

MỘT SỐ BIỆN PHÁP NGĂN NGỪA VÀ GIẢM THIỂU SỰ CỐ MẤT ĐIỆN TRÊN ĐIỆN RỘNG**Trần Văn Thiện^{1,3}, Nguyễn Xuân Trường²**¹*Học viên cao học, Khoa Cơ Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*²*Khoa Cơ Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*³*Trường cao đẳng nghề Việt - Đức, Vĩnh Phúc**Email: Thientv82@gmail.com; nxtruong@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 10.10.2013

Ngày chấp nhận: 17.07.2014

TÓM TẮT

Sự cố mất điện trên diện rộng là loại sự cố có xác suất thấp nhưng rất nguy hiểm, nó thường gây thiệt hại rất lớn về kinh tế, xã hội. Sự cố tan rã hệ thống điện là một hiện tượng phức tạp, với nhiều nguyên nhân khác nhau. Một hệ thống điện bị tan rã là kết quả của một quá trình chia tách, mất đường dây hay tổ máy phát điện... quan trọng. Xảy ra liên tục cho đến khi bị phân chia hoàn toàn thành các vùng, khu vực cách ly nhau. Các nguyên nhân cơ bản bắt đầu từ khâu quy hoạch, thiết kế, hệ thống điều khiển bảo vệ, vận hành, bảo trì, bảo dưỡng... gây sự cố mất điện trên diện rộng vô cùng nguy hiểm. Tuy nhiên, vì nhiều lý do khác nhau cả chủ quan lẫn khách quan nên việc nghiên cứu, tìm hiểu các nguyên nhân, cơ chế phát sinh và các hiện tượng gây nên sự cố mất điện trên diện rộng chưa được quan tâm đúng mức.

Từ khóa: Sự cố mất điện trên diện rộng, tan rã hệ thống điện, thiết kế và quy hoạch hệ thống điện, vận hành hệ thống điện.

Some Measures to Prevent and Minimize Wide-scale Power Outages**ABSTRACT**

A wide-scale power outage is a loss of electric power with low probability but dangerous such that it causes great economical and social damage. The power system disintegration resulting in wide-scale power blackouts is a complex phenomenon brought about by different causes. The disintegration of a power system results from a process of separating or losing electric lines or generation units, which happens continuously until it completely divides into isolated regions or areas. The underlying causes derive from the stage of planning, designing, operating, or maintaining, which lead to dangerous wide-scale power outages. However, for many different reasons, both subjectively and objectively, the investigation of the causes, mechanisms and phenomena bringing about the wide-scale power outages was not taken into consideration.

Keywords: Electric system disintegration, power system design, power system planning and operation, the wide-scale outages,

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong đời sống ngày nay, điện năng có vai trò hết sức quan trọng, có mặt hầu như khắp mọi nơi, trong tất cả mọi lĩnh vực, ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp. Với sự phát triển mạnh mẽ của thế giới, nhu cầu sử dụng điện năng tăng cao về cả công suất và quy mô lãnh thổ đòi hỏi các hệ thống điện không ngừng mở rộng đồng thời phải

đảm bảo các yêu cầu về chất lượng, an toàn trong quá trình vận hành. Trong bất cứ hệ thống điện nào cũng luôn luôn tồn tại một mối đe dọa đưa hệ thống đến các chế độ làm việc không bình thường. Những hỏng hóc, lỗi của các thiết bị trên hệ thống dẫn đến sự tác động sai, ngừng làm việc theo dây chuyền của các phần tử quan trọng trong hệ thống làm mất điện trên phạm vi rộng được gọi là sự cố mất điện trên diện rộng. Đây là

sự kiện có xác suất thấp (hiếm khi xảy ra) nhưng hậu quả của lại vô cùng nghiêm trọng. Tuy nhiên, vì nhiều lý do khác nhau cả chủ quan lẫn khách quan nên việc nghiên cứu, tìm hiểu các nguyên nhân, cơ chế phát sinh và các hiện tượng gây nên sự cố mất điện trên diện rộng chưa được quan tâm đúng mức.

Một hệ thống điện bị tan rã là kết quả của một quá trình chia tách, mất đường dây quan trọng hay máy phát điện... liên tục cho đến khi bị phân chia hoàn toàn thành các vùng, khu vực cách ly nhau và không thể điều chỉnh được dẫn đến sự cố tan rã hệ thống và mất điện trên diện rộng vô cùng nguy hiểm. Lịch sử thế giới đã ghi lại rất nhiều các sự cố mất điện trên diện rộng... Đây là một sự cố tồi tệ nhất đối với bất cứ hệ thống điện nào bởi vì hậu quả của nó rất lớn về mặt an ninh và kinh tế, xã hội. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến sự cố mất điện trên diện rộng phụ thuộc rất nhiều vào công tác quy hoạch thiết kế, quản lý vận hành, sự làm việc ổn định của hệ thống điều khiển giám sát và bảo vệ có trong hệ thống điện. Theo nhật ký vận hành thì những tác nhân chính gây ra các sự cố mất điện trên diện rộng bắt đầu từ khâu này. Ví dụ: tại Mỹ 70%, Ấn Độ 82%, Việt Nam 50% các kích động lớn có sự tham gia của hệ thống bảo vệ (Nguyễn Tùng Lâm và cs., 2010). Bắt đầu từ khâu quy hoạch thiết kế (dự đoán sai phụ tải) gây ra sự cố mất điện trên diện rộng tại Tokyo – Nhật Bản ngày 23 tháng 7 năm 1987 (Prabha, 1994; Carson et al., 1994; Sami, 2001).

Chính vì vậy, việc nghiên cứu các giải pháp nhằm ngăn chặn và giảm thiểu sự cố mất điện trên diện rộng bắt nguồn từ các khâu này là một trong những vấn đề quan trọng và cấp thiết góp phần vào sự vận hành ổn định và an toàn hệ thống điện.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu các sự cố mất điện trên diện rộng điển hình

Phương pháp nghiên cứu tài liệu tham khảo chuyên ngành, nghiên cứu các sự cố tan rã hệ thống trên thế giới và các bài học kinh nghiệm từ các sự cố trên thế giới đã được tổng hợp.

Nghiên cứu tập trung phân tích, đánh giá cơ chế và các nguyên nhân chính gây ra sự cố mất điện trên diện rộng bắt đầu từ các khâu như:

- Quy hoạch và thiết kế
- Quản lý và vận hành
- Công tác bảo trì, bảo dưỡng
- Hệ thống điều khiển giám sát và bảo vệ.

2.2. Phương pháp phân tích

Nghiên cứu được tìm hiểu, phân tích cơ chế và các nguyên nhân chính gây ra sự cố bắt đầu từ các khâu như: quy hoạch và thiết kế, công tác quản lý và vận hành, bảo trì bảo dưỡng, điều khiển giám sát và bảo vệ.

Từ đó đề xuất một số biện pháp nhằm ngăn chặn và giảm thiểu sự cố mất điện trên diện rộng có thể xảy ra trên hệ thống điện.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số sự cố mất điện trên diện rộng điển hình trên thế giới

Trên thế giới đã ghi nhận nhiều sự cố mất điện trên diện rộng như tại Thụy Điển và Đan Mạch ngày 23/9/2003, tại Italy ngày 28/9/2003, tại Mỹ ngày 2/7/1996 và ngày 10/8/1996, tại Nhật Bản ngày 23/7/1987, tại Ấn Độ ngày 30/7/2012... Ở Việt Nam cũng đã từng xảy ra sự cố mất điện trên diện rộng vào các ngày 17/5/2005, 27/12/2006, 20/7/2007, 04/9/2007 và mới đây nhất là ngày 22/5/2013.

3.1.1. Một số sự cố trên thế giới

* Sự cố tại miền Tây nước Mỹ (Western Systems Coordination Council – WCSS) ngày 02/07/1996. Hệ thống đang ở chế độ nặng tải và nhiệt độ trong vùng miền nam Idaho và Utah khá cao, khoảng 38°C. Lượng công suất tải từ vùng Pacific NW về California là khá cao:

+ Đường dây liên lạc AC: 4300MW (giới hạn cho phép là 4800MW).

+ Đường dây liên lạc DC: 2800MW (giới hạn cho phép là 3100MW)

Cùng với đó là sự cố ngăn mạch một pha trên đường dây 345kV từ nhà máy thủy điện

Jim Bridger trong vùng Wyoming đến Udaho, do phóng điện từ đường dây vào hành lang tuyến. Tổng hợp nhiều yếu tố, hiện tượng khác khiến hệ thống bảo vệ role tác động sai làm cắt một đường dây mạch kép. Diễn biến của sự cố này có thể được mô tả như sau:

Trong vòng 36 phút từ khi sự kiện khơi mào, đã khiến 05 vùng mất đồng bộ và kết quả là sự cố mất điện trên diện rộng xảy ra làm 2 triệu người bị ảnh hưởng, 11.743 MW bị mất. Nguyên nhân khơi mào được xác định là do phóng điện vào cây và tác động sai của role bảo vệ dẫn đến sụp đổ điện áp trên toàn hệ thống (Prabha, 1994).

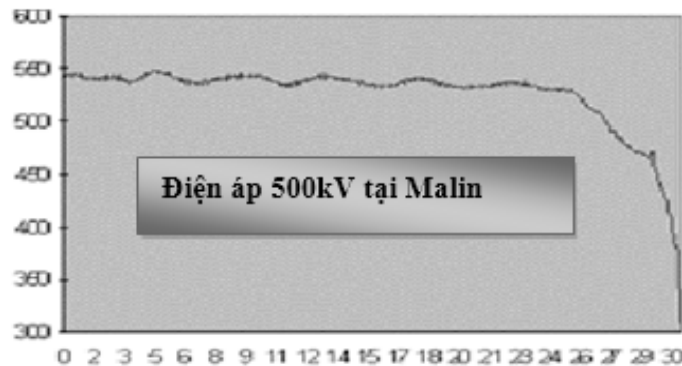
* Sự cố mất điện trên diện rộng tại Tokyo – Nhật Bản ngày 23 tháng 7 năm 1987: Toàn bộ thủ đô Tokyo có thời tiết rất nóng, dẫn đến lượng tải tiêu thụ do điều hòa nhiệt độ tăng cao. Sau thời gian buổi trưa, lượng tải tăng lên khoảng 1% /1 phút (tương đương với 400 MW/1

phút). Sau khoảng 20 phút, các hệ thống bảo vệ role tác động ngắt một số phân của hệ thống truyền tải và xả tải 8000MW. Nguyên nhân chính của sự cố này là quá trình suy giảm điện áp trong khoảng thời gian dài dẫn đến sụp đổ điện áp (Prabha Kundur, 1994; Sami, 2001).

* Sự cố mất điện tại Thụy Điển/ Đan Mạch ngày 23 tháng 9 năm 2003. Trước khi xảy ra sự cố, tất cả các điều kiện vận hành đều nằm trong giới hạn cho phép. Tổng lượng tải của Thụy Điển vào khoảng 15000MW và không quá nặng tải. Hai đường dây 400kV trong vùng sự cố đã được cắt ra để bảo dưỡng định kỳ, một đường dây HVDC khác nối với Đức cũng bị cắt ra cho mục đích bảo dưỡng. Bắt đầu từ 12:30, tổ máy 3 của nhà máy điện hạt nhân Oskarshamn bị sự cố phải giảm công suất từ 1250MW xuống 800MW vì sự cố trong hệ thống bơm cấp nước. Dẫn đến tổ máy 3 bị cắt ra làm mất hoàn toàn 1250MW. Sự thiếu hụt công suất do một số

Bảng 1. Sự cố ngày 2 tháng 7 năm 1996

Các hiện tượng khơi mào	Hiện tượng dây chuyền
Lúc 14:24 đường dây 345kV Jim Bridger – Kimport bị cắt do vồng	Đường dây 203kV Mill Creek-Antelope cắt do role khoảng cách vùng 3 tác động nhầm
Đường dây song song Jim Bridger – Goshen cũng bị cắt do role bị lỗi	
2 trong 4 tổ máy tại Jim Bridger bị tách ra bởi phương thức RAS	Điện áp tại vùng Boise Idaho cũng như tại COI bắt đầu sụp đổ một cách nhanh chóng
Trong khoảng 23 giây, hệ thống xử lý và điều chỉnh phù hợp về công suất. Tiếp theo một rơ le tác động nhầm gây mất ổn định hệ thống điện	Do lỗi điện áp sụp đổ làm 4 đường dây 230kV giữa các trạm biến áp Boise và Brownlee bị cắt.
	Tiếp theo, các thiết bị bảo vệ tại các trạm biến áp Malin và Captain Jack tự động tác khối COI



Hình 1: Quá trình sụp đổ điện áp trên hệ thống 500kV khi mất điện tại các bang miền tây nước Mỹ

đường dây đang cắt ra bảo dưỡng cùng với sự cố tại nhà máy điện hạt nhân Oskarshamn đã làm hệ thống sụp đổ cả điện áp và tần số và gây lên mất điện trên diện rộng. Tổng lượng tải bị cắt vào khoảng 6,3 GW và mất hơn 6h để khôi phục HTĐ (Schläpfer, 2005; Larsson et al, 2004).

* Sự cố mất điện tại Italy, ngày 28/09/2003. Lúc 03 giờ 01 phút 42 giây, có một sự cố xảy ra trên đường dây 380kV mang tải nặng từ Mettlen - Lavorgo trong HTĐ Thụy Sĩ. Đường dây truyền tải 400kV Sils - Soazza từ Thụy Sĩ đến Italy bị quá tải 110%. Ngay lập tức, một đường dây 220 kV bên trong lãnh thổ Thụy Sĩ đã bị quá tải và bị cắt ra làm mất một lượng tải truyền sang Italy là 740MW. Sau sự cố này, các đường dây nhập khẩu điện từ các nước khác như Pháp, Thụy Sĩ, Áo, Slovenia đến Italy đã bị quá tải và lần lượt bị cắt ra. Kết quả là HTĐ Italy đã bị mất điện hoàn toàn, tổng lượng tải bị cắt là 27 GW, thời gian mất điện gần một ngày, thiệt hại về kinh tế là hàng chục tỉ đô la (Corsi et al, 2004; Berizzi, 2004; Allegato, 2004).

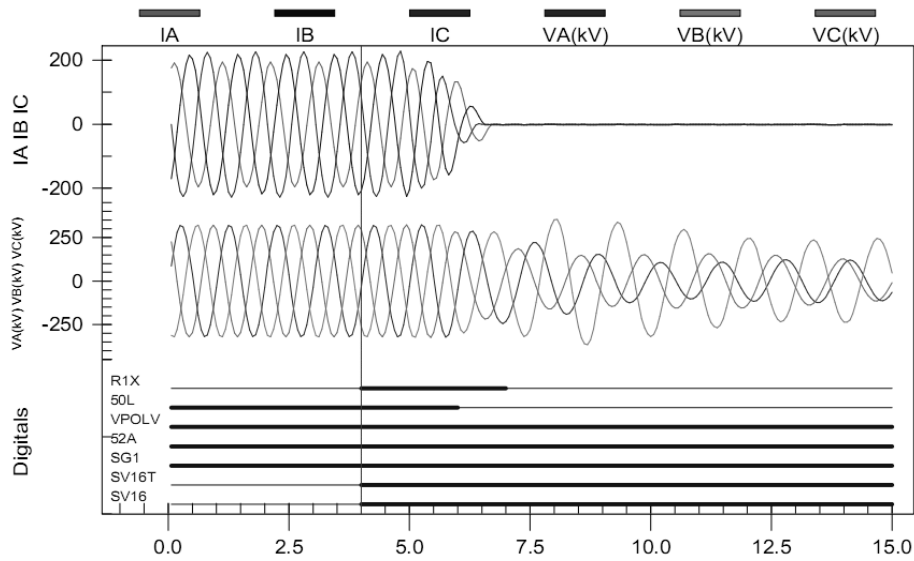
* Sự cố tan rã HTĐ tại các bang miền Bắc nước Mỹ và Canada (North American Electricity Reliability Council (NERC-USA) ngày 14/08/2003. Dựa vào các điều tra của NERC, thì HTĐ lúc đó đang vận hành ở trạng thái mang tải nặng và rất thiếu công suất phản kháng trong vùng Cleveland, Ohio. Hệ thống đánh giá và phân tích sự cố thời gian thực của vùng Midwest ISO (MISO) đã không hoạt động đúng do có sự cố ẩn bên trong từ khoảng 12 giờ 15 phút đến 16 giờ 04 phút. Điều này, khiến MISO không đưa ra được cảnh báo sớm trong việc đánh giá trạng thái HTĐ. Tại trung tâm điều khiển hệ thống điện FE (First Energy control center) đã xảy ra sự cố hư hỏng phần mềm máy tính trong hệ thống quản lý năng lượng (Energy Management System EMS) lúc 14 giờ 14 phút. Những hư hỏng này khiến FE không thể đánh giá đúng được tình trạng làm việc và đưa ra những cảnh báo sớm và biện pháp phòng ngừa. Sự cố đã xảy ra trong hệ thống FE lúc 13 giờ 31 phút, tổ máy số 5 của nhà máy Eastlake bị cắt ra do quá kích thích, và một số máy khác trong vùng FE và phía bắc Ohio vận hành quá tải về công suất phản kháng, trong khi đó trong khu

vực công suất phản kháng tiếp tục tăng cao. Đường dây 345kV mang tải 44% trong vùng FE Chamberlin-Harding, đường dây 345kV Hanna-Juniper mang tải 88%, đường dây 345kV Star-Canton mang tải 93% lần lượt bị cắt ra do phóng điện từ dây dẫn vào cây trong khoảng thời gian lần lượt là 15 giờ 05 phút, 15 giờ 32 phút, 15 giờ 41 phút. Tiếp theo là các đường dây 138kV bị cắt ra, nhưng không có biện pháp ứng phó nào. Trung tâm điều khiển FE và MISO bị lỗi hỏng nên không thể điều khiển HTĐ và mất điện lan rộng vùng Ohio. Vào khoảng 16 giờ 10 phút 38 giây, các đường dây liên lạc giữa Ohio và Michigan bị mất, công suất giữa Mỹ và Canada bị thay đổi, vùng Detroit điện áp giảm mạnh và các đường dây bị quá tải nặng. Kết quả là sự mất điện hàng loạt theo dây chuyền, với việc cắt hàng trăm tổ máy, đường dây trong một vùng rộng lớn. Ước tính khoảng 65000MW đã bị cắt và mất khoảng 30 giờ để khôi phục lại HTĐ. Qua điều tra của các cơ quan chuyên môn kết luận nguyên nhân của sự kiện thứ 2 dẫn đến sự cố là do tác động hợp thức của bảo vệ (Novosel, 2003; Andersson et al., 2005; Larsson et al., 2004; Vournas et al., 2005; Kosterev et al., 1999; Dagle, 2004).

3.1.2. Một số sự cố ở Việt Nam

* Sự cố mất điện toàn miền Bắc: Ngày 27 tháng 12 năm 2006, lúc 14h40 làm một máy cắt trạm biến áp 500kV Pleiku (Gia Lai) bị hỏng, gây rã lưới toàn bộ hệ thống điện miền Bắc (từ Quảng Bình trở ra). Sau 40 phút, hầu hết các phụ tải của Hà Nội cũng như miền Bắc được cấp điện trở lại. Nguyên nhân là do 2 đường dây 500kV đoạn Đà Nẵng – Pleiku đang truyền tải với công suất cao ra miền Bắc để giúp tích nước cho hồ Hòa Bình và hồ Thác Bà theo kế hoạch đảm bảo điện mùa khô năm 2007, nên sự cố máy cắt tại trạm 500kV Pleiku đã làm gián đoạn hệ thống điện Bắc – Nam, gây mất điện trên hệ thống điện miền Bắc.

* Sự cố mất điện toàn miền Bắc: Ngày 27 tháng 12 năm 2006, lúc 14h40 làm một máy cắt trạm biến áp 500kV Pleiku (Gia Lai) bị hỏng, gây rã lưới toàn bộ hệ thống điện miền Bắc (từ Quảng Bình trở ra). Sau 40 phút, hầu hết các



Hình 2. Biến thiên dòng và áp tại lúc 13h51'53" sự cố ngày 22/5/2013

phụ tải của Hà Nội cũng như miền Bắc được cấp điện trở lại. Nguyên nhân là do 2 đường dây 500kV đoạn Đà Nẵng – Pleiku đang truyền tải với công suất cao ra miền Bắc để giúp tích nước cho hồ Hòa Bình và hồ Thác Bà theo kế hoạch đảm bảo điện mùa khô năm 2007, nên sự cố máy cắt tại trạm 500kV Pleiku đã làm gián đoạn hệ thống điện Bắc – Nam, gây mất điện trên hệ thống điện miền Bắc.

* Đường dây truyền tải 500kV dài 1.487km mạch 1, đang cung cấp cho Miền Nam lượng điện năng kha lớn truyền tải sản lượng khoảng 2.000GWh vào thành phố Hồ Chí Minh mỗi năm với công suất đỉnh là 600MW - 800MW. Sự cố (blackout) xảy ra khoảng 14h19 ngày 22/05/2013, là do một cây chạm vào đường dây 500kV Di Linh – Tân Định, ở khoảng cột 1072 - 1073 gần trạm biến áp Tân Định.

Trong lúc đường dây đang truyền tải với công suất cao làm mất liên kết HTĐ 500kV Bắc – Nam. Gây nhảy tất cả các tổ máy phát điện trong hệ thống điện miền Nam, sau đó là sự tan rã kế tiếp nhau các mạch truyền tải và phân phối. Sự cố dẫn đến phản ứng dây chuyền ở 19 nhà máy phía Nam: 43 tổ máy bị ngưng hoạt động. Tổng công suất bị cắt là 9400MW (tương đương với 9 lò phản ứng hạt nhân). 8 triệu

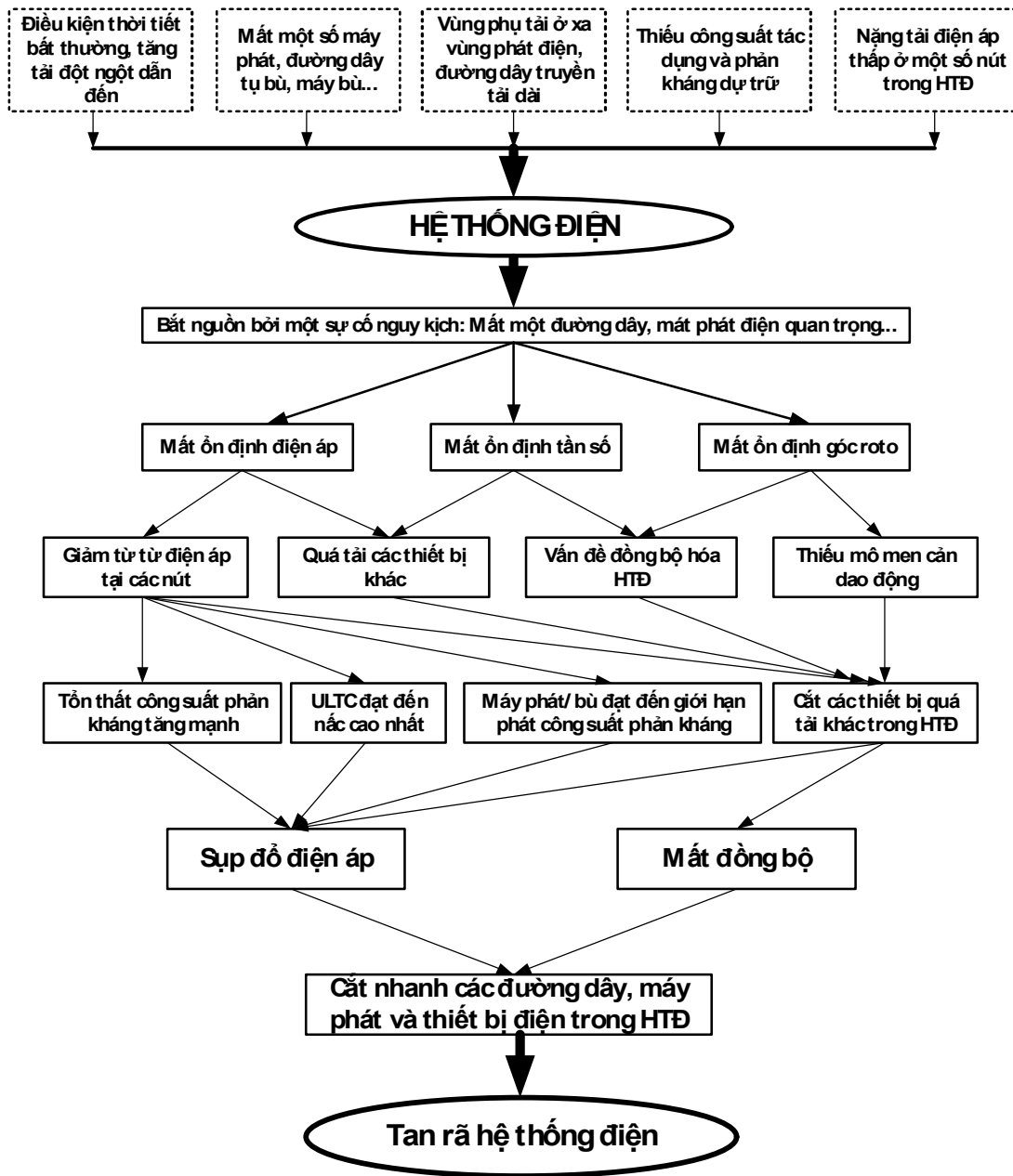
khách hàng (hộ gia đình, công ty, hành chính...), trong đó 1,8 triệu dân thành phố Hồ Chí Minh bị mất điện trong thời gian từ khoảng 1 đến 8 tiếng đồng hồ, ước tính thiệt hại khoảng 14 tỉ đồng (Trung tâm điều độ quốc gia A0, 2013).

3.2. Phân tích cơ chế và nguyên nhân gây ra sự cố mất điện trên diện rộng

3.2.1. Cơ chế chung gây ra sự cố

Các cơ chế xảy ra sự cố mất điện trên diện rộng rất khác nhau từ hệ thống đơn lẻ đến hệ thống liên kết. Tuy nhiên tất cả các sự cố trên đều có một quá trình chung đó là HTĐ đi từ trạng thái vận hành bình thường (có thể rất gần với giới hạn an ninh/ổn định) đến mất ổn định và cuối cùng là chia tách, sụp đổ thành các hệ thống riêng biệt. Cơ chế chung đó chính là sự mất ổn định của HTĐ và được thể hiện trên hình 3.

* Ban đầu, HTĐ đang được vận hành ở những điều kiện bất lợi, khá gần với giới hạn ổn định. Ví dụ: mất một số tổ máy/nhà máy điện, một số đường dây tải điện do sự cố hay bảo dưỡng trong khi đó nhu cầu phụ tải lại đang rất lớn hay tăng lên do những điều kiện bất thường của thời tiết. Hơn nữa, vùng trung tâm phụ tải lại ở xa vùng phát, làm tăng tổn thất truyền tải



Hình 3. Cơ chế xảy ra sự cố mất điện trên diện rộng (tan rã HTĐ)

cả công suất tác dụng và phản kháng, hoặc không có đủ công suất dự phòng. Những điều kiện bất lợi đó làm cho điện áp ở một số nút bị giảm thấp.

* Những điều kiện bất lợi này có thể phải tiếp tục chịu một hoặc một số sự cố cực kỳ nguy kịch do việc mất thêm thiết bị như là mất đường

dây, máy phát quan trọng, làm phá vỡ tiêu chuẩn an ninh (N-1 hay N-m ($m \geq 2$)). Làm phát sinh các vấn đề ổn định HTĐ như mất ổn định điện áp/tần số/ góc pha, làm quá tải các thiết bị còn lại, điện áp giảm thấp tại một số nút, mất đồng bộ giữa các máy phát điện. Việc mất cân bằng công suất phát/tải làm nảy sinh sự sụp đổ về tần số và gây mất đồng bộ hệ thống.

* Việc thiếu các biện pháp ngăn chặn kịp thời của các trung tâm điều độ hệ thống, lỗi vận hành của con người, sự tác động sai của thiết bị bảo vệ, hay hư hỏng ẩn trong các hệ thống giám sát, điều khiển làm cho tình hình trở lên nghiêm trọng hơn.

* Sự tác động của máy biến áp điều áp dưới tải, hay các máy phát đã đạt đến giới hạn công suất tác dụng/phản kháng, làm cho HTĐ mất khả năng điều khiển điện áp, công suất của các tụ bù bị giảm đi theo bình phương của mức độ giảm điện áp tại các nút đặt tụ bù. Kết quả là điện áp tiếp tục giảm thấp, dẫn đến sụp đổ điện áp và tan rã hệ thống.

* Việc thiếu mô men cản các dao động hay quá trình quá độ dẫn đến các máy phát điện bị mất đồng bộ, các hệ thống bảo vệ chống mất đồng bộ tác động cắt các máy phát này ra khỏi HTĐ, làm cho sự mất cân bằng phát/tải tăng lên mạnh hơn nữa, dẫn đến việc cắt hàng loạt các thiết bị khác và cuối cùng là làm sụp đổ hoàn toàn hệ thống.

3.2.2. Những nguyên nhân chính

Sự cố mất điện trên diện rộng là một hiện tượng phức tạp, với nhiều nguyên nhân khác nhau xảy ra đồng thời. Một HTĐ bị tan rã là kết quả của một quá trình chia tách, mất đường dây, máy phát điện... liên tục cho đến khi bị phân chia hoàn toàn thành các vùng, khu vực cách ly nhau. Các nguyên nhân cơ bản gây sự cố mất điện trên diện rộng được tóm lược trên hình 4.

1. Nguyên nhân do thiết kế, quy hoạch

Nguyên nhân đầu tiên bắt đầu từ khâu qui hoạch và thiết kế. Ví dụ: việc dự đoán sai nhu cầu phụ tải dẫn đến sự thiếu hụt năng lượng cung cấp cho phụ tải (sự cố mất điện trên diện rộng tại Ấn Độ ngày 30/7/2012). Một vấn đề quan trọng khác trong giai đoạn này đó là việc tuân theo các tiêu chuẩn an ninh khi thiết kế. Vì việc đảm bảo an ninh cho một HTĐ đối với tất cả các sự cố là không thể thực hiện được. Trường hợp hay gặp nhất là khi có một hư hỏng bất kỳ xảy ra trong HTĐ - hay còn gọi là tiêu chuẩn N-1. Xác suất xảy ra hai (N-2) hay nhiều thiết bị cùng hư hỏng đồng thời là nhỏ hơn. Tuy

nhien, để đảm bảo an ninh cho HTĐ, một số HTĐ còn phải đảm bảo tiêu chuẩn N-2. Nhưng một số HTĐ, trong giai đoạn qui hoạch và thiết kế đã không đảm bảo tiêu chuẩn N-1 (hoặc N-2) đã dẫn đến một số sự cố mất điện trên diện rộng gần đây (sự cố mất điện trên diện rộng tại Thụy Điển-Đan Mạch ngày 23/9/2003). Việc thiết kế và cài đặt các thông số bảo vệ sai cũng là một trong những nguyên nhân của các sự cố mất điện trên diện rộng (sự cố tại Italy ngày 28/9/2003). Việc thay đổi cấu trúc hệ thống, và quan điểm vận hành theo thị trường điện cũng cần phải được cân nhắc kỹ lưỡng khi qui hoạch và thiết kế.

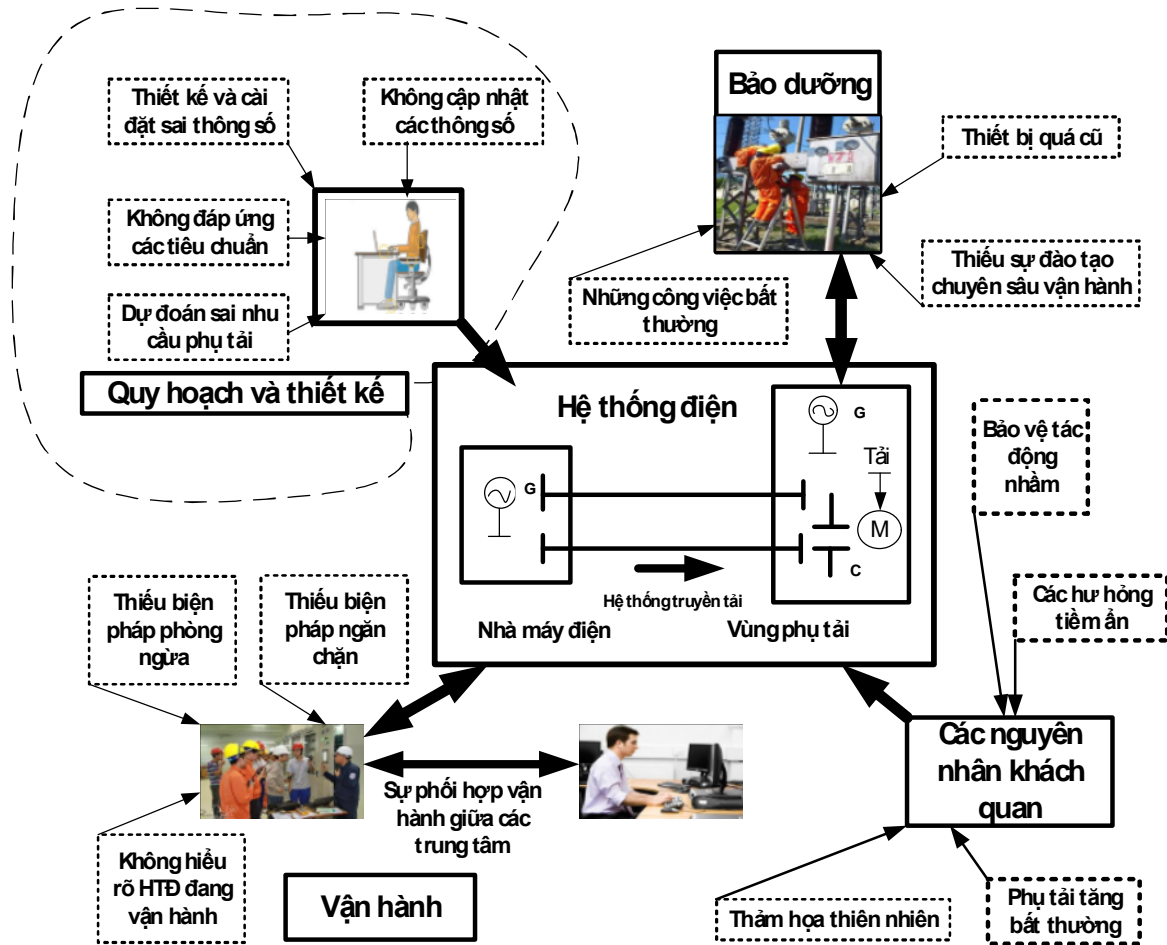
2. Nguyên nhân do quá trình vận hành HTĐ

Trong môi trường thị trường điện, có nhiều các hệ thống điện con (sub-systems) cùng vận hành và điều khiển hệ thống truyền tải xuyên sống (interconnected transmission system the so-called TSOs). Sự có mặt với tỷ lệ khá lớn của hệ thống điện phân tán cũng làm cho HTĐ ngày càng trở lên phức tạp khi xem xét trên quan điểm vận hành và quản lý. Chính vì vậy mà những người vận hành HTĐ có thể không hiểu hết về HTĐ mình đang quản lý-vận hành, đặc biệt là khi có nhiều hợp đồng mua bán điện, dòng chảy công suất - năng lượng liên tục thay đổi, và các sự cố ngẫu nhiên phức tạp có thể xảy ra trong một hệ thống điện lớn. Kết quả là thiếu sự phối hợp và hành động chính xác trong việc phòng ngừa, ngăn chặn sự cố giữa các trung tâm điều độ hệ thống điện (sự cố ở lưới điện Thụy Sĩ - Italy năm 2003).

Sự phát triển nhanh của HTĐ về cả quy mô lẫn cấu trúc, thiết bị đang làm cho công tác quản lý, vận hành và bảo dưỡng càng ngày càng khó khăn và phức tạp hơn.

- Các điều độ viên phải xử lý với nhiều biểu đồ vận hành mới do các ràng buộc và những quy định của thị trường mang lại. Bởi sự hình thành thị trường điện và những thay đổi về việc điều tiết nhằm đạt lợi nhuận của chủ đầu tư mang lại.

- Hệ thống thường xuyên bị đẩy đến làm việc gần giới hạn ổn định. Điều đó làm tăng nguy cơ sự cố và tính phức tạp trong vận hành.



Hình 4. Nguyên nhân gây sự cố mất điện trên diện rộng (tan rã HTĐ)

- Các hệ thống điện được kết nối thành các HTĐ hợp nhất có tính chất liên vùng, liên khu vực và liên quốc gia, tính chất và quy trình điều hành chưa có tính thống nhất và nhiều điểm khác biệt. Điều này làm quy mô và tính phức tạp, khó lường trong vận hành tăng lên, ví dụ như sự phối hợp xử lý sự cố trong vận hành giữa các cơ quan điều độ của các HTĐ thành phần.

- Những biến đổi bất thường về thời tiết và an ninh hệ thống mạng bị đe dọa khi sử dụng các thành tựu công nghệ thông tin vào hệ thống trong những năm gần đây. Tạo nên những yếu tố khiến công tác vận hành trở lên khó khăn hơn.

- Việc thiếu sự đào tạo thường xuyên, cập nhật cho những người vận hành hệ thống điện và phối hợp đào tạo liên trung tâm điều độ cũng có thể gây ra các sự cố mất điện trên diện rộng.

3. Nguyên nhân bắt nguồn từ quá trình bảo dưỡng, bảo trì thiết bị

Trong quá trình bảo dưỡng thiết bị cũng có những nguy cơ tiềm ẩn, đặc biệt là các công việc bảo dưỡng bất thường, sự hư hỏng của các thiết bị điện quá cũ, thiếu những công việc bảo dưỡng định kỳ, thậm chí là việc cắt tưa cây trên hành lang tuyến (sự cố phóng điện vào cây ở Italy, Mỹ và Việt Nam). Tất cả các yếu tố trên đều có thể gây ra sự cố cho hệ thống điện và tệ hại hơn là có thể gây tan rã hệ thống điện.

4. Hệ thống điều khiển bảo vệ

Sự phát triển cả về quy mô, tính phức tạp của HTĐ và các công nghệ tự động khiến vai trò của hệ thống điều khiển bảo vệ trong HTĐ ngày càng quan trọng và có ảnh hưởng lớn.

Hệ thống bảo vệ role được thiết kế nhằm phát hiện và loại trừ nhanh sự cố hoặc các chế độ làm việc bất bình thường của HTĐ. Hệ thống bảo vệ role thường phản ứng khi có các kích động lớn và chúng ngăn chặn sự lan rộng của các kích động. Nhiều khi hệ thống bảo vệ tác động ngoài mong muốn do các kích động lớn ở chế độ mang tải ngoài dự kiến/vận hành khẩn cấp, điều đó góp phần gây ra sự cố mất điện trên diện rộng. Theo thống kê cho thấy, HTĐ của Bắc Mỹ có tới 70% các kích động lớn nguyên nhân là sự tác động ngoài mong muốn của role bảo vệ.

Việc thiết kế và cài đặt các thông số bảo vệ sai cũng là một trong những nguyên nhân của các sự cố tan rã HTĐ. (Ví dụ như việc cài đặt các thông số bảo vệ khác nhau của hai đầu đường dây liên lạc (nằm ở hai nước khác nhau) trong hệ thống điện châu Âu UCTE dẫn đến sự cố ở các nước châu Âu năm 2006. Hoặc việc cài đặt thông số sai của hệ thống xả tải phụ tải theo tần số là nguyên nhân chính của sự cố tại Italy năm 2003). Chính vì vậy, việc khai thác các kinh nghiệm về thiết kế, cài đặt và chỉnh định đúng cho bảo vệ role, cũng như ứng dụng các kỹ thuật, công nghệ mới hiện đại về hệ thống bảo vệ sẽ làm giảm thiểu kích động, sự cố mất điện trên diện rộng trong tương lai.

3.3. Các biện pháp ngăn ngừa và giảm thiểu sự cố mất điện trên diện rộng

Mất điện trên diện rộng thường bắt nguồn từ một chuỗi các sự kiện có mối liên hệ lẫn nhau hoặc cũng có thể chúng chỉ xảy ra đơn lẻ nhưng nguyên nhân ban đầu của nó đều xuất phát từ sai sót hạn chế trong giai đoạn qui hoạch, thiết kế hoặc do điều kiện vận hành hiện tại... Do đó các biện pháp để ngăn chặn và giảm thiểu sự cố mất điện trên diện rộng cũng được tiến hành từ các khâu này.

3.3.1. Quy hoạch và thiết kế

1. Trong giai đoạn này, dự báo phụ tải nên được điều tra và nghiên cứu cẩn thận để dự đoán các xu hướng tăng tải, khả năng tải tăng tối đa. Từ đó tính toán thời gian cần xây dựng các đường dây truyền tải mới, hoặc nhà máy điện mới... Điển hình là sự cố mất điện tại Ấn Độ

ngày 30/7/2012, lúc 02 giờ 35 phút làm ảnh hưởng đến khoảng 300 triệu người, mất 15 giờ để khôi phục và cấp điện lại.

2. Thực tế để phân tích tất cả các kịch bản sự cố có thể xảy ra trong HTĐ là không thể, do đó cần đặc biệt quan tâm đến các sự cố ngẫu nhiên có xác suất xảy ra cao nhất. Nếu công việc này không được thực hiện một cách nghiêm túc thì khi sự cố lớn xảy ra, sẽ không ứng phó kịp và điều đó sẽ đưa HTĐ đến tình trạng nguy hiểm, có thể là tan rã hệ thống.

3. Việc nghiên cứu qui hoạch bình thường thường không thể nắm bắt tất cả các kịch bản có thể xảy ra nên dẫn đến tình trạng mất điện trên diện rộng. Trong một sự cố mất điện trên diện rộng vừa qua, chỉ tiêu an ninh "N-1" rõ ràng là không đủ để cứu vãn HTĐ. Do đó, các tiêu chuẩn an ninh mới dựa trên tiêu chí N-m ($m \geq 2$ hoặc 3) cần được áp dụng để đảm bảo rằng HTĐ phải chịu được tình trạng mất một số phần tử trong HTĐ. Nếu công tác quy hoạch, thiết kế của HTĐ Việt Nam đảm bảo tiêu chuẩn này thì sự cố ngày 22/05/2013 có xảy ra không?

4. Việc sử dụng các thiết bị điều khiển tự động (như thiết bị tự động điều chỉnh điện áp, bộ ổn định công suất,...) đối với các MPĐ là bắt buộc.

5. Các bài học kinh nghiệm từ những sai lầm trong quá khứ phải được kết hợp vào các kịch bản mới cũng như sử dụng những kinh nghiệm đã đúc kết được để giúp phát triển công nghệ mới và cải tiến cho các hệ thống điều khiển và giám sát.

3.3.2. Quản lý và vận hành

1. Bảo đảm độ tin cậy, tính dự phòng của các thiết bị điều khiển từ xa và thông tin liên lạc.

2. Nâng cao khả năng ghi nhớ, đặc biệt là trong việc thiết lập sự đồng bộ hóa về thời gian.

3. Thiết lập các yêu cầu về việc báo cáo các gói dữ liệu được xác định trước và tiêu chuẩn hóa việc định dạng dữ liệu.

4. Những người vận hành và các trung tâm điều khiển HTĐ cần có tinh thần trách nhiệm và hợp tác để có những quyết định cấp thiết và chính xác.

3.3.3. Công tác bảo trì, bảo dưỡng

1. Việc nâng cấp các trạm biến áp và các thiết bị khác không đảm bảo chất lượng trong quá trình vận hành là công việc cần thiết để phòng ngừa và ngăn chặn sự cố. Việc bảo vệ và phát quang hành lang tuyến cũng phải được thực hiện thường xuyên (đặc biệt là phóng điện từ dây dẫn vào cây cối). Sự cố ngày 22/5/2013 trên đường dây 500kV của Miền Nam Việt Nam, công suất bị cắt là 9400MW, 8 triệu khách hàng bị ảnh hưởng, nguyên nhân là do cây chạm vào đường dây.

2. Các thiết bị thiết bị giám sát, điều khiển nên được kiểm tra thường xuyên nhằm phát hiện sớm những sự cố xảy ra.

3. Các chương trình đào tạo cho các kỹ sư vận hành HTĐ và các nhân viên là hết sức quan trọng và cần được khuyến khích thực hiện. Các kỹ sư vận hành cần phải có đủ trình độ để họ có thể nắm bắt được các tình trạng nguy hiểm và từ đó đưa ra các biện pháp đúng đắn và kịp thời. Thực hiện tốt điều này có thể tránh được những sự cố đáng tiếc xảy ra như sự cố mất điện tại Thủy Điện/ Đan Mạch ngày 23/09/2003.

3.3.4. Điều khiển giám sát và bảo vệ

Để tạo điều kiện cho việc tìm hiểu, xác định đúng các nguyên nhân gây ra mất điện trên diện rộng và phân tích đầy đủ sau sự cố, cần phải có cả việc phân tích và giám sát các sự cố. Công việc này đã dẫn đến sự phát triển của khái niệm “hệ thống đo lường diện rộng” (WAMS), với một số điểm chính như sau:

1. Tinh chỉnh quá trình nhập, phân tích và báo dữ liệu WAMS. Điều này cũng phải bao gồm việc phát triển nhân viên và các nguồn lực.

2. Thiết lập một Website WAMS để cho phép tự do trao đổi WAMS dữ liệu, tài liệu, phần mềm và do đó thúc đẩy phát triển nó.

3. Mở rộng việc sưu tập các sự kiện chuẩn và tín hiệu động để xác định một dải những chế độ làm bình thường của hệ thống.

4. Thực hiện các nghiên cứu liên quan đến khả năng xử lý của hệ thống giám sát.

5. Sử dụng đầy đủ các khả năng thường có sẵn trong HVDC (đường dây tải điện một chiều)

hoặc thiết bị FACTS (hệ thống điện truyền tải xoay chiều linh hoạt) để trực tiếp kiểm tra phản ứng hệ thống để kiểm tra đầu vào.

6. Tự động thực hiện các báo cáo sự cố.

7. Nhanh chóng khôi phục hệ thống là vô cùng quan trọng để giảm thiểu những ảnh hưởng của sự cố mất điện trên diện rộng. Do đó, các biện pháp phải được nghiên cứu để đo lường và giảm thời gian phục hồi HTĐ.

Trong bất kỳ một HTĐ nào thì việc trang bị hệ thống điều khiển và giám sát sự cố là việc bắt buộc, nhằm phát hiện kịp thời những hiện tượng khơi mào, để có biện pháp can thiệp kịp thời. Ví dụ: hệ thống điều khiển và giám sát sự cố FACTS, các thiết bị này đã được thiết kế và chế tạo với nhiều loại khác nhau tương ứng với các loại điều khiển và các thông số điều khiển trong hệ thống điện. Nhìn chung thiết bị FACTS được chia thành các thiết bị điều khiển dọc, ngang và tổ hợp giữa chúng. Các thiết bị bù dọc có điều khiển chủ yếu sử dụng để điều khiển dòng điện cũng như dòng công suất trong hệ thống truyền tải. Ngoài ra chúng còn được sử dụng để tăng cường mức độ ổn định và giảm dao động của hệ thống điện. Các thiết bị bù ngang có điều khiển chủ yếu để sử dụng điều khiển và giữ điện áp tại các điểm nút của hệ thống điện, ngoài ra còn có tác dụng bù công suất phản kháng, nâng cao ổn định tĩnh và ổn định động, giảm các dao động trong hệ thống điện.

4. KẾT LUẬN

Sự cố mất điện trên diện rộng diễn ra khá phức tạp, thường liên quan đến các hiện tượng động và phụ thuộc vào nhiều yếu tố, không sự cố nào giống sự cố nào nhưng hậu quả của các sự cố mất điện trên diện rộng luôn có ảnh hưởng rất lớn đến nền kinh tế quốc dân. Qua việc phân tích các cơ chế, nguyên nhân tiềm ẩn ngay từ giai đoạn qui hoạch thiết kế hoặc xuất hiện trong quá trình vận hành, bảo trì... hệ thống điện. Tác giả đề xuất một biện pháp nhằm ngăn chặn và giảm thiểu sự cố cũng như hậu quả khi sự cố mất điện trên diện rộng xảy ra như: Các biện pháp trong thiết kế qui hoạch, trong vận

hành bảo trì, cũng như trong điều khiển và giám sát sự cố hệ thống điện. Tác giả hy vọng những nội dung này phần nào có ích đối với sinh viên ngành điện nói riêng, cũng như những người nghiên cứu, qui hoạch thiết kế và quản lý vận hành hệ thống điện Việt Nam nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allegato A. (2004). Report on Events of September 28th, 2003. Italia, April 2004.
- Andersson G et al. (2005). Causes of the 2003 Major Grid Blackouts in North America and Europe and Recommended Means to Improve System Dynamic Performance. IEEE Transactions on Power Systems, 20(4): 1922-1928.
- Berizzi A (2004). Security Issues Regarding the Italian Blackout. In Presentation at the IEEE PES General Meeting, Milano, Italia, June 2004.
- Brant Eldridge (2004). August 2003 Blackout Review. Available at website <http://www.indiec.com/Meeting%20Schedule/2004/IEC%20Program%20Agenda%202004.html>.
- Carson W, Taylor (1994). Power System Voltage Stability. New York, McGraw-Hill.
- Corsi S and Sabelli C (2004). General Blackout in Italy Sunday September 28, 2003. IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2: 1691-1702.
- Dagle J E (2004). Data Management Issues Associated with the August 14th, 2003 Blackout Investigation. IEEE Power Engineering Society General Meeting 2: 1680-1684.
- Farmer R G and Allen E H (2006). Power System Dynamic Performance Advancement from History of North American Blackouts. IEEE PES Power Systems Conference and Exposition, pp. 293-300.
- Hauer J F, Bhatt N B, Shah K and Kolluri S (2004). Performance of WAMS East in Providing Dynamic Information for the North East Blackout of August 14, 2003. IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2: 1685-1690.
- Kosterev D N, Taylor C W and Mittelstadt W A (1999). Model Validation for the August 10,1996 WSCC System Outage. IEEE Transactions on Power Systems, 14(3): 967-979.
- Larsson S and Ek E (2004). The Black-out in Southern Sweden and Eastern Denmark, September 23, 2003. IEEE Power Engineering Society General Meeting.
- Nguyễn Tùng Lâm, Trần Thị Hằng, Nguyễn Văn Nhật và Đinh Thành Việt (HDKH) (2010). Sử dụng đường cong PV/QV phân tích ổn định điện áp HTĐ 500kV Việt Nam. Tuyển tập Hội nghị sinh viên nghiên cứu khoa học lần thứ 7 Đại học Đà Nẵng, tr.120-129.
- North America Blackout (2003). Available at website <http://www.answers.com/topic/200-North-america-blackout>.
- Novosel D (2003). System Blackouts: Description and Prevention. In IEEE PSRC System Protection RC, WG C6 "Wide Area Protection and Control", Cigre TF38.02.24 Defense Plans November 2003.
- Prabha Kundur (1994). Power System Stability and Control. New York, McGraw-Hill.
- Sami Repo (2001). On-Line Voltage Stability Assessment of Power System – An Approach of Black-Box Modelling. Doctoral thesis at Tampere University of Technology, available at website: http://butler.cc.tut.fi/~repo/Julkaisut/SR_thesis.pdf.
- Schläpfer M (2005). Comparative Case Studies on Recent Blackouts. In Workshop on Interdependencies and Vulnerabilities of Energy, Transportation and Communication 22 – 24 September 2005 Zurich, Switzerland.
- Trung tâm điều độ quốc gia A0 (2013). Nhật ký vận hành Trung tâm điều độ quốc gia A0, EVN.
- U.S-Canada Power System Outage Task Force Final Report on the August 14, 2003. Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations (2004). Available at website: <http://www.nerc.com>.
- Vournas C D, Nikolaidis V C and Tassoulis A (2005). Experience from the Athens Blackout of July 12, 2004. In IEEE Power Tech Russia.