

**MÁY PHÁT BIẾN TỐC VÀ VẤN ĐỀ LÀM VIỆC SONG SONG
ADJUSTABLE SPEED GENERATOR (ASG)
AND PARALLEL OPERATION OF ASG**

TS. NGUYỄN TIẾN BAN
Trưởng Đại học Hải Phòng

Tóm tắt

*Bài báo giới thiệu về một loại máy phát điện tạm gọi là **máy phát biến tốc**, đây là hệ máy phát mới với cấu trúc và tính năng kỹ thuật có nhiều ưu việt mà các hệ diesel - generator kinh điển không có được. Cũng trong bài báo sẽ trình bày quá trình đưa các máy phát biến tốc này vào làm việc song song với nhau trên cùng một hệ thanh cái - một nghiên cứu về khả năng ứng dụng mới trên trạm phát điện tàu thủy.*

Abstract

This paper presents a novel method for parallel operation of adjustable speed power - electronic generation systems. The proposed method is based on the well known droop scheme and therefore does not require any additional interconnections between units operating in parallel.

1. Mở đầu

Làm việc song song của các máy phát là một yêu cầu đặc trưng trên trạm phát điện (TPĐ) tàu thủy. Đặc trưng này đã thực sự trở thành một tiêu chuẩn cho các hệ thống phát điện kinh điển, nhưng nó vẫn không thật phổ biến với các máy phát đồng bộ truyền thống kết hợp với các bộ biến đổi điện tử công suất (BBĐĐTCS). Hệ thống máy phát biến tốc (MPBT) cần được hiểu xuất phát từ việc nghiên cứu tường tận công nghệ của các máy phát thông thường. Tuy nhiên, trái ngược với các hệ thống kinh điển hoạt động ở tốc độ không đổi, hệ thống MPBT có thể thay đổi tốc độ tùy theo các điều kiện làm việc thực tế. Do đó MPBT linh hoạt mà tin cậy, tiêu thụ ít nhiên liệu hơn, nó hoàn toàn định hướng được tải, hoạt động với những chỉ số chỉnh định tốt nhất để dòng công suất ra đạt các tiêu chuẩn kỹ thuật khắt khe.

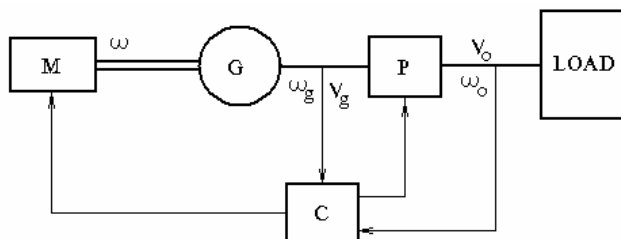
MPBT sử dụng các bộ BBĐĐTCS: AC-DC-AC cho phép điều khiển công suất phát ra ở một dải rộng mà hoàn toàn giới hạn được khả năng xảy ra quá tải, hình dạng và chất lượng sóng điện áp có thể được điều khiển rất chính xác. Thêm vào đó, các BBĐĐTCS thường sử dụng các bộ lọc để loại bỏ nguồn sóng hài bậc cao do tần số ngắt tạo ra. Mặt khác, trong các máy thông thường, công suất phát ra chỉ có thể điều khiển được trong một dải giới hạn không lớn. Những khác biệt công nghệ giữa máy phát thông thường với MPBT làm cho việc hoà đồng bộ chúng vào làm việc song song trở thành một nhiệm vụ khó khăn. Những phương pháp được sử dụng để hoà song song các máy kinh điển không thể áp dụng cho các bộ BBĐĐTCS. Do đó, các nghiên cứu gần đây về đối tượng này đang tập trung giải quyết triệt để các đặc tính của các bộ biến đổi công suất phát ra.

Công tác song song của các máy phát đã là một yêu cầu được tập trung nghiên cứu ngay từ khi hệ thống năng lượng đầu tiên được xây dựng, nhưng trong hệ thống có sự kết nối song song của các bộ biến đổi công suất thì điều cần thiết là phải làm cho tải phù hợp với nguồn và đưa ra cơ chế để phân chia tải giữa các máy phát. Trong khi đó, hệ thống sử dụng năng lượng do các máy điện thông thường cấp thì điều này được thực hiện bởi chức năng của bộ điều tốc (hoặc thiết bị điều khiển tốc độ khác) để có được một độ sụt giảm tần số xác định đóng vai trò là một hàm của công suất tác dụng và biên độ sụt giảm điện áp đóng vai trò một hàm của công suất kháng. Trong thực tế, đã có một số nghiên cứu về điểm rơi nhân tạo để tạo hàm công suất ra như [1], khôi phục lại tần số [2], chế độ biến đổi điện áp và chế độ dòng [3], lưới dòng chung [4], phương pháp phân chia dòng trên cơ sở chuyển đổi tần số cao [5, 6] nhằm giải quyết vấn đề công tác song song của các bộ BBĐĐTCS, mỗi nghiên cứu đều có những mặt mạnh, yếu khác nhau và sẽ phải tùy thuộc vào từng trường hợp cụ thể mà ứng dụng. Tuy nhiên, lựa chọn sử dụng đồ thị rơi đóng vai trò là cơ sở cho việc phát triển phương pháp điều khiển cho các MPBT công tác song song có nhiều ưu việt hơn vì phương pháp này căn cứ trên các yếu tố tiên quyết sau:

- Tính tin cậy cao của các máy phát được kết nối với lưới đồng bộ,
- Không có thêm các kết nối bên trong giữa các bộ phận làm việc song song,
- Độ chính xác cao của việc phân chia công suất ra,
- Điện áp ra có chất lượng cao hơn (Độ sụt giảm điện áp rất nhỏ),
- Sai số tốc độ rất nhỏ so với tốc độ đặt.

2. Giới thiệu về máy phát biến tốc

Hệ thống máy phát biến tốc được biểu diễn trên hình 1. Động cơ M đóng vai trò động cơ sơ cấp làm việc với tốc độ thay đổi điều chỉnh liên tục theo dòng tải. G là máy phát đồng bộ với điện áp ra V_g tỷ lệ tốc độ của động cơ M, máy phát G không làm việc trực tiếp với tải. Bộ biến đổi công suất P phát ra tần số không đổi ω_0 và điện áp không đổi V_0 . P có cấu tạo bao gồm các bộ biến đổi



Hình 1. Hệ thống máy phát biến tốc.

AC/DC, DC/DC và DC/AC, có sử dụng thêm năng lượng bên ngoài để hỗ trợ biến đổi khi cần thiết. Toàn bộ hệ thống được điều khiển bởi bộ MicroProcessor Based kí hiệu C. MPBT khi đưa vào làm việc song song không đơn giản như máy thông thường, năng lượng được cung cấp lên lưới thông qua bộ biến đổi P chứ không phải trực tiếp từ máy phát. Đặc điểm của bộ biến đổi là cung cấp điện áp sinus ổn định, chất lượng cao, có sử dụng phản hồi

tín hiệu, giới hạn được khả năng gây quá tải, trở kháng ra thấp hơn so với những hệ thống thường. Tần số và điện áp ra được điều khiển nhanh, chính xác, dao động điện áp rất nhỏ bởi tính năng của bộ điều khiển vi sai C. Hệ MPBT khác rất xa với hệ kinh điển nên sử dụng phương thức hoà song song thông thường cho đối tượng này là không thể được.

3. Hoà đồng bộ để các máy biến tốc làm việc song song

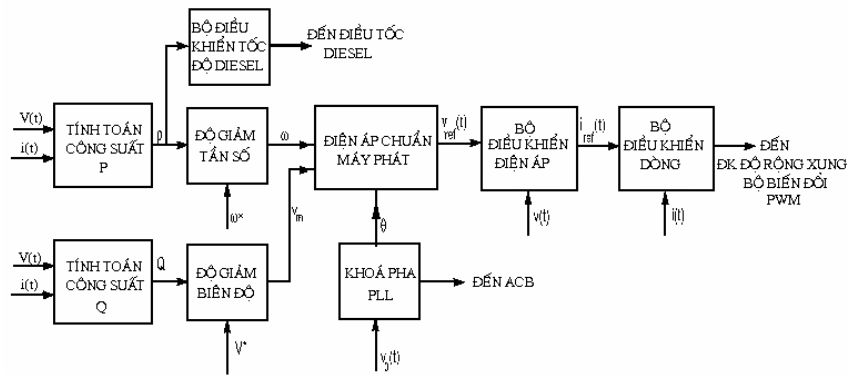
Các điều kiện hoà các máy phát với nhau trong lưới xoay chiều là không thay đổi cho dù sử dụng MPBT. Tuy nhiên, với MPBT có tính năng đặc biệt nên ngay trong việc giải quyết các vấn đề kĩ thuật là phải tuân thủ. Việc hoà đồng bộ phải tránh sự cố mất điều khiển các luồng công suất kháng Q và công suất tác dụng P, trong đó việc mất điều khiển các luồng công suất tác dụng P là đặc biệt nguy hiểm đối với hệ thống máy phát sử dụng bộ BĐĐTCS, vì hệ này trong thiết kế thường thực hiện cung cấp năng lượng đơn hướng. Luồng công suất ngược xuất hiện thường do khả năng mất đồng bộ của máy phát với lưới, với MPBT nguyên nhân này có thể dẫn đến mất điều khiển các quá trình trong mạch liên kết một chiều DC trong bộ biến đổi. Mất điều khiển luồng công suất kháng tuy không nguy hiểm nhưng vẫn nên tránh vì nó có thể gây quá tải làm quá nhiệt cho các thyristor hoặc IGBT và các điện trở trong dây các điện trở mắc nối tiếp (nếu có).

Với hệ thống máy phát thông thường, quá trình hoà đồng bộ được thực hiện bởi các thiết bị hoà đồng bộ bên ngoài Synch.devices nếu thực hiện tự động hoặc do con người điều khiển nếu thực hiện bằng tay. Hoà đồng bộ chính xác thực chất phải thực hiện một số thao tác đáp ứng các điều kiện hoà để đưa các máy phát vào làm việc song song không gây nên bất kì một biến động nào cho hệ, mức độ chính xác và đúng thời điểm của quá trình hoà đồng bộ quyết định luồng công suất tác dụng và phản kháng ban đầu sau kết nối là thoả đáng. Như vậy, các thiết bị hoà đồng bộ trên thị trường hiện nay được thiết kế chủ yếu dành cho các máy phát thông thường, không thể thoả mãn cho hệ thống máy phát công suất điện tử, đặc biệt là các khả năng gây ra quá tải của các hệ thống thường cao hơn rất nhiều.

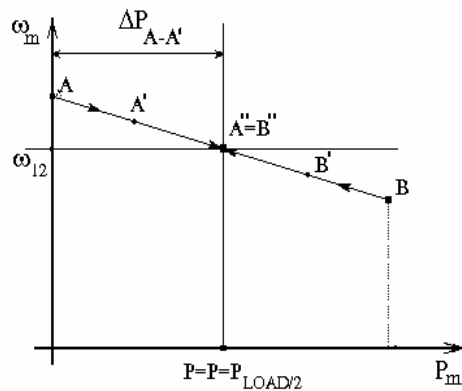
Khi hoà song song các MPBT, độ chính xác của công tác hoà đồng bộ là đặc biệt quan trọng. Máy phát được hoà vào làm việc song song thường được đặt hoạt động ở tốc độ thấp nhất vì trước kết nối, máy phát không cần phát ra công suất tác dụng. Do đó, nếu góc công suất ban đầu θ_m quá lớn sẽ dẫn đến hoà đồng bộ thiếu chính xác, việc điều chỉnh phát công suất tác dụng P

chỉ thực hiện sau khi hoà thành công. Trong hệ thống MPBT nếu không thiết kế nguồn năng lượng phụ, có thể dẫn đến điện áp ra sẽ bị giảm trong thời gian quá độ (đặc tính dốc). Nếu điện áp bị giảm đáng kể thì việc điều khiển công suất tác dụng và phản kháng không được tách rời lâu hơn. Điều này hoàn toàn mâu thuẫn với nguyên lí điều khiển theo phương pháp điểm rơi và trong trường hợp như vậy, hệ thống có thể trở nên không ổn định và nguy hiểm hơn nữa là mất điều khiển.

Như vậy để khắc phục những bất cập trong điều khiển, cần phải có những can thiệp nhằm tận dụng được các bộ hoà đồng bộ đã được thiết kế sẵn hiện nay, sử dụng cho các máy thông thường vào điều khiển cho hệ MPBT. Hình 2 trình bày một giải pháp cho vấn đề này, trong đó vòng khoá pha PLL sử dụng để giám sát điện áp V_0 của lưới mà máy phát sẽ hoà đồng bộ sau này. Mục đích thêm khâu này vào là để tìm ra sự khác biệt về pha giữa hai điện áp máy phát V và điện áp lưới V_0 để thực hiện việc điều khiển thay đổi pha của điện áp chuẩn V_{ref} và ra lệnh đóng cầu dao chính ACB khi sự khác biệt về pha nằm trong giới hạn cho phép.



Hình 2. Hệ điều khiển cho máy phát biến tốc phục vụ hoà đồng bộ.



Hình 3. Quá trình biến đổi của luồng công suất tác dụng khi thực hiện san tải sau khi hoà song song.

Khi quá trình hoà đồng bộ kết thúc, ACB đã được đóng, việc phân chia tải phải được thực hiện. Ban đầu công suất của máy phát ra nhỏ, bộ điều khiển hoạt động điều chỉnh tần số ra ω_2 và biên độ điện áp V_2 cao hơn. Do chênh lệch tần số của máy phát cao hơn lưới nên quá trình hiệu chỉnh góc công suất θ_m và biên độ V_m được thực hiện. Kết quả là công suất tác dụng và công suất kháng do máy phát mới kết nối vào lưới cung cấp tăng lên cho đến khi đạt mức thiết lập bởi tần số và biên độ rơi. Nếu các điểm rơi được chọn như nhau giữa tất cả các máy làm việc song song thì cuối cùng chúng sẽ được phân phối tải đều nhau.

Hình 3 là đồ thị biểu diễn luồng công suất tác dụng khi thực hiện phương pháp điểm rơi tiêu chuẩn trong phân chia san tải. Trước khi phân chia san tải, máy thứ nhất phát ra tổng công suất $P_1 = P_{Load}$ (điểm B), máy thứ hai làm việc ở chế độ không tải $P_2 = 0$ (điểm A). Quá trình thực hiện phân chia san tải, công suất máy số 1 sẽ giảm xuống từ từ qua các điểm $B \rightarrow B' \rightarrow B''$ và công suất máy số 2 tăng lên qua các điểm $A \rightarrow A' \rightarrow A''$. Cuối cùng cả hai máy đạt được vị trí ổn định $A'' = B''$, tại đó công suất hai máy $P_1 = P_2 = P_{Load}/2$. Tổng biến thiên công suất $P_{A-A''}$ được quyết

định bởi tải và trong trường hợp này là bằng $\frac{1}{2}P_{Load}$. Đây có thể coi công suất của hai máy là như nhau.

4. Kết luận

Máy phát biến tốc có rất nhiều ưu điểm mà các hệ thống diesel - Generator kinh điển không có được. Với các tính năng này, khi MPBT được ứng dụng cho trạm phát điện tàu thủy sẽ mang lại một chất lượng cao hơn cho lưới điện trên tàu, lúc đó dù công suất của trạm vẫn là hữu hạn nhưng các chỉ tiêu chất lượng sẽ cao hơn và khái niệm về lưới «mềm» sẽ dần mất đi trong vận hành, khai thác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chandorkar, M.C. ; Divan, DM. ;Adapa,R. ; “Control of parallel connected inverters in stand - alone AC supply systems” *Industry Applications Society Annual Meeting*, 1991, 28 Sep, Page(s) 1003-1009, Vol 1.
- [2] Divan et al., “Method and Apparatus for Decentralized Signal Frequency Restoration in A Distributed UPS System”, United States patent#5,596,492, 1997.
- [3] Jiann - Fuh Chen; Ching - Lung Chu; “Combination voltage - controlled and current - controlled PWM inverters for UPS parallel operation”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, Sep 1995, Volume: 10, Issue: 5, Page(s): 547-558.
- [4] Byungcho Choi; “Comparative study on paralleling schemes of converter modules for distributed power applications”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, Apr 1998, Volume: 45, Issue: 2, Page(s): 194-199.
- [5] Perreault, D.J.; Sato,K.; Selders, R.L., Jr.; Kassakian,J.G.; “Switching-ripple-based current sharing for paralleled power converters”, *IEEE Transactions on Circuit and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, Oct 1999, Volume: 46, Issue: 10, Page(s): 1264-1274.
- [6] Perreault, D.J.; Selders, R.L., Jr.; Kassakian,J.G.; “Frequency-Based current - sharing techniques for paralleled power converters”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, Jul 1998, Volume: 13, Issue: 4, Page(s): 626-634.
- [7] GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn; TS. Nguyễn Tiến Ban (2008), “Trạm phát điện và lưới điện tàu thủy” Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Người phản biện: PGS.TS Lê Văn Học
