

NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN NINH THUẬN I, II DƯỚI GÓC NHÌN ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG ĐIỆN

KS. Nguyễn Mạnh Cường

Viện Năng lượng, Bộ Công thương

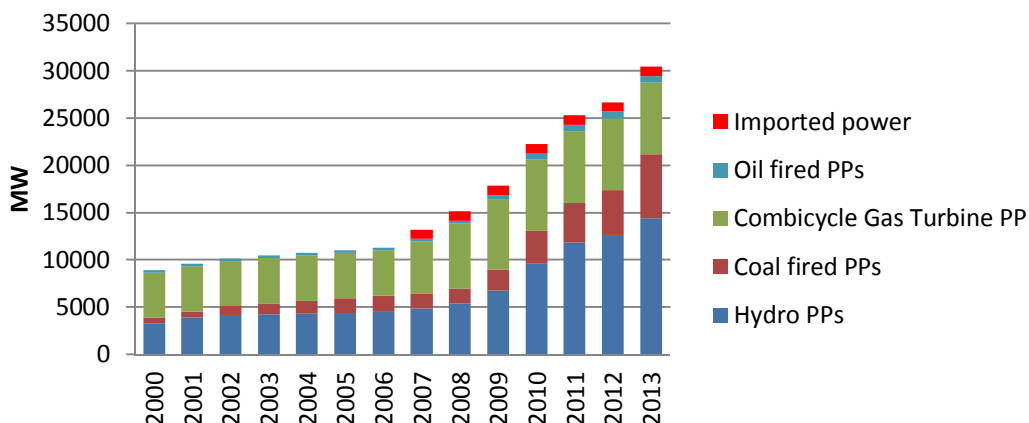
TÓM TẮT

Nhà máy điện hạt nhân (ĐHN) Ninh Thuận I và II đã được Quốc hội Việt Nam phê chuẩn chủ trương đầu tư năm 2009 với quy mô công suất của 2 nhà máy ĐHN giai đoạn một 4000 MW, giai đoạn hai 8000 MW. Cùng với các nhà máy thủy điện tích năng và nhiệt điện chạy than, khu vực Nam Trung Bộ sẽ trở thành trung tâm nguồn lớn nhất cả nước [1]. Khoảng cách truyền tải 250-300 km về miền Đông nam bộ sẽ là một thách thức lớn đối với sự vận hành an toàn, tin cậy của cụm nhà máy. Để đưa nhà máy ĐHN vận hành an toàn trong lưới điện, cần rất nhiều nghiên cứu chuyên sâu. Bài viết này phân tích, đánh giá khả năng truyền tải cũng như khả năng hấp thụ tổ máy ĐHN cỡ 1000 MW của lưới điện trên quan điểm ổn định hệ thống điện. Các giới hạn ổn định cũng sẽ được tính toán nhằm đánh giá mức độ ổn định khi truyền tải cao. Nghiên cứu này sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích trong quá trình thiết kế, đầu tư, xây dựng nhà máy ĐHN đầu tiên ở Việt Nam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống điện Việt Nam trong những năm trở lại đây có sự phát triển mạnh mẽ. Sản lượng điện thương phẩm năm 2000 chỉ đạt 22 tỷ kWh, đến năm 2013 đã đạt 115 tỷ kWh, tốc độ tăng trưởng trung bình 13,5%/năm. Để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ điện cho nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội, các nguồn điện mới liên tục được đầu tư xây dựng.

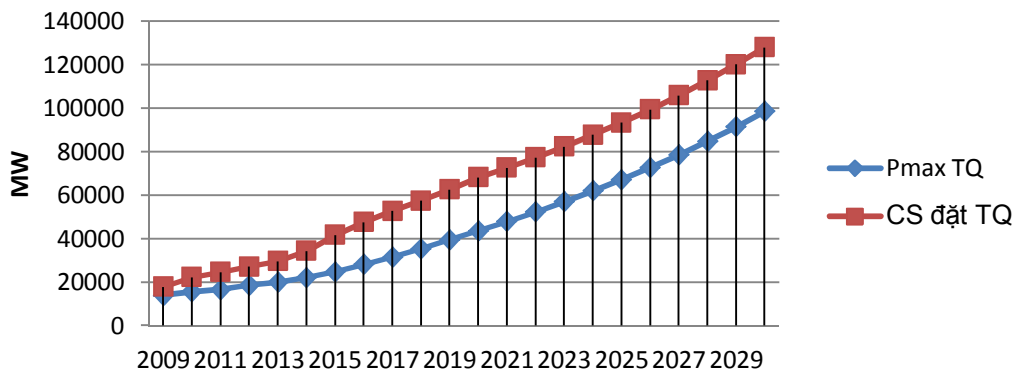
Trong 13 năm, ngành điện đã đưa vào thêm 21 GW nguồn điện, nâng tổng công suất đặt nguồn điện từ 9 GW năm 2000 lên 30 GW năm 2013. Đóng góp chủ yếu cho sự gia tăng công suất nguồn là các nhà máy thủy điện với công suất tăng thêm 11 GW, nhà máy điện đốt than 6 GW, nhà máy điện chạy khí 3 GW [1], [2]. Công suất đặt các loại nguồn điện giai đoạn 2000-2013 được thể hiện trong hình 1-1.



Hình 1-1 Công suất đặt nguồn điện giai đoạn 2000-2013

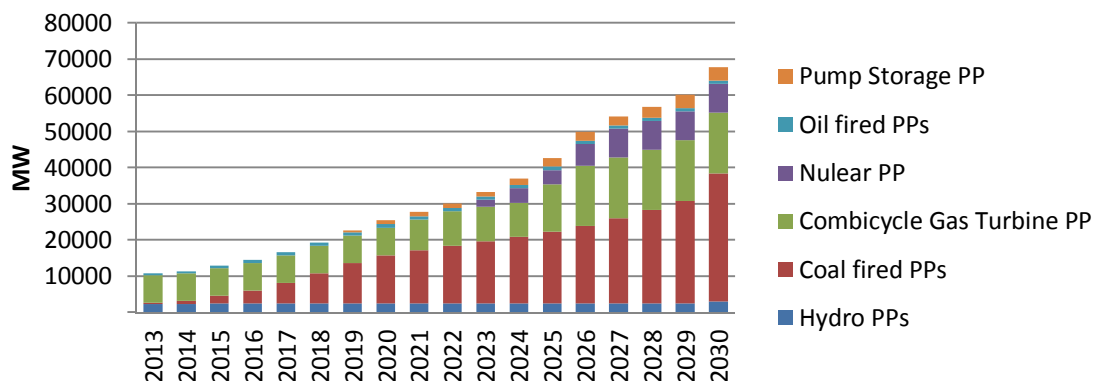
Theo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến 2030 (QHĐ7), và dự thảo QHĐ 7 hiệu chỉnh (lập năm 2014), dự kiến nhu cầu tiêu thụ điện trong nước vẫn tiếp tục tăng trưởng cao trong những năm sắp tới. Tương ứng với sự tăng trưởng phụ tải, các nguồn điện vẫn sẽ tiếp

tục được xây mới trên cả 3 miền Bắc – Trung Nam. Dự báo nhu cầu công suất hệ thống và công suất đặt nguồn điện toàn quốc giai đoạn 2013-2030 như hình 1-2.



Hình 1-2 Dự báo công suất max và công suất đặt nguồn điện toàn quốc giai đoạn 2013-2030

Nhu cầu phụ tải Miền Nam luôn chiếm khoảng 1/2 tổng nhu cầu toàn quốc, nhưng xây dựng đủ nguồn cho Miền Nam luôn là vấn đề thách thức lớn đối với ngành điện. Nguồn cấp khí và cấp than cho Miền Nam vẫn còn nhiều bất định. Do đó, nhà máy điện hạt nhân sẽ là lựa chọn có tính khả thi cao với nguồn nhiên liệu ổn định giá thành thấp.



Hình 1-3 Cơ cấu nguồn điện Miền Nam g/đ 2013-2030

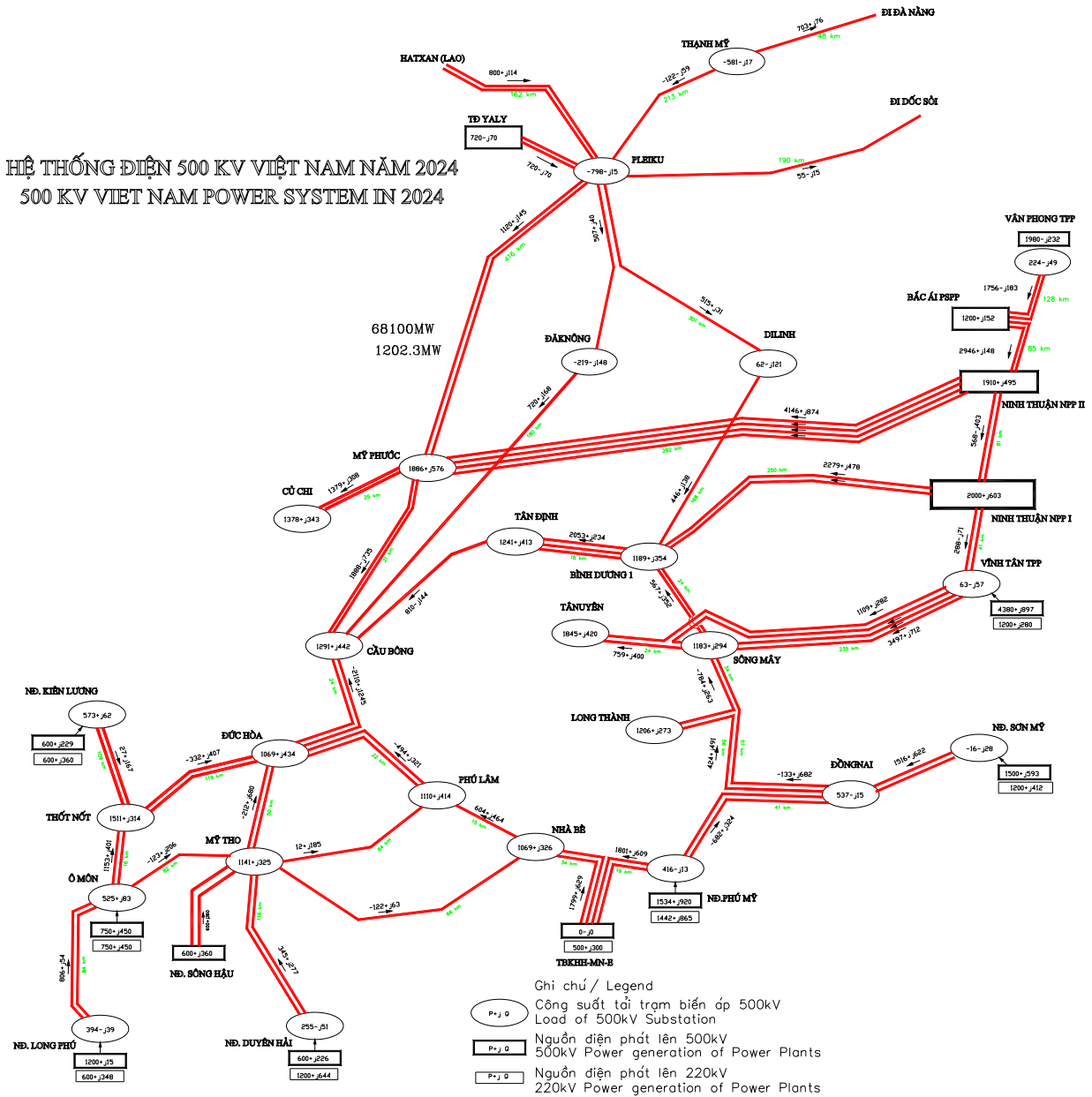
Khu vực Nam Trung bộ được lựa chọn là cụm nguồn điện quan trọng cấp điện cho Miền Nam với công suất nguồn lên đến 20 GW, với sự tham gia của NM ĐHN Ninh Thuận I, II (8000 MW), trung tâm điện lực (TTĐL) Vĩnh Tân 5580 MW, TTĐL Vân Phong 2640 MW và ba nhà máy thủy điện (NMTĐ) Tích Năng 3600 MW.

Sự tập trung nguồn lớn tại 2 tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận đã gây ra áp lực cho hệ thống truyền tải. Theo QHĐ 7 và quy hoạch đầu nối các trung tâm điện lực vào HTĐ, nguồn Nam Trung bộ sẽ sử dụng cấp điện áp 500 kV truyền tải trên khoảng cách 250-300 km về Miền Đông nam bộ (hình 1-4)

Khoảng cách truyền tải 300 km được coi là khá dài, ảnh hưởng đến giới hạn truyền tải theo điều kiện ổn định. Theo IAEA [3], JAPC [4], ở cấp điện áp 500 kV, khoảng cách truyền tải 300 km thì mức mang tải lâu dài không nên vượt quá khoảng 1200 MW. QHĐ 7 và QH đầu nối các nhà máy ĐHN Ninh Thuận I, II cũng đưa đến kết luận cần xây dựng từ 8 đến 14 mạch ĐZ 500 kV để truyền tải cụm nguồn điện, tùy theo sự gia tăng công suất nguồn giai đoạn 2020-2030.

Có rất nhiều vấn đề cần nghiên cứu trong quá trình thiết kế, đầu tư xây dựng một nhà máy điện vào HTĐ quốc gia như: vấn đề phân bố trào lưu công suất hệ thống, điện áp lưới điện, độ tin cậy, ổn định HTĐ, Ở khoảng cách truyền tải lớn (300 km), công suất tải cao thì vấn đề ổn định HTĐ cần được quan tâm hàng đầu. NM ĐHN là nhà máy điện rất đặc biệt nên càng phải cần có những nghiên cứu chuyên sâu để đảm bảo cho sự vận hành an toàn, lâu dài của nhà máy.

HỆ THỐNG ĐIỆN 500 KV VIỆT NAM NĂM 2024
500 KV VIET NAM POWER SYSTEM IN 2024



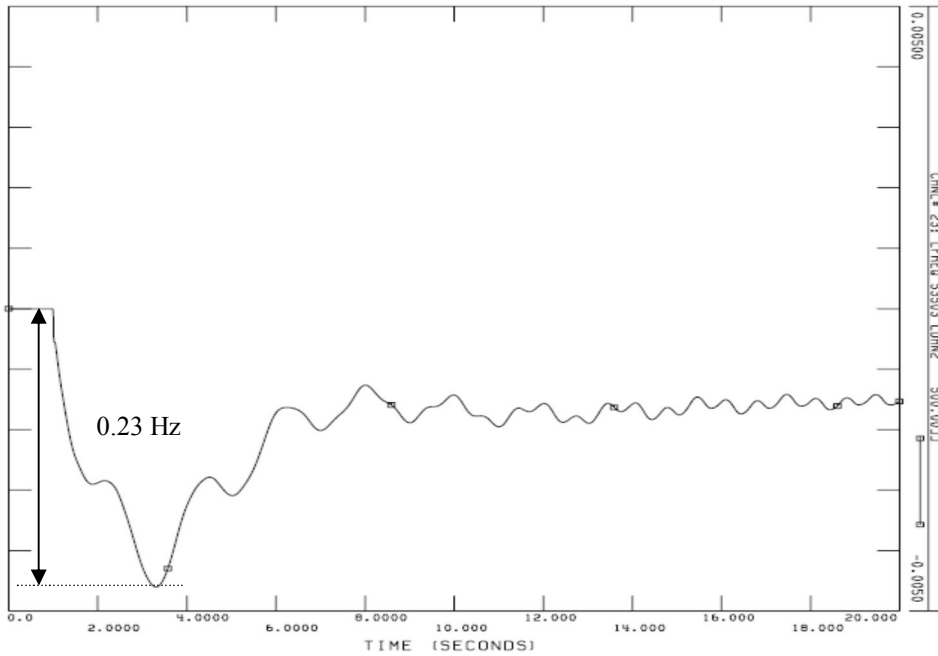
Hình 1-4 Sơ đồ Hệ thống điện 500 kV khu vực Miền Nam năm 2024

Phần sau đây sẽ trình bày kết quả nghiên cứu về ổn định động và ổn định tĩnh của HTĐ trong bối cảnh có thêm 02 nhà máy ĐHN Ninh Thuận I và Ninh Thuận II đấu nối vào HTĐ quốc gia. Năm tính toán 2024, mô phỏng lưới điện 500-220 kV toàn quốc, phần mềm mô phỏng: PSS/E V33.4

2. ỔN ĐỊNH ĐỘNG VÀ CÁC CHỈ SỐ GIỚI HẠN ỔN ĐỊNH ĐỘNG

2.1. Tần số hệ thống điện

Khi hoàn thành, tổ máy điện hạt nhân cỡ 1000 MW sẽ là tổ máy lớn nhất trong hệ thống. Do yêu cầu về kinh tế, các tổ máy điện hạt nhân vận hành 100% công suất cả trong chế độ Pmax và chế độ Pmin (vận hành ở đáy biểu đồ). Do đó, để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến tần số hệ thống điện, cần quan tâm đến chế độ Pmin và mất 01 tổ máy điện hạt nhân. Mô phỏng tình huống này và quan sát diễn biến tần số hệ thống như hình vẽ 2-1.



Hình 2-1 Diễn biến tần số hệ thống khi mất 01 tổ máy ĐHN, chế độ Pmin

Mức độ suy giảm lớn nhất của tần số là: $0.0046 \cdot 50 = 0.23$ Hz. Theo quy định của Việt Nam [5], tần số hệ thống khi sự cố 1 phần tử cần nằm trong khoảng $49,5 \text{ Hz} \div 50,5 \text{ Hz}$. Do đó, khi sự cố mất 1 tổ máy ĐHN, tần số hệ thống không bị vi phạm quy định hiện hành.

Hằng số Primary Reserve – PR đặc trưng cho độ mạnh yếu của hệ thống điện, được xác định như sau:

Ở Nhật Bản, người ta đưa ra khái niệm tương tự, gọi là hằng số Công suất – Tần số (Power Frequency constant – PF), nếu PF bằng $1-2\%/0.1 \text{ Hz}$ thì hệ thống được coi là bình thường [4].

$PF = 1.74\%$ có nghĩa là: ở chế độ Pmin, nếu hệ thống mất đi 1,74 % công suất nguồn (435 MW) thì tần số giảm 0.1 Hz. Theo cơ quan điều hành lưới điện truyền tải Châu Âu (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity) - UCTE [6], các giá trị PR và PF rất có ý nghĩa khi lập các phương thức vận hành, nhằm đưa tần số hệ thống nhanh chóng trở về trạng thái an toàn.

Từ các tính toán trên, có thể nhận thấy năm 2024, hệ thống điện Việt Nam có khả năng hấp thụ tốt tổ máy điện hạt nhân cỡ 1000 MW. Sự cố N-1 đối với tổ máy ĐHN không gây sụt giảm lớn về tần số hệ thống điện.

2.2. Thời gian cắt giới hạn trong trường hợp sự cố N-1 đường dây truyền tải

Một đại lượng khác cũng đặc trưng cho độ mạnh yếu của lưới điện khu vực, đó là thời gian cắt giới hạn T_{cgh} . T_{cgh} là khoảng thời gian tồn tại tối đa của sự cố mà hệ thống điện vẫn giữ được ổn định. Theo khuyến cáo, thời gian chịu đựng sự cố ngắn mạch 3 pha tối đa của các tổ máy ĐHN là khoảng 150 ms [3]. Tiêu chuẩn Việt Nam [5] quy định thời gian tối đa loại trừ ngắn mạch bằng bảo vệ chính là 80 ms cho cấp 500 kV. Do vậy, cần tính toán T_{cgh} cho lưới 500 kV khu vực để đảm bảo khả năng hoạt động tin cậy, an toàn và có dự phòng của các thiết bị đóng cắt, bảo vệ HTĐ.

Sử dụng phương pháp lặp, mô phỏng sự cố ngắn mạch 3 pha đầu ĐZ truyền tải 500 kV, thời gian giải trừ sự cố tăng dần (bắt đầu từ 80 ms đến 400 ms) ghi lại thời điểm các tổ máy ĐHN bị mất ổn định đồng bộ. Kết quả như sau:

- Sự cố N-1 ĐZ 500 kV NPP2 – Mỹ Phước, $T_{cgh} = 244$ ms.

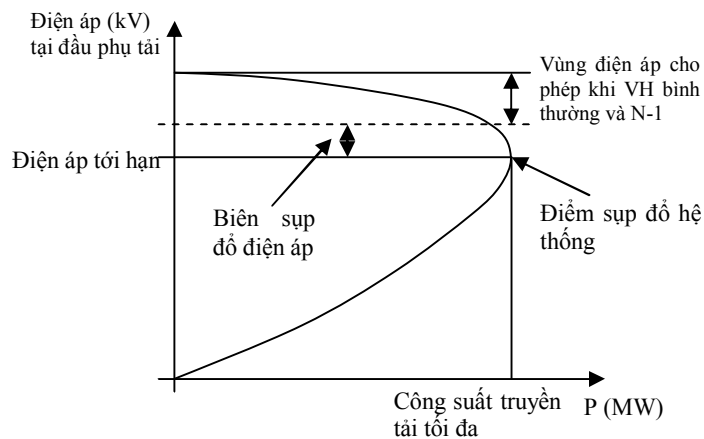
- Sự cố N-1 ĐZ 500 kV NPP1 – Bình Dương 1, $T_{cgh} = 236$ ms.
- Sự cố N-1 ĐZ 500 kV Vĩnh Tân – Sông Mê, $T_{cgh} = 208$ ms.

Kết quả tính toán T_{cgh} cho thấy lưới điện khu vực có khả năng chịu đựng thời gian duy trì sự cố ngắn mạch 3 pha trong khoảng 208 từ đến 244 ms, tùy theo sự cố xảy ra ở đâu. Các giá trị T_{cgh} thỏa mãn các yêu cầu hiện nay về thời gian loại trừ sự cố (80 ms) và đảm bảo mức dự phòng của thiết bị đóng cắt.

3. BÀI TOÁN GIỚI HẠN TRUYỀN TẢI TRÊN ĐƯỜNG DÂY 500 KV ĐẦU NỐI NM ĐIỆN HẠT NHÂN

3.1. Phương pháp luận cho bài toán tìm giới hạn truyền tải

Bài toán tìm giới hạn truyền tải trên đường dây tải điện thường được gắn với khái niệm giới hạn ổn định tĩnh hệ thống điện (steady state stability limit). Theo UCTE [6], giới hạn truyền tải được xác định như hình sau (hình 3-1).



Hình 3-1 Phương pháp xác định giới hạn truyền tải

Điểm sụp đổ điện áp hệ thống điện đã được chứng minh là trạng thái tại đó định thức ma trận Jacobi của hệ phương trình chế độ xác lập đối dấu từ dương sang âm [7]. Nhiều chương trình máy tính hiện nay có khả năng mô phỏng các chế độ làm nặng hệ thống điện nhằm tìm ra điểm sụp đổ hệ thống, qua đó xác định giới hạn truyền tải. Phần tính toán dưới đây sẽ sử dụng chương trình PSS/E V33.4 để xây dựng các đường cong P-V nhằm tìm ra giới hạn truyền tải lớn nhất của các ĐZ 500 kV đầu nối cụm NM ĐHN, qua đó xác định mức độ dự phòng ổn định tĩnh của lưới điện.

3.2. Giới hạn truyền tải trên đường dây 500 kV

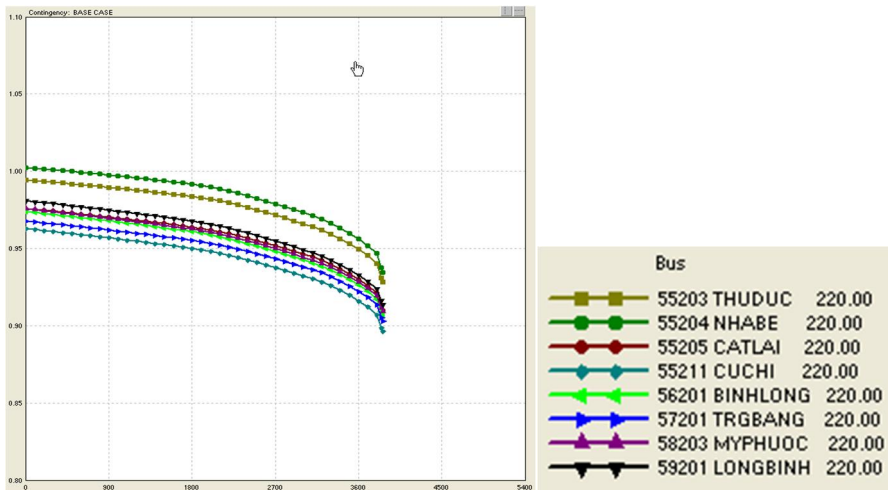
Các kịch bản phân tích ổn định tĩnh và tính toán giới hạn truyền tải bao gồm:

- Kịch bản cơ sở: hệ thống điện làm việc bình thường, tăng dần công suất truyền tải từ cụm nguồn điện Nam Trung Bộ về miền Đông Nam Bộ.
- Kịch bản sự cố N-1: bao gồm sự cố 1 mạch ĐZ NPP2 – Mỹ Phước, NPP1 – Bình Dương 1 và Vĩnh Tân – Sông Mê, tăng dần công suất truyền tải
- Kịch bản sự cố N-2: sự cố 2 mạch ĐZ 500 kV NPP2 – Mỹ Phước, 2 mạch NPP1 – Bình Dương 1 và 2 mạch ĐZ Vĩnh Tân – Sông Mê; tăng dần công suất truyền tải

Đối với những đường dây dài đầu nối nhà máy ĐHN, tiêu chí N-1 là tiêu chí bắt buộc, các thông số chế độ cần phải đảm bảo trong điều kiện cho phép. Tiêu chí N-2 là tiêu chí kiểm tra, nhằm đánh giá mức độ an toàn cũng như khả năng rủi ro đối với hệ thống khi xảy ra thảm họa, thiên tai.

Các kết quả tính toán được tóm tắt như sau:

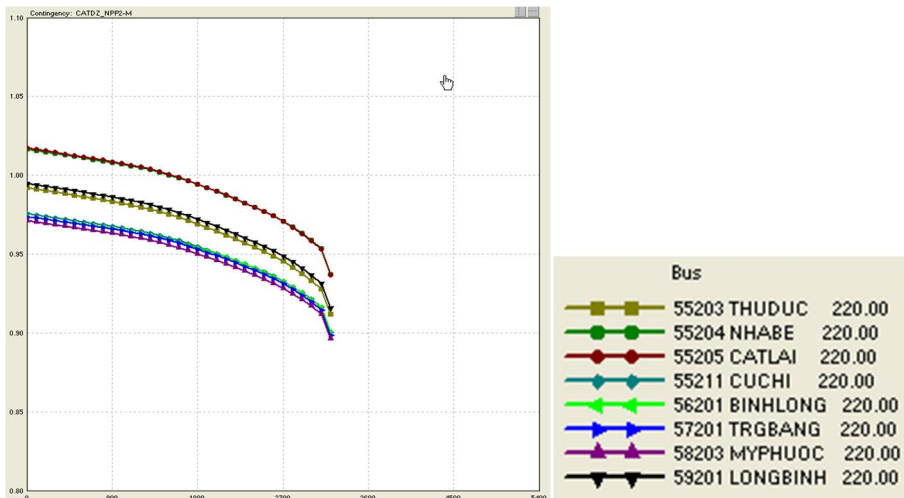
- Kịch bản cơ sở: hệ thống điện làm việc bình thường, không xảy ra sự cố:



Hình 3-2 Đặc tính P-V kịch bản cơ sở

Hệ số dự trữ ổn định tĩnh trên các ĐZ liên kết 500 kV được tính như sau [8]:

- Kịch bản sự cố N-1: sự cố 1 mạch ĐZ ĐHN2 – Mỹ Phước:



Hình 3-3 Đặc tính P-V kịch bản sự cố N-1 ĐZ ĐHN 2 – Mỹ Phước

Hệ số dự trữ ổn định trong trường hợp vận hành sự cố N-1 ĐZ NPP2 – Mỹ Phước:

Tính toán tương tự cho các kịch bản khác, kết quả như sau:

- Sự cố 2 mạch ĐZ 500 kV NPP2 – Mỹ Phước: Kdt = 13,7 %
- Sự cố 1 mạch ĐZ 500 kV NPP1 – Bình Dương 1: Kdt = 17,7 %
- Sự cố 2 mạch ĐZ 500 kV NPP1 – Bình Dương 1: Kdt = 10,7 %
- Sự cố 1 mạch ĐZ 500 kV Vĩnh Tân – Sông Mây: Kdt = 17,1 %
- Sự cố 2 mạch ĐZ 500 kV Vĩnh Tân – Sông Mây : Kdt = 10,4 %

Nhận thấy, ở chế độ N-1, hệ số dự trữ ổn định tĩnh đạt dưới 20%. Cần có biện pháp nâng cao giới hạn ổn định tĩnh.

Trong các giải pháp nâng cao ổn định tĩnh HTĐ, nghiên cứu đề xuất giải pháp đặt tụ bù tĩnh tại khu vực trung tâm phụ tải Miền Đông Nam Bộ với tổng dung lượng khoảng 700 MVar lân cận các TBA 500 kV đầu mối là Mỹ Phước, Cầu Bông, Bình Dương 1, Sông Mây, Tân Uyên, Củ Chi và Tân Định.

Kết quả tính toán giới hạn ổn định tĩnh sau khi đặt bù CSPK như sau:

Bảng 3-1 So sánh hệ số dự trữ trước và sau khi đặt bù CSPK

STT	Kịch bản	K dt (%)	
		Trước khi đặt bù	Sau khi đặt bù
1	Kịch bản cơ sở	22.7	26.9
2	Sự cố 1 mạch NPP 2 - Mỹ Phước	18.8	23.1
3	Sự cố 2 mạch NPP 2 - Mỹ Phước	13.7	18.2
4	Sự cố 1 mạch NPP 1 - Bình Dương 1	17.7	22.0
5	Sự cố 2 mạch NPP 1 - Bình Dương 1	10.7	15.3
6	Sự cố 1 mạch Vĩnh Tân - Sông Mỹ	17.1	21.4
7	Sự cố 2 mạch Vĩnh Tân - Sông Mỹ	10.4	14.9

Nhận thấy, sau khi đặt bù CSPK phía khu vực phụ tải, hệ số dự trữ ổn định tĩnh đã được cải thiện đáng kể, đạt trên 20% ở chế độ N-1, nâng cao rõ rệt ở chế độ N-2.

4. KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

Sự xuất hiện của nhà máy ĐHN Ninh Thuận I và II giai đoạn 2021-2025 sẽ đáp ứng kịp thời nhu cầu tiêu thụ điện tăng cao của Miền Nam. Tuy nhiên, do quy mô công suất lớn, cùng với khoảng cách truyền tải xa đã dẫn tới những thách thức cho việc thiết kế hệ thống truyền tải cũng như khả năng thích ứng của lưới điện. Nghiên cứu này nhìn nhận sự ảnh hưởng của các tổ máy ĐHN tới vận hành lưới điện trên quan điểm ổn định hệ thống điện.

Nghiên cứu đã tính ra hằng số Công suất – Tần số của hệ thống điện Việt Nam khoảng 1.74%/0.1Hz, thể hiện khả năng hấp thụ tốt tổ máy điện hạt nhân cỡ 1000 MW

Mô phỏng ổn định động tính được thời gian cắt giới hạn của lưới 500 kV khu vực khi sự cố N-1 là từ 208-244 ms. Giá trị này cao hơn nhiều so với thời gian cắt định mức quy định của Việt Nam là 80 ms, cao hơn ngưỡng khuyến cáo của nhà sản xuất máy phát ĐHN (150 ms)

Đối với trường hợp vận hành bình thường, giới hạn truyền tải của 10 ĐZ 500 kV từ cụm nguồn Điện hạt nhân truyền tải về Miền Đông Nam Bộ đạt khoảng 13534 MW, mức độ dự trữ ổn định là 22.7%. Khi sự cố N-1 mức độ dự trữ ổn định là 17.1-18.8%, khi sự cố N-2 thì dự trữ ổn định đạt 10.4-13.7%.

Đề xuất biện pháp nâng cao giới hạn ổn định tĩnh hệ thống: đặt tụ bù ngang tại khu vực 7 vị trí trạm 500 kV đầu mỗi với tổng dung lượng 700 MVar. Kết quả tính toán cho thấy, các giới hạn ổn định tĩnh hệ thống được nâng lên rõ rệt: ở điều kiện vận hành bình thường, dự trữ ổn định đạt 26.9%; tiêu chí N-1 đã đáp ứng được mức độ dự phòng ổn định của hệ thống trên 20%.

Khác với các nhà máy điện thông thường, nhà máy điện Hạt nhân có những yêu cầu tương đối nghiêm ngặt về chế độ vận hành trong hệ thống điện. Vì vậy để đảm bảo an toàn vận hành, cần tiến hành những nghiên cứu chuyên sâu về tương tác qua lại giữa nhà máy ĐHN với hệ thống điện; nghiên cứu đặt bù tối ưu nâng cao dự trữ truyền tải; tính toán cấu trúc lưới điện truyền tải nhằm đảm bảo truyền tải hết công suất ĐHN đồng thời hạn chế dòng điện ngắn mạch.

GIỚI THIỆU TÁC GIẢ



Họ và tên: Nguyễn Mạnh Cường, năm sinh 1981

Đơn vị công tác: Viện Năng lượng – Bộ Công Thương

Lĩnh vực nghiên cứu chính: Quy hoạch Hệ thống điện, tính toán ổn định hệ thống điện, ngắn mạch HTĐ, sụp đổ hệ thống điện.

Hiện là nghiên cứu sinh, chuyên ngành Mạng và Hệ thống điện, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IE, "Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến 2030," Hà Nội 2011.
- [2] EVN, "Báo cáo thường niên EVN 2013," Hà Nội 2013.
- [3] IAEA, "Technical Reports Series No. 271: Introducing Nuclear Power Plants into Electrical Power Systems of Limited Capacity: Problems and Remedial Measures," Vienna 1987.
- [4] JAPC, "Ninh Thuan 2 Nuclear Power Plant: Chapter 2. Rationale for investment necessity, time of appearance, role and capacity, working regime of Ninh Thuan 2 NPP," Tokyo 2012.
- [5] MOIT, "Thông tư 12 Quy định hệ thống điện truyền tải," ed: Bộ Công thương, 2010.
- [6] UCTE, "UCTE Operation Handbook," ed: UCTE, 2010.
- [7] P. Sauer and M. Pai, "Power system steady-state stability and the load-flow Jacobian," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 5, pp. 1374-1383, 1990.
- [8] L. V. Út, Phân tích & Điều khiển ổn định hệ thống điện: NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2011.