

CHƯƠNG 5

MẠNG ĐIỆN KÍN

§ 5-1. PHÂN BỐ CÔNG SUẤT TRONG MẠNG ĐIỆN KÍN

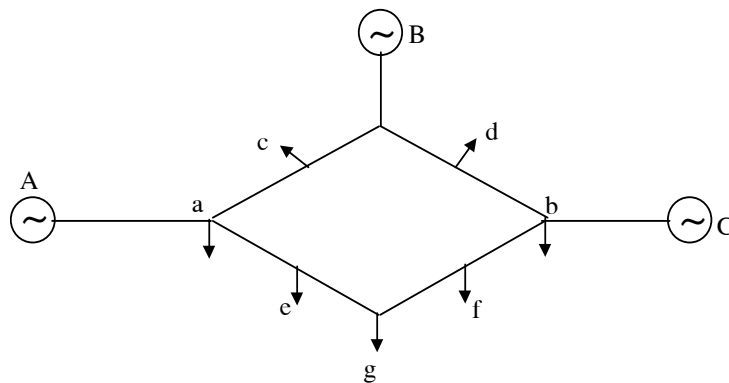
1. Khái niệm chung về mạng điện kín

Trong mạng điện hở các thụ điện được cung cấp điện năng từ một phía. Do đó khi đoạn đầu đường dây bị sự cố thì các thụ điện phía sau bị cắt điện. Để khắc phục nhược điểm này người ta dùng đường dây mà trong đó mỗi phụ tải được cung cấp ít nhất từ 2 phía, đó là mạng điện kín. Mạng điện kín là mạng điện mà các phụ tải được nhận điện từ 2 hay nhiều nguồn cung cấp.

Mạng điện kín đơn giản nhất gồm 2 đường dây làm việc song song cung cấp cho một phụ tải. Cả 2 đường dây có thể đi trên 2 hàng cột riêng hoặc trên cùng một cột. Mạng điện kín nhưng nhận điện từ một nguồn cung cấp gọi là mạng điện kín hình vòng.

Tại các điểm có số đường dây lớn hơn hay bằng 3 ($n \geq 3$) gọi là điểm nút của mạng điện. Mạng điện kín có các điểm nút gọi là mạng điện kín phức tạp (hình 5-1)

Hình 5-1.
Mạng điện kín phức tạp
*A, B, C - là nguồn
cung cấp;
a, b - là các điểm
nút;
c, d, e, f, g... - là các
phụ tải.*



Việc tính toán mạng điện kín tương đối phức tạp vì công suất truyền tải trên các đoạn đường dây phụ thuộc vào điện trở, điện kháng của các đoạn đường dây và trị số của phụ tải tại các điểm nút. Do đó người ta phải có phương pháp riêng để tính toán mạng kín, trước tiên phải xác định được các trị số dòng cung cấp đi ra từ các nguồn.

Ưu điểm chính của mạng điện kín là:

- Bảo đảm cung cấp điện thường xuyên liên tục cho các phụ tải. Các thụ điện loại I thường được cung cấp bằng mạng điện kín. Mỗi hộ tiêu thụ có thể nhận điện từ 2 hay nhiều nguồn cung cấp.

- Chi phí vận hành tương đối thấp: tổn thất công suất thấp hơn mạng điện hở, tổn thất điện áp cũng nhỏ.

- Tính linh hoạt cao: mạng điện kín thích ứng tốt và kịp thời với các trạng thái làm việc khác nhau của mạng điện. Khi phụ tải thay đổi đột ngột thì điện áp đặt vào các phụ tải ít biến đổi hơn.

Nhược điểm của mạng điện kín:

- Vận hành mạng điện phức tạp, yêu cầu chặt chẽ hơn.
- Bảo vệ rơ le khi sự cố phức tạp hơn. Thường dùng bảo vệ có hướng hoặc bảo vệ khoảng cách.

- Khi sự cố đứt một nhánh đầu nguồn thì mạng điện kín trở thành mạng điện hở. Tổn thất công suất và điện áp đều có thể vượt qua giá trị cho phép.

Dưới đây trình bày phương pháp tính toán phân bố công suất trong mạng điện kín.

2. Sự phân bố công suất trong mạng điện kín

Sự phân bố công suất truyền tải trong mạng điện kín không những phụ thuộc vào tiết diện, chiều dài của các đoạn mà còn phụ thuộc vào độ lớn và vị trí của các phụ tải trong mạng điện. Do đó để tính toán mạng điện kín người ta phải dùng phương pháp gần đúng liên tiếp. Phương pháp này cho kết quả đủ chính xác với yêu cầu thực tế. Muốn tìm sự phân bố công suất trong mạng điện kín trước hết giả thiết điện áp ở mọi điểm lấy bằng U_{dm} và bỏ qua tổn thất công suất trên các đoạn đường dây. Sau khi biết được công suất truyền tải trên các đoạn thì chuyển sang bước tiếp theo là tính chính xác hơn công suất và điện áp tại các nút của mạng điện.

Để đơn giản sơ đồ tính toán người ta đưa vào khái niệm phụ tải tính toán và công suất tính toán của nhà máy điện.

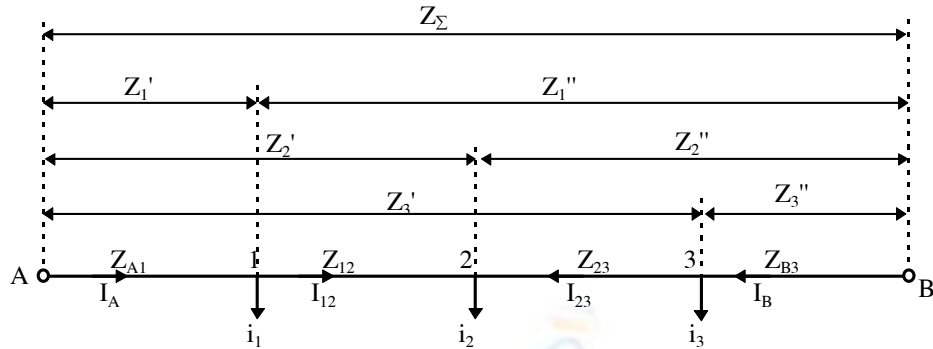
Phụ tải tính toán là những đại lượng quy ước bao gồm phụ tải thực, tổn thất công suất trong máy biến áp và công suất phản kháng do các nửa đường dây đóng vào trạm điện sinh ra.

Công suất tính toán của nhà máy điện là công suất thực tế mà nguồn phát có thể cung cấp cho mạng điện. Nó bằng công suất phát ra của máy phát, trừ đi công suất tự dùng, tổn hao công suất trong máy tăng áp cộng với công suất phản kháng do các nửa đường dây đấu vào trạm tăng áp sinh ra.

Khi đó sơ đồ thay thế của mạng điện kín rất đơn giản. Trong sơ đồ tính toán chỉ cần quan tâm đến điện trở r và điện kháng x của từng đoạn đường dây.

Sau đây sẽ tìm phân bố công suất trên mạng điện kín đơn giản nhất có 2 đầu cung cấp điện là A và B với điện áp 2 nguồn khác nhau (hình 5-2).

Giả sử chiều quy ước của các dòng điện như hình vẽ. Ta nhận thấy phụ tải i_2 nhận năng lượng từ 2 phía. Viết biểu thức điện áp rơi cho phụ tải này đối với cả 2 nguồn A và B:



Hình 5-2. Mạng điện kín hai nguồn cung cấp

I_A, I_{12}, I_{23}, I_B - là các dòng điện truyền tải;
 i_1, i_2, i_3 - là các dòng điện phụ tải;
 Z_1, Z_2, Z_3 - là tổng trở từ phụ tải 1, 2, 3 đến nguồn A;
 Z_1', Z_2', Z_3' - là tổng trở từ phụ tải 1, 2, 3 đến nguồn B;
 $Z_Σ$ - là tổng trở của đường dây.

Phương trình cân bằng điện áp là:

$$U_A - U_2 = \sqrt{3}(I_A Z_{A1} + I_{12} Z_{12}) \quad (5-1)$$

$$U_B - U_2 = \sqrt{3}(I_B Z_{B3} + I_{23} Z_{23}) \quad (5-2)$$

Giả thiết $U_A > U_B$, lấy hiệu số của (5-1) và (5-2) ta được:

$$U_A - U_B = \sqrt{3}(I_A Z_{A1} + I_{12} Z_{12} - I_B Z_{B3} - I_{23} Z_{23}) \quad (5-3)$$

Theo định luật Kirchhoff 1, với mạng điện cho trên hình (5-2) ta có:

$$\begin{aligned} I_{12} &= I_A - i_1; \quad I_B = i_3 - I_{23}; \quad I_{23} = I_A - i_1 - i_2; \\ I_B &= i_1 + i_2 + i_3 - I_A; \quad i_{23} = i_1 - I_{12} = i_2 + i_1 - I_A. \end{aligned} \quad (5-4)$$

Thay (5-4) vào (5-3) được:

$$\begin{aligned} U_A - U_B &= \sqrt{3}(I_A Z_{A1} + I_A Z_{12} - i_1 Z_{12} - i_1 Z_{B3} - i_2 Z_{3B} - i_3 Z_{B3} + I_A Z_{B3} - I_2 Z_{B3} - i_1 Z_{B3} - I_A Z_{B3}) \\ &= \sqrt{3}[I_A (Z_{A1} + Z_{12} + Z_{23} + Z_{B3}) - i_1 (Z_{12} + Z_{23} + Z_{B3}) - i_2 (Z_{23} + Z_{B3}) - i_3 Z_{B3}]. \end{aligned}$$

Đặt $Z_Σ = Z_{A1} + Z_{12} + Z_{23} + Z_{B3}$; $Z_1' = Z_{12} + Z_{23} + Z_{B3}$; $Z_2' = Z_{23} + Z_{B3}$; $Z_3' = Z_{B3}$; Rút ra:

$$I_A = \frac{i_1 Z_1' + i_2 Z_2' + i_3 Z_3'}{Z_Σ} + \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_Σ} \quad (5-5)$$

Trường hợp tổng quát, nếu mạng điện kín hai nguồn cung cấp có n phụ tải: $i_1, i_2, \dots, i_n$, thì:

$$I_A = \frac{\sum_{i=1}^n i_i Z_i''}{Z_\Sigma} + \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_\Sigma} \quad (5-6)$$

Tương tự như vậy, ta có thể xác định được dòng điện đi từ nguồn B:

$$I_B = \frac{\sum_{i=1}^n i_i Z_i'}{Z_\Sigma} + \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_\Sigma} \quad (5-7)$$

Từ (5-6) và (5-7) ta thấy rằng dòng điện đi từ nguồn A hoặc nguồn B có hai thành phần:

- Thành phần dòng điện phụ tải là chủ yếu, (I_A , I_B), phụ thuộc vào các phụ tải và tổng trở của mạng:

$$I_{Apt} = \frac{\sum_{i=1}^n i_i Z_i''}{Z_\Sigma}; \quad I_{Bpt} = \frac{\sum_{i=1}^n i_i Z_i'}{Z_\Sigma} \quad (5-8)$$

- Thành phần dòng điện cân bằng (I_{AB} hoặc I_{BA}) phụ thuộc vào sự chênh lệch điện áp giữa 2 nguồn cung cấp và tổng trở của mạng điện mà không phụ thuộc vào phụ tải:

$$I_{AB} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_\Sigma} = -I_{BA}; \quad \text{Công suất } S_{AB} = \sqrt{3} U I_{AB} \quad (5-9)$$

Ta cũng có thể tìm được dòng điện I_B và các dòng điện truyền tải còn lại khi biết I_A :

$$I_B = I_A - \sum i_i \quad (5-10)$$

Khi phụ tải cho bằng công suất $s_1, s_2, \dots, s_n$, nhân cả hai vế của (5-6) với $\sqrt{3} U_{dm}$ thì công suất truyền tải là:

$$S_A = \frac{\sum_{i=1}^n s_i Z_i''}{Z_\Sigma} + \frac{(U_A - U_B) U_{dm}}{\sqrt{3} Z_\Sigma} \quad (5-11)$$

Nếu điện áp hai nguồn bằng nhau về trị số và trùng pha ($\dot{U}_A = \dot{U}_B$) thì $I_{AB} = 0$, ta có:

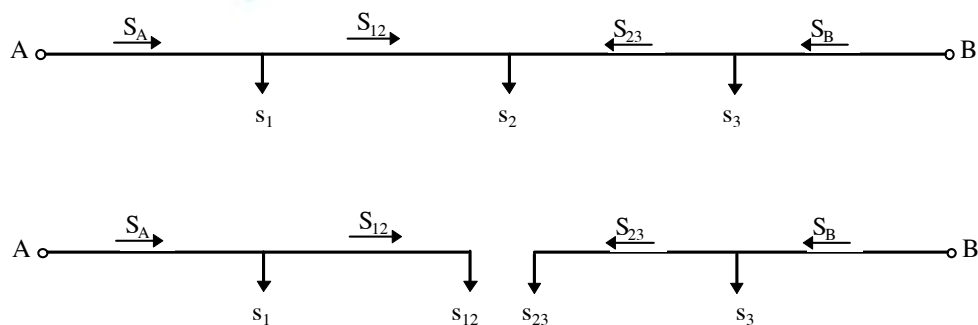
$$I_A = \frac{\sum_{i=1}^n i_i Z_i''}{Z_\Sigma}; \quad S_A = \frac{\sum_{i=1}^n s_i Z_i''}{Z_\Sigma} \quad (5-12)$$

Nhận xét: trong mạng điện kín hai nguồn cung cấp, công suất (hay dòng điện) đi ra từ một nguồn tỷ lệ với tổng các tích công suất phụ tải với tổng trở phụ tải tương ứng đến nguồn kia.

Chiều của công suất (hay dòng điện) là đúng với giả thiết nếu tính được các giá trị công suất (hay dòng điện) là dương. Nếu giá trị công suất (hay dòng điện) có dấu âm thì chiều ngược lại với chiều giả thiết ban đầu.

Sau khi xác định được chiều và trị số của công suất, ta thấy có một điểm mà tại đó phụ tải nhận công suất từ hai phía gọi là điểm phân công suất (hay điểm phân dòng điện). Vì phụ tải gồm có công suất tác dụng và phản kháng nên điểm phân công suất có thể là duy nhất một điểm, cũng có thể riêng rẽ hai điểm. Nếu có hai điểm phân công suất, điểm phân công suất tác dụng (ký hiệu là ∇) và điểm phân công suất phản kháng (ký hiệu là ∇). Trường hợp chỉ có một điểm phân công suất thì trên sơ đồ chỉ có một ký hiệu duy nhất tại điểm phân công suất chung đó, người ta có ký hiệu giống như điểm phân công suất tác dụng (ký hiệu là ∇).

Căn cứ vào dòng điện, công suất và điện áp các nguồn, người ta tiến hành xác định các thông số chế độ của mạng kín. để thuận tiện cho việc tính toán, khi biết điểm phân công suất hay dòng điện, ta có thể tách mạng điện kín thành hai mạng điện hở tại điểm phân công suất (hình 5-3)



Hình 5-3. Tách mạng điện kín thành 2 mạng điện hở tại điểm phân công suất

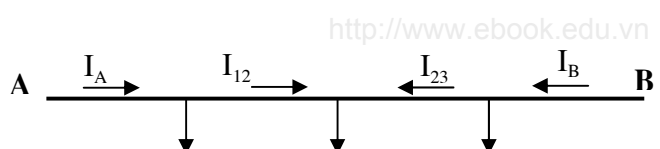
Công suất ở phụ tải cuối cùng của mạng vừa tách ra lấy bằng công suất truyền tải trên các đoạn đường dây đó. Ví dụ: $s_{12} = S_{12}$, $s_{23} = S_{23}$. Đồng thời tổng công suất phụ tải tại điểm cuối của hai mạng hở phải bằng công suất phụ tải tại điểm phân công suất của mạng điện kín, ví dụ: $s_{12} + s_{23} = S_2$.

Trường hợp mạng điện kín có hai điểm phân công suất, ta có thể tách mạng kín tại điểm phân công suất tác dụng.

Trong mạng điện có điện áp cao ($U_{dm} \geq 220$ kV) khi tính toán, người ta phải tính với điện áp các điểm nút và công suất truyền tải có kể đến hao tổn công suất trên các đoạn đường dây.

Sau khi tách mạng điện kín thành 2 mạng điện hở, quá trình tính toán mỗi mạng được tiến hành giống như mạng điện hở.

Trường hợp mạng điện kín có điện áp 2 nguồn khác nhau, người ta có thể xác định sự phân bố dòng hay công suất bằng cách xếp chồng hai chế độ: dòng điện phụ tải và dòng điện cân



bằng trên từng đoạn. Chú ý là, dòng điện cân bằng có chiều đi từ nguồn có điện áp cao sang nguồn có điện áp thấp hơn.

Xét mạng điện như hình vẽ (hình 5-3b)

Chế độ 1: Khi điện áp $U_A = U_B$ và đường dây có phụ tải bằng phụ tải thực của mạng.

Chế độ 2: Khi điện áp $U_A \neq U_B$ không có phụ tải, chỉ có dòng cân bằng đi qua từ nguồn có điện áp cao đến nguồn điện áp thấp hơn, dòng này không phụ thuộc vào tải của đường dây.

Sau khi tìm được các dòng điện truyền tải trong hai chế độ, theo chiều của dòng điện ta tiến hành xếp chồng dòng điện trên từng đoạn để tìm được sự phân bố dòng điện trong mạng thực ban đầu.

Ví dụ: theo chiều dòng điện như trên hình (5-2) thì:

$$I_A = I_{Apt} + I_{AB} ; I_{12} = I_{12pt} + I_{AB} ; I_{23} = I_{23pt} - I_{AB} ; I_B = I_{Bpt} - I_{AB}.$$

§ 5-2. CÁC TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT CỦA MẠNG ĐIỆN KÍN

Ta xét các trường hợp đặc biệt của mạng điện kín hai nguồn cung cấp có điện áp bằng nhau. Nếu điện áp hai nguồn khác nhau thì sự phân bố công suất (hay dòng điện) được xếp chồng thêm công suất cân bằng.

1. Đường dây chỉ có phụ tải tác dụng

Khi thành phần phụ tải phản kháng bằng không ($i_p = 0$) còn thành phần phụ tải tác dụng $i_a = i$ thì phân bố dòng điện là:

$$I_A = I_{aA} + jI_{pA} = \frac{\sum i_i (r_i'' + jx_i'')}{r_\Sigma + jx_\Sigma} = \frac{(r_\Sigma - jx_\Sigma) \sum i_i (r_i'' + jx_i'')}{r_\Sigma^2 + x_\Sigma^2} \quad (5-13)$$

trong đó:

r'' , x'' - là điện trở tác dụng và phản kháng từ phụ tải thứ i đến nguồn B;

r_Σ , x_Σ - là tổng điện trở tác dụng và phản kháng của cả đường dây .

Ta thấy rằng, mặc dù đường dây chỉ có phụ tải tác dụng nhưng dòng điện truyền tải trên các đoạn vẫn có hai thành phần tác dụng và phản kháng vì sự có mặt của điện trở cảm kháng trên đường dây.

Trường hợp này được áp dụng cho các mạng truyền tải hoặc mạng kín điện áp thấp khi phụ tải có hệ số công suất cao ($\cos\varphi \approx 1$).

2. Mạng điện kín chỉ kể đến điện trở tác dụng ($x = 0$)

Những mạng điện có tiết diện nhỏ, điện áp thấp hoặc mạng cáp có điện áp dưới 10 kV, khi đó $r \gg x$, thì coi $x = 0$, ta có:

$$I_A = I_{aA} + jI_{pA} = \frac{\sum (i_{ai} + ji_{pi})r_i''}{r_\Sigma} = \frac{\sum i_{ai}r_i''}{r_\Sigma} + \frac{j\sum i_{pi}r_i''}{r_\Sigma} \quad (5-14)$$

Khi phụ tải cho bằng công suất:

$$S_A = P_A + jQ_A = \frac{\sum p_i r_i''}{r_\Sigma} + \frac{j\sum q_i r_i''}{r_\Sigma} \quad (5-15)$$

Sự phân bố công suất tác dụng và phản kháng không phụ thuộc vào nhau mà chỉ phụ thuộc vào tổng trở của mạng điện và có thể tính theo 2 phần riêng rẽ. Trước tiên xác định sự phân bố công suất tác dụng sau đó xác định tiếp công suất phản kháng.

3. Mạng điện đồng nhất

Mạng điện đồng nhất là mạng điện có tỷ số giữa điện trở phản kháng và điện trở tác dụng trên các đoạn giống nhau ($x_0 / r_0 = \text{const}$), ta có:

$$I_A = \frac{\sum i_i Z_i''}{Z_\Sigma} = \frac{\sum i_i (r_i'' + jx_i'')}{r_\Sigma + jx_\Sigma} = \frac{\sum i_i (1 + \frac{x_i''}{r_i''})r_i''}{(1 + \frac{x_\Sigma}{r_\Sigma})r_\Sigma}$$

$$I_A = \frac{\sum i_{ai}r_i''}{r_\Sigma} + j \frac{\sum i_{pi}r_i''}{r_\Sigma} \quad (5-16)$$

Viết dưới dạng công suất:

$$S_A = P_A + jQ_A = \frac{\sum (p_i + jq_i)r_i''}{r_\Sigma} = \frac{\sum p_i r_i''}{r_\Sigma} + \frac{j\sum q_i r_i''}{r_\Sigma} \quad (5-17)$$

Đối với mạng điện đồng nhất sự phân bố công suất tác dụng và phản kháng không phụ thuộc vào nhau và chỉ phụ thuộc vào tổng trở của mạng điện.

Chú ý là mạng điện đồng nhất không nhất thiết phải có tiết diện như nhau ở các đoạn. Nếu tiết diện khác nhau nhưng bố trí sao cho $(r_0 / x_0) = \text{const}$ thì vẫn có mạng điện đồng nhất. Ngược lại một mạng điện có tiết diện dây dẫn như nhau trên các đoạn chưa thể coi là mạng điện đồng nhất vì còn phụ thuộc vào điện trở phản kháng.

Nếu mạng điện đồng nhất mà tất cả các đoạn cùng tiết diện ($r_0 = \text{const}$) thì phân bố công suất chỉ phụ thuộc vào chiều dài đường dây:

$$I_A = \frac{\sum i_i (r_0 + jx_0) l_i''}{(r_0 + jx_0) l_\Sigma} = \frac{\sum i_{ai} l_i''}{l_\Sigma} + j \frac{\sum i_{pi} l_i''}{l_\Sigma} \quad (5-18)$$

Khi phụ tải cho bằng công suất:

$$S_A = P_A + jQ_A = \frac{\sum p_i l_i''}{l_\Sigma} + j \frac{\sum q_i l_i''}{l_\Sigma} \quad (5-19)$$

trong đó:

l_i'' - là chiều dài từ phụ tải thứ i đến nguồn B;

l_Σ - là chiều dài toàn bộ đường dây;

i_{ai}, i_{pi} - là thành phần dòng điện tác dụng và phản kháng trên đoạn thứ i ;

r_0, x_0 - là điện trở tác dụng và phản kháng trên 1 km đường dây;

p_i, q_i - là thành phần công suất tác dụng và phản kháng của phụ tải thứ i .

Khi toàn bộ phụ tải của đường dây đồng nhất có cùng hệ số công suất thì ta chỉ cần xác định sự phân bố công suất tác dụng hoặc công suất toàn phần là đủ. Vì biết $\cos\varphi$ và công suất toàn phần ta có thể suy ra công suất tác dụng và phản kháng. Với những mạng điện có tiết diện không đều trong một phạm vi nhất định ta cũng có thể biến thành mạng điện đồng nhất bằng phương pháp nhân tạo.

§ 5-3. TỔN THẤT ĐIỆN ÁP VÀ TIẾT DIỆN DÂY DẪN TRONG MẠNG ĐIỆN KÍN

1. Tổn thất điện áp trong mạng điện kín

Đối với mạng điện kín tổn thất điện áp cần được xác định cả khi vận hành bình thường và khi sự cố.

Tổn thất điện áp trên một đoạn nào đó của mạng điện kín được xác định theo công thức:

$$\Delta U = \frac{Pr + Qx}{U_{dm}}$$

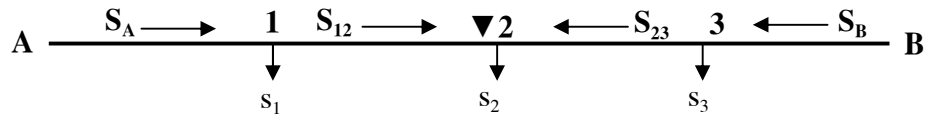
Khi tính toán gần đúng, bỏ qua tổn thất công suất trên đường dây thì điện áp có thể lấy bằng U_{dm} . Nếu cần phải tính toán chính xác hoặc khi tính cho mạng truyền tải thì công suất được tính tương ứng với điện áp ở các điểm nút.

Giả sử có một mạng điện kín cung cấp cho các phụ tải như hình 5-4. Điểm 2 là điểm phân công suất, tại đó có điện áp thấp nhất, hao tổn điện áp trong mạng chính là tổng hao tổn từ nguồn đến điểm có điện áp thấp nhất.

Nếu $U_A = U_B$ thì tổn thất điện áp lớn nhất có giá trị là:

$$\Delta U_{\max} = \Delta U_{A2} = \Delta U_{B2}$$

$$\Delta U_{\max} = \frac{P_A r_{A1} + Q_A x_{A1} + P_{12} r_{12} + Q_{12} x_{12}}{U_{dm}} = \frac{P_B r_{B3} + Q_B x_{B3} + P_{32} r_{32} + Q_{32} x_{32}}{U_{dm}}$$

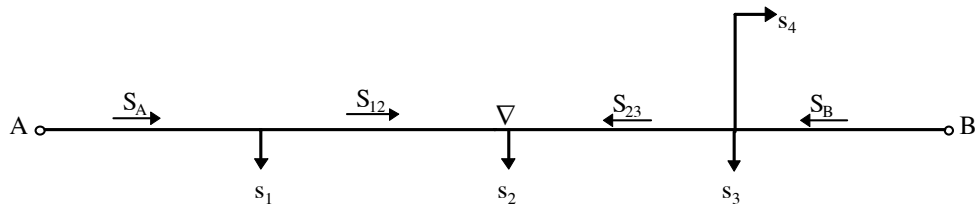


Hình 5-4. Mạng điện kín để tính tổn thất điện áp

Nếu $U_A \neq U_B$ thì tổn thất điện áp từ A đến điểm 2 và từ B đến điểm 2 sẽ không bằng nhau. Hiệu số giữa 2 giá trị đó đúng bằng sự chênh lệch điện áp giữa 2 nguồn A và B.

Trường hợp điểm phân công suất tác dụng khác phản kháng thì phải tính cả 2 thành phần tổn thất điện áp đến 2 điểm đó rồi so sánh với nhau mới có thể xác định được điểm nào có điện áp thấp nhất.

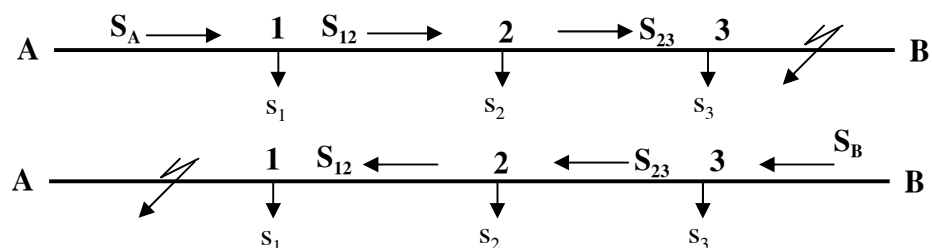
Nếu mạng điện kín có đường dây phân nhánh như hình 5-5, ta chưa thể kết luận được ngay điểm phân công suất (điểm 2) là điểm có điện áp thấp nhất mà phải tính toán được tổn thất điện áp từ nguồn A tới điểm 2 và từ nguồn B đến điểm 4 rồi so sánh 2 giá trị đó tìm ra $\Delta U_{\max}$.



Hình 5-5. Mạng điện kín có đường dây phân nhánh

Trong mạng điện kín ngoài việc tính $\Delta U_{\max}$ lúc vận hành bình thường còn phải tính hao tổn điện áp khi sự cố $\Delta U_{\max SC}$. Sự cố thường xét là ngắn mạch hoặc đứt dây, khi đó các thiết bị bảo vệ sẽ cắt đoạn dây sự cố ra khỏi lưới, mạng điện kín trở thành mạng hở và phụ tải chỉ còn một nguồn cung cấp. Khi tính toán, người ta gây sự cố cho các đoạn đường dây cung cấp từ một nguồn (ví dụ đoạn B-3 trên hình 5-4), toàn bộ các phụ tải của mạng được cấp từ nguồn còn lại (nguồn A), khi đó hao tổn điện áp của mạng là ΔU_{A3} . Để tính hao tổn điện áp khi sự cố, ta phải gây sự cố cho mạng trong cả hai trường hợp: khi mất nguồn A và mất nguồn B, tìm hao tổn ΔU_{A3} và ΔU_{B1} sau đó so sánh chọn giá trị lớn nhất và lấy đó là hao tổn điện áp $\Delta U_{\max SC}$.

$$\Delta U_{\max SC} = \max (\Delta U_{A3}, \Delta U_{B1})$$



Khi sự cố, cần kiểm tra cho các đoạn đầu đường dây mạng hở (A-1 và B-3 là đoạn có dòng truyền tải lớn nhất) xem dòng truyền tải có vượt quá dòng cho phép theo điều kiện đối nóng hay không.

2. Xác định tiết diện dây dẫn trong mạng điện kín

Việc lựa chọn tiết diện dây dẫn trong mạng điện kín không thể tính trực tiếp giống như mạng hở. Ta gặp khó khăn do khi chưa biết tiết diện dây dẫn, chưa biết tổng trở thì chưa tìm được phân bố công suất; ngược lại khi chưa rõ phân bố công suất thì cũng không thể tính được tiết diện dây dẫn. Vì vậy, muốn tìm tiết diện dây dẫn ta phải dùng phương pháp gần đúng để xác định phân bố công suất, sau đó mới tính tiết diện. Khi chọn tiết diện dây dẫn ta tính cho điều kiện làm việc bình thường của mạng, sau đó kiểm tra trong trường hợp sự cố nghiêm trọng nhất.

Tiết diện dây dẫn có thể chọn theo phương pháp mật độ dòng điện kinh tế đối với mạng điện khu vực và chọn theo tổn thất điện áp cho phép hoặc theo đốt nóng đối với mạng điện địa phương tùy thuộc vào đặc điểm của mạng.

a. Đối với mạng điện khu vực

Sự phân bố công suất trong mạng điện khu vực hoàn toàn có thể dựa vào chiều dài đường dây để tính toán. Nguyên nhân là vì trong mạng điện khu vực công suất truyền tải rất lớn, tiết diện dây dẫn lớn do đó điện trở thường nhỏ. Điện kháng của đường dây cũng thay đổi không nhiều và hệ số cosφ cao nên ta có thể coi là mạng điện đồng nhất cùng tiết diện.

Phân bố công suất trong mạng điện phụ thuộc vào chiều dài, có dạng (5-19):

$$S_A = P_A + jQ_A = \frac{\sum p_i l_i''}{l_\Sigma} + j \frac{\sum q_i l_i''}{l_\Sigma}$$

Từ S_A có thể tìm được công suất truyền tải trên tất cả các đoạn còn lại.

Tiết diện dây dẫn của mạng được tính theo mật độ dòng điện kinh tế (theo tiết diện không đổi hoặc thay đổi). Sau khi chọn xong dây dẫn, kiểm tra dòng điện sự cố trên các đoạn (thường chỉ cần kiểm tra đoạn đầu nguồn) xem có đảm bảo điều kiện phát nóng cho phép hay không :

$$I_{sc} \leq [I]_{cp} \quad (5-20)$$

trong đó:

I_{sc} - là dòng điện khi sự cố nặng nề nhất trên đoạn đầu đường dây;

I_{cp} - là dòng điện lâu dài cho phép của dây dẫn theo điều kiện đốt nóng.

Nếu điều kiện (5-20) không thỏa mãn thì phải tăng tiết diện dây dẫn.

b. Đối với mạng điện địa phương

Trong mạng địa phương, tiết diện dây dẫn được chọn tùy thuộc vào đặc điểm và phân bố phụ tải trên đường dây, ta xét cho cả hai trường hợp là chọn tiết diện dây dẫn không đổi và thay đổi trên chiều dài đường dây:

+ Khi đường dây có phụ tải phân bố dày, gần nhau

Trường hợp này nên chọn phương án tiết diện không đổi trên suốt chiều dài đường dây. Khi đó coi mạng điện là đồng nhất, tiết diện không đổi vì điện kháng x_0 trên đường dây khác nhau không nhiều, sự phân bố công suất chỉ phụ thuộc vào chiều dài đường dây. Sau khi tìm được công suất truyền tải trên tất cả các đoạn ta xác định được điểm phân công suất. Tách mạng điện kín thành 2 mạng điện hở. Trình tự tiến hành tính toán như sau:

- Cho x_0 một giá trị trung bình, tính tổn thất điện áp phản kháng ΔU_p từ nguồn đến điểm phân công suất.

- Xác định tổn thất điện áp tác dụng cho phép: $\Delta U_{acp} = \Delta U_{cp} - \Delta U_p$.

- Tìm tiết diện dây dẫn:
$$F = \frac{\Sigma Pl}{\gamma U_{dm} \Delta U_{acp}}$$

- Chọn tiết diện quy chuẩn, tra bảng tìm r_0 và x_0 , tính hao tổn điện áp thực tế, so sánh với hao tổn điện áp cho phép đáp ứng điều kiện $\Delta U_{tt} \leq \Delta U_{cp}$. Trường hợp không thỏa mãn thì nâng cấp tiết diện lên một cấp và tính lại.

Vì tiết diện dây dẫn không đổi nên tiết diện tính từ phía nguồn A cũng giống như tính tiết diện từ phía nguồn B, ta chọn chung một tiết diện duy nhất.

Kiểm tra tiết diện dây dẫn khi sự cố mất một nguồn cung cấp:

- Giả thiết sự cố đứt dây gần một trong hai nguồn (lần lượt tính cho mất một trong hai nguồn), mạng kín trở thành mạng hở, tính toán với trường hợp sự cố nặng nề nhất.

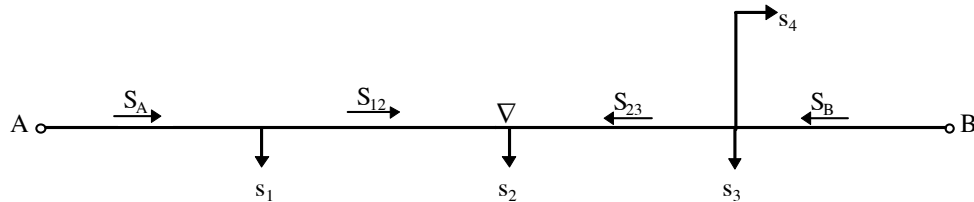
- Tính lại công suất truyền tải trên đường dây mạng hở 1 nguồn cung cấp.

- Xác định tổn thất điện áp thực tế của mạng hở (ΔU_{sc}) khi có 1 nguồn cung cấp.

- So sánh tổn thất điện áp thực tế và tổn thất điện áp cho phép khi sự cố ΔU_{cpSC} .

Thông thường khi sự cố người ta cho phép tăng tổn thất điện áp cho phép lên 5-8 % so với lúc bình thường nghĩa là: $\Delta U_{SC} \leq \Delta U_{cpSC} = \Delta U_{cp} + (5 - 8) \%$.

Nếu mạng điện kín có nhánh rẽ như hình 5-5, thì cách lựa chọn tiết diện như sau:



- Coi phụ tải của nhánh dây 4 tập trung tại điểm rẽ 3.
- Tiết diện dây dẫn của đường dây chính tính như phương pháp nêu trên.
- Tìm hao tổn điện áp thực tế đến điểm rẽ 3 theo tiết diện tiêu chuẩn đã chọn.
- Căn cứ vào hao tổn điện áp cho phép, tìm hao tổn điện áp cho phép còn lại của nhánh rẽ:

$$\Delta U_{cp3-4} = \Delta U_{cp} - \Delta U_{B3}$$

- Tiết diện dây dẫn của nhánh rẽ chọn theo hao tổn điện áp cho phép còn lại ΔU_{cp3-4} .
- Kiểm tra mạng điện theo điều kiện đốt nóng và theo hao tổn điện áp cho phép khi sự cố.

$$I_{SC} \leq [I]_{cp}; \quad \Delta U_{SC} \leq [\Delta U]_{cpSC}.$$

- Khi một trong 2 điều kiện trên không đảm bảo thì phải tăng tiết diện dây dẫn.

+ Trường hợp đường dây dài và các phụ tải phân bố xa nhau

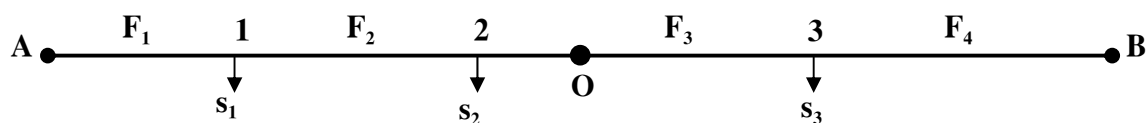
Khi đó mỗi đoạn đường dây nên chọn tiết diện dây dẫn khác nhau để đáp ứng yêu cầu kinh tế, sự phân bố công suất xác định không phụ thuộc vào chiều dài đường dây mà nó phụ thuộc vào tổng trở của dây dẫn. Bài toán trở nên phức tạp do dây dẫn lại là yếu tố cần tìm, để tính được người ta sử dụng phương pháp gần đúng trên cơ sở các giả thiết.

Xét một đoạn đường dây cung cấp cho một phụ tải, tiết diện dây và thể tích kim loại được xác định:

$$F = \frac{Pl}{\gamma U_{dm} \Delta U_{acp}}; \quad V = 3Fl = \frac{3Pl^2}{\gamma U_{dm} \Delta U_{acp}}.$$

Ta thấy thể tích kim loại làm dây dẫn tỷ lệ với bình phương chiều dài đường dây. Muốn cho khối lượng kim loại làm dây dẫn ít nhất thì khoảng cách cấp điện từ nguồn đến phụ tải phải là gần nhất.

Xét một mạng điện có sơ đồ như hình vẽ, O là điểm giữa của đường dây.



Muốn cho khoảng cách dẫn điện từ nguồn đến phụ tải là ngắn nhất, nghĩa là lượng kim loại màu chỉ phí cho đường dây là ít nhất thì:

- Phụ tải 1 và 2 phải do nguồn A cung cấp,
- Phụ tải 3 phải do nguồn B cung cấp.

Trên cơ sở đó, mạng điện kín được chia thành hai mạng hở là A-1-2 và B-3. Tiết diện dây dẫn mỗi phần được chọn theo phương pháp tính của mạng điện hở địa phương. Tùy theo tính chất phụ tải mà có thể chọn dây dẫn theo một trong hai phương pháp. Ví dụ, với mạng điện có thời gian sử dụng thấp $T_{\max} = 2000 - 4000$ h, thì chọn tiết diện dây dẫn các đoạn khác nhau theo hao tổn điện áp cho phép và chi phí kim loại cực tiểu. Mạng có thời gian sử dụng cao $T_{\max} = 4500 - 6000$ h, thì chọn theo điều kiện hao tổn điện áp và tổn thất điện năng nhỏ nhất (phương pháp $j = \text{const}$).

Đoạn ở giữa (đoạn 2-3) bị cắt, thực tế khi vận hành sẽ có dòng điện tương đối nhỏ đi qua. Để chọn tiết diện cho đoạn này, ta so sánh tiết diện của hai đoạn F_2 và F_4 , chọn tiết diện F_3 theo một trong hai tiết diện ứng với đoạn có tiết diện bé hơn.

Sau cùng thử lại xem ở điều kiện làm việc bình thường và sự cố nghiêm trọng nhất dây dẫn có đảm bảo hay không.

§ 5- 4. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI MẠNG ĐIỆN KÍN

Trong quá trình tính toán mạng điện kín, ta sẽ gặp mạng điện kín phức tạp có nhiều điểm nút hoặc nhiều nguồn cung cấp. Việc xác định sự phân bố công suất gặp nhiều khó khăn, người ta phải tìm cách biến đổi mạng điện kín phức tạp trở thành đơn giản. Dưới đây sẽ trình bày một số phương pháp biến đổi mạng điện kín phức tạp về mạng điện kín đơn giản hai nguồn cung cấp. Từ đó dễ dàng tìm được sự phân bố công suất trên các đoạn mạng. Bước tiếp theo, hoàn nguyên trở lại sơ đồ ban đầu để tìm công suất trong mạng điện thực tế đã cho.

1. Phương pháp biến đổi mạng điện đồng quy

Xét mạng điện đồng quy tại điểm B như hình 5-6a. Ta cần biến đổi mạng điện này thành một nhánh đẳng trị duy nhất như hình 5-6b.

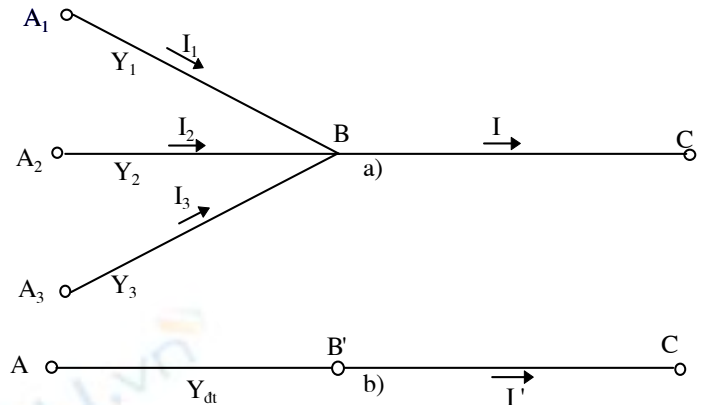
Sau khi thay thế các nhánh đồng quy: A_1, A_2, A_3 thành nhánh đẳng trị, các điều kiện sau đây được bảo toàn:

- Điện áp tại điểm đồng quy không thay đổi $U_B = U_B'$.

- Dòng điện trong mạch chính không thay đổi $I = I'$.

Hình 5-6.
Đẳng trị mạng điện đồng quy

a - là mạng điện đồng quy;
 b - là mạng điện đẳng trị;
 A_1, A_2, A_3 - là nguồn cung cấp;
 A - là nguồn đẳng trị.



Theo điều kiện trên ta có:

$$I_{dt} = I_1 + I_2 + I_3 \quad (5-21)$$

$$Y_{dt} = Y_1 + Y_2 + Y_3 \quad (5-22)$$

Các dòng điện I_1, I_2, I_3 có thể xác định theo biểu thức:

$$I_1 = (U_{A1} - U_B)Y_1; \quad I_2 = (U_{A2} - U_B)Y_2; \quad I_3 = (U_{A3} - U_B)Y_3; \quad (5-23)$$

$$I_{dt} = (U_{dt} - U_B')Y_{dt} = (U_{dt} - U_B)Y_{dt} \quad (5-24)$$

trong đó:

U_{A1}, U_{A2}, U_{A3} - là điện áp pha của các nguồn A_1, A_2, A_3 ;

U_B, U_B' - là điện áp tại điểm B và B';

U_{dt} - là điện áp pha của nguồn đẳng trị;

$Y_1, Y_2, Y_3, Z_1, Z_2, Z_3$ - là điện dẫn và điện trở của nhánh A_1, A_2, A_3 ;

Y_{dt}, Z_{dt} - là điện dẫn và điện trở của nhánh đẳng trị.

Thay (5-23), (5-24) vào (5-21) ta được:

$$(U_{dt} - U_B)Y_{dt} = (U_{A1} - U_B)Y_1 + (U_{A2} - U_B)Y_2 + (U_{A3} - U_B)Y_3. \quad (5-25)$$

$$U_{dt} = \frac{U_{A1}Y_1 + U_{A2}Y_2 + U_{A3}Y_3}{Y_1 + Y_2 + Y_3} \quad (5-26)$$

Tổng quát khi có n nhánh:

$$U_{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{Ai}Y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i} \quad (5-27)$$

Như vậy khi biến đổi mạng đồng quy thành nhánh đẳng trị, ta cần xác định điện áp của nguồn đẳng trị (U_{dt}) và điện dẫn nhánh đẳng trị (Y_{dt}).

Bài toán ngược lại, khi cần hoàn nguyên sơ đồ để xác định các thông số của mạng thực từ sơ đồ đẳng trị, với các thông số đã biết U_{dt} , I_{dt} và Z_{dt} cần đi xác định thông số cho nhánh đồng quy (thường là các dòng I_1 , I_2 , I_3) ta viết phương trình cho các nút B và B' rồi cân bằng nhau.

Từ (5-23) ta có:

$$U_B = U_{A1} - I_1 Z_1; \quad U_B = U_{A2} - I_2 Z_2; \quad U_B = U_{A3} - I_3 Z_3 \quad (5-28)$$

$$U_{B'} = U_{dt} - I_{dt} Z_{dt} \quad (5-29)$$

Vì $U_B = U_{B'}$, nên cân bằng lần lượt (5-28) với (5-29) giải ra:

$$I_1 = I_{dt} \frac{Z_{dt}}{Z_1} + \frac{U_{A1} - U_{dt}}{Z_1}; \quad I_2 = I_{dt} \frac{Z_{dt}}{Z_2} + \frac{U_{A2} - U_{dt}}{Z_2}; \quad I_3 = I_{dt} \frac{Z_{dt}}{Z_3} + \frac{U_{A3} - U_{dt}}{Z_3} \quad (5-30)$$

Viết dưới dạng tổng quát:

$$I_i = I_{dt} \frac{Z_{dt}}{Z_i} + \frac{U_{Ai} - U_{dt}}{Z_i} \quad (5-31)$$

Khi phụ tải cho bằng công suất:

$$S_i = S_{dt} \frac{Z_{dt}}{Z_i} + \frac{3U_{dm}(U_{Ai} - U_{dt})}{Z_i} \quad (5-32)$$

Nếu điện áp các nguồn $A_1, A_2, \dots, A_i$ bằng nhau về trị số và trùng pha thì: $U_{Ai} = U_{ld}$ ta có:

$$S_i = S_{dt} \frac{Z_{dt}}{Z_i} \quad (5-33)$$

2. Phương pháp dịch chuyển phụ tải

Phương pháp biến đổi mạng điện đồng quy chỉ áp dụng được khi ở giữa các đoạn mạng không có phụ tải. Khi có phụ tải ở giữa thì ta phải dùng phương pháp dịch chuyển phụ tải. Nghĩa là đem phụ tải ở giữa dịch chuyển về hai đầu của đoạn mạng điện đó. Đây là phương pháp bổ trợ thường dùng phục vụ cho các phép biến đổi mạng khác như biến đổi mạng đồng quy, biến đổi sao - tam giác .v.v..

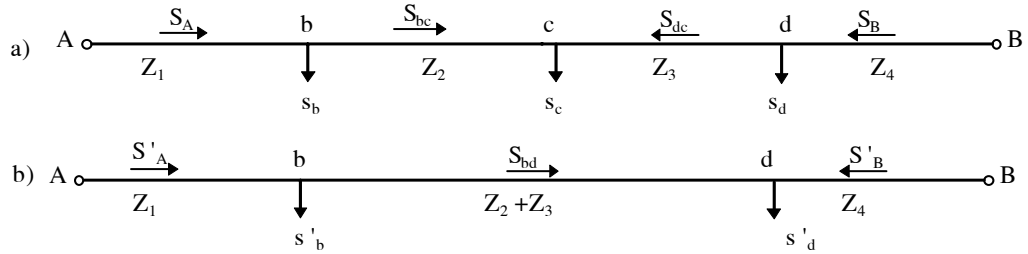
Giả sử có một mạng điện kín như trên hình 5 -7a.

Sơ đồ có các phụ tải s_b, s_c, s_d , tổng trở các đoạn là Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 . Do nhu cầu tính toán ta cần dịch chuyển phụ tải c về 2 điểm b, d. Sau khi dịch chuyển như vậy, phụ tải s_c không còn nữa. Trong sơ đồ mới (hình 5-7b), các phụ tải s_b, s_d được bổ sung thêm và thay thế bằng s_c' và s_d' . Khi dịch chuyển phụ tải các yếu tố sau đây được bảo toàn:

- Công suất (hay dòng điện) trên các đoạn Ab và Bd trước và sau khi dịch chuyển là không đổi:

$$S_A = S_A'; \quad S_B = S_B'$$

- Tổn thất điện áp trên đoạn bd là không đổi.



Hình 5-7. Dịch chuyển phụ tải
a- mạng điện khi chưa dịch chuyển phụ tải;
b- mạng điện khi đã dịch chuyển phụ tải.

Giả thiết mạng điện đang xét có điện áp 2 đầu bằng nhau và chiều dòng điện quy ước như trên hình vẽ.

Khi chưa dịch chuyển phụ tải thì phân bố công suất là:

$$S_B = \frac{s_b Z_1 + s_c (Z_1 + Z_2) + s_d (Z_1 + Z_2 + Z_3)}{Z_{\Sigma}} \quad (5-34)$$

Sau khi dịch chuyển phân bố công suất là:

$$S_B' = \frac{s_b' Z_1 + s_d' (Z_1 + Z_2 + Z_3)}{Z_{\Sigma}} \quad (5-35)$$

Vì $S_B = S_B'$ cân bằng (5-34), (5-35) ta được:

$$s_b Z_1 + s_c (Z_1 + Z_2) + s_d (Z_1 + Z_2 + Z_3) = s_b' Z_1 + s_d' (Z_1 + Z_2 + Z_3) \quad (5-36)$$

Mặt khác công suất bảo toàn nên:

$$S_A + S_B = S_A' + S_B'; \quad s_b + s_c + s_d = s_b' + s_d' \quad (5-37)$$

Cân bằng giữa (5-36) và (5-37) giải ra:

$$s_b' = s_b + s_c \frac{Z_3}{Z_2 + Z_3} = s_b + s_{bn}; \quad s_d' = s_d + s_c \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} = s_d + s_{dn} \quad (5-38)$$

trong đó: s_{bn} , s_{dn} - là phụ tải của điểm c dịch chuyển về điểm b và d

$$s_{bn} = s_c \frac{Z_3}{Z_2 + Z_3}; \quad s_{dn} = s_c \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3}; \quad (5-39)$$

$$s_{bn} + s_{dn} = s_c \quad (5-40)$$

Nhận xét: theo (5-38) và (5-39) ta thấy, phụ tải nhận dịch chuyển có 2 thành phần: thành phần của phụ tải cũ và thành phần của phụ tải mới dịch chuyển về gọi là phân lượng phụ tải

chuyển dịch. Phụ tải chuyển dịch được tính toán giống như sự phân bố công suất trong mạng điện kín khi ta coi 2 điểm nhận phụ tải chuyển dịch là 2 đầu cung cấp.

Vì sự dịch chuyển của phụ tải không ảnh hưởng đến trị số công suất cân bằng, do đó nó đúng trong cả trường hợp điện áp 2 nguồn khác nhau.

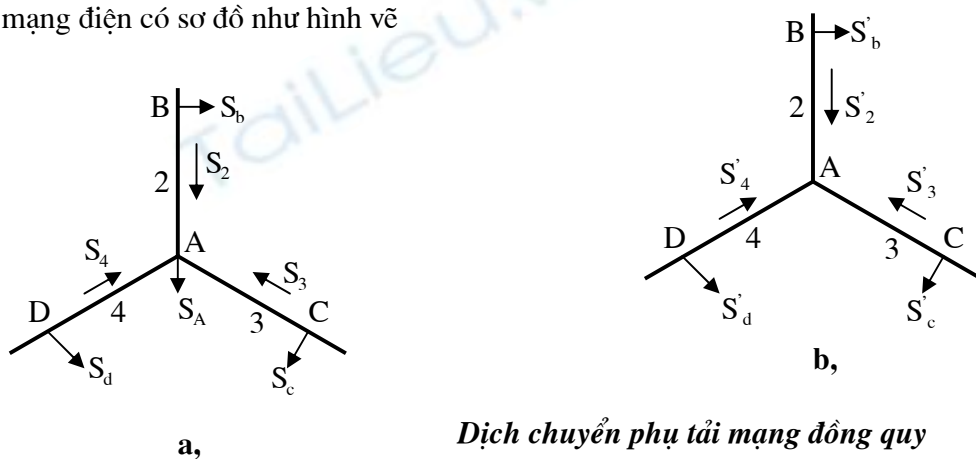
Khi biết S_{bd}' ; s_{bn} và s_{dn} (hình 5-7b) ta có thể hoàn nguyên lại phụ tải theo sơ đồ ban đầu (hình 5-7a):

$$S_{bc} = S_{bd}' + S_{bn}; \quad S_{dc} = s_{dn} - S_{bd}' \quad (5-41)$$

Nếu S_{bc} hoặc S_{dc} tính ra có dấu âm thì chiều của nó ngược lại với chiều chọn ban đầu.

Dịch chuyển phụ tải trên nhánh đồng quy

Xét mạng điện có sơ đồ như hình vẽ



Dịch chuyển phụ tải mạng đồng quy

a- Mạng điện thực

b- Mạng điện sau khi chuyển dịch phụ tải

Ta cần dịch chuyển phụ tải của điểm A về các điểm B, C, D sao cho:

- Điện áp rơi giữa các điểm B, C, D không đổi.
- Dòng điện và công suất ở các phần khác của mạng là không đổi.

Ta đi xác định các phân lượng phụ tải dịch chuyển từ A về các điểm B, C, D, xác định các giá trị công suất truyền tải của mạng sau khi biến đổi là S'_2 , S'_3 , S'_4 .

Xét mạng ban đầu khi chưa biến đổi ta có:

$$U_B - U_C = I_2 Z_2 - I_3 Z_3; \quad U_B - U_D = I_2 Z_2 - I_4 Z_4; \quad U_C - U_D = I_3 Z_3 - I_4 Z_4;$$

Nhân hai vế của biểu thức với 3 U_{dm} ta có

$$3U_{dm} (U_B - U_C) = S_2 Z_2 - S_3 Z_3; \quad 3U_{dm} (U_B - U_D) = S_2 Z_2 - S_4 Z_4; \quad 3U_{dm} (U_C - U_D) = S_3 Z_3 - S_4 Z_4;$$

Trong sơ đồ mạng điện đã biến đổi, hiệu điện áp giữa các đỉnh của hình sao là không đổi, ta có:

$$3U_{dm}(U_B - U_C) = S'_2 Z_2 - S'_3 Z_3; \quad 3U_{dm}(U_B - U_D) = S'_2 Z_2 - S'_4 Z_4; \quad 3U_{dm}(U_C - U_D) = S'_3 Z_3 - S'_4 Z_4;$$

Từ hai biểu thức trên ta có:

$$S_2 Z_2 - S_3 Z_3 = S'_2 Z_2 - S'_3 Z_3; \quad S_2 Z_2 - S_4 Z_4 = S'_2 Z_2 - S'_4 Z_4; \quad S_3 Z_3 - S_4 Z_4 = S'_3 Z_3 - S'_4 Z_4;$$

$$(S_2 - S'_2) Z_2 = (S_3 - S'_3) Z_3; \quad (S_2 - S'_2) Z_2 = (S_4 - S'_4) Z_4; \quad (S_3 - S'_3) Z_3 = (S_4 - S'_4) Z_4;$$

$$\text{Từ hình vẽ ta thấy:} \quad S_2 - S'_2 = S_{Bn}; \quad S_3 - S'_3 = S_{Cn}; \quad S_4 - S'_4 = S_{Dn}$$

Với S_{Bn}, S_{Cn}, S_{Dn} là các phân lượng phụ tải dịch chuyển về các điểm B, C, D

$$S_A = S_{Bn} + S_{Cn} + S_{Dn}$$

$$S'_B = S_B + S_{Bn}; \quad S'_C = S_C + S_{Cn}; \quad S'_D = S_D + S_{Dn};$$

Thay vào ta có:

$$S_{Bn} Z_2 = S_{Cn} Z_3; \quad S_{Bn} Z_2 = S_{Dn} Z_4; \quad S_{Cn} Z_3 = S_{Dn} Z_4;$$

Giải ra ta có

$$S_{Cn} = S_{Bn} \frac{Z_2}{Z_3} = S_{Bn} \frac{Y_3}{Y_2}; \quad S_{Dn} = S_{Bn} \frac{Z_2}{Z_4} = S_{Bn} \frac{Y_4}{Y_2};$$

$$\text{Vậy:} \quad S_A = S_{Bn} + S_{Cn} + S_{Dn} = S_{Bn} + S_{Bn} \frac{Y_3}{Y_2} + S_{Bn} \frac{Y_4}{Y_2} = S_{Bn} \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4}{Y_2} = S_{Bn} \frac{Y_\Sigma}{Y_2}$$

$$\text{Hay:} \quad S_{Bn} = S_A \frac{Y_2}{Y_\Sigma}; \quad S_{Cn} = S_A \frac{Y_3}{Y_\Sigma}; \quad S_{Dn} = S_A \frac{Y_4}{Y_\Sigma}.$$

3. Phương pháp tiết diện và chiều dài quy đổi

Trên một đoạn mạng điện nào đó mà khi tính toán chỉ quan tâm đến điện trở tác dụng và sự phân bố công suất trong mạng với điều kiện hao tổn điện áp đến từng điểm riêng biệt của nó không thay đổi. Ta có thể thay dây dẫn có tiết diện F_1 , chiều dài l_1 và điện trở R_1 bằng dây dẫn có F_2, l_2 và R_2 nhưng đảm bảo $R_2 = R_1$. Khi đó:

$$\frac{l_1}{\gamma F_1} = \frac{l_2}{\gamma F_2} \quad \text{hay} \quad l_2 = l_1 \cdot \frac{F_2}{F_1} \quad (5-42)$$

trong đó:

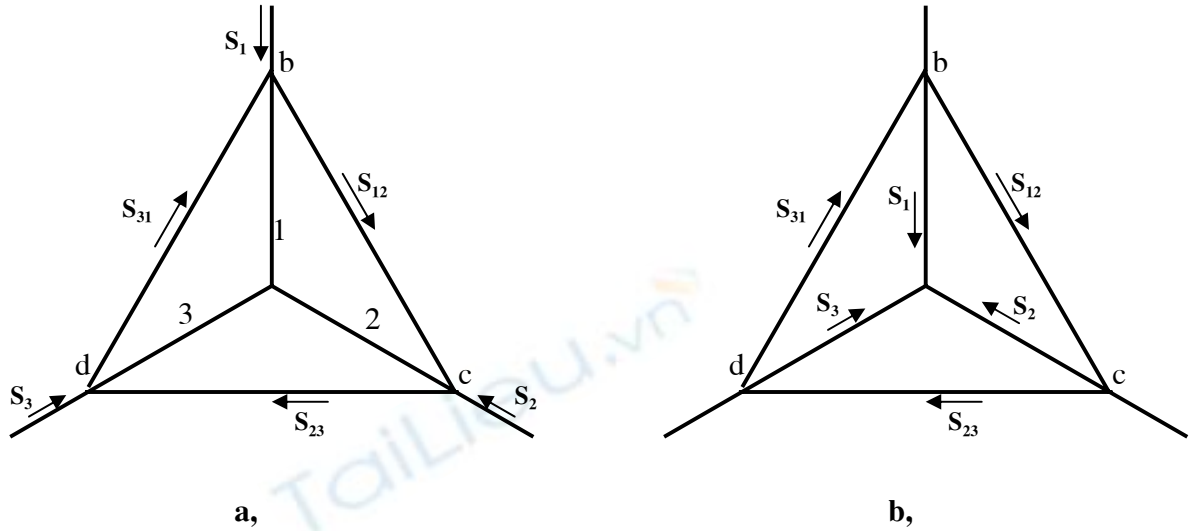
F_1, l_1 - là tiết diện và chiều dài thực của dây dẫn;

F_2, l_2 - là tiết diện và chiều dài quy đổi.

Việc quy đổi chỉ đúng khi dây dẫn làm bằng kim loại màu và cùng một loại vật liệu.

4. Phương pháp biến đổi sao - tam giác và ngược lại

Để biến đổi mạng điện kín ta có thể dùng phương pháp biến đổi sao - tam giác và ngược lại. Gọi các nhánh sao mang chỉ số 1, 2, 3, nhánh tam giác mang chỉ số 12, 23 và 31; các đỉnh của tam giác ký hiệu là 1, 2, 3 như hình 5-8.



Hình 5-8. Biến đổi sao - tam giác và ngược lại

a- biến đổi tam giác sang sao;

b- biến đổi sao sang tam giác.

Sử dụng các phép biến đổi đã trình bày trong Cơ sở Lý thuyết mạch, ta có

Biến đổi từ tam giác sang hình sao ($\Delta \rightarrow Y$)

Tổng trở và công suất chuyển từ tam giác sang sao (hình 5-8a) có giá trị là:

$$Z_1 = \frac{Z_{12}Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}; \quad Z_2 = \frac{Z_{12}Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}; \quad Z_3 = \frac{Z_{23}Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}; \quad (5-43)$$

$$S_1 = S_{12} - S_{31}; \quad S_2 = S_{23} - S_{12}; \quad S_3 = S_{31} - S_{23} \quad (5-44)$$

Biến đổi từ hình sao sang tam giác ($Y \rightarrow \Delta$)

Tổng trở chuyển từ hình sao sang tam giác (hình 5-8b) có giá trị là:

$$Z_{12} = \frac{Z_1Z_2 + Z_2Z_3 + Z_3Z_1}{Z_3}; \quad Z_{23} = \frac{Z_1Z_2 + Z_2Z_3 + Z_3Z_1}{Z_1};$$

$$Z_{31} = \frac{Z_1Z_2 + Z_2Z_3 + Z_3Z_1}{Z_2} \quad (5-45)$$

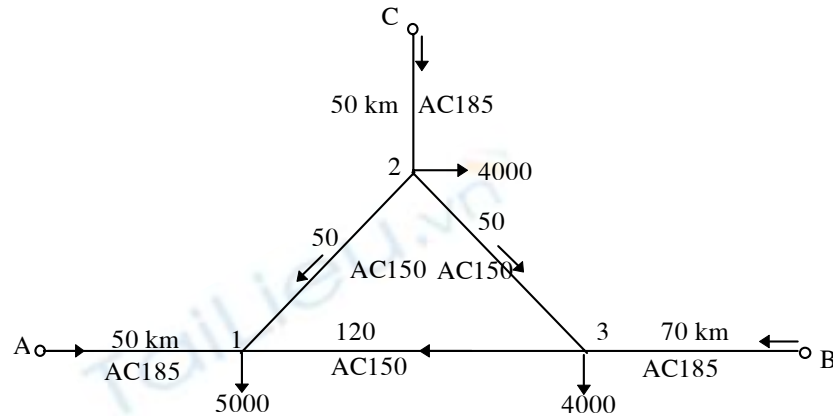
Công suất chạy trên các đoạn là:

$$S_{12} = \frac{S_1Z_1 - S_2Z_2}{Z_{12}}; \quad S_{23} = \frac{S_2Z_2 - S_3Z_3}{Z_{23}}; \quad S_{31} = \frac{S_3Z_3 - S_1Z_1}{Z_{31}}; \quad (5-46)$$

§ 5-5. MỘT SỐ VÍ DỤ TÍNH TOÁN MẠNG ĐIỆN KÍN

Ví dụ 1

Xác định hao tổn điện áp cực đại trên mạng điện 3 nguồn cung cấp (hình 5-10a). Trên hình vẽ phụ tải cho bằng kVA có cùng hệ số $\cos\varphi = 0,9$, chiều dài đường dây tính bằng km. Mác và tiết diện dây dẫn ghi trên sơ đồ. Điện áp các nguồn cung cấp trùng pha bằng nhau và bằng 35kV.



Hình 5-10a. Mạng điện kín 3 nguồn cung cấp

Giải.

Trình tự giải bài toán qua các bước sau đây:

- Dùng phương pháp tiết diện và chiều dài quy đổi để đưa về mạng điện đồng nhất cùng một tiết diện dây dẫn và có thể phân bố phụ tải theo chiều dài đường dây.
- Biến đổi từ tam giác sang sao để đưa về các nhánh đồng quy.
- Đẳng trị các nhánh đồng quy, đưa về mạng điện kín 2 nguồn cung cấp.
- Tìm phân bố công suất.
- Hoàn nguyên mạng điện để tìm phân bố công suất trên sơ đồ ban đầu.
- Tìm điểm phân công suất và hao tổn điện áp cực đại.

1- Tiết diện và chiều dài quy đổi

Quy đổi toàn mạng điện về cùng một tiết diện dây dẫn là 150 mm^2 .

$$\text{Vì } \gamma_1 = \gamma_2 \text{ nên: } l_1 = l_2 \frac{F_1}{F_2}.$$

Ký hiệu tiết diện và chiều dài quy đổi có dấu phẩy (')