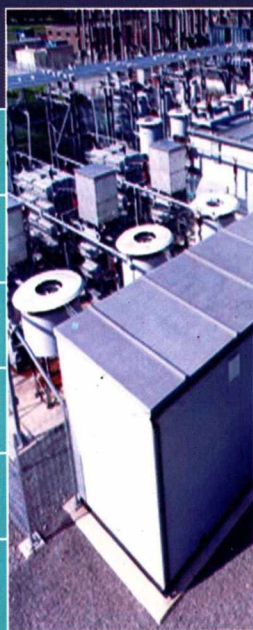




CK.0000069492

HỒ ĐẮC LỘC

THIẾT BỊ FACTS TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN



NGUYÊN
HỌC LIỆU

19



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

HỒ ĐẮC LỘC

THIẾT BỊ FACTS
TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Hệ thống điện hiện đại là rất phức tạp và được kỳ vọng sẽ đáp ứng đủ các nhu cầu sử dụng điện đang tăng trưởng bất cứ nơi nào cần thiết với chất lượng và chi phí chấp nhận được. Việc cơ cấu lại các nguồn điện đã làm tăng sự không chắc chắn trong vận hành hệ thống điện. Các quy định hạn chế về việc mở rộng mạng điện truyền tải đã dẫn đến việc giảm đi tính ổn định và tăng nguy cơ mất điện. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách giới thiệu các bộ điều khiển điện tử công suất cho việc điều chỉnh phân bố công suất và điện áp trong mạng điện truyền tải xoay chiều. Điều này cho phép việc vận hành linh hoạt của các mạng điện truyền tải, theo đó các thay đổi có thể được cung cấp một cách dễ dàng mà không gây ra bất cứ một áp lực nặng nề nào cho hệ thống điện. Các hệ thống mà được dựa trên các linh kiện điện tử công suất và các thiết bị tĩnh khác cung cấp một khả năng kiểm soát phân bố công suất và điện áp được gọi chung là các bộ điều khiển hệ thống truyền tải xoay chiều linh hoạt (*Flexible AC Transmission Systems, FACTS*).

Các bộ điều khiển điện tử công suất không chỉ được phục vụ cho việc điều chỉnh dòng công suất mà chúng còn có các ý nghĩa khác trong việc cải thiện tính ổn định của hệ thống điện. Công nghệ của các khóa đóng/cắt thyristor và các kỹ thuật điều khiển số đã được tiếp tục nghiên cứu để triển khai cho một thiết bị bù công suất phản kháng tĩnh (*Static Var Compensator, SVC*) mà được sử dụng cho việc bù công suất phản kháng tại tải và điều chỉnh điện áp cho các đường dây truyền tải dài. Năm 1988, Narain G. Hingorani đã giới thiệu các khái niệm của hệ thống truyền tải xoay chiều linh hoạt bởi việc kết hợp các

bộ điều khiển điện tử công suất để tăng cường khả năng truyền tải công suất cho các đường dây truyền tải xoay chiều đang tồn tại, cải thiện khả năng điều chỉnh điện áp cũng như an ninh của hệ thống điện mà không cần thêm vào các đường dây truyền tải mới. Các bộ điều khiển của hệ thống truyền tải xoay chiều linh hoạt không phải là một thiết bị đơn lẻ mà nó là một loạt các bộ điều khiển như SVC, TCSC (Thyristor Controlled Series Capacitor), SPST (Static Phase Shifting Transformer), VSC (Voltage Source Converter), STATCOM (Static Synchronous Compensator), UPFC (Unified Power Flow Controller),... Sự ra đời của các thiết bị FACTS đã có ảnh hưởng và tác động lớn đến các bài toán quy hoạch và vận hành hệ thống điện. Một sự hiểu biết về các thiết bị FACTS là điều cần thiết cho cả sinh viên đại học, học viên cao học và các kỹ sư. Cuốn sách này nhằm mục đích cung cấp thông tin chi tiết cho sinh viên đại học, học viên cao học và các kỹ sư về các vấn đề liên quan đến các thiết bị FACTS, và các ứng dụng của chúng trong các bài toán quy hoạch và vận hành hệ thống điện.

Tác giả

Chương 1

GIỚI THIỆU

Hệ thống điện xoay chiều là một hệ thống phức tạp gồm các máy phát đồng bộ, đường dây truyền tải và các phụ tải, hay còn được chia thành ba khâu: sản xuất, truyền tải và phân phối. Một hệ thống điện xoay chiều hoạt động cơ bản phải thỏa mãn các yêu cầu là: máy phát đồng bộ phải hoạt động ở chế độ đồng bộ, điện áp phải vận hành ở giá trị cho phép, các phụ tải phải được cung cấp điện đầy đủ và các đường dây được vận hành ở điều kiện bình thường không quá tải.

Công suất truyền tải trên các đường dây phụ thuộc vào điện kháng đường dây, điện áp và góc truyền tải giữa điểm đầu và điểm cuối của đường dây, hay nói cách khác có sự giới hạn công suất trên đường dây truyền tải.

Khả năng truyền tải công suất của đường dây được cải thiện đáng kể bằng việc tăng công suất phản kháng. Điện áp dọc theo đường dây có thể được điều khiển bằng việc lắp cuộn kháng bù (ngang) song song, tụ điện bù (dọc) nối tiếp vào đường dây. Góc truyền tải của đường dây có thể điều khiển bằng việc thay đổi góc pha.

Mỗi đường dây truyền tải được xem như có nhiều cuộn cảm mắc nối tiếp và nhiều tụ điện mắc song song. Tổng của các giá trị cuộn cảm mắc nối tiếp dọc trên suốt chiều dài đường dây quyết định đến điện áp và công suất cực đại truyền tải của đường dây. Tổng của các giá trị tụ mắc song song với đường dây thì ảnh hưởng đến điện áp dọc theo đường dây truyền tải.

Do nhu cầu ngày một gia tăng của phụ tải, thường đặt đường dây truyền tải cao áp vào những giới hạn vật lý của chúng (như quá nhiệt,

ngắn mạch đường dây, máy phát và đường dây bị cắt ra khỏi hệ thống, bật máy cắt...) và những nhiễu động trên hệ thống có thể làm mất ổn định hệ thống... Sự phục hồi trạng thái làm việc sau những nhiễu động này hoàn toàn phụ thuộc vào khả năng dự trữ của hệ thống, nếu hệ thống có độ dự trữ yếu thì dễ dẫn đến mất ổn định hệ thống, gây tan rã hệ thống. Nhu cầu về quản lý các hệ thống điện hiệu quả hơn đã thúc đẩy sự đổi mới công nghệ trong sản xuất và truyền tải điện năng. Nhà máy điện chu trình hỗn hợp là một trong các công nghệ cho sự phát triển mới trong lĩnh vực sản xuất điện cũng như các hệ thống truyền tải điện xoay chiều linh hoạt - FACTS, như tên gọi chung, là những thiết bị mới nhằm cải thiện các hệ thống truyền tải đó.

Các thiết bị điều khiển hệ thống truyền tải điện xoay chiều linh hoạt (Flexible AC Transmission System - FACTS) được sử dụng để điều khiển điện áp, trở kháng và góc pha của đường dây xoay chiều cao áp. Các thiết bị FACTS cung cấp những lợi ích cho việc nâng cao quản lý hệ thống truyền tải thông qua việc sử dụng tốt hơn các lưới truyền tải hiện có; tăng độ tin cậy và khả năng sẵn sàng của hệ thống truyền tải; tăng độ ổn định động và ổn định quá độ của lưới; tăng chất lượng cung cấp cho các ngành công nghiệp có yêu cầu chất lượng điện năng cao; các lợi ích về môi trường khác.

Qua phân tích từ những nguyên nhân ở trên ta thấy hệ thống rất dễ mất ổn định. Từ đó để tăng cường độ an toàn, độ ổn định cho hệ thống đòi hỏi hệ thống lưới điện phải hoạt động linh hoạt hơn, ngay cả trong những trường hợp bất ngờ và sự cố nghiêm trọng nhất. Theo phương thức truyền thống thì tình trạng này thường được giải quyết theo hai cách:

- Xây dựng thêm các nhà máy hay đường dây mới nhằm tăng thêm khả năng dự trữ của đường dây.

- Nâng cấp phương tiện, thiết bị truyền tải trên đường dây nhằm tận dụng hết khả năng truyền tải của những đường dây hiện có.

- Ở cách thứ nhất: việc xây dựng mới các nhà máy hay đường dây sẽ ngày càng gặp khó khăn nhiều hơn vì các lý do về tài chính, sự hạn chế về môi trường, luật pháp và các yếu tố xã hội.

- Ở cách thứ hai: sẽ dễ dàng thực hiện hơn bởi cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ sẽ cho ra đời các linh kiện bán dẫn hay các linh kiện điện tử công suất lớn, cung cấp phương tiện điều khiển nhanh hơn, mềm hơn các thông số của hệ thống điện, từ đó có thể điều khiển trực tiếp đến dòng công suất truyền tải trên hệ thống một cách nhanh chóng và đồng thời.

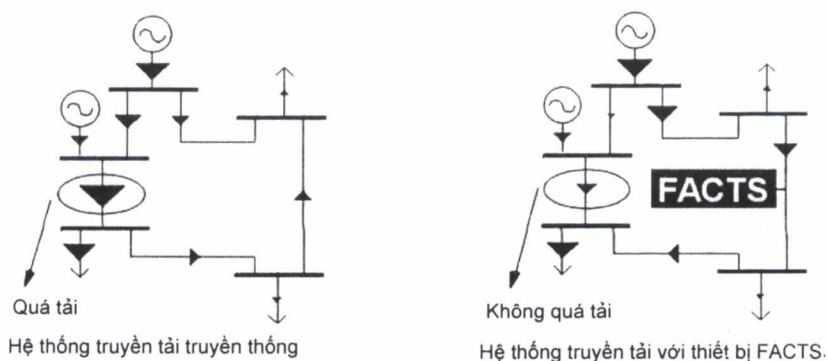
Theo truyền thống, việc bù công suất phản kháng và việc điều khiển góc pha thường được thực hiện bằng việc đóng cắt khóa cơ khí các phần tử điện (cuộn dây, tụ điện, bộ chuyển đổi nấc máy biến áp...) nhằm ổn định công suất truyền tải trên hệ thống. Công việc này thường mất nhiều thời gian.

Kỹ thuật truyền tải điện hiện đại đã sử dụng các thiết bị bù, dịch pha được điều khiển bằng các linh kiện điện tử công suất, để cung cấp nguồn năng lượng khi cần thiết và bảo đảm tính ổn định của hệ thống điện. Các thiết bị này kết hợp với các bộ vi xử lý cho phép điều khiển nguồn năng lượng một cách linh hoạt, khả năng tự động hoá cao, đảm bảo độ tin cậy và độ ổn định của hệ thống, trong đó hệ thống điều khiển đóng một vai trò rất quan trọng. Việc thiết kế và tính toán chính xác hệ thống điều khiển sẽ bảo đảm sự làm việc tin cậy của hệ thống bù, góp phần nâng cao tính ổn định của hệ thống điện.

Ngày nay, với sự phát triển của các thiết bị điện tử công suất lớn, điện áp cao, công nghệ FACTS ra đời vào cuối thập niên 1980 của Viện nghiên cứu năng lượng điện EPRI (the Electric Power Research Institute) đã giúp cho quá trình điều khiển dòng công suất trên các đường dây truyền tải một cách linh hoạt và nhanh chóng. Mỹ, Canada, Brazil... là những nước tiên phong sử dụng công nghệ FACTS trong lưới điện truyền tải, các thiết bị thường được sử dụng như: SVC, TSC, TSR, TCSC,

STATCOM và UPFC. Trong đó, thiết bị UPFC (Unified Power Flow Controller) là thiết bị có khả năng điều khiển dòng công suất trên đường dây linh hoạt nhất, nó cho phép điều khiển dòng công suất tác dụng, công suất phản kháng, điện áp và cả góc pha.

Hai mục tiêu chính của chương trình là tăng khả năng tải của đường dây truyền tải, điều khiển dòng công suất theo định hướng đã đặt ra trước bằng việc thay đổi các khóa điều khiển cơ khí sử dụng các linh kiện điện tử công suất đáp ứng nhanh. Ngoài ra, nó còn cho phép đường dây vận hành gần đến giới hạn nhiệt. Nhờ vậy cải thiện đáng kể khả năng vận hành của hệ thống. Hình 1.1 mô tả một trong các ứng dụng của các thiết bị FACTS trong việc chuyển đổi tải trong hệ thống.



Hình 1.1. Phân bố công suất trên hệ thống điện truyền tải và hệ thống điện có thiết bị FACTS

Chương 2

CÁC THIẾT BỊ FACTS

2.1. GIỚI THIỆU THIẾT BỊ FACTS

Với sự phát triển của điện tử công suất dùng Thyristor tắt công (GTO – Gate Turn-off) đã cho ra đời hệ thống truyền tải xoay chiều linh hoạt, mà trong đó dòng công suất được điều khiển động bởi các linh kiện điện tử công suất. Hai mục tiêu chính của hệ thống các thiết bị FACTS là để tăng khả năng tải của đường dây truyền tải và điều khiển dòng công suất theo một lộ trình đã được vạch ra trước. Toàn bộ hệ thống bù ngang, bù dọc, máy biến áp để điều chỉnh điện áp và góc pha đều được điều khiển bằng điện tử công suất. Đặc biệt, bộ nguồn điện áp đồng bộ SVS (Synchronous Voltage Sources) điều khiển bằng bán dẫn được dùng để bù động và điều khiển theo thời gian thực dòng công suất trong hệ thống truyền tải, và có khả năng đồng đều trong việc điều khiển điện áp, tổng trở, góc pha. Hệ thống SVS cung cấp khả năng trao đổi trực tiếp công suất tác dụng với hệ thống xoay chiều, bên cạnh đó việc bù công suất kháng được điều khiển độc lập.

Những phát minh mới nhất của các thiết bị điều khiển FACTS dựa trên nền tảng cơ bản là các bộ nguồn điện áp đồng bộ SVS (Synchronous Voltage Sources) được giới thiệu bởi L. Gyugyi cuối thập niên 1980 [5]. Những bộ SVS này được xem như là những máy phát đồng bộ lý tưởng phát ra điện áp ba pha cân bằng và có thể điều khiển được điện áp cũng như góc pha. Tự nó có thể phát được cả công suất phản kháng mang tính cảm và tính dung. Nếu kết hợp nó với các bộ tích trữ năng lượng như tụ điện DC, Battery... SVS có thể trao đổi công suất thực với hệ thống xoay

chiều. Bộ SVS có thể tạo ra bởi việc sử dụng bộ biến đổi nguồn áp VSC (Voltage Sourced Converter). Cấu trúc hoạt động cơ bản của VSC sẽ được đề cập đến ở phần sau.

Những thuận lợi cơ bản của bộ bù sử dụng SVS so với việc bù bằng đóng cắt khóa cơ khí hay bù bình thường bằng việc đóng cắt Thyristor là:

- Đồng bộ trong việc sử dụng các thiết bị linh kiện điện tử công suất trong việc ứng dụng điều khiển ở các bộ bù khác nhau;

- Cải thiện các đặc tính hoạt động và biểu diễn;

- Giảm được kích thước của thiết bị và công bảo trì, lắp ráp, vận hành.

Các thiết bị điều khiển công suất trong hệ thống các thiết bị FACTS có cấu tạo từ những linh kiện điện tử có ngắt hay không ngắt. Các thiết bị điều khiển chứa linh kiện điều khiển ngắt, thường có cấu tạo của một bộ biến đổi điện áp DC – AC có khả năng trao đổi công suất tác dụng hoặc công suất phản kháng. Nếu sự trao đổi công suất chỉ gồm thành phần công suất phản kháng thì công suất của mạch DC có thể giảm đến mức nhỏ nhất.

Trong trường hợp điện áp hoặc dòng điện cung cấp bởi thiết bị lệch khác 90° so với dòng điện hoặc điện áp đường dây thì nguồn dự trữ công suất của mạch DC của thiết bị đó phải có định mức cao hơn. Để tăng cường khả năng dự trữ năng lượng của phần mạch DC, các thiết bị có thể trang bị cho nó như bộ ắc quy (Battery), cuộn dây siêu dẫn từ (Superconducting magnet)... Một cách tổng quát, các thiết bị điều khiển dùng bộ biến đổi DC-AC có thể trang bị nguồn dự trữ năng lượng như tụ điện công suất lớn, ắc quy (Battery), cuộn dây siêu dẫn từ (Superconducting magnet) và sẽ làm tăng kích thước hệ FACTS.

Việc trang bị bộ phận dự trữ năng lượng làm tăng hiệu quả điều khiển của các thiết bị FACTS vì chúng có khả năng điều khiển “bơm vào” hoặc “rút ra” công suất tác dụng cũng như công suất phản kháng từ lưới điện thay vì chỉ ảnh hưởng đến tính chất truyền công suất tác dụng trong trường hợp thiết bị không có bộ phận dự trữ năng lượng.