

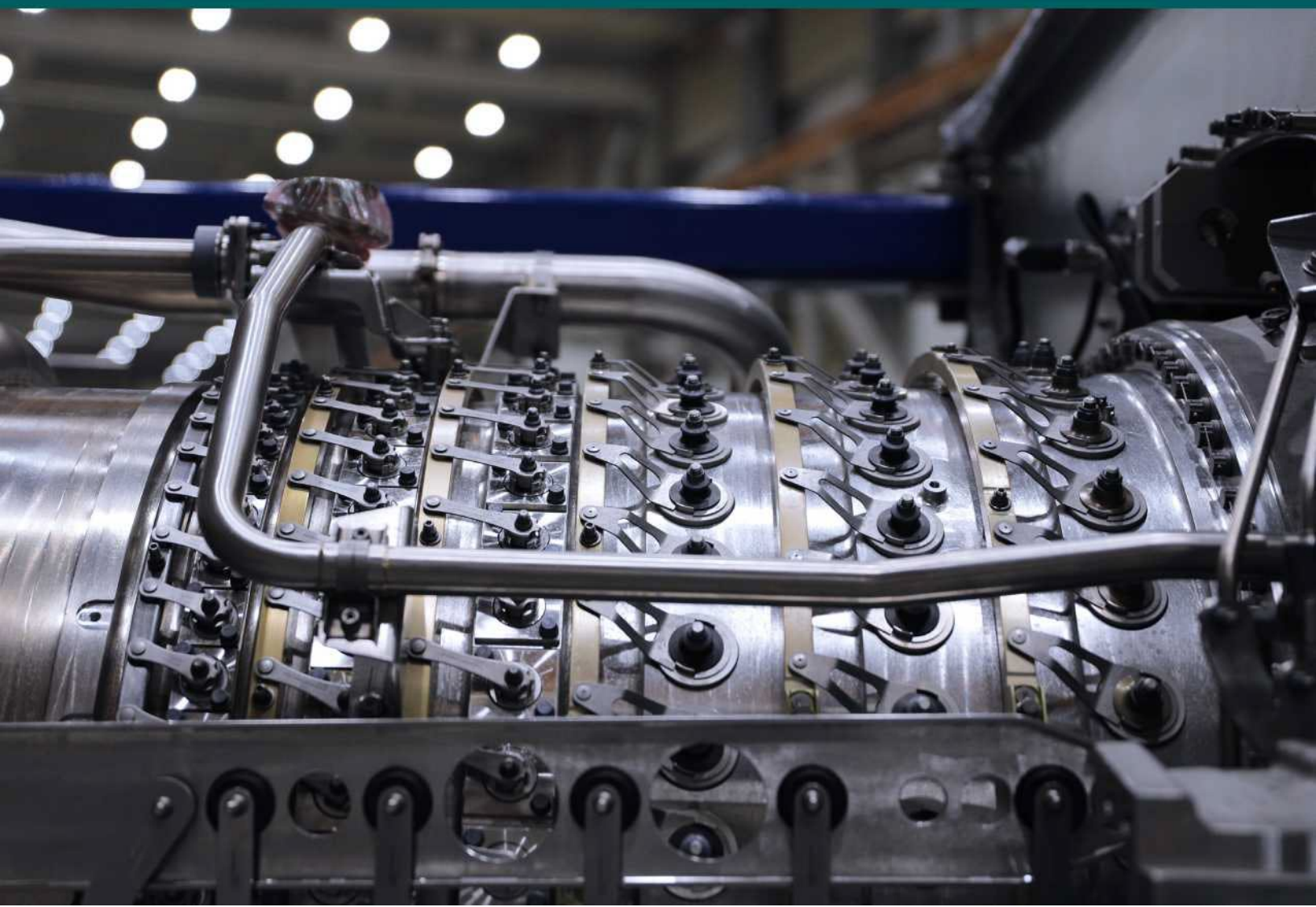


GE VERNOVA

CÔNG NGHỆ TĂNG CƯỜNG ĐỘ ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN: GIẢI PHÁP THÚC ĐẨY CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CHO HỆ THỐNG ĐIỆN VỚI SỰ GIA TĂNG CỦA NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

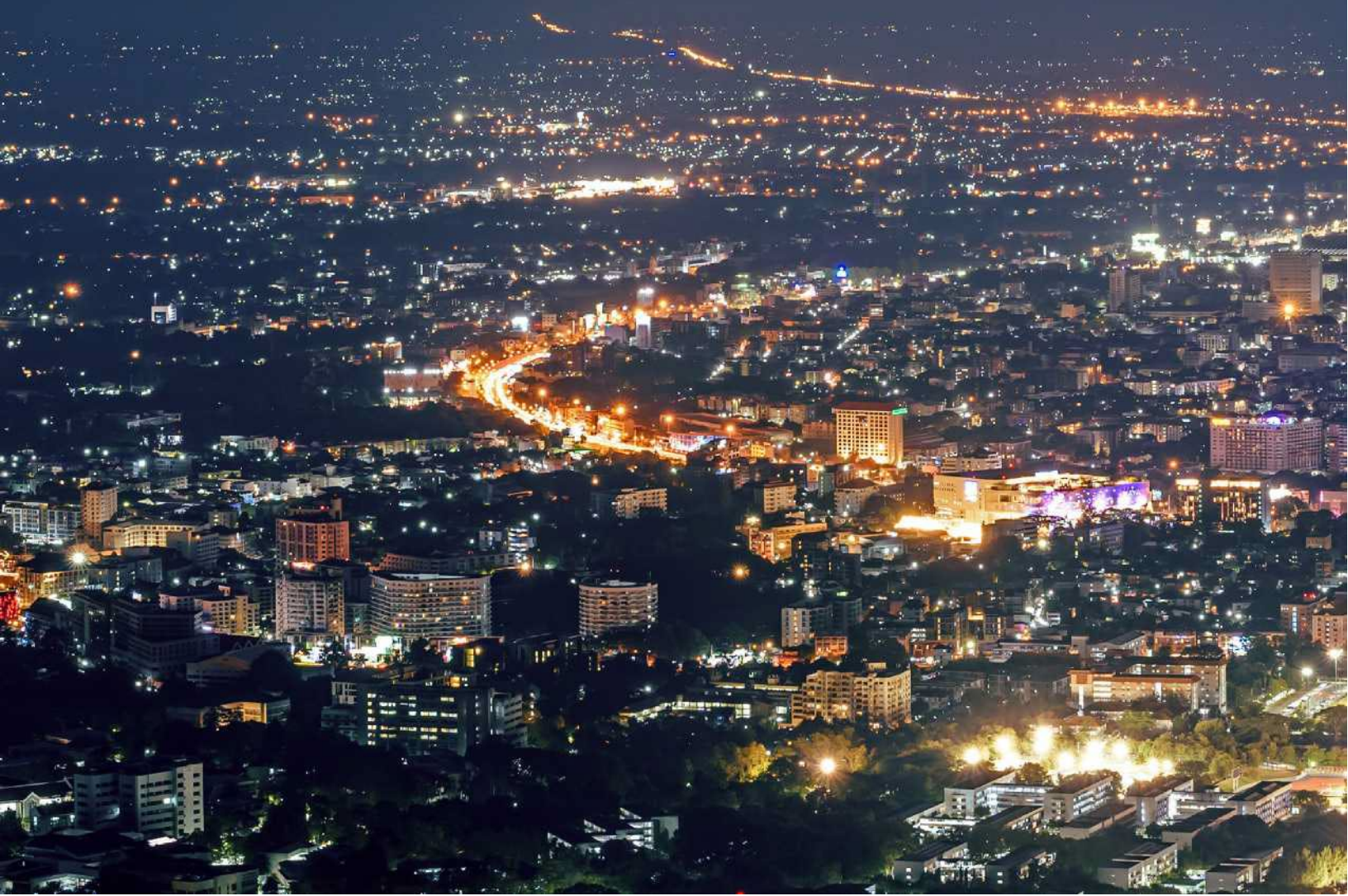
David Day

Chuyên gia Công nghệ, Tuabin Khí Động học
GE Vernova



Tóm Tắt Tổng Quan:

Việc triển khai ngày càng nhiều nguồn năng lượng tái tạo biến thiên vào lưới điện yêu cầu các nhà quy hoạch và đơn vị vận hành lưới điện phải cân bằng giữa mục tiêu bền vững và độ tin cậy. Khi các máy phát điện đồng bộ, vốn đã từng có vai trò cung cấp sự ổn định cho lưới điện, được thay thế bởi các nguồn năng lượng tái tạo dựa trên bộ biến tần, thì các công nghệ thay thế phải đảm nhận vai trò ổn định quan trọng này. Bài viết này xem xét khả năng sẵn có hiện nay của các tuabin khí được trang bị chức năng bù đồng bộ và các hệ thống ắc quy sử dụng bộ biến tần tạo lưới điện như những giải pháp khả thi nhằm tăng cường độ ổn định của lưới điện, qua đó góp phần đảm bảo nguồn điện đáng tin cậy và bền vững hơn.



CÔNG NGHỆ TĂNG CƯỜNG ĐỘ ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN:

Giải pháp thúc đẩy chiến lược phát triển bền vững cho hệ thống điện với sự gia tăng của năng lượng tái tạo

Giới thiệu

Các nguồn năng lượng tái tạo dựa trên bộ biến tần như gió và năng lượng mặt trời đang ngày càng trở nên phổ biến trong lưới điện, thay thế và thúc đẩy việc loại bỏ dần các máy phát điện đồng bộ lớn. Trước đây, các máy phát điện đồng bộ là nguồn phát điện chính và tự nhiên cung cấp các dịch vụ đảm bảo ổn định hệ thống điện thiết yếu như quán tính và dòng sự cố. Quán tính là nền tảng đảm bảo ổn định hệ thống điện bằng cách làm giảm dao động tần số và tăng cường khả năng duy trì vận hành khi xảy ra sự cố. Dòng sự cố là yếu tố thiết yếu để nhận biết và cô lập hiệu quả các sự cố điện khỏi các phụ tải đang vận hành trong hệ thống bảo vệ, nhằm cân bằng giữa an toàn và độ tin cậy của hệ thống. Các tuabin khí có khả năng bù đồng bộ và các bộ biến tần tạo lưới điện cung cấp những tính năng có thể mang lại các dịch vụ ổn định lưới điện thiết yếu. Bài viết này ủng hộ việc sớm áp dụng các tuabin khí có chức năng bù đồng bộ và các bộ biến tần tạo lưới điện.

Các đơn vị vận hành lưới điện được khuyến khích thiết lập các cơ chế khuyến khích và tiêu chuẩn để hỗ trợ việc triển khai những công nghệ này. Việc đầu tư kịp thời vào lưới điện có thể giúp tránh các trở ngại hạn chế việc triển khai các nguồn phát điện dựa trên bộ biến tần và tăng cường sự sẵn sàng cho việc loại bỏ dần các máy phát điện đồng bộ.



Tổng quan về công nghệ tăng cường độ ổn định lưới điện:

GE Vernova cung cấp một số sản phẩm mang lại các dịch vụ ổn định lưới điện. Bảng 1 dưới đây là bản đồ nhiệt thể hiện các dịch vụ ổn định lưới điện được cung cấp bởi tuabin khí có chức năng bù đồng bộ, các bộ biến tần tạo lưới điện và các bộ biến tần bám lưới.

	Tuabin khí có chức năng bù đồng bộ	Máy bù đồng bộ độc lập	Bộ biến tần tạo lưới điện + ắc quy	Bộ biến tần bám lưới + gió hoặc năng lượng mặt trời
Công suất dự phòng	Thời gian dài	Không	Thời gian ngắn	Biến số
Quán tính	Cao	Cao	Giả lập	Giả lập với tuabin gió
Khả năng cung cấp dòng sự cố (dòng sự cố)	Cao	Cao	Giới hạn	Giới hạn
Hỗ trợ điện áp	Cao	Cao	Cao	Giới hạn
Dịch vụ phụ trợ điều khiển tần số (FCAS)	Phản ứng khi ở chế độ phát điện	Không	Khả năng phản ứng rất nhanh	Giới hạn
Các dịch vụ phụ trợ khởi động lại hệ thống (System Restart Ancillary Services, SRAS)	Cao	Không	Giới hạn	Không

Bảng 1: Tổng quan về các dịch vụ tăng cường khả năng của hệ thống

Sự cần thiết của công nghệ tăng cường độ ổn định lưới điện:

Để giúp đạt được các mục tiêu về độ tin cậy một cách hiệu quả, các đơn vị vận hành lưới điện cần liên tục đo lường và đánh giá nhu cầu về các dịch vụ ổn định lưới điện, đồng thời xem xét và điều chỉnh các cơ chế mua sắm các dịch vụ ổn định lưới điện thiết yếu như:

- Công suất dự phòng
- Quán tính
- Điều chỉnh tần số
- Khả năng cung cấp dòng sự cố (dòng sự cố)
- Hỗ trợ điện áp
- Các dịch vụ phụ trợ điều khiển tần số (Frequency Control Ancillary Services, FCAS)
- Các dịch vụ phụ trợ khởi động lại hệ thống (System Restart Ancillary Services, SRAS)

Các chính sách khuyến khích sử dụng tuabin khí có chức năng bù đồng bộ

Hiện nay có rất nhiều người quan tâm đến các tuabin khí có khả năng bù đồng bộ vì những lợi ích mà chúng có thể mang lại cho lưới điện. Do thiếu các chính sách khuyến khích trong ngành để các đơn vị phát điện có thể thương mại hóa dịch vụ bù đồng bộ, nhiều nhà máy điện vẫn tiếp tục được xây dựng mà không có tính năng này. Nhiều tuabin khí hiện có cũng có thể được nâng cấp để cung cấp khả năng này như một giải pháp thay thế cho việc xây dựng các thiết bị bù đồng bộ độc lập.

Các tuabin khí có khả năng bù đồng bộ có thể cung cấp các dịch vụ ổn định lưới điện đáng kể nhằm tăng cường độ ổn định và hỗ trợ mở rộng khả năng triển khai năng lượng tái tạo, nhưng sẽ cần có các chính sách khuyến khích để thúc đẩy việc áp dụng.

Các chính sách khuyến khích sử dụng bộ biến tần tạo lưới điện

Tương tự như các tuabin khí có máy bù đồng bộ, các bộ biến tần tạo lưới điện cũng mang lại những lợi ích cho lưới điện. Trong bối cảnh hiện tại, phần lớn các dự án được xây dựng sử dụng bộ biến tần bám lưới. Cơ hội chính sẽ là các bộ biến tần tạo lưới điện kết hợp với ắc quy trong các lưới điện yếu. Việc cải thiện các cơ chế để thương mại hóa lợi ích của bộ biến tần tạo lưới điện, cũng như thay đổi các tiêu chuẩn kết nối lưới điện, có thể giúp mở rộng việc triển khai các bộ biến tần tạo lưới điện, từ đó góp phần tăng cường độ ổn định của lưới điện. Chúng cũng có thể được áp dụng cho các trang trại điện mặt trời và điện gió không có ắc quy lưu trữ để tăng cường độ ổn định lưới điện, chủ yếu ở những khu vực có lưới điện yếu.

Khi cần thiết, các bộ biến tần tạo lưới điện cũng có thể thay thế các bộ biến tần bám lưới trong các nhà máy hiện có để nâng cấp hiệu suất lên khả năng tạo lưới điện.

Các bộ biến tần tạo lưới điện có thể cung cấp các dịch vụ ổn định lưới điện đáng kể nhằm tăng cường độ ổn định của lưới điện và hỗ trợ mở rộng triển khai năng lượng tái tạo. Tuy nhiên, sẽ cần có các biện pháp khuyến khích việc triển khai hoặc các thay đổi đối với tiêu chuẩn kết nối lưới điện để tăng mức độ áp dụng của chúng.

Khả năng bù đồng bộ

Trong quá trình vận hành ở chế độ phát điện, tuabin khí sẽ khởi động và đồng bộ với lưới điện. Ở chế độ phát điện, máy phát tiêu thụ nhiên liệu và cung cấp công suất tác dụng (công suất thực tế thực hiện công việc) và công suất phản kháng (công suất không tạo ra công việc hữu ích, thường phát sinh từ các phụ tải cảm kháng hoặc dung kháng), đồng thời cung cấp cả quán tính và dòng sự cố. Các máy phát điện tuabin khí không có khả năng bù đồng bộ thường khởi động và kết nối với lưới điện trong thời điểm nhu cầu điện cao nhất, và dừng hoạt động, ngắt khỏi lưới vào các thời điểm khác, điều này thường trùng với các giai đoạn có sản lượng năng lượng tái tạo cao, khi mà quán tính và dòng sự cố lại là những yếu tố cần thiết nhất.

Chế độ bù đồng bộ cho phép tuabin khí ngừng hoạt động trong khi máy phát vẫn được đồng bộ với lưới điện. Máy phát sẽ hoạt động như một động cơ, tiêu thụ một lượng nhỏ điện năng để quay máy phát. Trong điều kiện này, máy phát điện không tạo ra công suất tác dụng mà sẽ cung cấp công suất phản kháng, quán tính và dòng sự cố.

Kích hoạt chế độ bù đồng bộ

Chế độ bù đồng bộ có thể được kích hoạt trong khi đang phát điện hoặc từ trạng thái đứng yên. Tuabin khí đang chạy hoặc sẽ khởi động để dẫn động máy phát điện đạt trạng thái đồng bộ. Công suất tác dụng được giảm về 0 và tuabin khí được dừng lại trong khi máy phát vẫn được đồng bộ với lưới điện. Việc dừng tuabin khí khiến khớp ly hợp tách ra, cho phép máy phát quay độc lập.

Một số model tuabin khí có tuabin công suất quay tự do với khớp nối khí động giữa tuabin khí; trong trường hợp này, chế độ bù đồng bộ không cần ly hợp được cung cấp, trong đó tuabin công suất vẫn được kết nối với máy phát điện trong chế độ bù đồng bộ, trong khi tuabin khí được dừng lại.

Các tùy chọn bù đồng bộ được thiết kế tiêu chuẩn

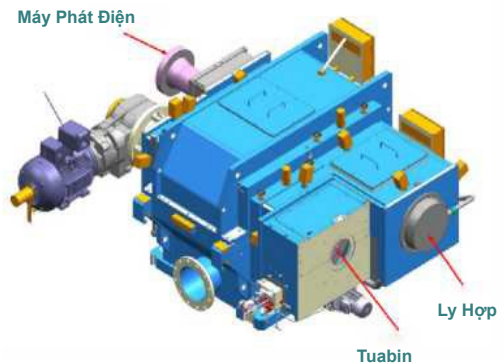
Để đáp ứng nhu cầu của ngành, các gói tuabin khí dẫn xuất của GE Vernova hiện nay bao gồm một tùy chọn bù đồng bộ được thiết kế tiêu chuẩn như được trình bày dưới đây.

LM2500XPRESS*/TM2500* không có ly hợp



Tuabin công suất quay tự do và khớp nối khí động, cho phép bù đồng bộ không cần ly hợp

LM6000VELOX* có ly hợp



Ly hợp tích hợp trong hộp số, giữ nguyên cùng kích thước lắp đặt và các hệ thống phụ trợ

CÔNG NGHỆ TĂNG CƯỜNG ĐỘ ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN:

Giải pháp thúc đẩy chiến lược phát triển bền vững cho hệ thống điện với sự gia tăng của năng lượng tái tạo

Một ví dụ điển hình về khách hàng gần đây đã lắp đặt tùy chọn này là Dominion ở South Carolina, Hoa Kỳ. Khách hàng đã thay thế các tổ máy phát điện chạy khí nhu cầu điện cao cũ bằng các máy phát tuabin khí LM6000VELOX* với nhiều khả năng vận hành linh hoạt, bao gồm sử dụng hai loại nhiên liệu, khởi động nhanh, bù đồng bộ và khả năng khởi động lại hệ thống điện khi mất điện hoàn toàn. Điều này nhằm cải thiện độ tin cậy, giúp đáp ứng nhu cầu điện vào giờ cao điểm và cung cấp độ ổn định cho lưới điện trong các giai đoạn có sản lượng năng lượng tái tạo cao.

<https://www.gevernova.com/news/press-releases/ge-vernova-announces-first-commercial-operation-its-lm6000velox-package-dominion>

Nâng cấp các tuabin khí hiện có để có chức năng bù đồng bộ

Nhiều tuabin khí hiện có có thể được cải tạo để cung cấp khả năng bù đồng bộ, như một giải pháp thay thế cho việc lắp đặt các thiết bị bù đồng bộ độc lập. Việc nâng cấp một tuabin hiện có để có khả năng bù đồng bộ cần có sự tham vấn với Nhà Sản Xuất Thiết Bị Gốc (Original Equipment Manufacturer, OEM) nhằm tích hợp hệ thống điều khiển và bảo vệ, đồng thời xác nhận rằng các kiểm tra quan trọng như động lực học rô-tô đã được thực hiện đầy đủ. GE Vernova có khả năng phù hợp để hỗ trợ khách hàng với các tùy chọn nâng cấp nhằm bổ sung khả năng bù đồng bộ.



Hình 1: Máy phát điện tuabin khí LM6000* được thiết kế với khả năng bù đồng bộ.

Cách bộ biến tần băm lưới có thể góp phần gây bất ổn lưới điện

Phần lớn các dự án điện gió, điện mặt trời và lưu trữ bằng ắc quy hiện nay được triển khai sử dụng các bộ biến tần băm lưới. Các bộ biến tần băm lưới cần có một lưới điện bên ngoài đủ mạnh để kiểm soát dòng điện và công suất đầu ra của chúng. Khi các máy phát điện đồng bộ truyền thống, vốn đã từng có vai trò cung cấp độ ổn định cho lưới điện, bị thay thế bởi các nguồn năng lượng tái tạo, các bộ biến tần băm lưới có thể trở nên mất ổn định. Trong các tình huống như sự cố trên lưới điện có quán tính thấp và dòng sự cố nhỏ, các bộ biến tần băm lưới này có thể mất khả năng duy trì ổn định, dẫn đến dao động điện áp và công suất trong lưới điện, có thể dẫn đến mất kết nối giữa các nhà máy điện và các khu vực của lưới điện, và nếu không được kiểm soát có thể góp phần dẫn đến mất điện trên diện rộng.

Cách bộ biến tần tạo lưới điện có thể góp phần ổn định lưới điện

Các bộ biến tần tạo lưới điện, còn được gọi là bộ biến tần nguồn điện áp, tự tạo ra điện áp của riêng mình và sử dụng các kỹ thuật điều khiển tiên tiến để cung cấp các đặc tính động học rất giống với các máy điện đồng bộ. Do đó, các bộ biến tần tạo lưới điện có vai trò như một nguồn điện áp phía sau một trở kháng, tương tự như các máy điện đồng bộ. Đặc điểm này cho phép các bộ biến tần tạo lưới điện, đặc biệt khi tích hợp với ắc quy, duy trì vận hành ổn định ngay cả khi sức khỏe của lưới rất thấp, thậm chí khi không có phát điện đồng bộ. Dưới đây là một bản đồ nhiệt về các đặc điểm của bộ biến tần tạo lưới điện so với bộ biến tần băm lưới.

	Tạo Lưới Điện	Băm lưới
Nguồn điện áp để đồng bộ	Tạo điện áp riêng	Cần thiết
Khả năng chịu tỷ số ngắn mạch	Có thể vận hành trong lưới điện yếu hơn	Cần có lưới điện khỏe hơn
Độ trễ điển hình trong việc cung cấp dòng sự cố	Nhanh hơn	Nhanh
Điều chỉnh tần số nhanh	Phản ứng nhanh dựa trên tốc độ thay đổi của tần số và tần số	Phản ứng hạn chế dựa trên mối quan hệ giữa công suất và tần số
Có khả năng vận hành ở chế độ tách lưới	Có	Không
Khả năng khởi động lại hệ thống điện khi mất điện hoàn toàn và khôi phục lưới điện	Có	Không

Các bộ biến tần tạo lưới điện có thể tăng cường độ ổn định của lưới điện để hỗ trợ việc triển khai năng lượng tái tạo và quá trình loại bỏ dần các máy phát điện đồng bộ. Mặc dù hiện nay trọng tâm của công nghệ tạo lưới điện là hệ thống ắc quy, nhưng các ứng dụng của bộ biến tần tạo lưới điện cũng có thể áp dụng cho điện gió, điện mặt trời hoặc các hệ thống lai, đặc biệt trong các lưới điện yếu.

Kết luận

Khi các máy phát điện đồng bộ, vốn đã từng có vai trò cung cấp độ ổn định cho lưới điện, bị thay thế bởi các nguồn năng lượng tái tạo biến thiên như điện mặt trời và điện gió, việc triển khai các tuabin khí có khả năng bù đồng bộ và các hệ thống ắc quy sử dụng bộ biến tần tạo lưới điện là điều thiết yếu để tăng cường độ ổn định của lưới điện và giúp đáp ứng các mục tiêu về độ tin cậy. Để tạo điều kiện cho việc triển khai rộng rãi, cần phải xây dựng một thị trường hỗ trợ, cùng với các chính sách khuyến khích và tiêu chuẩn nhằm thúc đẩy việc áp dụng. Việc triển khai các công nghệ ổn định này có thể hỗ trợ lưới điện tiếp nhận một cách tin cậy mức độ cao của nguồn phát điện tái tạo, đồng thời tạo điều kiện cho việc từng bước loại bỏ các cơ sở phát điện đồng bộ truyền thống.



GE VERNOVA

*Nhãn hiệu của GE Vernova và/hoặc các công ty liên kết.
GE và GE Monogram là các nhãn hiệu của General Electric Company được sử dụng theo giấy phép nhãn hiệu.

GEA35830 (08/2026)