

BÀI TẬP

Bài 5.1. Xác định tổn thất công suất và tổn thất điện năng hàng năm của hệ thống cung cấp điện bao gồm một trạm biến áp 35/10kV và hai đường dây trên không 10kV cấp điện cho 3 xí nghiệp có dạng như Hình 5.14 sau đây

- Phụ tải của xí nghiệp

$$S_1 = 1000\text{kVA}, \cos\varphi_1 = 0,8$$

$$S_2 = 3000\text{kVA}, \cos\varphi_2 = 0,6$$

$$S_3 = 2000\text{kVA}, \cos\varphi_3 = 0,8$$

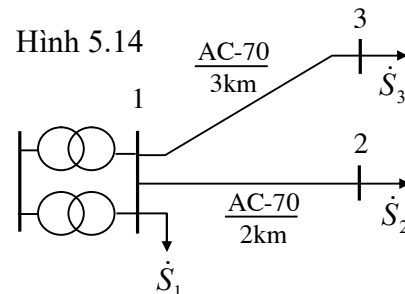
- Dây dẫn AC-70 có $r_0 = 0,46\Omega/\text{km}$

- Trạm biến áp có 2 máy biến áp

$$S_{\text{đmB}} = 4000\text{kVA}$$

$$\Delta P_o = 12,5\text{kW}, \Delta P_N = 42\text{kW}$$

Thời gian sử dụng công suất lớn nhất của các xí nghiệp đều bằng 5000 giờ.



Giải

- Lập sơ đồ thay thế (Hình 5.15). Thông số các phần tử trên sơ đồ được tính toán như sau

$$R_{12} = 0,46.2 = 0,92\Omega$$

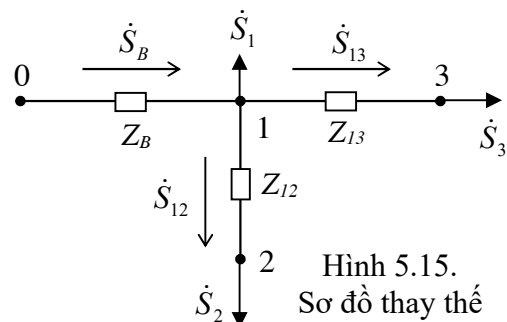
$$R_{13} = 0,46.3 = 1,38\Omega$$

$$\dot{S}_{12} = \dot{S}_2 = S_2 \cdot \cos\varphi_2 + j \cdot S_2 \cdot \sin\varphi_2 = 1800 + j2400(\text{kVA})$$

$$\dot{S}_{13} = \dot{S}_3 = S_3 \cdot \cos\varphi_3 + j \cdot S_3 \cdot \sin\varphi_3 = 1600 + j1200(\text{kVA})$$

$$\dot{S}_1 = S_1 \cdot \cos\varphi_1 + j \cdot S_1 \cdot \sin\varphi_1 = 800 + j600(\text{kVA})$$

$$\dot{S}_B = \dot{S}_{12} + \dot{S}_{13} + \dot{S}_1 = 4200 + j4200(\text{kVA})$$



- Tính toán tổn thất điện năng

$$\tau = (0,124 + T_{\text{max}}.10^{-4})^2.8760 = (0,124 + 5000.10^{-4})^2.8760 = 3410\text{giờ}$$

$$\Delta P_{12} = \frac{S_{12}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot R_{12} = \frac{1800^2 + 2400^2}{10^2} \cdot 0,92.10^{-3} = 82,8\text{kW}$$

$$\Delta A_{12} = \Delta P_{12} \cdot \tau = 82,8.3410 = \underline{282348\text{kWh/năm}}$$

$$\Delta P_{13} = \frac{S_{13}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot R_{13} = \frac{1600^2 + 1200^2}{10^2} \cdot 1,38.10^{-3} = 55,2\text{kW}$$

$$\Delta A_{13} = \Delta P_{13} \cdot \tau = 55,2.3410 = \underline{188232\text{kWh/năm}}$$

$$S_B = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2} = \sqrt{4200^2 + 4200^2} = 5940 kVA$$

$$\Delta P_B = N_B \cdot \Delta P_0 + \frac{1}{N_B} \left(\frac{S_B}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_N = 2 \cdot 12,5 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{5940}{4000} \right)^2 \cdot 42 = 65 kW$$

$$\Delta A_B = N_B \cdot \Delta P_0 \cdot T_{nam} + \frac{1}{N_B} \cdot \left(\frac{S_{max}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_N \cdot \tau = 2 \cdot 12,5 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{5940}{4000} \right)^2 \cdot 42 \cdot 3410 = 376916 kWh$$

$$\Delta A = \Delta A_{12} + \Delta A_{13} + \Delta A_B = 282348 + 188232 + 376916 = \underline{847496 kWh/năm}$$

Bài 5.2.

Đường dây 6 kV cung cấp điện cho cụm phụ tải có thông số ghi trên sơ đồ (Hình 5.16). Các phụ tải đều có $\cos \varphi = 0,8$ và có cùng thời gian sử dụng công suất cực đại. Toàn bộ 3 pha phụ tải trong 1 năm tiêu thụ hết 900.000 kWh.

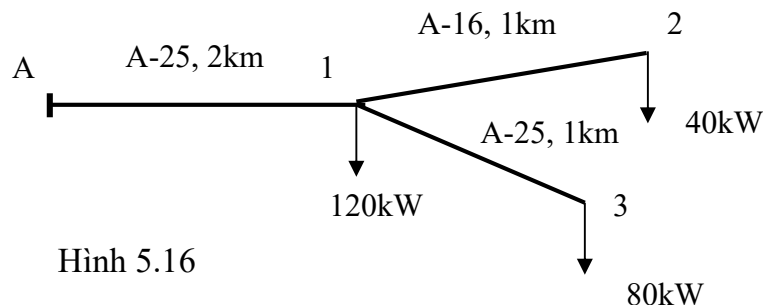
Xác định :

- Tổn thất điện áp lớn nhất trong mạng.

Biết: dây A-25 có $r_0 = 1,15 \Omega/km$; $x_0 = 0,356 \Omega/km$

A-16 có: $r_0 = 1,8 \Omega/km$; $x_0 = 0,36 \Omega/km$.

- Tổn thất công suất và tổn thất điện năng trong 1 năm.



Hình 5.16

Giải

Công suất các phụ tải:

$$S_1 = P_1 + jQ_1 = P_1 + jP_1 \tan \varphi = 120 + j120 \times 0,75 = 120 + j90 (kVA)$$

$$S_2 = P_2 + jQ_2 = P_2 + jP_2 \tan \varphi = 40 + j40 \times 0,75 = 40 + j30 (kVA)$$

$$S_3 = P_3 + jQ_3 = P_3 + jP_3 \tan \varphi = 80 + j80 \times 0,75 = 80 + j90 (kVA)$$

Tổn thất điện áp từ nguồn đến nút phụ tải 2:

$$\begin{aligned} \Delta U_{A2} &= \frac{(P_1 + P_2 + P_3)R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3)X_{A1} + P_2 R_{12} + Q_2 X_{12}}{U_{dm}} \\ &= \frac{(120 + 40 + 80) \times 1,15 \times 2 + (90 + 30 + 60) \times 0,356 \times 2 + 40 \times 1,8 \times 1 + 30 \times 0,36 \times 1}{6} \\ &= 127,16 (V) \end{aligned}$$

Tổn thất điện áp từ nguồn tới nút phụ tải 3

$$\begin{aligned}\Delta U_{A2} &= \frac{(P_1 + P_2 + P_3)R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3)X_{A1} + P_3R_{13} + Q_3X_{13}}{U_{dm}} \\ &= \frac{(120 + 40 + 80) \times 1,15 \times 2 + (90 + 30 + 60) \times 0,356 \times 2 + 80 \times 1,15 \times 1 + 60 \times 0,356 \times 1}{6} \\ &= 132,25(V)\end{aligned}$$

Như vậy tổn thất công suất lớn nhất trong lưới là 132,25V tương ứng với phần tổn thất từ nguồn đến nút 3. Ta cũng có thể kết luận rằng nút 3 là nút có điện áp thấp nhất trong lưới.

Tổn thất công suất trong lưới:

$$\begin{aligned}\Delta P_{\Sigma} &= \frac{[(P_1 + P_2 + P_3)^2 + (Q_1 + Q_2 + Q_3)^2]R_{A1} + [P_2^2 + Q_2^2]R_{12} + [P_3^2 + Q_3^2]R_{13}}{U_{dm}^2} \\ &= \frac{[(120 + 40 + 80)^2 + (90 + 30 + 60)^2] \times 1,15 \times 2 + [40^2 + 30^2] \times 1,8 \times 1 + [80^2 + 60^2] \times 1,15 \times 1}{6^2} \\ &= 6,194(kW)\end{aligned}$$

Thời gian sử dụng công suất cực đại của các phụ tải:

$$T_{\max} = \frac{A}{P_1 + P_2 + P_3} = \frac{900000}{120 + 80 + 40} = 3750h$$

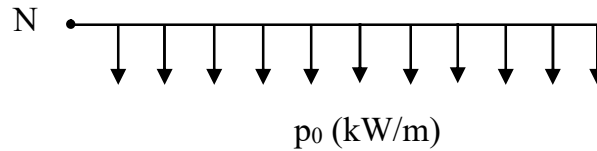
Thời gian tổn thất công suất cực đại:

$$\tau = (0,124 + T_{\max} 10^{-4})^2 \times 8760 = (0,124 + 3750 \times 10^{-4})^2 \times 8760 = 2181h$$

Tổn thất điện năng trong lưới trong một năm:

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta P_{\Sigma} \tau = 6,194 \times 2181 = 13510,083kWh$$

Bài 5.3. Mạng điện ba pha điện áp 380V chiều dài 100m, có phụ tải phân phối đều dọc theo chiều dài đường dây (Hình 5.17) Công suất tác dụng của phụ tải trên một đơn vị chiều dài đường dây là $p_0 = 0,15kW/m$, hệ số công suất $\cos\varphi = 1,0$. Dây dẫn A-25 có khoảng cách trung bình hình học giữa các pha bằng 0,6m. Tính tổn thất công suất và tổn thất điện áp trên đường dây.



Hình 5.17

Giải

Đường dây A-25 có thông số như sau: $r_0 = 1,27 \Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,345 \Omega/\text{km}$.

Tổng trở đường dây:

$$Z = (r_0 + jx_0)l = (1,27 + j0,345) \cdot 0,1 = 0,127 + j0,0345(\Omega)$$

Tổng công suất tác dụng của phụ tải:

$$P = p_0 l = 0,15 \cdot 100 = 15(\text{kW})$$

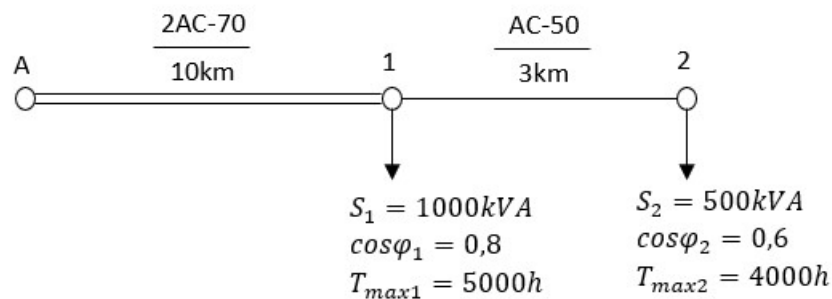
Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:

$$\Delta P = \frac{1}{3} \cdot \frac{P^2}{U_{dm}^2} \cdot R = \frac{1}{3} \cdot \frac{15000^2}{380^2} \cdot 0,127 = 65,96(\text{W})$$

Tổn thất điện áp trên đường dây:

$$\Delta U = \frac{1}{2} \cdot \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{15000 \cdot 0,127}{380} = 2,5(\text{V})$$

Bài 5.4



Hình 5.18

Đường dây 10kV cấp điện cho hai nhà máy với các thông số như trên hình 5.18. Tính tổng tổn thất điện năng trên đường dây.

Giải

Đường dây AC-70 có $r_0 = 0,46\Omega/\text{km}$. Điện trở của đường dây là:

$$R_{A1} = \frac{1}{2} \cdot 0,46 \cdot 10 = 2,3(\Omega)$$

Đường dây AC-50 có $r_0 = 0,65\Omega/\text{km}$. Điện trở của đường dây là:

$$R_{12} = 0,65 \cdot 3 = 1,95(\Omega)$$

Công suất các phụ tải:

$$\dot{S}_1 = P_1 + jQ_1 = S_1(\cos \varphi_1 + j \sin \varphi_1) = 1000 \cdot (0,8 + j0,6) = 800 + j600(kVA)$$

$$\dot{S}_2 = P_2 + jQ_2 = S_2(\cos \varphi_2 + j \sin \varphi_2) = 500 \cdot (0,6 + j0,8) = 300 + j400(kVA)$$

Tổn thất công suất trên các đoạn đường dây:

$$\Delta P_{1-2} = \frac{[P_2^2 + Q_2^2] R_{12}}{U_{dm}^2} = \frac{[300^2 + 400^2] \times 1,95}{10^2} = 4,875(kW)$$

$$\Delta P_{A-1} = \frac{[(P_1 + P_2)^2 + (Q_1 + Q_2)^2] R_{A1}}{U_{dm}^2} = \frac{[(800 + 300)^2 + (600 + 400)^2] \times 2,3}{10^2} = 50,83(kW)$$

Thời gian sử dụng công suất lớn nhất của dòng công suất chạy trên đường dây A-1:

$$T_{\max A-1} = \frac{P_1 T_{\max 1} + P_2 T_{\max 2}}{P_1 + P_2} = \frac{800 \cdot 5000 + 300 \cdot 4000}{800 + 300} = 4727h$$

Thời gian tổn thất công suất lớn nhất:

$$\tau_{A-1} = (0,124 + T_{\max A-1} 10^{-4})^2 \times 8760 = (0,124 + 4727 \times 10^{-4})^2 \times 8760 = 3119h$$

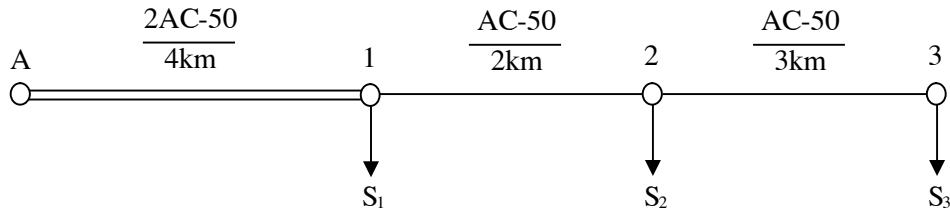
$$\tau_{1-2} = (0,124 + T_{\max 1-2} 10^{-4})^2 \times 8760 = (0,124 + 4000 \times 10^{-4})^2 \times 8760 = 2405h$$

Tổng tổn thất điện năng trong lưới:

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta P_{A-1} \tau_{A-1} + \Delta P_{1-2} \tau_{1-2} = 50,83 \times 3119 + 4,875 \times 2405 = 170263,145kWh$$

b. Bài tập tự giải

Bài 5.5. Đường dây trên không 35kV, AC-70 cấp điện cho 2 phụ tải có các thông số như sau



Hình 5.19

$S_1 = 5000\text{kVA}$, $\cos\varphi_1 = 0,8$; $S_2 = 3000\text{kVA}$, $\cos\varphi_2 = 0,6$; $S_3 = 1500\text{kVA}$, $\cos\varphi_3 = 0,8$

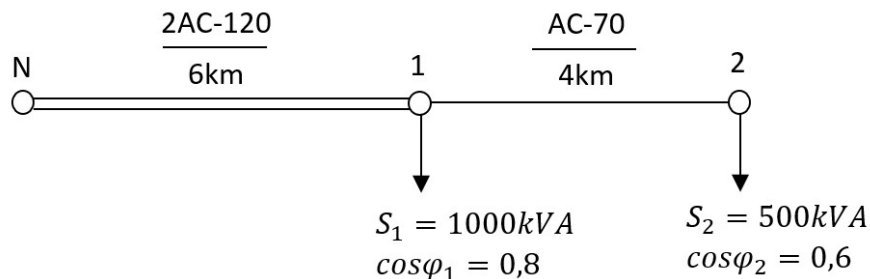
Dây AC-50 có $r_0 = 0,65\Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,38\Omega/\text{km}$.

1. Tính tổn thất điện áp của toàn bộ đường dây trong chế độ làm việc bình thường và sự cố đứt một dây của lộ kép A1.
2. Xác định điện áp tại các nút phụ tải A, 1 và 3 ở chế độ làm việc bình thường biết điện áp tại nút 2 là $U_2 = 35,25\text{kV}$.

Đáp án: 1) 676V; 1,073kV

2) 35,83kV; 35,433kV; 34,29kV

Bài 5.6. Đường dây có điện áp định mức 10kV cấp cho hai phụ tải S_1 và S_2 với các thông số như trên hình 5.20. Biết điện áp tại nút 1 là 10,3kV, xác định điện áp tại nút nguồn N và nút 2.



Hình 5.20

Đáp án: $U_N = 10,49\text{kV}$ và $U_2 = 10,18\text{kV}$

Bài 5.7. Trạm biến áp có 2 máy, công suất mỗi máy là $S_{\text{dm}} = 10\text{ MVA}$, có thông số $\Delta P_o = 18\text{ kW}$, $\Delta P_n = 60\text{ kW}$, điện áp là 115/11 kV cung cấp điện cho khu công nghiệp. Phụ tải cực đại của trạm là $P_{\text{max}} = 12\text{ MW}$ trong 3000 giờ/năm. Thời gian còn lại phụ tải bằng 40% phụ tải cực đại.

Xác định : tổn thất điện năng trong một năm khi:

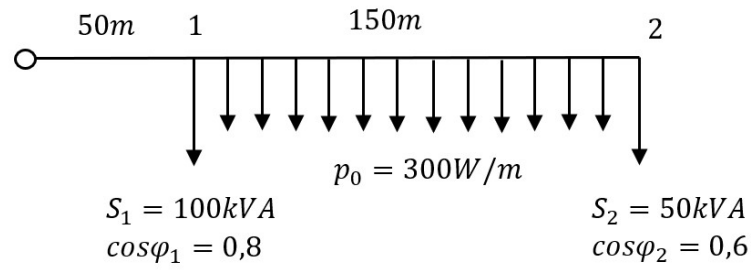
- Cả hai máy đều vận hành song song suốt năm.
- Cắt bớt 1 máy khi phụ tải giảm còn bằng 40% phụ tải cực đại.

Biết hệ số công suất phụ tải trong cả năm không đổi là $\cos\varphi = 0,9$.

Đáp án: 1) 524512 kWh

2) 469984 kWh

Bài 5.8.



Hình 5.21

Đường dây cáp hạ áp cấp cho hai phụ tải tập trung 1 và 2. Trên đoạn đường dây 1-2 có phụ tải phân bố đều với mật độ phụ tải $300W/m$ và hệ số công suất $\cos\varphi=1,0$. Biết loại dây cáp là cáp PVC 4G70 do hãng Lens chế tạo. Tính tổn thất điện áp lớn nhất trên đường dây.

Đáp án: 13,9V