

MÔ PHỎNG MỘT QUI TRÌNH KHÔI PHỤC HỆ THỐNG ĐIỆN MIỀN BẮC

Lê Công Thành¹

Tóm tắt: Áp dụng mô phỏng simulink để khảo sát qui trình khôi phục hệ thống điện miền Bắc có xét tới các yếu tố ảnh hưởng chính như: mức độ tham gia của các nhà máy điện vào hệ thống; độ ổn định khi các máy phát điện nhận tải; dự trữ nguồn. Đề nghị: thực hiện việc khôi phục hệ thống điện đồng thời ở các tiểu vùng với sự tham gia của các NMD mới.

Các từ khóa: Khởi động đen, khôi phục hệ thống điện, mô hình turbine-máy phát điện, bộ điều tốc, điều khiển tự động phát điện.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống điện (HTĐ) Việt nam đã nhiều lần gặp sự cố lớn mà lớn nhất là các sự cố rã lưới – sự cố làm gián đoạn cung cấp điện cho phần lớn hoặc toàn bộ phụ tải của HTĐ. Điển hình là sự cố rã lưới hồi 14:20 ngày 22/05/2013, toàn bộ HTĐ miền Nam mất điện với công suất khoảng 9400MW. Sau sự cố 8 giờ mới khôi phục được khoảng 70% phụ tải và đến hơn 24 giờ sau vẫn còn 1100MW nguồn chưa khôi phục trở lại được. Trên quy mô thế giới, các sự cố rã lưới lớn cũng không phải là hiếm: năm 1965 tại vùng đông Bắc nước Mỹ và bang Ontario Canada, năm 1999 tại Brasil, năm 2003 tại Italia, năm 2005 tại Indonesia. Sự cố rã lưới, kéo dài 2 ngày 30-31/07/2012, xuất phát từ lỗi đường dây liên vùng ở Ấn Độ đã làm ảnh hưởng tới 670 triệu người. Tùy theo mức độ và nguyên nhân sự cố mà thời gian khôi phục HTĐ có thể kéo dài từ vài giờ tới nhiều ngày. Để khôi phục lại HTĐ từ tình trạng rã lưới cần thực hiện theo quy trình chặt chẽ nhằm nhanh chóng thiết lập lại HTĐ thống nhất làm việc an toàn ổn định và tin cậy. Báo cáo này đưa ra một nghiên cứu mô phỏng quy trình khôi phục HTĐ miền Bắc từ trạng thái rã lưới toàn bộ có xét tới các yếu tố ảnh hưởng chính như: mức độ tham gia của các nhà máy điện (NMD) vào hệ thống; độ ổn định của các NMD khi nhận tải; đồng thời khôi phục HTĐ các tiểu vùng.

2. MÔ PHỎNG QUY TRÌNH KHÔI PHỤC HTĐ

2.1 Quy trình

1. Nguyên tắc thực hiện:

- Khôi phục hệ thống cung cấp điện cho tự dùng tiến tới khôi phục công suất khả phát và

trạm điện của NMD khởi động đen.

- Đóng điện để từng bước khôi phục các trạm điện và các NMD trong vùng.

- Hoà điện các tổ máy phát của NMD vừa được khôi phục và các NMD tách lưới với hệ thống điện.

- Dẫn khôi phục phụ tải theo yêu cầu về điều chỉnh điện áp và tần số vùng.

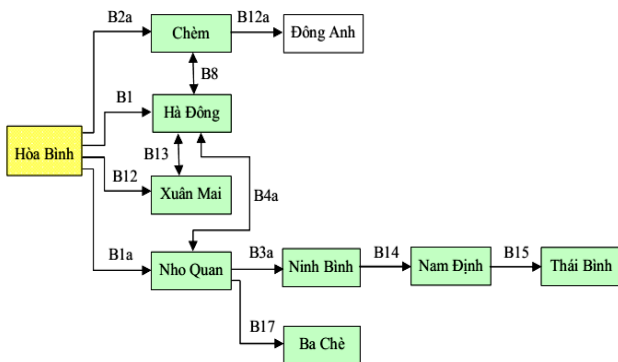
Theo nguyên tắc trên và tùy mức độ rã lưới, phương án phù hợp sẽ được áp dụng để khôi phục HTĐ. Nghiên cứu này khảo sát phương án điển hình khôi phục HTĐ miền Bắc cho trường hợp rã lưới toàn bộ [2].

2. Quy trình khôi phục HTĐ miền Bắc

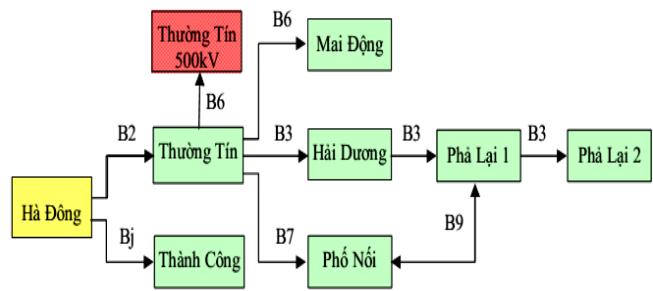
- HTĐ miền Bắc sẽ được khôi phục từ NMD Hòa Bình. Tại đây có các phương án khác nhau tùy vào tổ máy nào giữ được tự dùng hoặc phải khởi động từ nguồn diesel. Nghiên cứu này khảo sát phương án đầu tiên với khởi phát là tổ máy H7 và H8 của NMD.

- Việc tạo liên kết giữa các NMD và trạm điện quan trọng trong vùng được triển khai theo 6 hướng (không gian) và được thực hiện theo 3 quá trình với tổng cộng 39 bước thao tác chính [2]. Quá trình thứ nhất (bước 1-4 và 1a-4a) chủ yếu nhằm cấp điện tự dùng, tạo liên kết vững cho NMD Phả Lại, NMD Uông Bí. Quá trình thứ hai (bước 5-9 và 5a-9a) nhằm tạo và củng cố các mạch vòng 220kV. Quá trình thứ ba (bước 10-20 và 10a-19a) nhằm tạo các mạch 500kV khép vòng tại T500kV Hà Tĩnh và T500kV Thường Tín, các mạch 220kV khép vòng tại T220kV Hà Đông, NMD Phả Lại. Công suất phụ tải được khôi phục sẽ phụ thuộc vào công suất khả dụng của các NMD đã tham gia vào HTĐ. Việc khôi phục HTĐ được xem xét theo các hướng và các quá trình được mô tả trong các hình từ Hình 1 đến Hình 5.

¹ Khoa Năng lượng, Trường đại học Thủy lợi

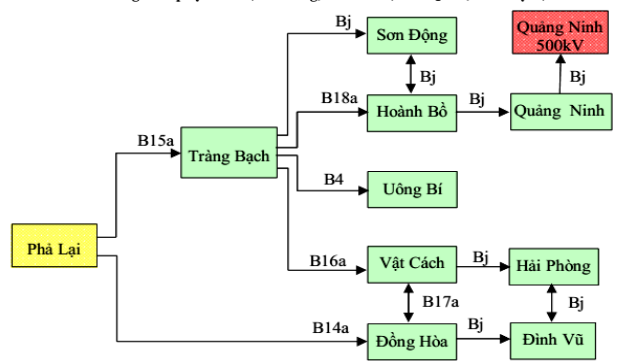


Hình 1: Mô tả hướng khôi phục Chèm, Hà Đông, Xuân Mai, Nho Quan, Nam Định, Thái Bình



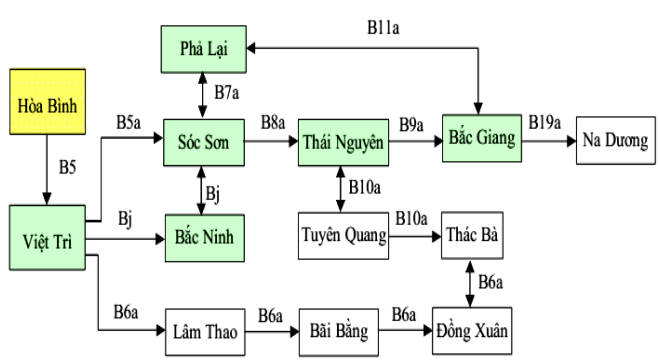
Hình 2: Mô tả hướng khôi phục Thương Tín, Phả Lại, Mai Động, Phó Nội, Hải Dương, Thành Công

Bj – Bước điều chỉnh điện áp



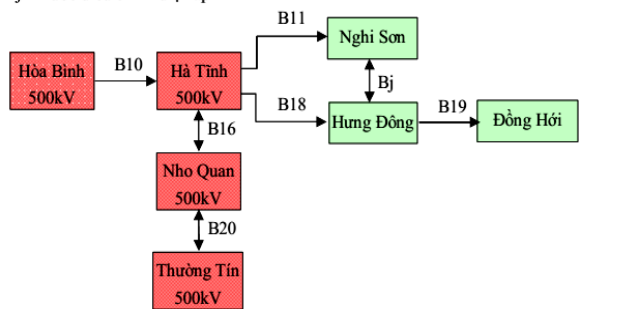
Hình 3: Mô tả hướng khôi phục Trảng Bạch, Uông Bí, Đồng Hòa, Hoàng Bô, Vật Cách, Hải Phòng, Sơn Động, Đình Vũ, Quảng Ninh

Bj – Bước điều chỉnh điện áp



Hình 4: Mô tả hướng khôi phục Bắc Ninh, Bắc Giang, Thái Nguyên, Sóc Sơn, Tuyên Quang

Bj – Bước điều chỉnh điện áp



Hình 5: Mô tả hướng khôi phục Hà Tĩnh, Hưng Đông, Hòa Hới

Bj – Bước điều chỉnh điện áp

2.2. Mô hình

Bao trùm quy trình là yếu tố logic trong đó NMD Hòa Bình cấp điện cho các phụ tải theo thứ tự ưu tiên. Phụ tải trong các bước đầu tiên chủ yếu là tự dùng cho các NMD. Yếu tố ảnh hưởng cần xét là quá trình ổn định sau mỗi bước nhận tải của các NMD đã tham gia vào hệ thống. Việc khôi phục tải sẽ phụ thuộc vào công suất khả dụng của các NMD nêu trên. Trong nghiên cứu này chỉ xét quá trình nhận tải sau hòa lưới và do vậy có thể sử dụng mô hình tuyến tính hóa của các phần tử HTĐ để khảo sát quy trình.

1. *Tổ máy, nhà máy điện*: Mô hình tổ máy mô tả ở hình 6. Các thông số mô hình được xác định

từ các số liệu kỹ thuật của NMD và các số liệu kinh nghiệm [1]. Mô hình NMD được xây dựng trên cơ sở tính các thông số tương đương của các tổ máy tham gia.

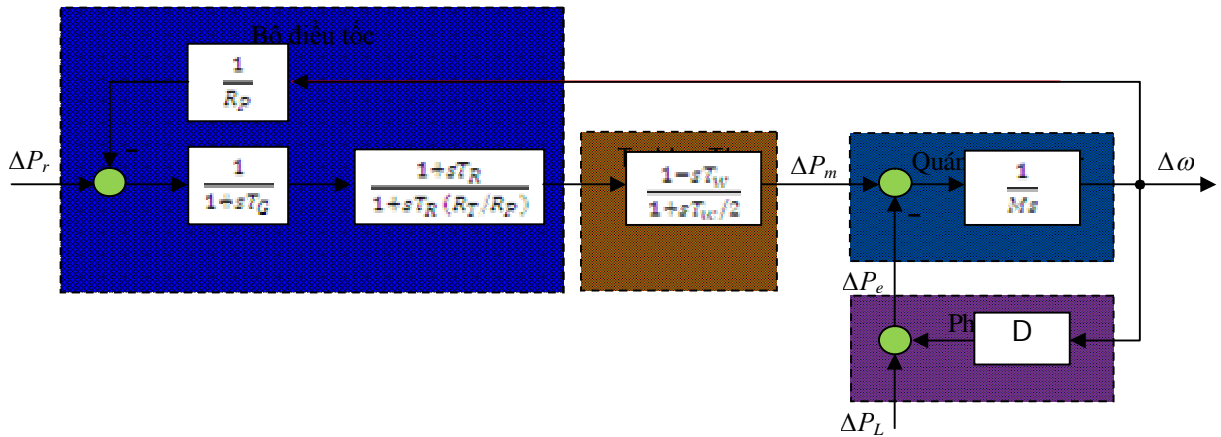
2. *Điều khiển công suất*: công suất tác dụng (và tần số) được điều chỉnh qua bộ điều tốc. Tất cả các NMD tham gia khôi phục HTĐ đều thực hiện điều chỉnh sơ cấp, NMD Hòa Bình thực hiện thêm điều khiển bổ xung (điều chỉnh tần số). Giả thiết là đã có thể áp nhanh và duy trì thành công điện áp trên các nút điều chỉnh và không xét đến dao động liên máy trong vùng.

3. *Phụ tải điện*: Xét với hệ số phụ thuộc tần số $D = 1,5$ (xem hình 6 và 7).

2.3. Mô phỏng

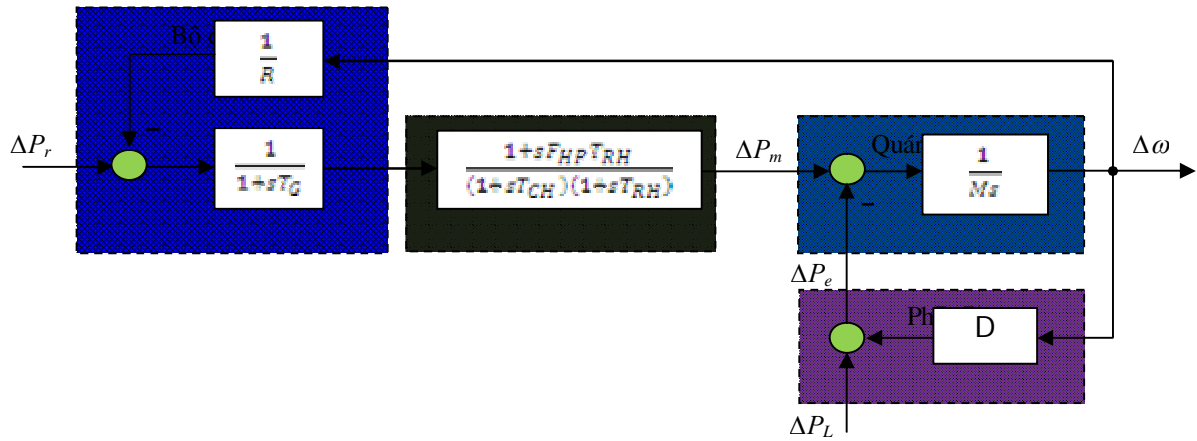
1. *Các ràng buộc*: Theo quy trình, ngoài điện áp đã giả thiết ở trên còn cần bảo đảm:

- tốc độ khôi phục tải không quá 10MW/s,
- dao động tần số không quá 0,5Hz và
- dự trữ nguồn không nhỏ hơn công suất máy phát lớn nhất đang hoạt động trong hệ thống.
- Các thao tác quan trọng theo quy trình cũng có điều kiện cần là hệ thống trước đó đã không còn dao động mạnh.



Hình 6: Mô hình tổ máy phát thủy điện [1]

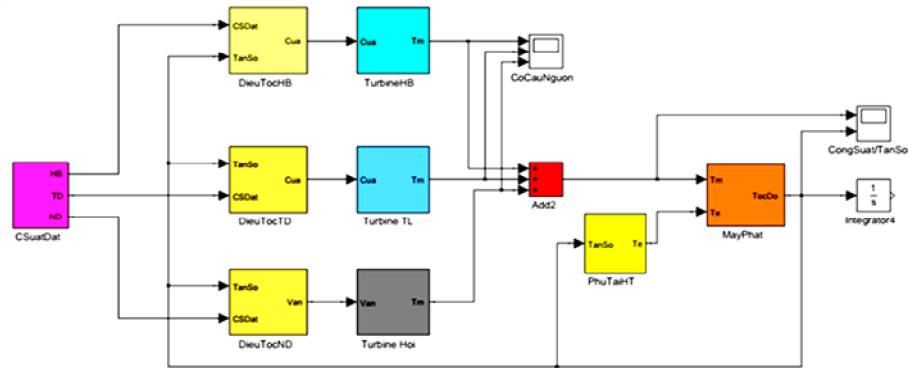
P_r – công suất đặt (tham chiếu), ΔP_m – công suất cơ; ΔP_e – công suất điện; ΔP_m – công suất tải; D – hệ số phụ thuộc tần số của tải; M – Hằng số quán tính tương đương; R_p, R_T – Độ dốc xác lập và quá độ; T_G – Hằng số thời gian của cửa và servomotor; T_R – Hằng số thời gian trở về; T_w – Hằng số thời gian tăng tốc thủy lực.



Hình 7: Mô hình tổ máy phát nhiệt điện [1]

ΔP_r – công suất đặt (tham chiếu), ΔP_m – công suất cơ; ΔP_e – công suất điện; ΔP_L – công suất tải; D – hệ số phụ thuộc tần số của tải; M – Hằng số quán tính tương đương; F_{HP} – Tỷ lệ công suất tầng HP trong tổng công suất turbine; T_{CH} – Hằng số thời gian của bể vào chính và buồng hơi; T_{RH} – Hằng số thời gian bộ hồi nhiệt; T_G – Hằng số thời gian của van và servomotor.

2. Xây dựng mô hình simulink: Trên cơ sở các mô hình mục 2.2, sử dụng phần mềm matlab/simulink để lập mô hình mô phỏng biểu diễn trên hình 8.



Hình 8: Mô hình simulink quá trình khôi phục HTĐ

3. Các trường hợp khảo sát:

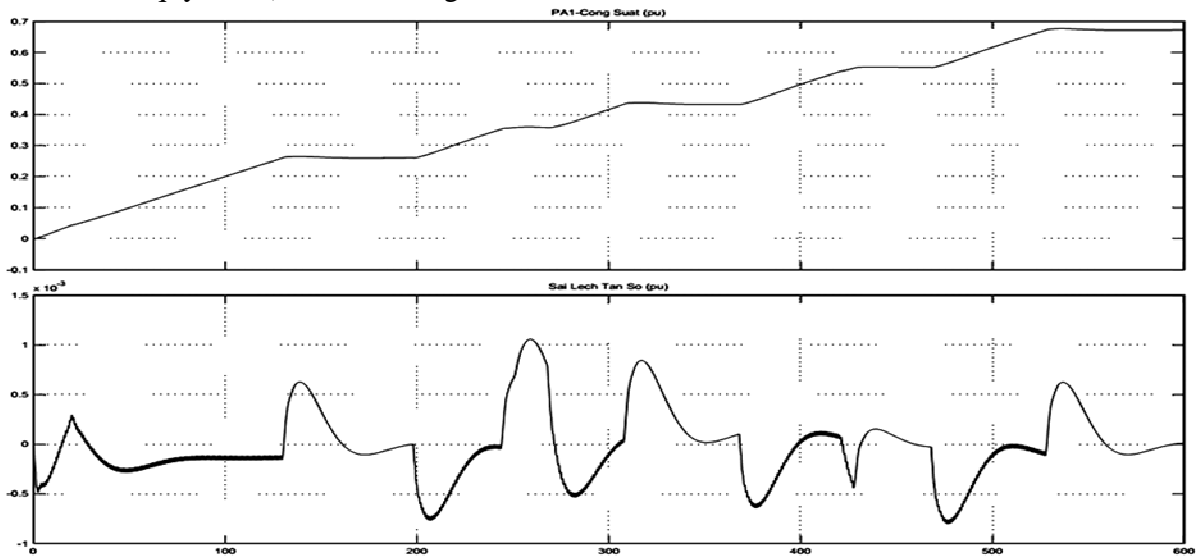
•**PA1-Thuận lợi:** NMD Hòa Bình khởi động đen và khôi phục HTĐ với 6 máy các NMD khác (tham gia trong 3 giai đoạn đầu của quy trình) đều có công suất khả phát bằng công suất đặt.

•**PA2-Bất lợi:** NMD Hòa Bình khởi động đen và khôi phục HTĐ chỉ với 5 máy (tối thiểu theo quy trình) các NMD khác (tham gia trong 3 giai đoạn đầu của quy trình) đều có công suất khả

phát bằng 50% công suất đặt.

•**PAi- Đề nghị:** Áp dụng nguyên tắc khôi phục đồng thời HTĐ cho 2 tiểu vùng. Tiểu vùng 1 gồm các NMD Hòa Bình Ninh Bình, các trạm điện và các phụ tải liên quan. Tiểu vùng 2 gồm các NMD Tuyên Quang, Thác Bà, Phả Lại 1+2, Ưông Bí 1+2 các trạm điện và các phụ tải liên quan. Vẫn sử dụng số liệu như PA1.

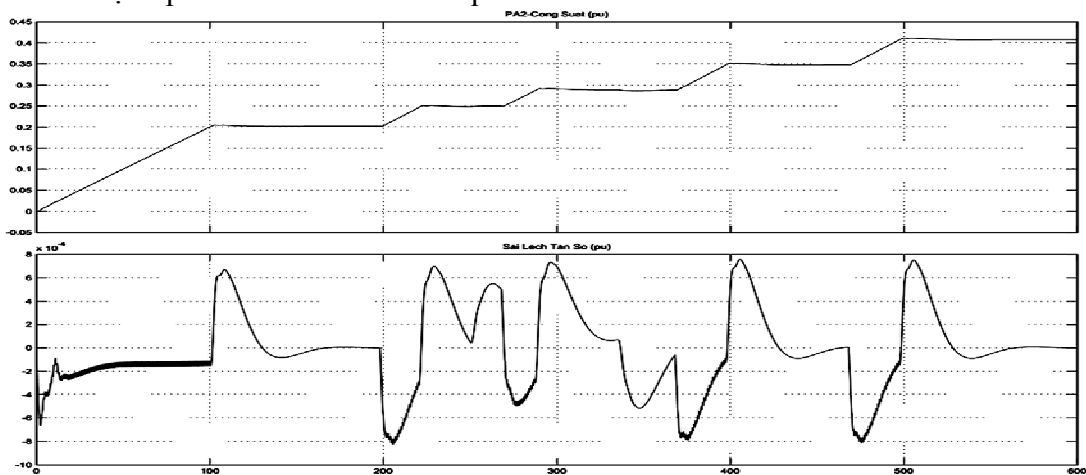
4. Kết quả



Hình 9: Công suất và dao động tần số trong quá trình khôi phục HTĐ – PA1

Hình 9 biểu diễn công suất và dao động tần số trong quá trình khôi phục HTĐ theo PA1. Các dao động mạnh xuất hiện tại các thời điểm đóng nguồn và phụ tải. Trong nghiên cứu này, các thời điểm được xác định để bảo đảm yêu cầu điều chỉnh điện áp và tần số HTĐ. Kết quả

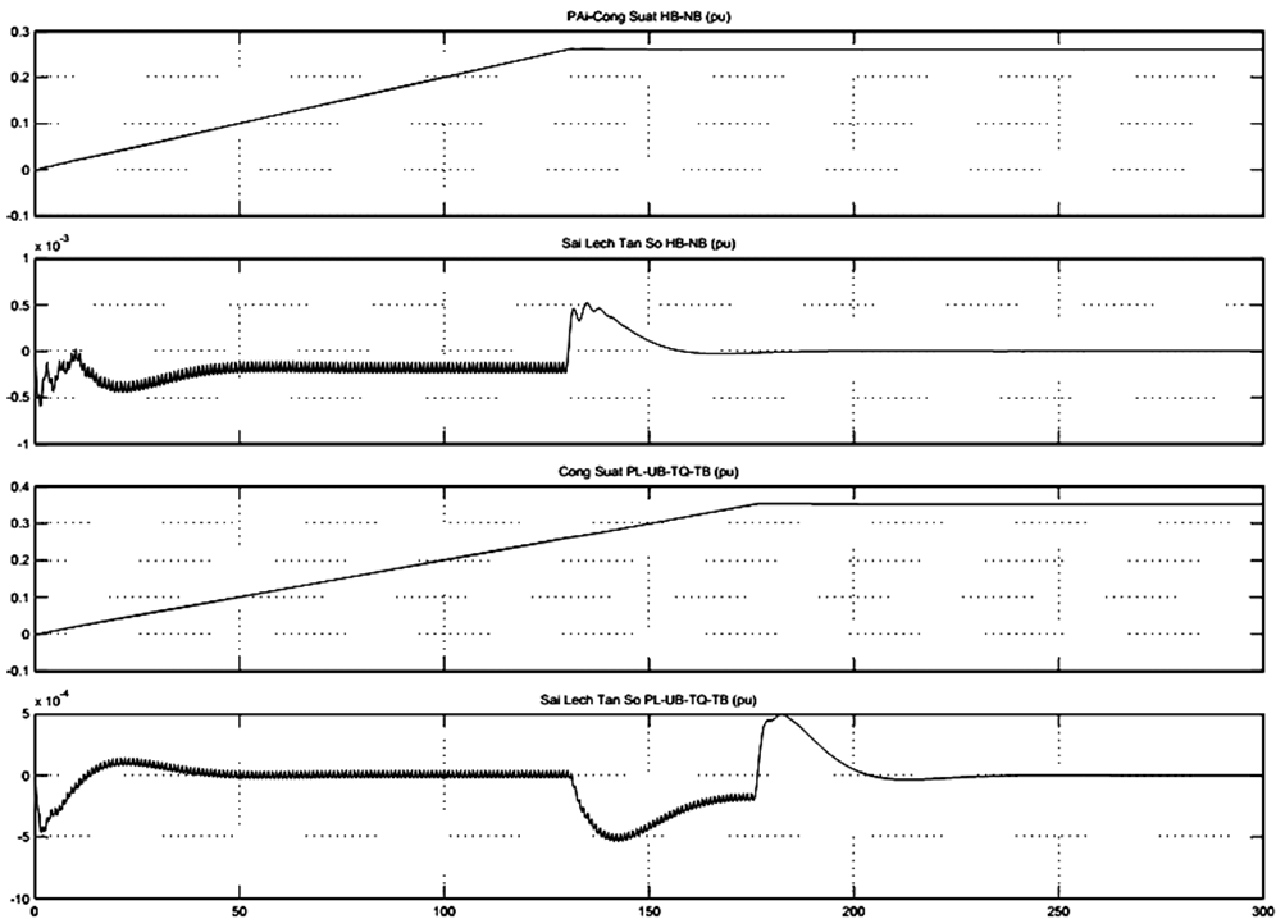
cho thấy dao động tần số nhỏ (trong khoảng 0,1%), giá trị đỉnh-đỉnh (p-p) 0,2%. Trong thời gian khảo sát (10 phút), với $V_{A_{base}}$ chọn bằng 5000M, công suất khôi phục được 0,6724pu (khoảng 35% công suất miền).



Hình 10: Công suất và dao động tần số trong quá trình khôi phục HTĐ – PA2

Trong PA2, công suất nguồn tham gia 3 giai đoạn đầu khôi phục HTĐ bị hạn chế (nhỏ hơn PA1 0,2642pu). Với sự phối hợp chặt chẽ huy động nguồn và khôi phục tải thì dao động tần số

cũng không lớn (đỉnh-đỉnh: 0,13%) tuy nhiên trong khoảng thời gian khảo sát công suất chỉ khôi phục được 0,408pu ($V_{A_{base}}$ chọn bằng 5000M), xem Hình 10.



Hình 11: Công suất và dao động tần số trong quá trình khôi phục HTĐ – PAi

Trong PAi, HTĐ miền Bắc được đề nghị tách thành 2 tiểu vùng. Việc khôi phục HTĐ sẽ được đồng thời thực hiện ở cả 2 tiểu vùng. Điều kiện cần để thực hiện PAi là các NMD chính của tiểu vùng Phả Lại – Uông Bí – Tuyên Quang – Thác Bà phải tách lưới giữ tự dùng thành công. Kết quả mô phỏng với các điều kiện tương tự PA1 và PA2 cho thấy dao động tần số vẫn ở mức 0,1% (đỉnh-đỉnh) nhưng thời gian khôi phục được rút ngắn, xem Hình 11.

3. CÁC KẾT LUẬN

So sánh kết quả PA1 và PA2 cho thấy: trong điều kiện cùng bảo đảm nguyên tắc đã đề cập thì công suất nguồn tham gia càng lớn thì quá trình khôi phục HTĐ càng nhanh

chóng và vững chắc. Các NMD tách lưới giữ tự dùng hoặc tách lưới cấp điện độc lập có vai trò quan trọng trong việc nhanh chóng khôi phục HTĐ. Điều này là cơ sở để đặt vấn đề tăng cường xem xét, kiểm tra khả năng tách lưới giữ tự dùng hoặc tách lưới cấp điện độc lập thành công của các NMD.

Theo hướng PAi đề nghị, kết quả được cải thiện rõ rệt, mặt khác HTĐ miền Bắc cũng đã có sự phát triển mạnh cả về phân bố và công suất của các NMD và lưới hệ thống. Kiến nghị: Xem xét áp dụng nguyên tắc khôi phục HTĐ đồng thời các tiểu vùng trên cơ sở các NMD đủ điều kiện khởi động đen. NMD Sơn La đủ điều kiện để thiết lập một hướng khôi phục mới cho HTĐ miền Bắc (và quốc gia).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Kundur, Prabha. *Power system stability and control*, McGraw-Hill, Inc.- New York, 1993.

[2] Tập đoàn điện lực Việt Nam, *Phương án khởi động đen và khôi phục hệ thống điện quốc gia* – PA-09-2008.

[3] Bộ Công nghiệp, 35/2007/QĐ-BCN, *Quy định khởi động đen và khôi phục hệ thống điện quốc gia*.

Abstract

SIMULATION OF NORTH VIETNAM POWER SYSTEM RESTORE FROM BLACK OUT

Applying matlab/simulink to simulate the North Vietnam power system restore process has taken to main influence factors such as the participation level of the power plants on the system; stability of automatic generation control; power reserve. Suggestion: restore power subsystems at the same time in the subregions, with the participation of the new power plants.

Key words: Black start, power system restore, turbine-generator and governor models, automatic generation control.

Người phản biện: **TS. Vũ Minh Quang**

BBT nhận bài: 30/3/2014

Phản biện xong: 7/4/2014