

TÁCH ĐẢO LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI CÓ NGUỒN ĐIỆN PHÂN TÁN – GIẢI PHÁP NÂNG CAO ĐỘ TIN CẬY CUNG CẤP ĐIỆN

ISLANDING DISTRIBUTION GRIDS WITH DISTRIBUTED GENERATION SOURCES – A SOLUTION FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF POWER SUPPLY

Nguyễn Duy Khiêm¹, Trần Đình Long²

¹ Trường Đại học Quy Nhơn; khiemnd77@gmail.com

² Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tóm tắt - Bài báo giới thiệu lợi ích và cách thực hiện việc tách đảo (Islanding) lưới điện phân phối có nguồn điện phân tán khi hệ thống lớn bị sự cố để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện. Phương án tách đảo được tính toán trên cơ sở cân bằng công suất phát của các nguồn điện phân tán và phụ tải cực đại của khu vực dự định tách đảo có xét đến tổn thất công suất trên lưới, công suất của các nguồn điện dự phòng và thiết bị bù ở lưới điện được tách. Để nâng cao hiệu quả tách đảo có thể kết hợp việc chia cắt lưới điện với sa thải phụ tải. Phương pháp nghiên cứu được minh họa trên ví dụ tách đảo lưới điện 110kV khu vực lân cận nhà máy điện gió Tuy Phong và thủy điện Bắc Bình của tỉnh Bình Thuận.

Từ khóa - tách đảo; sa thải phụ tải; biểu đồ; nguồn điện phân tán.

1. Đặt vấn đề

Trong nhiều sự cố hệ thống điện (HTĐ) lớn trên thế giới như sự cố ngày 14/8/2003 làm 8 bang nước Mỹ và tỉnh Ontario Canada mất điện, 50 triệu người rơi vào tình trạng không có điện hoặc sự cố tại Ấn Độ năm 2012 làm mất điện hơn nửa nước với khoảng 670 triệu người sinh sống, người ta quan sát thấy trên lãnh thổ của lưới điện bị sự cố vẫn có những vùng nhỏ (những “ốc đảo” - Island) còn duy trì được cung cấp điện nhờ đã được tách ra khỏi lưới điện (Islanding) và các nguồn điện phân tán kết nối với phần lưới điện của khu vực đó vẫn hoạt động.

Trường hợp công suất của các nguồn phân tán này có thể được sử dụng một cách chủ động như thủy điện nhỏ hoặc diesel, vấn đề tách đảo có thể giải quyết một cách khá đơn giản trên nguyên tắc cân bằng công suất của khu vực sau khi được tách và lắp đặt các thiết bị điều khiển ở những vị trí tương ứng để tự động tách phần lưới điện đã được tính toán trước.

Đối với các loại nguồn phân tán có công suất phụ thuộc điều kiện thiên nhiên và thời gian trong ngày như điện gió hoặc điện mặt trời, bài toán tách đảo trở nên phức tạp hơn vì nó phụ thuộc vào đặc điểm hoạt động của nguồn phân tán, biểu đồ phát công suất của nguồn điện, nhu cầu phụ tải của khu vực được tách và thời điểm tách đảo [1].

2. Tính toán phương án tách đảo trong trường hợp có nguồn điện phân tán kết nối với lưới điện

2.1. Cân bằng công suất trong khu vực tách đảo

Như trên đã nói, phương án tách đảo được xây dựng trên nguyên lý cân bằng công suất của phần lưới điện được tách, bao gồm biểu đồ phát công suất của nguồn điện phân tán đang được khảo sát, biểu đồ phụ tải của các hộ tiêu thụ cần duy trì cung cấp điện, sự có mặt của các nguồn điện phân tán khác và nguồn điện dự phòng tại chỗ (chẳng hạn

Abstract - The paper introduces the benefits of the islanding of distribution grids with distributed generation sources to improve the reliability of power supply. The islanding plan is calculated based on the power balance between the distributed generation sources and the local maximum load of the region intended for islanding with notice being taken of the loss of power on the grid, the capacity of the backup power and the equipment of compensation in the grid. To improve the efficiency of islanding, there can be a combination between a dividing grid and load shedding. The research methodology is illustrated via an example of the islanding of the 110kV grid around Tuy Phong wind power plant and Bac Binh hydropower generator in Binh Thuan province.

Key words - islanding; load shedding; demand curve; distributed generation.

diesel) và thời điểm xảy ra tách đảo.

Trong nhiều trường hợp có thể kết hợp việc tách đảo với sa thải một số phụ tải không quan trọng của địa phương để giảm bớt nhu cầu dự phòng, mở rộng phạm vi “đảo” được tách và nâng cao hiệu quả của tách đảo.

Phương trình cân bằng công suất tác dụng khi tách đảo:

$$P_D(t) + P_{dp}(t) = P_{pt}(t) - P_{TCT}(t) + \Delta P(t) \quad (1)$$

Trong đó:

$P_D(t)$ – Công suất phát của các nguồn phân tán trong phần lưới điện được cô lập;

$P_{dp}(t)$ – Công suất của nguồn dự phòng tại chỗ;

$P_{pt}(t)$ – Công suất tiêu thụ của phụ tải;

$P_{TCT}(t)$ – Công suất phụ tải được tự động sa thải khi tách đảo;

$\Delta P(t)$ – Tổn thất công suất trên lưới điện.

Tương tự ta có phương trình cân bằng công suất phản kháng khi tách đảo:

$$Q_D(t) = Q_{pt}(t) - Q_B(t) + \Delta Q(t) \quad (2)$$

Trong đó:

$Q_D(t)$ – Công suất phản kháng do các nguồn phân tán phát ra trong phần lưới điện được cô lập ở thời điểm tách đảo;

$Q_{pt}(t)$ – Công suất phản kháng tiêu thụ của phụ tải;

$Q_B(t)$ – Công suất phát của các thiết bị bù có tính đến lượng công suất phản kháng của các phụ tải đã bị sa thải (nếu có);

$\Delta Q(t)$ – Tổn thất công suất phản kháng trên lưới điện.

Phương trình cân bằng (1) và (2) thường được thực hiện cho những chế độ đặc trưng như chế độ nguồn phân tán phát công suất cực đại và cực tiểu, phụ tải tiêu thụ cao nhất và thấp nhất tại khu vực tách đảo, khả năng kết hợp tách đảo và sa thải phụ tải để mở rộng phạm vi cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ quan trọng.

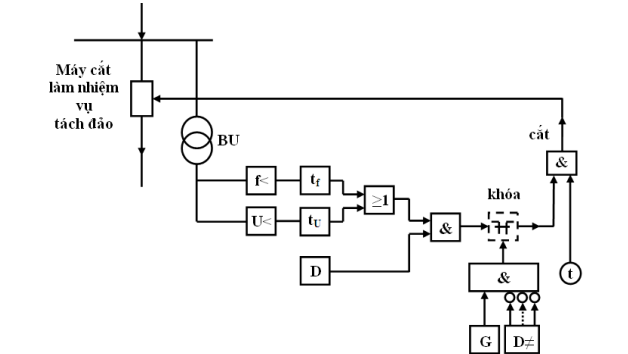
2.2. Điều khiển hệ thống thiết bị tự động thực hiện tách đảo

Trên cơ sở cân bằng công suất theo (1) và (2) ở các chế độ đặc trưng được lựa chọn, có thể dự kiến các điểm được cắt để tách đảo.

Tín hiệu điều khiển cắt máy cắt để tách đảo được thiết lập dựa trên các điều kiện:

- Sự cố mất điện trong hệ thống lớn kết nối với phần lưới điện được xét;
- Các nguồn điện phân tán đang hoạt động bình thường;
- Không được tách đảo và duy trì tình trạng làm việc lâu dài của riêng nhà máy điện gió trong điều kiện không có sự hỗ trợ của các nguồn điện khác [2];
- Thời điểm xảy ra sự cố trong hệ thống lớn.

Sơ đồ logic điều khiển cắt máy cắt để tách đảo giới thiệu trên Hình 1 [3].



Hình 1. Sơ đồ logic điều khiển máy cắt để tách đảo

$f<$ - Role tần số thấp;

$U<$ - Role điện áp thấp;

t_f , t_v - Role không chế thời gian giảm tần số và điện áp ngắn hạn cho phép;

D , G - Role phản ánh trạng thái hoạt động của các nguồn điện phân tán và của nhà máy điện gió;

$D\neq$ - Role phản ánh trạng thái hoạt động của các nguồn điện phân tán khác;

t - Khâu xác định thời gian trong ngày.

3. Tách đảo kết hợp với sa thải phụ tải

Để mở rộng phạm vi cấp điện cho các hộ tiêu thụ quan

trọng sau khi tách đảo có thể sử dụng giải pháp sa thải một số phụ tải không quan trọng trong phần lưới điện được cô lập. Tín hiệu sa thải có thể lấy từ điện áp, tần số trên thanh góp của trạm phụ tải hoặc từ tủ phân phối đầu vào của hộ tiêu thụ (trong trường hợp “sa thải sâu” ở ngay hộ tiêu thụ).

Để đơn giản và nâng cao hiệu quả của tác động sa thải phụ tải đối với lưới phân phối thường chỉ tổ chức 2 cấp sa thải, chẳng hạn:

- Khi sa thải theo tần số
- $f_{1kd} = 49\text{Hz}; \partial P_{1f} = 5\%P_{\max}$ (3)
- $f_{2kd} = 48,5\text{Hz}; \partial P_{2f} = 10\%P_{\max}$ (4)

Trong đó:

f_{1kd}, f_{2kd} – Tần số khởi động thiết bị sa thải theo tần số;
 $\partial P_{1f}, \partial P_{2f}$ – Lượng công suất bị sa thải theo tần số tính theo % của phụ tải cực đại $P_{\max}$ trong khu vực tách lưới.

- Khi sa thải theo điện áp thấp
- $U_{1kd} = 0,85U_{dd}; \partial P_{1U} = 10\%P_{\max}$ (5)
- $U_{1kd} = 0,8U_{dd}; \partial P_{2U} = 15\%P_{\max}$ (6)

Trong đó:

U_{1kd}, U_{2kd} – Điện áp khởi động thiết bị sa thải, tính theo điện áp danh định U_{dd} . Các phụ tải trong diện sa thải cần được xem xét, sắp xếp và trang bị các thiết bị tương ứng phục vụ cho việc sa thải;

$\partial P_{1U}, \partial P_{2U}$ – Lượng công suất bị sa thải theo điện áp tính theo % của phụ tải cực đại $P_{\max}$ trong khu vực tách lưới.

4. Ví dụ áp dụng

Xét ví dụ tách đảo cho trường hợp lưới điện 110kV lân cận nhà máy điện gió Tuy Phong và thủy điện Bắc Bình tỉnh Bình Thuận [4].

Phụ tải tiêu thụ của lưới điện và nguồn điện phân tán ở địa phương xét tại thời điểm 23h (phụ tải cực đại) ứng với ngày 1/12/2012 (ngày có công suất tiêu thụ lớn nhất) được giới thiệu trong Bảng 1.

4.1. Chế độ làm việc bình thường trước khi tách đảo

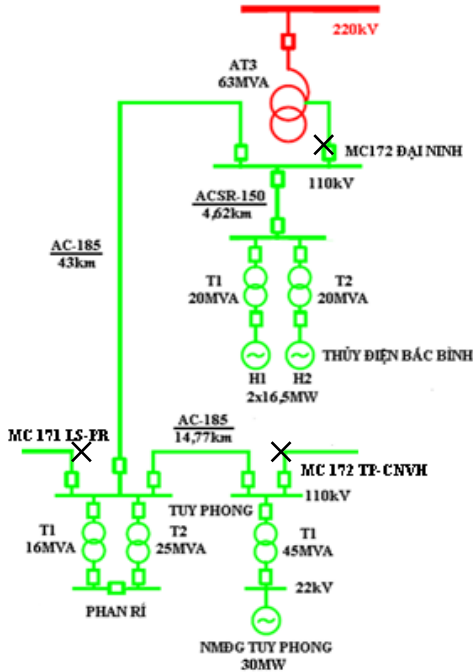
Sử dụng phần mềm PSS/E mô phỏng trào lưu công suất tại thời điểm nói trên. Tổng thất công suất trên lưới (MW), điện áp trên thanh góp 22kV (pu) của các trạm biến áp (TBA) và trào lưu công suất một số nhánh lân cận nguồn điện phân tán cho trường hợp chế độ làm việc bình thường trước khi tách đảo được giới thiệu trong Bảng 1.

Bảng 1. Phụ tải tiêu thụ của lưới điện [5] và công suất phát của nguồn phân tán [6] (tại thời điểm 23h trong ngày đặc trưng đã chọn (1/12/2012))

Thời điểm	ΔP (MW)	Phụ tải tiêu thụ (MW)/Điện áp trên thanh góp 22kV (pu) tại các nút phụ tải										Nguồn phân tán (MW)
		Đức Linh	Mũi Né	Hàm Tân	Thuận Nam	Hàm Kiệm	Phan Thiết	Lương Sơn	Phan Rí	Vĩnh Hảo	Ninh Phước	
23h	28.4	14,2	31,5	61,6	73	51,3	84,4	16,5	25,7	51,3	15,4	34.6
		0,995	0,985	0,834	0,916	0,955	0,994	0,962	0,948	0,929	0,915	
		Trào lưu công suất										
		Thuận Nam – Hàm Kiệm	Hàm Kiệm – Phan Thiết	Phan Thiết – Nút giao nhau	Phan Thiết 2 – Phan Thiết	Nút giao nhau – Phan Rí	TC110 C – Phan Rí	Phan Rí – Tuy Phong	NM Tuy Phong – CN Vĩnh Hảo	CN Vĩnh Hảo – Ninh Phước	TC220C – TC110C	
		145,8+ j14,8	203,1+ j37,0	53,4+ j8,2	171,2+ j27,1	36,4+ j5,1	67,7+ j8,1	76,9+ j10,2	77,4+ j8,9	25,7+ j0,2	38,0+ j25,5	

4.2. Chế độ làm việc khi tách đảo

Sử dụng phương pháp lát cắt hẹp nhất, trên cơ sở cân bằng công suất theo (1), (2) và thời điểm sự cố hệ thống lớn trong ngày đặc trưng khảo sát, ngoài việc tách lưới điện 110kV khu vực khảo sát khỏi lưới điện 220kV tại máy cắt 172 ĐẠI NINH dự kiến phương án tách đảo tại các vị trí MC172 LS – PR, MC172 TP – CNVH trình bày trên Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ dự kiến cấp điện cho phụ tải đã được tách đảo

Biểu đồ phụ tải khu vực đã được tách đảo, công suất phát của điện gió và thủy điện trong ngày đặc trưng (ngày có phụ tải cực đại trong năm), giới thiệu trên Hình 3 [5, 6].

Sử dụng số liệu ở Bảng 1, mô phỏng trào lưu công suất của lưới điện đã được tách đảo (Hình 2) tại thời điểm phụ tải tiêu thụ công suất lớn nhất (23h) bằng phần mềm PSS/E. Kết quả trào lưu công suất, tổn thất công suất (MW) trên lưới và điện áp (pu) trên thanh cái 22kV của TBA Phan Rí cho trường hợp chế độ làm việc khi tách đảo được giới thiệu trong Bảng 2 và Hình 4.

Bảng 2. Tổn thất công suất và điện áp trên thanh cái 22kV TBA Phan Rí

Thời gian	ΔP (MW)	U(pu)
		Phan Rí
23h	0,4	0,9847

4.3. Chế độ làm việc khi tách đảo kết hợp với sa thải phụ tải

Quan sát trên Hình 2 (thời điểm 23h) cho thấy vùng cấp điện bé nhất nếu sự cố mất nguồn hệ thống lớn tại thời điểm đó. Ứng với thời điểm này trên sơ đồ Hình 3, lượng công suất phát dư có thể cho phép mở rộng thêm vùng cung cấp điện nếu như ta kết hợp sa thải phụ tải. Giả sử chỉ cung cấp cho những phụ tải loại 1 (30% công suất định mức của TBA), sa thải loại 2; 3, sơ đồ cấp điện được mở rộng theo Hình 5.

Có thể nhận thấy từ sơ đồ này ngoài các phụ tải quan trọng của trạm Phan Rí, những phụ tải quan trọng khác ở các trạm CN Vĩnh Hảo và Ninh Phước cũng được duy trì cung cấp điện.

Sử dụng phần mềm PSS/E mô phỏng trào lưu công suất trên lưới điện đã tách đảo kết hợp với sa thải phụ tải (Hình 5). Kết quả mô phỏng tổn thất công suất (MW) trên lưới, điện áp trên thanh cái 22kV (pu) của các TBA được giới thiệu trong Bảng 3 và Hình 6.

Bảng 3: Tổn thất công suất và điện áp của các nút phụ tải (có kết hợp sa thải phụ tải)

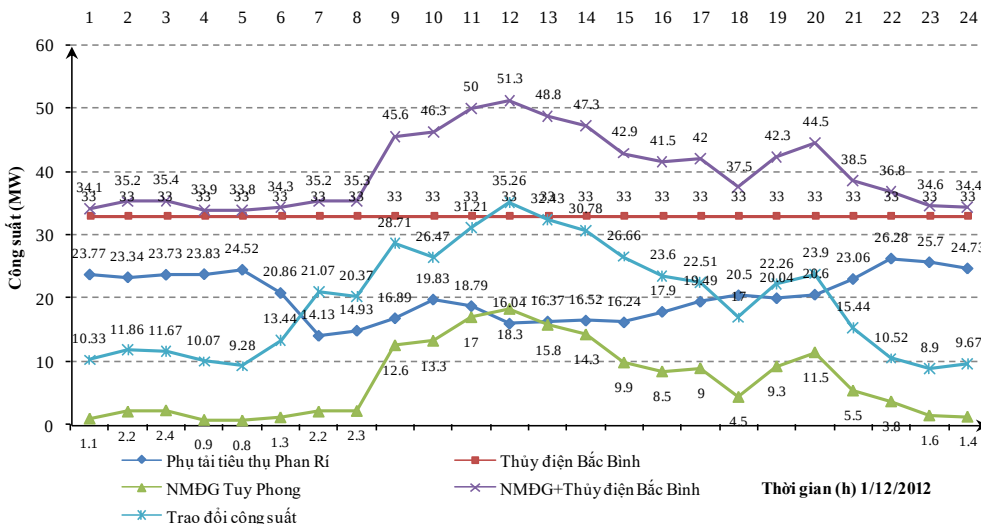
Thời gian	ΔP (MW)	U(pu)		
		Phan Rí	Vĩnh Hảo	Ninh Phước
23h	0,8	0,9771	0,9677	0,9655

5. Kết luận

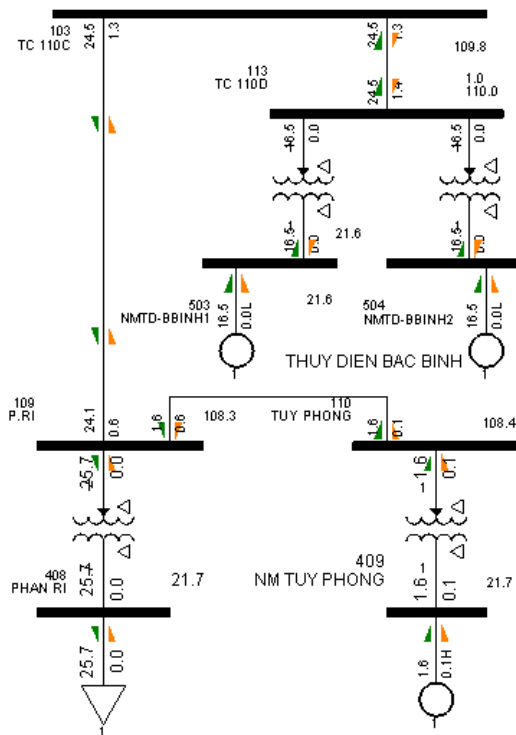
Tách đảo lưới điện phân phối có nguồn điện phân tán khi hệ thống bị sự cố là giải pháp rất hữu hiệu để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.

Phương án tách đảo được xây dựng trên cơ sở tính toán cân bằng công suất giữa khả năng phát của nguồn điện và phụ tải cực đại của các hộ tiêu thụ trong khu vực dự định tách đảo.

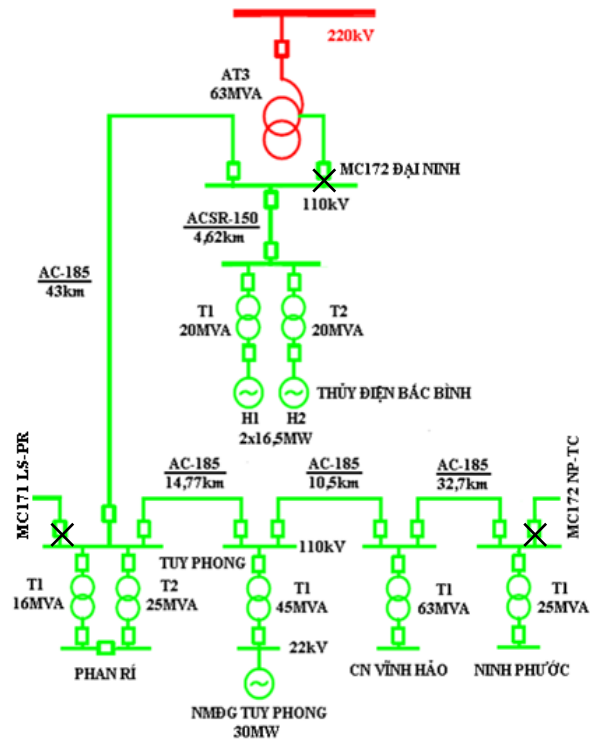
Để nâng cao hiệu quả tách đảo và mở rộng phạm vi duy trì cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ quan trọng có thể kết hợp việc tách đảo với sa thải phụ tải theo điện áp, tần số hoặc đồng thời cả điện áp và tần số.



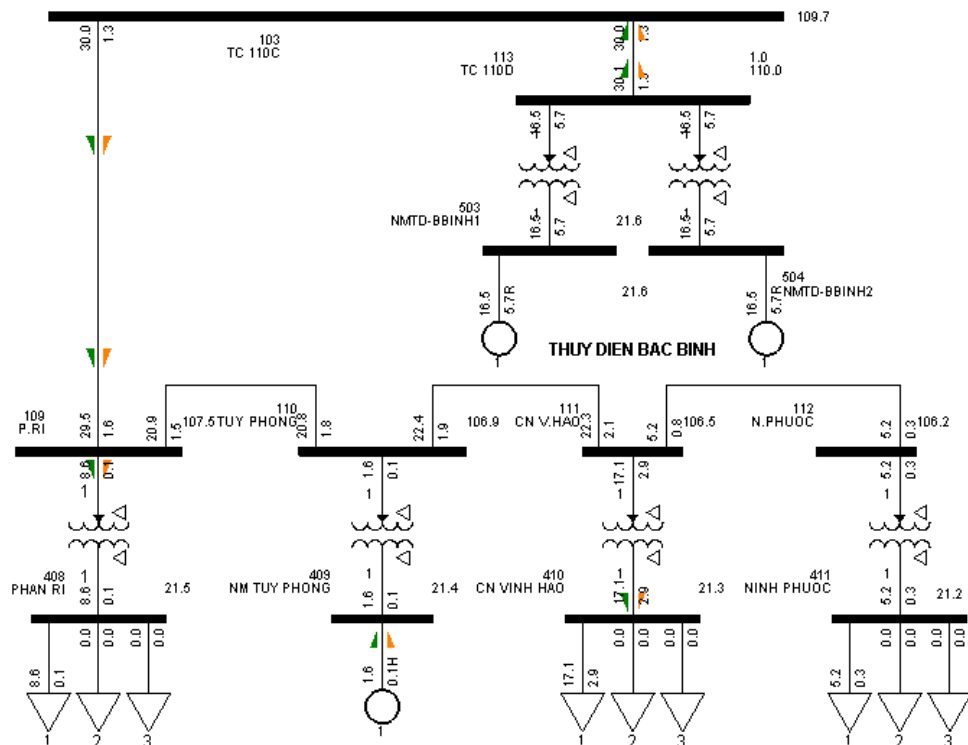
Hình 3. Biểu đồ trao đổi công suất giữa nguồn phân tán với phụ tải Phan Rí sau khi tách đảo



Hình 4. Trào lưu công suất trên lưới điện đã được tách đảo



Hình 5. Sơ đồ lưới điện tách đảo kết hợp với sự cố trên dây tải [4]



Hình 6. Trào lưu công suất trên lưới điện đã được tách đảo kết hợp với sự cố trên dây tải

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Sundar Venkataraman, "Wind Grid Code Development an Renewable Integration Study", Workshop, September 19, 2014. Hanoi.
- [2] Cục Điều tiết Điện lực, Hội thảo chuyên đề "Xây dựng quy định đầu nối điện gió và nghiên cứu tích hợp năng lượng tái tạo tại Việt Nam", Hà Nội, 2014.
- [3] GS. VS. Trần Đình Long, "Bảo vệ các hệ thống điện", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2010.
- [4] Bộ Công Thương, "Quy hoạch và phát triển Điện lực tỉnh Bình Thuận giai đoạn 2011 – 2015 có xét đến 2020", Quyết định số 3566/QĐ – BCT, Hà Nội, 2012.
- [5] Lưới điện 110kV Bình Thuận, "Các bảng số liệu phụ tải tiêu thụ và thông số vận hành năm 2012", Bình Thuận, 2012.
- [6] Nhà máy điện gió Tuy Phong – Bình Thuận, "Các bảng số liệu kỹ thuật, những hỏng hóc và thông số vận hành năm 2012", Bình Thuận, 2012.

(BBT nhận bài: 25/01/2015, phản biện xong: 29/01/2015)