

BÀI GIẢNG

CUNG CẤP ĐIỆN

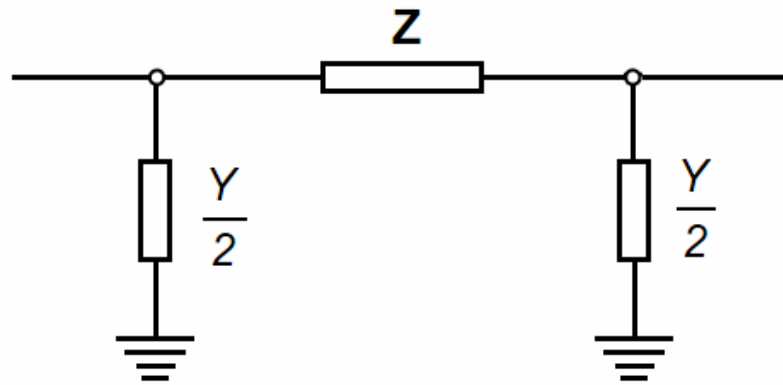
Biên soạn: Phạm Khánh Tùng
Bộ môn Kỹ thuật điện – Khoa Sư phạm kỹ thuật
hnie.edu.vn/directory/tungpk

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

1. SƠ ĐỒ THAY THẾ MẠNG ĐIỆN

1.1. Sơ đồ thay thế đường dây trên không và cáp

Để mô tả các quá trình năng lượng xảy ra lúc truyền tải người ta thường hay sử dụng sơ đồ thay thế hình Π



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Z - tổng trở đường dây: phản ánh tổn thất công suất tác dụng và công suất phản kháng trên đường dây.

Y - tổng dẫn đường dây: phản ánh lượng năng lượng bị tổn thất dọc theo tuyến dây bao gồm: lượng tổn thất rò qua sứ hoặc cách điện và vầng quang điện

$$Z = R + jX (\Omega)$$

$$Y = G + jB (1/\Omega)(S)$$

R, X, G, B – được gọi là thông số sơ đồ thay thế của mạng điện

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Trong thực tế mạng điện thường được tính theo chiều dài đường dây nên thông số mạng điện thường tính theo đơn vị cho 1 km chiều dài: r_0 , x_0 , g_0 , b_0 (Ω/km)

$$Z = R + jX = (r_0 + jx_0).l$$

$$Y = G + jB = (g_0 + jb_0).l$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

a) Điện trở tác dụng

Điện trở trên một đơn vị chiều dài r_0 có thể tra bảng tương ứng với nhiệt độ tiêu chuẩn là 20°C.

Thực tế phải được hiệu chỉnh nếu nhiệt độ môi trường nơi lắp đặt khác 20°C

$$r_{0t} = r_0 (1 + \alpha(t - 20))$$

$\alpha = 0,004$ khi vật liệu làm dây là kim loại màu

$\alpha = 0,0045$ khi dây dẫn làm bằng thép

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Giá trị r_0 có thể tính theo vật liệu và kích cỡ dây

$$r_0 = \frac{\rho}{F} = \frac{1}{\gamma.F}$$

ρ ($\text{mm}^2.\Omega/\text{km}$) - điện trở suất

γ ($\text{m}/\Omega.\text{mm}^2$) - điện dẫn suất

Đối với dây dẫn bằng thép, giá trị r_0 không chỉ phụ thuộc vào tiết diện mà còn phụ thuộc vào dòng điện chạy trong dây, do đó không thể tính được bằng các công thức cụ thể mà phải tra theo bảng hoặc đường cong

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

b) Cảm kháng

Theo nguyên lý kỹ thuật điện thì điện kháng trên 1 đơn vị chiều dài x_0 - xác định 1 pha của đường dây tải điện 3 pha

$$x_0 = \omega \cdot \left(4,6 \log \frac{2D_{tb}}{d} + 0,5\mu \right) 10^{-4}$$

$\omega = 2\pi f$ - tần số góc của dòng điện xoay chiều

μ - hệ số dẫn từ tương đối của vật liệu làm dây. Với kim

loại màu : $\mu = 1$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Điện kháng cho đơn vị chiều dài đường dây vật liệu là kim loại màu

$$x_0 = 0,144 \log \frac{2D_{tb}}{d} + 0,016 \quad (\Omega / \text{km})$$

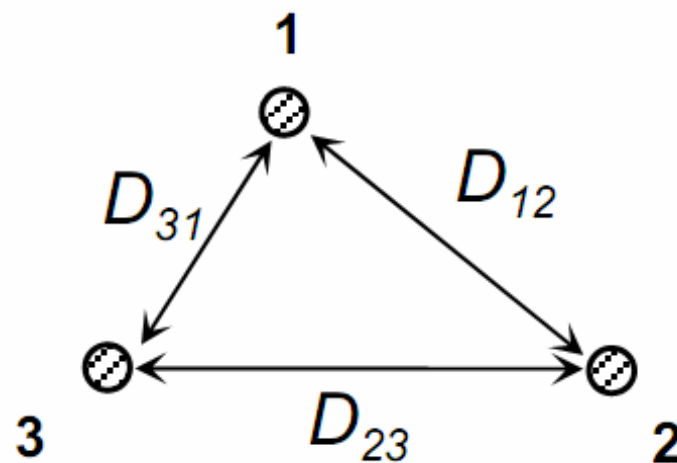
D_{tb} (mm) - khoảng cách trung bình hình học giữa các dây pha

d (mm) - đường kính dây dẫn

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

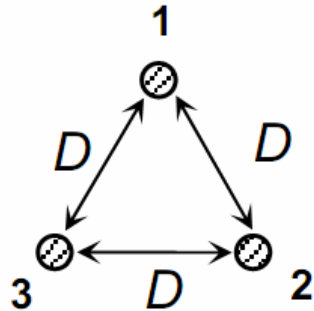
Cách xác định khoảng cách trung bình hình học giữa các pha
 D_{tb}

$$D_{tb} = \sqrt[3]{D_{12} D_{23} D_{31}}$$

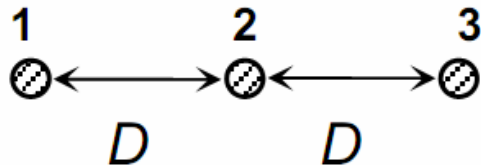


CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Một số trường hợp đặc biệt



$$D = \sqrt[3]{D \cdot D \cdot D} = D$$



$$D = \sqrt[3]{D \cdot D \cdot 2D} = 1,26D$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Đối với dây dẫn làm bằng thép có độ dẫn từ $\mu \gg 1$ và biến thiên theo cường độ từ trường $\mu = f(I)$, khi đó x_0 gồm 2 thành phần và được xác định:

$$x_0 = x_0' + x_0''$$

- Thành phần gây bởi hồ cảm giữa các dây (điện kháng ngoài)

$$x_0' = 0,144 \log \frac{2D_{tb}}{d}$$

- Thành phần liên quan đến tự cảm bên trong dây dẫn (điện kháng trong)

$$x_0'' = 2\pi \cdot f \cdot 0,5\mu \cdot 10^{-4}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

c) Điện dẫn đường dây Y

Điện dẫn phản kháng của 1 km đường dây (phụ thuộc vào đường kính dây, khoảng cách giữa các pha) xác định bằng biểu thức sau

$$b_0 = \frac{7,58}{\log \frac{2D_{tb}}{d}} 10^{-6}$$

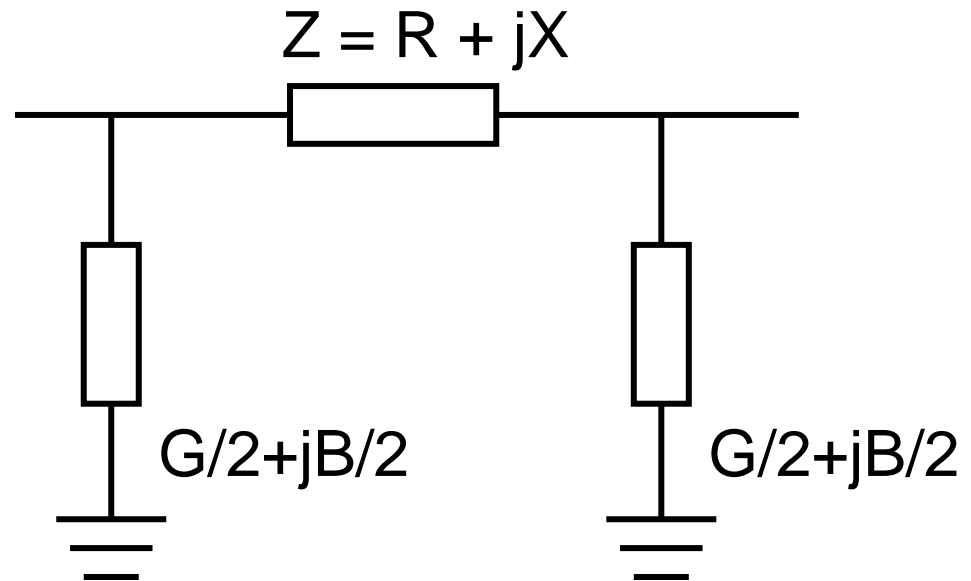
Điện dẫn tác dụng G đặc trưng cho tổn thất vàng quang và dòng điện rò, thực tế tổn thất này chỉ đáng kể với đường dây có điện áp $U \geq 220$ kV.

Do đó những đường dây $U < 220$ kV có $G = 0$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

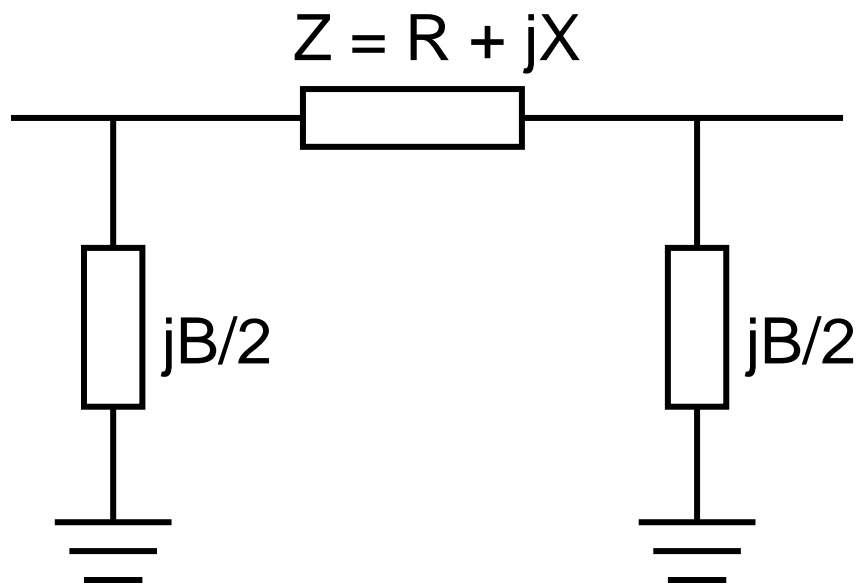
d. Sơ đồ thay thế đường dây ở các cấp điện áp

- Đường dây siêu cao áp ($U \geq 220$ kV)



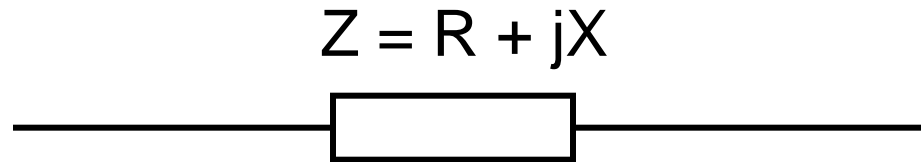
CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

- Đường dây cao áp ($U \leq 110$ kV)



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

- Đường dây trung áp ($U \leq 35$ kV)



- Đường dây hạ áp ($U \leq 1$ kV)



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

1.2. Sơ đồ thay thế máy biến áp

Khi làm việc máy biến áp gây ra những tổn thất sau:

- + Tổn thất do hiệu ứng Jun-Lenxơ, và từ thông rò qua cuộn sơ cấp, thứ cấp
- + Tổn thất do dòng Phu-cô gây ra trong lõi thép...
- + Tổn thất trong dây quấn

Những tổn thất này được đặc trưng bằng những thông số lý tưởng trong sơ đồ thay thế

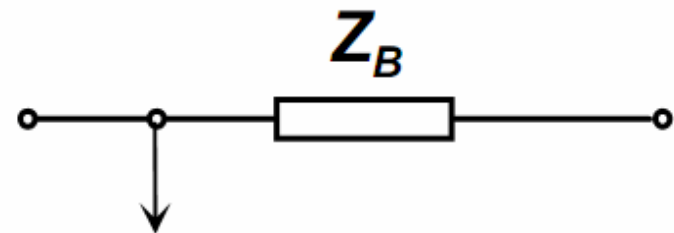
CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

a) Sơ đồ thay thế máy biến áp hai dây quấn

$$\Delta S_B = \Delta S_0$$

$$\Delta P_{Fe} = \Delta P_0$$

$$\Delta Q_{Fe} = \Delta Q_0$$



$$\Delta S_B = \Delta P_{fe} + j\Delta Q_{fe}$$

$$Z = Z_1 + Z_2' = (r_1 + r_2') + j(x_1 + x_2')$$

$$= r_{BA} + jx_{BA}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Để xác định các thông số của sơ đồ thay thế ta dựa vào các thông số cho trước của máy biến áp bao gồm:

+ ΔP_{Cu} hay ΔP_N - tổn thất công suất tác dụng trên dây cuộn với mức tải định mức, xác định qua thí nghiệm ngắn mạch.

+ ΔP_{Fe} hay ΔP_0 - tổn thất công suất tác dụng trong lõi thép, còn gọi là tổn thất không tải của máy biến áp xác định qua thí nghiệm không tải.

+ $u_{N\%}$ - điện áp ngắn mạch % so với $U_{đm}$

+ $I_{0\%}$ - dòng không tải % so với $I_{đm}$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Xác định thông số tổng trở ngắn mạch máy biến áp

$$\Delta P_N = 3 \cdot I_{\text{đm}}^2 r_{\text{BA}}$$

$$r_{\text{BA}} = \frac{\Delta P_N U_{\text{đm}}^2}{S_{\text{đm}}^2} 10^3$$

$$U_{\text{đm}}^2 \Delta P_N = 3 \cdot I_{\text{đm}}^2 U_{\text{đm}}^2 r_{\text{BA}}$$

$$u_N \% = \frac{u_N}{\frac{U_{\text{đm}}}{\sqrt{3}}} 100 = \frac{I_{\text{đm}} Z_{\text{BA}}}{\frac{U_{\text{đm}}}{\sqrt{3}}} 100$$

Thực tế vì $x_{\text{BA}} \gg r_{\text{BA}}$ nên gần đúng có thể lấy $x_{\text{BA}} \approx z_{\text{BA}}$

$$X_{\text{BA}} = \frac{u_N \% U_{\text{đm}}}{\sqrt{3} I_{\text{đm}} 100} = \frac{u_N \% U_{\text{đm}}^2}{S_{\text{đm}}} 10$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Trường hợp máy biến áp có công suất nhỏ $S_{\text{đm}} < 1000$ kVA thì r_{BA} là đáng kể

$$Z_{\text{BA}} = \frac{u_{\text{N}} \% U_{\text{đm}}}{\sqrt{3} I_{\text{đm}} 100} = \frac{u_{\text{N}} \% U_{\text{đm}}^2}{S_{\text{đm}}} 10$$

$$X_{\text{BA}} = \sqrt{Z_{\text{BA}}^2 - r_{\text{BA}}^2} = \sqrt{\left(\frac{u_{\text{N}} \% U_{\text{đm}}^2}{S_{\text{đm}}} 10 \right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{\text{N}} U_{\text{đm}}^2}{S_{\text{đm}}^2} 10^3 \right)^2}$$

+ Tính thông số không tải

Do $\Delta Q_0 \gg \Delta P_0$

$$\Delta Q_0 = S_0 = \frac{I_0 \% S_{\text{đm}}}{100}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

2. TỶ SỐ THẤT CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN NĂNG

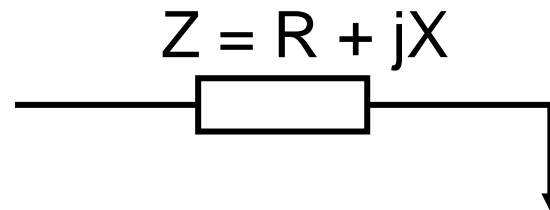
2.1. Tỷ số thất công suất trên đường dây

a) Trường hợp có một phụ tải tập trung ở cuối đường dây

Phụ tải : $S = P + jQ$

Đường dây : $Z = R + jX$

Điện áp : $U_{đm}$



$S = P + jQ$

Tỷ số thất công suất trên đường dây chính là công suất tiêu thụ trên tổng trở z

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Biểu thức:

$$\Delta S = \Delta P + j\Delta Q = \left(\frac{S}{U_{\text{đm}}} \right)^2 Z = \left(\frac{S}{U_{\text{đm}}} \right)^2 R + j \left(\frac{S}{U_{\text{đm}}} \right)^2 X$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{đm}}^2} R$$

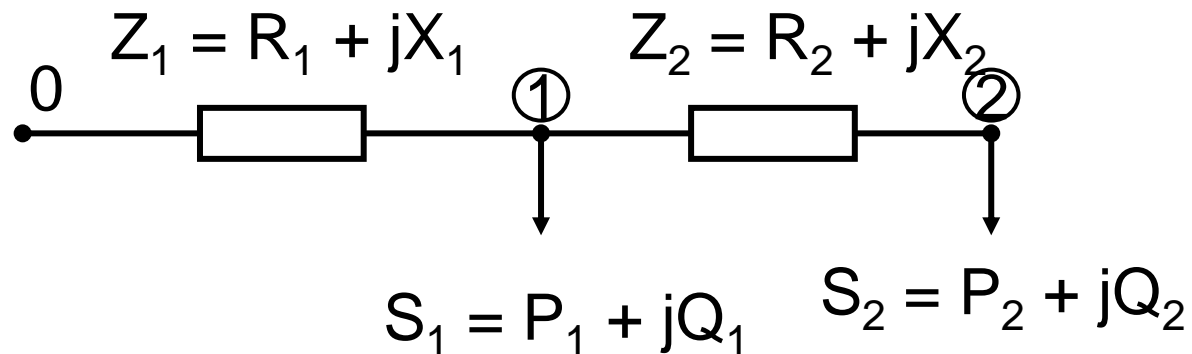
$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{đm}}^2} X$$

Đơn vị thường dùng:

$$P - \text{kW}; Q - \text{kVAr}; U_{\text{đm}} - \text{kV}; \Delta P - \text{W}; \Delta Q - \text{VAr}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

a) Trường hợp có nhiều phụ tải tập trung



Công suất trên các đoạn

$$0-1: \quad P_{01} = P_1 + P_2$$

$$Q_{01} = Q_1 + Q_2$$

$$S_{01} = P_{01} + jQ_{01}$$

$$1-2: \quad P_{12} = P_2$$

$$Q_{12} = Q_2$$

$$S_{12} = P_{12} + jQ_{12}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tổn thất trên mỗi đoạn được coi như trường hợp có một phụ tải tập trung cuối đường dây

$$\Delta S_{01} = \Delta P_{01} + j\Delta Q_{01} = \left(\frac{S_{01}}{U_{\text{đm}}}\right)^2 Z_1 = \left(\frac{S_{01}}{U_{\text{đm}}}\right)^2 R_1 + j\left(\frac{S_{01}}{U_{\text{đm}}}\right)^2 X_1$$

$$\Delta S_{12} = \Delta P_{12} + j\Delta Q_{12} = \left(\frac{S_{12}}{U_{\text{đm}}}\right)^2 Z_2 = \left(\frac{S_{12}}{U_{\text{đm}}}\right)^2 R_2 + j\left(\frac{S_{12}}{U_{\text{đm}}}\right)^2 X_2$$

$$\Delta S = \Delta S_{01} + \Delta S_{12}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tổng quát:

$$\Delta S = \sum \left(\frac{S_{ij}}{U_{đm}} \right)^2 Z_j$$

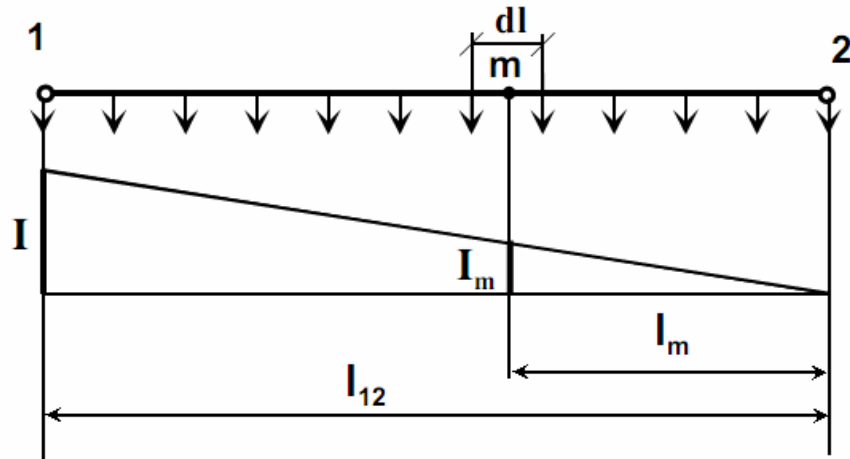
$$\Delta P = \sum \frac{P_{ij}^2 + Q_{ij}^2}{U_{đm}^2} R_j$$

$$\Delta Q = \sum \frac{P_{ij}^2 + Q_{ij}^2}{U_{đm}^2} X_j$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

c) Đường dây có phụ tải phân bố đều

Để tính toán mạng này người ta giả thiết dòng điện biến thiên dọc dây theo luật đường thẳng và dây dẫn có tiết diện không đổi



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tại điểm m nào đó của mạng, ta có dòng điện tại điểm đó là I_m

$$I_m = I \frac{l_m}{l_{12}}$$

Gọi $d\Delta P$ là tổn thất công suất trong vi phân chiều dài dl tại điểm m

$$d\Delta P = 3.I_m^2 dr$$

$$d\Delta P = 3.I_m^2 r_0 dl = 3 \left(I \frac{l_m}{l_{12}} \right)^2 r_0 dl$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Lấy tích phân cả hai vế

$$\Delta P = \int_0^{l_{12}} 3 \left(I \frac{l_m}{l_{12}} \right)^2 r_0 dl = \int_0^{l_{12}} \frac{3r_0 I^2}{l_{12}^2} l_m^2 dl = l_{12} r_0 I^2 = I^2 R_{12}$$

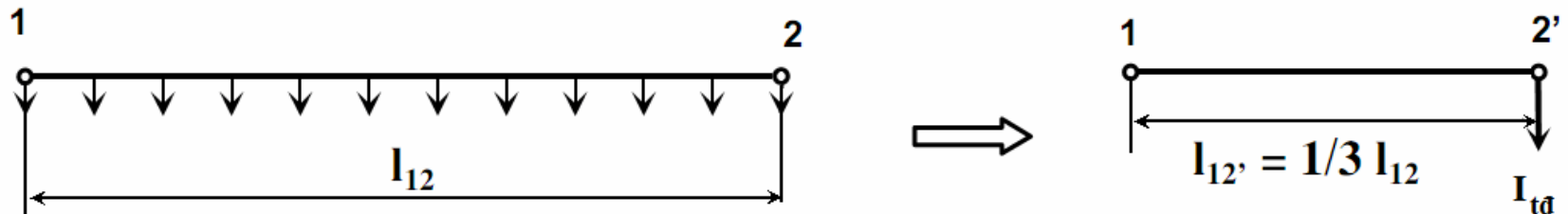
Ta thấy rằng ΔP đúng bằng 1/3 tổn thất công suất khi phụ tải I đặt ở cuối đường dây ($\Delta P = 3.I^2 R_{12}$)

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Nguyên tắc:

Để xác định tổn thất công suất trên đường dây có phụ tải phân bố đều ta thường chuyển về sơ đồ phụ tải tập trung tương đương.

Trong đó phụ tải tập trung tương đương bằng tổng tất cả phụ tải và được đặt ở khoảng cách tương đương bằng $1/3$ khoảng cách của sơ đồ thực tế

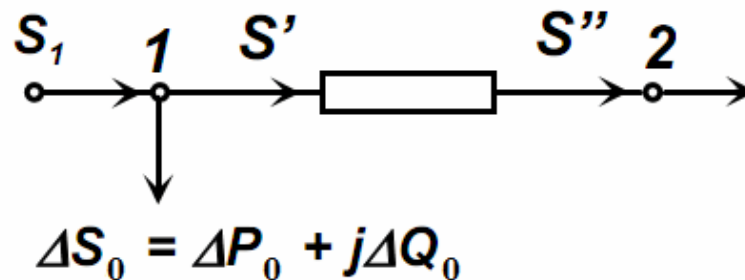


CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

2.2. Tổn thất công suất trong máy biến áp

Khi máy biến áp làm việc, ngoài tổn thất công suất trên 2 dây quấn sơ và thứ cấp, còn một lượng tổn thất nữa trong lõi thép của máy biến áp.

Để tính toán thông thường người ta thường sử dụng sơ đồ thay thế Γ



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tổn thất công suất trên 2 dây quấn (tức trên tổng trở Z_{BA}).

$$\Delta S_N = \Delta P_N + j\Delta Q_N = \left(\frac{S''}{U_2}\right)^2 r_{BA} + j \cdot \left(\frac{S''}{U_2}\right)^2 x_{BA}$$

Toàn bộ tổn thất công suất trong máy biến áp:

$$\Delta S_{BA} = \Delta S_0 + \Delta S_N = \left[\Delta P_0 + \left(\frac{S''}{U_2}\right)^2 r_{BA} \right] + j \cdot \left[\Delta Q_0 + \left(\frac{S''}{U_2}\right)^2 x_{BA} \right]$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Trong thực tế người ta có thể xác định tổn thất công suất trên dây quấn của máy biến áp bằng những thông số cho trước

$$\Delta S_{BA} = \left[\Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S''}{U_{đm}} \right)^2 \right] + j \cdot \left[\Delta Q_0 + \Delta Q_N \left(\frac{S''}{U_{đm}} \right)^2 \right]$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

2.2. Tổn thất điện năng

Tổn thất điện năng là đặc thù của tổn thất công suất, tuy nhiên người ta chỉ quan tâm đến công suất tác dụng ΔP

+ Trong thời gian t phụ tải điện không thay đổi, thì công suất là hằng số và tổn thất điện năng sẽ được tính:

$$\Delta A = \Delta P.t$$

+ Khi phụ tải lại biến thiên, để xác định tổn thất điện năng ΔA phải lấy tích phân hàm ΔP trong thời gian khảo sát.

$$\Delta A = \int_0^t \Delta P.dt = 3.R \int_0^t I^2(t).dt$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Vì phụ tải $I(t)$ biến thiên không tuân theo một dạng hàm nào, do đó không thể xác định được tổn thất điện năng theo công thức trên.

Để tính tổn thất điện năng người ta sử dụng hai hệ số kinh nghiệm thời gian sử dụng công suất lớn nhất (T_{\max}) và thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất (τ).

+ Trong trường hợp không có bảng tra hoặc đường cong chúng ta có thể sử dụng công thức gần đúng để tính được τ theo T_{\max} như sau

$$\tau = \left(0,124 + T_{\max} 10^{-4}\right)^2 8760$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

a. Tổn thất điện năng trên đường dây

+ Với đường dây có nhiều phụ tải với $\cos\varphi$ và T_{\max} khá khác nhau

$$\Delta A = \sum_{i=1}^n \Delta P_{\max .i} \tau_i$$

+ Khi $\cos\varphi$ và T_{\max} của phụ tải khác nhau ít có thể tính ΔA từ ΔP_{\max} và $\tau_{tb} \rightarrow$ từ $\cos\varphi_{tb}$ và $T_{\max.tb}$

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{\sum S_i \cos\varphi_i}{\sum S_i}$$

$$T_{\max.tb} = \frac{\sum P_{\max.i} T_{\max.i}}{\sum P_{\max.i}}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

b. Tổn thất điện năng trong máy biến áp

Tổn thất điện năng trong máy biến áp tính tương tự như đối với đường dây.

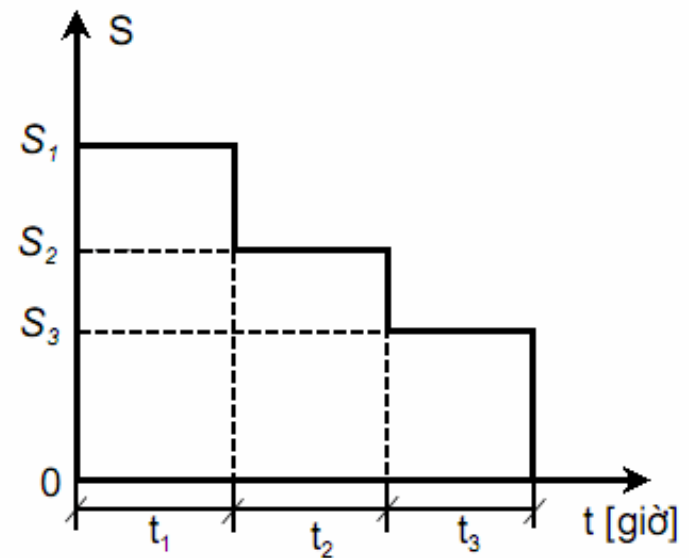
Tuy nhiên trong máy có 2 phần: tổn thất ΔP_0 không thay đổi theo phụ tải; ΔP_{Cu} - thay đổi theo phụ tải

+ Tổn thất điện năng trong trạm biến áp trong 1 năm (khi không biết đồ thị phụ tải):

$$\Delta A = \Delta P_0 8760 + \Delta P_{Cu.max} \tau$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Nếu có đồ thị phụ tải theo bậc thang, trong đó phụ tải bằng hằng số tại mỗi đoạn t_i .



$$\Delta A = \Delta P_0 8760 + \sum_{i=1}^n \Delta P_{Cu.i} t_i$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Trường hợp trạm có nhiều máy vận hành song song, có tham số giống nhau:

Khi không có đồ thị phụ tải:

$$\Delta A = n.\Delta P_0.8760 + n.\Delta P_{Cu.\max}\tau$$

Khi biết đồ thị phụ tải

$$\Delta A = \Delta P_0(n_1 t_1 + \dots + n_n t_n) + \Delta P_N \left[\left(\frac{S_1}{n_1 S_{dm}} \right)^2 n_1 t_1 + \dots + \left(\frac{S_n}{n_n S_{dm}} \right)^2 n_n t_n \right]$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Dạng tổng quát cho trạm có n máy:

$$\Delta A = \Delta P_0 \sum_{i=1}^n n_i t_i + \Delta P_N \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n_i} \left(\frac{S_i}{S_{đm}} \right)^2$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

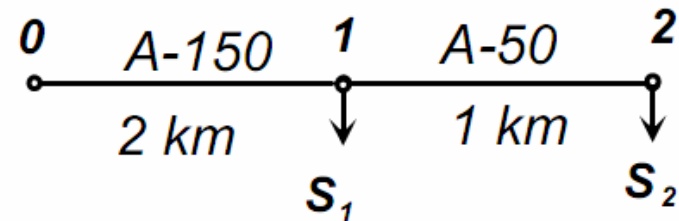
Ví dụ:

Hãy xác định tổn thất điện năng trong một năm của mạng phân phối

$$U_{\text{đm}} = 10 \text{ kV}$$

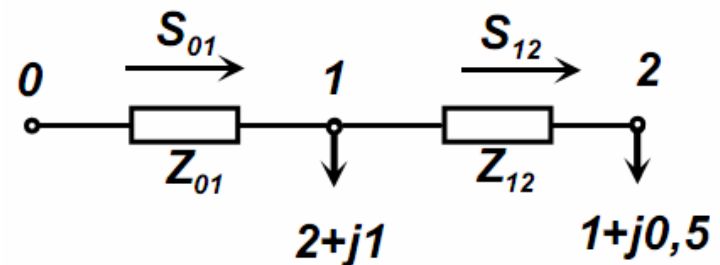
$$S_1 = 2 + j1 \text{ (MVA)}$$

$$S_2 = 1 + j0,5 \text{ (MVA)}$$



Giải:

Vì là lưới phân phối nên ta có sơ đồ thay thế



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Để tính được tổn thất điện năng của lưới. Trước tiên ta phải xác định được ΔP .

+ Tra bảng: A-150 $\rightarrow r_0 = 0,21 \Omega/\text{km}$

 A-50 $\rightarrow r_0 = 0,63 \Omega/\text{km}$

+ Tổn thất công suất trong mạng:

$$\Delta P_{\max} = \Delta P_{01} + \Delta P_{12} = \left(\frac{S_{01}}{U_{\text{đm}}} \right)^2 R_{01} + \left(\frac{S_{12}}{U_{\text{đm}}} \right)^2 R_{12}$$

$$S_{01} = S_1 + S_2 = 2 + j1 + 1 + j0,5 = 3 + j1,5$$

$$S_{12} = S_2 = 1 + j0,5$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

$$\Delta P_{\max} = \left(\frac{3^2 + 1,5^2}{10^2} \right) 0,21.2.10^6 + \left(\frac{1^2 + 0,5^2}{10^2} \right) 0.63.1.10^6 = 55,1(\text{kW})$$

Cả 2 đoạn đều có cùng $\cos\varphi$ và $T_{\max} = 2700\text{h}$, tra bảng ta được $\tau = 1500 \text{ h}$

+ Tổng thất điện năng trong 1 năm:

$$\begin{aligned} \Delta A &= \Delta P_{\max} \cdot \tau \\ &= 55,1.1500 = 82500 \text{ (kWh)} \end{aligned}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Điện năng các hộ nhận từ lưới trong một năm:

$$A = P_{\max} T_{\max} = (2000 + 1000).2700 = 8100000 \text{ (kWh)}$$

+ Tổn thất điện năng tính theo %:

$$\Delta A \% = \frac{\Delta A}{A} 100 = \frac{82500}{8100000} 100 = 1,02$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

3. TỔN THẤT ĐIỆN ÁP TRONG MẠNG ĐIỆN

3.1. Tổn thất điện áp trên đường dây

a. Trường hợp có một phụ tải tập trung cuối đường dây

- Xác định tổn thất điện áp bằng phương pháp đồ thị.

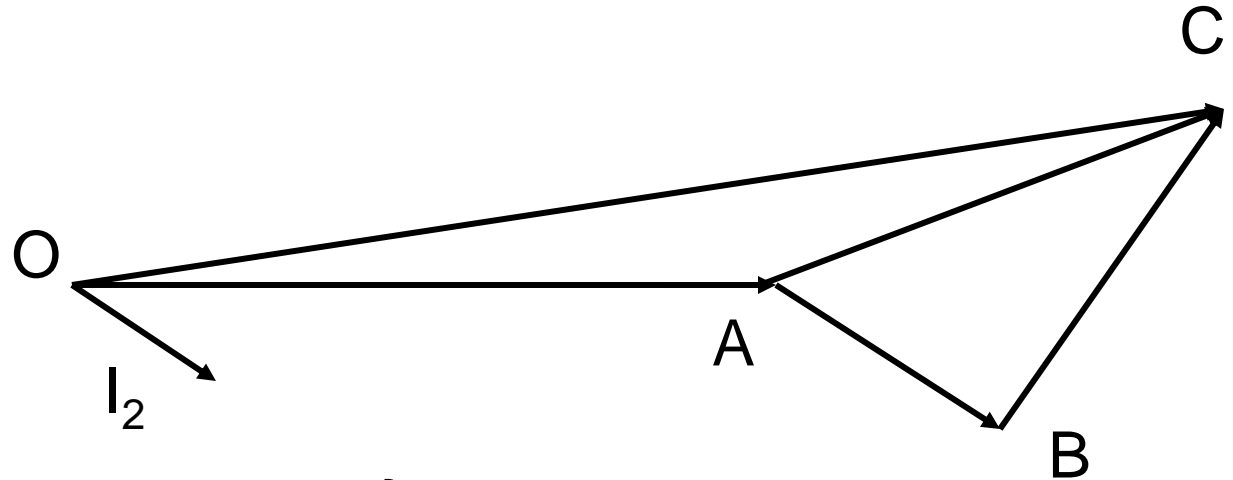
- Giả thiết:

+ Biết U_2, I_2

+ Các thông số của đường dây $Z = R + jX$

Bằng phương pháp đồ thị ta có thể xác định được điện áp U_1 ở đầu nguồn, từ đó xác định được tổn thất điện áp trên đường dây

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG



+ Từ O dựng đoạn $OA = U_2$ (tìm điểm A).

+ Từ O dựng I_2

+ Từ A dựng các đoạn thẳng:

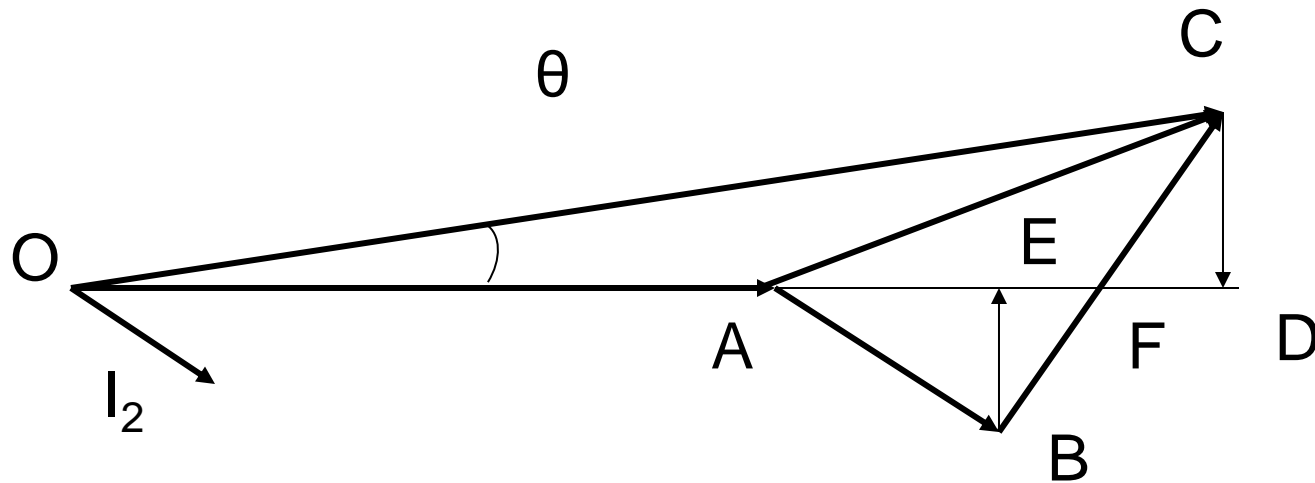
$AB = I_2 R$ song song với I_2

$BC = I_2 X$ vuông góc với I_2

$\Delta U_{I_2} = AC$ (điện áp rơi do dòng I_2 gây trên Z)

OC – điện áp đầu đường dây U_1

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG



Góc lệch pha giữa U_1 và U_2 : θ

Hình chiếu của U_1 và điểm B trên U_2 tương ứng là D , E

Điểm F là giao điểm của AD và BC

Do góc θ rất nhỏ nên có thể coi $OC - OA = AD$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

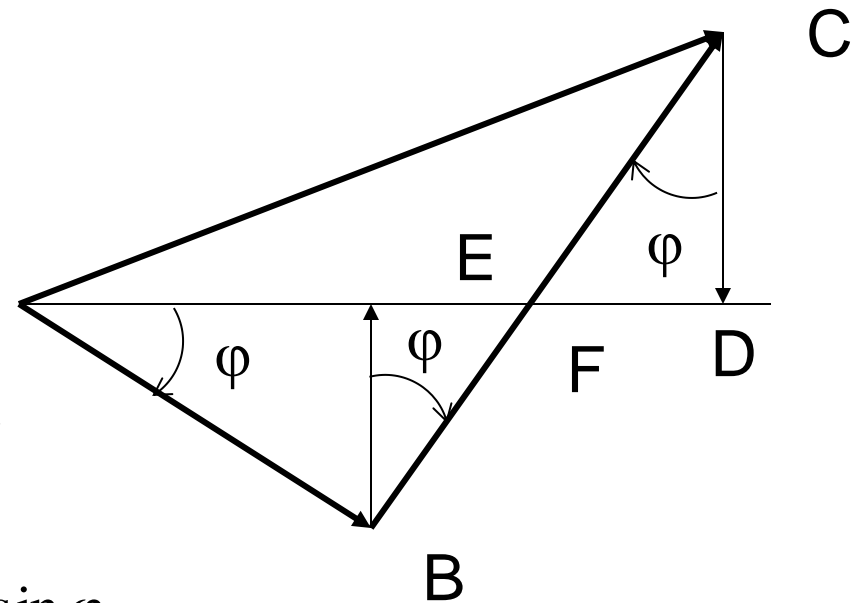
$$AE = AB \cdot \cos \varphi = I \cdot R \cdot \cos \varphi$$

$$ED = BC \cdot \sin \varphi = I \cdot X \cdot \sin \varphi$$

$$AD = AE + ED = AB \cdot \cos \varphi + BC \cdot \sin \varphi$$

$$\Delta U_p = I \cdot R \cdot \cos \varphi + I \cdot X \cdot \sin \varphi$$

$$\Delta U = \frac{1}{U_{dm}} (P \cdot R + Q \cdot X)$$

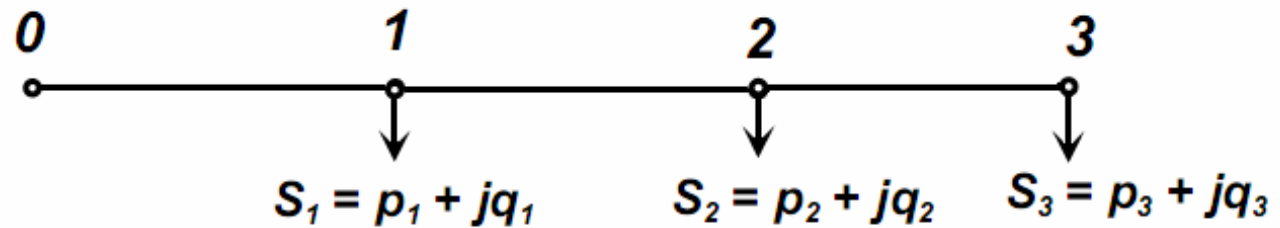


$$\Delta U\% = \frac{1}{10U_{dm}^2} (P \cdot R + Q \cdot X)$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

b. Trường hợp có nhiều phụ tải tập trung

+ Xét mạng phân phối cung cấp cho ba phụ tải tập trung



+ Công suất trên các đoạn

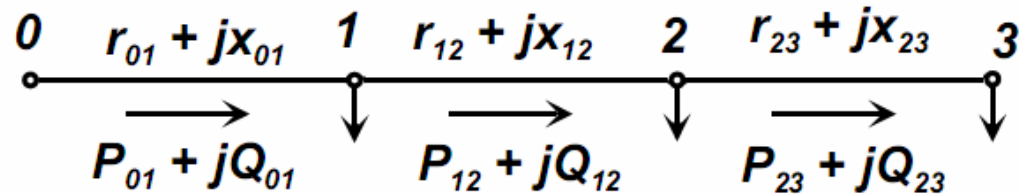
$$S_{01} = S_1 + S_2 + S_3 = (p_1 + p_2 + p_3) + j(q_1 + q_2 + q_3)$$

$$S_{12} = S_2 + S_3 = (p_2 + p_3) + j(q_2 + q_3)$$

$$S_{23} = S_3 = p_3 + jq_3$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Tính ΔU theo công suất chạy trên các đoạn



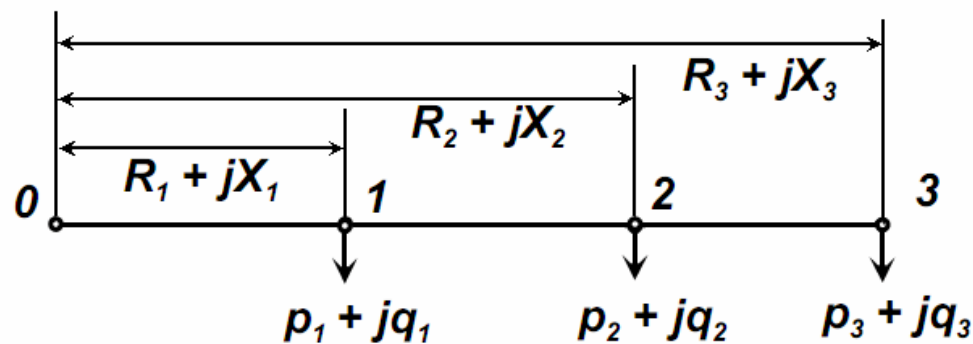
$$\begin{aligned}\Delta U &= \Delta U_{01} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23} \\ &= \frac{P_{01}r_{01} + Q_{01}x_{01}}{U_{\text{đm}}} + \frac{P_{12}r_{12} + Q_{12}x_{12}}{U_{\text{đm}}} + \frac{P_{23}r_{23} + Q_{23}x_{23}}{U_{\text{đm}}}\end{aligned}$$

+ Tổng quát cho mạng có n phụ tải:

$$\Delta U = \frac{\sum P_{ij}r_{ij} + \sum Q_{ij}x_{ij}}{U_{\text{đm}}}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Tính ΔU theo công suất của từng phụ tải:



$$\begin{aligned}\Delta U &= \Delta U_{01} + \Delta U_{02} + \Delta U_{03} \\ &= \frac{p_1 R_1 + q_1 X_1}{U_{\text{đm}}} + \frac{p_2 R_2 + q_2 X_2}{U_{\text{đm}}} + \frac{p_3 R_3 + q_3 X_3}{U_{\text{đm}}}\end{aligned}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tổng quát cho mạng có n phụ tải:

$$\Delta U = \frac{\sum p_i R_i + \sum q_i X_i}{U_{đm}}$$

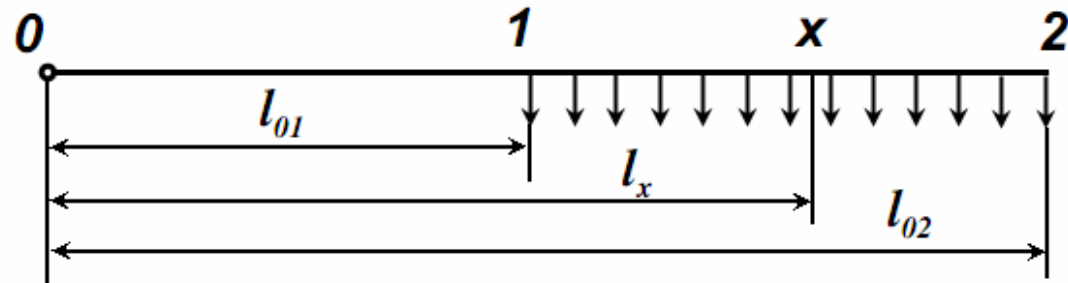
$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{đm}} 100 = \frac{1}{10U_{đm}^2} \sum (p_i R_i + q_i X_i)$$

p_i ; q_i - phụ tải tác dụng và phản kháng (kW); (kVAr).

R_i ; X_i - điện trở và điện kháng từ phụ tải i về nguồn (Ω).

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

c. Trường hợp phụ tải phân bố đều



p_0 - công suất phân bố đều trên 1 đơn vị chiều dài

Tại điểm x cách nguồn khoảng l_x , trên vi phân chiều dài dl có một

lượng công suất là $dp = p_0 dl$

Công suất này gây ra trên đoạn l_x một tổn thất điện áp

$$d\Delta U = \frac{r_0 l_x dp}{U_{đm}} = \frac{r_0 p_0 l_x dl}{U_{đm}}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tổn thất trên toàn bộ đoạn dây:

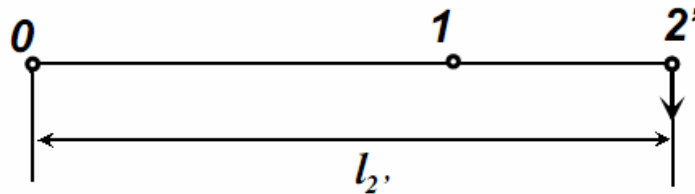
$$\begin{aligned}\Delta U_{12} &= \int_{l_{01}}^{l_{02}} d\Delta U = \int_{l_{01}}^{l_{02}} \frac{r_0 p_0 l_x dl}{U_{\text{đm}}} = \frac{r_0 p_0}{U_{\text{đm}}} \frac{l_{01}^2 - l_{02}^2}{2} \\ &= \frac{r_0 p_0}{U_{\text{đm}}} \frac{l_{01} + l_{02}}{2} (l_{01} - l_{02})\end{aligned}$$

$$p_0 (l_{01} - l_{02}) = p_0 l_{12} = P$$

$$\frac{l_{01} + l_{02}}{2} = l_2' \rightarrow 2' \text{ chính là điểm giữa của đoạn 1-2}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Sơ đồ thay thế tương đương :



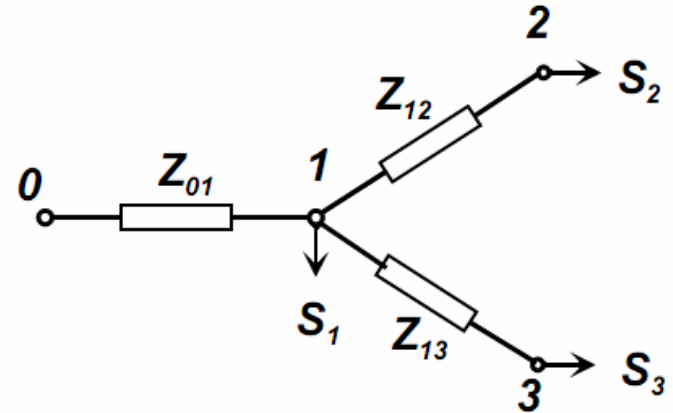
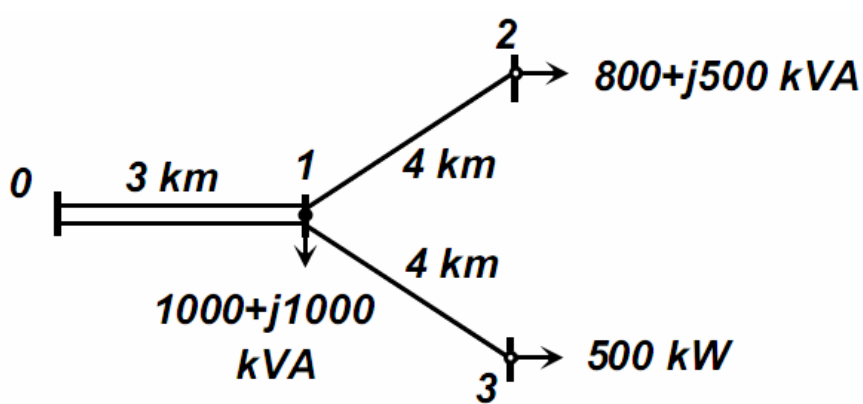
+ Từ sơ đồ thay thế tương đương, tính tổn thất điện áp cho phụ tải phân bố đều tương tự như đối với một phụ tải tập trung với , đặt cách xa nguồn khoảng

$$l_2' = l_{01} + \frac{1}{2} l_{12}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Ví dụ : Cho mạng điện phân phối như hình vẽ.

Dây dẫn trong mạng A-50; $D_{tb} = 1 \text{ m}$; $U_{đm} = 10 \text{ kV}$. Hãy xác định ΔU_{\max}



Sơ đồ mạng điện phân phối và sơ đồ thay thế

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Tra bảng: A-50 \rightarrow $r_0 = 0,63 \Omega/\text{km}$; $x_0 = 0,355 \Omega/\text{km}$

$$Z_{01} = \frac{1}{2}(0,63.3 + j0,355.3) = 0,945 + j0,522$$

$$Z_{12} = Z_{13} = 0,63.4 + j0,355.4 = 2,53 + j1,42$$

Điểm 2 sẽ có ΔU_{\max} (vì $Z_{12} = Z_{13}$ nhưng $S_3 < S_2$)

$$\begin{aligned}\Delta U_{\max} &= \Delta U_{01} + \Delta U_{12} \\ &= \frac{(P_1 + P_2 + P_3)R_{01} + (Q_1 + Q_2 + Q_3)X_{01}}{U_{\text{đm}}} + \frac{P_2 R_{12} + Q_2 X_{12}}{U_{\text{đm}}}\end{aligned}$$

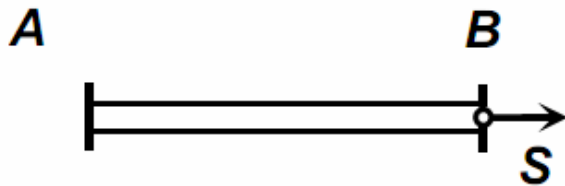
CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

4. TÍNH TOÁN MẠNG ĐIỆN KÍN

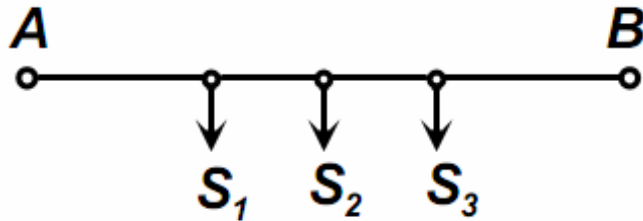
4.1. Khái niệm chung

- Để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện người ta thường sử dụng mạng điện kín, loại mạng điện ở đó mỗi hộ dùng điện được cung cấp ít nhất từ 2 phía.
- Mạng điện kín đơn giản nhất là đường dây kép cấp điện cho một phụ tải.
- Ngoài ra mạng điện kín có thể là mạng vòng do một nguồn cung cấp hoặc mạch đường dây chính có 2 nguồn cung cấp

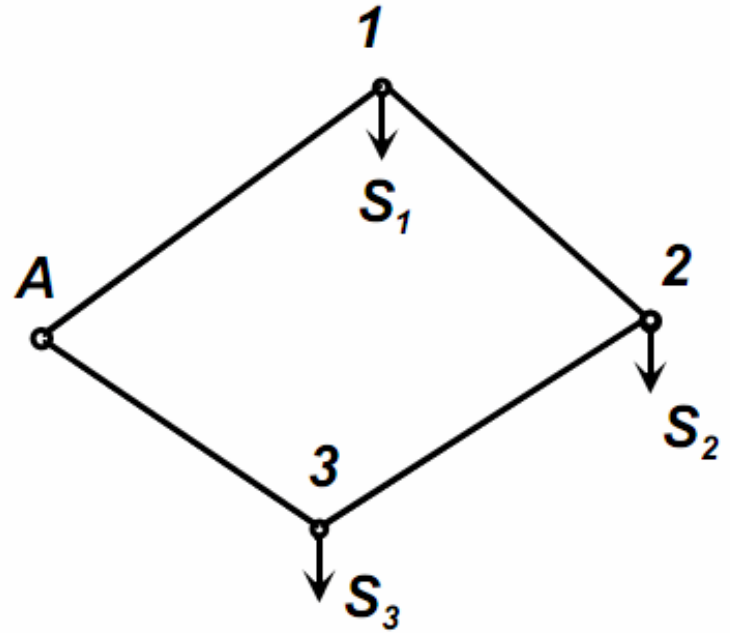
CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG



Đường dây mạch kép



Hai nguồn cung cấp



Mạch vòng

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Ưu điểm:

- Tăng cường tính liên tục cung cấp điện, thường dùng cho các hộ phụ tải loại 1.
- Trong vận hành bình thường tổn thất nhỏ hơn.

Nhược điểm:

- Khi sự cố, đứt một nhánh ở đầu nguồn, mạng trở thành hở, tổn thất công suất và điện áp lớn, có thể vượt quá giá trị cho phép.
- Thực hiện bảo vệ cho mạng kín phức tạp hơn so với mạng hở.
- Tính toán mạng điện kín phức tạp hơn mạng hở.

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

4.2. Xác định công suất trên các nhánh - Điểm phân công suất

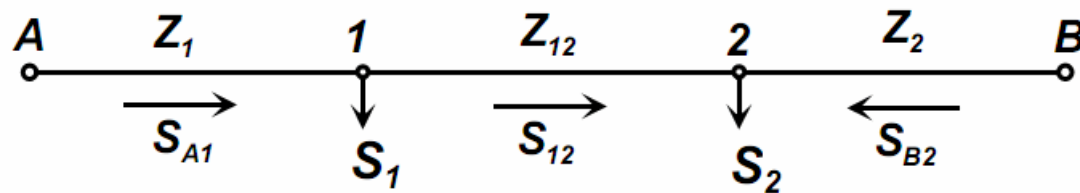
Chỉ xét mạng điện kín đơn giản nhất (mạng chỉ có 1 mạch vòng hoặc mạng đường dây chính có 2 nguồn cung cấp).

Trước hết phải xác định phân bố công suất trên các đoạn đường dây của mạng kín.

Ta dùng phương pháp gần đúng với giả thiết sau:

- Bỏ qua tổn thất công suất trong các đoạn.
- Bỏ qua tổn thất điện áp, coi điện áp mọi điểm của mạch vòng bằng điện áp định mức.
- Phụ tải tại các nút là phụ tải tính toán.

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG



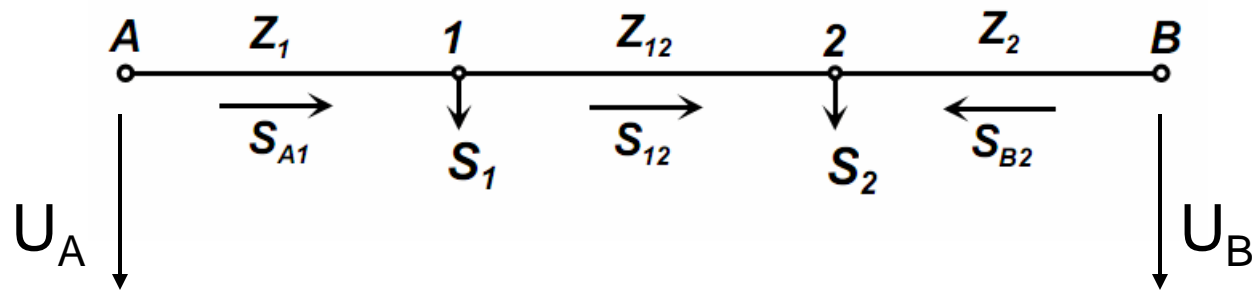
Mạng điện kín được cấp từ 2 nguồn độc lập:

S_1 ; S_2 - là phụ tải tính toán

Biết Z_1 ; Z_2 ; Z_{12} ; U_A ; U_B ($U_A \neq U_B$)

Cần xác định công suất trên các nhánh S_{A1} ; S_{B2} ; S_{12} cùng chiều của chúng trên sơ đồ

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG



Chiều của S_{A1} và S_{B2} là rõ ràng còn chiều S_{12} tạm qui ước như trên hình.

Viết phương trình biểu diễn điện áp rơi từ nguồn A đến B (theo định luật Kirchoff 2, với chiều giả thiết)

$$\vec{U}_A - \vec{U}_B = \sqrt{3}(I_{A1}Z_1 + I_{12}Z_{12} - I_{B2}Z_2)$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Thay dòng điện nhánh bằng các dòng phụ tải $I_1 ; I_2$

$$I_{12} = I_{A1} - I_1$$

$$I_{B2} = I_2 - I_{12} = I_2 + I_1 - I_{A1}$$

Thay vào phương trình

$$\begin{aligned}\vec{U}_A - \vec{U}_B &= \sqrt{3}(I_{A1}Z_1 + (I_{A1} - I_1)Z_{12} - (I_2 + I_1 - I_{A1})Z_2) \\ &= \sqrt{3}[I_{A1}(Z_1 + Z_2 + Z_{12}) - I_1(Z_{12} + Z_2) - I_2Z_2]\end{aligned}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Đặt :

$$Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 + Z_{12}$$

$$Z_{1B} = Z_{12} + Z_2$$

$$Z_{2B} = Z_2$$

$$\vec{U}_A - \vec{U}_B = \sqrt{3}(I_{A1}Z_{\Sigma} - I_1Z_{1B} - I_2Z_{2B})$$

$$I_{A1} = \frac{I_1Z_{1B} + I_2Z_{2B}}{Z_{\Sigma}} + \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3}Z_{\Sigma}}$$

+ Thành phần chủ yếu phụ thuộc vào phụ tải 1 và 2 cùng tổng trở trong mạch.

+ Thành phần thứ 2 gọi là thành phần dòng điện cân bằng chỉ phụ thuộc vào độ lệch điện áp giữa A và B ($U_A - U_B$) và tổng trở của mạch, mà không phụ thuộc vào phụ tải

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Dòng điện từ một nguồn đến phụ tải

$$I_{A1} = \frac{I_1 Z_{1B} + I_2 Z_{2B}}{Z_{\Sigma}} + \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_{\Sigma}}$$

Dòng trên đoạn A - 1 gồm có 2 thành phần:

- + Thành phần chủ yếu phụ thuộc vào phụ tải 1 và 2 cùng tổng trở trong mạch.
- + Thành phần thứ 2 gọi là thành phần dòng điện cân bằng chỉ phụ thuộc vào độ lệch điện áp giữa A và B ($U_A - U_B$) và tổng trở của mạch.

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Mạng điện xí nghiệp, địa phương thường có các điện áp 2 nguồn bằng nhau $U_A = U_B$:

$$I_{A1} = \frac{I_1 Z_{1B} + I_2 Z_{2B}}{Z_{\Sigma}}$$

Qui tắc xác định dòng điện đi từ nguồn: “*Lấy tích các dòng điện phụ tải với cánh tay đòn (tính bằng tổng trở Z_{iB} từ phụ tải tương ứng đến nguồn bên kia) và chia cho tổng trở giữa hai nguồn*”

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Tương tự với nguồn B:

$$I_{B2} = \frac{I_2 Z_{2A} + I_1 Z_{1A}}{Z_{\Sigma}}$$

Với $Z_{1A} = Z_1$

$$Z_{2A} = Z_1 + Z_{12}$$

+ Phụ tải thường ở dạng công suất: $P_1 + jQ_1 ; P_2 + jQ_2$

$$S_{A1} = \frac{S_1 Z_{1B} + S_2 Z_{2B}}{Z_{\Sigma}}$$

+ Tổng quát cho mạng kín có n phụ tải

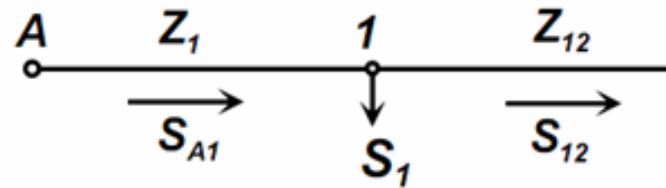
$$S_{A1} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i Z_{iB}}{Z_{\Sigma}}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Sau khi xác định được công suất đi ra từ 2 nguồn A; B là S_{A1} và S_{B2} có thể tìm được công suất trên các nhánh.

Chiều của S_{12} (trên hình vẽ) là giả thiết

$$S_{12} = S_{A1} - S_1$$



+ Nếu S_{12} tính ra có trị số dương nghĩa là chiều chọn trên hình vẽ là đúng với chiều thực.

+ Còn ngược lại (nếu S_{12} mang dấu âm) thì S_{12} có chiều ngược lại với chiều đã chọn

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Điểm phân công suất:

Sau khi xác định được chiều thực và trị số của của công suất trên các nhánh ta xác định được điểm phân công suất, nơi công suất đến từ 2 nguồn.

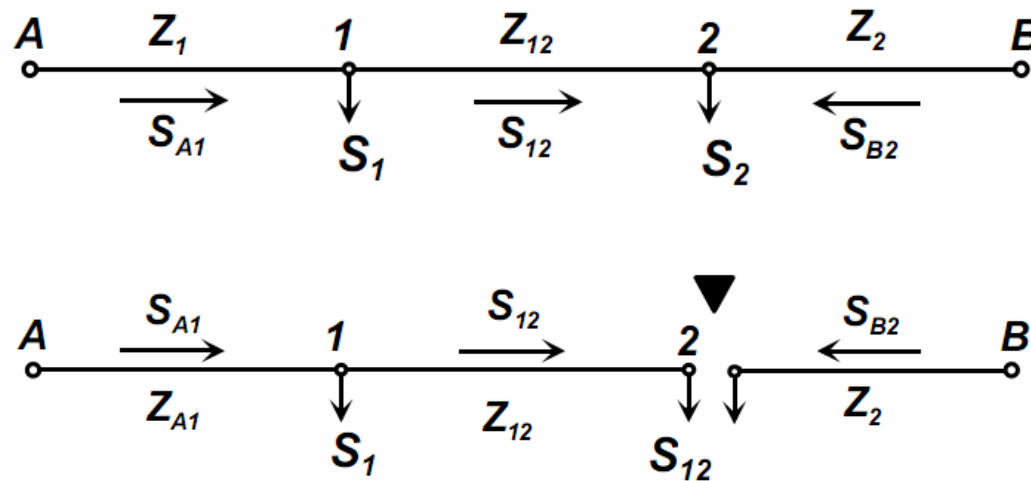
Trong mạch điện bao gồm hai loại công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q , do đó điểm phân công suất trong mạng điện kín có thể là duy nhất hoặc cũng có thể là riêng rẽ.

Điểm phân công suất tác dụng (ký hiệu là \blacktriangledown)

Điểm phân công suất phản kháng (ký hiệu là ∇)

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Sau khi xác định được điểm phân công suất trong mạng kín có thể tách thành 2 mạng hở và việc tính toán sẽ được tiến hành thuận lợi hơn



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

4.3. Các trường hợp riêng về phân bố công suất trong mạng điện kín

+ Mạng điện kín chỉ kể đến điện trở tác dụng ($x_0 = 0$)

Các mạng có tiết diện dây nhỏ, điện áp thấp, mạng cáp dưới 10 kV

$$S_{A1} = P_{A1} + jQ_{A1} = \frac{(P_1 + jQ_1)R_{1B} + (P_2 + jQ_2)R_{2B}}{Z_{\Sigma}}$$

$$P_{A1} = \frac{P_1 R_{1B} + P_2 R_{2B}}{Z_{\Sigma}}$$

$$Q_{A1} = \frac{Q_1 R_{1B} + Q_2 R_{2B}}{Z_{\Sigma}}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Mạng đồng nhất: ở các nhánh đều có tỷ số $x_0/r_0 = \text{const}$

$$Z_{iB} = (r_0 + jx_0)L_{iB} = \left(1 + j\frac{x_0}{r_0}\right)r_0L_{iB} = \left(1 + j\frac{x_0}{r_0}\right)R_{iB}$$

$$Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Z_{iB} = \sum_{i=1}^n \left(1 + j\frac{x_0}{r_0}\right)r_0L_{iB} = \left(1 + j\frac{x_0}{r_0}\right)r_0 \sum_{i=1}^n L_{iB}$$

$$= \left(1 + j\frac{x_0}{r_0}\right)r_0L_{\Sigma} = \left(1 + j\frac{x_0}{r_0}\right)R_{\Sigma}$$

$$S_{A1} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i Z_{iB}}{Z_{\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i R_{iB}}{R_{\Sigma}}$$

Công suất phân bố theo điện trở
tác dụng của mạng

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

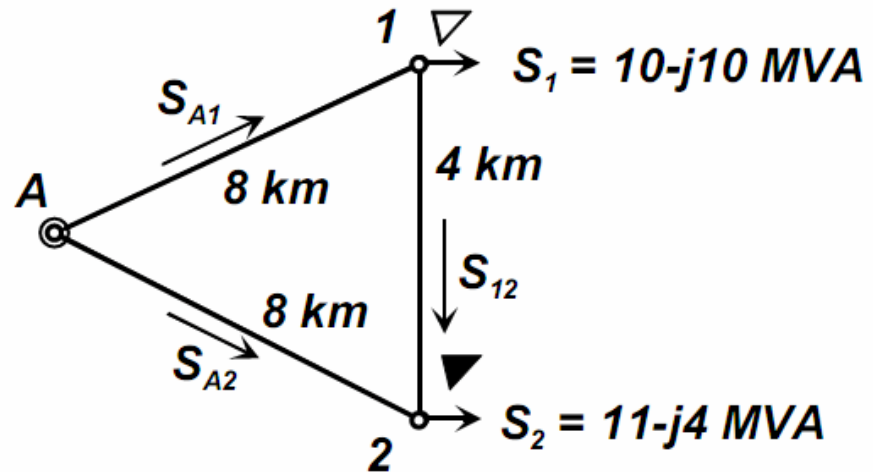
+ Mạng có cùng tiết diện: $r_0 = \text{const}$, $x_0 = \text{const}$

$$S_{A1} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i Z_{iB}}{Z_{\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i (r_0 + jx_0) L_{iB}}{(r_0 + jx_0) L_{\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i L_{iB}}{L_{\Sigma}}$$

Công suất phân bố theo chiều dài từng đoạn

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Ví dụ: Nguồn A cấp điện cho 2 phụ tải S_1 ; S_2 theo mạng kín toàn bộ đường dây là AC-120 ; dây dẫn bố trí trên mặt phẳng ngang, $D_{tb} = 3,5 \text{ m}$; $U_{đm} = 35 \text{ kV}$. Hãy xác định điểm phân công suất



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Giải: Vì mạng đồng nhất (cùng tiết diện)

Công suất trên nhánh A-1:

$$P_{A1} = \frac{P_1 L_{12A} + P_2 L_{2A}}{L_{\Sigma}} = \frac{10(4 + 8) + 11.8}{8 + 4 + 8} = 10,4(\text{MW})$$

$$Q_{A1} = \frac{Q_1 L_{12A} + Q_2 L_{2A}}{L_{\Sigma}} = \frac{-10(4 + 8) - 4.8}{8 + 4 + 8} = -7,6(\text{MVAr})$$

$$S_{A1} = P_{A1} + jQ_{A1} = 10,4 - j7,6(\text{MVA})$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

Công suất nhánh A-2:

$$P_{A2} = \frac{P_2 R_{21A} + P_1 R_{1A}}{L_{\Sigma}} = \frac{11(4 + 8) + 10.8}{8 + 4 + 8} = 10,6(\text{MW})$$

$$Q_{A2} = \frac{Q_2 L_{21A} + Q_1 L_{1A}}{L_{\Sigma}} = \frac{-4(4 + 8) - 10.8}{8 + 4 + 8} = -6,4(\text{MVAr})$$

$$S_{A2} = P_{A2} + jQ_{A2} = 10,6 - j6,4(\text{MVA})$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

+ Công suất trên nhánh 1-2: S_{12} với chiều giả thiết

$$S_{12} = S_{A1} - S_1 = 10,4 - j7,6 - (10 - j10) = 0,4 + j 2,4$$

Như vậy trên đoạn 1- 2 ta có P_{12} đi từ điểm 1 \rightarrow 2, còn Q_{12} từ điểm 2 \rightarrow 1

Vậy ta có 2 điểm phân công suất:

- Điểm 2 là điểm phân công suất tác dụng ▼
- Điểm 1 là điểm phân công suất phản kháng ▽

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

4.4. Xác định tổn thất điện áp trong mạng điện kín

a. Trường hợp vận hành bình thường

- Xác định công suất trên các nhánh.
- Xác định điểm phân công suất.
- Trường hợp điểm phân công suất là duy nhất cho P và Q thì điểm đó có điện áp thấp nhất trong mạng.
- Nếu điện áp ở hai nguồn bằng nhau ($U_A = U_B$) thì ΔU_{\max} tính bằng tổn thất điện áp từ điểm A đến điểm phân công suất

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

- Trường hợp điểm phân công suất tác dụng và phản kháng không trùng nhau, như vậy chưa rõ điểm nào sẽ có điện áp thấp hơn, lúc này phải tính ΔU từ nguồn đến cả 2 điểm, sau đó so sánh rồi chọn được điểm có ΔU lớn hơn.

Để minh họa cho trường hợp này ta xét ví dụ 1 ở phần trên, điểm phân công suất tác dụng (1) và điểm phân công suất phản kháng (2) là khác nhau. Như vậy cần xác định ΔU_{\max} lúc bình thường:

Tra bảng AC-120 ta có $r_0 = 0,27 \Omega/\text{km}$ và $x_0 = 0,4 \Omega/\text{km}$. Vì mạng có 2 điểm phân công suất nên ta phải tính tổn thất điện áp từ nguồn đến cả 2 điểm

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

$$\Delta U_{A1} = \frac{P_{A1}R_{A1} + Q_{A1}X_{A1}}{U_{\text{đm}}} = \frac{10,4.0,27.8 + 7,6.0,4.8}{35} = 1,345(\text{kV})$$

$$\Delta U_{A2} = \frac{P_{A2}R_{A2} + Q_{A2}X_{A2}}{U_{\text{đm}}} = \frac{10,6.0,27.8 + 6,4.0,4.8}{35} = 1,245(\text{kV})$$

Vậy $\Delta U_{\text{max}} = 1,345 \text{ kV}$ và điểm có điện áp thất nhất là điểm 1.

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

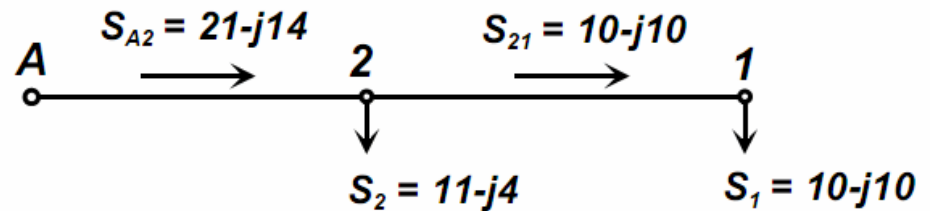
b. Trường hợp sự cố

Trong mạng điện kín ngoài ΔU_{\max} lúc vận hành bình thường còn phải xác định ΔU_{\max} lúc sự cố.

Thường là trường hợp đứt dây trong mạng điện kín, lúc đó mạng trở thành hở, phụ tải lớn nhất phải cấp điện từ một nguồn, do đó phải xét sự cố trên đoạn nào nguy hiểm nhất.

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

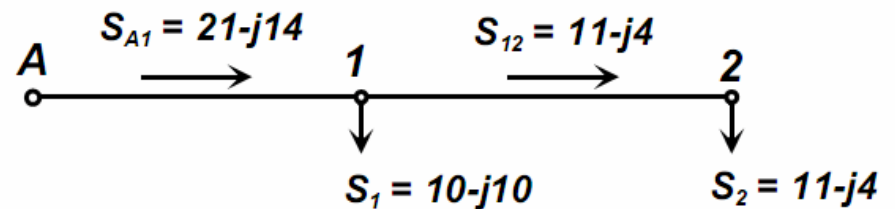
- Khi đứt đoạn A-1: (đang vận hành với phụ tải lớn nhất lúc đó lưới trở thành hở)



$$\begin{aligned}\Delta U_{A1} &= \frac{P_{A2}R_{A2} + Q_{A2}X_{A2}}{U_{\text{đm}}} + \frac{P_{21}R_{21} + Q_{21}X_{21}}{U_{\text{đm}}} \\ &= \frac{21.0,27.8 + 14.0,4.8}{35} + \frac{10.0,20.4 + 10.0,4.4}{35} = 3,35(\text{kV})\end{aligned}$$

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

- Khi đứt đoạn A-2: mạng có dạng



$$\begin{aligned}\Delta U_{A2} &= \frac{P_{A1}R_{A1} + Q_{A1}X_{A1}}{U_{\text{đm}}} + \frac{P_{12}R_{12} + Q_{12}X_{12}}{U_{\text{đm}}} \\ &= \frac{21 \cdot 0,278 + 14 \cdot 0,48}{35} + \frac{11 \cdot 0,274 + 4 \cdot 0,44}{35} = 3,1(\text{kV})\end{aligned}$$

Vậy $\Delta U_{\text{max sự cố}} = 3,35 \text{ (kV)}$

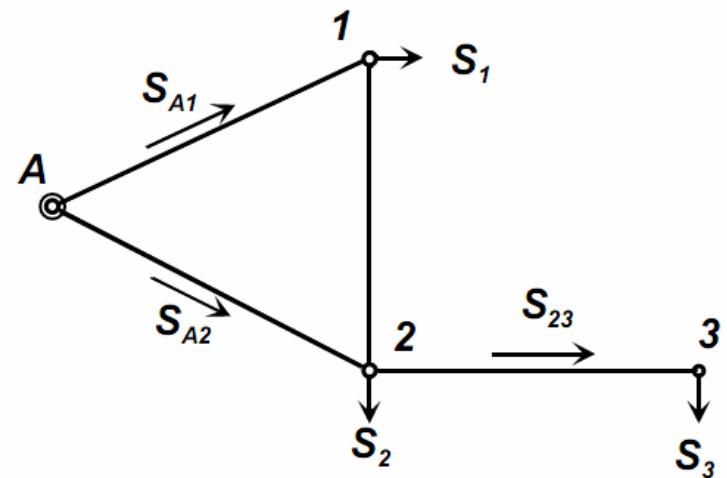
CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

c) Trường hợp mạng có rẽ nhánh

+ Xác định phân bố công suất lúc bình thường (tìm S_{A1} ; S_{A2} ; S_{12} và S_{23}).

+ Trong khi tính toán nhập S_3 vào nút 2.

+ Xác định điểm phân công suất ở đây có thể là điểm 1 hoặc 2 hoặc cả 2.



CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG

- + Nếu điểm 2 là điểm phân công suất thì tính từ $A \rightarrow 2 \rightarrow 3$ sẽ có ΔU_{\max} .
- + Nếu điểm 1 là điểm phân công suất thì tính ΔU_{A1} và ΔU_{A23} rồi so sánh.
- + Trường hợp sự cố: Giả sử đứt đoạn A-2 lúc đó ΔU_{\max} sự cố = ΔU_{A123} , điều này cũng vẫn chưa khẳng định được đó là tổn thất điện áp lớn nhất khi sự cố, vì điều đó có thể thấy được khi chúng ta giả thiết đứt đoạn A-1 lúc đó tổn thất điện áp lớn nhất sẽ phải được so sánh giữa ΔU_{A21} và ΔU_{A23} mới có thể khẳng định được

CHƯƠNG 5 : TÍNH TOÁN ĐIỆN TRONG MẠNG
