4 prądy są przesunięte o 180° od ich odpowiednich napięć.

26.13.2 USTAWIENIE PREDYKCYJNEGO OST

1. Usunąć wszystkie alarmy.
2. Ustawić timer OST na zero.
3. Aby przetestować OST, wymagana jest 3-stanowa sekwencja testowa. Na podstawie zdrowych napięć ($V_A = V_B = V_C = 57,8 \text{ V}$) obliczyć prądy, aby wygenerować impedancję jak poniżej.

	Stan 1	Stan 2	Stan 3
Zastosowany prąd (wszystkie 3 fazy)	$57,8/(1,1R_6)$	$57,8/(R_5+0,5(R_6-R_5))$	$57,8/(0,95R_5)$
Kąt	0°	0°	0°
Czas trwania	500 ms	Dłuższy niż 25 ms, ale krótszy niż ustawiony czas „Delta t”	500 ms

Zastosować sekwencję 3-stanową, sprawdzić, czy wszystkie 3 fazy wyzwoliły się, a alarm OST wyświetla się na lokalnym ekranie LCD.

26.13.3 PREDYKCYJNE I OST: USTAWIENIE

Zgodnie z predykcynym OST

26.13.4 TEST TIMERA OST

1. Powtórzyć test jak dla predykcynnego OST i sprawdzić, czy 3-fazowe wyzwalenie pojawia się po ustawionym opóźnieniu „Tost”.
2. Zapisać czas działania w arkuszu rozruchowym.

26.14 SPRAWDZANIE TAKTOWANIA ZABEZPIECZENIA

Nie ma potrzeby sprawdzania każdej funkcji zabezpieczenia. Konieczna jest kontrola wyłącznie jednej funkcji zabezpieczenia, której celem jest zweryfikowanie, czy taktowanie procesora jest prawidłowe.

26.14.1 WARUNKI ZALEŻNOŚCI

Niektóre elementy zabezpieczające można ustawić tak, aby były zależne od dostępności kanału komunikacyjnego / kanałów komunikacyjnych zabezpieczenia oraz od stanu funkcji nadzoru nad przekładnikiem napięciowym (VTS).

W przypadku testowania modelu odległościowego można na stałe włączyć zabezpieczenie odległościowe lub ustawić je tak, aby włączało się tylko w przypadku awarii kanałów komunikacji.

Elementy nadprądu i zwarć doziemnych można włączyć na stałe lub ustawić tak, aby włączały się tylko:

- w przypadku awarii kanału/kanałów komunikacyjnych zabezpieczenia
- w przypadku alarmu VTS
- zgodnie z logicznym połączeniem obu warunków.

Jeśli elementy te są włączone z zależnością od powyższych warunków, konieczne jest symulowanie warunku, aby przetestować prawidłowe działanie funkcji zabezpieczających.

Awarię komunikacji można symulować poprzez ustawienie komórki Test Loopback na Disabled i sprawdzenie, czy IED uruchamia alarm Comms Fail.

Pod koniec testu usunąć alarmy komunikacyjne i zresetować statystyki.

Alarm VTS można uruchomić, stosując napięcie 3-fazowe do wejść VT, a następnie usuwając jedno napięcie fazowe na czas przekraczający ustawienie VTS Time Delay.

Na koniec testu usunąć alarm VTS.

26.14.2 KONTROLA ZABEZPIECZENIA NADPRĄDOWEGO

Gdy wykorzystywana jest funkcja zabezpieczenia nadprądowego, należy skontrolować zabezpieczenie nadprądowe dla stopnia 1.

1. Sprawdzić ewentualne warunki zależności i odpowiednio symulować.
2. W kolumnie *KONFIGURACJE* wyłączyć wszystkie elementy zabezpieczenia poza tym, który jest testowany.
3. Należy zanotować, które elementy należy włączyć ponownie po testowaniu.
4. Podłączyć obwód testowy.
5. Wykonaj test.
6. Sprawdź czas działania.

26.14.3 PODŁĄCZANIE OBWODU TESTOWEGO

1. Do określenia, które wyjście przekątnikowe zadziała w momencie wyzwalania nadprądowego, należy użyć logiki PSL.
2. Należy wykorzystać wyjście przekątnikowe przypisane do sygnału **Trip Output A**.
3. Użyć logiki PSL do zestawienia stopnia zabezpieczenia biorącego udział w teście bezpośrednio z wyjściem przekątnikowym.

Note:

W przypadku korzystania z domyślnej logiki PSL, należy użyć wyjścia przekątnikowego 3, które została już przypisany do sygnału **DDB Trip Command Out**.

4. Podłączyć przełącznik wyjściowy tak, aby jego zadziałanie wyzwoliło zestaw testowy i zatrzymało timer.
5. Połączyć wyjście prądowe zestawu testowego z wejściem przekładnika prądowego fazy A.
Jeśli komórka **I>1 Directional** kierunkowa I>1 w kolumnie **OVERCURRENT** jest ustawiona na *Directional FWD*, prąd powinien płynąć z zacisku 2. Jeżeli jest ustawiona jako *Directional Rev*, prąd powinien wpływać do zacisku 2.
Jeżeli komórka **I>1 Directional** kierunkowa I>1 w kolumnie **OVERCURRENT** została ustawiona na *Directional FWD* lub *Directional Rev*, napięcie znamionowe powinno zostać przyłożone do zacisków 20 i 21.
6. Należy upewnić się, że w momencie przyłożenia prądu uruchamiany jest timer.

Note:

Jeżeli timer nie został zatrzymany wraz z podaniem prądu, a stopień 1 został ustawiony na działanie kierunkowe, połączenia mogą być nieprawidłowe dla ustawionego kierunku zadziałania. Należy przeprowadzić ponowny test z odwróconymi połączeniami prądowymi.

26.14.4 PRZEPROWADZANIE TESTU

1. Upewnić się, że timer jest wyzerowany.
2. Doprowadzić prąd o natężeniu dwukrotnie wyższym niż nastawa komórki **I>1 Current Set** kolumnie **OVERCURRENT**.
3. W momencie, gdy timer zostanie zatrzymany, należy zanotować wyświetlony czas.
4. Skontrolować, czy zapaliła się czerwona dioda sygnalizująca wyzwalenie.

26.14.5 SPRAWDZIĆ CZAS ZADZIAŁANIA.

Sprawdzić, czy czas zadziałania zmierzony przez człon czasowy mieści się w zakresie podanym poniżej.

Dla wszystkich charakterystyk należy uwzględnić tolerancję stosowanych urządzeń testowych.

Charakterystyka	Czas pracy równy dwukrotności bieżącego ustawienia i mnożnik czasu / pokrętko czasu ustawione na 1,0	
	Wartość znamionowa (w sekundach)	Zakres (w sekundach)
Staly czas	Ustawienie I>1 Zwłoka czasowa	Ustawienie ±2%
IEC S Inverse	10.03	9.53 - 10.53
IEC V Inverse	13.50	12.83 - 14.18
IEC E Inverse	26.67	24.67 - 28.67
UK LT Inverse	120.00	114.00 - 126.00
IEEE M Inverse	3.8	3.61 - 4.0
IEEE V Inverse	7.03	6.68 - 7.38
IEEE E Inverse	9.50	9.02 - 9.97
US Inverse	2.16	2.05 - 2.27
US ST Inverse	12.12	11.51 - 12.73

Note:

Za wyjątkiem charakterystyki czasowo niezależnej, podane czasy zadziałania odnoszą się do nastawy mnożnika czasowego krzywych IED (TMS) lub mnożnika czasowego krzywych IEEE (TDS) ustawionego na 1. Dla uzyskania innych wartości TMS lub TDS, wartości te muszą być odpowiednio zmienione.

Dla charakterystyki czasowo niezależnej oraz czasowo zależnej istnieje dodatkowa zwłoka wynosząca odpowiednio, maksymalnie 0,02 sekundy oraz 0,08 sekundy. Może zaistnieć potrzeba dodania jej do akceptowalnego zakresu czasów zadziałania.

**Caution:**

Po zakończeniu testów należy przywrócić wszystkie ustawienia do specyfikacji klienta.

26.15 KONTROLA SYSTEMOWA I KONTROLA SYNCHRONIZMU

Funkcja ta dokonuje porównania pomiędzy napięciem linii a napięciem szyny.

Można porównać dwa wejścia napięciowe:

- jedno z wejścia przekładnika napięciowego, od wyłącznika po stronie linii (główny PN),
- jedno z przekładnika napięciowego, od wyłącznika po stronie szyny (wejście CS VT).

W większości przypadków wejście PN linii jest trójfazowe, podczas gdy PN szyny są jednofazowe.

Wejścia przekładników napięciowych szyny są zwykle jednofazowe, tak więc systemowe kontrole napięcia są przeprowadzane na pojedynczych fazach a PN może być włączony w napięcie międzyfazowe bądź fazowe.

Z tych przyczyn IED musi być zaprogramowane przy odpowiednim podłączeniu. Parametr **CS Input** w kolumnie **CT AND VT RATIOS** (przekładnie PP oraz PN) można ustawić na A-N, B-N, C-N, A-B, B-C lub C-A, w zależności od zastosowania.

Wejścia PN szyny jednofazowej mają powiązane ustawienia kompensacji przesunięcia fazy i amplitudy napięcia, które to mają kompensować różnice dla kąta i amplitudy prawidłowego napięcia pomiędzy wejściem PN kontroli synchronizacji a PN wybranej fazy odniesienia. Oto one:

- **KS Przez Przek U i KS Modul Przek U**

Wszelkie pomiary napięcia lub porównania wykorzystujące sygnały wejściowe PN szyny są wykonywane z wykorzystaniem wartości skompensowanych.

Każdy kontrolowany wyłącznik może mieć załączone dwa stopnie kontroli synchronizmu, zgodnie z ustawieniami:

- **Kontrole systemowe, Funkcja KS1** oraz **Funkcja KS2**

Gdy warunki systemowej kontroli napięcia są spełnione, odpowiednie sygnały DDB przyjmują stan wysoki, zgodnie z poniższym:

- DDB (883): Kontr Sync 1 OK.
- DDB (884): Kontr Sync 2 OK.

Te sygnały DDB powinny być przypisane do portu monitorowania/kopiowania i używane do sygnalizowania, że został spełniony warunek systemowej kontroli synchronizmu.

26.15.1 CHECK SYNCHRONISM PASS

1. Zwracając uwagę na ustawienia kontroli synchronizmu należy zidentyfikować właściwe zaciski wejść PN oraz sygnały napięcia wstrzykiwania, które powinny zapewnić spełnienie kryteriów systemowej napięciowej kontroli synchronizmu.
2. Sprawdzić, czy sygnały DDB mają stan wysoki.

26.15.2 CHECK SYNCHRONISM FAIL

1. Zmienić sygnały napięciowe tak, by kryteria nie były spełnione.
2. Sprawdzić, czy odpowiednie sygnały DDB przyjęły stan niski.

26.16 CHECK TRIP AND AUTORECLOSE CYCLE

Jeżeli używana jest funkcja SPZ, wyzwolenie wyłącznika i cykl SPZ można przetestować automatycznie używając ustawień odpowiednich dla danej aplikacji.

Aby przetestować wyzwalać i operację zamykania bez zadziałania wyłącznikiem, spełnione muszą być poniższe warunki:

- Sygnał DDB **CB Healthy** nie powinien być przypisany lub, jeżeli jest przypisany, musi mieć stan wysoki.
 - Wejścia CB status (52A, itd.) nie powinny być przypisane lub, jeżeli są przypisane, powinny być aktywowane, aby odwzorować działanie wyłącznika.
 - Niektóre modele można skonfigurować do wyzwalać jednobiegunowego. Jeśli skonfigurowano do wyzwalać jednobiegunowego, ustawić **CT/VT RATIO** > **VT Connected** na *No* lub zastosować odpowiednie sygnały napięciowe, aby zapobiec przekształceniu logiki braku bieguna w wyzwalać 3-biegunowe.
1. Aby przetestować pierwszy cykl SPZ na trzech fazach, należy ustawić **COMMISSION TESTS** > **Test Autoreclose** na *Trip 3 Pole*. IED wykonuje cykl wyzwolenia/ponowienia zamknięcia.
 2. Powtórzyć tę operację, aby przetestować kolejne cykle SPZ na trzech fazach.
 3. Sprawdzić wszystkie przełączniki wyjściowe (użyte do wyzwalać i zamykania wyłącznika lub blokowania innych urządzeń), tj. to, czy czasy ich działania podczas cyklu wyzwalać/zamykania są prawidłowe.

Sprawdzić cykle SPZ dla warunków wyzwolenia na pojedynczej fazie, dla każdej fazy osobno, ustawiając kolejno **COMMISSION TESTS** > **Test Autoreclose** na *Trip Pole A*, *Trip Pole B* i *Trip Pole C*.

26.17 TESTY KOMUNIKACJI OD KOŃCA DO KOŃCA

Jeśli IED jest używane w schemacie z komunikacją InterMiCOM⁶⁴, należy przeprowadzić kompleksowe testowanie kanałów komunikacyjnych zabezpieczenia.

W tej sekcji wszystkie pętle zwrotne są usunięte i potwierdzono zadowalającą komunikację między końcami linii IED w schemacie.

Note:

Komunikacja od końca do końca wymaga działającego kanału telekomunikacyjnego między końcami linii (może to być łącze multiplexowe lub połączenie bezpośrednie). Jeśli kanał telekomunikacyjny nie jest dostępny, nie można ustanowić komunikacji od końca do końca. O ile lokalna praktyka operacyjna nie stanowi inaczej, należy postępować zgodnie z instrukcjami zawartymi w tej sekcji, aby schemat był gotowy do działania, gdy kanały telekomunikacyjne staną się dostępne.

Note:

Obwód wyzwalający powinien pozostać odizolowany podczas tych testów, aby zapobiec przypadkowemu działaniu powiązanego wyłącznika obwodu.

26.17.1 USUWANIE LOKALNYCH PĘTLI ZWROTNYCH

Poza usuwaniem pętli zwrotnej ta sekcja sprawdza, czy okablowanie i światłowody są ponownie podłączone. Jeśli zainstalowano układy sprzęgające P591, P592 lub P593, stosuje się również ustawienia dla konkretnego zastosowania.

1. Sprawdzić rejestry alarmów, aby upewnić się, że w czasie trwania testu pętli zwrotnej nie doszło do awarii komunikacji. Jeśli konieczne było „uszkodzenie” komunikacji podczas testowania nieprądowych elementów różnicowych, obserwować zachowanie komunikacji przez kilka minut przed usunięciem pętli zwrotnych.
2. Gdy zachowanie komunikacji w pętli zwrotnej jest zadowalające, ustawić **COMMISSION TESTS > Tryb Testowy i Test petli** na *Odstawione*.

Note:

Większość wymaganych poziomów mocy sygnałów optycznych już została zmierzona i zarejestrowana. Jeśli całą sygnalizacja korzysta z układów sprzęgających P59x, dalsze pomiary nie są konieczne. Jeśli jednak używana jest światłowodowa komunikacja bezpośrednia 56/64 kb/s lub C37.94, konieczne są dalsze pomiary.

26.17.1.1 PRZYWRACANIE BEZPOŚREDNIEGO POŁĄCZENIA ŚWIATŁOWODOWEGO

Przywracając bezpośrednie połączenia światłowodowe, sprawdzić poziom mocy optycznej odebranej ze zdalnego/ zdalnych IED.

1. Usunąć włókna testu pętli zwrotnej na obu końcach każdego używanego kanału, ponownie podłączyć kable światłowodowe do komunikacji między IED.
2. Dla każdego zamontowanego kanału usunąć włókno łączące odbiornik optyczny (RX).
3. Używając miernika mocy optycznej, zmierzyć poziom sygnału odbieranego ze zdalnego IED. Pomiar powinien mieścić się w zakresie –25,4 dBm i –16,8 dBm dla połączeń światłowodowych 850 nm oraz –37 dBm i –7 dBm dla połączeń światłowodowych 1300 nm
4. Zapisać odebrany poziom mocy.
5. Ponownie podłączyć włókno/włókna do odbiornika/odbiorników IED.



Warning:

NIGDY nie należy patrzeć bezpośrednio w port transmisyjny lub na koniec włókna światłowodowego, gdyż może to poważnie uszkodzić oczy.

26.17.1.2 PRZYWRACANIE POŁĄCZEŃ ŚWIATŁOWODOWYCH C37.94

Przywracając połączenia światłowodowe C37.94, sprawdzić poziom mocy optycznej odebranej z IED i multipleksera C37.94.

1. Usunąć włókna testu pętli zwrotnej i na obu końcach każdego używanego kanału.
2. Ponownie podłączyć kable światłowodowe do komunikacji między IED i multiplekserem zgodnym z C37.94.
3. Sprawdzić, czy wartość odebrana z IED na multiplekserze C37.94 oraz odebrana przez IED z multipleksera C37.94 mieści się w zakresie $-25,4$ dBm (min) a $-16,8$ dBm (maks).
4. Zapisać odebrany poziom mocy.
5. Ponownie podłączyć włókno/włókna do odbiornika/odbiorników IED.

**Warning:**

NIGDY nie należy patrzeć bezpośrednio w port transmisyjny lub na koniec włókna światłowodowego, gdyż może to poważnie uszkodzić oczy.

26.17.1.3 KOMUNIKACJA PRZY UŻYCIU UKŁADÓW SPRZĘGAJĄCYCH P59X

Jeśli zewnętrzne okablowanie zostało usunięte w celu ułatwienia testowania, upewnić się, że zostało przywrócone zgodnie z odpowiednim diagramem połączeń lub schematu.

Dla P591:

1. Sprawdzić, czy okablowanie jest prawidłowe.
2. Upewnić się, że dioda LED stanu jest włączona.
3. W przypadku użycia protokołu C37.94 upewnić się, że jeden układ P591 jest ustawiony jako nadrzędny, a drugi P591 jako podrzędny.

Dla P592:

1. Ustawić przełącznik V.35 LOOPBACK na pozycji 0.
2. Ustawić przełączniki CLOCK SWITCH, DSR, CTS i DATA RATE na każdym układzie do pozycji wymaganej dla konkretnego zastosowania.
3. Upewnić się, że przełącznik OPTO LOOPBACK jest w pozycji 0.
4. Jeśli ma to zastosowanie, wymienić drugorzędną pokrywę przednią.

Dla P593:

1. Ustawić przełącznik X. 21 LOOPBACK na pozycji OFF.
2. Upewnić się, że przełącznik OPTO LOOPBACK jest także w pozycji OFF.
3. Jeśli ma to zastosowanie, wymienić drugorzędną pokrywę przednią.

26.17.2 USUWANIE ZDALNYCH PĘTLI ZWROTNYCH

Usunąć pętle zwrotne na zdalnym terminalu podłączonym do kanału 1 i kanału 2, powtarzając kroki przewidziane w przypadku usuwania lokalnych pętli zwrotnych.

26.17.3 WERYFIKACJA KOMUNIKACJI MIĘDZY IED

Zresetować wszelkie wskazania alarmów i sprawdzić, czy nie pojawiają się kolejne alarmy awarii komunikacji.

1. Sprawdzić stan kanału i opóźnienia propagacji w kolumnie *POMIARY 4* dla kanału 1 (i kanału 2, jeśli dotyczy).
2. Sprawdzić, czy dwa pierwsze bity „Channel Status” (Rx and Tx) wyświetlają „1” (11*****), gdzie * oznacza stan „don't care”).

3. Usunąć statystyki i zapisać liczbę ważnych komunikatów oraz liczbę komunikatów błędnych po minimum 1 godzinie.
4. Upewnić się, że stosunek błędnych do dobrych komunikatów jest większy niż 10^{-4} .
5. Zapisać zmierzone opóźnienia propagacji komunikatów dla kanału 1 i 2 (jeśli dotyczy).

26.18 TESTY SCHEMATÓW OD KOŃCA DO KOŃCA

Ta sekcja ma na celu sprawdzenie, czy kanał sygnalizacyjny jest w stanie przesyłać sygnały ON/OFF używane w schematach komunikacji między końcami linii zdalnej.

Przed testowaniem sprawdzić, czy kanał jest zdrowy. Na przykład, jeśli łącze nośnika linii energetycznej jest w użyciu, niemożliwe może być wykonanie testów do czasu eksploatacji zabezpieczonego obwodu.

26.18.1 SCHEMAT KOMUNIKACJI 1

Schemat komunikacji 1 można przetestować, obsługując styki wyjściowe, by naśladować przesyłanie sygnału kanału komunikacji.

Do tych testów inżynier musi być obecny na obu końcach linii: na lokalnym końcu, aby wysyłać sygnały wspomagane, a także na zdalnym końcu, aby obserwować, czy sygnały są odbierane. Niezbędne jest także połączenie telefoniczne między dwoma inżynierami uruchamiającymi.

1. Ustawić IED w trybie testowym, ustawiając *COMMISSION TESTS* > **Tryb Testowy** na *Blocked*.
2. Zapisać, który styk jest przypisany jako wyjście **Signal Send 1**.
3. Wybrać ten styk wyjściowy jako styk do przetestowania i dać znać inżynierowi na zdalnym końcu, że styk będzie testowany.

26.18.1.1 PRZYGOTOWANIE NA ZDALNYM KOŃCU

Na zdalnym końcu inżynier musi potwierdzić przypisanie **Monitor Bits** w kolumnie *COMMISSION TESTS*, aby widzieć kanał wspomagany po przybyciu.

Przewinąć w dół i upewnić się, że komórkę **Monitor Bit 1** ustawiono na *DDB493*, a komórkę **Monitor Bit 5** ustawiono na *DDB507*. Komórka Test Port Status odpowiednio ustawia lub resetuje bity, które teraz reprezentują Aided 1 Scheme Receive (DDB493) oraz Aided 2 Scheme Receive (DDB507), a bit najbardziej wysunięty na prawo reprezentuje Aided Channel 1. Od teraz inżynier na zdalnym końcu powinien monitorować wskazanie komórki **Test Port Status**.

26.18.1.2 PRZEPROWADZANIE TESTU

1. Na lokalnym końcu ustawić *TESTY EKSPLOAT* > **Test styków** na *Uruchom test*.
2. Zresetować przekaźnik wyjściowy, ustawiając *TESTY EKSPLOAT* > **Test styków** na *Remove Test*.
3. Upewnić się u inżyniera na zdalnym końcu, że sygnał Aided Channel 1 zmienił status zgodnie z oczekiwaniami. Komórka **Test Port Status** powinna była zareagować zgodnie z poniższą tabelą.

Nr DDB				507				493
Bit monitorowania	8	7	6	5	4	3	2	1
Test styku WYŁ.	X	X	X	X	X	X	X	0
Test styku zastosowany (WŁ.)	X	X	X	X	X	X	X	1
Test WYŁ.	X	X	X	X	X	X	X	0

X = Don't Care

Teraz przywrócić IED do eksploatacji, ustawiając *COMMISSION TESTS* > **Tryb Testowy** na *Odstawione*.

26.18.1.3 KONTROLA KANAŁU W KIERUNKU ODWROTNYM

Powtórzyć procedurę testowania schematu komunikacji 1, ale tym razem sprawdzić, czy kanał prawidłowo reaguje, gdy jest kluczowany ze zdalnego końca. Inżynier uruchamiający na zdalnym końcu powinien przeprowadzić test styku przy obserwacji Monitor Option na lokalnym końcu.

26.18.2 SCHEMAT KOMUNIKACJI 2

1. Jeśli ma to zastosowanie, powtórzyć test dla kanału komunikacji 2.
2. Przywrócić urządzenie do eksploatacji, ustawiając *COMMISSION TESTS* > **Test Mode** na *Odstawione*.

26.19 KONTROLE POD OBCIĄŻENIEM


Warning:

Kontrole pod obciążeniem są potencjalnie bardzo niebezpieczne i mogą je przeprowadzać wyłącznie wykwalifikowane i upoważnione osoby.

Kontrole pod obciążeniem można przeprowadzić tylko wtedy, gdy nie ma ograniczeń uniemożliwiających zasilenie instalacji, a pozostałe urządzenia w grupie zostały już uruchomione.

Należy usunąć wszystkie przewody testowe oraz tymczasowe zworki, a następnie ponownie podłączyć każdy zewnętrzny przewód, który został usunięty na potrzeby przeprowadzenia testu.


Warning:

Jeżeli jakiegokolwiek zewnętrzne okablowanie zostało odłączone w celu przeprowadzenia procesu uruchamiania, należy je podłączyć ponownie zgodnie z odpowiednim schematem lub diagramem połączeń zewnętrznych.

26.19.1 POTWIERDZANIE PRAWIDŁOWOŚCI WYKONANIA POŁĄCZEŃ NAPIĘCIOWYCH

1. Korzystając z miernika uniwersalnego, należy zmierzyć napięcia po stronie wtórnej przekładnika napięciowego, aby upewnić się, że ich wartości znamionowe są prawidłowe.
2. Sprawdzić, czy rotacja faz w instalacji jest prawidłowa korzystając z miernika rotacji faz.
3. Należy porównać wartości napięć fazowych strony wtórnej z wartościami zmierzonymi, które można znaleźć w kolumnie menu *MEASUREMENTS 1*.

Komórka w kolumnie MEASUREMENTS 1	Odpowiednia przekładnia przekładnika napięciowego (w kolumnie CT/VT RATIOS)
VAB MAGNITUDE VBC MAGNITUDE VCA MAGNITUDE UAN MODUL UBN MODUL *	Main VT Primary / Main VT Sec'y (strona pierwotna głównego PN / Strona wtórna głównego PN)
K/S Modul U	CS VT Primary / CS VT Secondary (Strona pierwotna PN CS / Strona wtórna PN CS)

Jeżeli komórka **Local Values** jest ustawiona na *Secondary*, wyświetlone wartości powinny być równe przyłożonemu napięciu wtórnemu. Wartości powinny mieścić się w granicach 1% przyłożonego napięcia wtórnego. Jednakże, konieczne jest uwzględnienie dodatkowej tolerancji w zależności od stosowanego sprzętu testującego.

Jeżeli komórka **Local Values** (wartości lokalne) jest ustawiona na *Primary* (strona Pierwotna), wyświetlone wartości będą równe przyłożonemu napięciu wtórnemu przemnożonemu przez przekładnię odpowiedniego przekładnika napięciowego, ustawioną w kolumnie *CT & VT RATIOS*. Wartość mierzona mieścić się w granicach 1% wartości spodziewanej, z uwzględnieniem dodatkowej tolerancji wynikającej z dokładności stosowanego sprzętu testowego.

26.19.2 POTWIERDZANIE PRAWIDŁOWOŚCI WYKONANIA POŁĄCZEŃ PRĄDOWYCH

1. Zmierzyć wartości po stronie wtórnej przekładnika prądowego dla każdego wejścia:
 - a. odczyt z panelu interfejsu urządzenia (o ile został wcześniej zweryfikowany testem iniekcji po stronie wtórnej)
 - b. za pomocą cęgowego miernika prądu
2. Upewnić się, że biegunowości przekładników prądowych są prawidłowe poprzez wykonanie pomiaru przesunięcia fazowego między prądem a napięciem, lub za pomocą dokładnego miernika fazowego zainstalowanego w stacji do pomiaru kierunku mocy i przekazywania informacji do centralnej dyspozycji mocy.
3. Upewnić się, że prąd płynący w obwodzie neutralnym przekładników prądowych jest odpowiednio mały i można go pominąć.

Jeżeli komórka **Local Values** jest ustawiona na *Secondary*, wyświetlone wartości powinny być równe przyłożonemu napięciu wtórnemu. Wartości powinny mieścić się w granicach 1% przyłożonego napięcia wtórnego. Jednakże, konieczne jest uwzględnienie dodatkowej tolerancji w zależności od stosowanego sprzętu testującego.

Jeżeli komórka **Local Values** (wartości lokalne) jest ustawiona na *Primary* (strona Pierwotna), wyświetlone wartości będą równe przyłożonemu napięciu wtórnemu przemnożonemu przez przekładnię odpowiedniego przekładnika napięciowego, ustawioną w kolumnie *CT & VT RATIOS*. Wartość mierzona mieścić się w granicach 1% wartości spodziewanej, z uwzględnieniem dodatkowej tolerancji wynikającej z dokładności stosowanego sprzętu testowego.

26.19.3 KONTROLA KIERUNKOWOŚCI POD OBCIĄŻENIEM

Ten test pozwala sprawdzić, czy funkcje zabezpieczenia kierunkowego nadprądowego oraz lokalizatora zwarcia w prawidłowy sposób reagują na zwarcia lub obciążenie w kierunku w przód/do tyłu. Aby przeprowadzić powyższy test, w pierwszej kolejności należy znać rzeczywisty kierunek przepływu mocy w sieci. Jeżeli nie ma pewności co do kierunku, należy go określić przy pomocy sąsiedniego oprzyrządowania lub zabezpieczenia znajdującego się już w eksploatacji.

- W przypadku prądu obciążenia przepływającego w kierunku w przód (moc wysyłana w stronę wyniesionego końca linii), komórka **A Phase Watts** w kolumnie *MEASUREMENTS 2* powinna wskazywać moc dodatnią.
- W przypadku prądu obciążenia przepływającego w kierunku do tyłu (moc pobierana z wyniesionego końca linii), komórka **A Phase Watts** w kolumnie *MEASUREMENTS 2* powinna wskazywać moc ujemną.

Note:

Kontrola ta ma zastosowanie wyłącznie w przypadku parametru *Measurement Modes* (tryby pomiarowe) ustawionego na wartość 0 (domyślnie) oraz 2. Ten parametr można sprawdzić w kolumnie *MEASURE'T SETUP* (**Measurement Mode** = 0 lub 2). Jeżeli używany są tryby pomiarowe 1 lub 3, oczekiwane wskazania przepływu mocy powinny być przeciwne do tych, które przedstawiono powyżej.

W przypadku jakiegokolwiek niepewności, należy sprawdzić kąt przesunięcia fazowego pomiędzy prądami fazowymi a odpowiadającymi im napięciami fazowymi.

26.20 TESTY KOŃCOWE

1. Usunąć wszystkie przewody probiercze oraz tymczasowe przewody zwierające.
2. Jeżeli istniała konieczność odłączenia jakiegokolwiek zewnętrznego okablowania w celu przeprowadzenia testów weryfikacyjnych okablowania, należy ponownie zainstalować wszystkie przewody, bezpieczniki oraz zworki zgodnie z odpowiednim schematem lub diagramem połączeń zewnętrznych.
3. Zastosowane ustawienia powinny być dokładnie porównane z wymaganymi ustawieniami specyficznymi dla danego zastosowania, w celu upewnienia się, że są one prawidłowe oraz nie zostały omyłkowo zmienione w trakcie testów.
4. Należy upewnić się, że w kolumnie *CONFIGURATION* (Konfiguracja) włączono (*ENABLED*) wszystkie wymagane elementy zabezpieczające.
5. Należy upewnić się, że urządzenie IED zostało przywrócone do pracy, sprawdzając, czy w komórce **Test Mode** w kolumnie *COMMISSION TESTS* ustawiono opcję *Disabled*.
6. Jeżeli inteligentne urządzenie elektroniczne znajduje się w nowej instalacji lub jeżeli na wyłączniku przeprowadzano prace konserwacyjne, licznik konserwacji wyłącznika oraz licznik prądu powinny zostać wyzerowane. Liczniki te można wyzerować przy pomocy komórki **Reset All Values**. Jeżeli wymagany poziom uprawnień nie jest aktywny, urządzenie wyświetli monit z prośbą o wprowadzenie hasła tak, aby zmiana ustawień mogła być wykonana.
7. Jeżeli dla celów testu został zmieniony język menu, powinien być przywrócony do ustawień preferowanych przez klienta.
8. Jeżeli zainstalowano blok testowy P991/MMLG, należy wyjąć wtyk testowy P992/MMLB oraz założyć osłonę tak, aby zabezpieczenie mogło zostać oddane do eksploatacji.
9. Należy upewnić się, że wszystkie zapisy zdarzeń, zapisy zwarć, zapisy zakłóceń, alarmy oraz diody sygnalizacyjne i statystyki dotyczące komunikacji zostały zresetowane.

Note:

Należy pamiętać, aby po zakończeniu rozruchu przywrócić język menu preferowany przez klienta.

26.21 URUCHAMIANIE P59X

W przypadku konfiguracji schematu, który obejmuje urządzenie P59x, trzeba także uruchomić urządzenie P59x. Poniższe instrukcje opisują procedurę uruchomienia P59x.

26.21.1 KONTROLA WZROKOWA

**Warning:**

Należy sprawdzić dane znamionowe znajdujące się pod górną pokrywą, z przodu inteligentnego urządzenia elektronicznego.

Warning:

Należy sprawdzić, czy testowane urządzenie IED jest odpowiednie dla linii zasilającej lub obwodu.

Warning:

Zapisać dane obwodu i szczegóły systemu.

Warning:

Sprawdzić wartość znamionową prądu w obwodach wtórnych przekładnika prądowego i zapisać, który zaczepek przekładnika prądowego jest aktualnie wykorzystywany.

Należy dokładnie sprawdzić, czy nie nastąpiło fizyczne uszkodzenie IED od czasu jego instalacji.

Upewnić się, czy złącza uziemienia obudowy (znajdujące się w lewym dolnym rogu z tyłu obudowy urządzenia IED) są wykorzystywane do podłączenia urządzenia IED do lokalnej szyny uziemiającej za pomocą odpowiedniego przewodu.

26.21.2 IZOLACJA

Badania rezystancji izolacji podczas przekazywania do eksploatacji należy wykonać tylko, jeżeli jest to wyraźnie wymagane.

Należy odizolować od ziemi wszystkie okablowania i sprawdzić izolację testerem elektronicznym lub bezszczotkowym przy napięciu stałym nie przekraczającym 500 V. Zaciski tych samych obwodów należy tymczasowo ze sobą połączyć.

Rezystancja izolacji powinna być większa niż 100 MΩ przy 500 V.

Po wykonaniu testów wytrzymałościowych izolacji, należy upewnić się, że całe okablowanie zewnętrzne jest prawidłowo ponownie podłączone do IED.

Note:

Obwody V.35 i X.21 odpowiednio P592 i P593 są izolowane od wszystkich innych obwodów, ale elektrycznie podłączone do obudowy zewnętrznej. Dlatego obwody nie mogą być testowane pod kątem izolacji czy impulsów do obudowy.

26.21.3 OKABLOWANIE ZEWNĘTRZNE

**Caution:**

Należy sprawdzić, czy zewnętrzne okablowanie jest zgodne z odpowiednim urządzeniem IED oraz schematami połączeń. Należy upewnić się, że kolejność faz/rotacja faz jest zgodna z założeniem.

26.21.4 ZASILANIE POMOCNICZE P59X

Urządzenia P591 działają z zasilania pomocniczego DC w zakresie od 19 V do 65 V dla wersji 24–48 V i od 87,5 do 300 V dla wersji 110–250 V.

Układy P592 i P593 działają z zasilania pomocniczego DC w zakresie od 19 V do 300 V.

Bez zasilania urządzenia energią zmierzyć zasilanie pomocnicze, aby upewnić się, że znajduje się ono w zakresie roboczym.

Urządzenia zaprojektowano tak, aby wytrzymywały element pulsacji prądu przemiennego do 12% normalnego zasilania pomocniczego prądem stałym. Jednak we wszystkich przypadkach wartość szczytowa zasilania prądem stałym nie może przekraczać maksymalnego określonego limitu roboczego.

**Warning:**

Nie zasilать energią urządzenia lub układu sprzęgającego za pomocą ładowarki z odłączonym akumulatorem, gdyż może to nieodwracalnie uszkodzić obwód zasilania.

26.21.5 DIODY LED URZĄDZENIA P59X

Po włączeniu zasilania zielona dioda LED „SUPPLY HEALTHY” powinna być stale podświetlona, wskazując, że urządzenie jest w dobrym stanie.

Tylko P592

Cztery diody LED można przetestować, odpowiednio ustawiając przełączniki DIL na przedniej płycie. Ustawić przełącznik szybkości transmisji danych zgodnie z dostępną przepustowością kanału komunikacyjnego. Ustawić wszystkie inne przełączniki na 0. Aby podświetlić diody LED „DSR OFF” i „CTS OFF”, odłączyć złącze V. 35 od tylnej części P592 i ustawić przełączniki „DSR” i „CTS” na 0. Diody LED „OPTO LOOPBACK” i „V.35 LOOPBACK” można podświetlić, ustawiając ich odpowiednie przełączniki na 1.

Gdy działanie diod LED zostanie potwierdzone, ustawić wszystkie przełączniki DIL, poza „OPTO LOOPBACK”, na 0 i ponownie podłączyć złącze V.35.

Tylko P593

Ustawić przełącznik „X.21 LOOPBACK” w pozycji ON. Zielona dioda „CLOCK” i czerwona dioda „X.21 LOOPBACK” powinny się zaświecić. Ustawić przełącznik „X.21 LOOPBACK” w pozycji OFF.

Ustawić przełącznik „OPTO LOOPBACK” w pozycji ON. Czerwona dioda LED „OPTO LOOPBACK” powinna się zaświecić. Nie resetować przełącznika „OPTO LOOPBACK”, gdyż musi być on w tym położeniu przy następnym teście.

26.21.6 POZIOM ODEBRANEGO SYGNAŁU OPTYCZNEGO

1. Z kablem światłowodowym podłączonym do nadajnika optycznego P54x odłączyć drugi koniec kabla od odbiornika P59x (Rx) i użyć miernika mocy optycznej do zmierzenia poziomu odebranego sygnału. Wartość powinna mieścić się w zakresie od $-16,8$ dBm do $-25,4$ dBm.
2. Zapisać zmierzoną wartość i podłączyć złącze do odbiornika P59x.

**Warning:**

NIGDY nie należy patrzeć bezpośrednio w port transmisyjny lub na koniec włókna światłowodowego, gdyż może to poważnie uszkodzić oczy.

26.21.7 POZIOM NADAJNIKA OPTYCZNEGO

1. Używając odpowiedniego kabla światłowodowego, podłączyć nadajnik optyczny (Tx) do miernika mocy optycznej.
2. Sprawdzić, czy średnia przenoszona moc mieści się w zakresie od $-16,8$ dBm do $-22,8$ dBm.
3. Zapisać poziom mocy przenoszonej.
4. Podłączyć odpowiednie włókno optyczne do podłączenia nadajnika P591 do odbiornika optycznego IED
5. Powrót do IED

26.21.8 TEST PĘTLI ZWROTNEJ

P591

Konieczne jest zapętlenie przenoszonego sygnału elektrycznego G. 703 na terminalach 3 i 4 urządzenia P591 do sygnału odebranego na terminalach 7 i 8.

Jeśli w schemacie zostały zaprojektowane łącza testowe, aby to ułatwić, należy to wykorzystać. Alternatywnie odłączyć całe zewnętrzne okablowanie od terminali 3, 4, 7 i 8 z tyłu każdego urządzenia P591. Zapętląć sygnały G. 703 na każdym urządzeniu, podłączając łącze przewodowe między terminalami 3 a 7, a drugie między terminalami 4 i 8.

P592

Z przełącznikiem „OPTO LOOPBACK” w pozycji 1 porty optyczne odbierające i przekazujące są ze sobą połączone. Pozwala to przetestować komunikację światłowodową między IED a P592, ale nie wewnętrzne obwody samego urządzenia P592.

P593

Ustawić przełącznik „OPTO LOOPBACK” w pozycji OFF, a przełącznik „X. 21 LOOPBACK” w pozycji ON. Z przełącznikiem „X. 21 LOOPBACK” w tym położeniu linie odbierania danych i przesyłania danych interfejsu komunikacji X.21 są ze sobą połączone. Pozwala to na przetestowanie komunikacji światłowodowej między IED a P593, a także obwodów wewnętrznych urządzenia P593.

ROZDZIAŁ 27

KONSERWACJA I ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW

27.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

Rozdział zatytułowany Konserwacja oraz rozwiązywanie problemów zawiera szczegóły dotyczące sposobu prowadzenia konserwacji oraz rozwiązywania problemów dla produktów opartych na platformie Px4x oraz P40Agile. Należy zawsze stosować się do zamieszczonych w tym rozdziale informacji oznaczonych znakami ostrzegawczymi. Nieprzestrzeganie ich może skutkować obrażeniami ciała lub uszkodzeniami urządzeń.

**Caution:**

Przed podjęciem jakichkolwiek prac związanych z obsługą urządzenia, użytkownik powinien zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa lub z Instrukcją Bezpieczeństwa SFTY/4LM oraz z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia.

Część rozdziału dotycząca rozwiązywania problemów zawiera informacje pozwalające zidentyfikować zaistniały błąd urządzenia IED, dzięki czemu może być podjęte odpowiednie działanie korygujące.

Jeżeli w urządzeniu wystąpiła usterka, zazwyczaj można określić, który moduł wymaga wymiany. Nie jest możliwe przeprowadzenie naprawy wadliwego modułu na miejscu u klienta.

Jeżeli zajdzie potrzeba zwrotu wadliwego zespołu lub modułu do producenta lub jednego z zatwierdzonych centrów serwisowych, należy dołączyć wypełnioną kopię formularza zgłoszenia serwisowego (RMA).

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	775
Konserwacja	776
Rozwiązywanie problemów	785

27.2 KONSERWACJA

27.2.1 KONTROLE KONSERWACYJNE

Ze względu na newralgiczny charakter zastosowania urządzeń GE Vernova, należy je w regularnych przedziałach czasu kontrolować pod kątem prawidłowego działania. Żywotność produktów firmy GE Vernova przekracza 20 lat.

Urządzenia wyposażono w funkcję autonadzoru, dzięki czemu ich konserwacja jest mniej wymagająca niż konserwacja wcześniejszych konstrukcji. Większość zaistniałych problemów sygnalizowana będzie alarmem wskazującym, że podjęte powinny być odpowiednie działania zapobiegawcze. Niemniej jednak, okresowo należy przeprowadzać pewne testy weryfikujące poprawną pracę urządzeń oraz potwierdzające integralność okablowania zewnętrznego. Obowiązkiem klienta jest określenie przedziału czasu pomiędzy konserwacjami. Jeżeli w przedsiębiorstwie użytkownika funkcjonuje program konserwacji zapobiegawczej, zalecane kontrole produktu powinny zostać objęte tym programem. Okresy konserwacji zależne są od wielu czynników, takich jak:

- środowisko pracy,
- dostępność w miejscu instalacji,
- ilość zasobów ludzkich pozostających w dyspozycji,
- znaczenie instalacji w systemie elektroenergetycznym,
- konsekwencje awarii.

Choć w pewnym zakresie prawidłowość działania poszczególnych funkcji może być sprawdzona zdalnie, kontrole te ograniczają się głównie do sprawdzenia, czy urządzenie dokonuje poprawnych pomiarów prądów i napięć oraz do sprawdzania liczników konserwacji wyłącznika. Z tego powodu, kontrole w ramach konserwacji powinny być przeprowadzane również lokalnie, w miejscu instalacji.



Caution:

Przed podjęciem jakichkolwiek prac związanych z obsługą urządzenia, użytkownik powinien zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa lub z Instrukcją Bezpieczeństwa SFTY/4LM oraz z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia.

27.2.1.1 ALARMY

W pierwszej kolejności należy sprawdzić diodę LED statusu alarmowego w celu identyfikacji wszelkich zaistniałych warunków alarmowych. Jeżeli dioda jest zapalona, należy naciskać przycisk odczytu, wyświetlając w ten sposób poszczególne alarmy.

Po rozwiązaniu wszystkich problemów, należy skasować alarmy. Spowoduje to skasowanie sygnalizacji odpowiednich diod LED.

27.2.1.2 OPTOIZOLATORY

Sprawdzić wejścia optyczne powtarzając próbę odbiorczą opisaną szczegółowo w rozdziale Uruchomienie.

27.2.1.3 PRZEKAŹNIKI WYJŚCIOWE

Sprawdzić wyjścia przekaźnikowe powtarzając próbę odbiorczą opisaną szczegółowo w rozdziale Uruchomienie.

27.2.1.4 DOKŁADNOŚĆ POMIAROWA

Jeśli sieć elektroenergetyczna znajduje się pod napięciem, wartości mierzone mogą być porównane ze znanymi wartościami/parametrami sieci, w celu weryfikacji, czy znajdują się one w przewidywanym zakresie. Jeżeli znajdują

się w zadanym zakresie, oznacza to, że przekształcanie A/C oraz obliczenia są przeprowadzane prawidłowo. Odpowiednie metody testowe można znaleźć w rozdziale Uruchomienie.

Alternatywnie, można porównać wartości zmierzone ze znanymi wartościami podanymi na urządzenie za pomocą bloku testowego, jeżeli jest na wyposażeniu, lub wartościami podanymi bezpośrednio na zaciski urządzenia. Odpowiednie metody testowe można znaleźć w rozdziale Uruchomienie. Testy te mają na celu udowodnienie zachowania dokładności kalibracji.

27.2.2 WYMIANA URZĄDZENIA

Jeżeli w eksploatowanym produkcie wystąpi usterka, w zależności od jej rodzaju następuje zmiana położenia zestyków przekaźnika watchdog oraz wywołany zostaje alarm. W przypadku awarii można wymienić całe urządzenie lub tylko wadliwy układ elektroniczny wskazany przez wbudowane oprogramowanie diagnostyczne.

O ile to możliwe należy wymienić kompletne urządzenie, ponieważ zmniejsza to ryzyko zwarcia z powodu wyładowań elektrostatycznych, a ponadto eliminuje ryzyko montażu niekompatybilnego zamiennika układu obwodów drukowanych. Jakkolwiek demontaż zainstalowanego produktu może być trudny i może wystąpić konieczność wymiany wadliwej płytki obwodów drukowanych na miejscu montażu. Obudowa oraz tylny zespół listew zaciskowych są zaprojektowane tak, aby ułatwić wymianę kompletnego urządzenia bez konieczności rozłączania okablowania.



Caution:

Wymiana płytek obwodów drukowanych wymaga właściwych warunków w miejscu montażu (czysto oraz sucho) jak również odpowiednio przeszkolonego personelu.



Caution:

Jeżeli naprawa nie zostanie przeprowadzona przez zatwierdzone centrum serwisowe, gwarancja zostanie unieważniona.



Caution:

Przed podjęciem jakichkolwiek prac związanych z obsługą urządzenia, użytkownik powinien zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa lub z Instrukcją Bezpieczeństwa SFTY/4LM jak również z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia. Pozwoli to na uniknięcie uszkodzeń spowodowanych nieodpowiednią obsługą komponentów elektronicznych.



Warning:

Przed podjęciem pracy przy tylnej części urządzenia należy odciąć napięcie oraz dopływ prądu.

Note:

Wejścia przekładnika prądowego są wyposażone w zintegrowane łączniki zwierające, które ze względów bezpieczeństwa zamykają się podczas zdejmowania listwy zaciskowej.

Aby wymienić całe urządzenie:

1. Ostrożnie odłączyć odpowiednie kable nie podłączone do zespołów listew zaciskowych (np. kable światłowodowe IRIG-B, uziemienia) z tyłu urządzenia.
2. Wykręć śruby mocujące zespół listew zaciskowych za pomocą śrubokręta magnetycznego, aby zminimalizować ryzyko zgubienia śrub lub pozostawienia ich w zespole listew zaciskowych.
3. Nie używając nadmiernej siły, unikając uszkodzenia okablowania, odciągnąć zespół listew zaciskowych od złączy wewnętrznych.

4. Wykręcić śruby listwy zaciskowej mocujące urządzenie do panelu i regału. Śruby te mają większą średnicę i są dostępne kiedy zamontowane pokrywy dostępne są otwarte.
5. Wysunąć urządzenie z panelu i regału. Należy zachować ostrożność, gdyż urządzenie jest ciężkie ze względu na masę wewnętrznych przekładników.
6. Aby ponownie zainstalować urządzenie, należy postępować zgodnie w powyższych instrukcjach, lecz w odwrotnej kolejności, upewniając się, że każdy zespół listew zaciskowych ponownie znalazł się w prawidłowym położeniu oraz że złącza uziemienia obudowy, IRIG-B oraz światłowodu zostały ponownie podłączone. Zespoły listew zaciskowych oznaczono alfabetycznie naklejkami zaczynającymi się od litery „A” po lewej stronie, patrząc od tyłu.

Po ponownym zainstalowaniu urządzenia należy je ponownie uruchomić zgodnie z opisem w rozdziale Uruchomienie.



Caution:

Jeżeli górna i dolna pokrywa dostępowa zostały usunięte, zostanie uzyskany dostęp do śrub o mniejszej średnicy. **NIE WYKRĘCAĆ** tych śrub, ponieważ mocują one panel przedni do urządzenia.

Note:

Dostępne są cztery rodzaje zespołów listew zaciskowych: Wejścia RTD/CLIO, wysokoobciążalne, średnioobciążalne oraz MiDOS. Listwy zaciskowe mocuje się do panelu tylnego za pomocą śrub z rowkiem lub krzyżakiem, w zależności od typu listwy zaciskowej. Nie wszystkie typy listew zaciskowych są dostępne we wszystkich produktach.

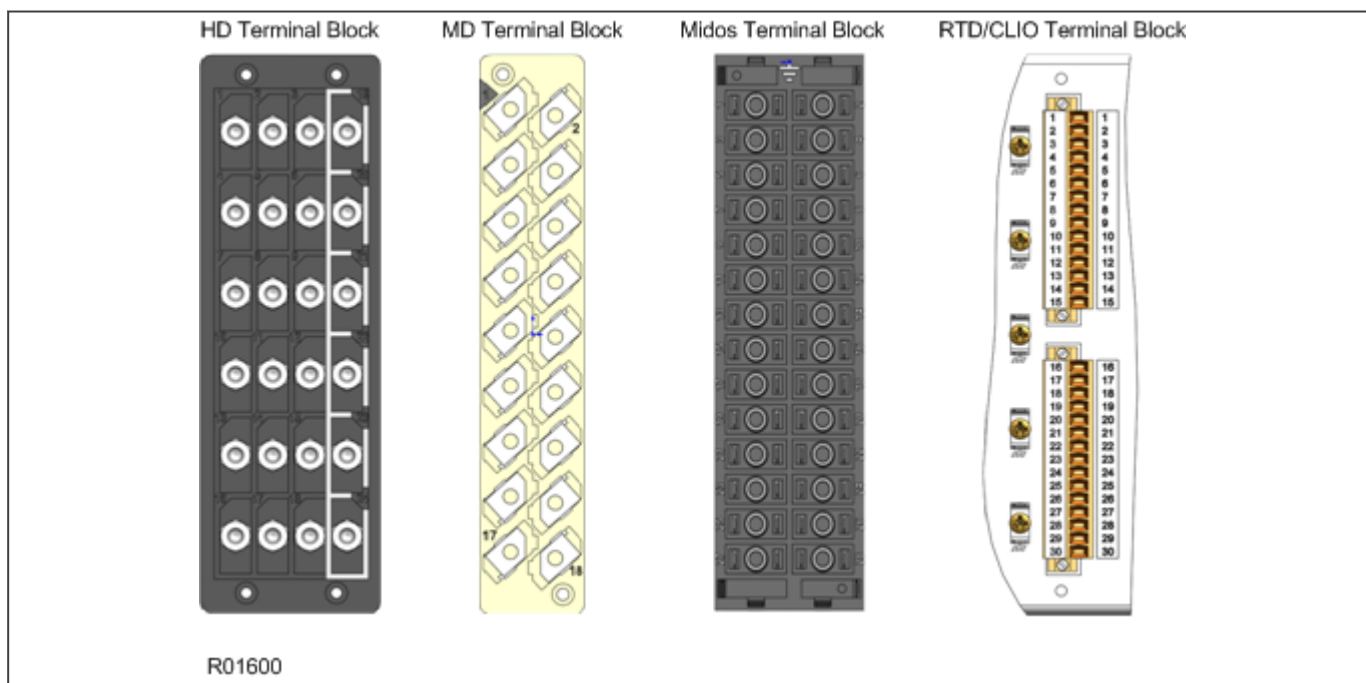


Figure 404: Dostępne rodzaje zespołów listew zaciskowych

27.2.3 NAPRAWA URZĄDZENIA

Jeżeli w eksploatowanym produkcie wystąpi usterka, w zależności od jej rodzaju następuje zmiana położenia zestyków przekaźnika watchdog oraz wywołany zostaje alarm. W przypadku awarii, wymienione powinno zostać albo całe urządzenia, albo tylko wadliwa płytki obwodów drukowanych, zidentyfikowana przez wbudowane oprogramowanie diagnostyczne.

Wymiany układów drukowanych oraz innych wewnętrznych elementów mogą dokonywać wyłącznie zatwierdzone centra serwisowe. Brak upoważnienia serwisu posprzedażnego przed podjęciem prac na urządzeniu może skutkować unieważnieniem gwarancji.

Zespoły automatyków są dostępne na całym świecie, dlatego zaleca się powierzanie wszelkich napraw przeszkolonym inżynierom.

27.2.4 ZDEJMOWANIE PANELU PRZEDNIEGO

**Warning:**

Przed zdjęciem panelu przedniego w celu wymiany płytki obwodów drukowanych w pierwszej kolejności należy odłączyć zasilanie pomocnicze oraz odczekać 5 sekund, aby wewnętrzne kondensatory mogły się rozładować. Należy również odizolować złącza przekładnika napięciowego i prądowego oraz obwodu wyzwalania.

**Caution:**

Przed zdemontowaniem panelu przedniego, użytkownik powinien zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa lub z Instrukcją Bezpieczeństwa Obsługi i Konserwacji SFTY/4LM jak również z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia.

W celu zdemontowania panelu przedniego należy:

1. Otworzyć górną i dolną pokrywę dostępową. Przed usunięciem mocowanej na zawiasach pokrywy, należy ją otworzyć o więcej niż 90°.
2. Usunąć pomocniczą, przeźroczystą pokrywę czołową, jeżeli jest zamontowana.
3. Naciskiem skierowanym na zewnątrz, przyłożonym w środkowej części pokryw dostępowych spowodować ich ugięcie i zdjąć je z zawiasu, aby umożliwić ich usunięcie. W ten sposób uzyskuje się dostęp do śrub mocujących panel przedni do obudowy.
4. Odkręcić i usunąć śruby. Obudowa o rozmiarach 40TE posiada cztery śruby z łbem z gniazdem krzyżowym mocujące panel przedni do obudowy - po jednej w każdym rogu, we wpuszczanych otworach. Obudowy 60TE/80TE posiadają dwie dodatkowe śruby znajdujące się w połowie górnej i dolnej krawędzi panelu czołowego.
5. Po usunięciu śrub, pociągnąć cały panel przedni ku przodowi, aby oddzielić go od metalowej obudowy. Panel przedni jest połączony z zespołem obwodów elektrycznych za pomocą 64-przewodowego kabla wstążkowego.
6. Kabel wstążkowy jest przymocowany do panelu czołowego przy pomocy złącza IDC, przy czym gniazdo znajduje się na kablu, a wtyczka z zatraskami zabezpieczającymi na panelu czołowym. Delikatnie wypchnąć zatraski zabezpieczające w kierunku na zewnątrz, co spowoduje zwolnienie gniazda złącza. Usunąć gniazdo z wtyczki, aby rozłączyć panel przedni.

**Caution:**

Nie usuwać śrub z większą średnicą łba, które są dostępne, kiedy zamontowane pokrywy dostępowe są otwarte. Śruby te utrzymują przełącznik w jego mocowaniu (panelu lub stojaku).

**Caution:**

Wewnętrzne obwody elektryczne przełącznika są nieosłonięte i nie są chronione przed wyładowaniami elektrostatycznymi oraz wnikaniem pyłu. Należy zatem przestrzegać ściśle zaleceń związanych z pracą w warunkach zagrożenia wyładowaniami elektrostatycznymi oraz zapewnić czystość.

27.2.5 WYMIANA PŁYTEK OBWODÓW DRUKOWANYCH

1. Aby wymienić którąkolwiek z płytek obwodów drukowanych, należy najpierw usunąć panel przedni.
2. Po usunięciu panelu przedniego, płytki obwodów drukowanych są dostępne. Numery znajdujące się powyżej obrysu obudowy służą do identyfikacji slotów prowadzących dla każdej płytki obwodów drukowanych. Każda płytką obwodu drukowanego posiada naklejkę z numerem odpowiedniego slotu prowadzącego, w celu zapewnienia poprawnego podłączenia płytki po jej uprzednim demontażu. W tylnej części metalowej osłony panelu przedniego znajduje się etykieta przypominająca numerację slotów.
3. Odłączyć 64-przewodowy kabel wstążkowy od płytki PCB, która ma być wymieniona.
4. Wyjąć płytkę zgodnie ze dedykowanymi dla niej instrukcjami zamieszczonymi w dalszej części niniejszego rozdziału.

Note:

W celu zapewnienia zgodności, wadliwa płytką obwodów drukowanych powinna zawsze być wymieniana na płytkę o tym samym numerze katalogowym.

27.2.5.1 WYMIANA PŁYTKI PROCESORA GŁÓWNEGO

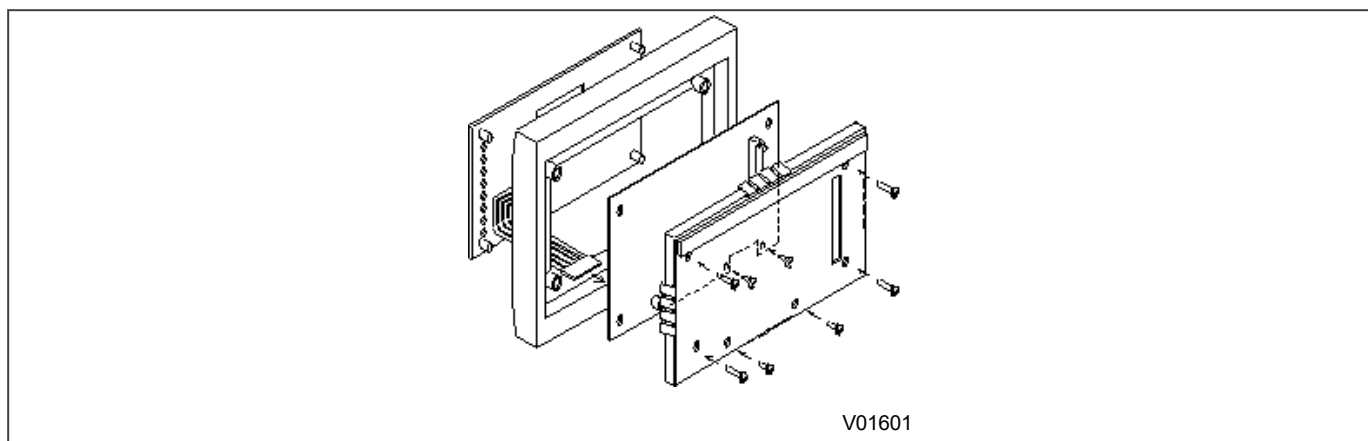
Płytką procesora głównego znajduje się w panelu czołowym. Płytką ta w swojej pamięci nieulotnej przechowuje ustawienia specyficzne dla danego zastosowania. Użytkownik może zrobić kopię zapasową tych ustawień. Pozwoli to zaoszczędzić czas w trakcie procesu ponownego przekazania do eksploatacji.

Aby wymienić układ procesora głównego należy

1. Zdemontować panel przedni.
2. Umieścić panel przedni interfejsem użytkownika skierowanym w dół i wykręcić sześć śrub z metalowej osłony, jak pokazano na poniższym rysunku. Usunąć metalową płytkę.
3. Wykręcić śruby mocujące płytę procesora głównego.
4. Ostrożnie odłączyć kabel wstążkowy. Uważać, gdyż łatwo go uszkodzić przez nadmierne skręcenie.
5. Wymienić płytę główną procesora
6. Zmontować ponownie panel przedni postępując odwrotnie do procedury demontażu. Upewnić się, że kabel wstążkowy został podłączony z powrotem do płytki procesora głównego i przykręcone zostały wszystkie śruby (osiem sztuk).
7. Zamocować z powrotem panel przedni.
8. Zamocować ponownie i zamknąć pokrywę dostępowe, a następnie docisnąć zawiasy pomocnicze w kształcie litery "T" tak, aby zatrzasnęły się na powrót w panelu czołowym.
9. Po zmontowaniu urządzenia przeprowadzić standardową procedurę uruchomieniową, zgodnie z rozdziałem Uruchomienie.

Note:

Po wymianie układu procesora głównego, wszystkie ustawienia wymagane dla danego zastosowania należy wprowadzić ponownie. Można to zrobić ręcznie lub poprzez wgranie odpowiedniego pliku konfiguracyjnego.

**Figure 405: Zespół panelu przedniego**

27.2.5.2 WYMIANA PŁYTEK KOMUNIKACYJNYCH

Większość urządzeń będzie wyposażonych w przynajmniej jedną płytkę komunikacyjną. Dostępnych jest kilka różnych typów płytek oferujących różne funkcje, w zależności od zastosowania. Niektóre urządzenia mogą być nawet wyposażone w dwa układy różnych typów.

Aby wymienić uszkodzoną płytkę komunikacyjną, należy:

1. Zdemontować panel przedni.
2. Rozłączyć wszystkie połączenia z tyłu.
3. Płytkę jest umocowana w obudowie przekaźnika za pomocą dwóch śrub, dostępnych jedna z góry, druga z dołu. Ostrożnie usunąć śruby, gdyż nie są one zabezpieczone przed wypadnięciem z panelu tylnego.
4. Delikatnie pociągnąć płytkę komunikacyjną ku przodowi i wyjąć z obudowy.
5. Przed zamontowaniem wymiennej płytki PCB, sprawdzić, czy numer na okrągłej etykiecie znajdującej się przy przedniej krawędzi PCB zgadza się z numerem slotu, do którego płytkę będzie montowana. Jeżeli numeru slotu brak lub jest on niepoprawny, zapisać odpowiedni numer slotu na etykiecie.
6. Ostrożnie zamocować układ w odpowiednim gnieździe. Upewnić się, że jest ona wciśnięta do końca oraz że śruby zabezpieczające są przykręcone.
7. Przywrócić wszystkie połączenia z tyłu.
8. Zamocować z powrotem panel przedni.
9. Zamocować ponownie i zamknąć pokrywy dostępne, a następnie docisnąć zawiasy pomocnicze w kształcie litery "T" tak, aby zatrzasknęły się na powrót w panelu czołowym.
10. Po zmontowaniu urządzenia, przeprowadzić jego rozruch wg wskazówek z rozdziału Uruchomienie..

27.2.5.3 WYMIANA MODUŁU WEJŚĆ

W zależności od urządzenia, moduł wejść składa się z dwóch lub trzech płytek połączonych ze sobą i zabudowanych w metalowej obudowie. Jedna płytkę zawiera przekładniki, podczas gdy druga zawiera układy elektroniczne przekształcające sygnały analogowe do cyfrowych i dokonujące ich przetwarzania. Niektóre urządzenia wyposażono w dodatkowy przekładnik pomocniczych zabudowany na trzeciej płytce.

Aby wymienić moduł wejść, należy:

1. Zdemontować panel przedni.
2. Moduł jest zamocowany w obudowie za pomocą dwóch śrub znajdujących się po prawej stronie, dostępnych od przodu, jak pokazano na poniżej. Ostrożnie usunąć śruby, gdyż nie są one zabezpieczone przed wypadnięciem.
3. Po prawej stronie modułu znajduje się małe metalowe skrzydełko, które pozwala wyciągnąć uchwyt (w niektórych modelach takie skrzydełko jest także po lewej). Chwycić mocno za uchwyt/ uchwyty

- i wyciągnąć moduł ku przodowi, odwodząc go od tylnego zespołu listew zaciskowych. Użyć dość dużej siły ze względu na tarcie występujące pomiędzy stykami zacisków listew zaciskowych.
- Wyjąć moduł z obudowy. Moduł może być ciężki, gdyż zawiera wejściowe przekładniki prądowe i napięciowe.
 - Wsunąć moduł zastępczy i wcisnąć do oporu w tylny zespół listew zaciskowych. W celu weryfikacji czy moduł jest poprawnie włożony, upewnić się, że wycięcie w kształcie litery "v" znajdujące się w dolnej płycie obudowy jest w pełni widoczne.
 - Przykręcić śruby zabezpieczające.
 - Zamocować z powrotem panel przedni.
 - Zamocować ponownie i zamknąć pokrywę dostępową, a następnie docisnąć zawiasy pomocnicze w kształcie litery "T" tak, aby zatrzasknęły się na powrót w panelu czołowym.
 - Po zmontowaniu urządzenia, przeprowadzić jego rozruch wg wskazówek z rozdziału Uruchomienie..

**Caution:**

W przypadku niezamontowanych IED należy pamiętać o mocnym trzymaniu obudowy podczas wyciągania modułu. Wyjmować moduł wejściowy ostrożnie, gdyż zostaje on uwolniony nagle, po przewyciężeniu oporów tarcia zespołów listew zaciskowych.

Note:

Jeżeli wymieniane są poszczególne płytki w obrębie jednego modułu wejść, konieczne będzie przeprowadzenie rekalkibracji. Dlatego też, aby uniknąć kalibrowania w miejscu instalacji zalecamy wymianę całego modułu.

27.2.5.4 WYMIANA PŁYTKI ZASILANIA

**Caution:**

Przed zdemontowaniem panelu przedniego, użytkownik powinien zapoznać się z treścią rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa lub z Instrukcją Bezpieczeństwa Obsługi i Konserwacji SFTY/4LM jak również z danymi znamionowymi znajdującymi się na tabliczce znamionowej urządzenia.

Płytką zasilania jest przymocowana do płytki przekaźników wyjściowych wciskany nylonowymi elementami dystansowymi. Taka podwójna płytką jest przymocowana na skrajnie lewej pozycji, patrząc od przodu urządzenia.

- Zdemontować panel przedni.
- Pociągnąć moduł zasilania ku przodowi, odciągnąć od zespołu listew zaciskowych i wyjąć z obudowy. Użyć dość dużej siły ze względu na tarcie występujące pomiędzy stykami zacisków listew zaciskowych.
- Oddzielić płytki odciągając je od siebie. Płytką zasilania to ta z dwoma dużymi kondensatorami elektrolitycznymi.
- Przed zamontowaniem modułu sprawdzić czy numer na okrągłej etykiecie znajdującej się przy przedniej krawędzi PCB zgadza się z numerem slotu, do którego płytką będzie montowana. Jeżeli numeru slotu brak lub jest on niepoprawny, zapisać odpowiedni numer slotu na etykiecie.
- Zmontować ponownie moduł z zastępczą płytką. Docisnąć mocno złącza płytki. Zamocować wszystkie cztery nylonowe elementy dystansowe w odpowiednich otworach na każdym z układów.
- Wsunąć moduł zasilania na powrót do obudowy. Wcisnąć go do oporu w tylny zespół listew zaciskowych.
- Zamocować z powrotem panel przedni.
- Zamocować ponownie i zamknąć pokrywę dostępową, a następnie docisnąć zawiasy pomocnicze w kształcie litery "T" tak, aby zatrzasknęły się na powrót w panelu czołowym.
- Po zmontowaniu urządzenia, przeprowadzić jego rozruch wg wskazówek z rozdziału Uruchomienie..

27.2.5.5 WYMIANA PŁYTEK WE/WY

W zależności od produktu i zastosowania użytych może być kilka różnych typów płytek WE/WY. Niektóre płytki mają wejścia izolowane optycznie, inne wyjścia przekaźnikowe, a jeszcze inne i jedno, i drugie.

1. Zdemontować panel przedni.
2. Delikatnie pociągnąć wadliwą płytkę ku przodowi i wyjąć z obudowy.
3. W przypadku wymiany płytki obwodów drukowanych I/O upewnić się, że ustawienie łącza znajdującego się powyżej złącza IDC płytki wymiennej jest takie samo jak płytki podlegającej wymianie.
4. Przed zamontowaniem układu na wymianę, sprawdzić czy numer na okrągłej etykiecie znajdującej się przy przedniej krawędzi układu zgadza się z numerem gniazda, do którego układ będzie zamontowany. Jeżeli numeru slotu brak lub jest on niepoprawny, zapisać odpowiedni numer slotu na etykiecie.
5. Zamocować ostrożnie wymienną płytkę w odpowiednim slotcie, wciskając ją do oporu w tylny zespół listew zaciskowych.
6. Zamocować z powrotem panel przedni.
7. Zamocować ponownie i zamknąć pokrywy dostępne, a następnie docisnąć zawiasy pomocnicze w kształcie litery „T” tak, aby zatrzaskowały się na powrót w panelu czołowym.
8. Po zmontowaniu urządzenia, przeprowadzić jego rozruch wg wskazówek z rozdziału Uruchomienie..

27.2.6 PONOWNA KALIBRACJA

W przypadku wymiany płytki obwodów drukowanych rekalkibracja nie jest wymagana, o ile wymianie nie podlega jedna z płytek modułu wejściowego. Jeżeli wymieniana jest którakolwiek z płytek modułu wejść, urządzenie musi zostać ponownie skalibrowane.

Aczkolwiek rekalkibracja jest wymagana w przypadku wymiany płytki w module wejść, nie jest wymagana, gdy moduł wejść jest wymieniany w całości.

Aczkolwiek można kalibrację przeprowadzić w miejscu instalacji, wymaga to specjalistycznych urządzeń i oprogramowania. Zaleca się, aby rekalkibrację wykonał producent lub zatwierdzone centrum serwisowe.

27.2.7 SUPERKONDENSATOR ROZŁADOWANY

Przy odłączonym zasilaniu inteligentnego urządzenia elektronicznego, superkondensator utrzymuje ładunek przez dwa tygodnie. Podczas pierwszego załączenia zasilania inteligentnego urządzenia elektronicznego po tak długim czasie może wystąpić **SuperCap Alarm** z powodu spadku napięcia superkondensatora poniżej wcześniej określonego progu. **SuperCap Alarm** wyłączy się po około 30 minutach od zasilania inteligentnego urządzenia elektronicznego, a gdy się wyłączy w superkondensatorze będzie wystarczający ładunek, aby utrzymać działanie zegara czasu rzeczywistego.

Note:

Zegar czasu rzeczywistego wyzeruje się, jeśli superkondensator zostanie całkowicie rozładowany.

27.2.8 CZYSZCZENIE



Warning:

Przed rozpoczęciem czyszczenia urządzenia upewnić się, że wszystkie źródła zasilania AC oraz DC są odłączone, a złącza przekładników są odizolowane, co pozwoli na uniknięcie niebezpieczeństwa porażenia prądem elektrycznym podczas czyszczenia.

Czyścić urządzenie wyłącznie przy użyciu ściereczki nie pozostawiającej włókien, zamoczonej w czystej wodzie. Nie używać detergentów, rozpuszczalników lub ściernych środków czyszczących, gdyż mogą one zniszczyć powierzchnię produktu i pozostawić warstwę przewodzącą.

27.3 ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW

27.3.1 OPROGRAMOWANIE AUTODIAGNOSTYKI

Urządzenie posiada kilka funkcji autodiagnostyki pozwalających sprawdzić działanie sprzętu oraz oprogramowania podczas eksploatacji. W przypadku problemu ze sprzętem lub oprogramowaniem, funkcja ta powinna wykryć i zasygnalizować oraz podjąć próbę rozwiązania problemu, poprzez przeprowadzenie ponownego uruchomienia. W tym przypadku urządzenie będzie wyłączone na krótki czas, w którym dioda „Healthy” („Sprawne”) z przodu urządzenia zostanie WYŁĄCZONA, natomiast zestyk watchdog z tyłu urządzenia zostanie ZAMKNIĘTY. Jeżeli ponowne uruchomienie nie rozwiąże problemu, urządzenie wyłączy się na stałe z eksploatacji; dioda „Healthy” pozostanie wyłączona, natomiast zestyk watchdog pozostanie ZAMKNIĘTY.

Jeżeli problem nie zostanie wykryty przez funkcje autodiagnostyki, urządzenie podejmie próbę zachowania rejestru zabiegów konserwacyjnych, aby przekazać użytkownikowi informację dotyczącą charakteru zaistniałego problemu.

Samokontrola jest realizowana w dwóch etapach: w pierwszej kolejności wraz z uruchomieniem przeprowadzany jest dokładny test diagnostyczny, następnie przeprowadzany jest ciągły proces samosprawdzania, który podczas pracy urządzenia kontroluje działanie kluczowych funkcji.

27.3.2 BŁĘDY WYSTĘPUJĄCE PODCZAS WŁĄCZANIA

Jeżeli nie można włączyć inteligentnego urządzenia elektronicznego, należy postępować wg następujących czynności kontrolnych, aby określić, czy zwarcie nastąpiło w zewnętrznym okablowaniu, bezpieczniku pomocniczym, module zasilania inteligentnego urządzenia elektronicznego lub na przednim panelu urządzenia.

Test	Sprawdzenie	Działanie
1	Zmierzyć napięcie pomocnicze na zaciskach 1 oraz 2. Porównać wartość napięcia oraz polaryzację z tabliczką znamionową z przodu. Zacisk 1 to –dc, 2 to +dc	Jeżeli napięcie pomocnicze jest prawidłowe, należy przejść do testu 2. W przeciwnym razie należy sprawdzić okablowanie i bezpieczniki w obwodzie zasilania pomocniczego.
2	Sprawdzić diody oraz włączenie podświetlenia wyświetlacza w momencie uruchamiania. Sprawdzić również NO (normalnie otwarty) zestyk watchdog.	Jeżeli diody oraz podświetlenie wyświetlacza zapalają się a zestyk Watchdog zamyka się i nie jest wyświetlany żaden kod błędu, najprawdopodobniej wadliwa jest płyta procesora głównego w panelu przednim. Jeżeli diody oraz podświetlenie wyświetlacza nie zapalają się a zestyk nie zamyka się, należy przejść do testu 3.
3	Sprawdzić wyjście (znamionowe 48 V DC)	Jeżeli nie ma napięcia pomocniczego, wadliwy jest prawdopodobnie moduł zasilający IED.

27.3.3 KOMUNIKATY BŁĘDU LUB KODY WYSTĘPUJĄCE PODCZAS WŁĄCZANIA

Urządzenie IED przeprowadza samotest podczas włączania. Jeżeli wykryty zostanie błąd, na wyświetlaczu LCD pojawi się komunikat, a sekwencja włączania zostanie zatrzymana. Jeżeli błąd nastąpił w momencie, gdy uruchomiona jest aplikacja programowa urządzenia IED, tworzony jest zapis konserwacyjny i następuje ponowne uruchomienie urządzenia.

Test	Sprawdzenie	Działanie
1	Czy kod lub komunikat błędu jest stale wyświetlany w trakcie włączania?	Jeżeli urządzenie IED blokuje się oraz stale wyświetla kod błędu, należy przejść do testu 2. Jeżeli urządzenie IED poprosi o reakcję użytkownika, należy przejść do testu 4. Jeżeli nastąpi automatyczne ponowne uruchomienie urządzenia IED, należy przejść do testu 5.

Test	Sprawdzenie	Działanie
2	Zapisać wyświetlony błąd, a następnie odłączyć i przywrócić zasilanie pomocnicze IED.	Odnutować, czy po restarcie IED wyświetlany jest ten sam kod błędu. Jeżeli nie jest wyświetlany żaden kod błędu, należy skontaktować się z lokalnym centrum serwisowym podając kod błędu i informacje o IED. Jeżeli wyświetlany jest ten samo kod, należy przejść do testu 3.
3	Identyfikacja kodów błędów Następujące komunikaty tekstowe są wyświetlane (w j. angielskim), jeżeli wykryto poważny problem uniemożliwiający zrestartowanie systemu: Awaria magistrali – linie adresowe Awaria SRAM – linie danych FLASH Błąd formatu FLASH Fail checksum (usterka FLASH - suma kontrolna) Błąd wer.kodu Poniższe kody błędów w formacie szesnastkowym odnoszą się do błędów wykrytych w określonych modułach IED:	Te komunikaty wskazują na problem wykryty na płycie procesora głównego w panelu przednim IED.
3.1	0c140005/0c0d0000	Moduł wejść (wraz z wejściami z izolacją optyczną)
3.2	0c140006/0c0e0000	Płyty wyjściowe IED
3.3	Ostatnie cztery cyfry zawierają informację o rzeczywistym błędzie.	Pozostałe kody błędów odnoszą się do problemów sprzętowych lub programowych płytki procesora głównego. Aby uzyskać dokładną analizę problemu, należy skontaktować się z General Electric podając jego szczegóły.
4	Urządzenie IED wyświetla komunikat o uszkodzonej konfiguracji oraz pyta o zgodę nadpisania ich wartościami domyślnymi.	Testy w trakcie włączania zasilania wykryły uszkodzone ustawienia urządzenia IED. Przywrócić ustawienia domyślne, aby umożliwić dokończenie procedury włączania, a następnie ponownie wprowadzić ustawienia specyficzne dla danego zastosowania.
5	Po ukończeniu procedury włączania, następuje reset urządzenia IED. Wyświetlony zostaje zapisany kod błędu.	Błąd 0x0E080000 programowalnego schematu logiki spowodowany zbyt długim czasem wykonywania. Jeżeli urządzenie IED włączyło się prawidłowo, należy sprawdzić sprzężenia zwrotne programowalnej logiki. Inne kody błędów dotyczą błędów oprogramowania na układzie głównym procesora.

27.3.4 ZAPALENIE SIĘ DIODY ZGŁASZANIA STANU AWARII PODCZAS WŁĄCZENIA

Test	Sprawdzenie	Działanie
1	Przy pomocy menu inteligentnego urządzenia elektronicznego, potwierdzić załączenie próby odbiorczej/trybu testowego – parametr Commission Test albo Test Mode ustawiony na Enabled. Jeżeli tryb próby odbiorczej nie został włączony, należy przejść do testu 2.	Jeżeli tryb ten został załączony, należy go wyłączyć oraz upewnić się, czy dioda stanu awarii (Out of Service) zgłasza.
2	Należy wybrać kolumnę <i>VIEW RECORDS</i> , następnie przy pomocy menu wyświetlić ostatni zapis konieczności przeprowadzenia zabiegów konserwacyjnych.	Sprawdzić, czy nie wystąpił zapis nieudanej weryfikacji sprzętowej (H/W Verify Fail). Wskazuje on na rozbieżność pomiędzy numerem modelu urządzenia IED a jego wyposażeniem. Przeanalizować komórkę Maint Data . Wskazuje ona przyczynę powstania usterki, używając do tego celu pól bitowych: Znaczenie bitu

Test	Sprawdzenie	Działanie	
		0	Pole „application type” („rodzaj aplikacji”) nie zgadza się z identyfikatorem oprogramowania
		1	Pole „application” („aplikacja”) w numerze modelu nie zgadza się z identyfikatorem oprogramowania
		2	Pole „variant 1” („wariant 2”) w numerze modelu nie zgadza się z identyfikatorem oprogramowania
		3	Pole „variant 2” („wariant 2”) w numerze modelu nie zgadza się z identyfikatorem oprogramowania
		4	Pole „protocol ” („protokół”) w numerze modelu nie zgadza się z identyfikatorem oprogramowania
		5	Pole „language ” („język”) w numerze modelu nie zgadza się z identyfikatorem oprogramowania
		6	Pole „VT type” („typ przekładnika napięciowego”) w numerze modelu jest nieprawidłowe (zainstalowano przekładniki napięciowe 110 V)
		7	Pole „VT type” („typ przekładnika napięciowego”) w numerze modelu jest nieprawidłowe (zainstalowano przekładniki napięciowe 440 V)
		8	Pole „VT type” („typ przekładnika napięciowego”) w numerze modelu jest nieprawidłowe (nie zainstalowano przekładników napięciowych)

27.3.5 KODY BŁĘDÓW PODCZAS EKSPLOATACJI

Urządzenie przeprowadza ciągłą autodiagnostykę. Jeżeli urządzenie wykryje błąd, wyświetla komunikat błędu, rejestruje zapis konieczności przeprowadzenia zabiegów konserwacyjnych i po krótkiej chwili resetuje się. Stały problem (np. powstały w wyniku usterki sprzętowej) jest zazwyczaj wykrywany podczas sekwencji włączania. W tym przypadku urządzenie IED wyświetli kod błędu oraz wstrzyma sekwencję włączania. Jeżeli problem okazał się przejściowy, urządzenie IED zresetuje się zgodnie z procedurą i będzie kontynuowało pracę. Analizując zarejestrowany zapis konserwacyjny, można określić rodzaj wykrytej usterki.

27.3.6 NIEPRAWIDŁOWE DZIAŁANIE W TRAKCIE TESTÓW

27.3.6.1 USZKODZENIE ZESTYKÓW WYJŚCIOWYCH

Pozorne uszkodzenie zestyków wyjść przekaźnikowych może być spowodowane nieprawidłową konfiguracją. Przeprowadzenie poniższych testów pozwala zidentyfikować prawdziwą przyczynę uszkodzenia. Autotesty pozwalają zweryfikować, czy cewki zestyków wyjść przekaźnikowych zostały zasilone. Jeżeli nastąpiło uszkodzenie płytki wyjścia przekaźnikowego, wyświetlany jest błąd.

Test	Sprawdzenie	Działanie
1	Czy świeci się dioda zgłaszania stanu awarii?	Jeżeli ta dioda została zaświecona, przekaźnik może znajdować się w trybie testowym lub zabezpieczenie zostało wyłączone z powodu błędu weryfikacji sprzętowej.
2	Należy sprawdzić stan zestyku w sekcji menu zatytułowanej Commissioning.	Jeżeli następuje zmiana odpowiednich bitów wskazujących na stan zestyku, należy przejść do testu 4; w przeciwnym razie należy przejść do testu 3.
3	Przeanalizować rejestr usterek lub użyć portu testowego w celu sprawdzenia czy człon zabezpieczający działa prawidłowo.	Jeżeli człon zabezpieczający nie działa, należy sprawdzić, czy test jest przeprowadzany prawidłowo. Jeżeli człon zabezpieczający działa prawidłowo, należy sprawdzić programowalną logikę, upewniając się, że człon zabezpieczający jest prawidłowo przypisany do zestyków.

Test	Sprawdzenie	Działanie
4	Korzystając z funkcji Commissioning (uruchomienie.) lub Test mode (tryb testowy), zastosować schemat testowania na odpowiednich zestykach wyjść przekaźnikowych. Skonsultować prawidłowy schemat połączeń zewnętrznych oraz użyć testera ciągłości obwodu na tylnych zestykach przekaźnika, sprawdzając ich działanie.	Jeżeli wyjście przekaźnikowe działa, problem musi leżeć w zewnętrznym okablowaniu podłączonym do przekaźnika. Jeżeli wyjście przekaźnikowe nie działa, jego zestyki mogą być uszkodzone (samotesty weryfikują, czy cewka przekaźnika jest zasilona). Należy upewnić się, że rezystancja zamkniętych zestyków nie jest zbyt duża dla prawidłowego przeprowadzenia pomiaru testerem ciągłości.

27.3.6.2 USTERKA WEJŚĆ OPTYCZNYCH

Izolowane optycznie wejścia zostały powiązane z wewnętrznymi sygnałami DDB urządzenia IED przy pomocy programowalnego schematu logicznego. Jeżeli dane wejście nie zostało rozpoznane przez schemat logiczny, należy posłużyć się komórką **Opto I/P Status** w kolumnie **COMMISSION TESTS**, aby sprawdzić, czy problem leży po stronie samego wejścia optycznego, czy też po stronie przypisania jego sygnału do funkcji schematu logicznego.

Jeżeli urządzenie nie odczytuje prawidłowo stanu wejścia optycznego, należy przetestować podany sygnał. Należy zweryfikować połączenia wejścia optycznego korzystając ze schematu połączeń oraz ustawienia napięcia znamionowego w kolumnie **OPTO CONFIG**. Aby to wykonać, należy:

1. Wybrać znamionowe napięcie dla wszystkich wejść optycznych, zaznaczając jedno z pięciu standardowych napięć w komórce **Global Nominal V**.
2. Wybrać opcję *Custom*, aby każde wejście optyczne ustawić indywidualnie na napięcie znamionowe.
3. Przy pomocy woltomierza sprawdzić, czy napięcie na zaciskach wejścia jest większe niż minimalny poziom pobudzenia (patrz rozdział Dane techniczne dotyczący poziomów pobudzenia wejść optycznych).

Jeżeli sygnał jest prawidłowy, oznacza to usterkę wejścia z izolacją optyczną, która to może dotyczyć niezależnej płytki wejść optycznych lub płytki wejść optycznych formującej moduł wejść. Niezależne płytki wejść optycznych można wymienić. Jeżeli jednak wadliwa płytka wejść optycznych wchodzi w skład modułu wejść, należy wymienić cały moduł wejść. Jest to spowodowane tym, że moduł wejść analogowych nie może być wymieniany indywidualnie bez rozbioru modułu i rekalkulacji IED.

27.3.6.3 NIEPRAWIDŁOWE SYGNAŁY ANALOGOWE

Jeżeli zmierzone wielkości analogowe nie wydają się być prawidłowe, należy użyć funkcji pomiarowej, aby określić rodzaj problemu. Pomiar można skonfigurować z podziałem na stronę pierwotną i wtórną.

1. Porównać wyświetlone zmierzone wartości z rzeczywistymi wielkościami odnotowanymi na zaciskach.
2. Sprawdzić, czy używane są właściwe zaciski.
3. Sprawdzić, czy przekładnie PP i PN są ustawione prawidłowo.
4. Sprawdzić przesunięcie fazowe, aby potwierdzić prawidłowe podłączenie wejść.

27.3.7 AWARIE PŁYTY KOPROCESOROWEJ

Jeśli używana jest płyta koprocatora, może sprawiać, że IED zgłosi co najmniej jeden następujący alarm:

- Signalling failure alarm (samodzielnie)
- Bład Char Rozn (samodzielnie)
- Signalling failure i C diff failure razem
- Incompatible IED
- Kom. Zmieniona
- IEEE C37.94 Fail

27.3.7.1 SIGNALLING FAILURE ALARM (SAMODZIELNIE)

Oznacza to, że występuje problem z jednym ze światłowodowych kanałów sygnalizacyjnych. Alarm może wystąpić w podwójnych schematach nadmiarowych lub schematach z trzema terminalami. Włókno mogło zostać odłączone,

urządzenie mogło zostać nieprawidłowo skonfigurowane na jednym z końców lub wystąpił problem ze sprzętem komunikacyjnym. Więcej informacji o stanie kanałów sygnalizacyjnych można znaleźć w kolumnie *POMIARY 4*.

27.3.7.2 ALARM C DIFF FAILURE (SAMODZIELNIE)

Oznacza, że wystąpił problem z płytą koprocatora. W rezultacie zabezpieczenie różnicowe/odległościowe nie jest dostępne i zadziała zabezpieczenie zapasowe, jeśli zostało tak skonfigurowane. Więcej informacji można znaleźć w dokumentacji konserwacji.

27.3.7.3 ALARMY SIGNALLING FAILURE I C DIFF FAILURE WSPÓLNIE

Oznacza to, że występuje problem z jednym lub dwoma światłowodowymi kanałami sygnalizacyjnymi. Włókno mogło zostać odłączone, urządzenie mogło zostać nieprawidłowo skonfigurowane na jednym z końców lub wystąpił problem ze sprzętem komunikacyjnym. W rezultacie zabezpieczenie różnicowe nie jest dostępne i zadziała zabezpieczenie zapasowe, jeśli zostało tak skonfigurowane. Więcej informacji o stanie kanałów sygnalizacyjnych można znaleźć w kolumnie *POMIARY 4*.

27.3.7.4 INCOMPATIBLE IED

Dzieje się tak, jeśli IED próbują komunikować się ze sobą, ale nie są kompatybilne.

27.3.7.5 KOM. ZMIENIONA

Oznacza to, że ustawienie **Tryb komunikacji** zostało zmienione bez późniejszego wyłączenia i włączenia zasilania.

27.3.7.6 IEEE C37.94 FAIL

Wskazuje na utratę sygnału, żółty tor (oznacza awarię na kanale komunikacyjnym) lub niedopasowanie w liczbie kanałów N*64 na kanale 1 lub kanale 2. Więcej informacji można znaleźć w kolumnie *POMIARY 4*.

27.3.8 ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW EDYTORA PSL

Jedna lub więcej spośród następujących sytuacji może uniemożliwiać otwarcie połączenia:

- Adres urządzenia IED jest nieprawidłowy (adres ten dla przedniego portu ma zawsze wartość 1).
- Nieprawidłowe hasło.
- Konfiguracja komunikacji jest nieprawidłowa (port COM, prędkość transmisji lub synchronizacja).
- Wartości transakcji są nieodpowiednie dla urządzenia IED lub danego typu połączenia.
- Kabel połączeniowy jest niewłaściwie podłączony lub jest uszkodzony.
- Przełączniki na któryś z użytych konwerterów protokołu mogą być ustawione nieprawidłowo.

27.3.8.1 REKONSTRUKCJA SCHEMATU

Mimo, że schemat można odczytać z urządzenia IED, dostępna jest funkcja pozwalająca przywrócić schemat, jeśli oryginalny plik jest nieosiągalny.

Odzyskany schemat jest poprawny logicznie, lecz większość oryginalnej informacji graficznej zostaje utracona. Większość sygnałów jest przedstawionych w formie pionowych linii poprowadzonych w dół po lewej stronie obszaru roboczego. Połączenia są poprowadzone prostopadle najkrótszą drogą z punktu A do punktu B. Wszelkie adnotacje dodane do oryginalnego schematu, takie jak tytuły oraz uwagi zostają utracone.

Zdarza się, że typ bramki nie jest wyświetlany zgodnie z oczekiwaniami. Przykładowo może wystąpić sytuacja, że po wgraniu pliku, jednowejściowa bramka AND z oryginalnego schematu jest wyświetlana jako bramka OR.

Programowalne bramki z wartością wejścia-do-wyzwalania wynoszącą 1 również wyświetlane są jako bramki OR

27.3.8.2 KONTROLA WERSJI KODU PSL

Schemat PSL zostaje zapisany z uwzględnieniem wersji, znacznika czasu oraz cykliczną kontrolą nadmiarową (Cyclic Redundancy Check – CRC). W ten sposób można wzrokowo sprawdzić, czy wprowadzona została domyślna logika PSL, czy też pobrano nową aplikację.

27.3.9 PROCEDURA NAPRAWY ORAZ MODYFIKACJI

Aby zwrócić urządzenie systemu automatyki, prosimy wykonać następujące kroki:

1. Pobrać kopię formularza zgłoszenia serwisowego (RMA).
Elektroniczną wersję formularza RMA można uzyskać pod następującymi adresami:
GA.support@gevernova.com
2. Wypełnić formularz RMA.
Należy wypełnić wyłącznie pola oznaczone białym kolorem.
Należy upewnić się, że wszystkie pola oznaczone literą **(M)** są wypełnione w następujący sposób:
 - model urządzenia,
 - nr modelu oraz nr seryjny,
 - opis usterki lub wymaganej modyfikacji (należy zamieścić konkretny opis),
 - wartość dla odprawy celnej (w przypadku, gdy produkt wymaga eksportu),
 - Adres dostawy oraz adres do faktury
 - dane kontaktowe.
3. Formularz RMA należy przesłać do lokalnego centrum obsługi klienta.
Aby uzyskać listę miejscowych serwisów na całym świecie, prosimy o wiadomość email na adres:
GA.support@gevernova.com
4. Lokalne biuro obsługi klienta udziela informacji na temat wysyłki.
Przekazane zostaną Państwu wszelkie informacje wymaganych do wysłania produktu:
 - Informacja cenowa
 - numer RMA,
 - adres centrum serwisowego.Jeżeli jest to wymagane, akceptacja oferty cenowej musi być dostarczona przed przystąpieniem do kolejnego etapu.
5. Produkt należy przesłać do centrum serwisowego.
 - Należy zaadresować przesyłkę na adres centrum serwisowego podany przez lokalne biuro obsługi.
 - Należy upewnić się, że wszystkie elementy zostały zapakowane w torbę antystatyczną oraz zabezpieczone pianką.
 - Należy upewnić się, że do zwracanego urządzenia dołączono kopię faktury importowej.
 - Należy upewnić się, że do zwracanego urządzenia dołączono kopię formularza RMA.
 - Kopię faktury importowej oraz lotniczego list przewozowego należy przesłać faksem lub pocztą elektroniczną do lokalnego biura obsługi klienta.

ROZDZIAŁ 28

SPECYFIKACJE TECHNICZNE

28.1 PRZEGLĄD ROZDZIAŁU

W niniejszym rozdziale opisano specyfikację techniczną produktu.

This chapter contains the following sections:

Przegląd rozdziału	792
Interfejsy	793
Funkcje zabezpieczające	798
Właściwości funkcji zabezpieczenia napięciowego	804
Właściwości funkcji zabezpieczenia częstotliwościowego	807
Funkcje zabezpieczeń mocowych	809
Monitorowanie, sterowanie i nadzór	810
Pomiary i rejestracja	812
Dane znamionowe	813
Połączenia wejścia/wyjścia	816
Charakterystyka mechaniczna	819
Testy typu	820
Warunki środowiskowe	822
Zgodność elektromagnetyczna	823
Zgodność z przepisami	826

28.2 INTERFEJSY

28.2.1 GRAFICZNY INTERFEJS HMI

Graficzny interfejs HMI	
Rozmiar ekranu	Przekątna 4,0 cala
Format wyświetlania	480 x 480 punktów
Liczba kolorów	16.7M
Wymiary	77 mm (wys.) x 80 mm (p.) x 2,3 mm (gł.)
Obszar aktywny	71,86 mm (wys.) x 70,18 mm (pion.)
Tryb wyświetlania	Transmisyjny/normalnie czarny
Kierunek widoczności	Dookólny
Typ podświetlenia	LED, białe
Temperatura pracy	-30°C ~ + 85°C
Temperatura przechowywania	-40°C ~ + 90°C

28.2.2 PRZEDNI PORT USB

Przedni port USB	
Zastosowanie	Dla lokalnego połączenia laptopa do przeprowadzenia konfiguracji oraz wgrywania oprogramowania.
Złącze	USB typu B
Izolacja	Izolacja dla poziomu ELV
Ograniczenia	Maksymalna długość kabla 5 m

28.2.3 TYLNY PORT SZEREGOWY 1

Tylny port szeregowy 1 (RP1)	
Zastosowanie	Komunikacja z systemem SCADA (wielopunktowa)
Standard	EIA(RS)485, K-bus
Złącze	Blok ogólnego przeznaczenia, 2 śruby M4
Kabel	Skrętka ekranowana (STP)
Obsługiwane protokoły *	Courier, IEC-60870-5-103, DNP3.0
Izolacja	Izolacja dla poziomu SELV
Ograniczenia	Maksymalna długość kabla 1000 m

28.2.4 TYLNY PORT SZEREGOWY ŚWIATŁOWODU 1

Opcjonalny tylny port szeregowy światłowodu (RP1)	
Główne zastosowanie	Komunikacja szeregową SCADA przez światłowód
Złącze	IEC 874-10 BFOC 2.5 -(ST®) (1 dla każdego Tx oraz Rx)
Typ włókna	Wielomodowe 50/125 µm lub 62,5/125 µm
Obsługiwane protokoły	Courier, IEC870-5-103, DNP 3.0
Długość fali	850 nm

28.2.5 TYLNY PORT SZEREGOWY 2

Opcjonalny tylny port szeregowy (RP2)	
Zastosowanie	Komunikacja z systemem SCADA (wielopunktowa)
Standard	EIA(RS)485, K-bus, EIA(RS)232
Oznaczenie	SK4
Złącze	9-pinowe złącze żeńskie typu D
Kabel	Skrętka ekranowana (STP)
Obsługiwane protokoły	Courier
Izolacja	Izolacja dla poziomu SELV
Ograniczenia	Maksymalna długość kabla 1000 m dla RS485 oraz K-bus, 15 m dla RS232

28.2.6 OPCJONALNY TYLNY PORT SZEREGOWY (SK5)

Opcjonalny tylny port szeregowy do telezabezpieczenia	
Zastosowanie	Do telezabezpieczenia w produktach zdalnych
Standard	EIA(RS)232
Oznaczenie	SK5
Złącze	9-pinowe złącze żeńskie typu D
Kabel	Skrętka ekranowana (STP)
Obsługiwane protokoły	InterMiCOM (IM)
Izolacja	Izolacja dla poziomu SELV
Ograniczenia	Maksymalna długość kabla 15 m

28.2.7 IRIG-B (DEMODULOWANY)

Interfejs IRIG-B (demodulowany)	
Zastosowanie	Zewnętrzny sygnał synchronizacji zegara
Standard	IRIG 200-98 formatu B00X
Złącze	BNC
Typ kabla	50 Ω, koncentryczny
Izolacja	Izolacja dla poziomu SELV
Sygnał wejściowy	Poziom TTL
Impedancja wejściowa	10 kΩ przy prądzie stałym
Dokładność	+/- 1 ms

28.2.8 IRIG-B (MODULOWANY)

Interfejs IRIG-B (modulowany)	
Zastosowanie	Zewnętrzny sygnał synchronizacji zegara
Standard	IRIG 200-98 formatu B12X
Złącze	BNC
Typ kabla	50 Ω, koncentryczny
Izolacja	Izolacja dla poziomu SELV

Interfejs IRIG-B (modułowany)	
Sygnał wejściowy	szczyt do szczytu, 200 mV do 20 mV
Impedancja wejściowa	6 kΩ przy 1000 Hz
Dokładność	+/- 1 ms

28.2.9 TYLNY PORT ETHERNETOWY – KABEL MIEDZIANY

Tylny port Ethernet korzystający z okablowania CAT 5/6/7	
Główne zastosowanie	Komunikacja Ethernet podstacji
Standard	IEEE 802.3 10BaseT/100BaseTX
Złącze	RJ45
Typ kabla	Skrętka ekranowana (STP)
Izolacja	1.5 kV
Obsługiwane protokoły	Courier (tunnelled), IEC 61850, PTP, SNTP, SNMP, RADIUS, syslog
Obsługiwane protokoły redundancji	Protokół redundancji równoległej PRP HSR- układ sieć redundantnej RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) Przełączanie
Ograniczenia	Maksymalna długość kabla 100 m

28.2.10 TYLNY PORT ETHERNETOWY – ŚWIATŁOWÓD

Tylny port Ethernet wykorzystujący okablowanie światłowodowe	
Główne zastosowanie	Komunikacja Ethernet podstacji
Złącze	IEC 874-10 BFOC 2.5 –(ST®) (1 dla każdego Tx oraz Rx)
Standard	IEEE 802.3 100 BaseFX
Typ włókna	Multimode 50/125 μm (OM2 lub OM3) lub 62.5/125 μm (OM1)
Obsługiwane protokoły	Courier (tunnelled), IEC 61850, PTP, SNTP, SNMP, RADIUS, syslog
Obsługiwane protokoły redundancji	Protokół redundancji równoległej PRP HSR- układ sieć redundantnej RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) Przełączanie
Długość fali	1300 nm

28.2.10.1 CHARAKTERYSTYKA ODBIORNIKA 100 BASE FX

Parametr	Sym	Min.	Typ.	Maks.	Jednostka
Minimalna moc wejścia optycznego na krawędzi okna	PIN Min. (W)		-33.5	-31	dBm śr.
Minimalna moc wejścia optycznego w centrum widzenia	PIN Min. (C)		-34.5	-31.8	Bm śr.
Wejściowa maksymalna moc optyczna	PIN Max.	-14	-11.8		dBm śr.

Warunki: TA = 0°C do 70°C

28.2.10.2 CHARAKTERYSTYKA NADAJNIKA 100 BASE FX

Parametr	Sym	Min.	Typ.	Maks.	Jednostka
Moc optyczna wyjściowa na początku toru (BOL) 62,5/125 μm NA (tłumienność naturalna) = 0,275 na końcu światłowodu	PO	-19 -20	-16.8	-14	dBm śr.
Moc optyczna wyjściowa na początku toru (BOL) 50/125 μm NA (tłumienność naturalna) = 0,20 na końcu światłowodu	PO	-22.5 -23.5	-20.3	-14	dBm śr.
Optyczny wskaźnik zaniku				10 -10	% dB
Moc optyczna wyjścia w stanie logicznym „0”	PO			-45	dBm śr.

Warunki: TA = 0°C do 70°C

28.2.11 1 PORT PPS

1 port PPS (światłowód)	
Główne zastosowanie	Odniesienie do zegara GPS
Złącze	BFOC 2.5 –(ST®)
Standard	IEC 874-10
Typ włókna	Wielomodowe 50/125 μm lub 62,5/125 μm
Długość fali	850 nm
Minimalny poziom odbioru	–28 dBm
Dokładność	Lepsza niż ± 50 ns dla maksymalnego błędu bezwzględnego między rzeczywistym czasem GPS a wznoszącą krawędzią sygnału 1 PPS.

28.2.12 INTERFEJS TELEOCHRONY ŚWIATŁOWODOWEJ

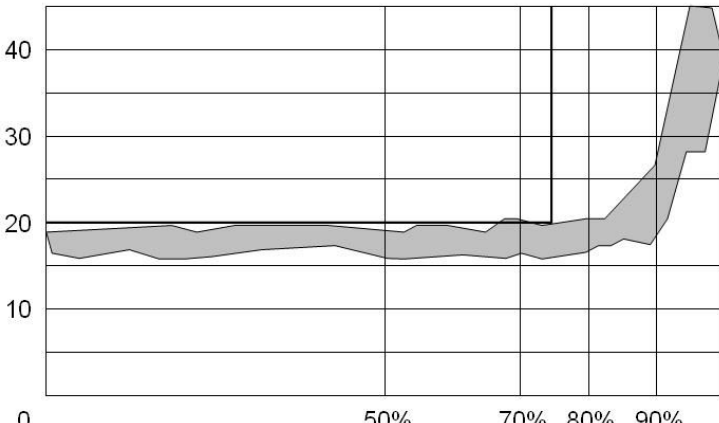
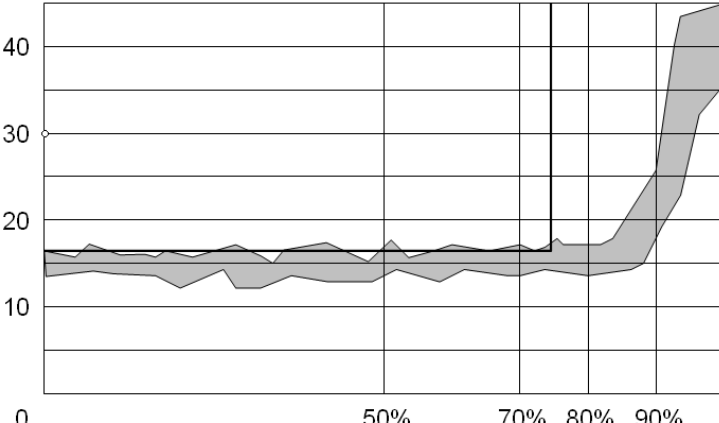
Interfejs teleochrony światłowodowej	
Główne zastosowanie	Komunikacja teleochronna
Złącza (2)	BFOC 2.5 –(ST®)
Standard	IEC 874-10
Protokół	InterMicom 64
Typ włókna	Wielomodowe 50/125 μm lub 62,5/125 μm lub jednomodowe 9/125 μm
Długość fali	850 nm lub 1300 nm (wielomodowe), 1300 nm lub 1500 nm (jednomodowe)
Minimalny poziom odbioru	–28 dBm
Dokładność	Lepsza niż ± 50 ns dla maksymalnego błędu bezwzględnego między rzeczywistym czasem GPS a wznoszącą krawędzią sygnału 1 PPS.

Budżet optyczny

	850 nm MM	1300 nm MM	1300 nm SM	1550 nm SM
Minimalny poziom transmisji wyjściowej (średnia moc)	-19,8 dBm	-6 dBm	-6 dBm	-6 dBm
Czułość odbiornika (średnia moc)	-25,4 dBm	-49 dBm	-49 dBm	-49 dBm
Budżet optyczny	5,6 dB	43 dB	43 dB	43 dB
Minus margines bezpieczeństwa (3 dB)	2,6 dB	40 dB	40 dB	40 dB
Typowe straty w kablu	2,6 dB/km	0,8 dB/km	0,4 dB/km	0,3 dB/km
Maksymalna odległość przesyłowa	1 km	50 km	100 km	130 km

28.3 FUNKCJE ZABEZPIEZAJĄCE

28.3.1 ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

Charakterystyka wyzwalania P44xxxxxxxAxxxQ Odległość przesyłania w cyklu podrzędnym	
Czas działania w porównaniu z procentowym zasięgiem dla zwarć zbliżonych do kąta linii. 50 Hz, SIR = 5 Wszystkie podane czasy działania uwzględniają zamknięcie styku wyjściowego wyzwalania	50Hz, SIR = 5 
Czas działania w porównaniu z procentowym zasięgiem dla zwarć zbliżonych do kąta linii. 60 Hz, SIR = 5 Wszystkie podane czasy działania uwzględniają zamknięcie styku wyjściowego wyzwalania	60Hz, SIR = 5 
Czas działania dla zwarć rezystywnych > 20% wewnątrz charakterystyki	50 Hz, do SIR = 30 < 30 ms 60 Hz, do SIR = 30 < 25 ms

Dokładność	
Kształt charakterystyki, do SIR = 30	±5% dla zwarcia kąтового (na ustawionym kącie linii) ±10% dla zwarcia pozakąowego Przykład: dla ustawionego kąta linii 70 stopni testowanie wtryskowe przy 40 stopniach byłoby określone mianem „pozakąowego”.
Odchylenia opóźnienia czasowego strefy	±20 ms lub 2%, w zależności od tego, która z tych wartości jest większa

28.3.2 BLOKOWANIE KOŁYSAŃ MOCY

Dokładność	
Dokładność stref i timerów	W zależności od odległości

28.3.3 ZABEZPIECZENIE PRZED UTRATĄ SYNCHRONIZMU

Dokładność	
Dokładność stref i timerów	W zależności od odległości
Zakres roboczy	Do 7 Hz

28.3.4 CZASY PRZESYŁANIA TELEOCHRONY ŚWIATŁOWODOWEJ

W poniższej tabeli pokazano minimalne i maksymalne czasy przesyłania dla InterMiCOM64 (IM64). Czasy zmierzono od opto inicjalizacji (bez opto filtrowania) do standardowego wyjścia przekaźnikowego i obejmują one niewielkie opóźnienie propagacji dla testu back-back.

IDiff IM64 oznacza, że sygnały InterMiCOM64 działają w połączeniu z kanałem komunikacji światłowodowej zabezpieczenia różnicowego. IM64 oznacza, że sygnały InterMiCOM64 pracują samodzielnie.

Konfiguracja	Sygnały	Dopuszczalne czasy działania (ms)	Bezpośrednie czasy działania (ms)	MaxCh1 Prop Delay Measured
IM64 przy 56 kbps	8	18-21	21-24	1,6 ms
IM64 przy 64 kbps	8	18-21	21-24	1,3 ms
IM64 przy 128 kbps	24	17-20	20-23	1,4 ms
IDiff IM64 przy 56 kbps	8	24-26	29-31	3,3 ms
IDiff IM64 przy 64 kbps	8	24-26	29-31	2,9 ms
IDiff IM64 przy 128 kbps	32	20-26	24-31	1,9 ms

28.3.5 SAMOCZYNNIE PONOWNE ZAŁĄCZANIE ORAZ KONTROLA SYNCHRONIZMU

Dokładność	
Timery	±20 ms lub 2%, w zależności od tego, która z tych wartości jest większa

28.3.6 FAZOWE ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE

Dokładność	
Odbiór IDMT	1.05 x nastawa +/-5%
Pobudzenie DT	Nastawa ±5%
Odwzbudzenie (IDMT oraz DT)	0.98 x nastawa +/-5%
Zadziałanie IDMT	±5% oczekiwanego czasu działania lub 40 ms, w zależności od tego, która wartość jest większa*
Kasowanie IEEE	±5% lub 40 ms, w zależności od tego, która wartość jest większa**
Czas zadziałania DT	±2% ustawienia lub 40 ms, w zależności od tego, która wartość jest większa (bezkierunkowa)** ±2% ustawienia lub 60 ms, w zależności od tego, która wartość jest większa (kierunkowa)

Dokładność	
Kasowanie DT	Nastawa $\pm 5\%$
Powtarzalność	$< 5\%$
Charakterystyka UK	IEC 60255-151: 2009
Charakterystyka US	IEEE C37.112 1996

Note:

*Warunki odniesienia: $TMS = 1$, $TD = 7$, $I > 1A$, zakres pracy = 2-20In

**Warunki odniesienia: Wstrzykiwana wartość to 2 x wartość wzbudzenia.

28.3.6.1 PRZEJŚCIOWE WYDŁUŻENIE ZASIĘGU ORAZ PRZEREGULOWANIE

Dodatkowa tolerancja ze względu na rosnące współczynniki X/R:	$\pm 5\%$ w stosunku X/R od 1 do 90
Przeregulowanie członów nadprądowych	< 30 ms

28.3.6.2 PARAMETRY KIERUNKOWEGO ZABEZPIECZENIA NADPRĄDOWEGO FAZOWEGO

Dokładność	
Wzbudzenie zakresu kierunkowego (kąt RCA $\pm 90^\circ$)	$\pm 2^\circ$
Histeresa zakresu kierunkowego	$< 2^\circ$
Powtarzalność zakresu kierunkowego	$< 2\%$

28.3.7 ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE

Dokładność	
Odbiór IDMT	1.05 x nastawa $\pm 5\%$
Pobudzenie DT	Nastawa $\pm 5\%$ lub 20 mA, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie (IDMT oraz DT)	0.95 x nastawa $\pm 5\%$
Zadziałanie IDMT	$\pm 5\%$ lub 60 ms, którakolwiek większa (1,05 - 2) Is $\pm 5\%$ lub 40 ms, którakolwiek większa (2 - 20) Is
Kasowanie IEEE	$\pm 10\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Powtarzalność	$< 5\%$
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 70 ms, którakolwiek większa (1,05 - 2) Is $\pm 2\%$ lub 55 ms, którakolwiek większa (2 - 20) Is
Kasowanie DT	$\pm 5\%$ lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa

28.3.7.1 PARAMETRY ZABEZPIECZENIA KIERUNKOWEGO ZIEMNOZWARCIOWEGO

Dokładność polaryzacji składowej zerowej	
Wzbudzenie zakresu kierunkowego (RCA $\pm 90^\circ$)	$\pm 2^\circ$
Histeresa	$< 3^\circ$
VN> wzbudzenie	Nastawa $\pm 10\%$

Dokładność polaryzacji składowej zerowej

VN> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-10%
------------------	----------------------

Dokładność polaryzacji składowej przeciwnej

Wzbudzenie zakresu kierunkowego (RCA $\pm 90^\circ$)	+/-2°
Histereza	<3°
VN2> pobudzenie	Nastawa $\pm 10\%$
VN2> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-10%
Pobudzenie IN2>	Nastawa $\pm 10\%$
IN2> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-10%

28.3.8 CZUŁE ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE

Odbiór IDMT	1.05 x nastawa +/-5%
Pobudzenie DT	Nastawa $\pm 5\%$
Odpadanie (IDMT oraz DT)	0.95 x nastawa +/-5%
Zadziałanie IDMT	$\pm 5\%$ lub 70 ms, którakolwiek większa (1,05 - 2) Is $\pm 5\%$ lub 40 ms, którakolwiek większa (2 - 20) Is
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 70 ms, którakolwiek większa (1,05 - 2) Is $\pm 2\%$ lub 50 ms, którakolwiek większa (2 - 20) Is
Kasowanie DT	Nastawa $\pm 5\%$ lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Powtarzalność	< 5%

Note:

Zabezpieczenie SEF działa prawidłowo do prądów wejściowych SEF nie przekraczających dwukrotności prądu I_n . Nie można zagwarantować prawidłowego działania zabezpieczenia dla prądów wejściowych powyżej $2 \times I_n$.

28.3.8.1 CZŁON KIERUNKOWY CZUŁEGO ZABEZPIECZENIA ZIEMNOZWARCIOWEGO**MOCOWE INC AKTYW**

Pobudzenie $P = 0$ W	ISEF > $\pm 5\%$ lub 5 mA
Pobudzenie $P > 0$ W	$P > \pm 5\%$
Odwzbudzenie $P = 0$ W	0,95 x ISEF > +/- 5% lub 5 mA
Odwzbudzenie $P > 0$ W	0,9 x $P > \pm 5\%$ lub 5 mA
Dokładność graniczna	$\pm 5\%$ z histerezą < 1°
Powtarzalność	< 1%

28.3.9 WYSOKOIMPEDANCYJNE STREFOWE ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE**Wysokoimpedancyjne i niskokoimpedancyjne**

Wzbudzenie	Wzór wyliczania nastawy $\pm 5\%$
Odwzbudzenie	0.8 x wzór wyliczania nastawy +/-5%

Wysokoimpedancyjne i niskokoimpedancyjne	
Czas zadziałania	< 60 ms
Wysokonastawne wzbudzenie	Nastawa $\pm 10\%$
Wysokonastawny czas zadziałania	< 30 ms
Powtarzalność	< 5%

28.3.10 ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE REAGUJĄCE NA SKŁADOWĄ PRZECIWNĄ

Odbiór IDMT	1.05 x nastawa $\pm 5\%$
Pobudzenie DT	Nastawa $\pm 5\%$
Odwzbudzenie (IDMT oraz DT)	0.95 x nastawa $\pm 5\%$
Zadziałanie IDMT	$\pm 5\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 60 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Kasowanie DT	Nastawa $\pm 5\%$

28.3.10.1 PARAMETRY KIERUNKOWE NPSOC

Wzbudzenie zakresu kierunkowego (RCA $\pm 90\%$)	$\pm 2^\circ$
Histeresa zakresu kierunkowego	< 1°
Powtarzalność zakresu kierunkowego	< 1%

28.3.11 LOKALNA REZERWA WYŁĄCZNIKOWA ORAZ ZABEZPIECZENIE PODPRĄDOWE

Pobudzenie I<	Nastawa $\pm 10\%$ lub 0,025 I _n , w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie I<	Nastawa $\pm 5\%$ lub 20 mA, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Czas zadziałania	< 12 ms
Timery	$\pm 2\%$ lub 20 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Czas zerowania	< 15 ms

28.3.12 DETEKTOR PRZERWANIA PRZEWODU

Wzbudzenie	Nastawa $\pm 2,5\%$
Odwzbudzenie	0.95 x nastawa $\pm 2,5\%$
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Czas zerowania	< 25 ms

28.3.13 ZABEZPIECZENIE PRZECIĄŻENIOWE TERMICZNE

Wzbudzenie alarmu zabezpieczenia termicznego	Obliczony czas wyzwolenia $\pm 10\%$
Wzbudzenie zabezpieczenia przed przeciążeniem cieplnym	Obliczony czas wyzwolenia $\pm 10\%$
Dokładność czasu chłodzenia	$\pm 15\%$ wartości teoretycznej
Powtarzalność	$< 5\%$

Note:

Czas zadziałania zmierzony przy podaniu prądu o natężeniu przekraczającym nastawę zabezpieczenia termicznego o 20%.

28.4 WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJI ZABEZPIECZENIA NAPIĘCIOWEGO

28.4.1 ZABEZPIECZENIE NADNAPIĘCIOWE

Pobudzenie (DT)	Nastawa $\pm 1\%$
Pobudzenie (IDMT)	$1.02 \times \text{nastawa} \pm 2\%$
Odwzbudzenie (DT oraz IDMT)	$0.98 \times \text{nastawa} \pm 2\%$
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie IDMT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
KASUJ	$< 75 \text{ ms}$
Powtarzalność	$< 1\%$

28.4.2 ZABEZPIECZENIE PODNAPIĘCIOWE

Pobudzenie (DT)	Nastawa $\pm 5\%$
Pobudzenie (IDMT)	$0.98 \times \text{nastawa} \pm 2\%$
Odwzbudzenie (DT oraz IDMT)	$1.02 \times \text{nastawa} \pm 2\%$
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie IDMT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
KASUJ	$< 35 \text{ ms}$
Powtarzalność	$< 1\%$

28.4.3 ZABEZPIECZENIE NADNAPIĘCIOWE SZCZĄTKOWE

Pobudzenie (DT)	Nastawa $\pm 5\%$
Pobudzenie (IDMT)	$1.05 \times \text{nastawa} \pm 5\%$
Odwzbudzenie (DT oraz IDMT)	$0.95 \times \text{nastawa} \pm 5\%$
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 20 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie IDMT	$\pm 5\%$ lub 60 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie bezzwłoczne	$< 50 \text{ ms}$
KASUJ	$< 35 \text{ ms}$
Powtarzalność	$< 10\%$

28.4.4 ZABEZPIECZENIE NADNAPIĘCIOWE KOMPENSOWANE

Pobudzenie (DT)	Nastawa $\pm 1\%$
Pobudzenie (IDMT)	$1.02 \times \text{nastawa} \pm 2\%$
Odwzbudzenie (DT oraz IDMT)	$(1 - (\text{ustawienie histerezy } \mathbf{Cp V Hysteresis}))^* \text{ustawienie} \pm 2\%$
Zadziałanie DT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie IDMT	$\pm 2\%$ lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
KASUJ	$< 75 \text{ ms}$
Powtarzalność	$< 1\%$

28.4.5 MONITOROWANIE NAPIĘCIA

Dokładność napięcia	
Wzbudzenie	Nastawa $\pm 3\%$ lub $\pm 0.1 \text{ V}$, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie	$(0,98 \times \text{nastawa}) \pm 3\%$ lub $\pm 0,1 \text{ V}$, w zależności od tego, która wartość jest większa
Powtarzalność	$< 1\%$

Dokładność braku napięcia	
Wzbudzenie	Nastawa $\pm 3\%$ lub $\pm 0.1 \text{ V}$, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie	$(1,02 \times \text{nastawa}) \pm 3\%$ lub $\pm 0,1 \text{ V}$, w zależności od tego, która wartość jest większa
Powtarzalność	$< 1\%$

Dokładność napięcia różnicowego	
Wzbudzenie	Nastawa $\pm 3\%$ lub $\pm 0.1 \text{ V}$, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie	$(0,98 \times \text{nastawa}) \pm 3\%$ lub $\pm 0,1 \text{ V}$, w zależności od tego, która wartość jest większa
Powtarzalność	$< 1\%$

Dokładność przepięciowa	
Wzbudzenie	Nastawa $\pm 3\%$ lub $\pm 0.1 \text{ V}$, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie	$(0,98 \times \text{nastawa}) \pm 3\%$ lub $\pm 0,1 \text{ V}$, w zależności od tego, która wartość jest większa
Powtarzalność	$< 1\%$

Dokładność podnapięciowa	
Wzbudzenie	Nastawa $\pm 3\%$ lub $\pm 0.1 \text{ V}$, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Odwzbudzenie	$(1,02 \times \text{nastawa}) \pm 3\%$ lub $\pm 0,1 \text{ V}$, w zależności od tego, która wartość jest większa

Dokładność podnapięciowa

Powtarzalność	< 1%
---------------	------

28.4.6 SPRAWDZANIE SYNCHRONIZACJI**Dokładność (CS1/CS2)****Kąt fazowy**

Wzbudzenie	(nastawa-2°) ±1° *
Odwzbudzenie	(nastawa-1°) ±1° *
Powtarzalność	<1%

Posł. Cześć.

Wzbudzenie	nastawa ±0,01 Hz
Odwzbudzenie	(0,95 x nastawa) ±0,01 Hz
Powtarzalność	<1%

Slip Timer

Timery	±1% lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Czas reset	<30 ms
Powtarzalność	<10 ms

Note:

* nastawa **KS Przez Przek U** = 0°**28.4.7 PODZIAŁ SYS****Dokładność kąta fazowego SS**

Wzbudzenie	(nastawa + 2°) ±1°
Odwzbudzenie	(nastawa + 1°) ±1°
Powtarzalność	< 1%

Dokładność podnapięciowa SS

Wzbudzenie	Nastawa ±3%
Odwzbudzenie	1,02 x nastawa
Powtarzalność	< 1%

Czas

Timery	Nastawa ±1% lub 40 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Czas zerowania	< 30 ms
Powtarzalność	< 10 ms

28.5 WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJI ZABEZPIECZENIA CZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO

28.5.1 ZABEZPIECZENIE NADCZĘSTOTLIWOŚCIOWE

Dokładność	
Wzbudzenie	nastawa +/- 10 mHz
Odwzbudzenie	nastawa -20 mHz +/- 10 mHz
Timer zadziałania	+/- 2% lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa

Czas zadziałania oraz zerowania	
Czas zadziałania (stosunek F_s/F_f mniejszy niż 2)	<125 ms
Czas zadziałania (stosunek F_s/F_f pomiędzy 2 a 30)	<150 ms
Czas zadziałania (stosunek F_s/F_f większy niż 30)	<200 ms
Czas zerowania	<200 ms

Warunki odniesienia: Testowano przy zmienianej krokowo częstotliwości, przy nastawie Freq. Av Cycles = 0 oraz braku zamierzonej zwłoki czasowej.

F_s = częstotliwość początkowa – nastawa częstotliwości

F_f = nastawa częstotliwości – częstotliwość końcowa

28.5.2 ZABEZPIECZENIE PODCZĘSTOTLIWOŚCIOWE

Dokładność	
Wzbudzenie	nastawa +/- 10 mHz
Odwzbudzenie	nastawa +20 mHz +/- 10 mHz
Timer zadziałania	+/- 2% lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa

Czas zadziałania oraz zerowania	
Czas zadziałania (stosunek F_s/F_f mniejszy niż 2)	<100 ms
Czas zadziałania (stosunek F_s/F_f pomiędzy 2 a 6)	<160 ms
Czas zadziałania (stosunek F_s/F_f większy niż 6)	<230 ms
Czas zerowania	<200 ms

Warunki odniesienia: Testowano przy zmienianej krokowo częstotliwości, przy nastawie Freq. Av Cycles = 0 oraz braku zamierzonej zwłoki czasowej.

F_s = częstotliwość początkowa – nastawa częstotliwości

F_f = nastawa częstotliwości – częstotliwość końcowa

28.5.3 NIEZALEŻNA DETEKCJA PRĘDKOŚCI ZMIAN CZĘSTOTLIWOŚCI

Dokładność	
Pobudzenie (df/dt)	nastawa +/- 50 mHz
Timer zadziałania	+/- 2% lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa

Zadziałanie	
Przez 6 cykli: Czas zadziałania (dla czasu narastania równego 1,5-krotności nastawy lub dłuższego)	<300 ms
Przez 12 cykli: Czas zadziałania (dla czasu narastania równego 1,5-krotności nastawy lub dłuższego)	<500 ms

Warunki odniesienia: Testowano przy ustawieniach df/dt Average Cycles = 6 i 12 dla nastaw df/dt większych niż 0,1 Hz/s oraz braku zamierzonej zwłoki czasowej.

28.6 FUNKCJE ZABEZPIECZEŃ MOCOWYCH

28.6.1 OCHRONA PRZED NIEDOSTATECZNĄ/NADMIERNĄ MOCĄ

Wzbudzenie	Nastawa $\pm 10\%$
Odwzbudzenie dla zabezpieczenia nadmocowego w kierunku do tyłu	$0.95 \times \text{nastawa} \pm 10\%$
Odwzbudzenie dla zabezpieczenia podmocowego w kierunku do przodu	$1.05 \times \text{nastawa} \pm 10\%$
Pobudzenie dla odchylenia kątownego	$\pm 2^\circ$
Odwzbudzenie dla odchylenia kątownego	$\pm 2.5^\circ$
Czas zadziałania	$\pm 2\%$ lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Powtarzalność	$< 5\%$
Czas rozłączania	$< 50 \text{ ms}$
tRESET	$\pm 5\%$
Bezzwłoczny czas zadziałania	$< 50 \text{ ms}$

28.7 MONITOROWANIE, STEROWANIE I NADZÓR

28.7.1 KONTROLA PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO

Zadziałanie szybkiej blokady, utrata 1 i 2 faz	< 1 cykl
Zadziałanie szybkiej blokady, utrata 3 faz	< 1,5 cykl
Opóźnienie	+/- 2% lub 30 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa

28.7.2 STANDARDOWY NADZÓR NAD PRZEKŁADNIKIEM PRĄDOWYM

IN> wzbudzenie	Nastawa $\pm 5\%$
VN< wzbudzenie	Nastawa $\pm 5\%$
IN> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-5%
VN< odwzbudzenie	1,05 x nastawa +/-5% lub 1 V, którakolwiek wartość jest większa
Zadziałanie zwłoczne	Nastawa +/-2% lub 20 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie blokady CTS	< 1 cycle (< 1 cykl)
Kasowanie CTS	< 35 ms

28.7.3 NADZÓR NAD PRZEKŁADNIKIEM PRĄDU RÓŻNICOWEGO

Dokładność	
I1> Odbiór	Nastawa $\pm 5\%$
I1> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-5%
I2/I1> pobudzenie	Nastawa $\pm 5\%$
I2/I1> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-5%
I2/I1>> pobudzenie	Nastawa $\pm 5\%$
I2/I1 >> odwzbudzenie	0.9 x nastawa +/-5%
Zadziałanie zwłoczne	Nastawa +/-2% lub 20 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Zadziałanie różnicowe członu CTS	< 1 cycle (< 1 cykl)
Kasowanie CTS	< 35 ms

28.7.4 MONITOROWANIE STANU WYŁĄCZNIKA ORAZ WARUNKÓW ZADZIAŁANIA

Dokładność	
Timery	± 40 ms lub 2%, w zależności od tego, która wartość jest większa
Dokładność prądu wyłączeniowego	+/- 5%
Czas zerowania	< 30 ms

28.7.5 TIMERY PSL

Timer kondycjonujący wyjścia	Nastawa $\pm 2\%$ lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Timer kondycjonujący wstrzymywania	Nastawa $\pm 2\%$ lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa
Timer kondycjonujący impulsowy	Nastawa $\pm 2\%$ lub 50 ms, w zależności, która z tych wielkości jest większa

28.8 POMIARY I REJESTRACJA

28.8.1 INFORMACJE OGÓLNE

Ogólna dokładność pomiaru	
Ogólna dokładność pomiaru	Typowo $\pm 1\%$, ale $\pm 0,5\%$ w zakresie 0,2–2 In/Vn
Fazowe	0° do 360° +/- 0,5%
Prąd (0,05 do 3 cali)	$\pm 1,0\%$ odczytu lub 4 mA (wejście 1 A) lub 20 mA (wejście 5 A)
Napięcie (0,05 do 2 Vn)	$\pm 1,0\%$ odczytu
Częstotliwość (45 do 65 Hz)	+/- 0.025 Hz
Moc (W) (0,2 do 2 Vn i 0,05 do 3 In)	$\pm 5,0\%$ odczytu przy jednostkowym współczynniku mocy
Moc bierna (Vary) (0,2 do 2 Vn i 0,05 do 3 In)	$\pm 5,0\%$ odczytu przy zerowym współczynniku mocy
Moc pozorna (VA) (0,2 do 2 Vn i 0,05 do 3 In)	$\pm 5,0\%$ odczytu
Energia (Wh) (0,2 do 2 Vn i 0,2 do 3 In)	$\pm 5,0\%$ odczytu przy jednostkowym współczynniku mocy
Energia (Varh) (0,2 do 2 Vn i 0,2 do 3 In)	$\pm 5,0\%$ odczytu przy zerowym współczynniku mocy

28.8.2 REJESTRY ZAKŁÓCEŃ

Dokładność pomiaru rejestratora zakłóceń	
Minimalny czas trwania zapisu	0.1 s
Maksymalny czas trwania zapisu	10.5 s
Minimalna liczba zapisów przy 10,5 sek	100
Wielkość i dokładność względna fazy	$\pm 5\%$ zastosowanych ilości
Dokładność czasu trwania	+/- 2%
Dokładność pozycji wyzwalania	$\pm 2\%$ (minimalny czas wyzwalania 100 ms)

28.8.3 ZAPISY ZDARZEŃ, ZWARC I KONSERWACJI

Rejestratory zdarzeń, zwarć oraz konserwacji	
Lokalizacja zapisu	Pamięć flash
Sposób wyświetlania	Wyświetlacz na panelu przednim lub oprogramowanie konfiguracyjne
Sposób odczytu	Pobranie przez port USB, RP1, RP2, NIC (Ethernet).
Liczba zapisów zdarzeń	Można przechowywać do 5000 zapisów zdarzeń z oznaczeniem czasu (najnowsze nadpisują najstarsze)
Liczba zapisów zwarć	Do 100
Liczba zapisów konserwacji	Do 10
Dokładność znacznika czasu zdarzeń	1 ms

28.8.4 LOK ZAKŁOCENIA

Dokładność	
Lok zwarcia	$\pm 2\%$ długości linii Warunki odniesienia: zwarcie bezpośrednie na linii

28.9 DANE ZNAMIONOWE

28.9.1 WEJŚCIA POMIAROWE AC

Wejścia pomiarowe AC	
Częstotliwość znamionowa	50 Hz lub 60 Hz (ustawiane)
Zakres roboczy	45 do 65 Hz
Kolejność faz	ABC lub CBA

28.9.2 WEJŚCIA PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO

Wejścia prądu przemiennego	
Prąd znamionowy (In)	1 A lub 5 A
Znamionowe obciążenie każdej fazy	< 0,2 VA przy In
Wytrzymałość cieplna obwodów prądowych AC (wejście 5A)	20 A (praca ciągła) 150 A (przez 10 s) 500 A (przez 1 s)
Wytrzymałość cieplna obwodów prądowych AC (wejście 1A)	4 A (praca ciągła) 30 A (przez 10 s) 100 A (przez 1 s)
Liniowość	Standard: Liniowa do $64 \times I_n$ (prąd przemienny bez offsetu) Sensitive: Liniowa do $2 \times I_n$ (prąd przemienny bez offsetu)

28.9.3 WEJŚCIA PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO

Wejścia napięciowe AC		
Wersja	Od 100 V do 120 V (między fazami)	Od 380 V do 480 V (między fazami)
Obciążenie nominalne na wejście VT *1	< 0.003 VA @ V_n (ph-n); $V_n < 120/\sqrt{3}$ V (ph-n) < 0.01 VA @ V_n (ph-n); $V_n < 240/\sqrt{3}$ V (ph-n)	< 0.02 VA @ V_n (ph-n); $V_n < 440/\sqrt{3}$ V (ph-n) < 0.07 VA @ V_n (ph-n); $V_n < 880/\sqrt{3}$ V (ph-n)
Liniowość w przypadku każdego wejścia VT	Liniowe do 200 V AC rms	Liniowe do 800 V AC rms
Znamionowa ciągłość dla każdego wejścia VT	240 Vac rms	880 Vac rms
Znamionowe 10 sekund dla każdego wejścia VT	312 Vac rms	1144 Vac rms

Note:

Warunki referencyjne: *1 = zakres roboczy nadmiernej częstotliwości 50/60 Hz i zakres nadmiernej temperatury $20^\circ \pm 5^\circ\text{C}$.

28.9.4 POMOCNICZE NAPIĘCIE ZASILANIA

Zakres napięć znamionowych	Opcja CORTEC (tylko DC) 24 do 48 V DC Opcja CORTEC (dostosowana do pracy AC lub DC) 48 do 110 V DC 40 do 100 V AC rms Opcja CORTEC (dostosowana do pracy AC lub DC) 110 do 250 V DC 100 do 240 V AC rms
Maksymalny zakres napięć	Opcja CORTEC (tylko DC) 19 do 65 V DC Opcja CORTEC (dostosowana do pracy AC lub DC) 37 do 150 V DC 32 do 110 V AC rms Opcja CORTEC (dostosowana do pracy AC lub DC) 87 do 300 V DC 80 do 265 V AC rms
Zakres częstotliwości dla źródła prądu przemiennego	45 do 65 Hz
Tętnienie	<15 % dla źródła prądu stałego (zgodnie z IEC 60255-26:2013)
Czas rozruchu	< 11 seconds

28.9.5 OBCIĄŻENIE ZNAMIONOWE

Obciążenie spoczynkowe	11.2 W lub 22 VA
Drugi tylny port komunikacyjny	1.25 W lub 2.5 VA
Obciążenie każdego wyjścia przekaźnika	0,13 W lub 0,25 VA na przekaźnik wyjściowy
Obciążenie każdego wejścia opto (24 – 27 V)	Maksymalnie 0,065 W lub 0,13 VA
Obciążenie każdego wejścia opto (30 – 34 V)	Maksymalnie 0,065 W lub 0,13 VA
Obciążenie każdego wejścia opto (48 – 54 V)	Maksymalnie 0,125 W lub 0,25 VA
Obciążenie każdego wejścia opto (110 – 125 V)	Maksymalnie 0,36 W lub 0,72 VA
Obciążenie każdego wejścia opto (220 – 250 V)	Maksymalnie 0,9 W lub 1,8 VA

28.9.6 PRZERWY ZASILANIA

Standard	IEC 60255-26:2013 (DC i AC)
ZASILANIE 24-48V DC 100% przerwy bez odłączenia od napięcia	20 ms przy 24 V (połowiczne i pełne obciążenie) 50 ms przy 36 V (połowiczne i pełne obciążenie) 100 ms przy 48 V (połowiczne i pełne obciążenie)
ZASILANIE 48-110V DC 100% przerwy bez odłączenia od napięcia	20 ms przy 37 V (połowiczne i pełne obciążenie) 50 ms przy 60 V (połowiczne i pełne obciążenie) 100 ms przy 72 V (pół obciążenia) 100 ms at 85 V (pełne obciążenie) 200 ms przy 110 V (połowiczne i pełne obciążenie)

ZASILANIE 110-250V DC 100% przerwy bez odłączenia od napięcia	20 ms przy 87 V (pół obciążenia) 50 ms przy 110 V (pół obciążenia) 50 ms at 98 V (pełne obciążenie) 100 ms przy 160 V (pół obciążenia) 100 ms at 135 V (pełne obciążenie) 200 ms przy 210 V (pół obciążenia) 200 ms at 174 V (pełne obciążenie)
ZASILANIE 40-100 V AC 100% spadek napięcia bez odłączania zasilania	50 ms przy 32 V (pół obciążenia) 10 ms at 32 V (pełne obciążenie)
ZASILANIE 100-240V AC 100% spadek napięcia bez odłączania zasilania	50 ms przy 80 V (połowiczne i pełne obciążenie)

Note:

Maksymalne obciążenie = zasilanie wszystkich wejść/wyjść.

Note:

Stan spoczynku lub 1/2 obciążenia = zasilanie połowy wejść/wyjść.

28.9.7 SUPERKONDENSATOR

Czas rozładowania	>14 dni
-------------------	---------

28.10 POŁĄCZENIA WEJŚCIA/WYJŚCIA

28.10.1 IZOLOWANE WEJŚCIA CYFROWE

Optoizolowane wejścia cyfrowe (wejścia optyczne)	
Zgodność	Norma ESI 48-4
Napięcie znamionowe:	24 do 250 V DC
Zakres roboczy	19 do 265 V DC
Wytrzymałość	300 V dc
Czas rozpoznania bez połówkowego filtra przeciwzakłóceń AC	< 2 ms
Czas rozpoznawania z załączonym filtrem	< 12 ms

28.10.1.1 ZNAMIONOWE PROGI POBUDZENIA I ZEROWANIA

Znamionowe napięcie baterii	Poziomy logiczne: 60-80% DO/PU	Poziomy logiczne: 50-70% DO/PU
24/27V	Logiczne 0 < 16,2 V, Logiczne 1 > 19,2 V	Logiczne 0 < 12 V, Logiczne 1 > 16,8 V
30/34	Logiczne 0 < 20,4 V, Logiczne 1 > 24 V	Logiczne 0 < 15 V, Logiczne 1 > 21 V
48/54	Logiczne 0 < 32,4 V, Logiczne 1 > 38,4 V	Logiczne 0 < 24 V, Logiczne 1 > 33,6 V
110/125	Logiczne 0 < 75 V, Logiczne 1 > 88 V	Logiczne 0 < 55 V, Logiczne 1 > 77 V
220/250	Logiczne 0 < 150 V, Logiczne 1 > 176 V	Logiczne 0 < 110 V, Logiczne 1 > 154 V

Note:

Filtr jest wymagany w celu zabezpieczenia wejścia optycznego przed indukowanymi napięciami przemiennymi.

Poza powyższymi programami niektóre modele tego produktu zapewniają poniższe poziomy progowe dla zastosowań FSK:

- Dla wejść napięcia 220/250: Logika 0 < 145 V, logika 1 > 165 V

28.10.2 STANDARDOWE ZESTYKI WYJŚCIOWE

Zgodność	Zgodnie z IEC 60255-1:2009
Zastosowanie	Uniwersalne wyjścia przekaźnikowe do sygnalizacji, wyzwalania i alarmu
Napięcie znamionowe	300 V
Maksymalny prąd długotrwały	10 A
Krótkotrwała wytrzymałość prądowa	30 A przez 3 s 250A przez 30 ms
Zdolność łączeniowa i rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne DC	50 W
Zdolność łączeniowa i rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne DC	62,5 W (L/R = 50 ms)
Zdolność łączeniowa i rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne AC	2500 VA rezystancyjne (cos φ = 1)

Zdolność łączeniowa i rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne AC	2500 VA indukcyjne ($\cos \phi = 0,7$)
Zdolność łączeniowa i przewodzenia, obciążenie rezystancyjne DC	30 A przez 3 s, 10000 operacji (pod warunkiem maksymalnego obciążenia 7500 W)
Zdolność łączeniowa, przewodzenia i rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne DC	4 A przez 1,5 s, 10000 operacji (z zastrzeżeniem powyższego limitu dla załączania i rozłączania, obciążenie rezystancyjne DC)
Zdolność łączeniowa, przewodzenia i rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne DC	0,5 A przez 1 s, 10000 operacji (z zastrzeżeniem powyższego limitu dla załączania i rozłączania, obciążenie indukcyjne DC)
Zdolność łączeniowa, przewodzenia i rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne AC	30 A przez 200 ms, 2000 operacji (podlega powyższym ograniczeniom)
Zdolność łączeniowa, przewodzenia i rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne AC	10 A przez 1,5 s, 10 000 operacji (podlega powyższym ograniczeniom)
Zestyk obciążony	min. 10000 operacji
Zestyk nieobciążony	min. 100000 operacji
Czas zadziałania	< 5 ms
Czas zerowania	< 10 ms

28.10.3 ZESTYKI WYJŚCIOWEJ DUŻEJ MOCY

Zgodność	Zgodnie z IEC 60255-1:2009
Zastosowanie	Do zastosowań wymagających dużej wytrzymałości na zerwanie
Napięcie znamionowe	300 V
Maksymalny prąd długotrwały	10 A DC
Krótkotrwała wytrzymałość prądowa	30 A DC przez 3 s 250A przez 30 ms
Zdolność łączeniowa i rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne DC	7500 W
Zdolność łączeniowa i rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne DC	2500 W ($L/R = 50$ ms)
Zdolność łączeniowa i przewodzenia, obciążenie rezystancyjne DC	30 A przez 3 s, 10 000 operacji (podlega powyższym ograniczeniom)
Zdolność łączeniowa, przewodzenia i rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne DC	30 A przez 3 s, 5000 operacji (z zastrzeżeniem powyższego limitu dla załączania i rozłączania, obciążenie rezystancyjne DC) 30 A przez 200 ms, 10000 operacji (z zastrzeżeniem powyższego limitu dla załączania i rozłączania, obciążenie rezystancyjne DC)
Zdolność łączeniowa, przewodzenia i rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne DC	10 A przez 40 ms, 10000 operacji (z zastrzeżeniem powyższego limitu dla załączania i rozłączania, obciążenie indukcyjne DC) 10 A przez 20 ms (250 V, 4 próby na sekundę, z zastrzeżeniem powyższego limitu dla załączania i rozłączania, obciążenie indukcyjne DC)
Zestyk obciążony	Minimum 10 000 operacji.
Zestyk nieobciążony	Minimum 100 000 operacji.
Czas zadziałania	< 0,2 ms
Czas zerowania	< 8 ms
Zabezpieczenie MOV	Maksymalne napięcie 330 V DC

28.10.4 ZESTYKI WATCHDOG

Zastosowanie	Nieprogramowalne zestyki dla sygnalizacji prawidłowego/wadliwego działania przekaźnika
Zdolność rozłączeniowa, obciążenie rezystancyjne DC	30 W
Zdolność rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne DC	15 W (L/R = 40 ms)
Zdolność rozłączeniowa, obciążenie indukcyjne AC	375 VA indukcyjne ($\cos \phi = 0,7$)

28.11 CHARAKTERYSTYKA MECHANICZNA

28.11.1 PARAMETRY FIZYCZNE

Typy obudowy*	40TE 60TE 80TE
Ciężar (obudowa 40TE)	7 kg – 8 kg (w zależności od wybranych opcji)
Ciężar (obudowa 60TE)	9 kg – 12 kg (w zależności od wybranych opcji)
Ciężar (obudowa 80TE)	13 kg – 16 kg (w zależności od wybranych opcji)
Wymiary w mm (szer. x wys. x dł.) (kaseta 40TE)	Szer.: 206,0 mm Wys.: 177,0 mm Gł.: 243,1 mm
Wymiary w mm (szer. x wys. x dł.) (kaseta 60TE)	Szer.: 309,6 mm Wys.: 177,0 mm Gł.: 243,1 mm
Wymiary w mm (szer. x wys. x dł.) (kaseta 80TE)	Szerokość 413.2 mm, Wysokość 177.0 mm, Głębokość 243,1 mm
Montaż	Szafa, stojak typu rack lub montaż adaptacyjny

Note:

*Rozmiar obudowy zależy od produktu.

28.11.2 STOPIEŃ OCHRONY OBUDOWY

Przed kurzem i kapiącą wodą (panel przedni)	IP52 zgodnie z IEC 60529:1989/A2:2013
Ochrona przed kurzem (cała obudowa)	IP50 zgodnie z IEC 60529:1989/A2:2013
Ochrona po bokach obudowy (bezpieczeństwo)	IP30 zgodnie z IEC 60529:1989/A2:2013
Ochrona z tyłu obudowy (bezpieczeństwo)	IP10 zgodnie z IEC 60529:1989/A2:2013

28.11.3 WYTRZYMAŁOŚĆ MECHANICZNA

Badanie odporności na drgania zgodnie z EN 60255-21-1:1998	Reakcja: klasa 2, Wytrzymałość: klasa 2
Odporność na wstrząsy i uderzenia zgodnie z EN 60255-21-2:1988	Reakcja na wstrząs: klasa 2, Wytrzymałość na wstrząs: klasa 1, Wytrzymałość na uderzenie: klasa 1
Badanie odporności na wstrząsy sejsmiczne zgodnie z EN 60255-21-3:	Klasa 2

28.11.4 WYDAJNOŚĆ OPAKOWANIA W TRANZYCIE

Podstawowe kartonowe opakowanie ochronne	ISTA 1C (2ga harmoniczna IA)
Badania odporności na drgania	w 3 kierunkach, 7 Hz, amplituda 5,3 mm, przyspieszenie 1,05 g
Próby zrzutowe	10 zrzutów z wysokości 610 mm na różne powierzchnie, krawędzie, narożniki kartonu

28.12 TESTY TYPU

28.12.1 IZOLACJA

Zgodność	IEC 60255-27: 2013
Rezystancja izolacji	> 100 M Ω przy 500 V DC (z wykorzystaniem wyłącznie elektronicznego/bezszcotkowego testera izolacji)

28.12.2 DROGA UPŁYWU I ODSTĘPY IZOLACYJNE

Zgodność	IEC 60255-27: 2013
Stopień zanieczyszczenia	3
Kategoria przepięciowa	III
Napięcie probiercze udarowe (za wyjątkiem złącza RJ45)	5 kV
Napięcie probiercze udarowe (RJ45)	1 kV

28.12.3 WYTRZYMAŁOŚĆ WYSOKONAPIĘCIOWA (DIELEKTRYCZNA)

Zgodność z IEC	IEC 60255-27: 2013
Pomiędzy wszystkimi niezależnymi obwodami	2 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy zaciskami niezależnych obwodów a zaciskiem przewodu ochronnego	2 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy wszystkimi zaciskami obudowy a uziemieniem obudowy	2 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy stykami otwartego zestyku watchdog	1 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy otwartymi zestykami przełącznych wyjść przekaźnikowych	1 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy wszystkimi zestykami RJ45 a przewodem ochronnym	1 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy wszystkim zestykami złącz śrubowych EIA(RS)485 oraz przewodem ochronnym	1 kV AC rms przez 1 minutę
Zgodność z ANSI/IEEE	ANSI/IEEE C37.90-2005
Pomiędzy stykami otwartych zestyków normalnie otwartych wyjść przekaźnikowych	1,5 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy stykami otwartych zestyków normalnie otwartych przełącznych wyjść przekaźnikowych	1 kV AC rms przez 1 minutę
Pomiędzy stykami otwartego zestyku watchdog	1 kV AC rms przez 1 minutę

28.12.4 BADANIE NAPIĘCIA UDAROWEGO WYTRZYMYWANEGO

Zgodność	IEC 60255-27: 2013
Pomiędzy wszystkimi niezależnymi obwodami	Czas początkowy: Czas do połowy wartości: 50 μ s, wartość szczytowa: 5 kV; 0,5 J

Pomiędzy zaciskami wszystkich niezależnych obwodów.	Czas początkowy: Czas do połowy wartości: 50 μ s, wartość szczytowa: 5 kV; 0,5 J
Pomiędzy wszystkimi niezależnymi obwodami a zaciskiem ochronnego przewodu uziemiającego	Czas początkowy: Czas do połowy wartości: 50 μ s, wartość szczytowa: 5 kV; 0,5 J

Note:

Wyjątek stanowią, stosownie do sytuacji, porty komunikacyjne oraz normalnie otwarte zestyki wyjściowe.

28.13 WARUNKI ŚRODOWISKOWE

28.13.1 ZAKRES TEMPERATURY OTOCZENIA

Zgodność	IEC 60255-27: 2013
Metoda badań	IEC 60068-2-1:2007 i IEC 60068-2-2 2007
Zakres temperatury pracy	od -25°C do +55°C (ciągłe)
Zakres temperatury do przechowywania i transportu	od -25°C do +70°C (ciągłe)

28.13.2 PRÓBA ZMĘCZENIA CIEPLNEGO

Próba zmęczenia cieplnego	
Metoda badań	IEC 60068-2-1: 2007 i 60068-2-2: 2007
Zakres temperatury pracy	-40°C (96 godzin) +70°C (96 godzin)
Zakres temperatury do przechowywania i transportu	-40°C (96 godzin) +70°C (96 godzin)

28.13.3 ZAKRES WILGOTNOŚCI OTOCZENIA

Zgodność	IEC 60068-2-78: 2012 i IEC 60068-2-30: 2005
Trwałość	56 dni przy 93% wilgotności względnej i +40°C
Wilgoć i gorąco, cyklicznie	sześć (12 + 12) godzinnych cykli, przy wilgotności względnej 93% oraz zakresie temperatury od +25°C do +55°C

28.13.4 ŚRODOWISKO KOROZYJNE

Zgodność, przemysłowe środowisko korozyjne/słaba kontrola środowiska	IEC 60068-2-42: 2003, IEC 60068-2-43: 2003, IEC 60068-2-52: 1996
Dwutlenek siarki, IEC 60068-2-42: 2003	Poddanie działaniu podwyższonych wartości stężenia (25 ppm) SO ₂ przy wilgotności względnej 75% i temperaturze +25°C przez 21 dni
Siarkowodór, IEC 60068-2-43:	Poddanie działaniu podwyższonych wartości stężenia (10 ppm) H ₂ S przy wilgotności względnej 75% i temperaturze +25°C przez 21 dni
Mgła solna, IEC 60068-2-52: 1996	7 dni, stopień zaawansowania KB 3

28.14 ZGODNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA

28.14.1 SERIA BADAŃ ZAKŁÓCEŃ WYSOKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI 1 MHz

Zgodność	IEC 60255-26:2013
Współbieżne napięcie probiercze (poziom 3)	2.5 kV
Różnicowe napięcie probiercze (poziom 3)	1.0 kV

28.14.2 BADANIE DRGAŃ TŁUMIONYCH

Zgodność	EN61000-4-18: 2011: Poziom 3, 100 kHz oraz 1 MHz. Poziom 4: 3 MHz, 10 MHz oraz 30 MHz, IEC 60255-26:2013
Współbieżne napięcie probiercze (poziom 3)	2.5 kV
Współbieżne napięcie probiercze (poziom 4)	4.0 kV
Napięcie probiercze różnicowe	1.0 kV

28.14.3 ODPORNOŚĆ NA WYŁADOWANIA ELEKTROSTATYCZNE

Zgodność	IEC 60255-26:2013, IEC 61000-4-2:2009
Warunek Klasy 4	Wyładowanie 15 kV w powietrzu na interfejsie użytkownika, wyświetlaczu oraz nieosłoniętym elemencie metalowym
Warunek Klasy 3	Wyładowanie 8 kV w powietrzu na wszystkich portach komunikacyjnych

28.14.4 SZYBKOSMIENNE ZAKŁÓCENIA ELEKTRYCZNE LUB WYMAGANIA DOTYCZĄCE IMPULSU PRZEBICIA

Zgodność	IEC 60255-26:2013, IEC 61000-4-4:2012
Przeprowadzono dla wejść komunikacyjnych	Amplituda: 2 kV, częstotliwość serii impulsów 5 kHz oraz 100 kHz (poziom 4)
Przeprowadzono dla obwodu zasilania oraz wszystkich innych wejść oprócz wejść komunikacyjnych	Amplituda: 4 kV, częstotliwość serii impulsów 5 kHz oraz 100 kHz (poziom 4)

28.14.5 WYTRZYMAŁOŚĆ UDAROWA

Zgodność	IEEE/ANSI C37.90.1: 2012
Warunek 1	Szybkosmienny 4 kV oraz oscylacyjny 2,5 kV przeprowadzony w trybie współbieżnym oraz różnicowym dla wejść optycznych, przekaźników wyjściowych, PP, PN, zasilania
Warunek 2	Szybkosmienny 4 kV oraz oscylacyjny 2,5 kV przeprowadzony w trybie współbieżnym dla portów komunikacyjnych, IIRIG-B

28.14.6 TEST ODPORNOŚCI UDAROWEJ

Zgodność	IEC 60255-26:2013, IEC 61000-4-5:2014+AMD1:2017
Czas trwania impulsu	Czas do połowy wartości: 1,2/50 μ s
Miedzy wszystkimi grupami a zaciskiem ochronnego przewodu uziemiającego	Amplituda 4 kV
Pomiędzy zaciskami każdej grupy (z wyjątkiem portów komunikacyjnych, jeżeli dotyczy)	Amplituda 2 kV

28.14.7 ODPORNOŚĆ NA PROMIENIOWANĄ ENERGIĘ ELEKTROMAGNETYCZNĄ

Zgodność	IEC 60255-26:2013, IEC 61000-4-3:2006 + A2:2010
Pasma częstotliwości	80 MHz do 3,0 GHz
Testy punktowe przy	80, 160, 380, 450, 900, 1850, 2150 MHz
Probiercze natężenie pola	10 V/m
Badanie przy użyciu AM	1 kHz przy 80%
Zgodność	IEEE/ANSI C37.90.2: 2004
Pasma częstotliwości	80 MHz do 1 GHz
Testy punktowe przy	80, 160, 380, 450 MHz
Przebieg	1 kHz przy 80% AM modulowanym impulsowo
Natężenie pola	35 V/m

28.14.8 ODPORNOŚĆ NA PROMIENIOWANIE Z KOMUNIKACJI CYFROWEJ

Zgodność	IEC 61000-4-3:2006 + A2:2010
Pasma częstotliwościowe	800 do 960 MHz, 1,4 do 2,0 GHz
Probiercze natężenie pola	30 V/m
Badanie przy użyciu AM	1 kHz przy 80%

28.14.9 ODPORNOŚĆ NA PROMIENIOWANIE OD RADIOTELEFONÓW CYFROWYCH

Zgodność	IEC 60255-26:2013, IEC 61000-4-3:2006 + A2:2010
Pasma częstotliwościowe	900 MHz oraz 1,89 GHz
Probiercze natężenie pola	10 V/m

28.14.10 ODPORNOŚĆ NA PRZEWODZONE ZABURZENIA INDUKOWANE PRZEZ POLA O CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWEJ

Zgodność	IEC 60255-26:2013, IEC 61000-4-6:2013 Poziom 3
----------	--

Pasma częstotliwościowe	150 kHz do 80 MHz
Napięcie probiercze zaburzenia	10 V rms
Badanie przy użyciu AM	1 kHz przy 80%
Testy punktowe	27 MHz oraz 68 MHz

28.14.11 ODPORNOŚĆ NA POLE MAGNETYCZNE

Zgodność	IEC 61000-4-8:2009 Poziom 5 IEC 61000-4-9:2016 Poziom 5 IEC 61000-4-10:2016 Poziom 5
Test IEC 61000-4-8	100 A/m podawane w sposób ciągły, 1000 A/m podawane przez 3 s
Test IEC 61000-4-9	1000 A/m podawane we wszystkich płaszczyznach
Test IEC 61000-4-10	100 A/m podawane we wszystkich płaszczyznach przy 100 kHz / 1 MHz, czas trwania impulsu 2 s

28.14.12 EMISJE PRZEWODZONE

Zgodność	IEC 60255-26:2013, EN 55032: 2015+A1:2020
Próba zasilania 1	0,15 - 0,5 MHz, 79 dB μ V (quasi-szczytowa) 66 dB μ V (średnia)
Próba zasilania 2	0,5 - 30 MHz, 73 dB μ V (quasi-szczytowa) 60 dB μ V (średnia)
RJ45 test 1 (jeżeli dotyczy)	0,15 - 0,5 MHz, 97 dB μ V (quasi-szczytowa) 84 dB μ V (średnia)
RJ45 test 2 (jeżeli dotyczy)	0,5 - 30 MHz, 87 dB μ V (quasi-szczytowa) 74 dB μ V (średnia)

28.14.13 EMISJA PROMIENIOWANIA

Zgodność	IEC 60255-26:2013
Próba 1	30 – 230 MHz, 40 dB μ V/m przy odległości pomiarowej 10 m
Próba 2	230 – 1 GHz, 47 dB μ V/m przy odległości pomiarowej 10 m
Próba 3	1 – 2 GHz, 76 dB μ V/m przy odległości pomiarowej 10 m

28.14.14 ODPORNOŚĆ NA ZABURZENIA O CZĘSTOTLIWOŚCI SIECIOWEJ

Zgodność	IEC 60255-26:2013
Wejścia optyczne (zgodność uzyskano poprzez zastosowanie filtra na wejściu optycznym)	Tryb współbieżny 300 V (Klasa A) Tryb różnicowy 150 V (Klasa A)

Note:

Zgodność uzyskano przez zastosowanie filtra na wejściu optycznym.

28.15 ZGODNOŚĆ Z PRZEPISAMI

Zgodność z Dyrektywą Komisji Europejskiej w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej EMC i Dyrektywą Niskonapięciową Komisji Europejskiej LVD wykazano za pomocą dokumentacji technicznej.



28.15.1 ZGODNOŚĆ Z DYREKTYWĄ EMC: 2014/30/EU

Deklaracja zgodności dla danego produktu zawiera wykaz odpowiednich norm zharmonizowanych lub oceny zgodności zastosowanych w celu wykazania zgodności z dyrektywą w sprawie zgodności elektromagnetycznej EMC.

28.15.2 ZGODNOŚĆ Z DYREKTYWĄ LVD: 2014/35/EU

Deklaracja zgodności dla danego produktu zawiera wykaz odpowiednich norm zharmonizowanych lub oceny zgodności zastosowanych w celu wykazania zgodności z dyrektywą w sprawie zgodności elektromagnetycznej LVD.

Informacje związane z bezpieczeństwem, jak kategoria przepięcia instalacji I, stopień zanieczyszczenia i zakresy temperatur roboczych są określone w rozdziale „Dane techniczne” odpowiedniej dokumentacji produktu i/lub na etykiecie produktu.

O ile nie określono inaczej w rozdziale „Dane techniczne” odpowiedniej dokumentacji produktu, urządzenie jest przeznaczone wyłącznie do użytku w pomieszczeniach. Jeżeli wymagane jest użycie urządzenia na zewnątrz, musi być zamontowane w specjalnej szafce lub obudowie, aby zapewnić odpowiedni poziom ochrony przed spodziewanym środowiskiem zewnętrznym.

28.15.3 ZGODNOŚĆ Z DYREKTYWĄ R&TTE: 2014/53/EU

Dyrektywa 2014/53/UE Urządzenia radiowe i końcowe urządzenia telekomunikacyjne (R&TTE).

Zgodność wykazano zarówno poprzez spełnienie dyrektywy EMC jak i Dyrektywy niskonapięciowej

28.15.4 ZGODNOŚĆ Z NORMAMI UL/CUL

Jeżeli produkt oznaczony jest tym logo, to oznacza, że jest on zgodny z wymaganiami Underwriters Laboratories w Kanadzie i USA.

Na urządzeniu widnieje właściwy numer akt UL oraz numer identyfikacyjny.



ZAŁĄCZNIK A

OPCJE ZAMAWIANIA

Informacje o zamawianiu

Schemat kodu zamówień CORTEC											
Odległość i automatyczne ponowne zamykanie / Kontrola synchronizacji		P44									
Zastosowanie pojedynczego rozłącznika		3									AA
Rozłącznik i zastosowanie rozłącznika podwójnego lub połowy		6									
Znamionowe pomocnicze napięcie zasilające		7									
24-54 V DC		8									
48-125 V DC (40-100 V AC)		9									
110-250 V DC (100-240 V AC)											
Parametry CT i VT		Opc. zgodność sprzętowa									
In = 1 A / 5 A; Vn = 100-120 V AC		Wszystko		1							
IEC 61850-9-2LE Redundantne próbkowane wartości analogowe Ethernet - model magistrali procesowej		Tylko opcje R, S, T		C							
Opcje sprzętowe											
Standard - 1 tylny szeregowy port komunikacji RS485 dostarczany ze wszystkimi opcjami zamawiania (zgodność z Courier, -103, DNP3)				1							
Z dodatkowym IRIG-B (modulowanym)				2							
Z dodatkowym IRIG-B (modulowanym) i szeregową kom. światł.				4							
Z dodatkowym IRIG-B (bez modulacji)				C							
Z 2. portem tylnym protokołu Courier				E							
Z 2. portem tylnym protokołu Courier + IRIG-B modulowany				F							
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover: 2 porty światłowodowe multimodowe + modulowany/nimodulowany IRIG-B				R							
Redundantny Ethernet PRP/HSR/RSTP/Failover: 2 porty miedziane RJ45 + modulowany/nimodulowany IRIG-B				S							
Pojedynczy i redundantny Ethernet Failover: 1 port miedziany RJ45 + 1 port światłowodowy multimodowy + modulowany/nimodulowany IRIG-B				T							
Opcje wejścia/wyjścia		Zgodność z rozmiarem obudowy									
8 wejść, 7 wyjść		40TE, 60TE		A							
8 wejść, 8 wyjść		40TE, 60TE		B							
8 wejść, 14 wyjść		60TE		C							
12 wejść, 12 wyjść		60TE		E							
16 wejść, 14 wyjść		60TE		G							
16 wejść, 16 wyjść		60TE		H							
16 wejść, 16 wyjść + 4 wysokiej prędkości high break		Tylko 60TE P443, 80TE		J							
16 wejść, 21 wyjść		Tylko 60TE P443, 80TE		K							
16 wejść, 24 wyjść		Tylko 60TE P443, 80TE		L							
24 wejść, 16 wyjść + 8 wysokiej prędkości high break		80TE		T							
24 wejść, 32 wyjść		80TE		V							
28 wejść, 43 wyjść		Tylko P443 - 80TE		Y							
32 wejść, 32 wyjść		Tylko P443 - 80TE		2							
40 wejść, 24 wyjść		Tylko P443 - 80TE		4							
Opcje kanału InterMiCOM64											
Ch1 = 850 nm wielomodowy, Ch2 = 850 nm wielomodowy				A							
Ch1 = 1300 nm jednomodowy, Ch2 = niezamocowany (2 tylko zacisk)				B							
Ch1 = 1300 nm jednomodowy, Ch2 = 1300 nm jednomodowy				C							
Ch1 = 1300 nm wielomodowy, Ch2 = niezamocowany (2 tylko zacisk)				D							
Ch1 = 1300 nm wielomodowy, Ch2 = 1300 nm wielomodowy				E							
Ch1 = 1550 nm jednomodowy, Ch2 = niezamocowany (2 tylko zacisk)				F							
Ch1 = 1550 nm jednomodowy, Ch2 = 1550 nm jednomodowy				G							
Ch1 = 850 nm wielomodowy, Ch2 = 1300 nm jednomodowy				H							
Ch1 = 850 nm wielomodowy, Ch2 = 1300 nm wielomodowy				J							
Ch1 = 850 nm wielomodowy, Ch2 = 1550 nm jednomodowy				K							
Bez kanałów InterMiCOM64				X							
Rozmiar obudowy i montaż		Zgodność z produktem									
Obudowa 80TE - montaż podtynkowy/panelowy z powłoką do trudnego środowiska, z portem USB i 10 klawiszami funkcyjnymi		P443, P446		S							
Obudowa 80TE - montaż na szafie 19" z powłoką do trudnego środowiska, z portem USB i 10 klawiszami funkcyjnymi Obudowa		P443, P446		T							
40TE - montaż podtynkowy/panelowy z powłoką do trudnego środowiska, z portem USB, bez klawiszy funkcyjnych Obudowa		Wszystkie P443, P446 z -9-2LE		U							
60TE - montaż podtynkowy/panelowy z powłoką do trudnego środowiska, z portem USB i 10 klawiszami funkcyjnymi		P443, P446		V							
Właściwości produktu											
Zabezpieczenie odległościowe dystrybucji / przesyłowo-rozdzielczej, załączanie tylko 3-biegunowe				A							
Zabezpieczenie odległościowe przesyłania cyklu podrzędnego z adaptacyjnym automatycznym ponownym zamykaniem				B							
Wersja oprogramowania											
Zwiększone cyberbezpieczeństwo, protokoły równoległe, 5000 zdarzeń, 100 rekordów błędów, oscylografia 1050				AA							
Dodatki właściwe dla klienta Wersja											
standardowa				0							
Konfiguracja właściwa dla klienta/opcje				A							
Wersja sprzętowa											
5. generacja sprzętu, kolorowy HMI graficzny z przetwarzaniem o dużej wydajności				Q							

ZAŁĄCZNIK B

USTAWIENIA I SYGNAŁY

Tabele zawierające pełną listę ustawień dla każdego modelu znajdują się w osobnym pliku Excel załączonym jako osadzony zasób. Aby uzyskać dostęp do pliku arkusza kalkulacyjnego, kliknij przycisk poniżej.

Uwaga:

Może zostać otwarte okno dialogowe Otwórz plik z komunikatem ostrzegawczym o potencjalnych szkodach ze strony programów, makr lub wirusów. Dostarczony plik nie zawiera żadnej szkodliwej zawartości i można go bezpiecznie otworzyć.

Ustawienia I Sygnały

ZAŁĄCZNIK C

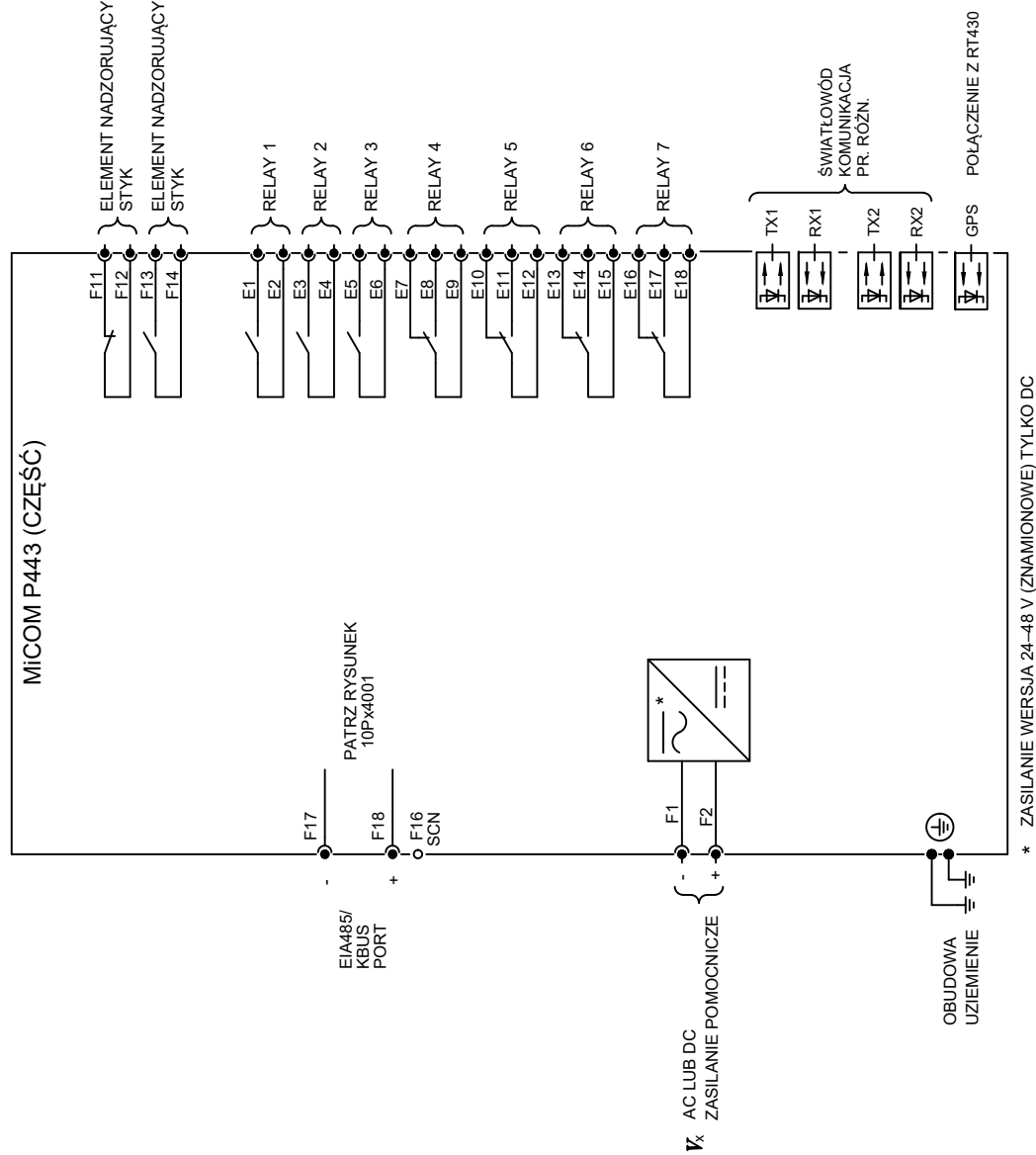
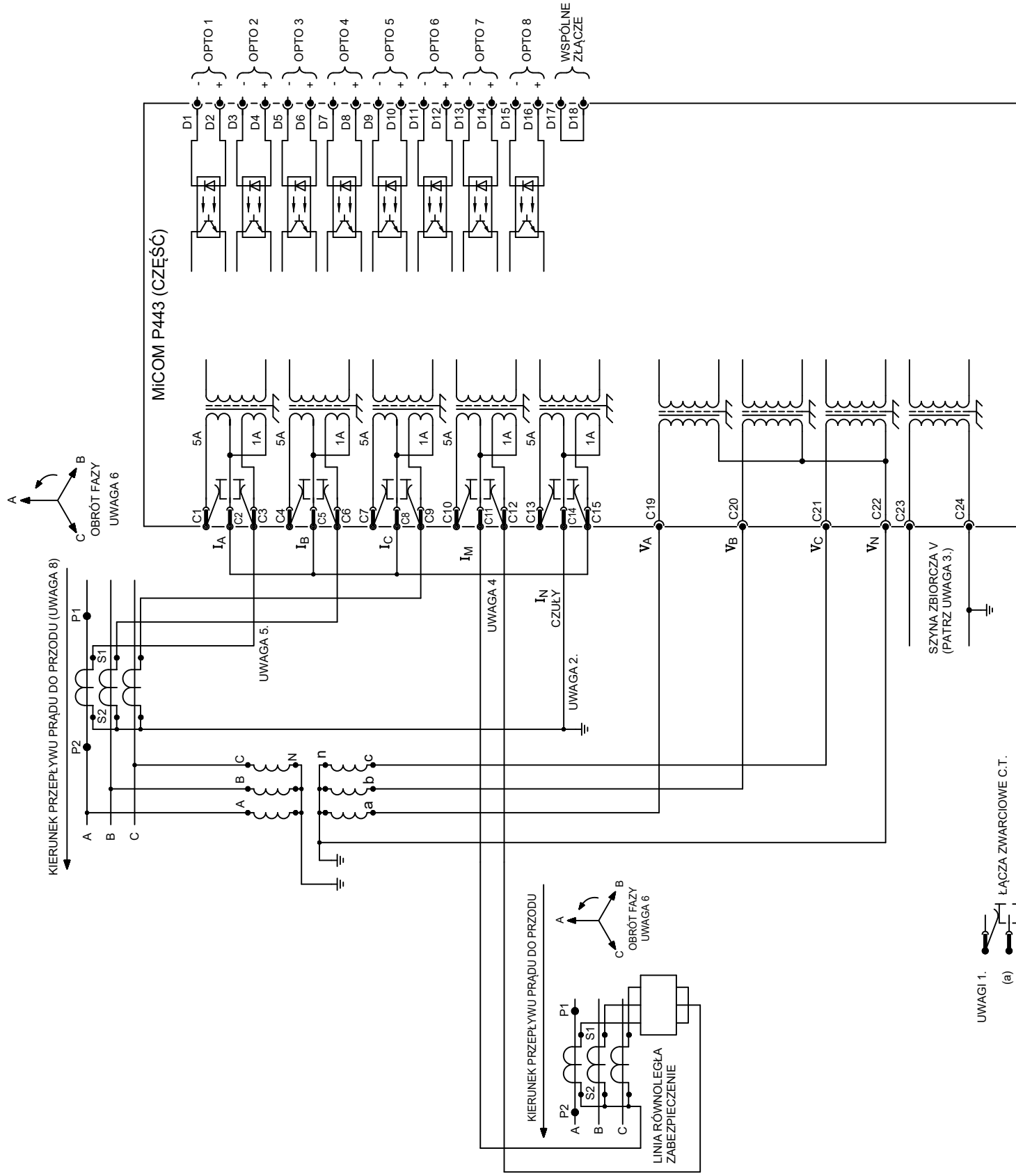
SCHEMATY POŁĄCZEŃ

MODEL	OPCJA CORTEC*	TYTUŁ DIAGRAMU POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH	ARKUSZ RYSUNKOWY	WYDANIE
P443	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) 8 WEJŚĆ, 7 WYJŚĆ	10P44336-1	A
	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WEJŚĆ, 7 WYJŚĆ	10P44308-1	A
	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 7 WYJŚĆ	10P44317-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) 8 WEJŚĆ, 8 WYJŚĆ	10P44337-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WEJŚĆ, 8 WYJŚĆ	10P44309-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 8 WYJŚĆ	10P44318-1	A
	Opcja we/wy C	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44310-1	A
	Opcja we/wy C	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44319-1	A
	Opcja we/wy E	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 12 WEJŚĆ, 12 WYJŚĆ	10P44311-1	A
	Opcja we/wy E	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 12 WEJŚĆ, 12 WYJŚĆ	10P44320-1	A
	Opcja we/wy G	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44321-1	A
	Opcja we/wy G	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 16 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44312-1	A
	Opcja we/wy H	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ	10P44313-1	A
	Opcja we/wy H	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ	10P44322-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44314-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PPRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44323-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PPRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44326-1	A
	Opcja we/wy K	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 21 WYJŚĆ	10P44315-1	A
	Opcja we/wy K	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 21 WYJŚĆ	10P44324-1	A
	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44316-1	A
	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44325-1	A
	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44327-1	A
	Opcja we/wy Y	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 28 WEJŚĆ, 43 WYJŚĆ	10P44338-1	A

MODEL	OPCJA CORTEC*	TYTUŁ DIAGRAMU POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH	ARKUSZ RYSUNKOWY	WYDANIE
P446	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 7 WYJŚĆ	10P44639-1	A
	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) 8 WEJŚĆ, 7 WYJŚĆ	10P44641-1	A
	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WEJŚĆ I 7 WYJŚĆ	10P44613-1	A
	Opcja we/wy A	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 7 WYJŚĆ	10P44622-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WEJŚĆ I 8 WYJŚĆ	10P44614-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 8 WYJŚĆ	10P44640-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) 8 WEJŚĆ, 8 WYJŚĆ	10P44642-1	A
	Opcja we/wy B	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 8 WYJŚĆ	10P44623-1	A
	Opcja we/wy C	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WEJŚĆ I 14 WYJŚĆ	10P44615-1	A
	Opcja we/wy C	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44624-1	A
	Opcja we/wy E	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 12 WEJŚĆ, 12 WYJŚĆ	10P44616-1	A
	Opcja we/wy E	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 12 WEJŚĆ, 12 WYJŚĆ	10P44625-1	A
	Opcja we/wy G	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44617-1	A
	Opcja we/wy G	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 14 WYJŚĆ	10P44626-1	A
	Opcja we/wy H	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ	10P44618-1	A
	Opcja we/wy H	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ	10P44627-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44619-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44628-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44608-1	A
	Opcja we/wy J	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 4 PPRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44631-1	A
	Opcja we/wy K	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 21 WYJŚĆ	10P44620-1	A
	Opcja we/wy K	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 21 WYJŚĆ	10P44629-1	A
	Opcja we/wy K	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 16 WEJŚĆ, 21 WYJŚĆ	10P44609-1	A
	Opcja we/wy K	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 21 WYJŚĆ	10P44632-1	A
	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44621-1	A

MODEL	OPCJA CORTEC*	TYTUŁ DIAGRAMU POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH	ARKUSZ RYSUNKOWY	WYDANIE
P446	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44630-1	A
	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44610-1	A
	Opcja we/wy L	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44633-1	A
	Opcja we/wy T	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 24 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 8 PRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44611-1	A
	Opcja we/wy T	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 24 WEJŚĆ, 16 WYJŚĆ I 8 PPRZEKAŹNIKI SZYBKIE	10P44634-1	A
	Opcja we/wy V	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 24 WEJŚĆ I 32 WYJŚĆ	10P44612-1	A
	Opcja we/wy V	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 24 WEJŚĆ, 32 WYJŚĆ	10P44635-1	A
	Opcja we/wy Y	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 28 WEJŚĆ, 43 WYJŚĆ	10P44636-1	A
	Opcja we/wy 2	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 32 WEJŚĆ, 32 WYJŚĆ	10P44637-1	A
	Opcja we/wy 4	ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 40 WEJŚĆ, 24 WYJŚĆ	10P44638-1	A

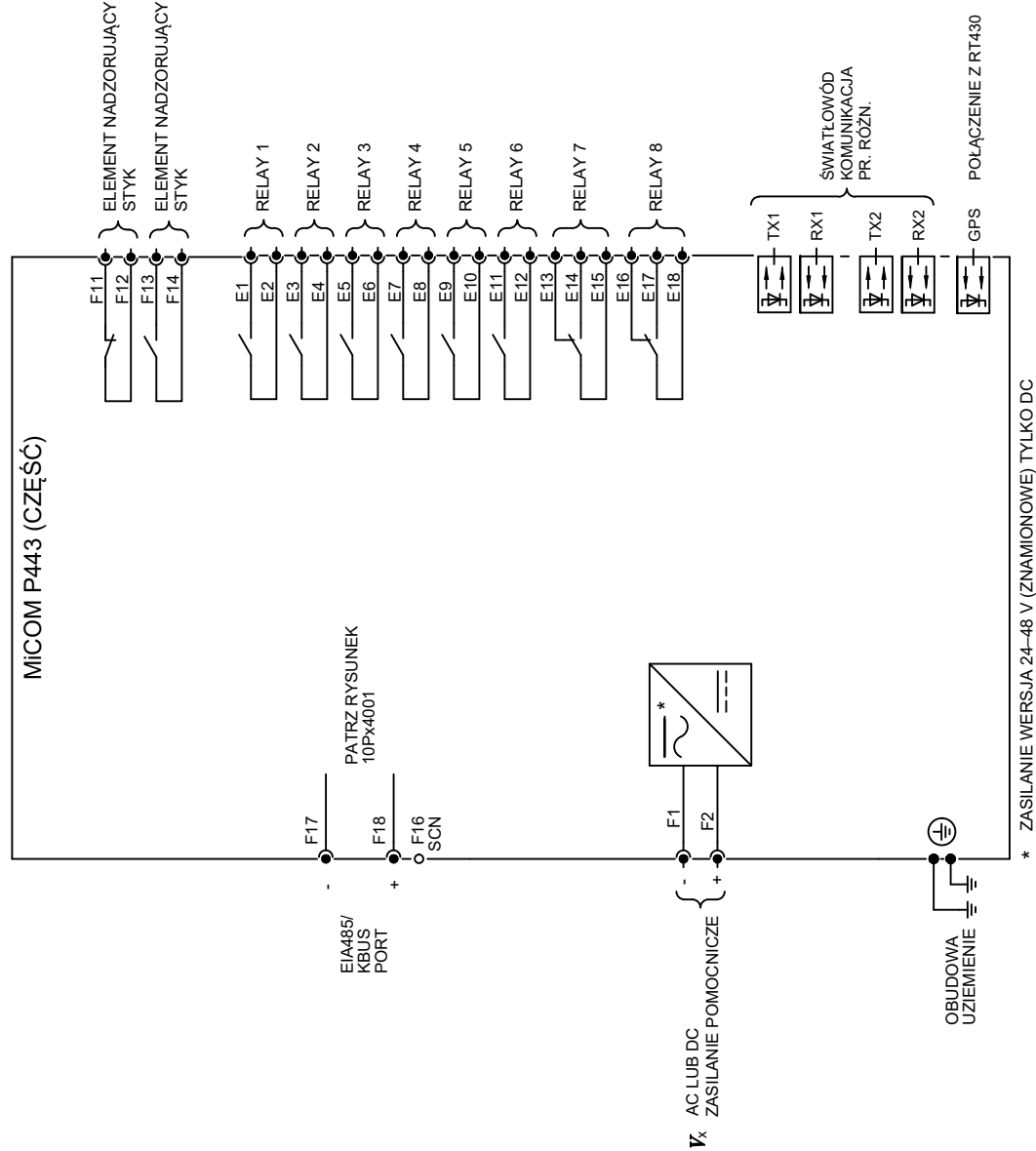
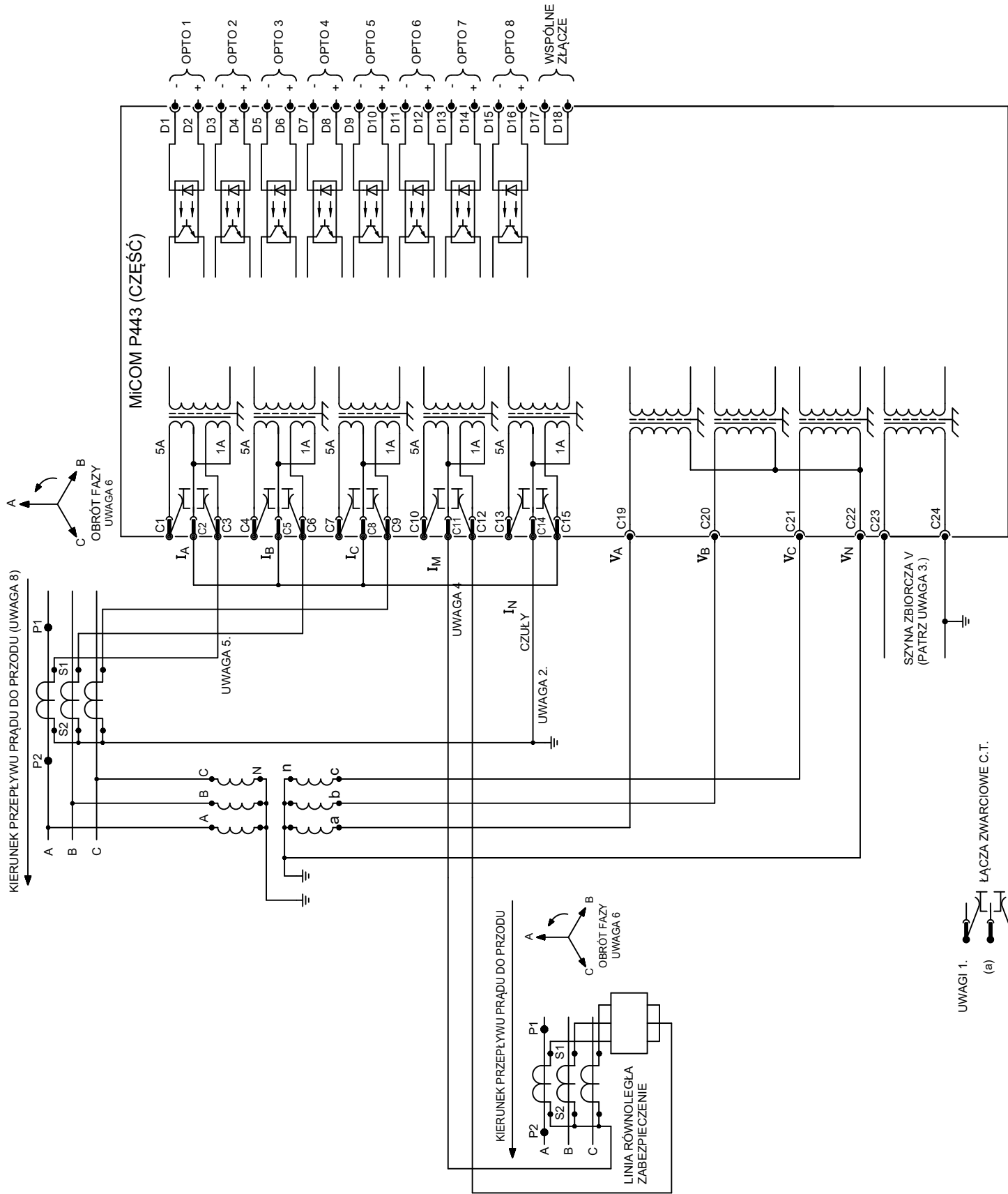
* Podczas wybierania właściwych diagramów okablowania należy uwzględnić właściwy model CORTEC.



5. ZŁĄCZA C.T. SĄ PRZEDSTAWIONE 1A POŁĄCZONE I SĄ TYLKO TYPOWE.
6. OBROT ODWROTNY FAZY JEST RÓWNIEM OBSŁUGIWANY
7. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001.
8. Z USTAWIENIEM BIEGUNOWOŚCI C.T. „STANDARD”.

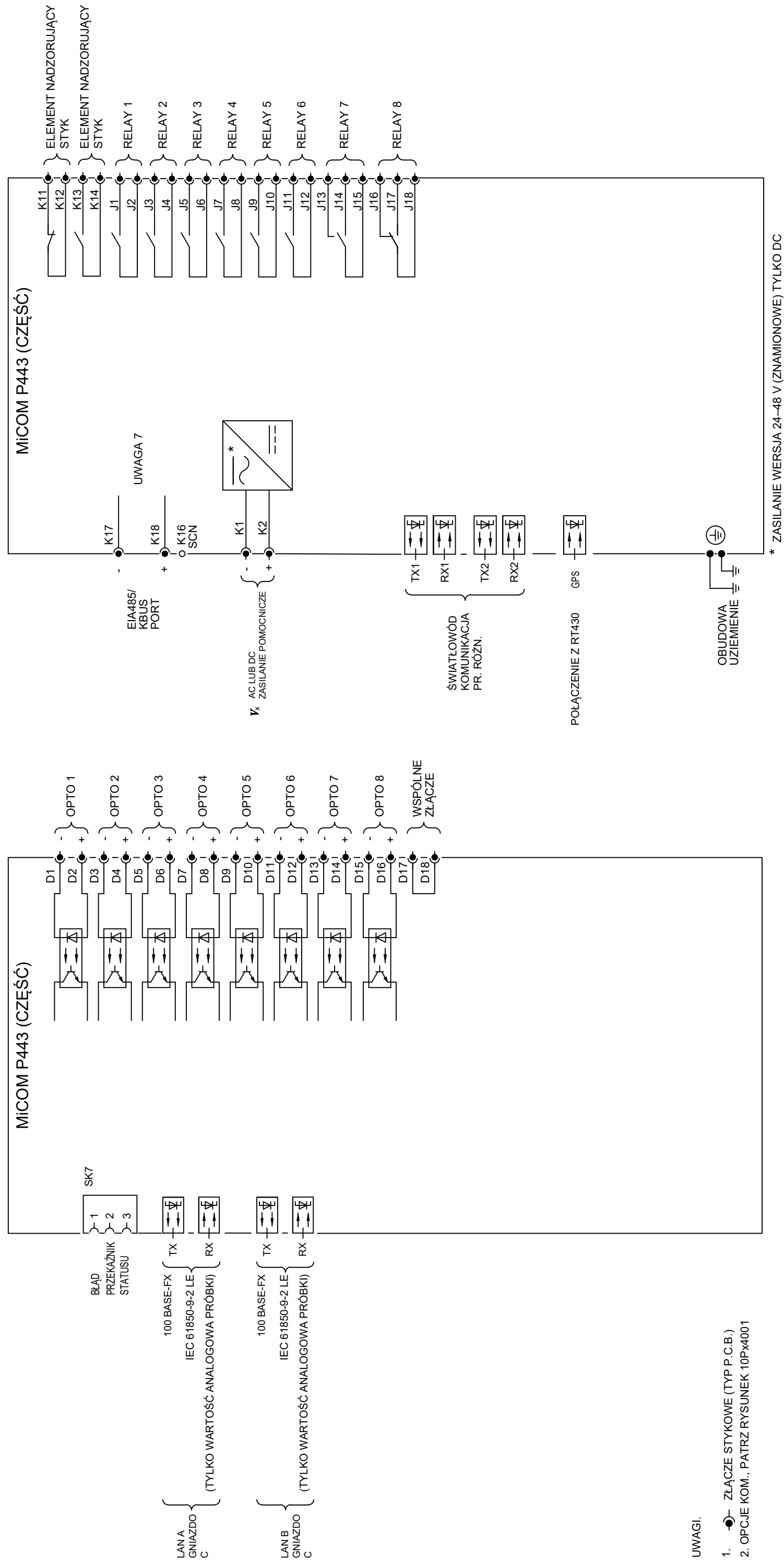
2. ZASTOSOWANO DO ZABEZPIECZENIA SEF **In** CZUKŁY POWINIEN BYĆ ZASILANY Z RÓWNOWAGI PODSTAWOWEJ CT, JEŚLI CZUKŁY STOSOWANE SĄ USTAWIENIA.
3. SZYNA ZBIORCZA V WYMAGANA TYLKO WTEDY, GDY AKTYWNA JEST FUNKCJA SYNCHRONIZACJI KONTROLI.
4. WZAJEMNE WEJŚCIE PRĄDU WYMAGANE TYLKO. JEŚLI AKTYWNE PARAMETRY LINIOWE.

Wydanie: A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) 8 WE/7 WY
Data: 30/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44336
Data:	Spr.: S SWAIN	
INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.		Ark.: 1 Następny Ark.: -
		 GE VERNOVA



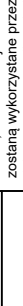
5. ZŁĄCZA C.T. SĄ PRZEDSTAWIONE 1A POŁĄCZONE I SĄ TYLKO TYPOWE.
6. OBRÓT ODWROTNY FAZY JEST RÓWNIEŻ OBSŁUGIWANY
7. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10P x4001.
8. Z USTAWIENIEM BIEGUNOWOŚCI C.T. „STANDARD”.

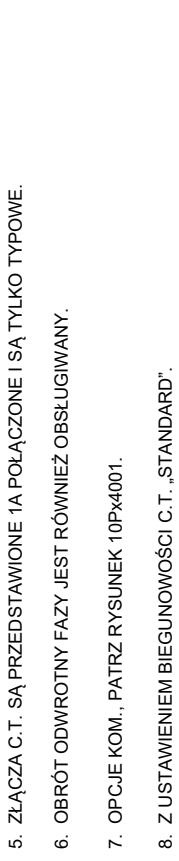
Wydanie: A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEĞŁOŚCIOWE (40TE) 8 WE/8 WY
Date: 30/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44337
Date:	Spr.: S SWAIN	
INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznych warunków, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.		Ark.: 1 Następny Ark.: -
		 GE VERNOVA



UWAGI.

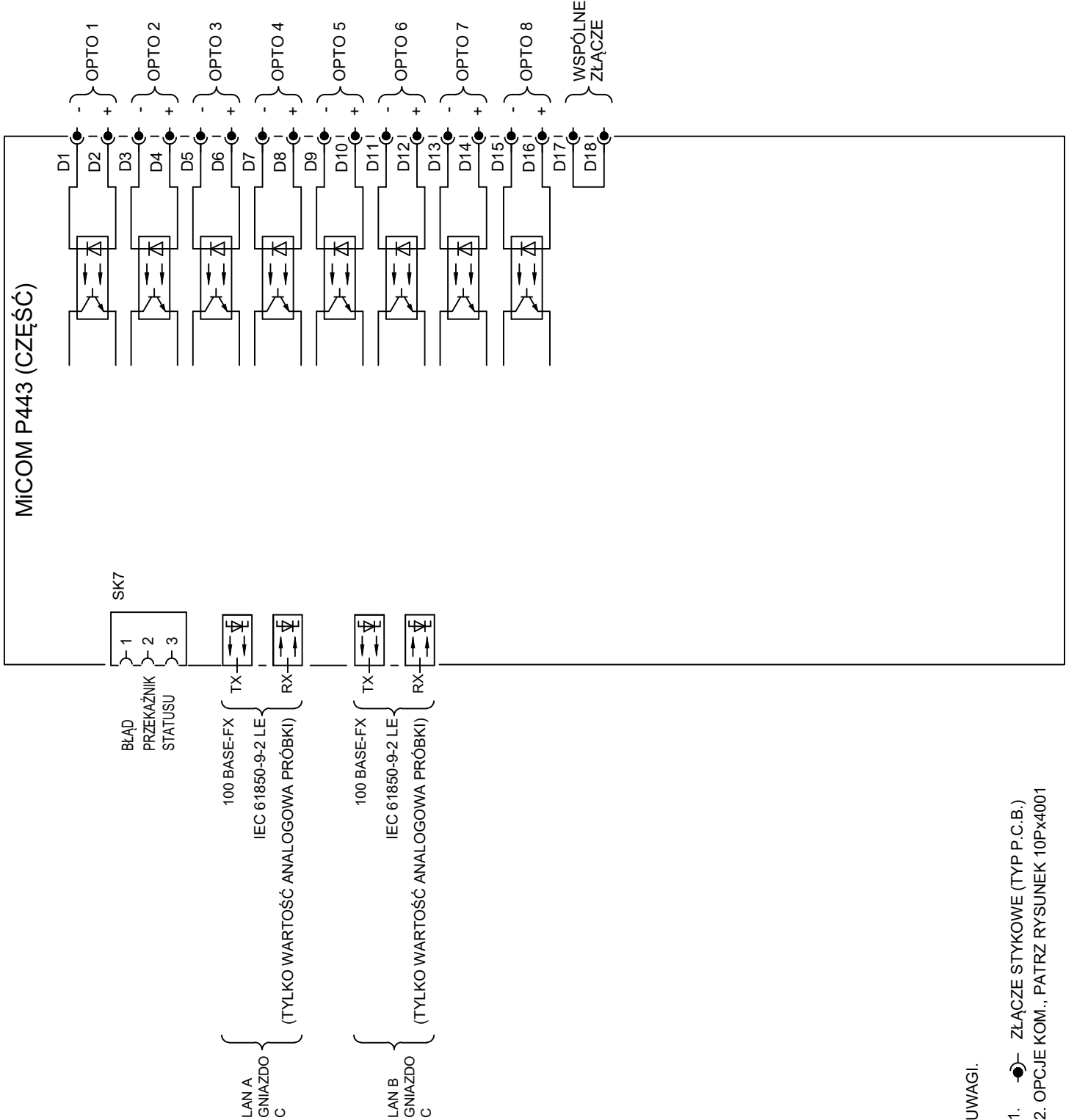
1.  ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WE/8 WY	
Data: 23/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44318	
Data:		Spr.: S SWAIN			
		INFORMACJA WŁASNA I POJĘCNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUŁNE OPRACOWANIE GE Vernova.			
				Ark.: 1 Następny Ark.: -	
				 GE VERNOVA	

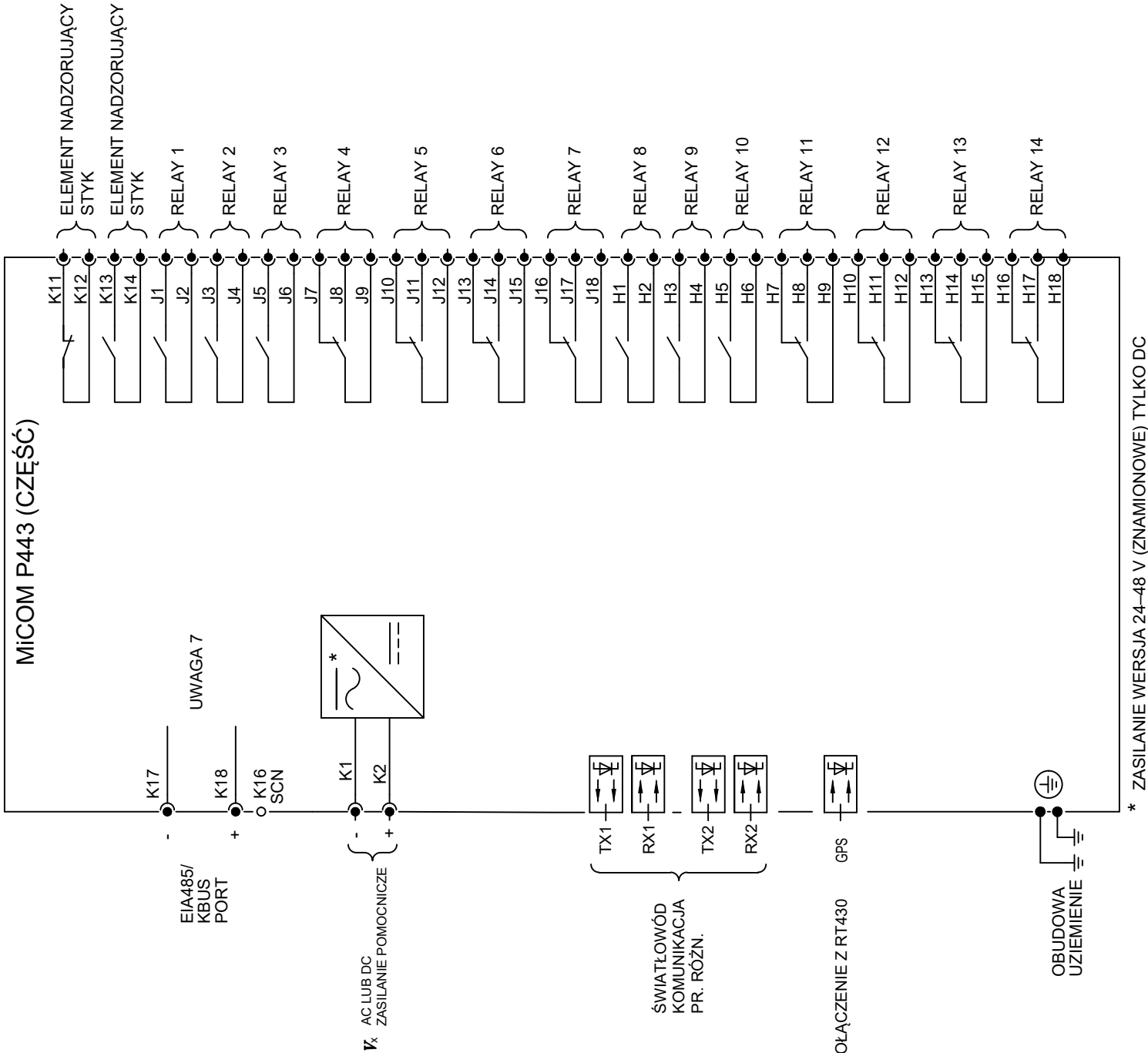


- 
 ZŁĄCZE BNC 50 OMÓW
- 
 GNIAZDO TYPU D ŻEŃSKIE 9-DROŻNE I 25-DROŻNE





- UWAGI.
1. ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001



Wydanie: **A**

Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.

Data: 23/09/2022

Nazwisko: S WOOTTON

Data:

Spr.: S SWAIN

Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 8 WE/14 WY

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE

Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE

POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.

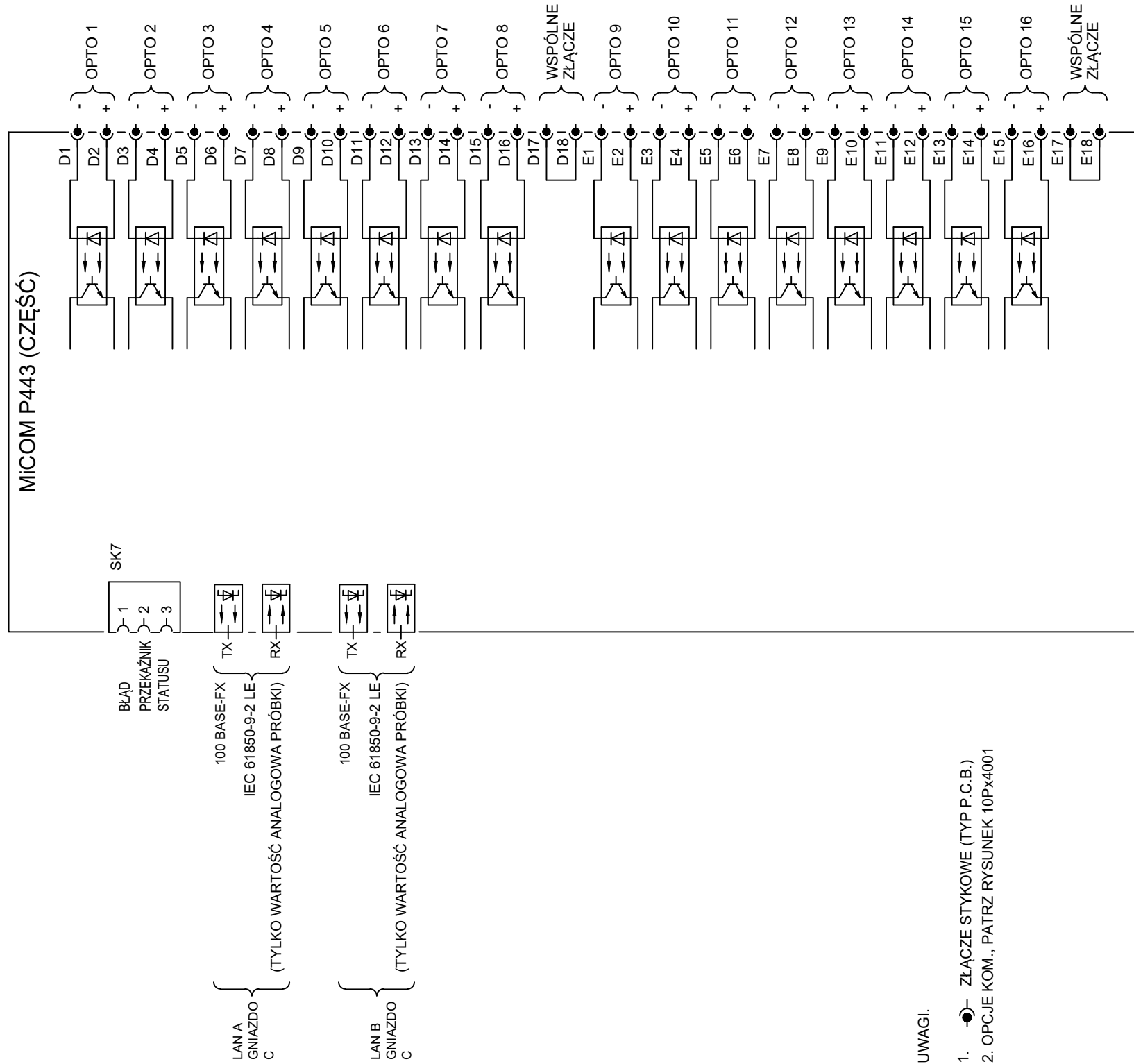
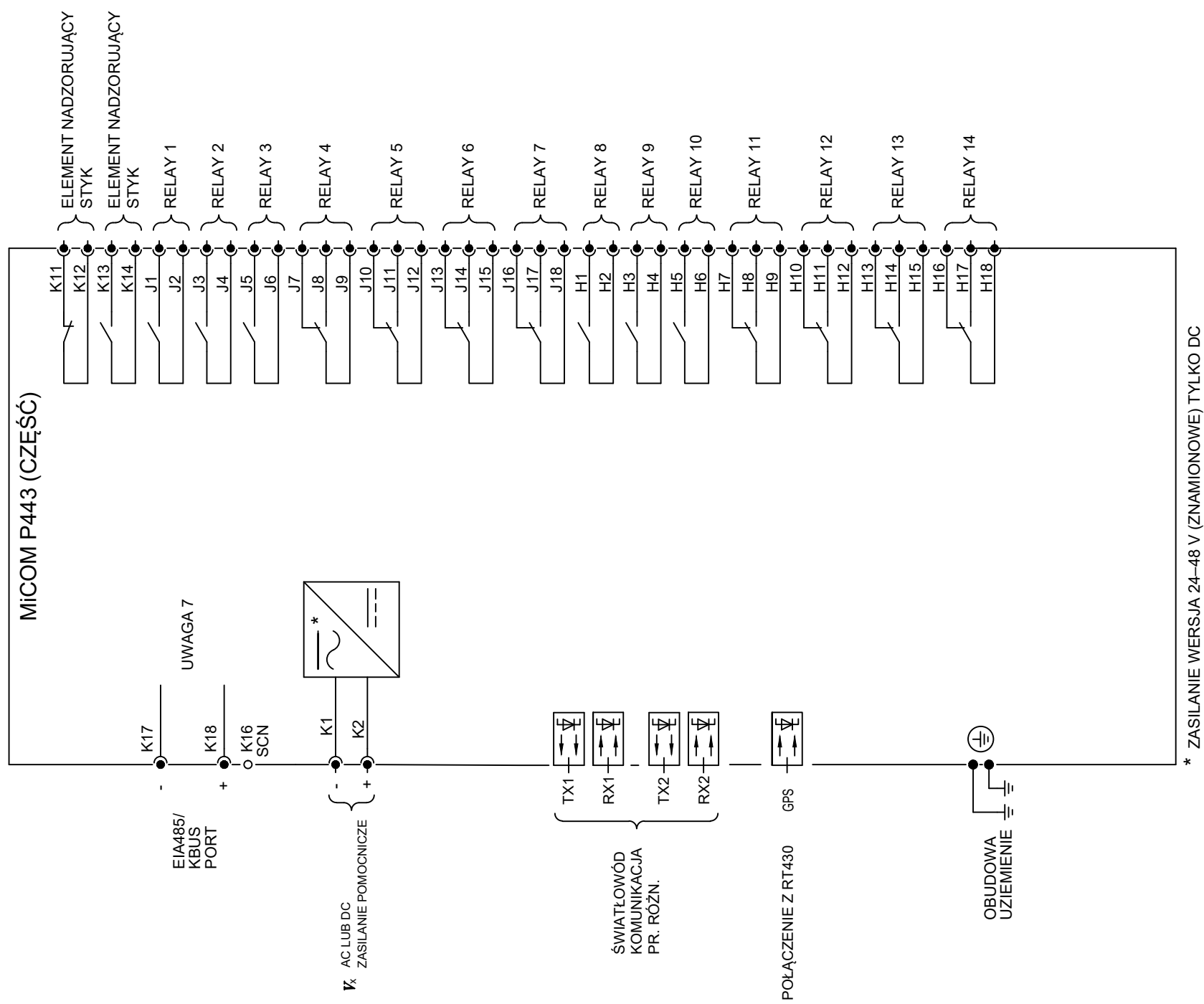
Rys. Nr:

10P44319

Ark.: 1

Następny Ark.: -

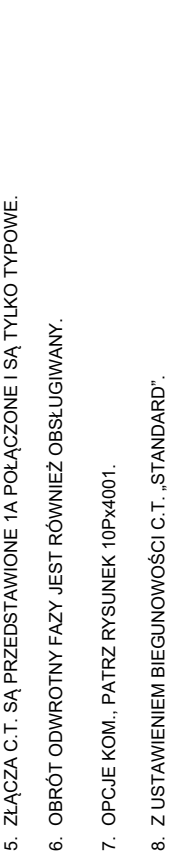
GE VERNOVA



UWAGI.

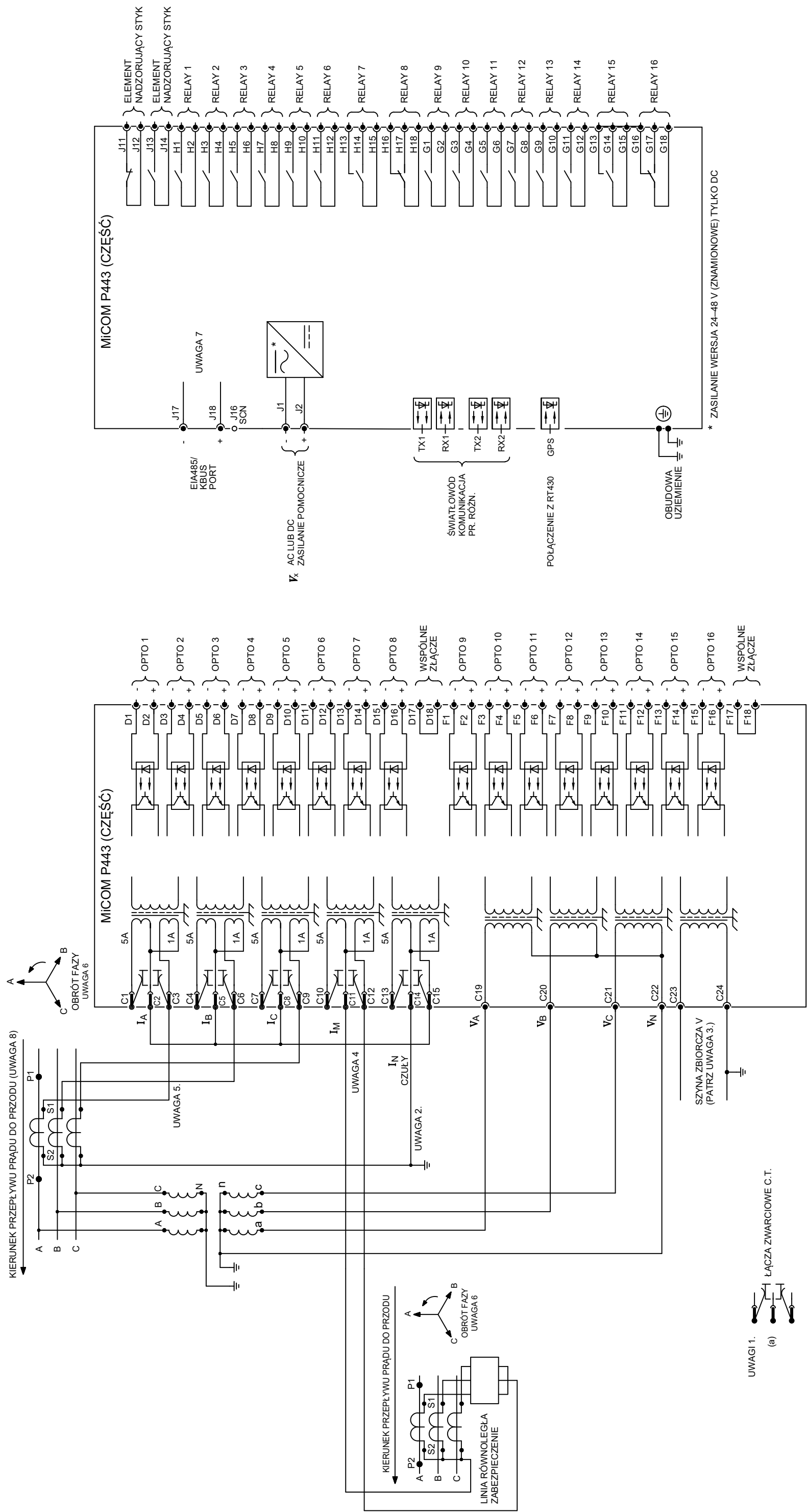
1. ☒- ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie:	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WE/14 WY	
A				
Data: 23/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	INFORMACJA WŁASNA I POJENA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgoda GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFGNE OPRACOWANIE GE Vernova.		
Data:	Spr.: S SWAIN			
		Rys. Nr: 10P44321		Ark.: 1
				Następny Ark.: -
				 GE VERNOVA



N BYĆ
OSOWANE SĄ USTAWIENIA.
A JEST FUNKCJA SYNCHRONIZACJI KONTROLI.
INE PARAMETRY LINIOWE.

Wydanie: B		Wersja: CID007476. PŁYTA OPTO W „F” ZOSTAŁA PRZEDSTAWIONA NA „E” W STANIE BŁĘDU.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) 16 WE/14 WY	
Data: 27/10/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44312			
Data:	Spr.: S SWAIN				
INFORMACJA WŁASNA I POJAFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova. NIEPUBLIKOWANE POUŁNE OPRAWOWANIE GE Vernova.  GE VERNOVA					



5. ZŁĄCZA C.T. SĄ PRZEDSTAWIONE 1A POŁĄCZONE I SĄ TYLKO TYPOWE.
6. OBRÓT ODWROTNY FAZY JEST RÓWNIŻ OBSŁUGIWANY.
7. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001.
8. Z USTAWIENIEM BIEGUNOWOŚCI C.T. „STANDARD”.

Wydanie:

Wersja:
CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.

Stanowisko:

DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEĞŁOŚCIOWE

(60TE) 16 WE/16 WY

Data:	19/08/2022	Nazwisko:	S WOOTTON
-------	------------	-----------	-----------

Data:	Spr.:	S SWAIN
-------	-------	---------

Rys.
Nr:

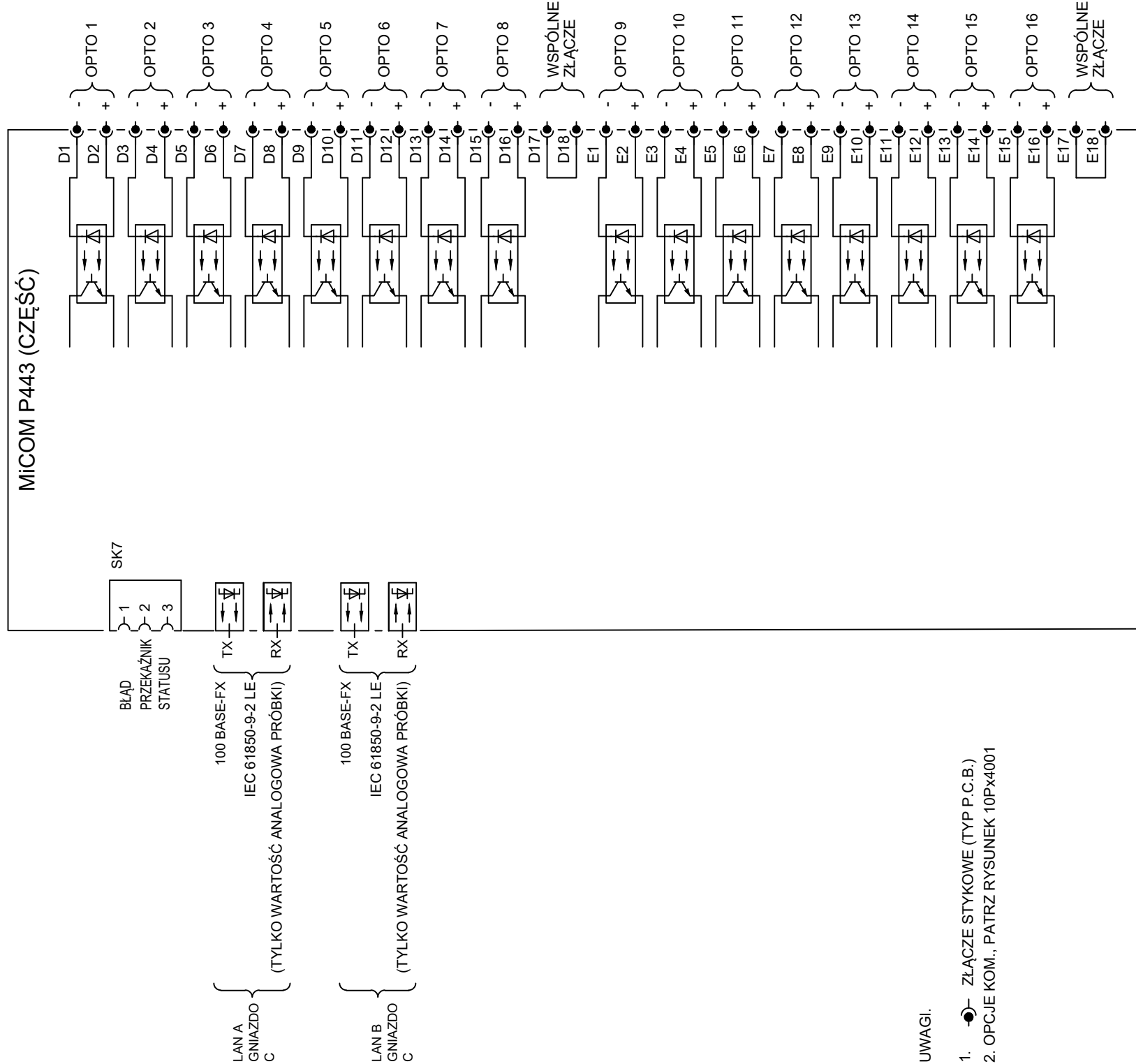
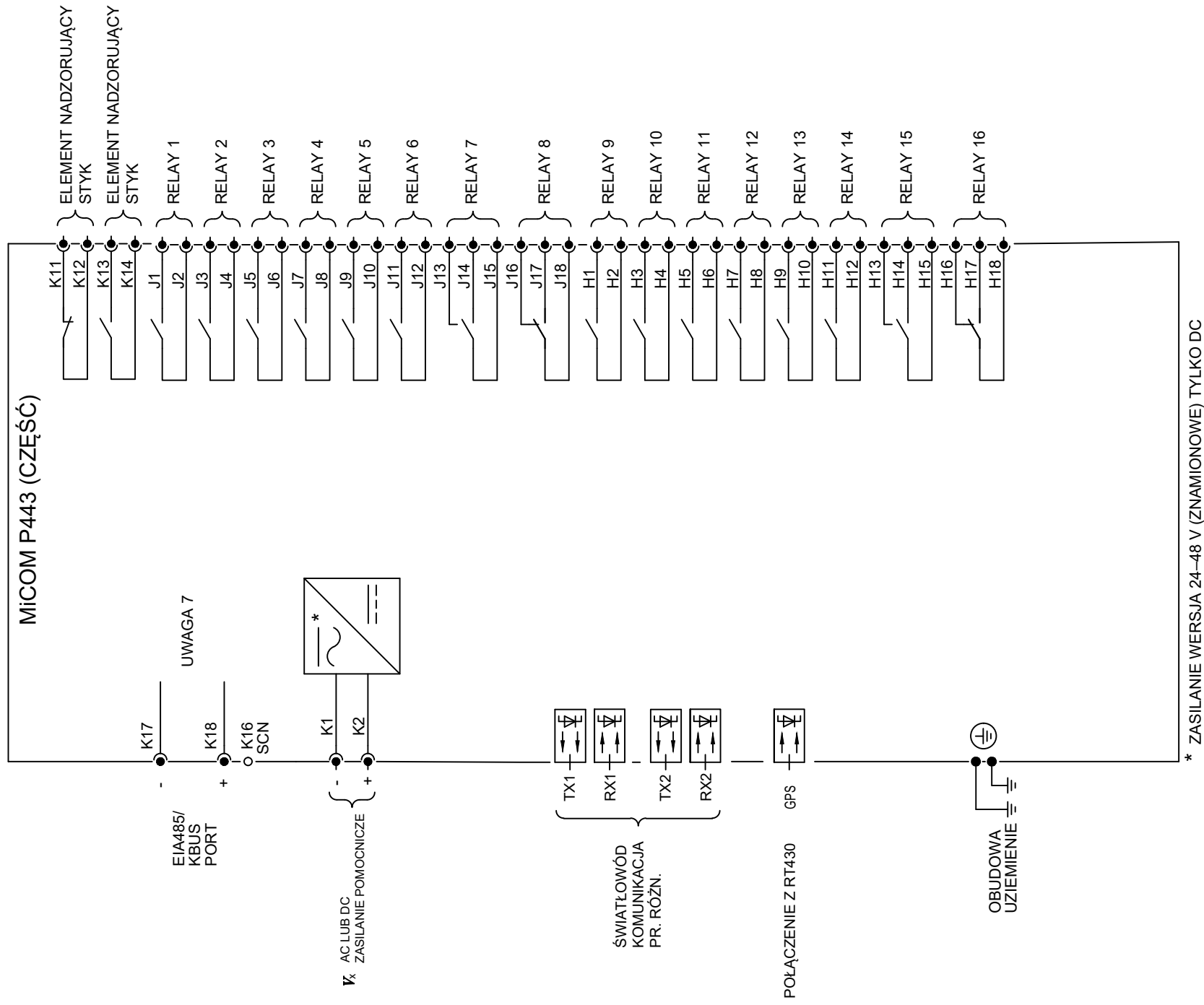
10P44313



Ark.: 1

Nast

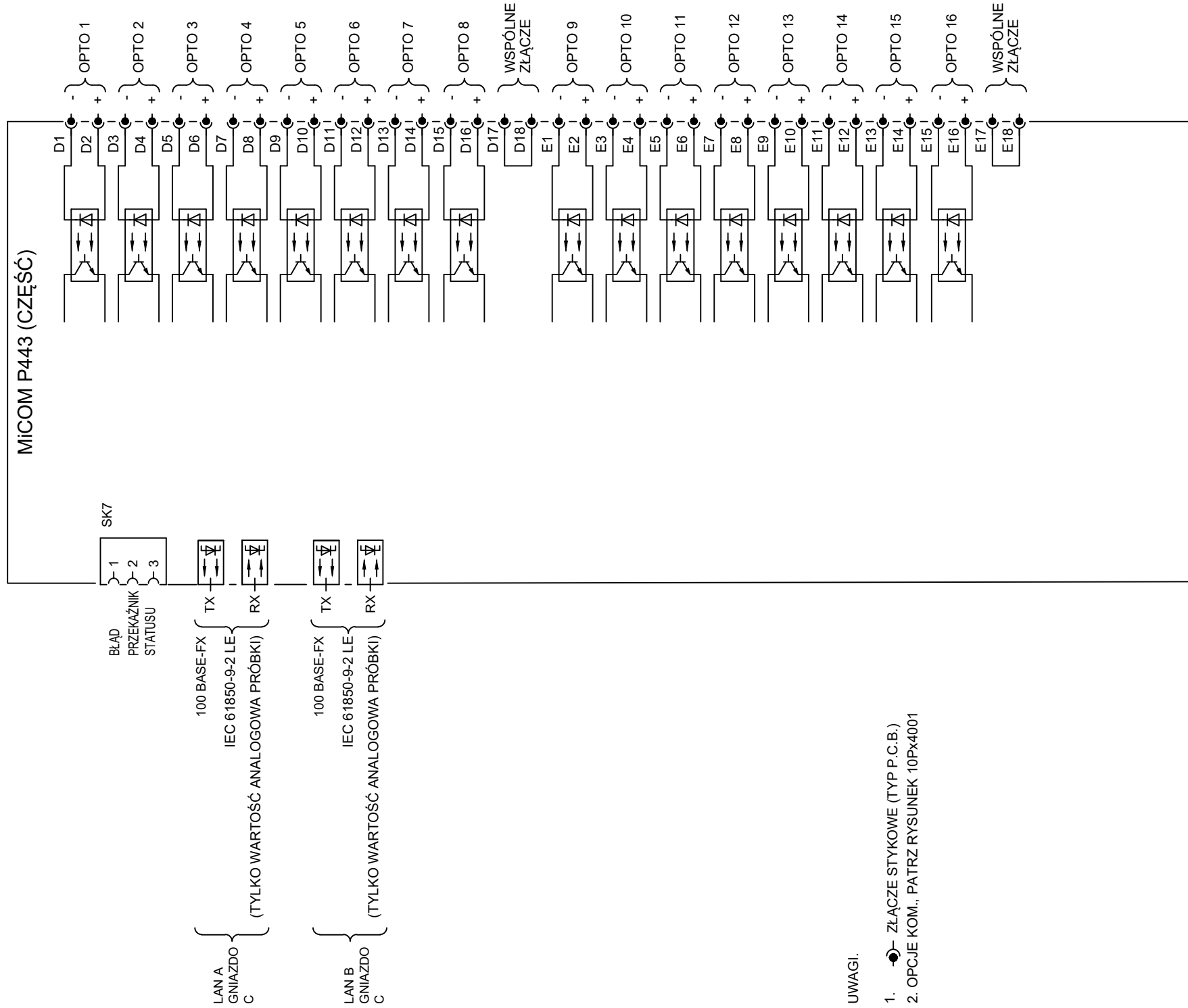
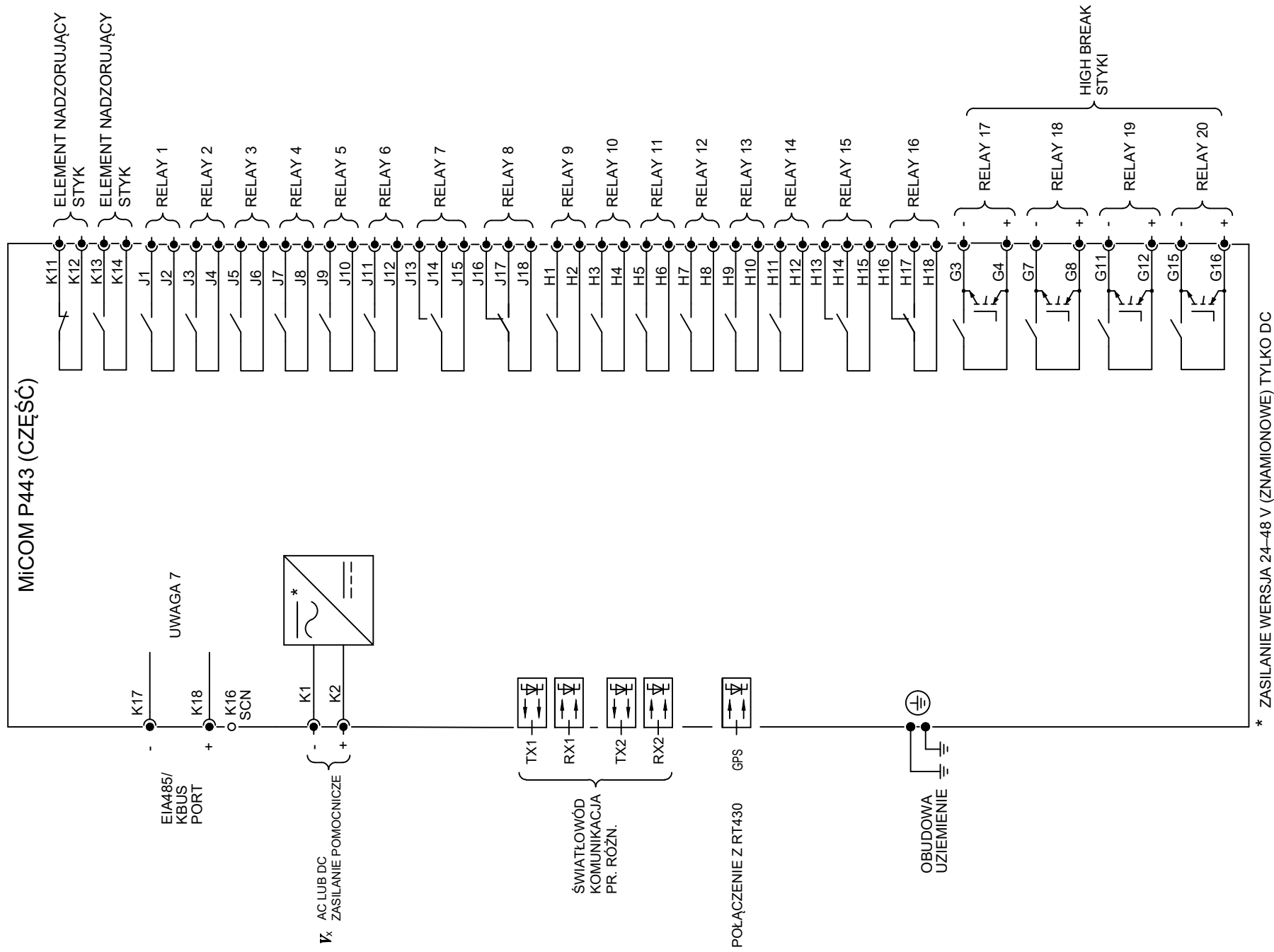
GE VERNOVA



UWAGI.

1. - ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

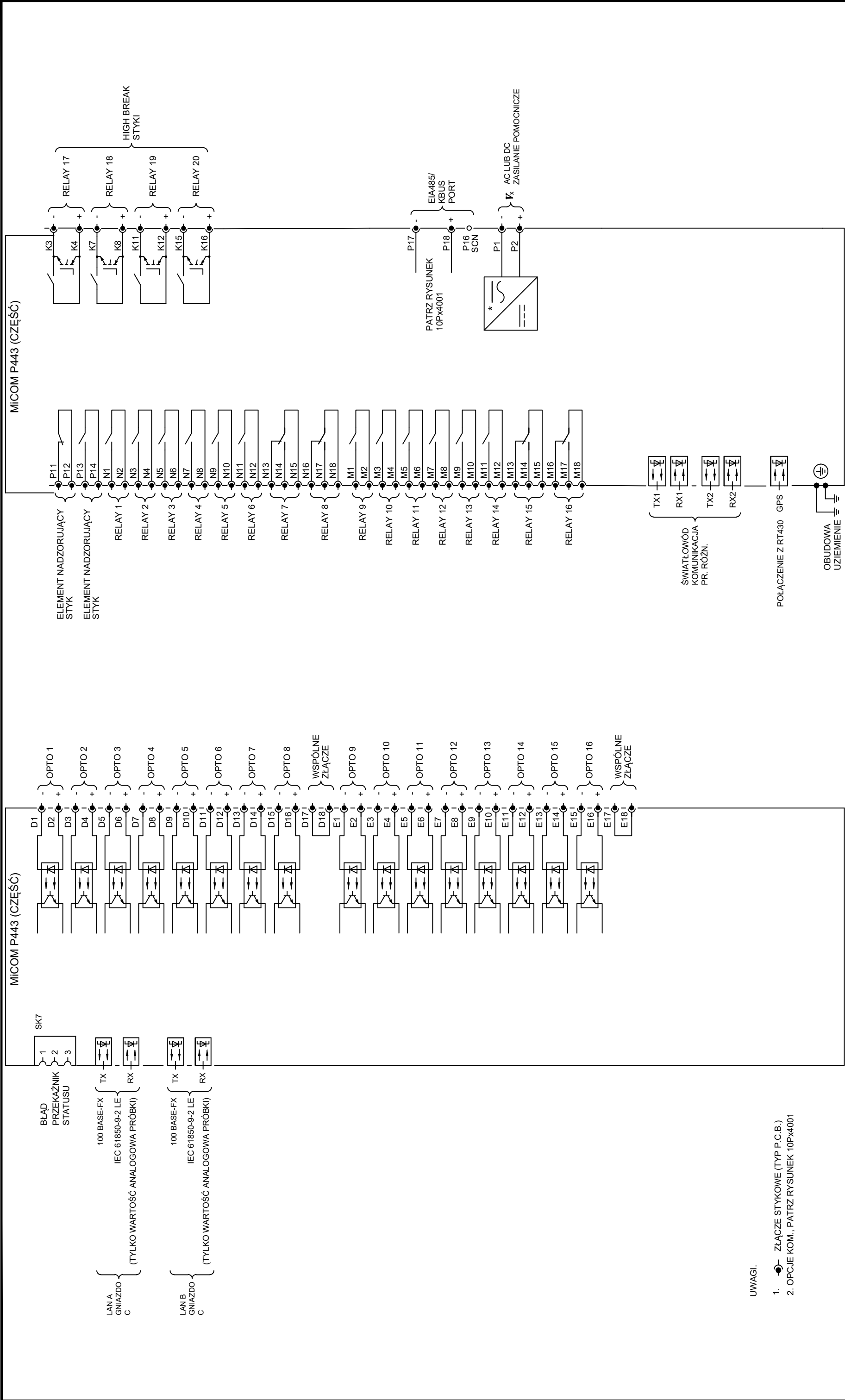
Wydanie:	A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WE/16 WY
Data: 23/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.	
Data:	Spr.: S SWAIN		
		Rys. Nr:	10P44322 Ark.: 1 Następny Ark.: -
			 GE VERNOVA



UWAGI.

1. ☒- ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie:	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko:	DIAGRAMY POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WE/16 WY + 4 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI	
Date:	23/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr:	10P44323	Ark.: 1
Date:		Spr.: S SWAIN			Następny Ark.: -
INFORMACJA WŁASNA I POJĘCNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFGNE OPRACOWANIE GE Vernova.					

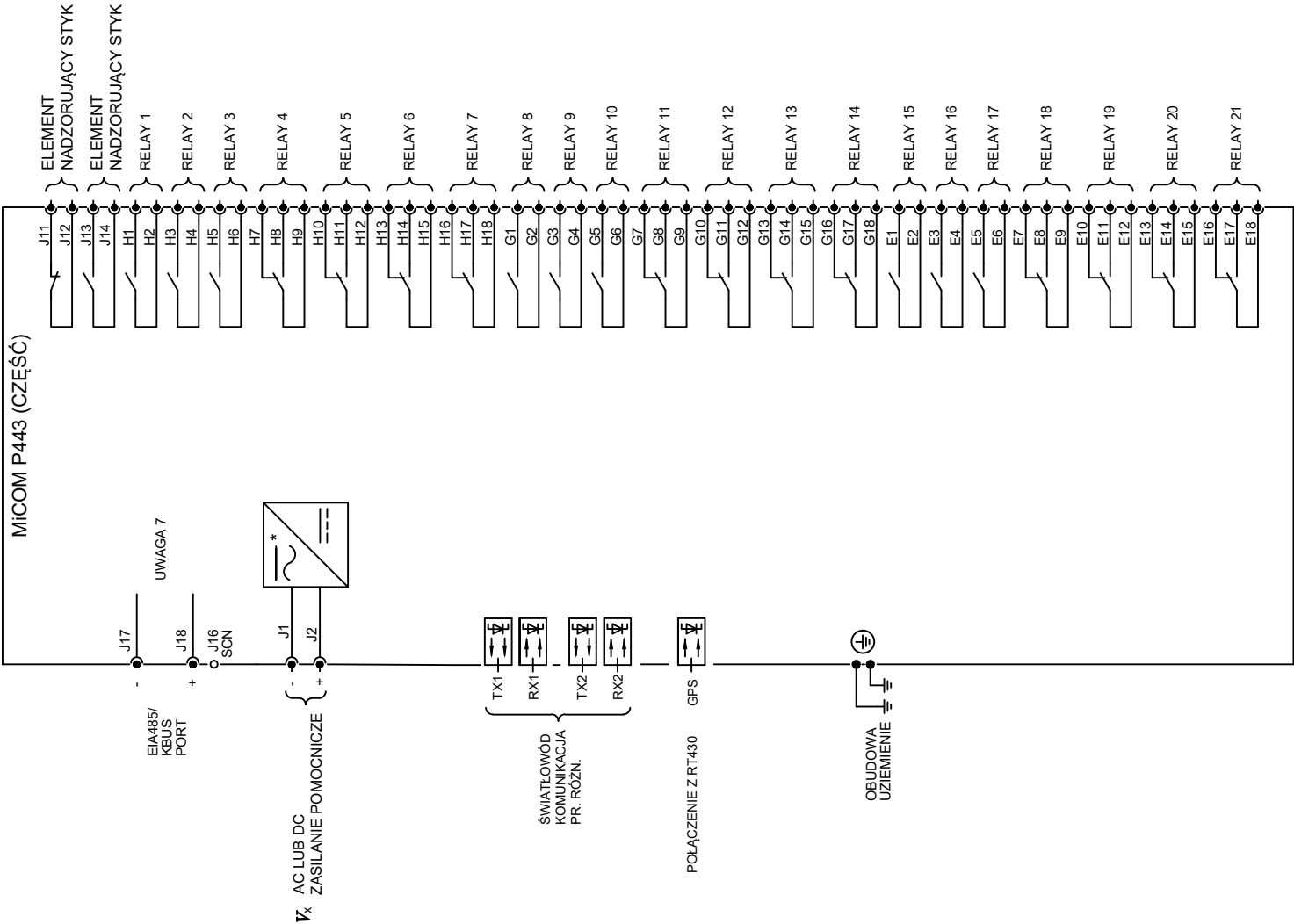
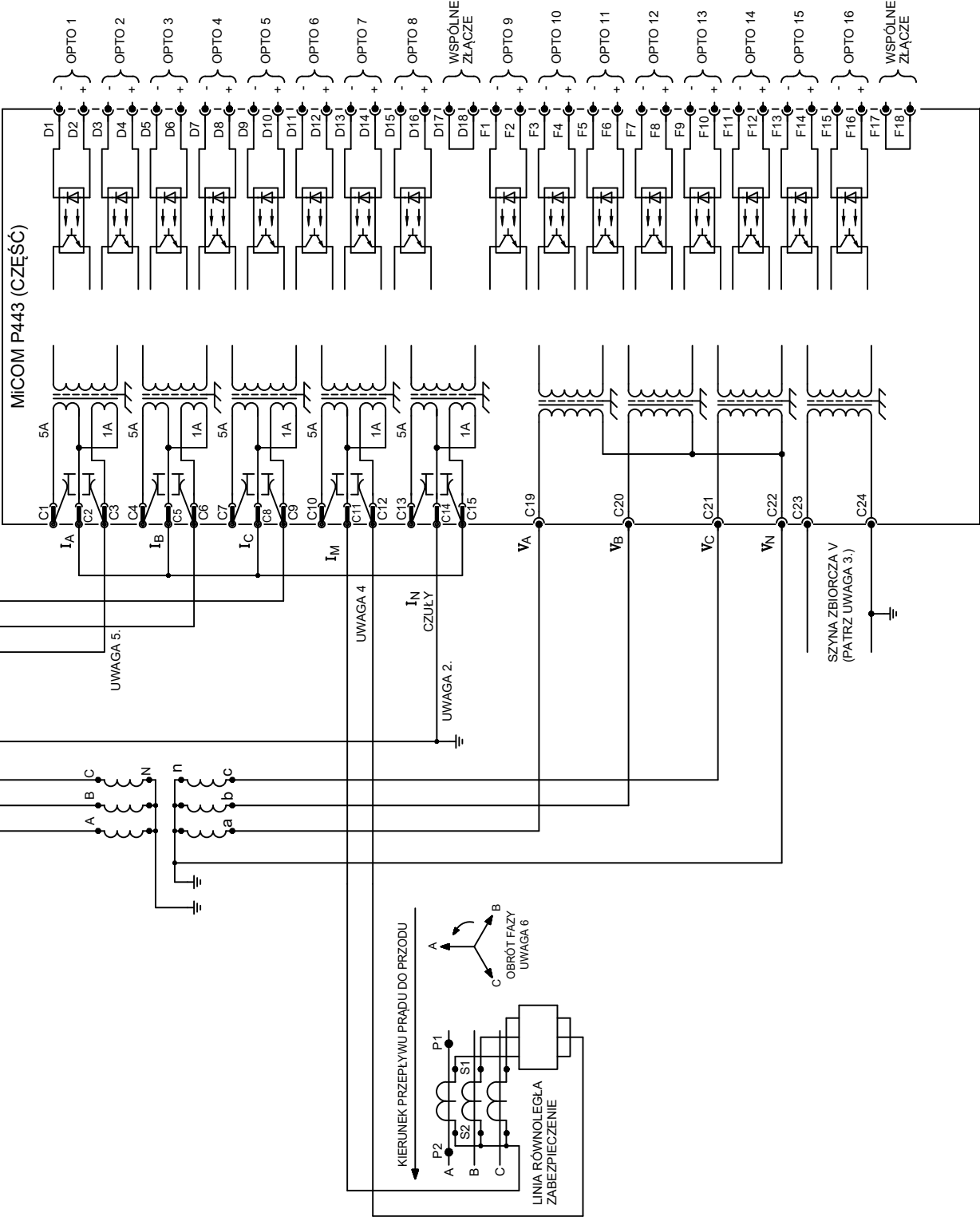


Wydanie: B		Wersja: CID007435. NUMER RYSUNKU W RAMIE BYŁ 10P44623 W STANIE BŁĘDU		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WE/16 WY + 4 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI	
Data: 13/09/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44326	
Data:		Spr.: S SWAIN		Ark.: 1	
				Następny - Ark.:	
				GE VERNOVA	



KIERUNEK PRZEPŁYWU PRĄDU DO PRZODU (UWAGA 8)

OBROT FAZY
UWAGA 6



- * ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC
5. ZŁĄCZA C.T. SĄ PRZEDSTAWIONE 1A POŁĄCZONE I SĄ TYLKO TYPOWE.
 6. OBRÓT ODWROTNY FAZY JEST RÓWNIŻ OBSŁUGIWANY.
 7. OPCJE KOM. PATRZ RYSUNEK 10P44001.
 8. Z USTAWIENIEM BIEGUNOWOŚCI C.T. „STANDARD”.

2. ZASTOSOWANO DO ZABEZPIECZENIA SEF IN CZULY POWINIEN BYĆ ZASILANY Z RÓWNOWAGI PODSTAWOWEJ CT, JEŚLI CZULY STOSOWANE SĄ USTAWIENIA.

3. SZYNA ZBIORCZA V WYMAGANA TYLKO WTEDY, GDY AKTYWNA JEST FUNKCJA SYNCHRONIZACJI KONTROLI.

4. WZAJEMNE WEJŚCIE PRĄDU WYMAGANE TYLKO, JEŚLI AKTYWNE PARAMETRY LINIOWE.

UWAGI 1.



(b)



ŁĄCZA ZWARCIOWE C.T.

ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)

ZŁĄCZE BNC 50 OMÓW

GNIAZDO TYPU D ŻEŃSKIE 9-DROŻNE I 25-DROŻNE

Wydanie: A

Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.

Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

(60TE) 16 WE/21 WY

Data: 22/08/2022

Nazwisko: S WOOTTON

Data:

Spr.: S SWAIN

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznych warunków, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE

Rys. Nr:

10P44315



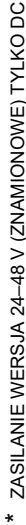
Ark.: 1

Następny -
Ark.:



- | | |
|------------------|---------------------|
| Data: 23/08/2022 | Nazwisko: S WOOTTON |
| Data: | Spr.: S SWAIN |

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że an, on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE
POUFNE OPRAWOWANIE GE Vernova.



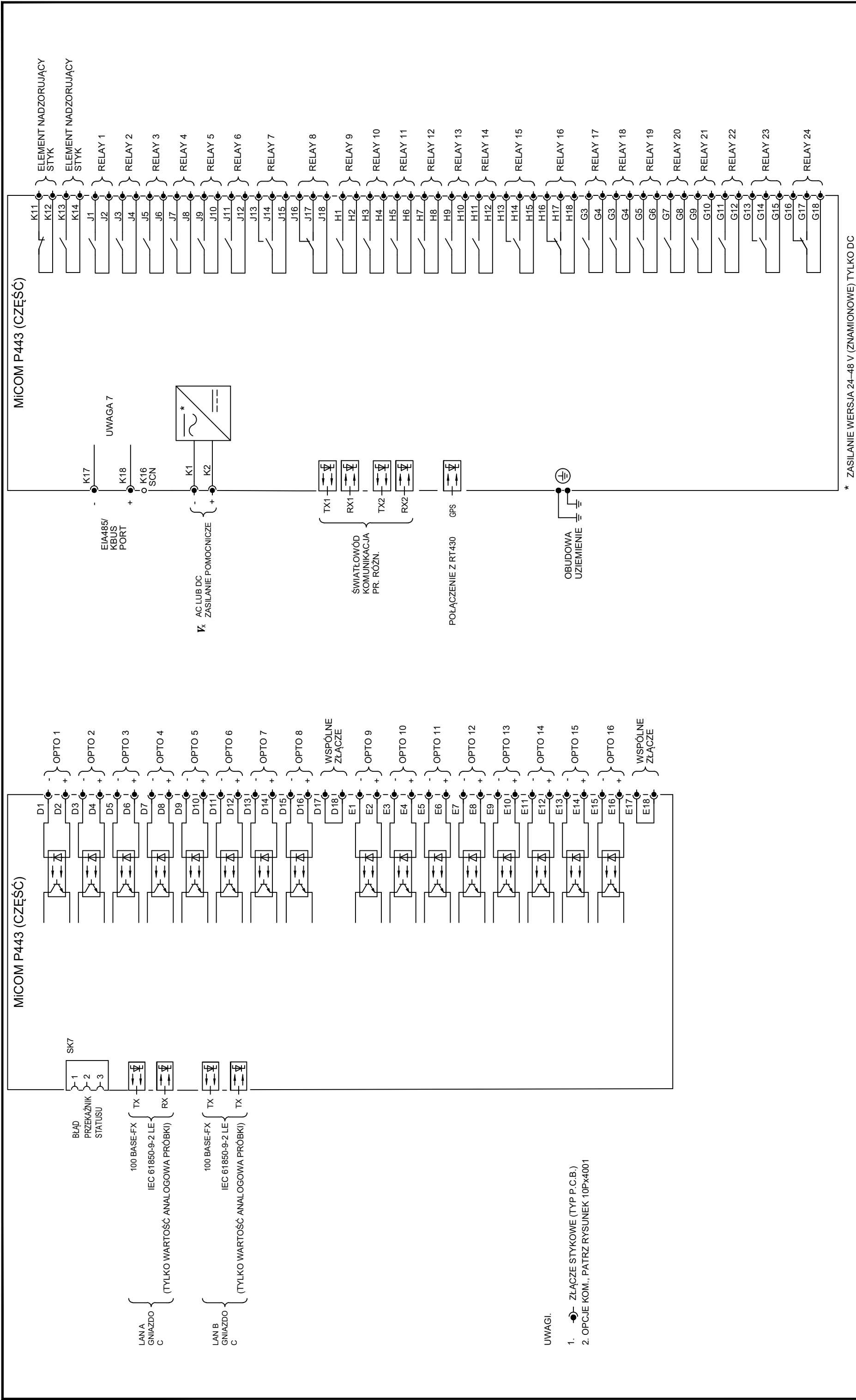
Stanowisko:
DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEĞŁOŚCIOWE
(60TE) NCIT 16 WE/21 WY

Rys.
Nr:

10P44324



GE VERNOVA



* ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC

Wydanie:

Wersja:
CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM

Stanowisko: **DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEĞŁOŚCIOWE**

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. Te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova. NIEPUBLIKOWANIE
POUFNE OPRAWOCZANIE GE Vernova.

Data: 23/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON
Data:	Spr.: S SWAIN

Rys.
Nr:

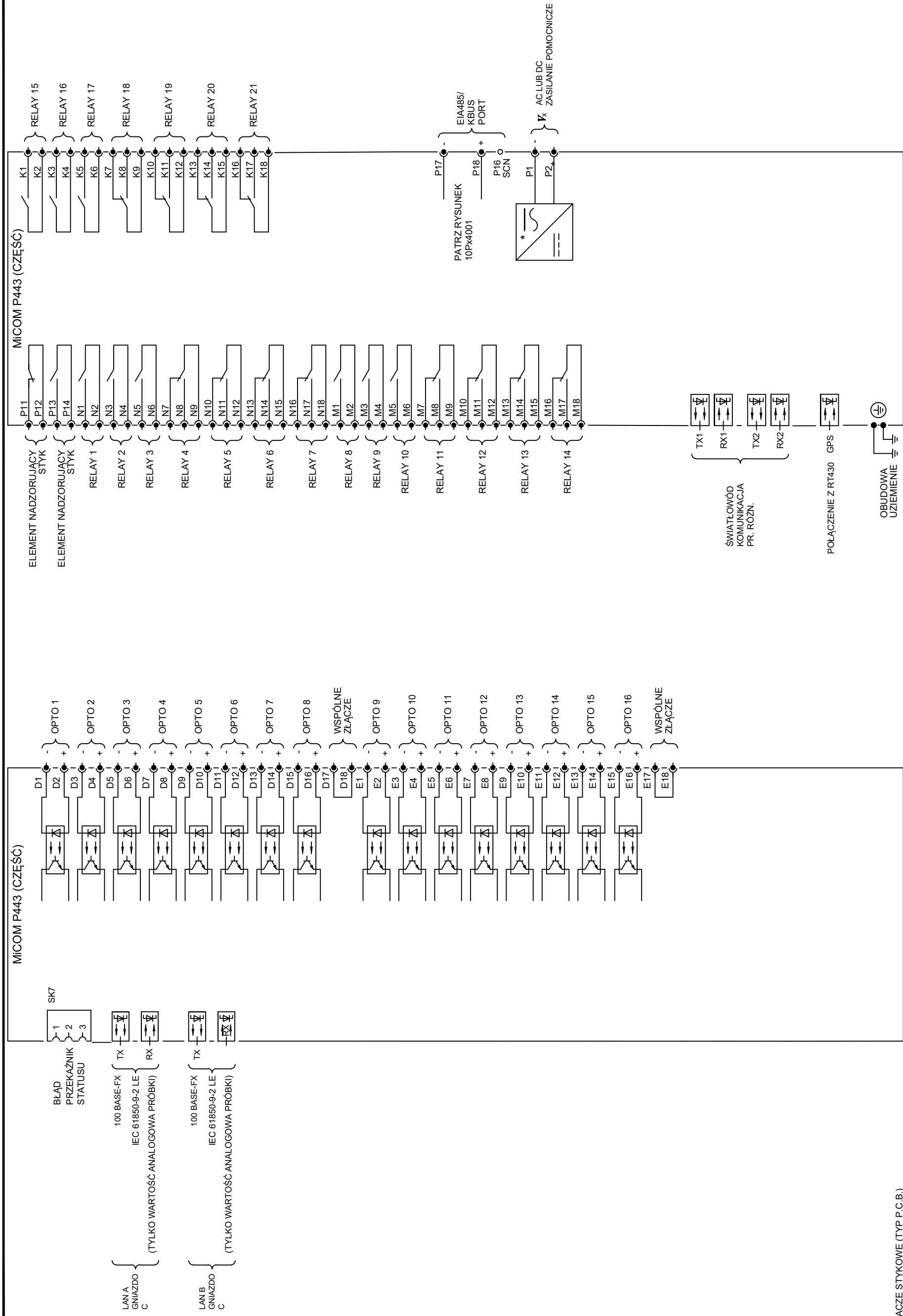
10P44325

Ark.: 1

Nast: Ark.:

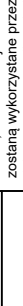


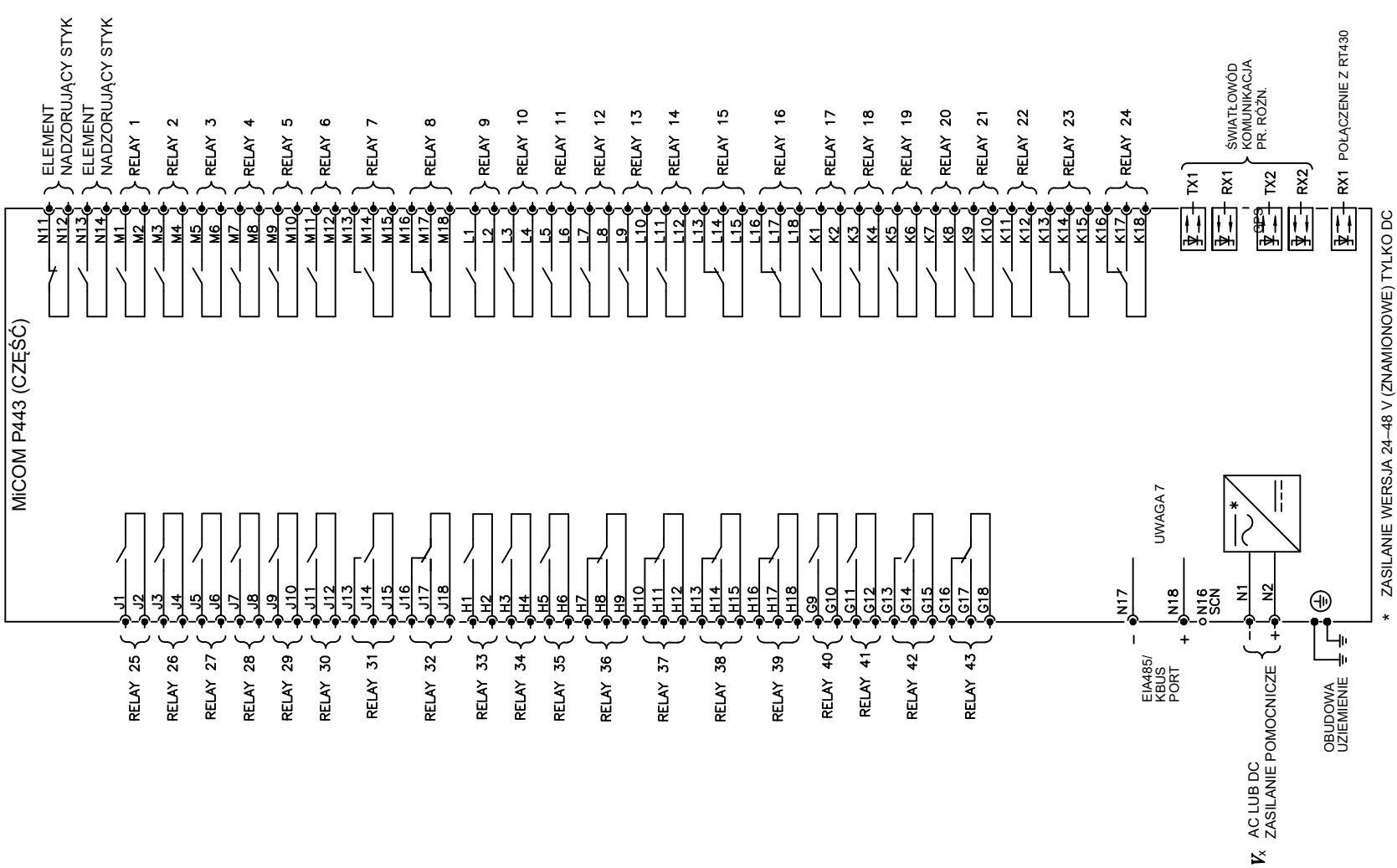
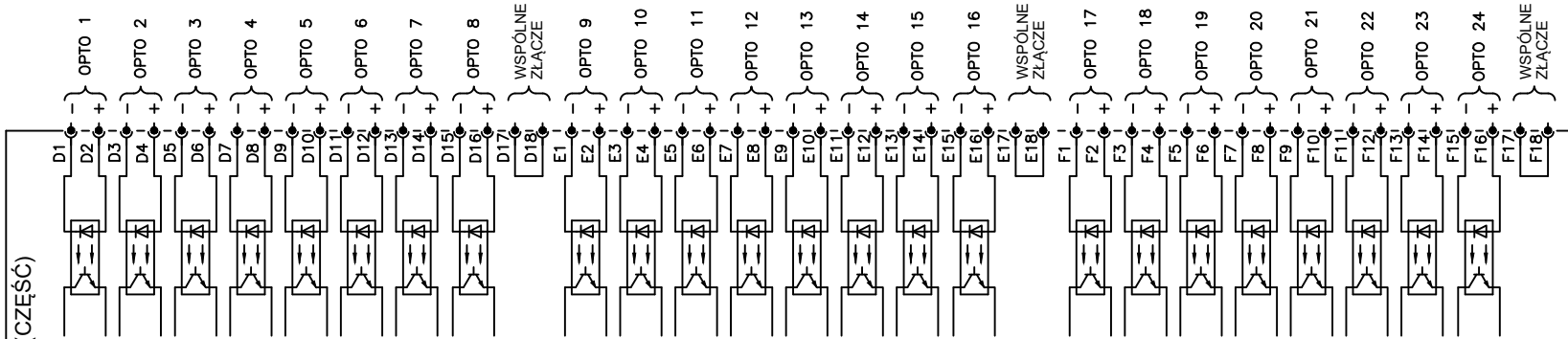
GE VERNOVA



UWAGI.

1. ☒- ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WE/24 WY	
Data: 25/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44327	
Data:		Spr.: S SWAIN			
		INFORMACJA WŁASNA I POJĘCNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUŁNE OPRACOWANIE GE Vernova.		Ark.: 1 Następny Ark.: -	
				 GE VERNOVA	



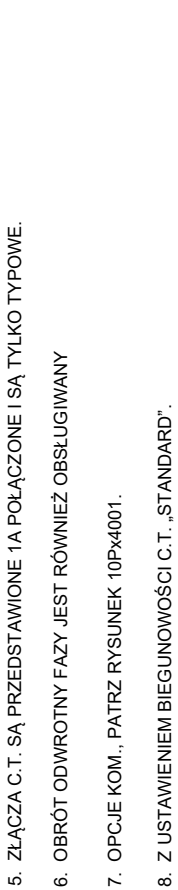
Stanowisko: **DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE**

--	--

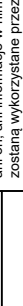
10P44338

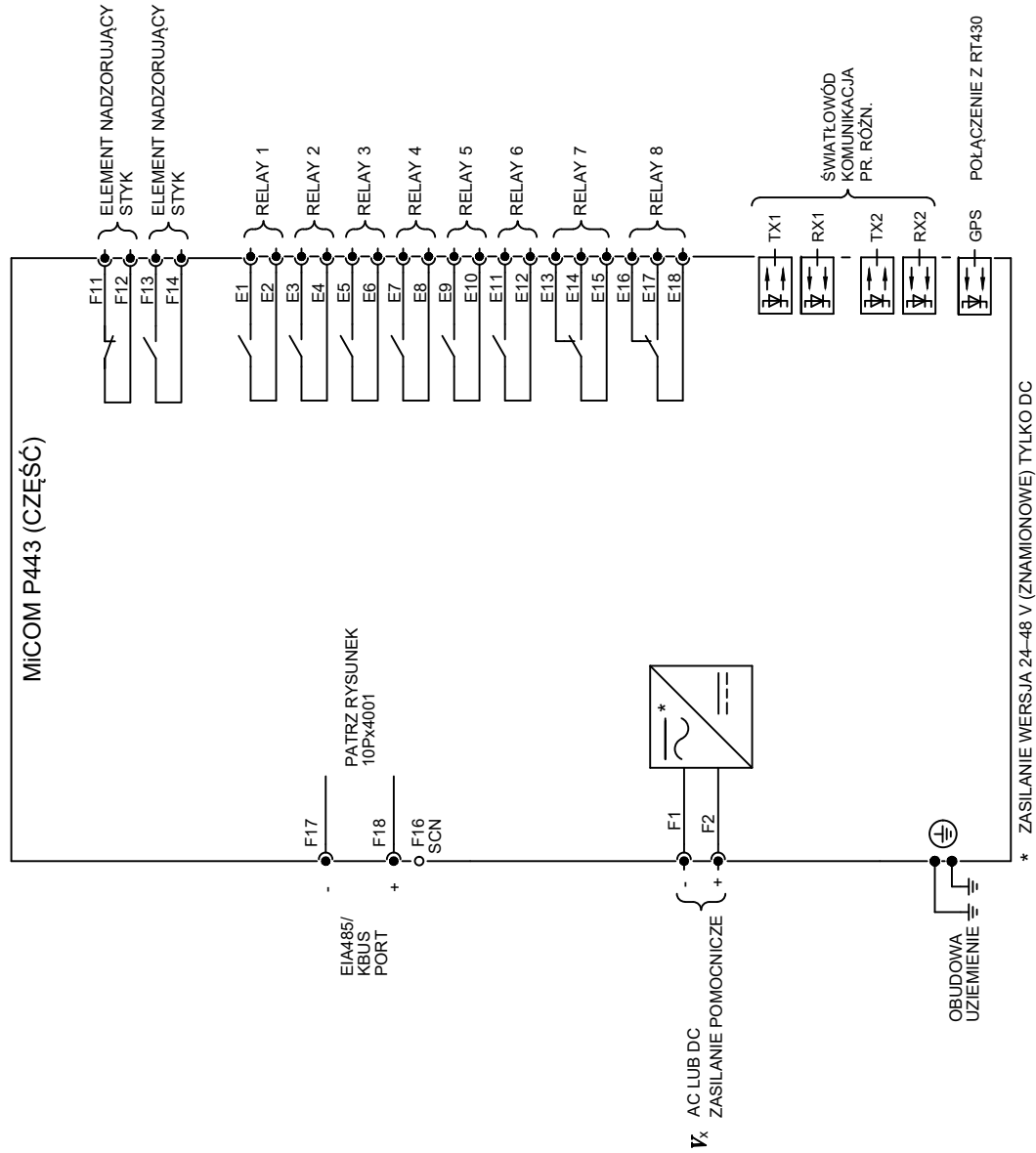
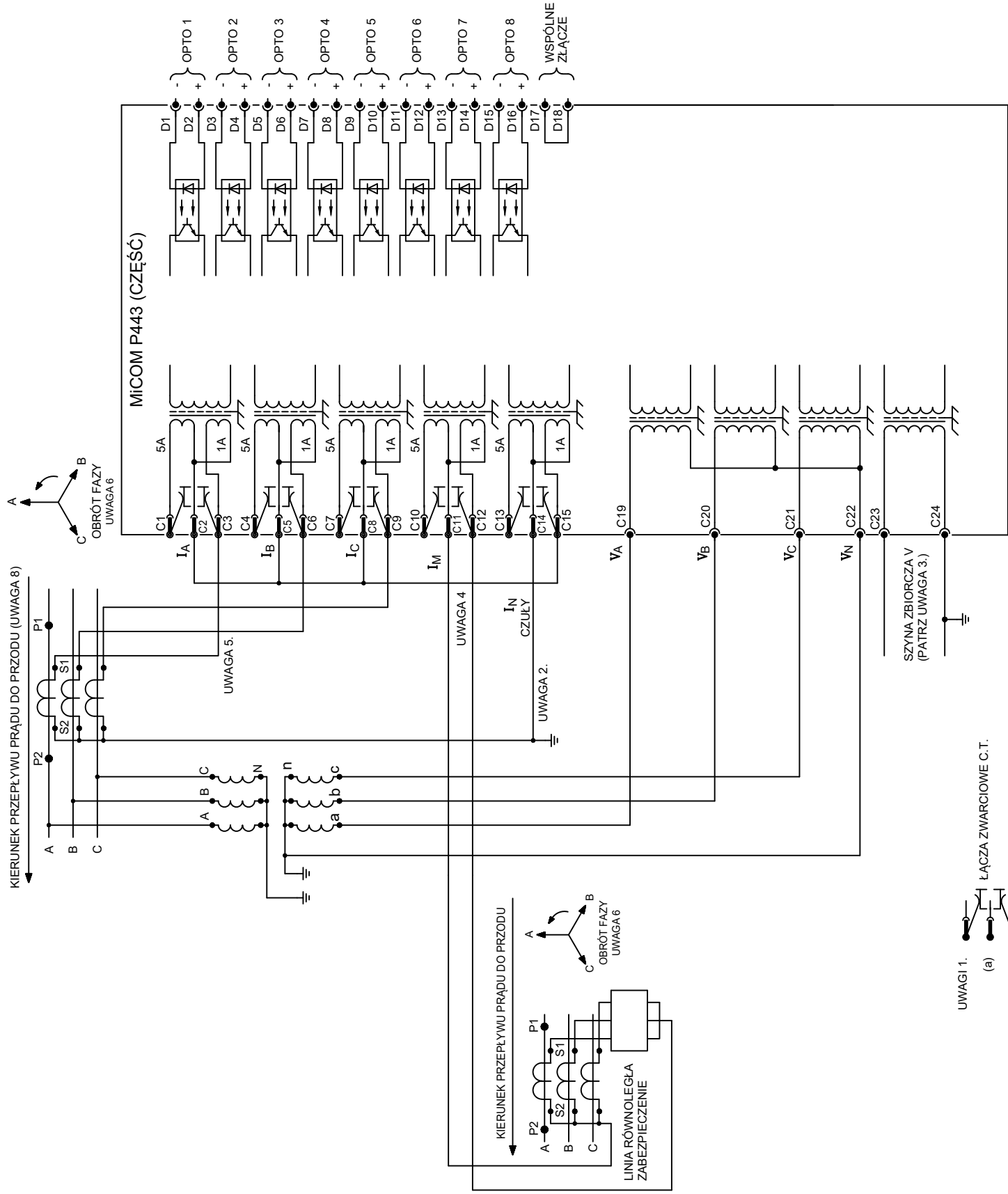


GE VERNOVA



2. ZASTOSOWANO DO ZABEZPIECZENIA SEF IN CZUŁY POWINIEN BYĆ ZASILANY Z RÓWNOWAGI PODSTAWOWEJ CT, JEŚLI CZUŁY STOSOWANE SĄ USTAWIENIA.
3. SZYNA ZBIORCZA V WYMAGANA TYLKO WTEDY, GDY AKTYWNA JEST FUNKCJA SYNCHRONIZACJI KONTROLI.
4. WZAJEMNE WEJŚCIE PRĄDU WYMAGANE TYLKO. JEŚLI AKTYWNE PARAMETRY LINIOWE.

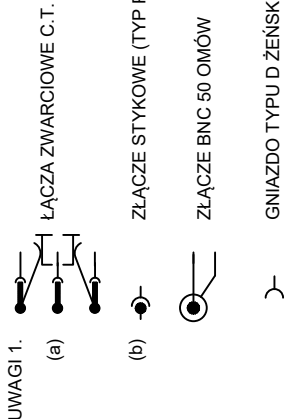
Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 8 WE/8 WY	
Data: 22/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44614	
Data:		Spr.: S SWAIN			
		INFORMACJA WŁASNA I POJENA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFGNE OPRAWACOWANIE GE Vernova.		Ark.: 1 Następny Ark.: -	
				 GE VERNOVA	



5. ZŁĄCZA C.T. SĄ PRZEDSTAWIONE 1A POŁĄCZONE I SĄ TYLKO TYPOWE.
6. OBROT ODWROTNY FAZY JEST RÓWNIEMIEŻ OBSŁUGIWANY
7. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10P×4001.
8. Z USTAWIENIEM BIEGUNOWOŚCI C.T. „STANDARD”.

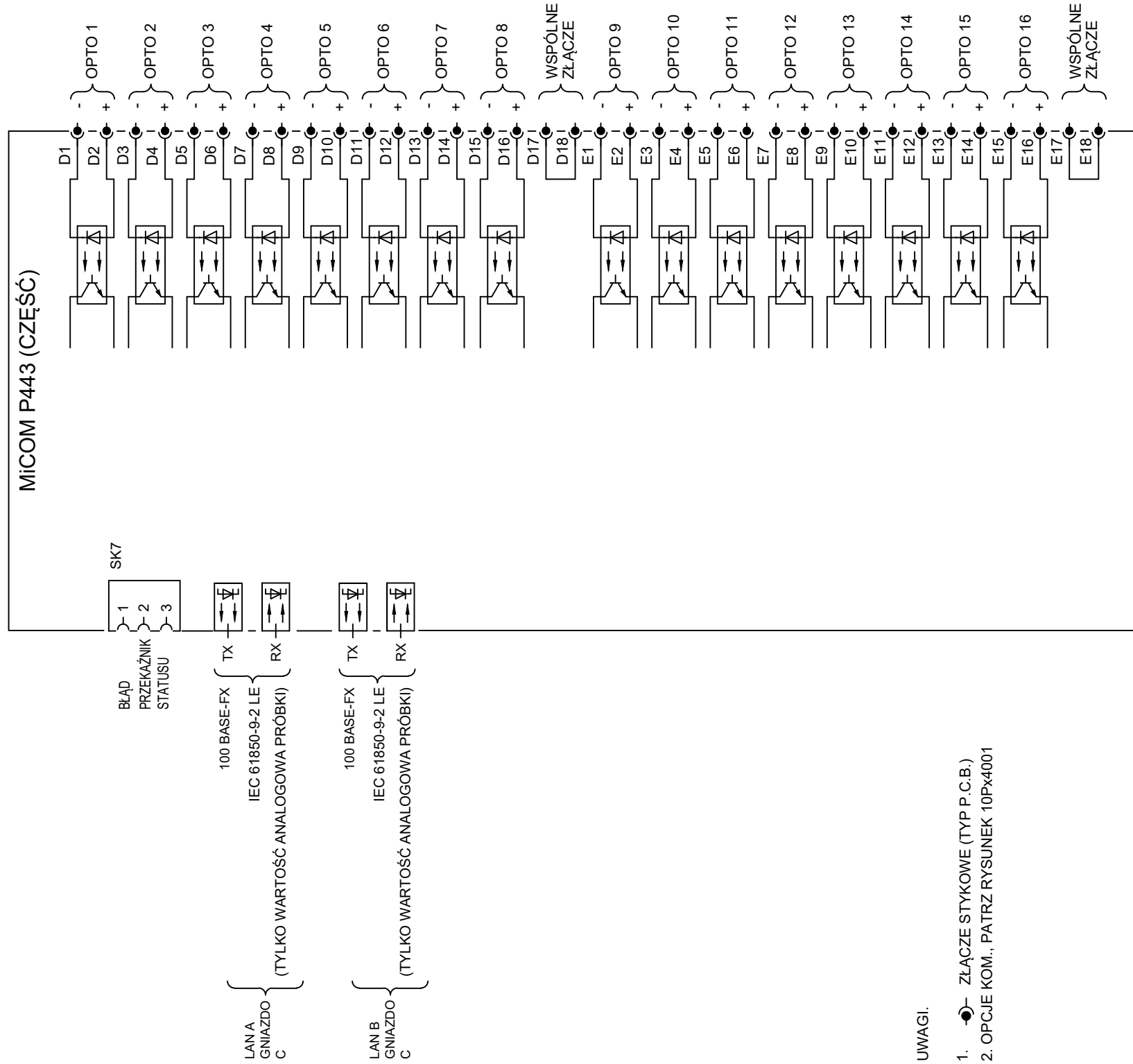
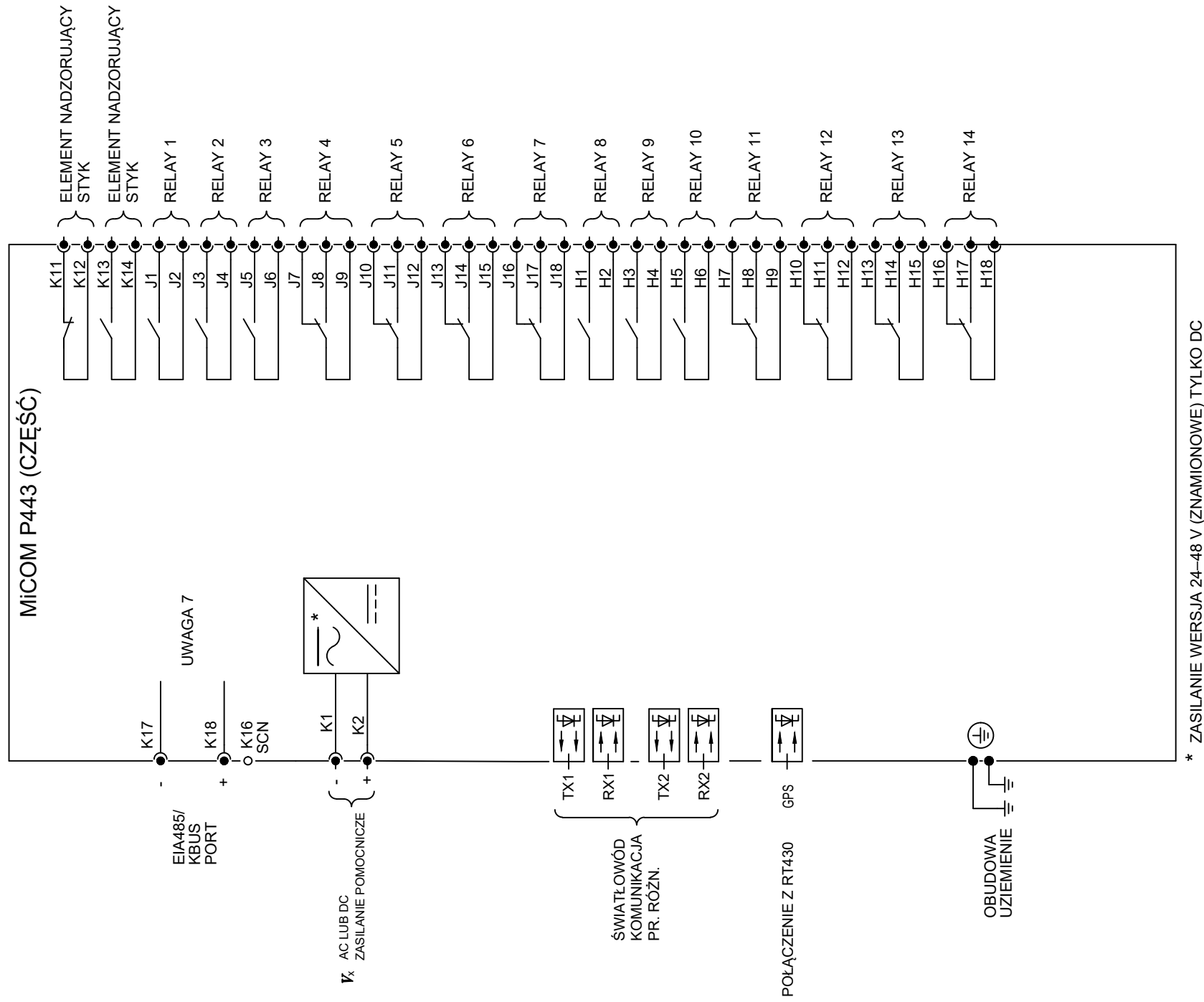
2. ZASTOSOWANO DO ZABEZPIECZENIA SEF In CZUŁY POWINIEN BYĆ ZASILANY Z RÓWNOWAGI PODSTAWOWEJ CT, JEŚLI CZUŁY STOSOWANE SĄ USTAWIENIA.
3. SZYNA ZBIORCZA V WYMAGANA TYLKO WTEDY, GDY AKTYWNA JEST FUNKCJA SYNCHRONIZACJI KONTROLI.
4. WZAJEMNE WEJŚCIE PRĄDU WYMAGANE TYLKO. JEŚLI AKTYWNE PARAMETRY LINIOWE

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (40TE) 8 WE/8 WY
Data: 31/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44642
Data:		Spr.: S SWAIN	
INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.			
		Ark.: 1	 GE VERNOVA
		Następny Ark.: -	



2. ZASTOSOWANO DO ZABEZPIECZENIA SEF. IN CZŁYU POWINIEN BYĆ ZASILANY Z RÓWNOWAGI PODSTAWOWEJ CT, JEŚLI CZŁYU STOSOWANE SĄ USTAWIENIENIA
3. SZYNA ZBIORCZA V WYMAGANA TYLKO WTEDY, GDY AKTYWNA JEST FUNKCJA SYNCHRONIZACJI
4. WZAJEMNE WEJŚCIE PRĄDU WYMAGANE TYLKO. JEŚLI AKTYWNE PARAMETRY LINIOWE.

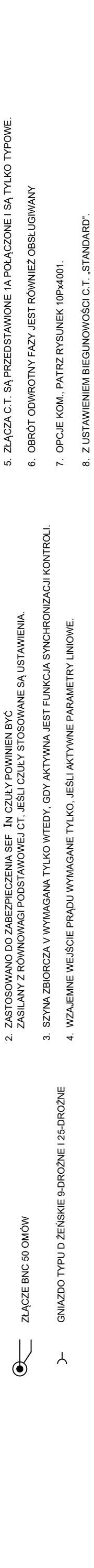
Wydanie:	Wersja:		Stanowisko:	
A	CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 12 WE/12 WY	
Data:	22/08/2022	Nazwisko:	Rys. Nr:	
		S WOOTTON	10P44616	
Data:		Spr.: S SWAIN	Ark.: 1 Następny Ark.: -	
INFORMACJA WŁASNA I POJEDYNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova. NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.			 GE VERNOVA	



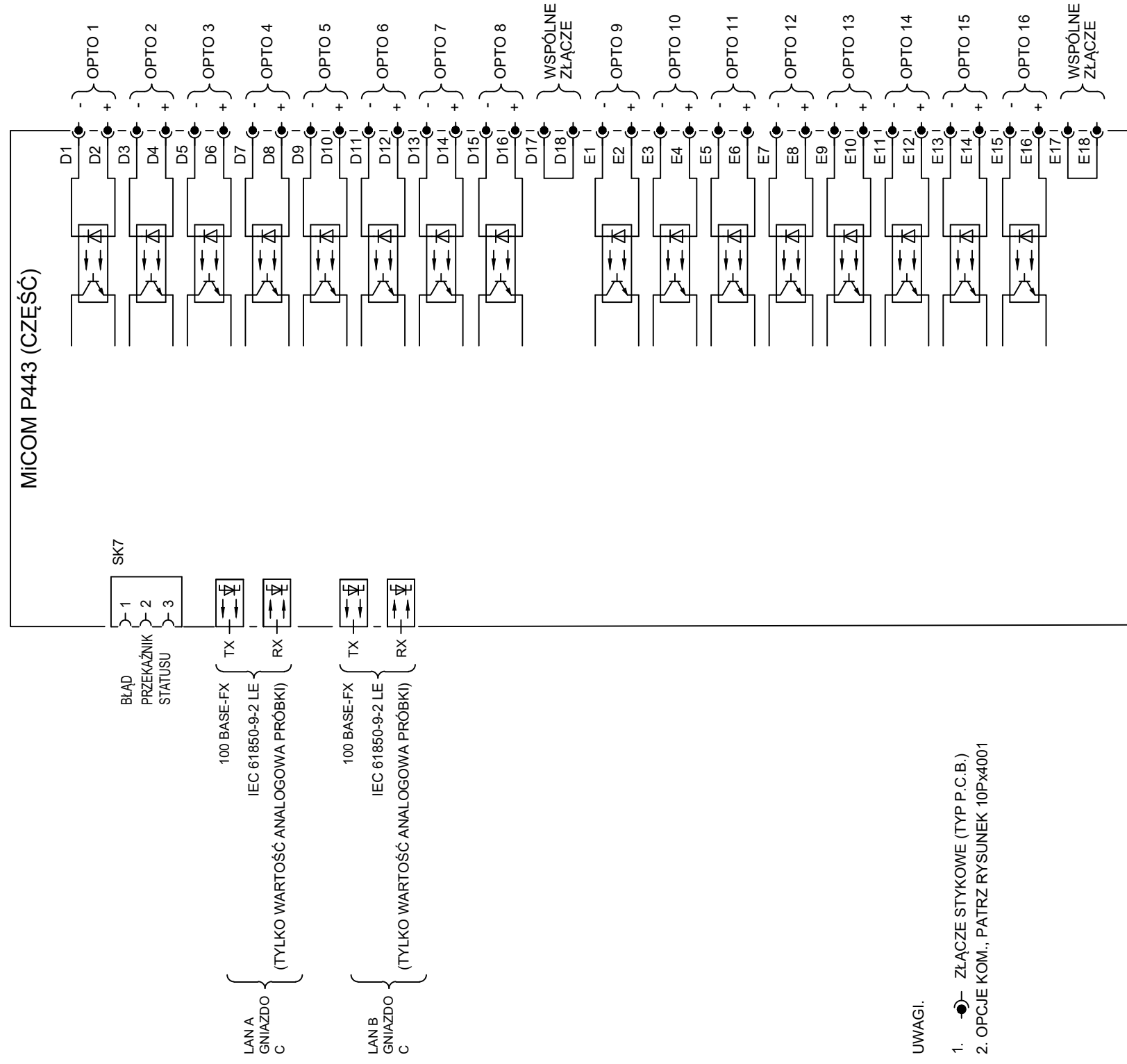
UWAGI.

1. ☒- ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NC:IT 16 WE/14 WY	
Data: 24/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44626	
Data:		Spr.: S SWAIN			
				INFORMACJA WŁASNA I POJEMNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFGNE OPRACOWANIE GE Vernova.	
				Ark.: 1 Następny Ark.: -	
				 GE VERNOVA	

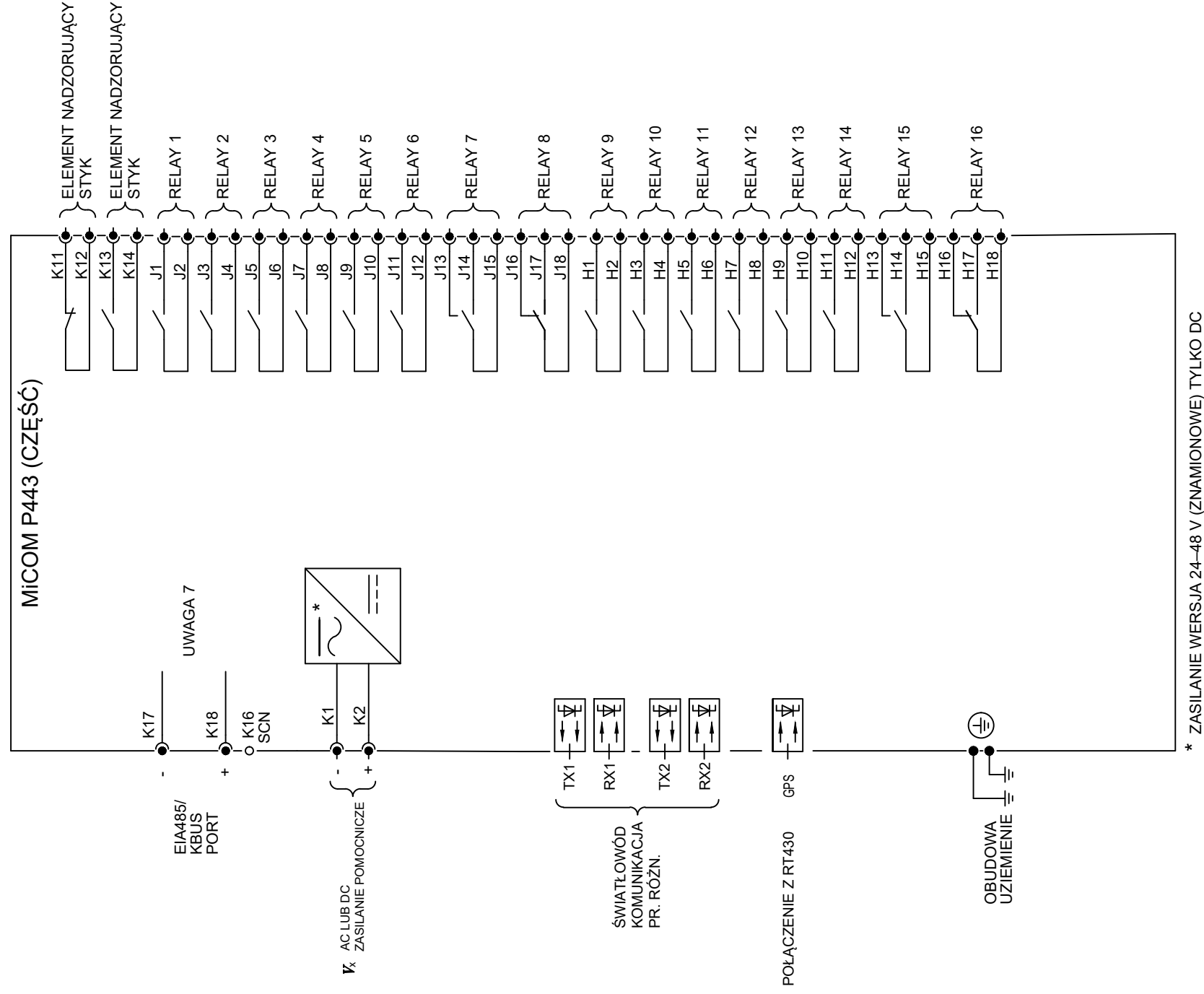


GE VERNOVA



UWAGI.

1. ☒- ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

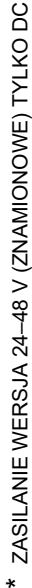


* ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC

Wydanie: A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEĞŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WE/16 WY	
Data: 24/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44627	Ark.: 1
Data:	Spr.: S SWAIN		Następny Ark.: -
INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczna zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu @ GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRAWOWANIE GE Vernova.		GE VERNOVA	



Wydanie: A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) 16 WE/16 WY + 4 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI
Data: 22/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44619
Data:	Spr.: S SWAIN	Ark.: 1 Następny Ark.: -
INFORMACJA WŁASNA I POJĘCNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUŁNE OPRACOWANIE GE Vernova.		 GE VERNOVA



A

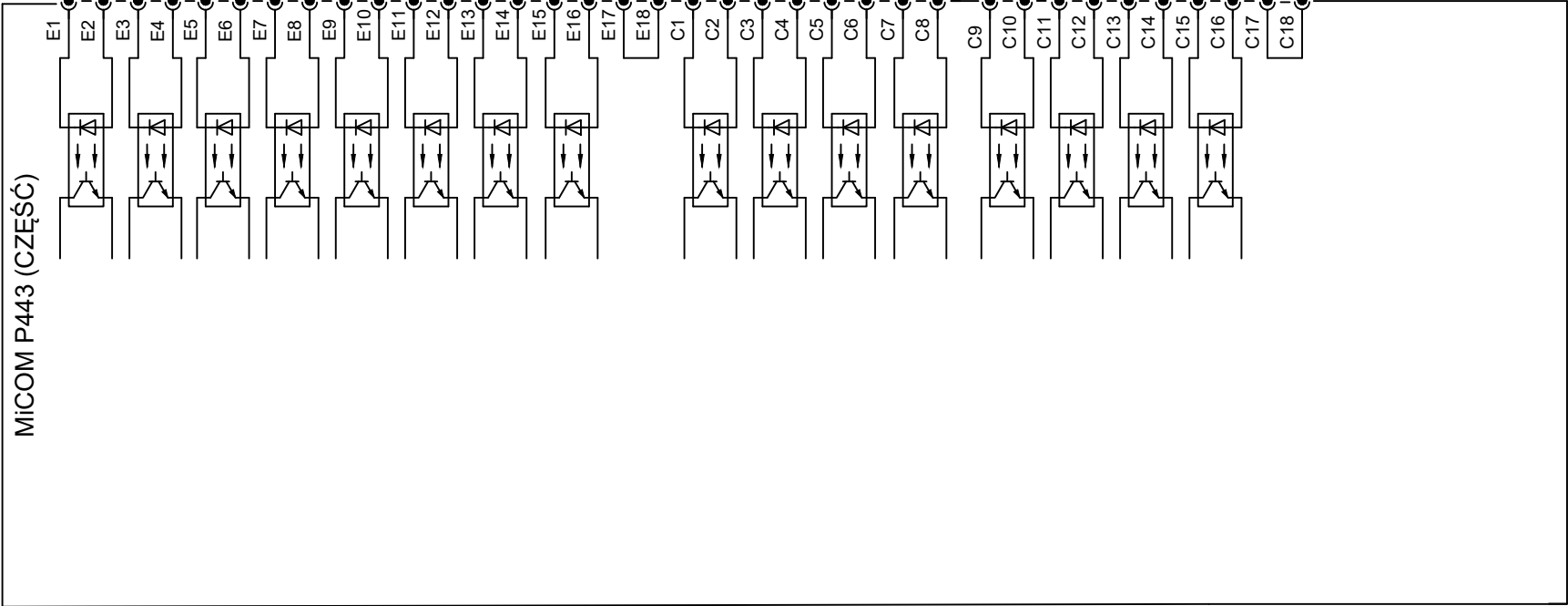
16 WE/16 WY + 4 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova. Zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że jego treść nie może być rozpowszechniana ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANI
POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.

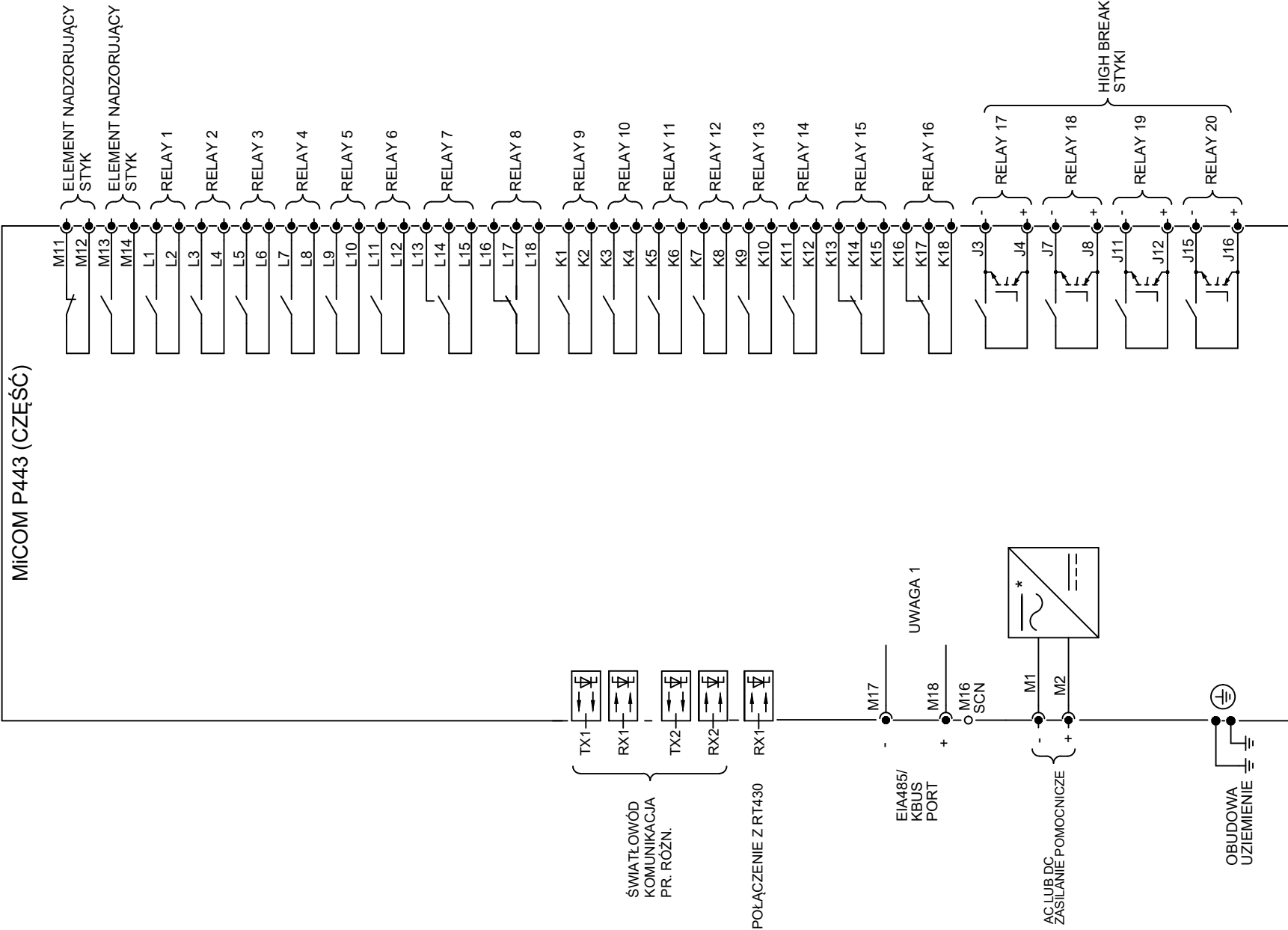
10P44628

Następny	-
Ark.	



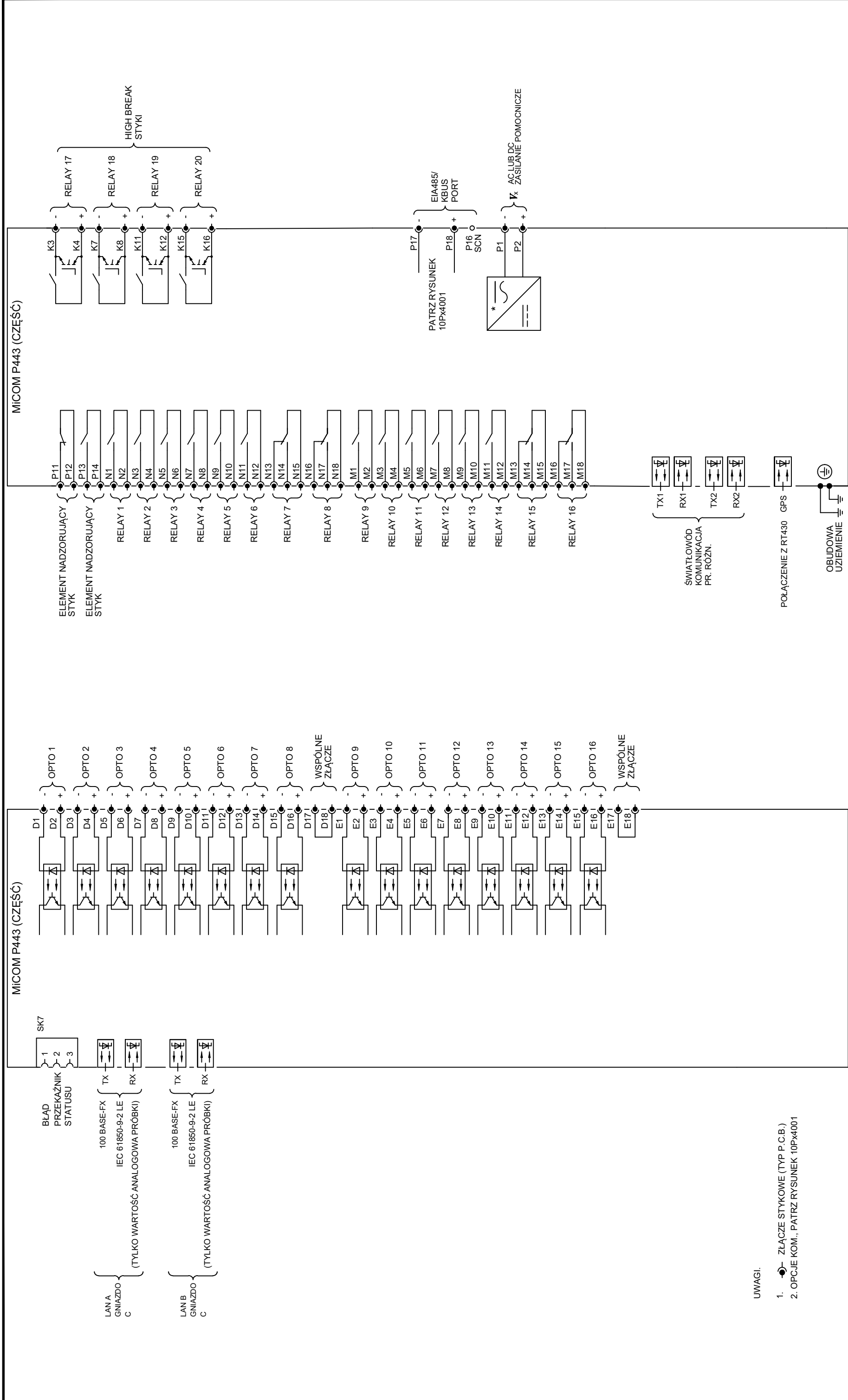


* ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC



1. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001.
2. ZŁĄCZE STYKU (TYP PCB) ➡

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE P446 (80TE) 16 WE/16 WY + 4 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI	
Data: 17/08/2020		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44608	
Data:		Spr.: S SWAIN			
INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.				Ark.: 1 Następny - Ark.:	
				 GE VERNOVA	



Wydanie:

Wersja:

wydanie: _____ wersja: _____
CID007390. POCZATKOWY PROBLEM.

Stanowisko:

DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE
(80TE) NC/IT 16 WE/16 WY + 4 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI

Rys.
Nr:

10P44631

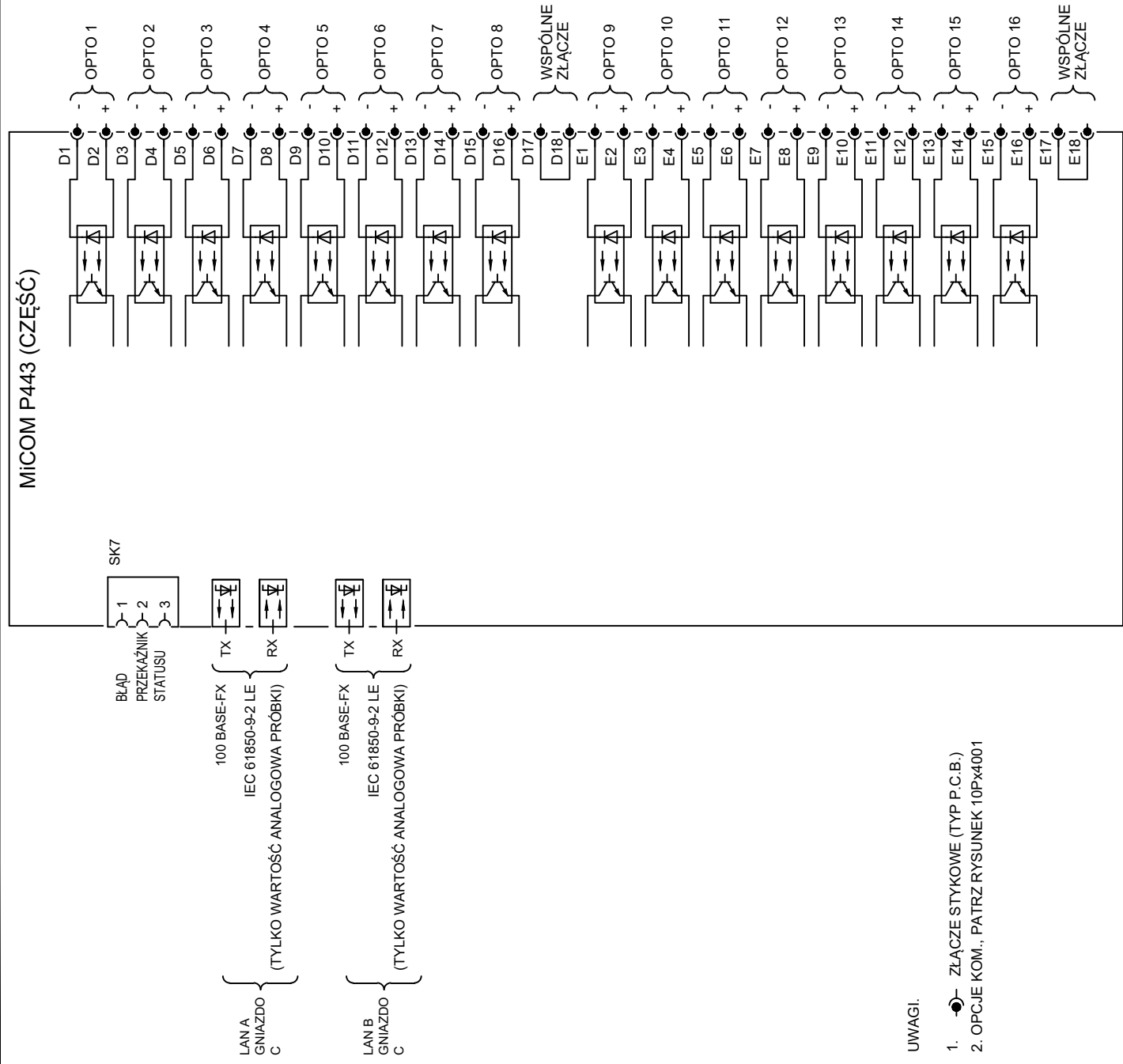
Ark.: 1

Następny -
Ark:



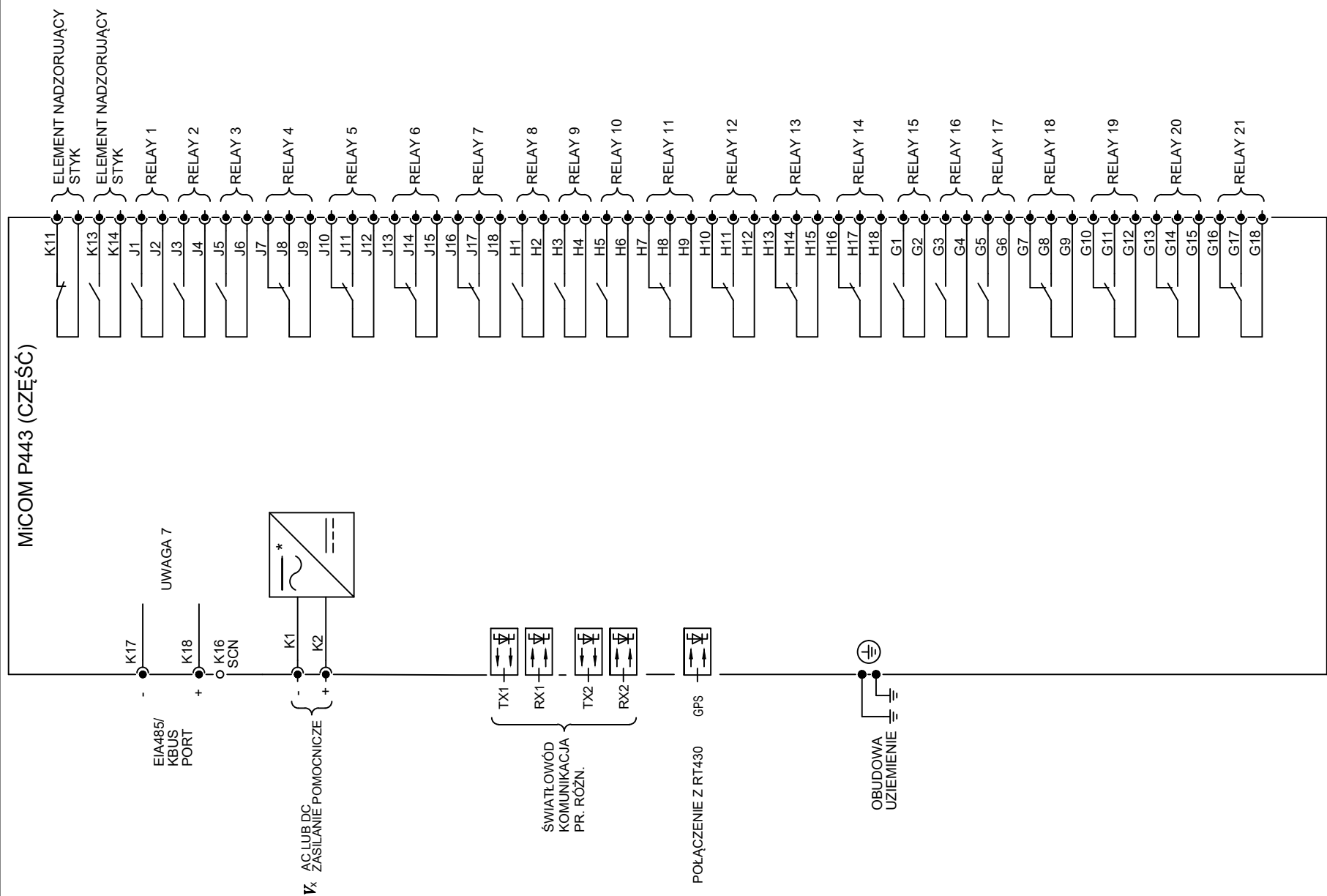
GE VERNOVA

INFORMACJA WLAŚNI | POUFNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że treść i informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione ani bez jednoznacznego pisemnego zgody GE Vernova. Ten dokument może być wykorzystany przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE
POLECAJĄCE



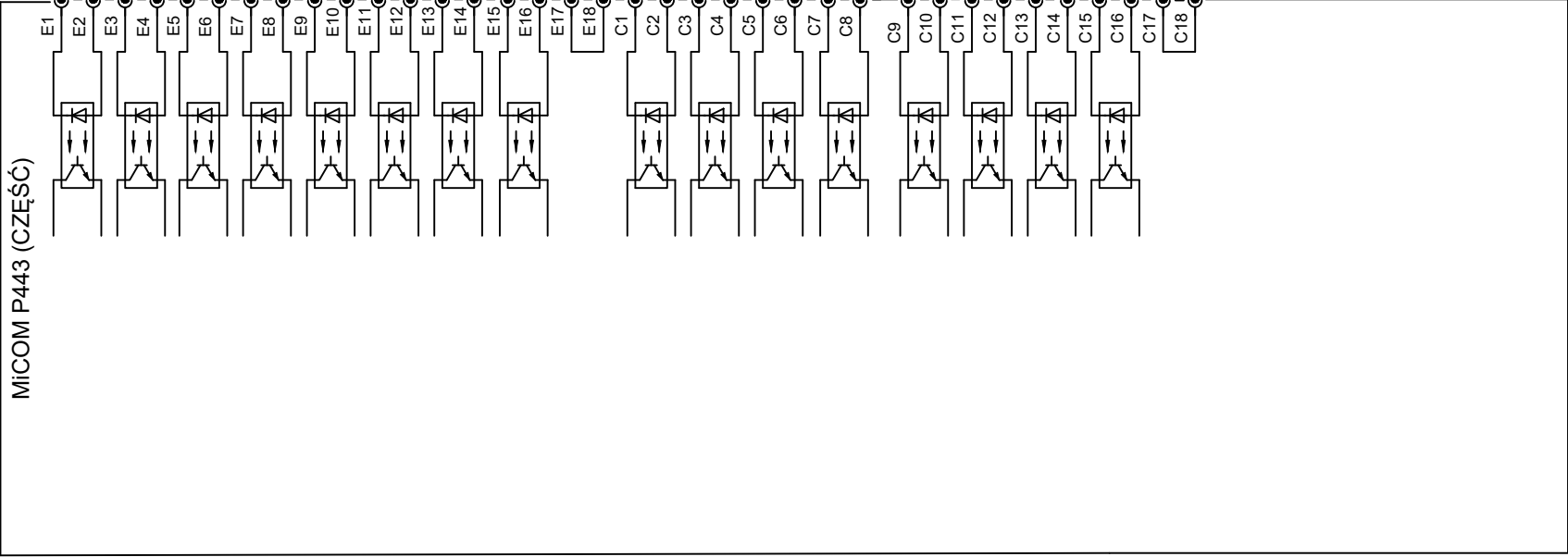
UWAGI.

1. **●**- ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

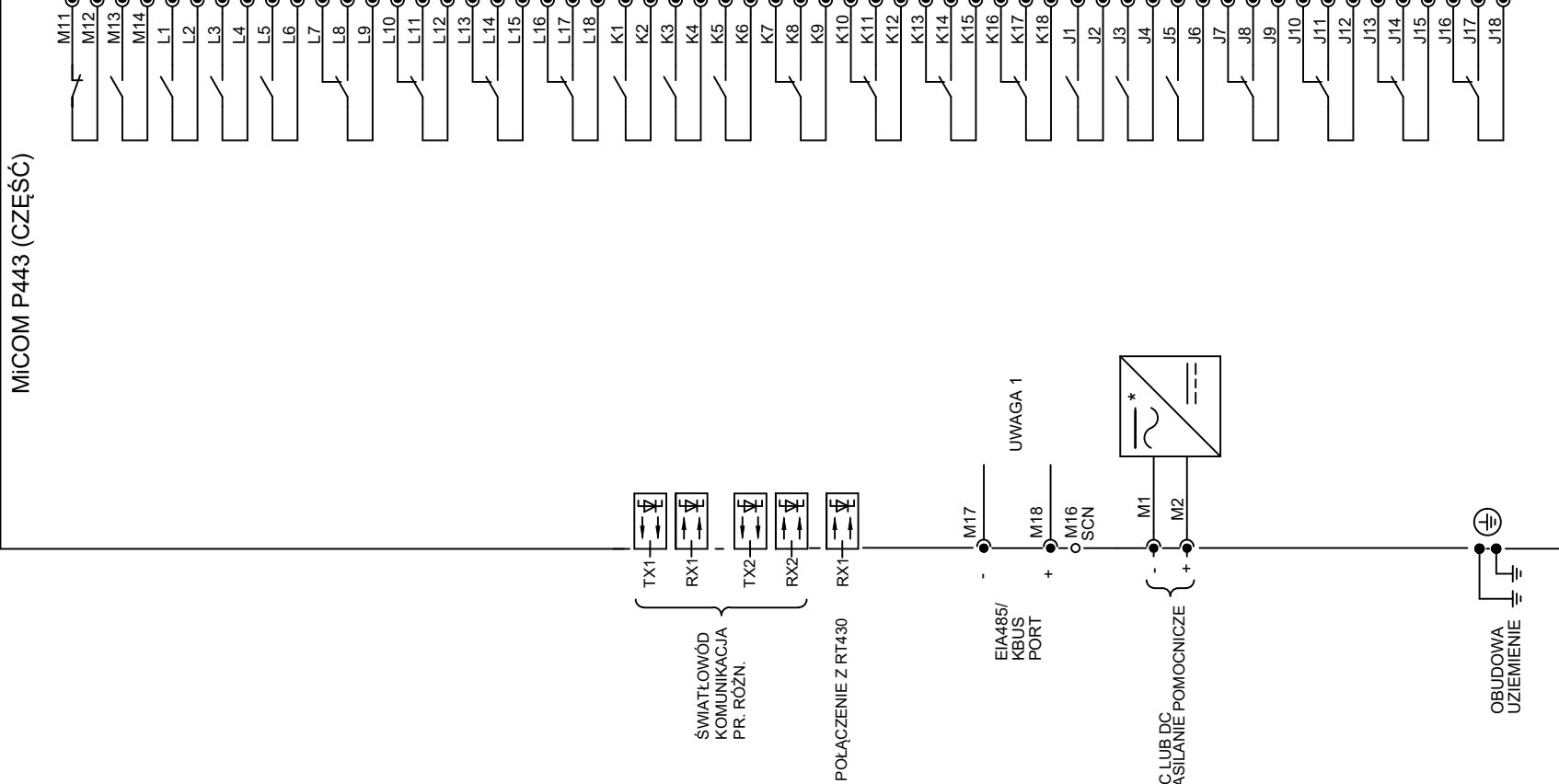


* ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC

Wydanie: A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (60TE) NCIT 16 WE/21 WY
Date: 24/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	Rys. Nr: 10P44629
Date:	Spr.: S SWAIN	
INFORMACJA WŁASNA I POUPNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać ekscesywnym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUPNE OPRACOWANIE GE Vernova.		Ark.: 1 Następny Ark.: -
		 GE VERNOVA

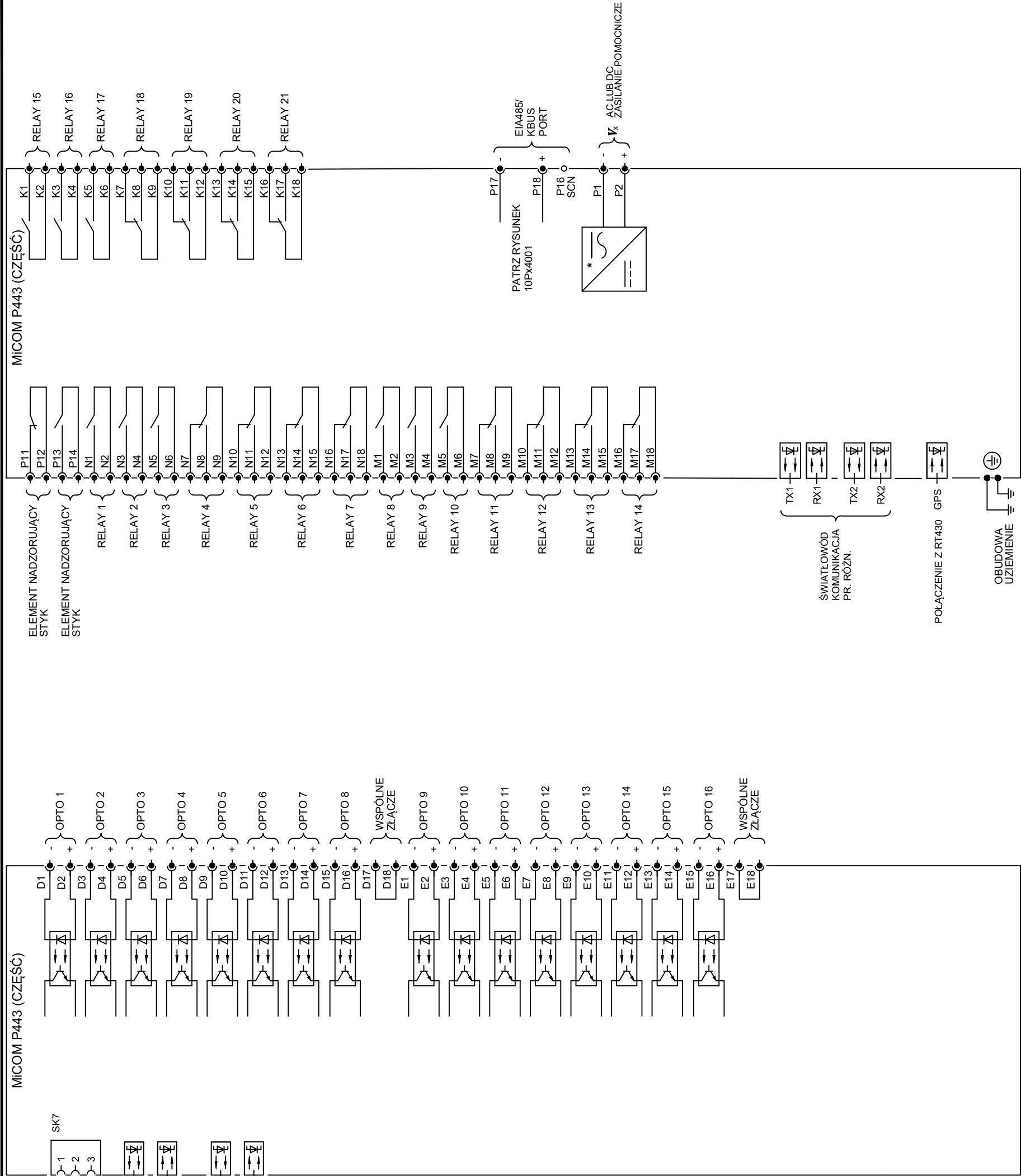


* ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC



1. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10P44001.
2. ZŁĄCZE STYKU (TYP PCB)

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE P446 (80TE) 16 WE/21WY	
Data: 17/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr:	
Data:		Spr.: S SWAIN		10P44609	
				Ark.: 1	
				Następny -	
				Ark.:	
				GE VERNOVA	

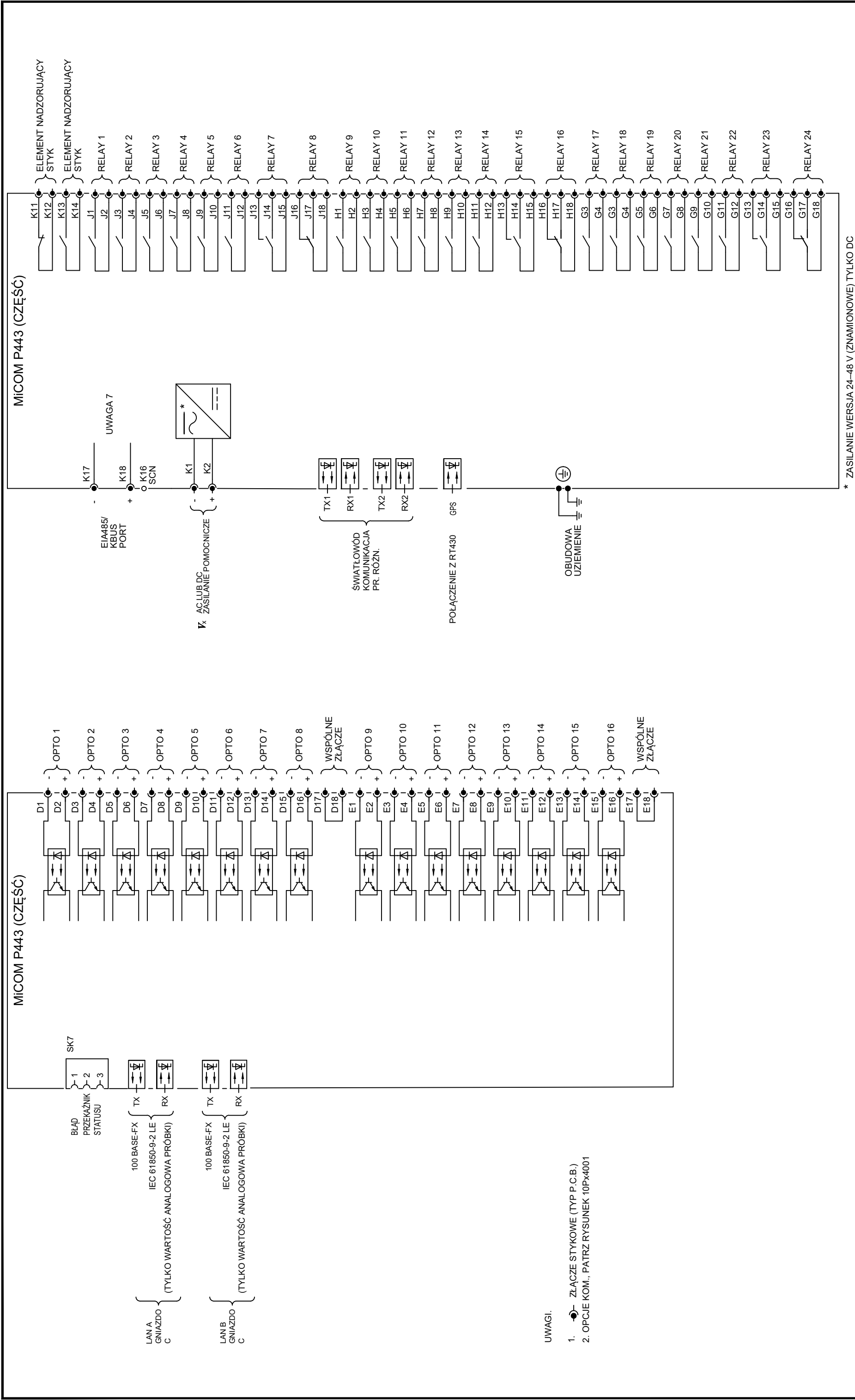


UWAGI.

- 1. ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
- 2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WE/21 WY	
Data: 25/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44632	
Data:		Spr.: S SWAIN			
				Ark.: 1	
				Następny Ark.: -	
				 GE VERNOVA	



* ZASILANIE WERSJA 24-48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC

Wydanie:

Wersja:
CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.

Stanowisko: **DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEĞŁOŚCIOWE**

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova. NIEPUBLIKOWANE

Nazwisko: S WOOTTON

Spr.: S SWAIN

Rys.
Nr:

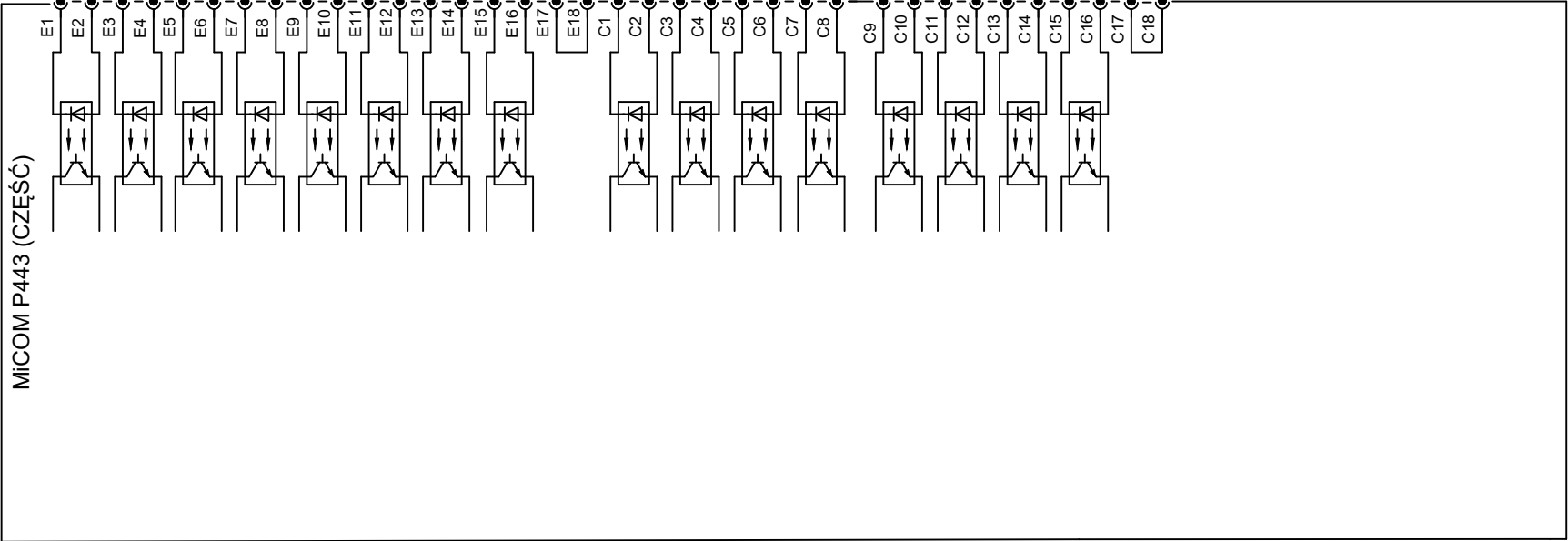
10P44630

Ark.: 1

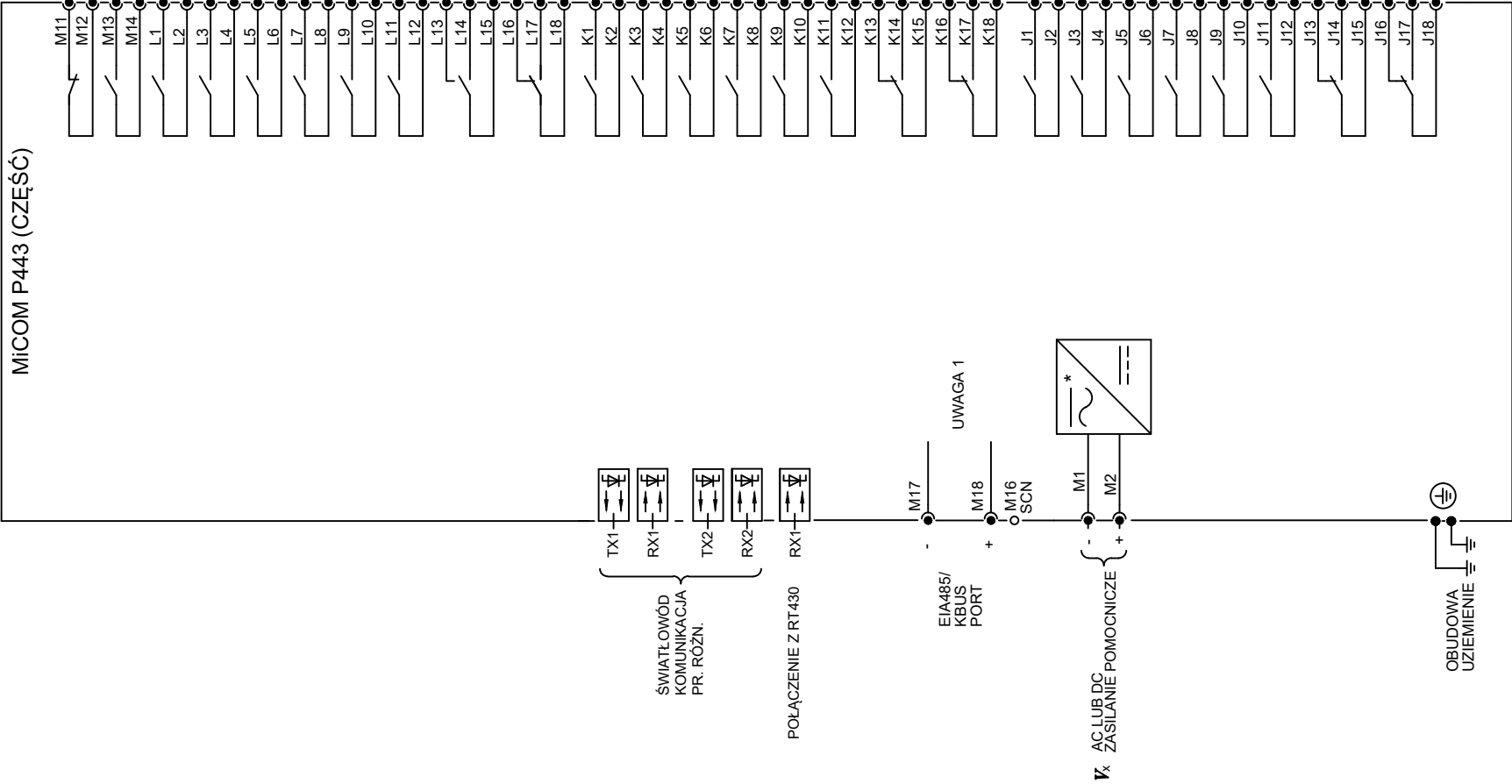
Nastę:
Ark.:



GE VERNOVA

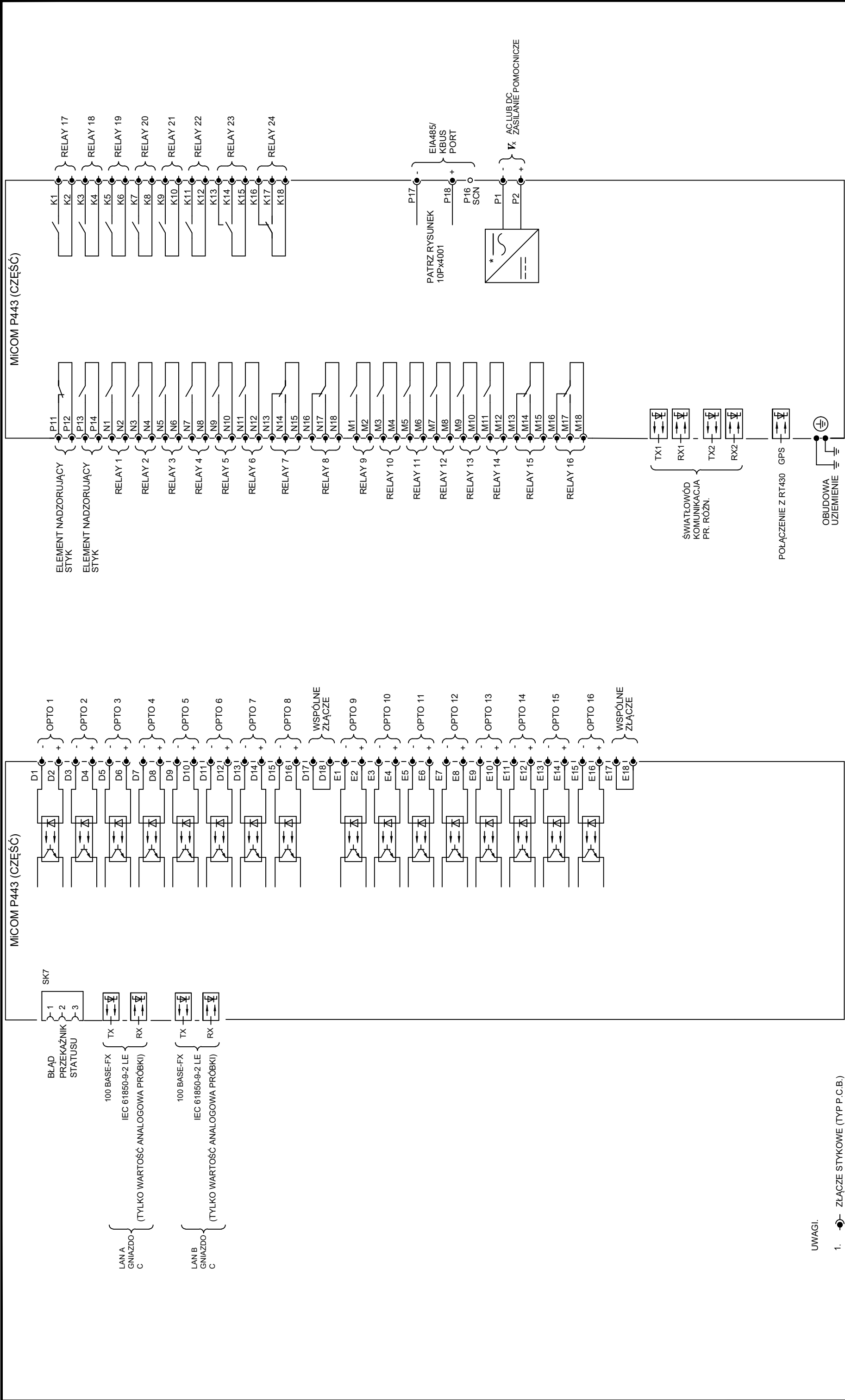


* ZASILANIE WERSJA 24—48 V (ZNAMIONOWE) TYLKO DC

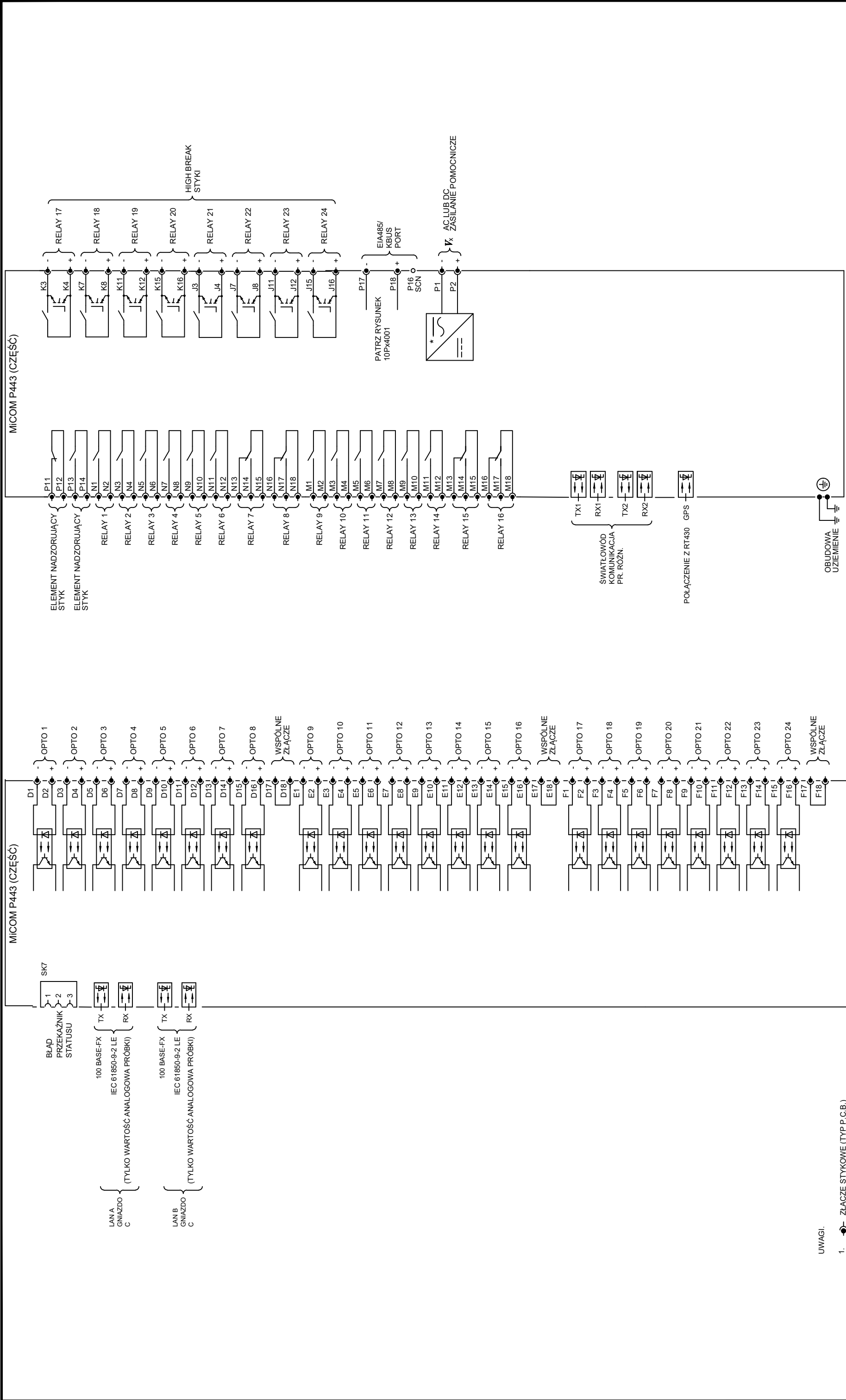


- OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10P×4001.
- ZŁĄCZE STYKU (TYP PCB) ➡

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE P446 (80TE) 16 WE/24 WY	
Data: 17/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44610	
Data:		Spr.: S SWAIN			
INFORMACJA WŁASNA I POUPNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE, a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu. © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POURNE OPRACOWANIE GE Vernova.				Ark.: 1 Następny - Ark.:	
				GE VERNOVA	



Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 16 WE/24 WY	
Data: 25/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr: 10P44633	
Data:		Spr.: S SWAIN		Ark.: 1	
				Następny Ark.: -	
				Ark.: -	

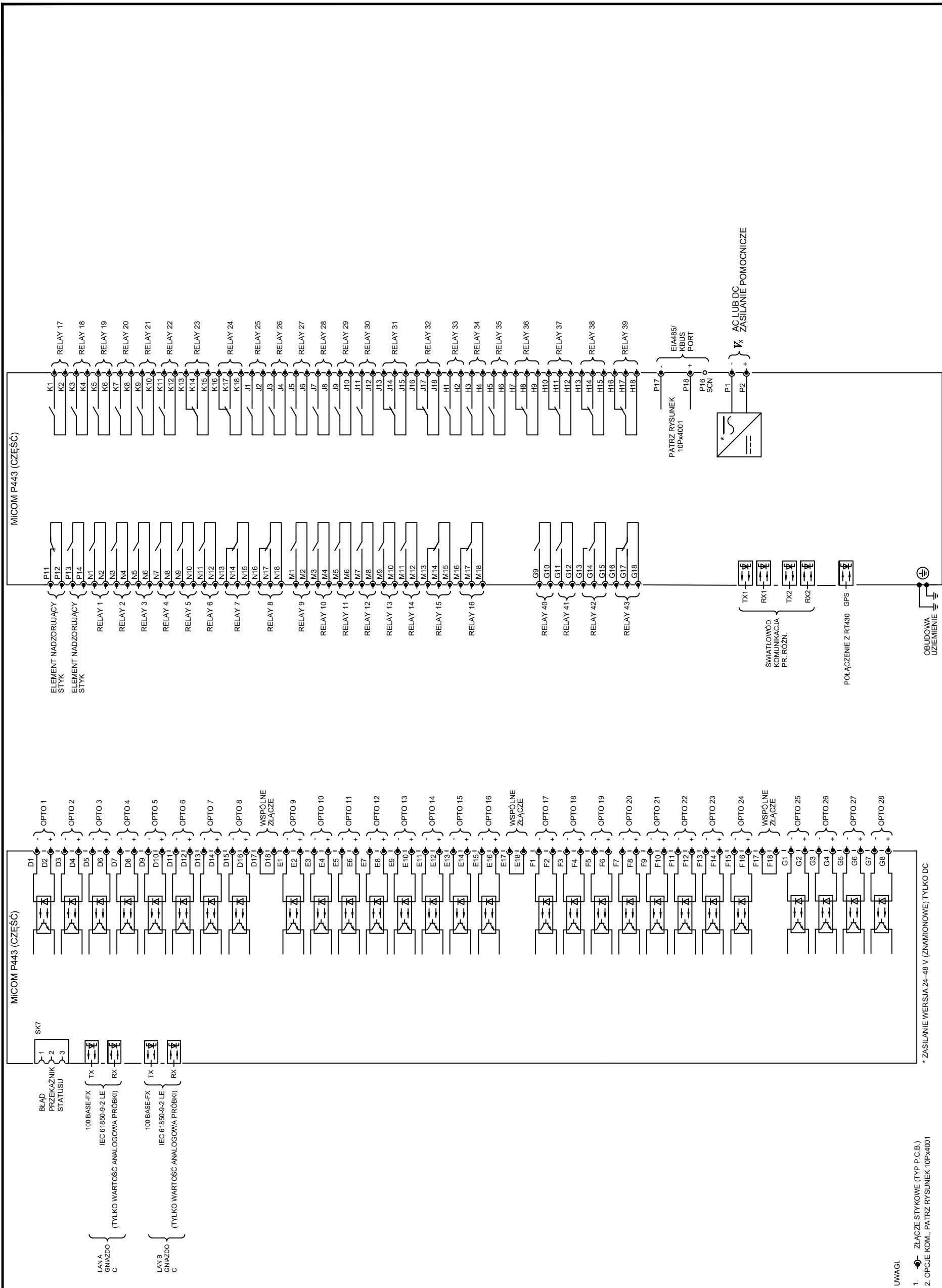


UWAGI.

1.  ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie: A		Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.		Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 24 WE/16 WY + 8 PRZEKAŹNIKI HIGH BREAK O WYSOKIEJ PRĘDKOŚCI	
Data: 25/08/2022		Nazwisko: S WOOTTON		Rys. Nr. 10P44634	
Data:		Spr.: S SWAIN			
				Ark.: 1	
				Następny Ark.: -	
				GE VERNOVA	

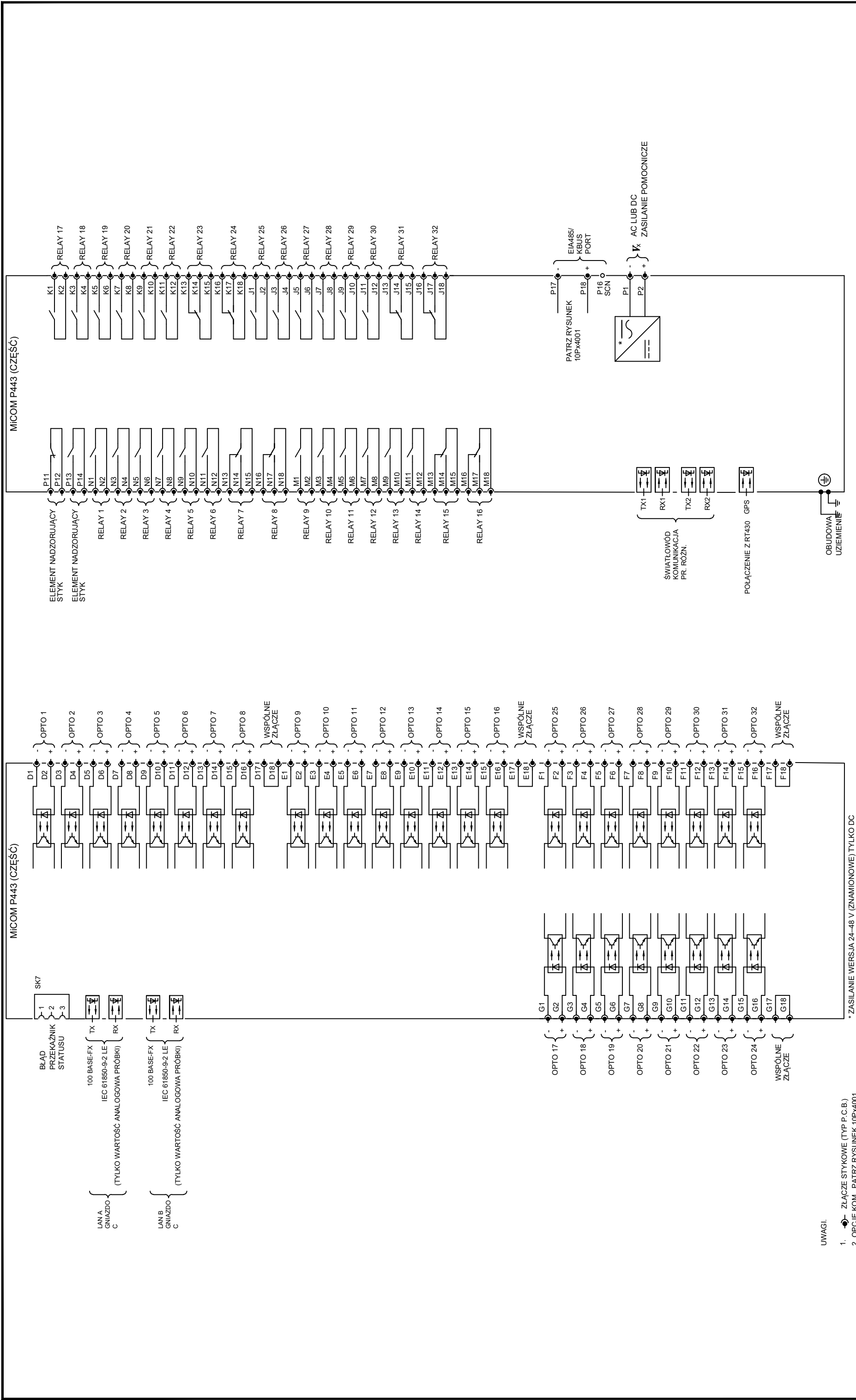




UWAGI.

1. ZŁĄCZE STYKOWE (TYP P.C.B.)
2. OPCJE KOM., PATRZ RYSUNEK 10Px4001

Wydanie:	A	Wersja: CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.	Stanowisko: DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE (80TE) NCIT 28 WE/43 WY
Data: 25/08/2022	Nazwisko: S WOOTTON	INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Ten dokument jest własnością GE Vernova i zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE. a te informacje zostaną wykorzystane przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE POUFNE OPRACOWANIE GE Vernova.	
Data:	Spr.: S SWAIN		
Rys. Nr:		10P44636	Ark.: 1 Następny Ark.: -
			GE VERNOVA



Wydanie:

Wersja:

CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.

Stanowisko:

DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZE
(80TE) NCIT 32 WE/32 WY

DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

Data: 25/08/2022

Nazwisko: S WOOTTON

Data:

Spr.: S SWAIN

Rys.
Nr:

10P44637

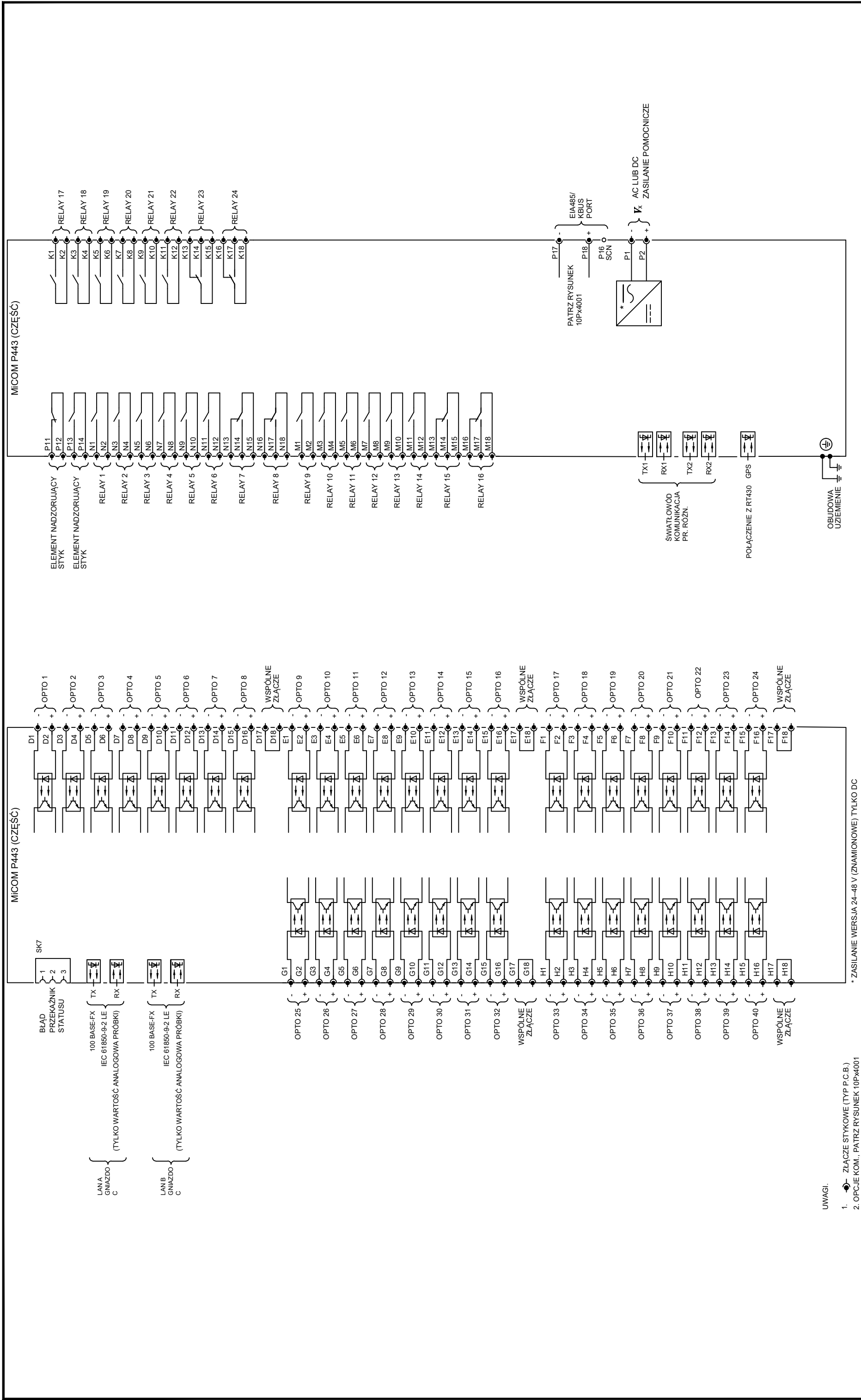
Ark.: 1

Nastę
Ark.:



GE VERNOVA

INFORMACJA WLASNA | POLIUNA GE
Ten dokument jest własnością GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że informacja ani on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznego pisemnego zgody GE Vernova. Wykorzystanie przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE
POLIFONE OPRACOWANIE GE Vernova



Wydanie:

Wersja:

CID007390. POCZĄTKOWY PROBLEM.

Stanowisko:

DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZE
(80TE) NCIT 40 WE/24 WY

DIAGRAM POŁĄCZEŃ ZEWNĘTRZNYCH ZABEZPIECZENIE ODLEGŁOŚCIOWE

Data:	09/09/2022	Nazwisko:	S WOOTTON
-------	------------	-----------	-----------

Nazwisko: S

Data:	Spr.:	S SWAIN
-------	-------	---------

Spr.: S SWAIN

Rys.
Nr:

10P44638

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że on, ani informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE Vernova. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE

INFORMACJA WŁASNA I POUFNA GE

Ten dokument jest własnością GE Vernova, zawiera informacje należące do GE Vernova. Ten dokument jest wypożyczony z jednoznacznym warunkiem, że informacje w nim zawarte nie zostaną ujawnione innym bez jednoznacznej pisemnej zgody GE Vernova. Ten dokument jest przeznaczony do wykorzystania przez odbiorcę tylko zgodnie z jednoznaczną zgodą GE Vernova. Ten dokument należy zwrócić do GE Vernova na żądanie. Ten dokument może podlegać określonym ograniczeniom w ramach amerykańskiego prawa i przepisów o kontroli eksportu © GE Vernova, NIEPUBLIKOWANE DO UŻYTKU WYKONAWCZEGO

Nazwisko:	S WO
Spr.:	S SWAIN

Nazwisko:	S WO
Spr.:	S SWAIN



Ark.: 1

Następny	-
----------	---

GE VERNOVA



GE VERNOVA

© 2025 GE Vernova. Wszelkie prawa zastrzeżone. Informacje zawarte w niniejszym dokumencie mają wyłącznie charakter poglądowy. Nie udziela się żadnej gwarancji, ani nie składa żadnych oświadczeń, na które można by się powoływać, świadczących, że są one kompletne lub prawidłowe oraz że będą odnosić się do jakiegokolwiek konkretnego projektu. Jest to podyktowane względami technicznymi i ekonomicznymi. Są one udostępniane bez zobowiązań oraz podlegają zmianom bez powiadomienia. Kopiowanie, wykorzystywanie lub przekazywanie osobom trzecim bez wyraźnej pisemnej zgody jest surowo zabronione.