

PHƯƠNG PHÁP LỰA CHỌN CẤP ĐIỆN ÁP TỐI ƯU CỦA MẠNG PHÂN PHỐI

TRẦN QUANG KHÁNH

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay mạng điện phân phối ở nước ta đang tồn tại nhiều cấp điện áp khác nhau, gây trở ngại lớn cho sự vận hành và phát triển hệ thống điện. Mặc dù đã có quy định về việc chuyển đổi các cấp điện áp phân phối về cấp 22 kV, nhưng quá trình này diễn ra rất chậm, thậm chí có nhiều nơi không thể thực hiện sự chuyển đổi do sự hạn hẹp vốn đầu tư và sự kém hiệu quả của quá trình chuyển đổi. Từ các kết quả khảo sát thực tế, có thể nhận thấy là yêu cầu chuyển đổi các cấp điện áp khác nhau về cùng một cấp là hết sức cần thiết, tuy nhiên cấp điện áp nào là tối ưu đối với mạng điện phân phối của Việt Nam thì cần phải được nghiên cứu một cách nghiêm túc hơn. Trong nhiều năm qua chúng tôi đã tiến hành một số đề tài nghiên cứu, tính toán và thấy rằng 22 kV thực chất chưa phải là cấp điện áp tối ưu đối với toàn bộ mạng điện phân phối của nước ta, mà chỉ là tối ưu trong một phạm vi nhất định, phụ thuộc vào mật độ phụ tải và bán kính hoạt động của mạng điện. Bài viết này sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu về những vấn đề trên.

II. BÀI TOÁN CHỌN CẤP ĐIỆN ÁP TỐI ƯU

Việc xác định cấp điện áp tối ưu theo các phương pháp toán học thuần túy, tức là thiết lập mô hình toán học với hàm mục tiêu phụ thuộc vào cấp điện áp, lấy đạo hàm của hàm mục tiêu theo điện áp, gán cho đạo hàm giá trị 0 và giải hệ phương trình cùng với các điều kiện ràng buộc để tìm nghiệm tối ưu, thường không thể cho kết quả chính xác, vì nghiệm tìm được có thể sẽ không trùng với các thang điện áp có thể sử dụng. Việc áp dụng một cấp điện áp mới sẽ kéo theo một loạt thiết bị tương ứng, do đó chỉ có thể chọn cấp điện áp đang được sử dụng trong thực tế. Phương pháp tốt nhất để lựa chọn cấp điện áp tối ưu là so sánh các hệ thống điện áp hiện hành. Xu hướng chung của thế giới hiện nay là giảm số cấp điện áp trung gian và nâng cao giá trị điện áp lưới phân phối. Ở nước ta hiện tại có thể sử dụng các hệ thống điện áp như sau: 110/35/10/0,4 kV; 110/35/15/0,4; 110/35/0,4; 110/22/0,4; 110/10/0,4; 110/6/0,4. Kết quả so sánh sơ bộ cho thấy cấp điện áp 6 kV hoàn toàn không thể cạnh tranh được so với các cấp điện áp còn lại. Theo xu hướng chung, ở nước ta cũng chỉ nên sử dụng một cấp điện áp phân phối duy nhất. Như vậy bài toán chọn cấp điện áp phân phối ở Việt Nam được giới hạn trong việc so sánh các cấp điện áp 35, 22 và 10 kV.

III. MÔ HÌNH TOÁN HỌC MẠNG ĐIỆN PHÂN PHỐI

Mô hình toán học của mạng điện phân phối được xây dựng trên cơ sở chỉ tiêu chi phí tính toán. Nếu bỏ qua các thành phần chi phí giống nhau ở các phương án thì giá trị chi phí tính toán được xác định theo biểu thức

$$Z = pV_{\Sigma} + C_{\Sigma}; \quad (1)$$

trong đó: V_{Σ} - Tổng vốn đầu tư thiết bị; $p = a_{tc} + k_{kh}$; a_{tc} - Hệ số tiêu chuẩn sử dụng hiệu quả vốn đầu tư; k_{kh} - Hệ số khấu hao thiết bị; C_{Σ} - tổng chi phí hàng năm, trong bài toán so sánh các phương án ta chỉ lấy thành phần chi phí tổn thất, tức là coi $C_{\Sigma} = c_{\Delta} \Delta A$; c_{Δ} - giá thành tổn thất điện năng, đ/kWh; ΔA - Tổn thất điện năng, kWh.

Vốn đầu tư đường dây ứng với cấp điện áp xác định được biểu thị bởi công thức

$$V_d = a + bF;$$

Vốn đầu tư trạm biến áp cũng được xác định tương tự như đối với đường dây.

$$V_{BA} = m + nS$$

a, b, m, n - Hệ số kinh tế cố định và thay đổi của đường dây và trạm biến áp.

Như vậy chi phí tính toán của các phần tử mạng điện gồm có 3 thành phần: Chi phí cố định, chi phí thay đổi và chi phí tổn thất điện năng. Nếu coi chi phí lưới hạ áp của tất cả các phương án là như nhau thì mô hình bài toán chọn cấp điện áp phân phối sẽ bao gồm một phần chi phí của lưới cung cấp, chi phí của toàn bộ đường dây và trạm biến áp phân phối.

Để tiện so sánh ta biểu thị chi phí tính toán trên một đơn vị diện tích phụ thuộc vào mật độ phụ tải của vùng cấp điện. Mô hình toán học của mạng điện phân phối [4] được biểu thị như sau

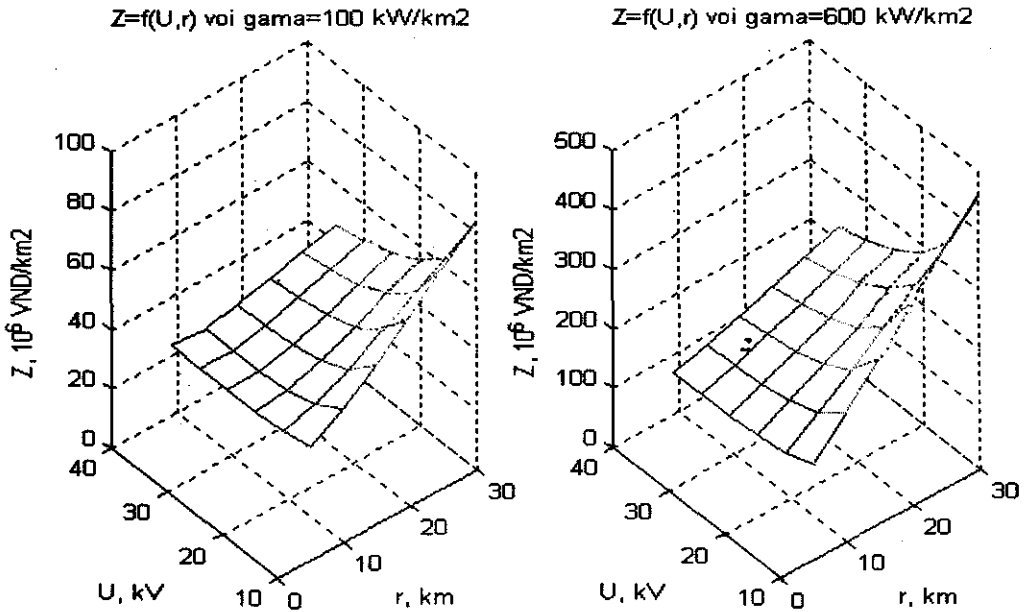
$$Z = \frac{P_c a_c}{2r_{pp}} + \frac{P_{ba} m_{ba}}{4r_{pp}^2} + p_{pp} a_{pp} \alpha \sqrt{\frac{\gamma}{k_{tM} S_{tt} \cos \varphi}} + \frac{P_d b_{pp} \Psi \gamma r_{pp}}{4\sqrt{3} J U_{pp} \cos \varphi} + \frac{\sqrt{3} \Psi \gamma r_{pp} J \cdot \rho \tau c_{\Delta}}{4U_{pp} \cos \varphi 10^3} + \frac{P_{ba} V_{tt}}{k_{tM} S_{tt} \cos \varphi} + (\Delta P_{0pp} t + \Delta P_{Kpp} \tau k_{mt}^2) \frac{\gamma \cdot c_{\Delta}}{k_{tM} S_{tt} \cos \varphi}; \quad (2)$$

trong đó: k_{mt} - Hệ số mang tải của máy biến áp; k_{tM} - Hệ số tham gia vào cực đại của các trạm biến áp tiêu thụ; ΔP_0 ; ΔP_k - Hao tổn công suất không tải và ngắn mạch trong máy biến áp, kW; α - hệ số hình dạng, phụ thuộc vào địa hình nơi có đường dây đi qua; Ψ - hệ số phân nhánh của đường dây phân phối; S_{tt} , V_{tt} - công suất định mức và vốn đầu tư của trạm biến áp tiêu thụ; j - mật độ dòng điện kinh tế của đường dây, A/mm²; τ - thời gian tổn thất cực đại, h/năm; ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn, $\Omega/\text{mm}^2 \cdot \text{km}$; γ - mật độ phụ tải, kW/km²; r_{pp} - bán kính hoạt động của đường dây phân phối, km.

Các kí hiệu c là cho lưới cung cấp và pp là cho lưới phân phối; d cho đường dây và ba - cho máy biến áp.

1. Xây dựng biểu đồ chi phí tính toán và vùng tác động tối ưu của các cấp điện áp

Trên cơ sở mô hình toán học của mạng điện, với sự trợ giúp của chương trình MATLAB ta có thể xây dựng được biểu đồ chi phí tính toán của mạng điện phân phối ứng với các cấp điện áp khác nhau. Biểu đồ chi phí tính toán phụ thuộc vào cấp điện áp và chiều dài truyền tải ứng với giá trị mật độ phụ tải xác định được thể hiện trên hình 1. Biểu đồ dạng 3D cho phép ta hình dung một cách rõ ràng mối quan hệ phụ thuộc giữa suất chi phí tính toán với điện áp và bán kính lưới điện. Kết quả phân tích cho thấy khi mật độ phụ tải thấp và bán kính của mạng điện nhỏ thì các phương án có điện áp thấp sẽ chiếm ưu thế hơn so với phương án có điện áp cao, ngược lại khi mật độ phụ tải và bán kính hoạt động lớn thì phương án sử dụng điện áp cao sẽ có chi phí thấp nhất.



Hình 1. Biểu đồ phụ thuộc của suất chi phí tính toán vào cấp điện áp và bán kính lưới điện ứng với mật độ phụ tải xác định

Để có thể lựa chọn cấp điện áp tối ưu ứng với các điều kiện truyền tải điện năng ta tiến hành xây dựng biểu đồ phân bố tối ưu của các cấp điện áp. Muốn vậy trước hết ta cho chi phí của các phương án là ngang nhau, chẳng hạn $Z_{10} = Z_{22}$ và biến đổi phương trình tìm được về dạng đơn giản ứng với đối số là bán kính hoạt động r_{pp} của mạng điện.

$$A.r^3 + B.r^2 + C.r + D = 0 \quad (3)$$

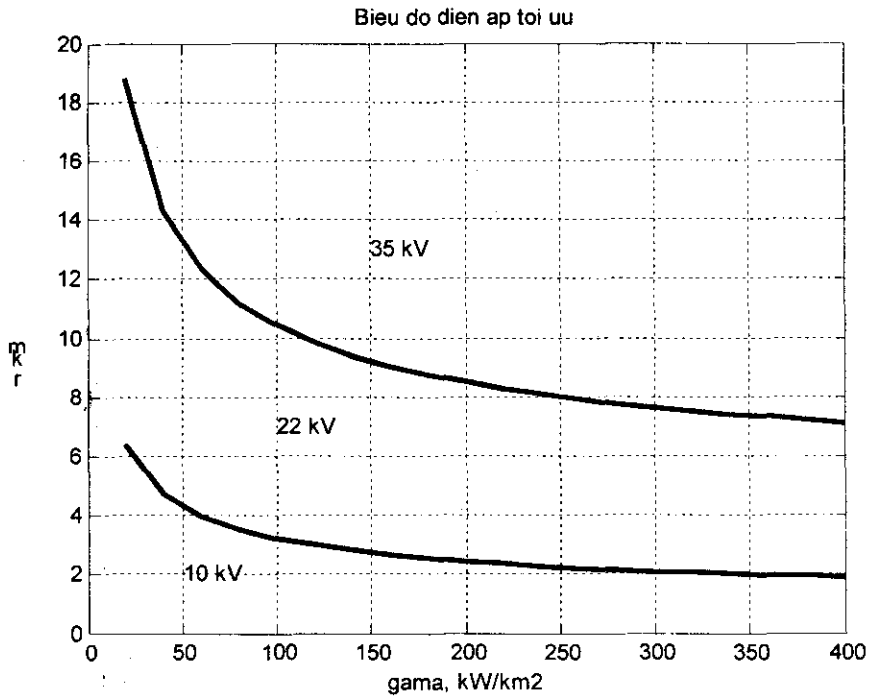
với

$$A = \left[\frac{p_d \Psi}{\sqrt{3} J 220 \cdot \cos \varphi} (10b_{22} - 22b_{10}) + \frac{\sqrt{3} \Psi J \cdot \rho \tau \cdot c_{\Delta}}{220 \cdot \cos \varphi 10^3} (10 - 22) \right] \gamma; \quad (4)$$

$$B = 4 \cdot \left[p_{0a} \sqrt{\frac{\gamma}{k_{0M} S_H \cos \varphi}} (a_{22} - a_{10}) + \left(\frac{p_b V_{22/0,4}}{k_{0M} S_H \cos \varphi} - \frac{p_b V_{10/0,4}}{k_{0M} S_H \cos \varphi} \right) + (DP_{0,22/0,4t} + DP_{K,22/0,4t} k_{mt}^2 - DP_{0,10/0,4t} - DP_{K,10/0,4t} k_{mt}^2) \frac{\gamma \cdot c_{\Delta}}{k_{0M} S_H \cos \varphi} \right]; \quad (5)$$

$$C = 0; D = (m_{110/22} - m_{110/10}) p_b. \quad (6)$$

Cho mật độ phụ tải biến thiên, giải phương trình xác định giá trị r_{pp} tương ứng. Như vậy ta sẽ thiết lập được biểu đồ cho phép xác định vùng tối ưu của các cấp điện áp so sánh ứng với các điều kiện về mật độ phụ tải và chiều dài đường dây. Kết quả tính toán cấp điện áp tối ưu được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Vùng tác động tối ưu của các cấp điện áp lưới phân phối

IV. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Các kết quả nghiên cứu tính toán được thể hiện trên các biểu đồ hình 1 và hình 2 mô tả một cách rõ ràng mối quan hệ giữa chi phí tính toán của mạng điện phụ thuộc vào các điều kiện truyền tải và phân phối điện năng. Phân tích biểu đồ vùng tác động tối ưu của các cấp điện áp phân phối cho thấy khi mật độ phụ tải là 100 kW/km^2 thì ở bán kính lưới điện từ 3,5 đến 10,5 km lưới điện 22 kV sẽ chiếm ưu thế, còn khi bán kính lưới điện lớn hơn 10,5 km thì cấp điện áp 35 kV sẽ có hiệu quả hơn. Vùng giới hạn của cấp điện áp 10 kV tuy không lớn nhưng vẫn tồn tại ở điều kiện mật độ phụ tải và đặc biệt khi bán kính lưới điện thấp. Theo các số liệu thống kê thì mật độ phụ tải trung bình ở các vùng nông thôn nước ta nằm trong khoảng $50 \div 350 \text{ kW/km}^2$ và ở các vùng đô thị là $200 \div 1500 \text{ kW/km}^2$. Nếu đối chiếu trên biểu đồ hình 3 thì ta có thể thấy phạm vi áp dụng có hiệu quả của lưới 22 và lưới 35 kV trong thực tế ở nước ta là tương đương nhau. Còn nếu tính đến sự phát triển nhanh chóng của phụ tải trong tương lai thì cấp điện áp 35 kV sẽ có triển vọng hơn nhiều.

V. KẾT LUẬN

Vấn đề chuyển đổi cấp điện áp phân phối là một trong những nhiệm vụ cấp thiết, tuy nhiên cần phải chuyển đổi về cấp điện áp nào để có hiệu quả cao nhất là một bài toán cần được nghiên cứu một cách nghiêm túc.

Bài toán chọn cấp điện áp tối ưu cần được thực hiện trên cơ sở so sánh các cấp điện áp hiện hành. Đối với mạng điện phân phối ở nước ta các cấp điện áp có thể cạnh tranh là 10; 22 và 35 kV.

Mô hình toán học của mạng điện phân phối dưới góc độ chọn cấp điện áp tối ưu được xây dựng dựa trên chi phí tính toán, trong đó gồm các thành phần chi phí sử dụng, khấu hao vốn đầu tư và tổn thất trong các phần tử chính của mạng điện phân phối là đường dây và trạm biến áp.

Các kết quả nghiên cứu, tính toán cho thấy cấp 22 kV chi tối ưu trong một phạm vi nhất định, đó chính là phạm vi phân dẫn sự chuyển đổi cấp điện áp kém hiệu quả ở một số địa phương. Đối với những vùng có cấp điện áp 35 kV có ưu thế lớn, đặc biệt là khi xét đến sự tăng nhanh của phụ tải trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. J. S. Hwang, L. Grigsby - Voltage Optimization Combined Linear Programming and Gradient Techniques, IEEE Trans. PAS-103 (7) (1988).
2. B. M. Weinstock - Transmission and Distribution of Electrical Energy, Harper & Row Publishers, New York, 1981.
3. Trần Quang Khánh - Quy hoạch điện nông thôn, Trường Đại học Nông nghiệp I, Hà Nội, 2003.
4. И. А. Будзко, М. С. Левин - Электроснажение сельскохозяйственных предприятий и населённых пунктов, Агропромиздат, Москва, 1985.
5. В.А. Веников - Кибернетика Электрических систем, Высшая школа, Москва, 1974.

SUMMARY

METHOD OF SELECTING VOLTAGE LEVELS OF THE DISTRIBUTION NETWORK IN VIETNAM

The paper presents the result of the research of method of selecting the optimal voltage level of the distribution network in Vietnam. The mathematical model of the distribution network built up basing on the cost. It allows to evaluate easily the relation between the cost and the conditions of transmitting of electric power. The result of the research shows that the specific level of voltage used optimally in the consistently determined condition of transmission of electricity. So, in order to the transferring of the level of valtage, it must examine concretly the density of loads and the radius of the electricity network in each area.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 22 tháng 2 năm 2006

Khoa Điện, Trường Đại học Điện lực.