

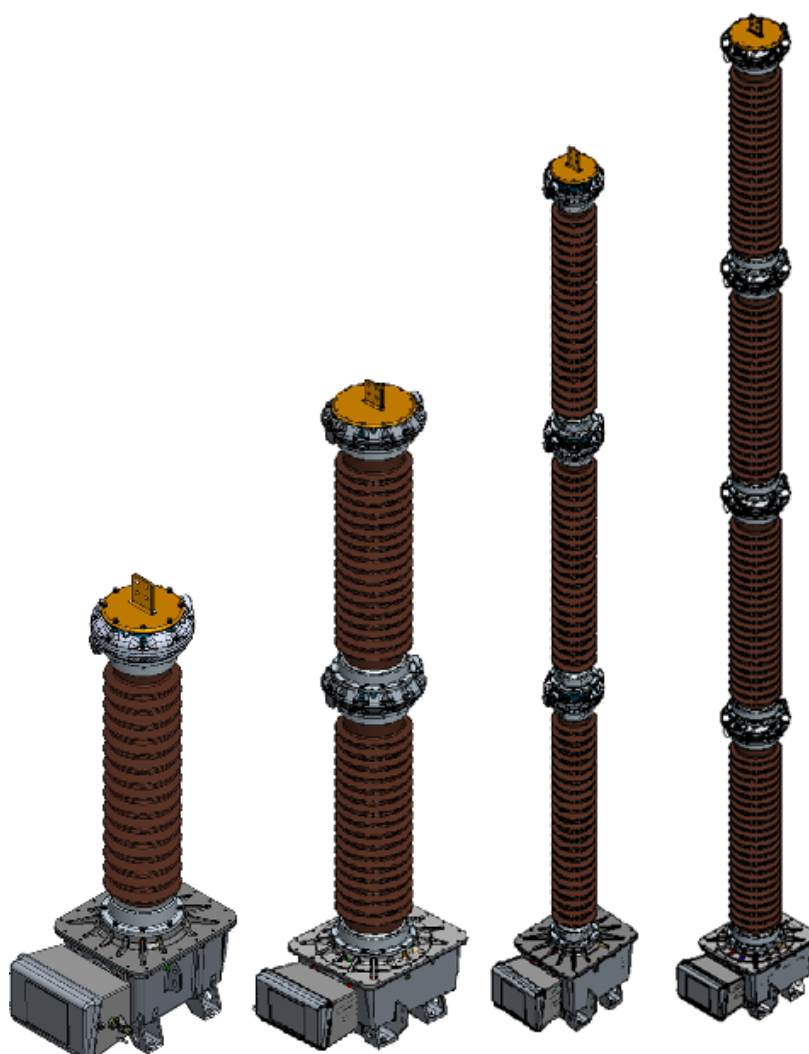


Manual de instrucciones

MANUAL DE INSTRUCCIONES NUMERO 18602

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO MODELO OTCF

NIVEL DE TENSIÓN: 72,5kV HASTA 800kV





GE Grid Solutions
Av. Nossa Senhora da Piedade, 1021
37504-358 Itajubá - MG – Brasil

AIB	01	17/09/2018	TAA	FES
AIB	00	17/04/2015	FES	ROCS
Administrador	Emisión	Fecha	Preparado	Aprobado



¡Atención!

Cualquier persona involucrada con el transporte, la instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de los Transformadores de Potencial Capacitivo (TPC) modelo OTCF deben leer estas instrucciones antes de tomar cualquier acción relacionada.

Nunca trabaje en equipos de alta tensión sin antes haber aterrizado sus partes metálicas, ya que es inherente a capacitancias la posibilidad de tener cargas eléctricas acumuladas con tensiones a niveles letales. Además, un bastón de tierra debe permanecer conectado al terminal de línea mientras las personas trabajan en estos transformadores.

Cuando se realiza una prueba eléctrica, la persona responsable de supervisar el ensayo asume la responsabilidad de realizarlo de manera segura de acuerdo con la legislación vigente. Después del ensayo, el operador debe retirar el bastón de tierra para que el equipo esté listo para ser puesto en funcionamiento.

Nota: Para descargar efectivamente equipos de alta tensión proceda de la siguiente forma:

A) Conectar el bastón de tierra al terminal de línea (esta acción irá cortocircuitar la unidad entera y colocará el terminal de línea en el potencial de tierra) y,

B) Utilizar otros bastones de tierra conectados a cualesquiera partes metálicas intermedias durante un tiempo mínimo de 30 segundos para asegurarse de que no hay ningún tipo de carga eléctrica residual en la unidad.

Este transformador es fabricado con proceso controlado lo que garantiza el más alto nivel de Calidad. Con el objetivo de mantener este alto nivel de Calidad durante la vida útil del TPC es de extrema importancia que todas las instrucciones de este manual sean leídas y comprendidas.

ESTES TRANSFORMADORES NO PUEDEN SER ALMACENADOS EN LA POSICIÓN HORIZONTAL.

Observaciones preliminares

Durante la recepción del TPC, es importante verificar el desembalaje atentamente para controlar las condiciones del embalaje y del propio TPC. Cualquier irregularidad debe anotarse en los documentos de transporte. Y las comunicaciones con las personas responsables deben ser hechas con brevedad.

El aislador puede haber sido entregado en porcelana, evitar movimientos rápidos que puedan ocasionar golpes.



Contenido

1.	DIAGRAMA ESQUEMATICO.....	5
2.	TRANSPORTE, RECEPCIÓN, DESEMBALAJE Y ALMACENAMIENTO	6
2.1.	Transporte.....	6
2.2.	Recepción.....	6
2.3.	Desembalaje.....	7
2.4.	Almacenamiento.....	9
3.	MONTAGE EN LA ESTRUCTURA	9
4.	PREPARACIÓN DE LAS SUPERFÍCIES DE CONTACTO	10
5.	CONEXIONES Y ACESORIOS.....	10
5.1.	Terminales primarios	10
5.2.	Caja de terminales secundarios	11
5.3.	Terminales secundarios	11
5.4.	Terminal HF	12
5.5.	Marcación de los terminales.....	12
5.6.	Protección del reactor de compensación y de la bobina de drenaje	13
5.7.	Puesta a tierra del TPC	13
5.8.	Puesta a tierra del potencial en la UEM.....	14
5.9.	Puesta a tierra del carrier.....	14
5.10.	Trampa de onda sobre el TPC	15
6.	INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE	15
7.	INSPECCIÓN ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA	16
8.	PRUEBAS EN EL SITIO	16
8.1.	Métodos de prueba en el sitio	17
8.2.	Cuidados y precauciones.....	17
8.3.	Mediciones de capacitancia	17
8.4.	Medición de relación de transformación.....	23
8.5.	Efecto GARTON	23
8.6.	Capacitancia y factor de disipación con variación de temperatura.....	24
9.	MANTENIMIENTO DESPUÉS DE LA PUESTA EM MARCHA.....	24
10.	DISPOSICIÓN FINAL DE LAS PARTES DESPUÉS DE LA VIDA ÚTIL DEL TPC.....	25



Manual de instrucciones

1. DIAGRAMA ESQUEMATICO

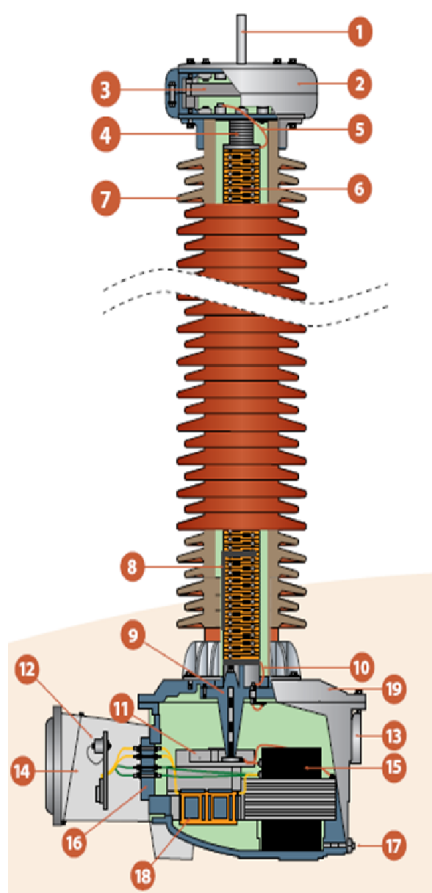
El Transformador de Potencial Capacitivo (TPC) modelo OTCF está compuesto por un divisor de tensión capacitivo (DC) y una unidad electromagnética (UEM). Dependiendo de la tensión nominal, el DC puede estar compuesto de uno o varios módulos capacitivos con un terminal de tensión intermedia, a través de un pasamuros de media tensión, que alimenta a la UEM.

Cada módulo capacitivo contiene elementos capacitivos impregnados con aceite sintético y es herméticamente sellado, teniendo aún un fuelle metálico como cámara de expansión externa.

Cuando se especifica, cada módulo capacitivo puede suministrarse con un manómetro para indicar la presión interna.

La UEM está montada en un tanque lleno de aceite mineral y herméticamente sellado a través de un colchón de aire.

La siguiente figura representa una vista de corte típica de un TPC modelo OTCF:



- 1- Terminal primario
- 2- Cubierta de protección del fuelle metálico
- 3- Fuelle metálico
- 4- Resorte de compresión
- 5- Cable de conexión de tensión
- 6- Elementos capacitivos
- 7- Aislador de porcelana o composite
- 8- Divisor Capacitivo
- 9- Pasamuros de epoxi
- 10- Conexión de baja tensión del divisor capacitivo
- 11- Circuito supresor de ferorresonancia
- 12- Terminales secundarios
- 13- Indicador de nivel de aceite de la UEM
- 14- Caja de terminales de baja tensión en aluminio
- 15- Transformador intermedio
- 16- Bloque separador de aceite / aire
- 17- Dispositivo de toma de muestras de aceite
- 18- Reactor de compensación
- 19- Cubierta de la UEM



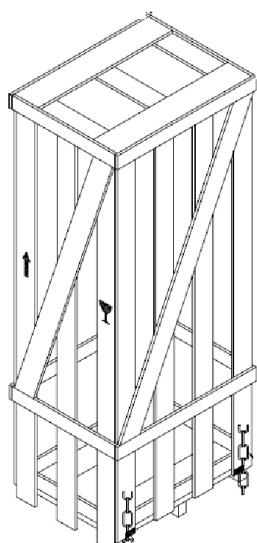
2. TRANSPORTE, RECEPCIÓN, DESEMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

2.1. Transporte

El transformador deberá transportarse en la posición indicada por el fabricante en un embalaje adecuado.

En general, el TPC con tensión máxima de hasta 170 kV es transportado en caja de madera que contiene la unidad base montada (UEM y DC). Para TPC por encima de 170 kV, el equipo es transportado de tal manera que los módulos superiores del DC están separados del módulo inferior y de la UEM, pero transportados en el mismo embalaje junto con todos los elementos necesarios para el montaje de la unidad completa. **Los módulos del DC siempre se colocan en posición vertical.**

El usuario debe transportar y manipular el TPC de forma cuidadosa. La posición correcta para el transporte se marca en el embalaje como se muestra en el ejemplo siguiente.



Ejemplo de embalaje vertical

IMPORTANTE: El TPC modelo OTCF siempre debe transportarse con los módulos superiores desmontados y con **todos los componentes en posición vertical**. También, debe transportarse en su embalaje original o en un embalaje apropiado.

Los embalajes de los TPC modelo OTCF no pueden ser apilados.

ATENCIÓN: El equipo tiene partes frágiles (aislador, caja de terminales en aluminio, etc.) que pueden dañarse durante el transporte terrestre, ya sea pavimentada o no pavimentada. El transporte debe realizarse con cuidado. Movimientos bruscos pueden ocasionar impactos y posterior daño al equipo.

2.2. Recepción

Independientemente si el transporte es responsabilidad del cliente o del fabricante, el inspector o agente de servicio debe verificar los siguientes puntos durante la recepción de la mercancía:

Si las cajas presentan, cualquier señal de impacto, golpe o grietas, o si el transformador presenta cualquier señal de daño, o fuga de aceite. El inspector del cliente o el agente de servicios a cargo de la recepción de la mercancía debe hacer una notación formal en el documento de transporte. El control de la recepción, principalmente para el aislador de porcelana y caja de terminales secundarios, debe ser hecho en presencia del despachante. Las observaciones acerca de las condiciones de la mercancía deben mostrar claramente los detalles de los daños



Manual de instrucciones

encontrados en el momento de la recepción de la mercancía.

En caso de daños, el inspector del cliente a cargo de la recepción debe notificar a GE y al representante del seguro. Toda la información de contacto se indica en el documento de seguro de transporte. La declaración debe efectuarse hasta ocho días hábiles después de la recepción de la mercancía.

2.3. Desembalaje

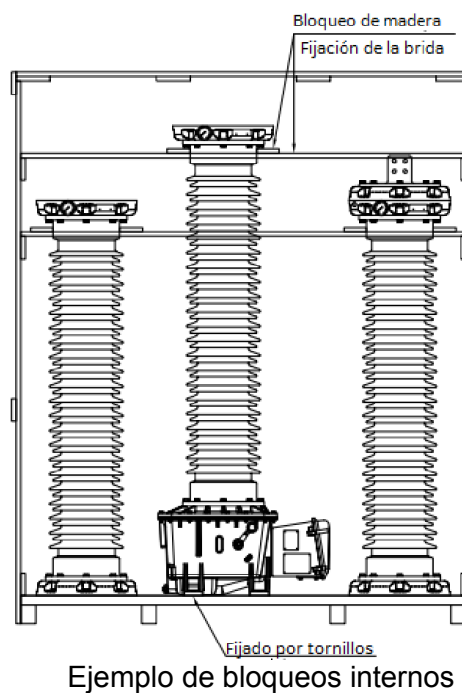
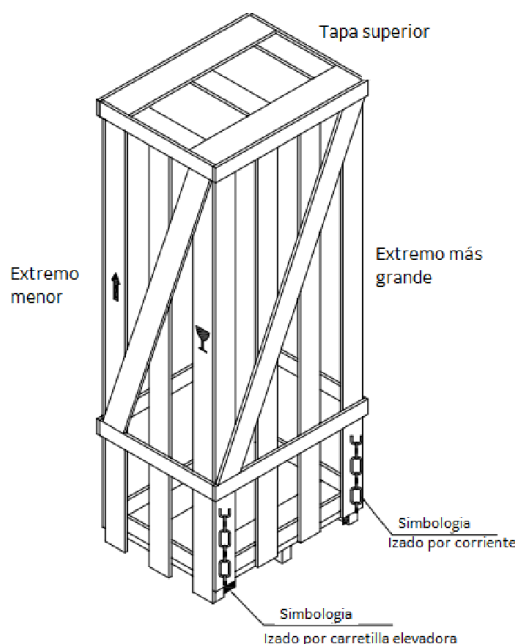
Materiales necesarios para el desembalaje, elevación del TPC y puesta en servicio:

Ctd	Descripción
1	Grúa o munck.
1	Grasa de contacto tipo PENETROX o equivalente.
1	Grasa MOLYKOTE tipo P37 o equivalente.
4	Cintas de 4,5 m de largo (capacidad de 2.000N)

El desembalaje del TPC debe realizarse con cuidado.

• Apertura del embalaje

- 1) Quitar la tapa superior.
- 2) Quitar los extremos más pequeños.
- 3) Quitar los bloqueos internos.
- 4) Quitar los extremos más grandes.
- 5) Quitar los cuatro tornillos que fijan el equipo en el embalaje y, cuando proceda, los tornillos que fijan los módulos al embalaje.
- 6) Seguir con el levantamiento de cada parte



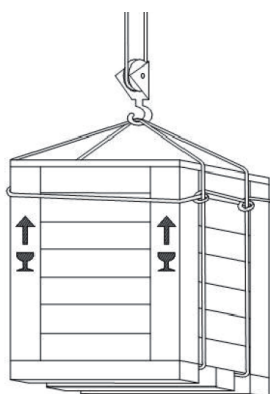
NUNCA levantar el TPC por su terminal primario. Levantar como se indica en las figuras siguientes.



Manual de instrucciones

• Manejo del TPC embalado:

Para elevar el TPC embalado con una grúa o munck seguir las marcas en el embalaje de madera, ya que se indican las posiciones correctas para las cintas de nylon para así evitar golpes y vibraciones. Manejar con cuidado!



Ejemplo de elevación del TPC en su embalaje

• Colocación del TPC en el pedestal:

El uso de cintas de elevación o cables de acero con acoplamiento tipo chocker (horca) dispuestos para soportar la brida metálica superior es una forma eficaz para elevar los módulos superiores del DC.

Evitar movimientos bruscos del TPC cuando se eleva. Para evitar el tumbado del TPC, se recomienda el uso de una cinta pasada alrededor de la brida superior del aislante y presa a otras bandas (una a cada lado - ver figura a continuación).

Si el TPC tiene más de un DC, se deben unir los módulos superior e inferior utilizando el material suministrado:

- Ocho o doce conjuntos de tornillos, tuercas y arandelas para cada DC.

Siga los pasos a continuación para montar en la estructura:

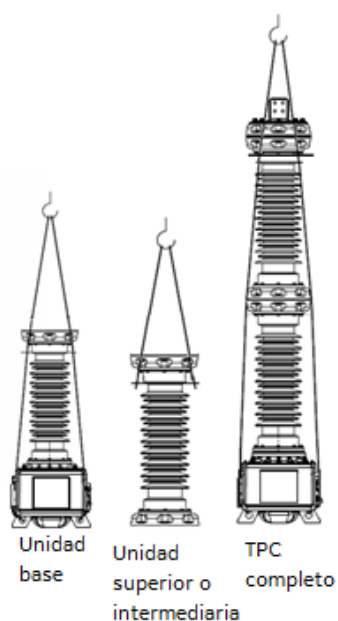
- Posicionar los módulos superiores del DC con sus placas de identificación alineadas a la placa de características principal instalada en la tapa de la caja de terminales secundarias en el tanque base.
- Posicionar cada módulo lentamente, uno a la vez, con una grúa.
- Posicionar los tornillos en los agujeros de la brida de la unidad superior.
- Fijar los tornillos con el par de apriete adecuado (3 kgf.m).
- Repetir el mismo procedimiento para todos los módulos superiores posteriores.

ATENCIÓN: Es obligatorio que los números de serie de los módulos del DC coincidan con el número de serie presentado en la placa de características principal del TPC. La exactitud y la ferrosresonancia serán directamente afectados si los módulos capacitivos incorrectos se montan juntos.

La reactancia serie y la relación del transformador se ajustan y son sintonizados durante los ensayos de rutina en fábrica para cumplir con la clase de exactitud especificada. Cada UEM se sintoniza con un DC. De esta forma, **NO SE PERMITE** el cambio de ningún módulo del DC o incluso el DC completo de una UEM a otra.

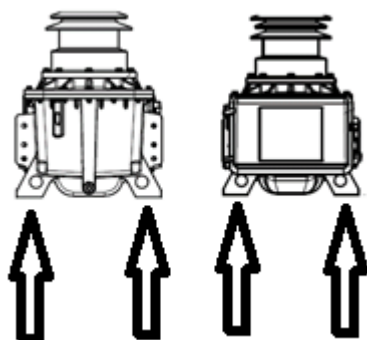


Manual de instrucciones

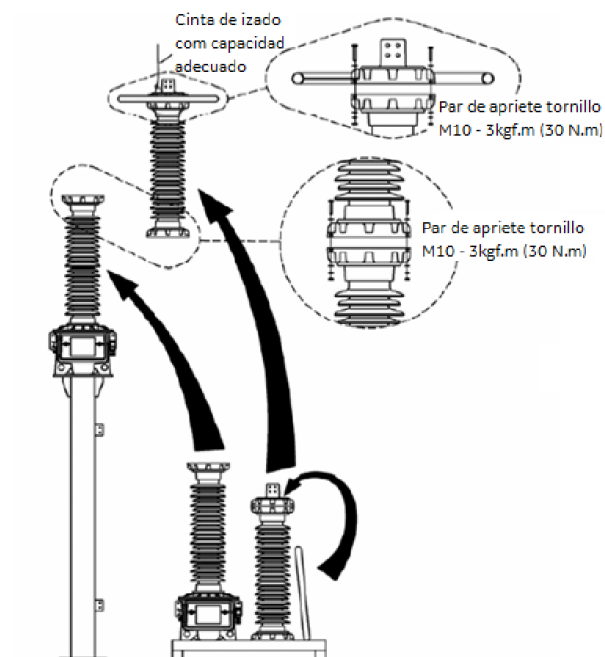


Ejemplo de elevación

La unidad base (o unidad con sólo 1 módulo) debe manejarse utilizando los 4 ojales de elevación disponibles en el tanque. **El uso de los 04 ojales es obligatorio**



4 ojales de elevación



Colocación en el pedestal

2.4. Almacenamiento

Los transformadores se deben almacenar en posición vertical en una superficie homogénea.

NOTA: Los equipos almacenados verticalmente al tiempo, sin el embalaje, deben atornillarse al suelo (superficie plana y estable), aunque el almacenamiento sea de corta duración.

- **No se permite el almacenamiento de los equipos en posición horizontal.**

3. MONTAJE EN LA ESTRUCTURA

Los transformadores deben ser energizados en posición vertical. Es importante confirmar que la superficie en la cual el TPC va a ser fijado sea plana (tolerancia como máximo 1mm). Comprobar si los cuatro pies están totalmente apoyados en la estructura. Si no están, insertar calzos antes de colocar los tornillos de fijación.



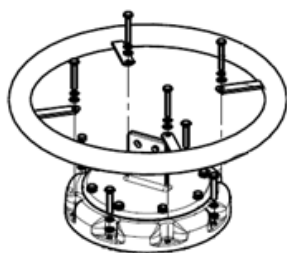
Manual de instrucciones

La fijación del tanque a la estructura soporte debe ser hecha a través de 4 (cuatro) tornillos. Las dimensiones de los agujeros y el espesor del punto de fijación se pueden encontrar en el plano dimensional del TPC del proyecto.

Cuando se suministra una base complementaria, el tanque debe montarse sobre esta base y la base fijada a la estructura de soporte.

IMPORTANTE: Jamás apoyar escaleras en el equipo para intervenciones en altura. Utilizar equipos apropiados y que proporcionen seguridad al usuario.

Los anillos anti-corona se suministran sólo para ciertos valores de NBI y los requisitos de tensión de radio interferencia. Cuando se suministra, es necesario montar el anillo encima de la brida del módulo superior tal como se muestra en la figura siguiente. El anillo anti-corona se transporta en el mismo embalaje que el TPC. Confirmar en el plano dimensional del TPC si es aplicable el anillo anti corona.



4. PREPARACIÓN DE LAS SUPERFÍCIES DE CONTACTO

Se recomienda limpiar las superficies de contacto de aluminio utilizando una lija de grano 150 con el objetivo de eliminar la capa de oxidación. Frotar la superficie de contacto con un cepillo metálico (diámetro de los hilos 0,3 mm) e impregnar con grasa de contacto

del tipo PENETROX o equivalente. Toda la superficie de contacto debe cubrirse con la grasa.

Para contactos estañados o en plata sólo limpiar, no utilizar lija. Limpiar las superficies estañadas o de plata con lija causará daños a la capa protectora.

5. CONEXIONES Y ACESORIOS

ATENCIÓN: Nunca trabaje en un TPC sin primero:

-Tener a tierra todas las partes metálicas (superior, intermedia e inferior) durante al menos 30 segundos utilizando un bastón de tierra apropiado.

-Se ha confirmado que todos los terminales de baja tensión previstos para ser conectados a tierra (N o H2, HF, 1n, 2n, 3n o X3, Y3, Z3) están conectados a tierra.

Antes de la nueva aplicación de tensión, confirmar que no hay terminales secundarios cortocircuitados.

5.1. Terminales primarios

Conecte el cable de alta tensión o tubo de alta tensión al terminal primario del TPC con conector adecuado para garantizar un buen contacto. Consultar el numeral 4 de este manual para la preparación de la superficie de contacto.

Cuando el suministro de los conectores de línea, los tornillos de fijación del conector con el cable o el tubo no forman parte del suministro.

En los terminales primarios se deben utilizar tornillos M12 donde se debe



Manual de instrucciones

aplicar un par de apriete mínimo de 5,0 kgf.m (50 N.m).

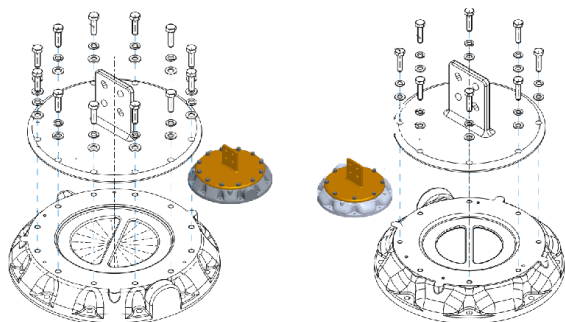
Observación: Las roscas de los tornillos deben ser cubiertas con grasa del tipo MOLYCOTE P37 (o equivalente). No aplicar esta grasa en las superficies de contacto.

Si la altura de transporte permite, el TPC se transporta con el terminal de alta tensión instalado en el DC superior.

La orientación del terminal se puede ajustar moviendo los tornillos que fijan el terminal a la brida de protección de la membrana del módulo capacitivo superior.

Si el terminal de alta tensión no está instalado por limitaciones de altura para el transporte, el terminal deberá fijarse a la unidad utilizando el material suministrado:

- Ocho o doce conjuntos de tornillos, tuercas y arandelas para cada DC.



5.2. Caja de terminales secundarios

Antes de abrir a la caja de terminales secundarios, comprobar la posición de las llaves de puesta a tierra del potencial de la UEM y del carrier, cuando suministradas. Una placa de

advertencia se suministra con el TPC, situado en el lateral de la caja del lado de la llave de puesta a tierra del potencial.



5.3. Terminales secundarios

Tener en mano el plano de equipo del emprendimiento para verificar el tipo de conexión al terminal secundario y cables aceptables para la conexión.

Utilizar conectores adecuados para garantizar una buena conexión. El par de apriete está indicado en el plano de la caja de terminales secundarios.

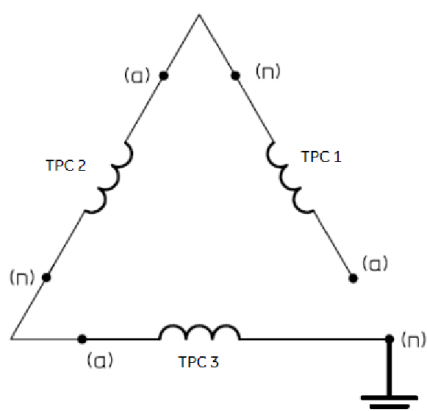
Un punto de cada secundario debe conectarse al borne de tierra en el interior de la caja de terminales secundarias para obtener un punto de tierra para la referencia de potencial.

Los terminales secundarios no utilizados deben permanecer en circuito abierto y un punto del secundario no utilizado debe conectarse al terminal de tierra. Esta conexión a tierra debe realizarse en un punto tan lejos como sea posible del TPC, preferentemente en la sala de control. Aterramientos múltiples pueden hacer que las diferencias de potencial transitorias provoquen circulación de corrientes de brote entre bobinas, en lugar de fluir de los devanados a tierra



Manual de instrucciones

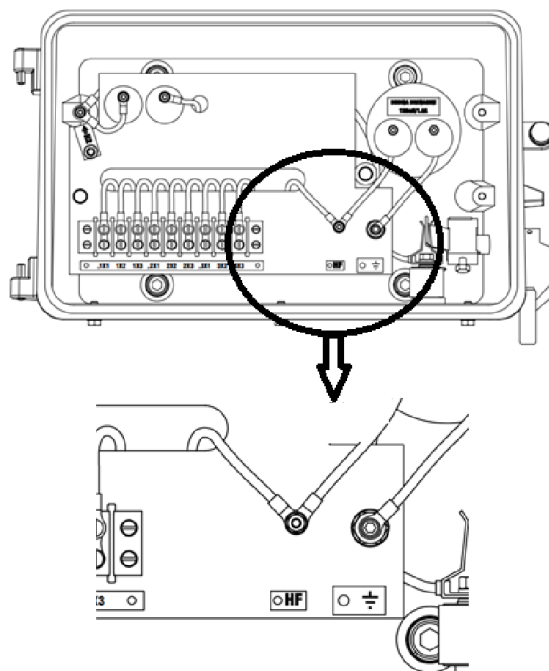
Cuando un devanado secundario se utiliza en conexión delta abierta con bobinas secundarias de TPC de otras fases, asegúrese de que sólo hay un punto de conexión a tierra en la conexión delta abierta como se muestra a continuación.



JAMÁS PONER EN CORTO CIRCUITO LOS TERMINALES SECUNDARIOS DE UN TPC.

5.4. Terminal HF

Cuando esté disponible para conectarse al sistema de ondas portadoras, conectar el cable de entrada a través de la tapa inferior extraíble de la caja de terminales secundaria al terminal 'HF'. La figura siguiente muestra la posición típica del terminal 'HF'. Confirmar la posición de este terminal en el plano de la caja de terminales del TPC.



Si el sistema carrier no está conectado al terminal HF durante la operación, la llave de puesta a tierra del carrier debe permanecer en la posición "Cerrada". Véase el numeral 5.9.

5.5. Marcación de los terminales

La marcación de los terminales primario y secundario se realiza de acuerdo con la norma de fabricación especificada para el proyecto. Comprobar las marcaciones en el plano aprobado para el proyecto.

El esquema de conexión de los terminales secundarios son los mostrados en la placa de características fijada en la tapa de la caja de terminales secundarios.



Manual de instrucciones

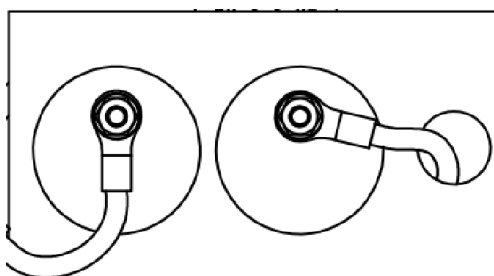
5.6. Protección del reactor de compensación y de la bobina de drenaje

Con el objetivo de proveer una protección contra sobre tensiones oriundas de oscilaciones de tensión en el TPC, se instalan centelladores de protección del reactor de compensación y de la bobina de drenaje, ubicados en la caja de terminales secundarios.

Estos centelladores pueden ser de dos tipos:

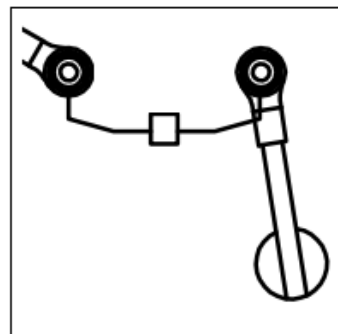
- Spark gap: Aislamiento a aire con ajuste predefinido en fábrica. Consulte el plano de la caja de terminales secundarios del TPC para más detalles.

Este ajuste no se puede modificar en sitio.



Ejemplo de centellador tipo spark gap

- Encapsulado: Aislamiento a gas con tensión de actuación predefinida. Consulte el plano de la caja de terminales secundarios del TPC para más detalles del modelo utilizado.

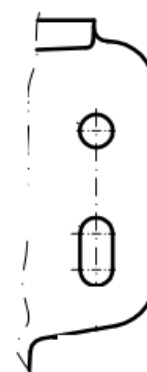


Ejemplo de centellador tipo encapsulado

5.7. Puesta a tierra del TPC

El tanque del TPC tiene dos puntos de puesta a tierra ubicados en el cuerpo del propio tanque. Al menos uno de los puntos debe conectarse al sistema de puesta a tierra de la subestación a través de cables apropiados.

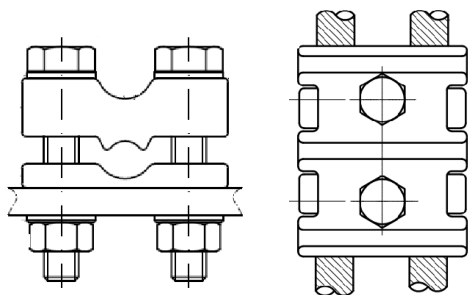
Cuando se requieren, se suministran conectores de conexión a tierra (consultar el plano dimensional del TPC del proyecto y buscar el modelo del conector y la banda de cables que puede recibir). Par de apriete de 4.7 kgf.m en el tornillo M12.



Ejemplo de terminal de puesta a tierra



Manual de instrucciones

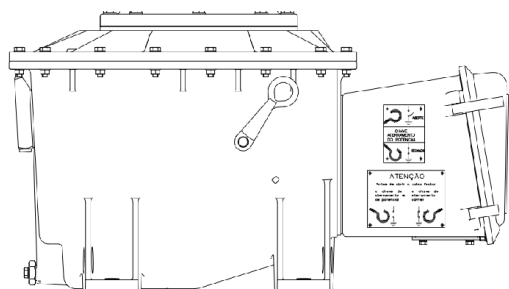


Ejemplos de conector de conexión a tierra

5.8. Puesta a tierra del potencial en la UEM

Cuando sea necesario, se suministra junto al TPC una llave de tierra de potencial, ubicada en el lateral del tanque, la cual aterriza la UEM del TPC.

La siguiente figura muestra las posiciones para la clave de puesta a tierra del potencial de la UEM.

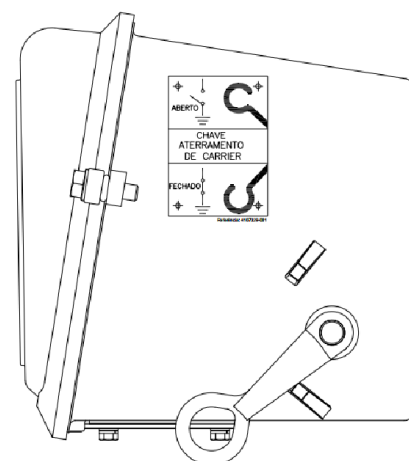


El tiempo de funcionamiento con la llave de puesta a tierra cerrada debe ser lo mínimo posible, ya que en esta condición el DC queda sometido a un mayor estrés dieléctrico por la eliminación del aislamiento de la capacitancia C2.

No se recomienda la práctica de permanecer con la llave de tierra de potencial cerrada con el TPC energizado por tiempo prolongado (más de 6 horas).

5.9. Puesta a tierra del carrier

Si el sistema carrier no está conectado al terminal HF con el equipo energizado, la llave de puesta a tierra de carrier, situada en el lateral de la caja de bornes secundarios, deberá permanecer en la posición "Cerrado" como se muestra en la figura siguiente.





Manual de instrucciones

5.10. Trampa de onda sobre el TPC

Si el TPC se utiliza para soportar una trampa de onda, consultar el plano dimensional.

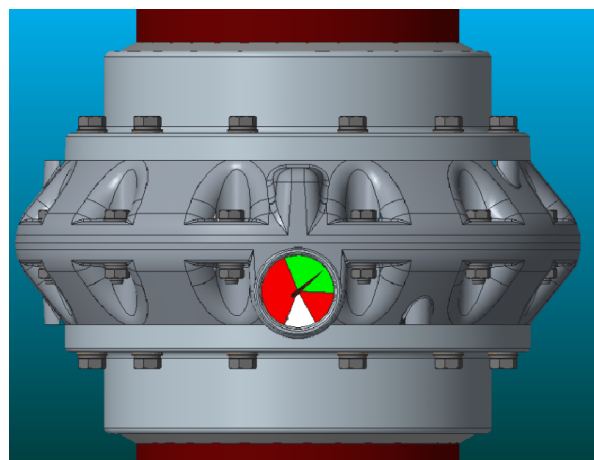
Una placa adaptadora para fijación de la trampa de onda debe especificarse según la aplicación.

Consulte el plano dimensional para asegurarse de que la carga mecánica impuesta por la trampa de onda, incluidos los esfuerzos debidos a cortocircuito y viento, no superarán los valores nominales del TPC.

6. INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE

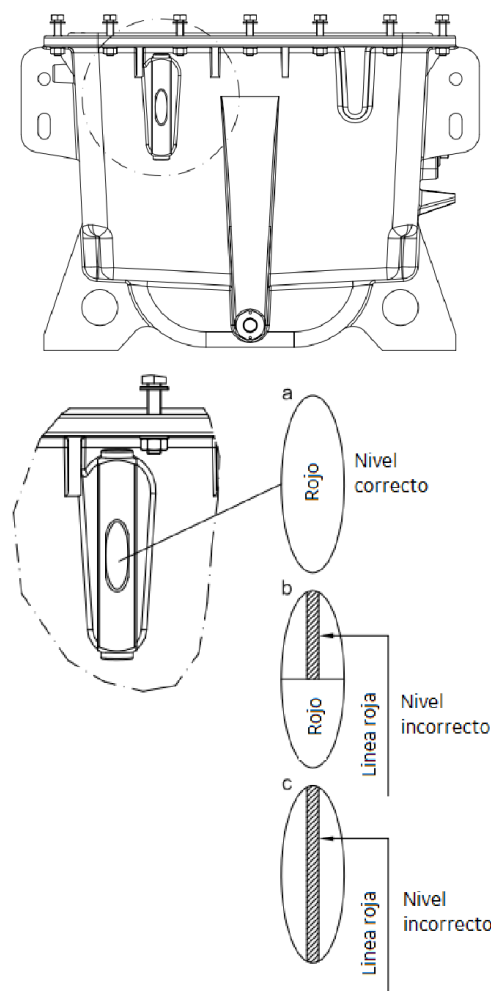
Para las columnas capacitivas o DC, cuando se requieren, se suministran indicadores de nivel de aceite en el DC. Estos indicadores son del tipo manómetro.

La figura siguiente representa las posiciones de funcionamiento del indicador. Si el indicador (puntero) está en la banda verde, el TPC puede permanecer o entrar en operación. Si el indicador (puntero) está en ambas bandas rojas, se trata de una condición anormal de funcionamiento del TPC y el mismo debe retirarse de operación y GE debe ser informada inmediatamente.



Indicador de nivel de aceite tipo manómetro.

Para la UEM es estándar el suministro de indicador de nivel de aceite. El mismo se encuentra en la parte posterior del tanque (lado opuesto a la caja de terminales secundarios).



Indicador de nivel de aceite de la UEM



Manual de instrucciones

7. INSPECCIÓN ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA

- Confirmar las conexiones de los terminales para asegurar el correcto par de apriete en los tornillos de fijación.
- Confirmar que no hay terminales secundarios cortocircuitados. Si hay dejarlos en circuito abierto y un punto conectado al borne de tierra.
- Confirmar la conexión al sistema de puesta a tierra de la subestación.
- Confirmar que el indicador de nivel de aceite está en el área verde de la pantalla.

El TPC pasa por todas las pruebas de rutina en fábrica de acuerdo con la norma de fabricación y no se hace necesario la repetición de las pruebas eléctricas. Verificar el reporte de prueba de rutina del proyecto para más detalles. Sin embargo, si se desea realizar algunas mediciones verificar el numeral 08 de este manual.

Aunque todo el cuidado se toma en la fábrica durante el llenado de aceite, la superficie alrededor de los tornillos de fijación de la membrana y de la cubierta de la membrana puede, sin riesgos, presentar pequeñas manchas de aceite. Estas manchas no deben confundirse con fugas de aceite si el puntero del indicador de nivel está colocado en el banda verde de la pantalla. Limpiar las señales de fuga con alcohol y confirmar que no hay nueva fuga de aceite.

NO ES PERMITIDO RETIRAR MUESTRAS DE ACEITE DEL DIVISOR CAPACITIVO.

NO ES NECESARIO RETIRAR MUESTRAS DE ACEITE DE LA UEM PARA ANÁLISIS. EI TPC ES HERMÉTICAMENTE SELLADO.

En el caso de las muestras de aceite de la UEM, pueden retirarse pequeñas cantidades.

Siempre comprobar el indicador de nivel de aceite antes de retirar las muestras.

Nunca reponer o completar el nivel de aceite sin consultar a GE.

8. PRUEBAS EN EL SITIO

Si el cliente utiliza un programa de mantenimiento periódico que incluye mediciones eléctricas, se recomiendan los siguientes ensayos como guía.

Es importante utilizar medidores de capacitancia capaces de efectuar lecturas con exactitud mínima del 0,5%.

Se registran en la placa de características del TPC los valores nominales de las capacitancias expresadas en pF (pico-Farad).

Las mediciones realizadas durante la puesta en marcha deben mantenerse como referencia para las mediciones subsiguientes.

Un aumento de cerca del 1% en los valores de capacitancia debe ser verificado con atención, pues puede ser una indicación de falla de aislamiento de un elemento capacitivo.

Observación importante: Durante las pruebas de puesta en marcha se deben registrar los valores encontrados para cada tipo de prueba realizada para comparaciones con los resultados medidos durante la vida útil del TPC. Los valores medidos en las pruebas de fábrica son importantes, pero también importantes son los resultados de la puesta en marcha, para cada TPC. Las comparaciones entre los resultados de las pruebas tienen sentido para los datos medidos en el sitio, ya que determinan el seguimiento y la evolución de los valores y el rendimiento de cada TPC, cuando se pueda



Manual de instrucciones

tener un historial de la vida útil de los mismos.

8.1. Métodos de prueba en el sitio

En general, los equipos para ensayos en el sitio son capaces de proporcionar una tensión de ensayo de hasta 10 kV para propósitos de medición. Los procedimientos y técnicas no son los mismos para diferentes equipos de prueba. Es importante verificar el manual de funcionamiento del sistema de prueba. Los cuidados y principios de prueba presentados a continuación son para referencia.

8.2. Cuidados y precauciones

- Antes de manipular las unidades capacitivas, cortocircuitar y aterrizar las mismas durante al menos 30 segundos para evitar cualquier posibilidad de carga almacenada.
- La máxima tensión que puede ser aplicada al cable del terminal de carrier después de la remoción del mismo del terminal "HF" (terminal de baja tensión del DC) es de 2 kV.
- La máxima tensión que se puede aplicar al cable de puesta a tierra del primario de la unidad electromagnética ("N" o "H2") después de extraerlo de la tierra de la unidad electromagnética es de 2 kV.
- La tensión nominal del terminal de tensión intermedia (o tensión nominal de la unidad electromagnética) es informada en la placa de características del TPC. Se recomienda que la medición de capacitancia del condensador inferior sea realizada a una tensión inferior al 10% de la tensión nominal del DC inferior.

- Después de retirar las conexiones de los terminales "HF" y "N" o "H2", no energice la unidad a la tensión nominal.
- Aplicar la tensión de forma controlada.
- Rehacer cualquier conexión que se haya deshecho durante las pruebas en sitio.

8.3. Mediciones de capacitancia

Las figuras siguientes muestran cómo conectar un equipo típico de medición de aislamiento para la medición de cada capacitancia de un TPC OTCF.

Como el terminal de tensión intermedia del módulo capacitivo inferior para acceder a las capacitancias C1-1 y C (2) no es directamente accesible, el usuario puede determinar la capacitancia total a partir de los valores medidos de C1-1 y C2.

La presencia de la bobina de bloqueo interno no influye en las mediciones para frecuencias de 50Hz o 60Hz.



➤ TPC con divisor capacitivo de módulo único

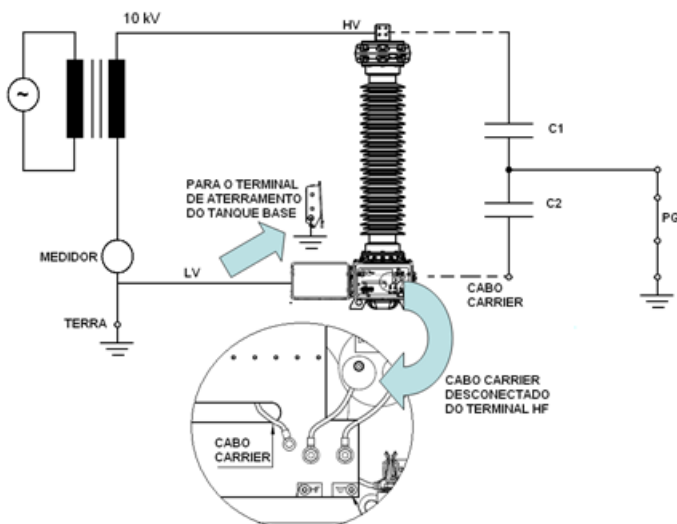


Figura 1 - Medición da Capacitancia C1 – OTCF Módulo único (Modo GST/Ground)

➤ TPC con divisor capacitivo em dos módulos

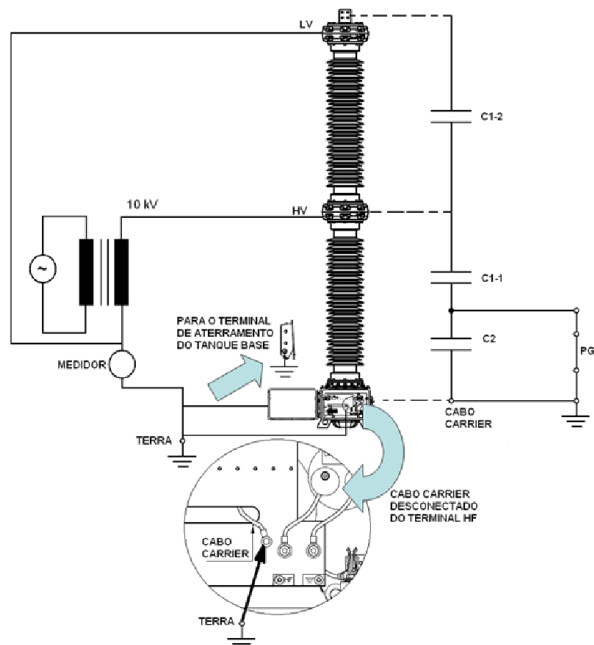


Figura 3 - Medición de Capacitancia C1-1 – OTCF con dos módulos (Modo GST/Guard)

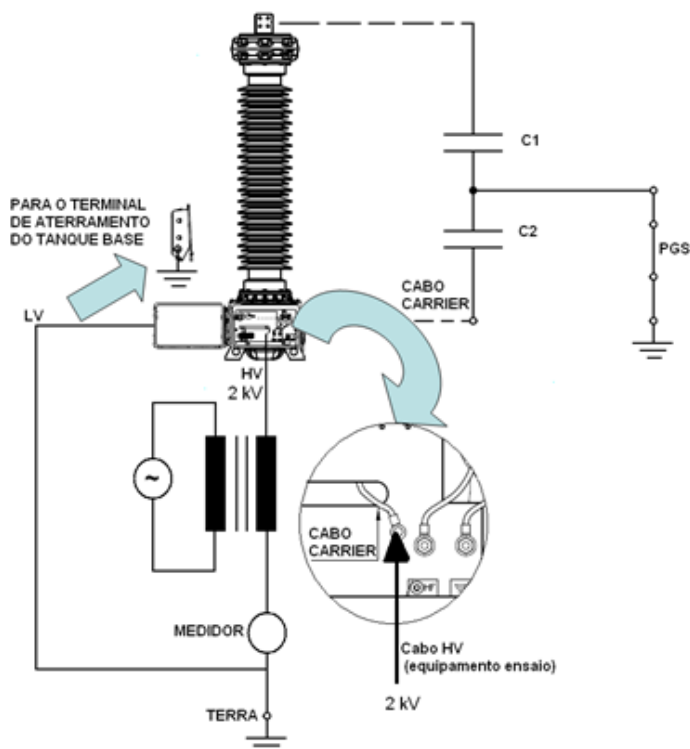


Figura 2 - Medición da Capacitancia C2 – OTCF Módulo único (Modo GST/Ground)

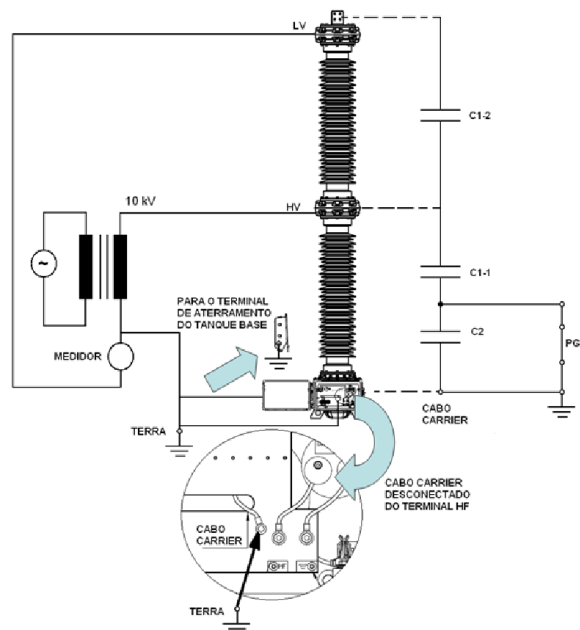


Figura 4 - Medición de Capacitancia C1-2 – OTCF con dos módulos (Modo UST)



Manual de instrucciones

► TPC con divisor capacitivo em tres módulos

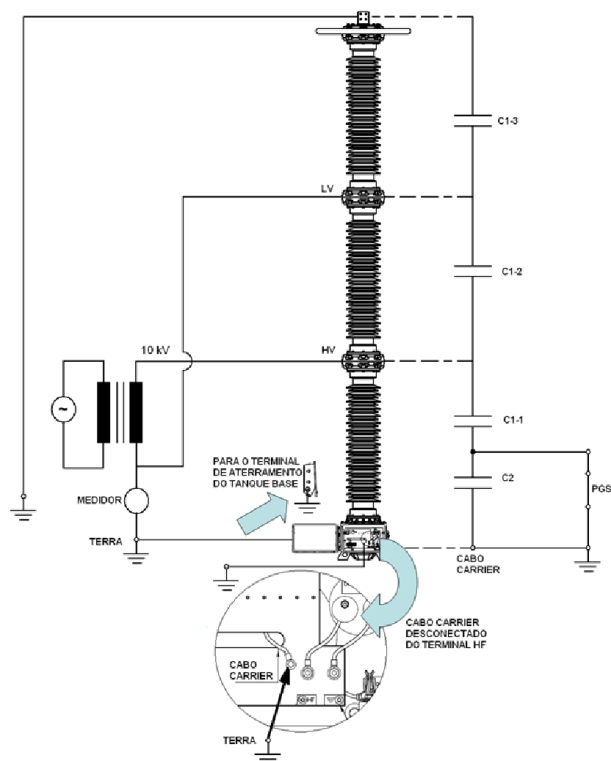


Figura 5 - Medición de Capacitancia C1-1 – OTCF Tres Módulos (Modo GST/Guard)

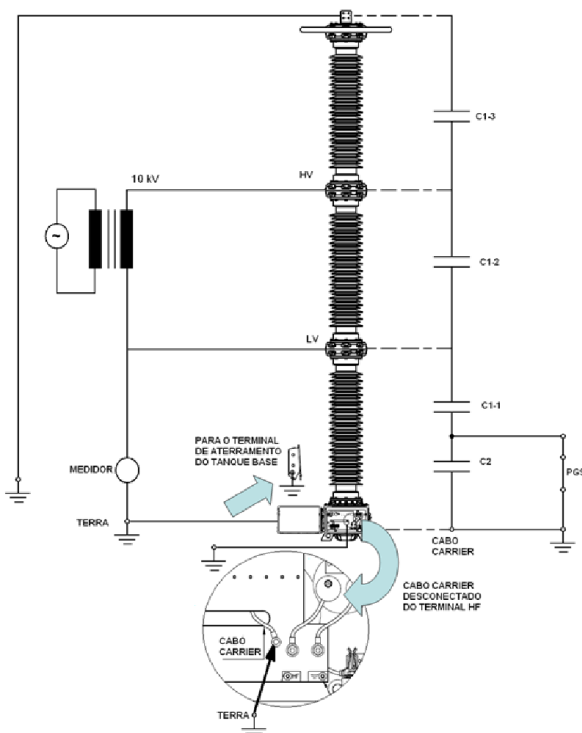


Figura 7 - Medición de Capacitancia C1-3 – OTCF Tres-Módulos (Modo GST/Guard)

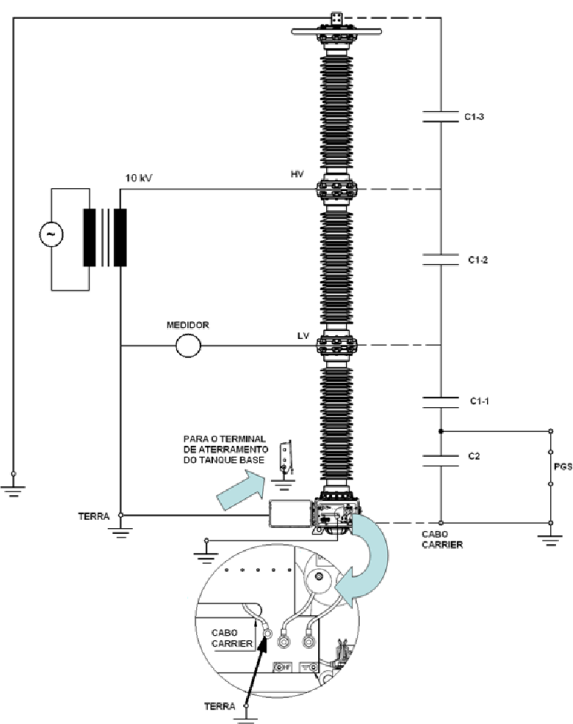


Figura 6 - Medición de Capacitancia C1-2 – OTCF Tres-Módulos (Modo UST)



➤ TPC con divisor capacitivo em cuatro módulos

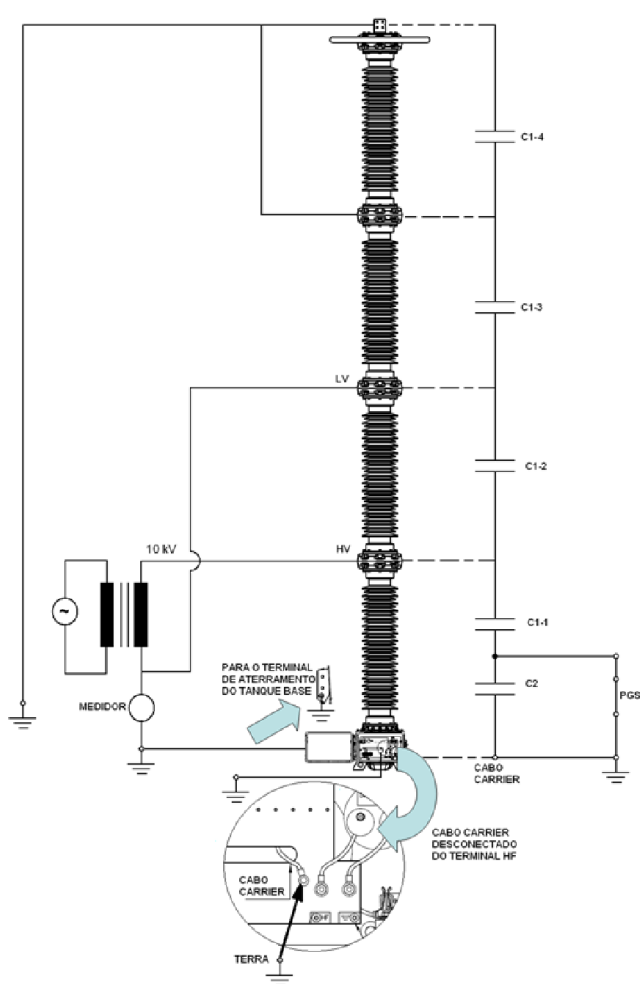


Figura 8 - Medición de Capacitancia C1-1 – OTCF Cuatro Módulos (Modo GST/Guard)

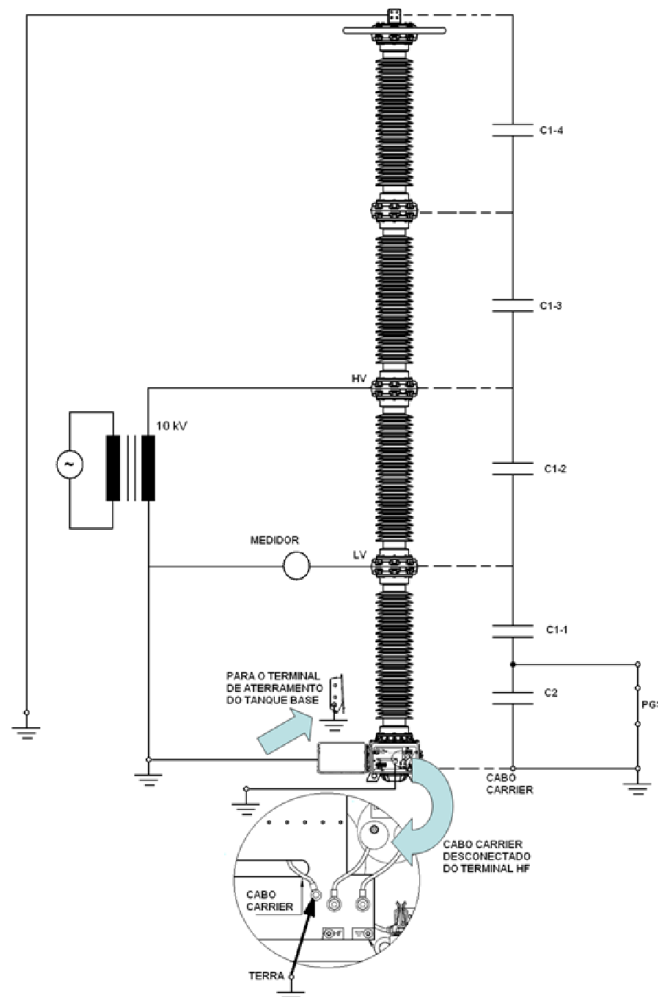


Figura 9 – Medición de Capacitancia C1-2 – OTCF Cuatro Módulos (Modo UST)



Manual de instrucciones

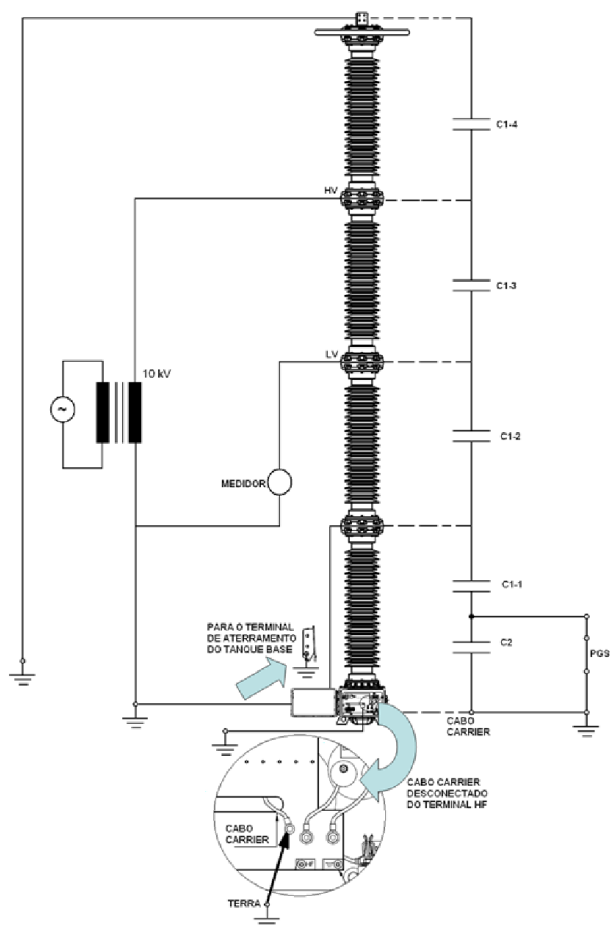


Figura 10 - Medición de Capacitancia C1-3 – OTCF Cuatro Módulos (Modo UST)

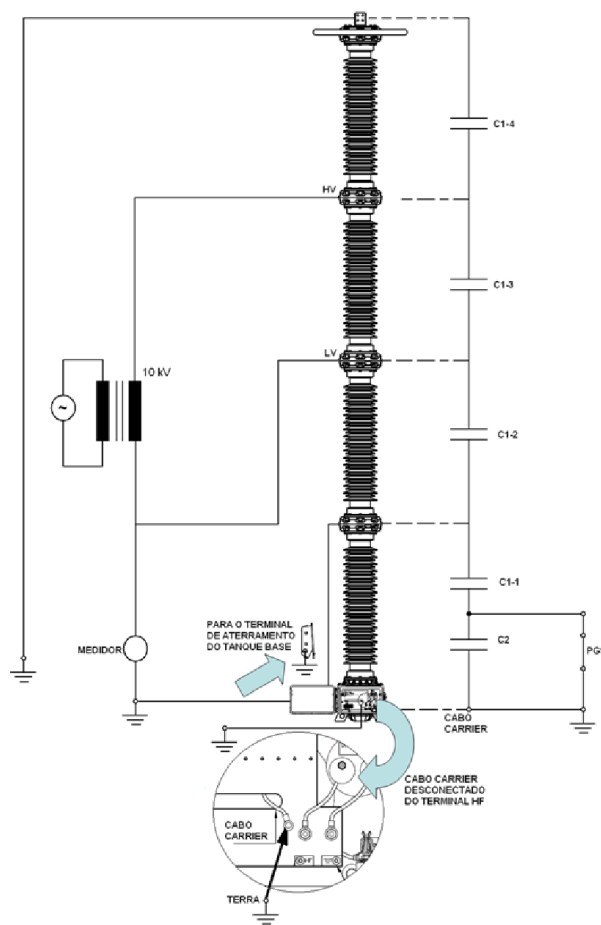


Figura 11 - Medición de Capacitancia C1-4 – OTCF Cuatro Módulos (Modo GST/Guard)



➤ Resumen para Mediciones de Capacitancia

Capacitancia	TPC módulo único	TPC con dos módulos
C1	Ver Figura 1	$C_1 = \frac{C_{1-1} \cdot C_{1-2}}{C_{1-1} + C_{1-2}}$
C2	Ver Figura 2	Ver Figura 2
C1-1	NA	Ver Figura 3
C1-2	NA	Ver Figura 4
C1-3	NA	NA
C1-4	NA	NA
Cn	$Cn = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$	

Capacitancia	TPC con tres módulos	TPC con cuatro módulos
C1	$C_1 = \frac{C_{1-1} \cdot C_{1-2} \cdot C_{1-3}}{C_{1-1} \cdot C_{1-2} + C_{1-1} \cdot C_{1-3} + C_{1-2} \cdot C_{1-3}}$	$Cn = \frac{C_{1-1} \cdot C_{1-2} \cdot C_{1-3} \cdot C_{1-4}}{C_{1-1} \cdot C_{1-2} \cdot C_{1-3} + C_{1-1} \cdot C_{1-2} \cdot C_{1-4} + C_{1-1} \cdot C_{1-3} \cdot C_{1-4} + C_{1-2} \cdot C_{1-3} \cdot C_{1-4}}$
C2	Ver Figura 3	Ver Figura 3
C1-1	Ver Figura 5	Ver Figura 8
C1-2	Ver Figura 6	Ver Figura 9
C1-3	Ver Figura 7	Ver Figura 10
C1-4	NA	Ver Figura 11
Cn	$Cn = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$	

ATENCIÓN: Después de las pruebas, rehacer la conexión entre el terminal "HF" y abrir la llave de puesta a tierra potencial.



Manual de instrucciones

8.4. Medición de relación de transformación

La relación de transformación puede ser verificada aplicando tensión a la brida de protección de la membrana del módulo capacitivo inferior con el tanque aterrizado. Para TPC con más de un módulo capacitivo, se recomienda realizar el ensayo en la unidad base (UEM + módulo capacitivo inferior), aplicando la tensión a la brida de protección de la membrana del módulo capacitivo inferior para obtener resultados con mayor sensibilidad.

La fórmula para determinar la tensión esperada en las terminales secundarias se da a continuación:

$$U_s = n \cdot \frac{V}{R}$$

Donde:

n: Número de módulos capacitivos del TPC completo

V: Tensión aplicada

R: Relación de Transformación informada en la placa de características

Us: Tensión esperada en los terminales secundarios.

Ejemplo:

El divisor capacitivo de un OTCF-245 estándar está constituido por 2 módulos capacitivos. Considerando que la relación de transformación informada en la placa de características es de 2000: 1, la tensión esperada entre los terminales secundarios cuando se aplica 10 kV entre la brida de protección de la membrana del módulo inferior y el tanque aterrizado será de 10 V, o sea,

2x10.000 / 2000. Si los valores obtenidos son diferentes de lo esperado, póngase en contacto con la fábrica, indicando el número de serie del equipo.

8.5. Efecto GARTON

Una vez que el aceite sintético utilizado por GE en los módulos capacitivos es un solvente poderoso, es inevitable que el aceite disuelva algún material sobre los elementos capacitivos o aislante formando iones.

Este hecho tiende a aumentar el factor de disipación cuando se mide a valores reducidos de tensión (es decir, valores iguales o inferiores al 10% de la tensión nominal).

Para los condensadores nuevos, la influencia del efecto Garton, en cualquier caso, no debe resultar en valores de factor de disipación igual o superior al 0.3% con aplicación del 10% de la tensión nominal.

Las mediciones por encima de este valor pueden ser indicativas de baja calidad del aceite. En este caso, el usuario debe consultar a la fábrica, siempre informando el número de serie de la unidad.

Al realizar medidas de factor de disipación en condensadores que están en operación durante algún tiempo, se recomienda que la medición sea realizada dentro de 48 horas después de la salida de operación.

Las mediciones realizadas a partir de 3 días después de la salida de operación pueden resultar en valores elevados,



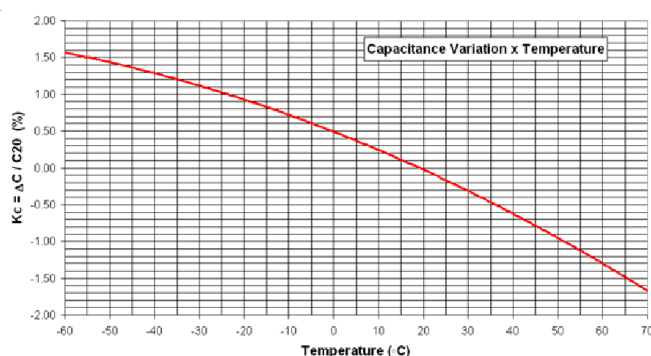
Manual de instrucciones

del orden del 1%, debido a los siguientes fenómenos:

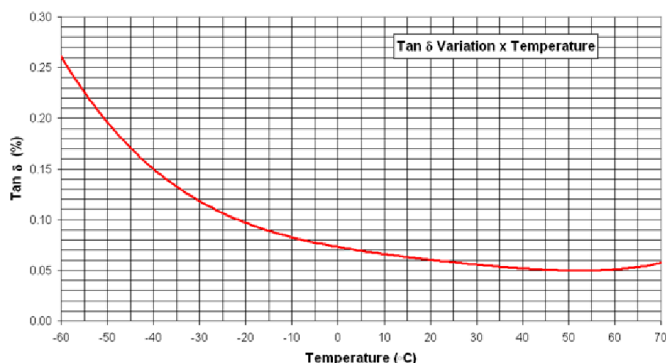
- Concentración iónica en el sistema, pues la circulación de aceite dentro del condensador en operación se ha vuelto uniforme y completa.
- Los iones se distribuyen más uniformemente en la fina película de aceite entre elementos que en la época en que fueron fabricados.

8.6. Capacitancia y factor de disipación con variación de temperatura

Las curvas para variación de la capacitancia y del factor de disipación con la temperatura se presentan en las figuras siguientes:



Variación da capacitancia con la temperatura



Variación del factor de disipación (Tgδ) con la temperatura

9. MANTENIMIENTO DESPUÉS DE LA PUESTA EM MARCHA

Después de la instalación y la energización, el TPC no requiere intervenciones adicionales. Sin embargo, se sugieren inspecciones visuales durante las primeras semanas de servicio con el objetivo de:

- Confirme la posición del indicador de nivel de aceite, verificando si no hay fugas de aceite. Si se descubre alguna fuga se debe retirar el TPC de servicio e informar a GE.
- Con un dispositivo de visión de fondo confirmar que las conexiones no generan calor excesivo. Comparar con TPC del mismo circuito.

Después de un año de operación, se recomienda una inspección de los pares de apriete de los tornillos de conexión y buscar fugas de aceite en el TPC. Después de la primera inspección se recomienda repetir la misma dos veces al año respetando los tiempos de desconexión programados.

Si es posible, se sugiere desconectar el TPC y realizar la siguiente inspección:

- Aislador: Dependiendo del nivel de contaminación es necesario limpiar la porcelana.
- Componentes metálicos: buscar por corrosión / oxidación.
- Par de apriete de las conexiones: Confirmar los valores nominales.
- Caja de terminales secundarios: Si es necesario limpiar el interior de la caja.
- Confirmar el nivel del indicador de nivel y si hay fugas de aceite.

En caso de duda, póngase en contacto con el departamento de asistencia técnica de GE: Tel: +55 3536297000, fábrica de Transformadores de medición en Brasil



10. DISPOSICIÓN FINAL DE LAS PARTES DESPUÉS DE LA VIDA ÚTIL DEL TPC

Los transformadores de medida se componen de los siguientes componentes que después de la vida útil del transformador requieren un descarte en un lugar apropiado de acuerdo con la legislación vigente para prevenir la contaminación del ambiente:

Componentes	Descarte recomendado
Materiales metálicos	Empresa de reciclaje de metales
Resina y materiales saturados con resina	Aterro industrial, debidamente licenciado por el órgano responsable del Estado.
Aceite (libre de PCB) – clasificado como Clase I Residuo peligroso	Refinería de petróleo en una empresa que está debidamente licenciada para realizar tal actividad
Materiales contaminados con aceite	Co-procesamiento o incineración en una empresa que está debidamente licenciada por el órgano responsable del Estado.
Aislador de porcelana	Aterro industrial, debidamente licenciado por el órgano responsable del Estado.
Otros materiales	Aterro industrial, debidamente licenciado por el órgano responsable del Estado.

El descarte de aceite y componentes contaminados con aceite directamente en el suelo o en el agua está prohibido.

Para más información o aclaraciones, póngase en contacto con GE, departamento de medio ambiente. Tel: +55 35 36297112.