TÍNH TOÁN BÙ TỐI ƯU CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG LƯỚI PHÂN PHỐI HUYỆN MỎ CÀY NAM

Computation of the optimal compensation strategy of the reactive power in the distribution power system of Mo Cay Nam District

Nguyễn Văn Trường

Trường đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM

TÓM TẮT

Tổn thất điện năng là một trong những vấn đề luôn được quan tâm trong quá trình truyền tải điện từ nguồn tới phụ tải. Giảm được tổn thất điện năng là giảm bớt được các chi phí nhiên liệu để sản xuất điện năng, giảm vốn đầu tư của các nguồn điện mới. Chính vì vậy, Tổng Công ty Điện lực miền Nam (EVN - SPC) đã đưa ra nhiệm vụ cho các Công ty và các Điện lực trực thuộc là phải tìm ra các giải pháp tối ưu để giảm tổn thất điện năng xuống mức thấp nhất có thể và là một trong những tiêu chí hàng đầu về chấm điểm thi đua hàng năm cho các đơn vị.

Hiện nay, đối với lưới điện phân phối thông thường được phân bố trên diện rộng bao gồm nhiều nhánh và nút phụ tải. Vì vậy, khi truyền điện năng trên đường dây đến các hộ tiêu thụ sẽ gây nên tổn thất công suất, tổn thất điện năng, làm giảm chất lượng điện năng,... Trong khi đó, nhu cầu tiêu thụ điện năng ngày càng cao, đòi hỏi đáp ứng đầy đủ kịp thời không chỉ về số lượng mà còn cả về chất lượng. Để hạn chế các vấn đề nêu trên, ngành điện luôn đưa ra các phương pháp khác nhau như: tăng trạm 110kV để giảm bán kính cấp điện, hoàn thiện cấu trúc lưới, điều chỉnh điện áp, bù công suất phản kháng,...

Do đặc thù của cấu trúc lưới điện phân phối và phụ tải của hệ thống điện trực thuộc EVN - SPC nói chung và của huyện Mỏ Cày Nam nói riêng mà đã ảnh hưởng đến hiệu quả vận hành kinh tế của lưới điện, đặc biệt liên quan đến việc bù công suất phản kháng. Nhằm mục đích tối thiểu hóa các ảnh hưởng, các khảo sát, phân tích, tính toán phương án bù công suất phản kháng phù hợp cho lưới là cần thiết. Đây cũng chính là lý do, đề tài, "Tính toán bù tối ưu công suất phản kháng lưới phân phối Huyện Mỏ Cày Nam" được lựa chọn nghiên cứu và phân tích trong luận văn này.

Từ khóa: Tổn thất điện năng; hoàn thiện cấu trúc lưới; điều chỉnh điện áp; bù công suất phản kháng.

.

ABSTRACT

Power losses are one of the issues that are always considered in the power transmission from the source to the load. Reducing the power loss is to reduce the cost of fuel to produce electricity as well as to reduce the investment capital of new power sources. Therefore, the Southern Power Corporation (EVN - SPC) has tasked power companies to find the optimal solution to reduce power losses to the lowest level. It is one of the top criteria for marking

emulation yearly for the power companies.

Currently, the distribution power system is usually distributed on a large scale including many branches and load nodes. Therefore, when the power is transmitted on the lines to the consumers, there may be the power loss which affects the power quality,... Meanwhile, the demand of the power consumption is required increasingly not only in quantity but also in quality. In order to limit the above mentioned issues, the power sector always offers different methods such as increasing the 110 kV transformer station to reduce the power supply radius, finishing the grid structure, adjusting the voltage, compensating reactive power, etc.

Due to the particularity of the distribution grid structure and the load of the power system of EVN - SPC in general and Mo Cay Nam district in particular which has affected the economic efficiency of the grid, especially the reactive power compensation. In order to minimize impacts, the surveys, analyzes and calculations of appropriate reactive power compensation schemes for grids are needed. This is also the reason that the topic, "Computation of the optimal compensation strategy of the reactive power in the distribution power system of Mo Cay Nam District" has been selected to research and analyze in this thesis.

Keywords: Power losses; finishing the grid structure; adjusting the voltage; compensating reactive power.

1.Giới thiệu

Sự phát triển của ngành điện đi cùng với sự phát triển của đất nước. Các thay đổi của ngành điện sẽ mang lại những ảnh hưởng rất lớn đến tình hình phát triển kinh tế, chính trị và xã hội của một quốc gia.

Tổn thất điện năng là một trong những vấn đề luôn được quan tâm trong quá trình truyền tải điện từ nguồn đến phụ tải. Đây là một trong những yếu tố đánh giá hiệu quả của việc truyền tải điện năng. Việc giảm tổn thất điện năng cũng có nghĩa là giảm những chi phí nhiên liệu để sản xuất điện năng và giảm vốn đầu tư cho các nguồn điện mới. Điều này sẽ làm giảm bớt các gánh nặng về vốn đầu tư cho ngành điện và tăng chất lượng điện năng cung cấp cho phụ tải.

Chính vì vậy, Tổng Công ty Điện lực miền Nam (EVN - SPC) đã giao nhiệm vụ cho các Công ty và các Điện lực trực thuộc để tìm ra các giải pháp tối ưu sao cho giảm tổn thất điện năng xuống đến mức thấp nhất có thể. Đây cũng chính là một trong những tiêu chí hàng đầu về đánh giá thi đua hàng năm cho các đơn vị.

Hiện nay, thông thường lưới điện phân phối được phân bố trên diện rộng mà bao gồm nhiều nhánh và nút phụ tải. Vì vậy, khi năng lượng điện được truyền tải trên lưới điện đến các hộ tiêu thụ sẽ xuất hiện tổn thất công suất, tổn thất điện năng và làm giảm chất lượng điện năng,... Trong khi đó, nhu cầu tiêu thụ điện năng ngày càng cao, các yêu cầu đáp ứng đầy đủ kịp thời không chỉ về số lượng, mà còn cả về chất lượng. Để hạn chế các vấn đề nêu trên, ngành điện luôn đưa ra các phương pháp khác nhau như: tăng số lượng các trạm biến áp 110kV để giảm bán kính cấp điện, hoàn thiện

cấu trúc lưới, điều chỉnh điện áp, thực hiện bù công suất phản kháng,...

Do đặc thù đa dạng của phụ tải hệ thống điện, SPC - EVN nói chung và huyện Mỏ Cày Nam nói riêng, cụ thể như các phụ tải tưới tiêu không tập trung, phụ tải sản xuất, phụ tải dịch vụ ở cuối nguồn lưới điện trung áp. Điều này làm cho phụ tải giờ cao điểm và giờ thấp điểm thường lệch nhau rất lớn. Khi ấy, công suất sẽ thiếu vào giờ cao điểm và công suất phản kháng lại phát ngược về nguồn vào giờ thấp điểm. Thực trạng vận hành cho thấy rằng hiệu quả vận hành của lưới điện phân phối chưa được tối ưu. Trong đó, có bài toán bù công suất phản kháng cho lưới điện phân phối. Để nâng cao hiệu quả bù công suất cho lưới điện phân phối, các khảo sát, phân tích và tính toán bù tối ưu công suất phản kháng lưới phân phối sẽ được thực hiện trong luận văn này. Cơ sở lý thuyết nghiên cứu sẽ được áp dụng cho lưới điện phân phối của Huyện Mỏ Cày Nam. Các phương án bù công suất phản kháng có thể là lắp đặt mới hoặc hoán chuyển các vị trí bù không phù hợp. Mục tiêu chung của các phương án là để giảm tổn thất điện năng theo lộ trình chung của Tổng Công ty Điện lực Miền Nam nói chung và Công ty Điện lực Bến Tre nói riêng đã giao kế hoạch cho Điện lực Mỏ Cày Nam.

Xuất phát từ các phân tích trên, đề tài luận văn "Tính toán bù tối ưu công suất phản kháng lưới phân phối Huyện Mỏ Cày Nam".

2. Bù công suất phản kháng trên lưới điện phân phối

Trong quá trình cung cấp năng lượng điện, phụ tải có nhu cầu được cung cấp công suất phản kháng. Có thể nhận thấy rằng mặc dù công suất phản kháng không sinh ra công, nhưng cần thiết để tạo ra từ trường, một yếu tố trung gian trong quá trình chuyển hóa năng lượng điện.

Tuy nhiên, việc tồn tại của công suất phản kháng trên đường dây, máy biến áp,... sẽ làm xấu đi các chỉ số kinh tế - kỹ thuật của lưới điện.

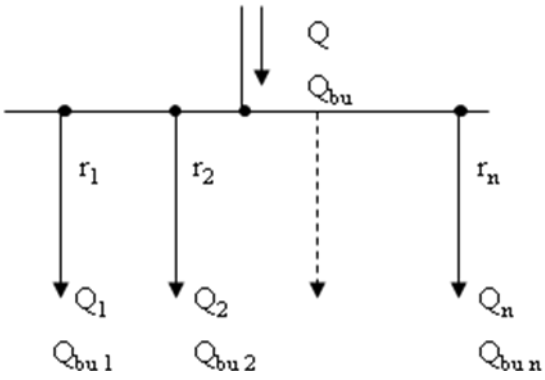
Do đó, cần giảm công suất phản kháng trên các phần tử của lưới điện thông qua việc lắp đặt các thiết bị bù (tụ bù, máy bù đồng bộ, ...) mà được gọi là bù công suất phản kháng.

* Lợi ích của việc thực hiện bù công suất phản kháng có thể bao gồm như sau:

+ Giảm công suất phát tại các nhà máy điện;
+ Giảm dung lượng các trạm biến áp;
+ Giảm công suất truyền tải;
+ Giảm công suất tác dụng yêu cầu ở chế độ cực đại của hệ thống điện vì giảm được dự trữ công suất tác dụng của hệ thống điện;
+ Cải thiện hệ số công suất;
+ Giảm tổn thất công suất trên các phát tuyến và các phần tử liên quan.
+ Giảm chi phí mở rộng và nâng cấp lưới điện và hệ thống điện; ...

Trong một mạng điện hình tia có n nhánh, tổng dung lượng bù là Q_{bu}. Cần phân phối dung lượng bù trên các nhánh sao cho tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra là nhỏ nhất để hiệu quả bù đạt được lớn nhất.

Giả sử dung lượng bù được phân phối trên các nhánh là Q_{bu1}, Q_{bu2},…, Q_{bun}. Phụ tải phản kháng và điện trở của các nhánh lần lượt là Q_1, Q_2,…,Q_n và r_1, r_2,…,r_n, như Hình.



Phân phối dung lượng bù trong mạng hình tia

Tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng được xác định theo biểu thức sau:

$$\Delta P = \frac{(Q_1 - Q_{bu1})^2}{U^2} r_1 + \frac{(Q_2 - Q_{bu2})^2}{U^2} r_2 + ... + \frac{(Q_n - Q_{bun})^2}{U^2} r_n = f(Q_{bu1}, Q_{bu2}, ..., Q_{bun})$$

Với điều kiện ràng buộc về cân bằng công suất bù là:

$$\varphi(Q_{bu1}, Q_{bu2}, ..., Q_{bun}) = Q_{bu1} + Q_{bu2} + ... + Q_{bun} - Q_{bu} = 0$$

Để tìm cực tiểu của hàm ΔP = f(Q_{bu1},Q_{bu2},…,Q_{bun}), có thể dùng phương pháp toán tử Lagrange.

Chọn nhân tử λ: $\lambda = \dfrac{2L}{U^2}$

Trong đó:

L: Hằng số sẽ được xác định như sau.

Theo phương pháp toán tử Lagrange, điều kiện để ΔP có cực tiểu là các đạo hàm riêng của hàm:

$$F = f(Q_{bu1}, Q_{bu2}, ..., Q_{bun}) + \lambda\varphi(Q_{bu1}, Q_{bu2}, ..., Q_{bun})$$

Đạt được:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial F}{Q_{bu1}} = -\dfrac{2(Q_1 - Q_{bu1})}{U^2} r_1 + \dfrac{2L}{U^2} = 0 \\ \dfrac{\partial F}{Q_{bu2}} = -\dfrac{2(Q_2 - Q_{bu2})}{U^2} r_2 + \dfrac{2L}{U^2} = 0 \\ ---------- \\ \dfrac{\partial F}{Q_{bun}} = -\dfrac{2(Q_n - Q_{bun})}{U^2} r_n + \dfrac{2L}{U^2} = 0 \end{cases}$$

3. Bù tối ưu công suất phản kháng cho lưới điện phân phối Huyện Mỏ Cày Nam

* Giới thiệu về lưới điện phân phối 22 kV Huyện Mỏ Cày Nam:

Về địa giới hành chính của Tỉnh Bến Tre, Huyện Mỏ Cày Nam có phía Đông giáp với Huyện Giồng Trôm; phía Tây giáp với tỉnh Trà Vinh; phía Bắc - Đông Bắc giáp với Huyện Mỏ Cày Bắc và Huyện Giồng Trôm; phía Nam - Tây Nam giáp với Huyện Thạnh Phú và tỉnh Trà Vinh.

Lưới điện phân phối 22 kV Huyện Mỏ Cày Nam bao gồm 6 xuất phát tuyến.

Giải hệ phương trình trên và suy ra:

$$L = [(Q_1, Q_2, ..., Q_n) - (Q_{bu1}, Q_{bu2}, ..., Q_{bun})]\left[\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}\right]^{-1}$$

Đặt: $\sum_{i=1}^{n} Q_i = Q$: Tổng phụ tải phản kháng của mạng;

$\sum_{i=1}^{n} Q_{bui} = Q_{bu}$: Tổng dung lượng bù của mạng;

$R_{td} = \left[\dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2} + ... + \dfrac{1}{r_n}\right]^{-1}$: Điện trở tương đương của những nhánh có đặt thiết bị bù của mạng.

Thay L và xác định dung lượng bù tối ưu của các nhánh là:

$$\begin{cases} Q_{bu1} = Q_1 - \dfrac{(Q - Q_{bu})}{r_1} R_{td} \\ Q_{bu2} = Q_2 - \dfrac{(Q - Q_{bu})}{r_2} R_{td} \\ ---------- \\ Q_{bun} = Q_n - \dfrac{(Q - Q_{bu})}{r_n} R_{td} \end{cases}$$

Vì vậy, có thể viết:

$$L = (Q - Q_{bu}) \times R_{td}$$

Các xuất phát tuyến có nguồn cung cấp từ trạm 110 kV Huyện Mỏ Cày Nam, Tỉnh Bến Tre.

1) Phát tuyến 472: có tổng chiều dài 66,28 km và 155 trạm biến áp.

Trong đó: có 33 trạm 3 pha và 122 trạm 1 pha.

2) Phát tuyến 473: có tổng chiều dài 45,13 km và 94 trạm biến áp.

Trong đó: có 42 trạm 3 pha và 52 trạm 1 pha.

3) Phát tuyến 474: có tổng chiều dài 4,73 km và 6 trạm biến áp.

Trong đó: có 3 trạm 3 pha và 3 trạm 1 pha.

4) Phát tuyến 475: có tổng chiều dài 116,68 km và 179 trạm biến áp.

Trong đó: có 30 trạm 3 pha và 149 trạm 1 pha.

5) Phát tuyến 476: có tổng chiều dài 15,73 km và 21 trạm biến áp.

Trong đó: có 2 trạm 3 pha và 19 trạm 1 pha.

6) Phát tuyến 477: có tổng chiều dài 5 km và 10 trạm biến áp.

Trong đó: có 3 trạm 3 pha và 7 trạm 1 pha.

* Tổn thất công suất ban đầu của các xuất phát tuyến

TT	Phát tuyến	P_{max} (kW)	Q_{max} (kVAr)	ΔP (kW)	ΔQ (kVAr)
1	472	5.786	771	149,402	132,193
2	473	5.838	995	114,278	129,930
3	474	4.133	989	32,768	50,589
4	475	6.011	1.457	211,920	183,988
5	476	1.815	516	16,056	- 848,564
6	477	5.135	884	34,467	50,815

Từ kết quả tổn thất cho thấy rằng các xuất phát tuyến 472, 473 và 475 có tổn thất công suất tác dụng và công suất phản kháng lớn. Vì vậy, cần thực hiện bù công suất phản kháng cho các xuất phát tuyến này.

Các xuất tuyến 474, 476 và 477 có tổn thất công suất nhỏ. Vì vậy, việc thực hiện bù công suất phản kháng cho các xuất phát tuyến này là không hiệu quả.

* So sánh các phương án bù tối ưu của xuất phát tuyến 472

		Dung lượng bù (kVAr)				Tổn thất công suất				
TT	Các phương án bù kinh tế	Bù hạ áp cố định	Bù hạ áp điều chỉnh	Bù trung áp cố định	Bù trung áp điều chỉnh	ΔP (kW)	ΔQ (kVAr)	C (đồng)	B (đồng)	NPV = B - C (đồng)
1	Tổn thất công suất ban đầu					149,402	132,193			
2	Bù trung áp cố định			300		148,61	131,55	82.257.638,74	374.321.413,16	292.063.774,42
3	Bù trung áp điều chỉnh				0	0	0	0	0	0
4	Bù trung áp cố định kết hợp điều chỉnh			300		148,60	131,54	82.257.638,74	379.193.050,44	296.935.411,70
5	Bù hạ áp cố định	1.380				145,05	125,11	417.584.758,80	3.775.488.235,19	3.357.903.476,39
6	Bù hạ áp điều chỉnh		1.050			145,10	125,03	443.253.187,33	3.809.241.046,17	3.365.987.858,84
7	Bù hạ áp cố định kết hợp điều chỉnh	1.380	120			144,62	124,53	467.528.779,91	4.089.375.118,38	3.621.846.338,47

* So sánh các phương án bù tối ưu của xuất phát tuyến 473

		Dung lượng bù (kVAr)				Tổn thất công suất				
TT	Các phương án bù kinh tế	Bù hạ áp cố định	Bù hạ áp điều chỉnh	Bù trung áp cố định	Bù trung áp điều chỉnh	ΔP (kW)	ΔQ (kVAr)	C (đồng)	B (đồng)	NPV = B - C (đồng)
1	Tổn thất công suất ban đầu					114,278	129,930			
2	Bù trung áp cố định			600		113,43	127,49	164.515.277,48	1.247.874.207,04	1.083.358.929,56
3	Bù trung áp điều chỉnh				0	0	0	0	0	0
4	Bù trung áp cố định kết hợp điều chỉnh			600		113,43	127,49	164.515.277,48	1.247.874.207,04	1.083.358.929,56
5	Bù hạ áp cố định	210				113,88	128,83	63.545.506,77	561.915.840,37	498.370.333,60
6	Bù hạ áp điều chỉnh		750			111,89	125,12	318.393.134,56	2.515.099.367,06	2.196.706.232,50
7	Bù hạ áp cố định kết hợp điều chỉnh	990	30			111,72	124,72	312.057.680,07	2.726.386.147,09	2.414.328.467,02

* So sánh các phương án bù tối ưu của xuất phát tuyến 475

		Dung lượng bù (kVAr)				Tổn thất công suất				
TT	Các phương án bù kinh tế	Bù hạ áp cố định	Bù hạ áp điều chỉnh	Bù trung áp cố định	Bù trung áp điều chỉnh	ΔP (kW)	ΔQ (kVAr)	C (đồng)	B (đồng)	NPV = B - C (đồng)
1	Tổn thất công suất ban đầu					211,920	183,988			
2	Bù trung áp cố định			1.500		208,17	173,57	411.288.193,69	5.335.752.548,41	4.924.464.354,72
3	Bù trung áp điều chỉnh				900	209,23	175,37	603.505.581,19	4.380.478.853,94	3.776.973.272,75
4	Bù trung			1.50		208,1	173,5	5.335.752.54	411.288.193,	4.924.464.35

	áp cố định kết hợp điều chỉnh			0		7	7	8,41	69	4,72
5	Bù hạ áp cố định	1.920				205,35	169,51	580.987.490,50	7.527.568.289,82	6.946.580.799,32
6	Bù hạ áp điều chỉnh		1.695			205,25	169,51	717.945.303,42	7.532.996.987,16	6.815.051.683,74
7	Bù hạ áp cố định kết hợp điều chỉnh	1.92	45			205,2	169,2	599.716.498,	7.640.726.14	7.041.009.64
		0				4	9	42	2,13	3,71

4. Kết luận

Luận văn đã thực hiện tính toán bù tối ưu trên cơ sở xác định được vị trí và dung lượng bù tối ưu cho các xuất tuyến có tổn thất công suất lớn của lưới điện phân phối 22 kV của các xuất phát tuyến 472, 473 và 475.

Ngoài ra, các phân tích kinh tế cũng cho thấy rằng phương án bù hạ áp cố định kết hợp điều chỉnh có hiệu quả lớn nhất.

Vì vậy, đề xuất chọn phương án bù hạ áp cố định kết hợp điều chỉnh cho lưới điện phân phối Huyện Mỏ Cày Nam.

Tài liệu tham khảo

[1] Nghị định 137/2013/NĐ-CP của Chính phủ ban hành ngày 21/10/2013 quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật điện lực và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật điện lực.

[2] Trường đại học Điện Lực - Tài liệu tập huấn PSS/ADEPT 5.0.

[3] Thông tư 15/2014/TT-BCT quy định về việc mua bán công suất phản kháng.

[4] Trần Vinh Tịnh, Trương Văn Chương (2008), "Bù tối ưu công suất phản kháng lưới điện phân phối", Tạp chí khoa học và công nghệ Đại học Đà Nẵng, số 2, tập 25.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Nguyễn Văn Trường

Đơn vị:TTDN huyện Chợ Lách

Điện thoại: 02753871962

Email: ttdncholach@gmail.com

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.