

TỒN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG MẠNG ĐIỆN NÔNG THÔN CÓ XÉT ĐẾN ĐẶC TÍNH XÁC SUẤT

Trần Quang Khánh

Trịnh Trọng Chương

TÓM TẮT

Việc xác định tổn thất điện năng cho lưới điện phân phối đã được nghiên cứu từ lâu, tuy nhiên các tính toán mới chỉ dừng lại ở các phương pháp giải tích thông thường, khối lượng tính toán nhiều và một số trường hợp thường gặp phải sai số khá lớn do sự biến thiên của giá trị thời gian tổn thất công suất τ trong một dải khá rộng. Phương pháp trình bày dưới đây kết hợp giữa phép giải tích thông thường kết hợp lý thuyết xác suất thống kê cho phép khắc phục phần nào nhược điểm nêu trên, góp phần giảm khối lượng tính toán trong khi sai số so với các phương pháp khác là không đáng kể. Phương pháp này có thể áp dụng trong tính toán thực tế và trong nghiên cứu, giảng dạy.

ABSTRACT

Specify loss electric power in electricity distribution network has been long researched, however calculations have still been a normal analytics methods, there are too much of calculation and in some cases the errors are rather big because time value varied that makes a loss of τ capacity in large range. The following method combines normal analytics operation with statistics probability theory that allows overcoming somewhat the previous weak points, contributing to reduce calculation amount while error is negligible in comparison with other methods. This method can using in reseach, education.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề xác định tổn thất điện năng trong mạng điện nông thôn hiện nay đang là một nhiệm vụ hết sức cần thiết, không chỉ đối với cơ quan quản lý mà ngay cả đối với hộ tiêu thụ điện, nhưng hiện nay đang gặp phải rất nhiều khó khăn trong việc tính toán.

Để đánh giá tổn thất điện năng (ΔA) của mạng điện đòi hỏi tất cả các trạm phân phối đều phải có công tơ và phải đọc chỉ số ở cùng một thời điểm. Để đánh giá ΔA trong các máy biến áp (MBA) phân phối thì phải đặt công tơ cả phía cao áp, muốn có ΔA trên từng đoạn lưới thì phải đặt công tơ trên đầu của mỗi đoạn lưới. Như vậy, riêng để phân tích trực tiếp ΔA của một trục lộ có nhiều trạm phân phối sẽ cần phải đặt rất nhiều công tơ ba pha. Đối với P_{\max} , ΔP , I_{\max} thì tình hình còn phức tạp hơn, ngay cả khi có đủ thiết bị cũng rất khó khăn vì không biết được thời điểm nào trong năm xảy ra chế độ *max* hay *min* của toàn lưới, của từng trạm hoặc của từng đoạn lưới. Như vậy, phải có người trực thường xuyên trên toàn lưới hoặc đo tự ghi. Ta thấy như vậy thì chi phí sẽ rất lớn, ngay cả hệ thống SCADA cũng chỉ đo ở một số chỗ cần thiết cho việc điều khiển vận hành lưới điện phân phối.

Có một cách là kết hợp giữa: *đo số liệu thống kê và tính toán để đánh giá tình trạng của lưới và xác định tổn thất điện năng lưới hiện tại và trong tương lai [1]*. Phương pháp trình bày dưới đây được xây dựng dựa trên cơ sở ứng dụng lý thuyết xác suất thống kê cho phép khắc phục được phần nào các nhược điểm nêu trên.

II. NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP

Trong thực tế có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến tổn thất điện năng (ΔA) trong mạng điện hạ áp: các mối nối, do rò rỉ trên cách điện, do hành lang bảo vệ bị vi phạm, do đồng hồ

đo đếm, do phương thức quản lý mạng điện... đã làm cho bài toán xác định tổn thất điện năng trong mạng điện nông thôn trở nên phức tạp [5] và cũng ít được quan tâm. Gần đây, các bài toán nghiên cứu được tập trung nhiều cho lưới điện phân phối và lưới điện truyền tải, còn các lưới hạ áp ba pha hay một hoặc hai pha chỉ được đánh giá sơ bộ trong các bài toán quy hoạch điện lực các địa phương, hay các báo cáo khả thi trong các dự án năng lượng.

Tổn thất ΔA trong mạng điện chủ yếu là do tổn thất Jun tỷ lệ với bình phương dòng điện I chạy trong mạng điện và xác định theo:

$$\Delta A = 3R \cdot \int_0^T I_t^2 \cdot dt \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

Trong đó: R : điện trở mạng điện (Ω);

T : thời gian khảo sát (giờ).

Trong thực tế, cường độ dòng điện luôn biến đổi và phụ thuộc nhiều yếu tố. Để khắc phục điều này chúng ta có thể xác định tổn thất tương đương gây ra bởi dòng điện cực đại chạy trong mạng điện, trong khoảng thời gian hao tổn cực đại (τ) theo công thức:

$$\Delta A = 3I_m^2 R \cdot 10^{-3} \cdot \tau \quad (2)$$

Trong đó: I_m : dòng điện cực đại trong mạng điện (A);

τ : thời gian tổn thất cực đại (giờ).

Ở đây, chúng ta cũng gặp một trở ngại nữa là giá trị τ phụ thuộc vào tính chất phụ tải, hệ số công suất, thời gian sử dụng công suất lớn nhất... Do đó, việc xác định ΔA theo (2) cũng sẽ gặp phải sai số lớn do τ biến thiên trong một dải rất rộng. Ta có thể xác định lượng tổn thất tương đương gây ra bởi dòng điện trung bình không đổi trong suốt thời gian khảo sát chạy trong mạng điện đẳng trị theo biểu thức [3, 4]:

$$\Delta A = 3M(I^2)R_t \cdot 10^{-3} \cdot T \quad (3)$$

Trong đó: $M(I^2)$: kỳ vọng toán bình phương dòng điện;

R_t : điện trở đẳng trị của mạng điện (Ω).

Theo cơ sở lý thuyết xác suất ta có:

$$M(I^2) = [M(I)]^2 + \sigma^2(I) \quad (4)$$

Với $M(I)$ và $\sigma^2(I)$: kỳ vọng toán và phương sai của dòng điện.

Giá trị của kỳ vọng toán dòng điện sẽ được xác định theo các chỉ số công tơ tại lộ ra của trạm trung gian:

$$M(I) = \sqrt{\frac{A_x^2 + A_r^2}{3U_{tb}^2 \cdot T^2}} \quad (5)$$

Với: - A_r, A_x : điện năng tác dụng và phản kháng, xác định theo chỉ số công tơ đầu nguồn, kWh, kVarh.

- U_{tb} : điện áp trung bình của mạng điện, kV

Phương sai của dòng điện được xác định qua hệ số biến động của phụ tải k_{bi} :

$$\sigma^2(I) = [M(I)]^2 \cdot k_{bi}^2 \quad (6)$$

Giữa dòng điện cực đại, kỳ vọng toán dòng điện và độ lệch chuẩn của phụ tải có mối liên hệ thống kê:

$$\sigma(I) = \frac{I_{\max} - M(I)}{\beta}$$

Do đó

$$k_{bi} = \frac{\sigma(I)}{M(I)} = \frac{I_m - M(I)}{M(I) \cdot \beta} \quad (7)$$

Với β : hệ số tán xạ.

Thay (4) và (6) vào (3), sau một số biến đổi sẽ được:

$$\Delta A = 3 \cdot [M(I)]^2 \cdot (1 + k_{bi}^2) \cdot R_i \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

Điện trở đẳng trị của đường dây được xác định:

$$R_i = \frac{\Delta P_m \cdot 10^3}{3 \cdot I_m^2} \quad (9)$$

với ΔP_m : tổn thất công suất cực đại trong mạng điện, $\Delta P_m = k \cdot I_m \cdot \Delta U_m$, kW

và ΔU_m : tổn thất điện áp lớn nhất trên đường dây, tính đến điểm cuối của trục chính, kV.

k: hệ số tính đến kết cấu lưới điện, loại dây dẫn, đặc điểm phân bố của phụ tải.

Tổn thất điện năng phản kháng có thể được xác định theo biểu thức:

$$\Delta A_{xi} = \Delta A_{ri} \cdot \lambda$$

$$\text{Với } \lambda = \frac{\sum x_{0i} \cdot I_i}{\sum r_{0i} \cdot I_i}$$

Trong đó:

r_{0i}, x_{0i} : điện trở và điện kháng của 1 km đường dây, Ω / km

l_i : chiều dài đoạn đường dây thứ i, km.

Đối với các máy biến áp phân phối, tổn thất gồm 2 thành phần: thay đổi và cố định. Thành phần thay đổi được xác định tương tự như (8) với kỳ vọng toán dòng điện chạy qua máy biến áp là:

$$M(I)_b = \sqrt{\frac{A_{x2}^2 + A_{r2}^2}{3U_2^2 \cdot T^2}} \quad (10)$$

Trong đó:

- A_{r2}, A_{x2} : điện năng tác dụng và phản kháng ở cuối mạng đẳng trị, kWh, kVarh.
- $A_{r2} = A_r - \Delta A_{ri}$
- $A_{x2} = A_x - \Delta A_{xi}$
- U_2 : điện áp ở cuối đường dây, kV

Điện trở đẳng trị của máy biến áp là:

$$R_{dtB} = \frac{U_B^2 \cdot \sum_{i=1}^m \Delta P_{ki}}{\left(\sum_{i=1}^m S_{Bi} \right)^2} \quad (11)$$

Trong đó:

- U_B : điện áp định mức của máy biến áp, kV;
- S_B : công suất định mức của máy biến áp, kVA;
- ΔP_k : tổn thất công suất ngắn mạch máy biến áp, kW;
- m : số lượng MBA tiêu thụ.

Như vậy tổn thất điện năng trong cuộn dây của MBA là:

$$\Delta A_{Cu} = 3 \cdot [M(I)_b]^2 \cdot (1 + k_v^2) \cdot R_{dtB} \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (12)$$

Thành phần tổn thất cố định trong máy biến áp:

$$\Delta A_{Fe} = \frac{U_{tb}^2}{U_B^2} \cdot T \cdot \sum_{i=1}^m \Delta P_{0i} \quad (13)$$

với ΔP_{0i} : tổn thất công suất không tải của MBA thứ i , kW

Do đó tổng tổn thất điện năng trong mạng phân phối được xác định như sau:

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta A_r + \Delta A_{Cu} + \Delta A_{Fe} \quad (14)$$

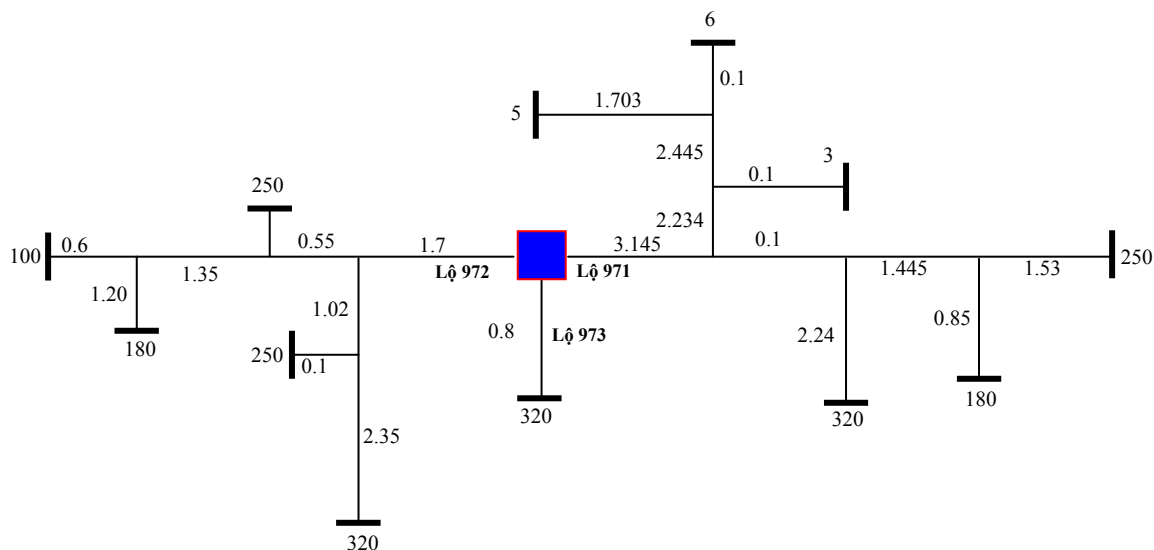
Như vậy, việc tính toán tổn thất điện năng ở đây chỉ cần dựa trên dữ kiện về lượng điện năng tiêu thụ tại đầu vào, dòng điện cực đại của mạng và mức chênh lệch điện áp giữa đầu và cuối đường trục. Các thông số này có thể dễ dàng xác định nhờ các thiết bị đo thông dụng. Điều đó cho phép giảm đáng kể thời gian thu thập và xử lý số liệu, đồng thời góp phần nâng cao độ chính xác của phép tính.

III. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN VÀ ĐÁNH GIÁ

Để tiện cho việc so sánh kết quả, chúng tôi tính toán xác định tổn thất điện năng cho mạng điện phân phối 10 kV của trạm trung gian Đà Bắc 35/10 kV – 1800 kVA, Kỳ Sơn, Hoà Bình. Số liệu về các xuất tuyến, điện năng tiêu thụ trong một tháng ghi theo chỉ số công tơ tại các lộ ra, dòng cực đại và tổn thất điện áp trên các lộ ở bảng 1 [2]. Dây dẫn trục chính AC 50, các đường phân nhánh dùng AC 50, chiều dài đường dây và công suất các trạm cho trên hình 1. Kết quả tính toán được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 1: Số liệu điện năng tiêu thụ trong tháng của các xuất tuyến

Lộ ra	A_r, kWh	$A_x, kVarh$	I_m, A	$\Delta U, kV$
Lộ 971	217.345	163015	41,85	0,215
Lộ 972	216.818	162614	40,37	0,210
Lộ 973	99030	74305	14,80	0,047



Hình 1. Sơ đồ các xuất tuyến 10 kV trạm trung gian 35/10 kV Đà Bắc – Hoà Bình

Bảng 2: Kết quả tính toán áp dụng xác suất thống kê theo các công thức từ (5) đến (14)

Lộ ra	$\Delta P_m, kW$	$\Delta A_{dd}, kWh$	$\Delta A_{ba}, kWh$	$\Delta A(\Sigma), kWh$
Lộ 971	13,86	3133,0	6592,8	9725,8
Lộ 972	9,71	2309,3	6930,7	9231,0
Lộ 973	0,39	130,95	2828,2	2959,1
				21924,85

➤ Nhận xét đánh giá

Kết quả tính toán theo phương pháp giải tích là: $\Delta A = 21428,8$ kWh hay 4,02%.

Như vậy, sai số tương đối giữa 2 phương pháp là:

$\delta = [(21924,85 - 21428,8) / 21428,8] = 2,31\%$ trong khi khối lượng tính toán giảm được (4-5) lần so với phương pháp giải tích thông thường.

IV. KẾT LUẬN

Phụ tải điện là một đại lượng có tính ngẫu nhiên, phụ thuộc rất nhiều yếu tố, nhưng nếu phân tích kỹ thấy rằng chúng tuân theo một quy luật nhất định. Chính vì vậy trong nghiên cứu phụ tải điện cần dựa trên cơ sở kết hợp xác suất thống kê và toán học giải tích.

Với thuật toán đơn giản, dữ liệu dễ thu thập, chỉ bằng cách kết hợp giữa giải tích thông thường và xác suất thống kê cho chúng ta một kết quả khá chính xác, khối lượng tính toán được giảm bớt khá nhiều. Phương pháp trình bày có thể áp dụng cho các mạng điện phân phối, đặc biệt là các khu vực nông thôn, với sơ đồ nối dây chủ yếu là hình tia.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Bách; *Lưới điện và hệ thống điện*, tập I ; Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật; Hà Nội, 2004.
- [2]. Trịnh Trọng Chương, Đoàn Văn Bình, Trần Quang Khánh, Nguyễn Đức Minh...; *Quy hoạch và phát triển Điện lực tỉnh Hoà Bình giai đoạn 2006-2010 có xét đến 2015*; Trung tâm tư vấn và triển khai công nghệ năng lượng – Liên hiệp các hội Khoa học và kỹ thuật Việt Nam (LHH); Hà Nội 2005.
- [3]. Trần Quang Khánh; *Toán ứng dụng cho chuyên ngành Điện*; Nhà xuất bản Đại học Nông nghiệp 1; Hà Nội, 2000.
- [4]. Trần Quang Khánh; *Hệ thống cung cấp điện*; Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật; Hà nội, 2006.
- [5]. M.N. Rozanôv; *Độ tin cậy hệ thống điện*; Moscow, 1994.