

**Câu 1:** Xác định phụ tải tính toán cho xưởng cơ khí có các thiết bị ghi trong bảng kèm theo. Các thiết bị được nối vào 2 tủ điện TĐ-1 và TĐ-2. Mạng điện có áp 380/220 V.

T/T	Tên thiết bị	số lượng	C/suất đặt $P_{dm}, kW$	Hệ số sử dụng, $k_{sd}$	Hệ số $\cos \varphi$
	<b>TĐ-1</b>				
1	Máy tiện	1	10,65	0,14	0,6
2	Máy tiện	2	31,3	0,14	0,6
3	Máy khoan	1	2,2	0,12	0,6
4	Máy phay	1	6,6	0,13	0,6
5	Máy phay	1	6,2	0,13	0,6
6	Máy phay	1	3,8	0,13	0,6
7	Máy mài	1	0,6	0,12	0,6
8	Máy doa	1	18,65	0,17	0,6
	<b>TĐ-2</b>				
9	Cầu trục có $\epsilon = 40\%$	1	19,2	0,1	0,5
10	Quạt gió	1	5,5	0,6	0,8
11	Quạt gió	1	3,0	0,6	0,8
12	Máy biến áp hàn	1	36 kVA	0,2	0,4
13	Tủ sấy	1	6,0	0,75	0,95
14	Lò điện	1	10,0	0,75	0,95
15	Máy hút bụi	1	4,0	0,06	0,5

## GIẢI

### Xét TĐ-1:

Thiết bị có công suất lớn nhất là Máy tiện (31,3 kW) → Một nửa công suất là 15,65 kW.  
Vậy chỉ có 3 thiết bị có công suất lớn hơn trị số này là **Máy tiện (2)** và **Máy doa (1)**.

Tổng công suất của  $n_1$  máy:  $P_{n1} = 2.31,3 + 18,65 = 81,25$  (kW)

$$\text{Xác định } n^* \text{ và } P^*: \begin{cases} n^* = \frac{n_1}{n} = \frac{3}{9} \sim 0,33 \\ P^* = \frac{P_{n1}}{P_{\Sigma}} = \frac{81,25}{81,25 + 10,65 + 2,2 + 6,6 + 6,2 + 3,8 + 0,6} = 0,73 \end{cases}$$

Tra sổ tay, ta có:

$n^*$	$P^*$	$n_{hq}^*$
0,3	0,7	0,53
0,35	0,75	0,56

$$\text{Áp dụng nội suy, ta được: } \begin{cases} n_{hq}^* = \frac{0,33 - 0,3}{0,35 - 0,3} \cdot (0,56 - 0,53) + 0,53 = 0,548 \\ n_{hq}^* = \frac{0,73 - 0,7}{0,75 - 0,7} \cdot (0,56 - 0,53) + 0,53 = 0,548 \end{cases}$$

Từ đây, ta tính được số thiết bị hiệu quả:  $n_{hq} = n.n_{hq}^* = 9.0,548 \sim 5$

Hệ số sử dụng trung bình của cả nhóm thiết bị:

$$K_{sd-nhóm} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{sdi} \cdot P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = 0,14$$

Tra tiếp sổ tay:

$n_{hq}$	$K_{sd}$	$K_{max}$
5	0,1	3,23
5	0,15	2,87

Với  $K_{sd} = 0,14$ , áp dụng nội suy:  $K_{max} = \frac{0,14 - 0,1}{0,15 - 0,1} \cdot (2,87 - 3,23) + 3,23 = 2,942$

Phụ tải điện của nhóm:  $P_{tt} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum P_{đmi} = 2,942 \cdot 0,14 \cdot 111,3 = 45,84$  (kW)

→  $Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi = 45,84 \cdot \tan(\arccos 0,6) = 61,12$  (kVar)

Vậy phụ tải tính toán của TĐ-1 là:  $S'_{tt} = 45,84 + j61,12$  (kVA)

### Xét TĐ-2:

Trước hết, cần quy đổi các thiết bị về 3 pha và dài hạn:

- Cầu trục:  $P_{qđ} = P_{đm} \cdot \sqrt{\varepsilon} = 19,2 \cdot \sqrt{40\%} = 12,14$  (kW)
- Biến áp hàn có  $\varepsilon = 49\%$  (đoạn này mình chỉnh sửa 1 chút về đề bài cho hợp lý):

$$P_{qđ} = \sqrt{3} \cdot P_{đm} \cdot \sqrt{\varepsilon} = \sqrt{3} \cdot S_{đm} \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{\varepsilon} = \sqrt{3} \cdot 36 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{49\%} = 17,46$$
 (kW)

Sau khi quy đổi, ta có bảng sau:

Tên thiết bị	Số lượng	$P_{đm}$ (kW)	$K_{sd}$	$\cos \varphi$	$K_{sd} \cdot P_{đm}$	$\cos \varphi \cdot P_{đm}$
Cầu trục	1	12,14	0,1	0,5	1,214	6,07
Quạt gió	1	5,5	0,6	0,8	3,3	4,4
Quạt gió	1	3,0	0,6	0,8	1,8	2,4
Máy biến áp hàn	1	17,46	0,2	0,4	3,492	6,984
Tủ sấy	1	6,0	0,75	0,95	4,5	5,7
Lò điện	1	10,0	0,75	0,95	7,5	9,5
Máy hút bụi	1	4,0	0,06	0,5	0,24	2
<b>Tổng toàn PX</b>	<b>7</b>	<b>58,1</b>			<b>22,046</b>	<b>37,054</b>

Hệ số sử dụng của nhóm thiết bị:

$$K_{sd-nhóm} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{sdi} \cdot P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = \frac{22,046}{58,1} = 0,38$$

Hệ số công suất trung bình:

$$\cos\varphi_{nhóm} = \frac{\sum_{i=1}^n \cos\varphi_i \cdot P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = \frac{37,054}{58,1} = 0,64$$

Tỷ số giữa công suất của thiết bị lớn nhất và bé nhất là:  $m = \frac{17,46}{3} = 5,82$

Do tổng số thiết bị ( $n = 7$ ) và  $m > 3$  và  $K_{sd-nhóm} \geq 0,2$  nên ta có thể tính gần đúng:

$$n_{hq} = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{đmi}}{P_{đm \max}} = \frac{2 \cdot 58,1}{17,46} = 6,66 \sim 7 \leq 7 \text{ (Tổng số thiết bị)}$$

Tra bảng:

$n_{hq}$	$K_{sd}$	$K_{\max}$
7	0,3	1,8
7	0,4	1,58

Với  $K_{sd} = 0,38$ , áp dụng nội suy:  $K_{\max} = \frac{0,38 - 0,3}{0,4 - 0,3} \cdot (1,58 - 1,8) + 1,8 = 1,624$

Phụ tải điện của nhóm:  $P_{tt} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot \sum P_{đmi} = 1,624 \cdot 0,38 \cdot 58,1 = 35,85 \text{ (kW)}$

→  $Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi_{nhóm} = 35,85 \cdot \tan(\arccos 0,64) = 43,04 \text{ (kVAr)}$

Vậy phụ tải tính toán của TĐ-2 là:  $S'_{tt} = 35,85 + j43,04 \text{ (kVA)}$

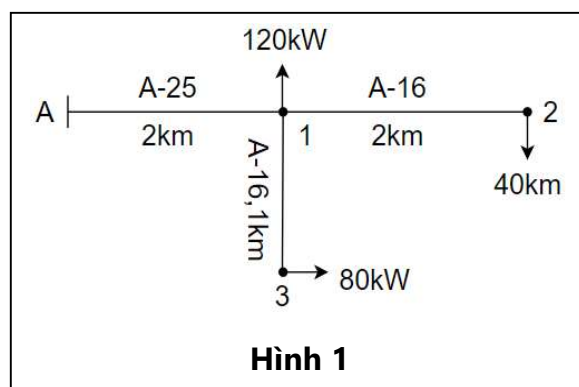
**Câu 2:** Đường dây 6kV cung cấp điện cho cụm phụ tải có thông số ghi trên sơ đồ Hình 1. Các phụ tải đều có  $\cos\varphi = 0,8$ . Toàn bộ 3 pha phụ tải trong 1 năm tiêu thụ 720.000 kWh. Xác định:

❖ Tổn thất điện áp lớn nhất trong mạng.

Biết:

- Dây A-25 có  $r_o = 1,15 \Omega/\text{km}$  và  $x_o = 0,356 \Omega/\text{km}$
- Dây A-16 có  $r_o = 1,8 \Omega/\text{km}$  và  $x_o = 0,36 \Omega/\text{km}$

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



## 1. Tổn thất điện áp lớn nhất trong mạng.

Thông số đường dây:

Dây	A1	12	13
$R = r_0.l \text{ (}\Omega\text{)}$	2,3	3,6	1,8
$X = x_0.l \text{ (}\Omega\text{)}$	0,712	0,72	0,36

Thông số tải:

	1	2	3
$P \text{ (kW)}$	120	40	80
$Q = P.\tan\varphi \text{ (kVAr)}$	90	30	60
$S = \frac{P}{\cos\varphi} \text{ (kVA)}$	150	50	100

Tổn thất điện áp trên từng đoạn dây:

$$\Delta U_{01} = \frac{P_{A1}R_{A1} + Q_{A1}X_{A1}}{U_{dm}} = \frac{(120+40+80).2,3+(90+30+60).0,712}{6} = 113,36 \text{ V}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12}R_{12} + Q_{12}X_{12}}{U_{dm}} = \frac{40.3,6+30.0,72}{6} = 27,6 \text{ V}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{P_{23}R_{23} + Q_{23}X_{23}}{U_{dm}} = \frac{80.1,8+60.0,36}{6} = 27,6 \text{ V}$$

$$\Delta U_{02} = \Delta U_{01} + \Delta U_{12} = 113,36 + 27,6 = 140,96 \text{ V}$$

$$\Delta U_{03} = \Delta U_{01} + \Delta U_{13} = 113,36 + 27,6 = 140,96 \text{ V}$$

Tổn thất điện áp lớn nhất trong mạng là  $\Delta U_{max} = 140,96 \text{ V}$

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

**Tổn thất công suất:**

Tổn thất công suất trên từng tuyến dây:

$$\Delta S_{A1} = \frac{P_{A1}^2 + Q_{A1}^2}{U_{dm}^2} (R_{A1} + jX_{A1}) = \frac{(120+40+80)^2 + (90+30+60)^2}{6^2} (2,3 + j.0,712) = 5750 + j1780 \text{ (VA)}$$

$$\Delta S_{12} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{dm}^2} (R_{12} + jX_{12}) = \frac{40^2 + 30^2}{6^2} (3,6 + j.0,72) = 250 + j50 \text{ (VA)}$$

$$\Delta S_{13} = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_{dm}^2} (R_{A1} + jX_{A1}) = \frac{80^2 + 60^2}{6^2} (1,8 + j.0,36) = 500 + j100 \text{ (VA)}$$

Tổng tổn thất công suất trong 1 năm là:  $\Delta \dot{S} = \Delta \dot{S}_{A1} + \Delta \dot{S}_{12} + \Delta \dot{S}_{13} = 6500 + j1930 \text{ (VA)}$

### Tổn thất điện năng:

Toàn bộ 3 pha phụ tải trong 1 năm tiêu thụ 720.000 kWh  $\rightarrow A = 720000$  kWh

Thời gian sử dụng công suất lớn nhất của phụ tải:

$$T_{\max} = \frac{A}{P_{\max}} = \frac{A}{P_1 + P_2 + P_3} = \frac{720000}{120 + 40 + 80} = 3000 \text{ (giờ)}$$

Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của đường dây:

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 1574,84 \text{ (giờ)}$$

Tổng tổn thất điện năng trong 1 năm là:

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = 6,5 \cdot 1574,84 = 10236,46 \text{ (kWh)}$$

**Câu 3:** Trạm biến áp có 2 máy, công suất mỗi máy là  $S_{\text{đm}} = 10$  MVA, có thông số  $\Delta P_o = 18$  kW,  $\Delta P_n = 60$  kW, điện áp là 115/11 kV cung cấp điện cho khu công nghiệp. Phụ tải cực đại của trạm là  $P_{\max} = 12$  MW trong 2000 giờ/năm. Thời gian còn lại phụ tải bằng 40% phụ tải cực đại. Xác định tổn thất điện năng và chi phí cho tổn thất điện năng trong 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  $\cos \varphi = 0,9$  và giá tiền cho 1kWh là 1000 đồng.

### GIẢI

**TH1: Cả hai máy đều vận hành song song suốt năm.**

Tổn thất không tải của trạm là:  $\Delta A_o = n \Delta P_o T = 2 \cdot 18 \cdot 8760 = 315360$  (kWh)

✚ Khi phụ tải đạt cực đại:

- Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của trạm:

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 2000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 919,6 \text{ (giờ)}$$

- Tổn thất ngắn mạch của trạm:

$$\Delta A_{n-100\%} = \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left( \frac{S_{\max-1} \%}{S_{\text{đm}}} \right)^2 \tau = \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left( \frac{P_{\max} / \cos \varphi}{S_{\text{đm}}} \right)^2 \tau = 49045,33 \text{ (kWh)}$$

📌 Khi phụ tải chỉ đạt 40% cực đại: 
$$\begin{cases} S_{\max-40\%} = 40\%S_{\max} = 40\% \cdot 12/0,9 = 16/3 \text{ MVA} \\ T_{40\%} = 8760 - 2000 = 6760 \text{ giờ} \end{cases}$$

- Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của trạm:

$$\tau = (0,124 + T_{40\%} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6760 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 5606,4 \text{ (giờ)}$$

- Tổn thất ngắn mạch của trạm:

$$\Delta A_{n-40\%} = \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left( \frac{S_{\max}}{S_{dm}} \right)^2 \tau = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot \left( \frac{16/3}{10} \right)^2 \cdot 5606,4 = 47841,28 \text{ (kWh)}$$

➤ Tổng tổn thất điện năng của toàn trạm là:

$$\Delta A = \Delta A_o + \Delta A_{n-100\%} + \Delta A_{n-40\%} = 412246,61 \text{ (kWh)}$$

➤ Chi phí cho tổn thất điện năng:

$$C = \Delta A \cdot C_o = 412246,61 \cdot 1000 = 412246610 \text{ (đồng)}$$

## TH2: Cắt bớt 1 máy khi phụ tải giảm còn bằng 40% phụ tải cực đại.

📌 Khi phụ tải đạt cực đại → Cả hai máy cùng vận hành.

- Tổn thất không tải của trạm là:

$$\Delta A_{o-100\%} = n \Delta P_o T_{100\%} = 2 \cdot 18 \cdot 2000 = 72000 \text{ (kWh)}$$

- Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của trạm:

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 2000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 919,6 \text{ (giờ)}$$

- Tổn thất ngắn mạch của trạm:

$$\Delta A_{n-100\%} = \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left( \frac{S_{\max-100\%}}{S_{dm}} \right)^2 \tau = \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left( \frac{P_{\max}/\cos\varphi}{S_{dm}} \right)^2 \tau = 49045,33 \text{ (kWh)}$$

📌 Khi phụ tải chỉ đạt 40% cực đại → Chỉ còn 1 MBA vận hành.

- Tổn thất không tải của trạm là:

$$\Delta A_{o-40\%} = \Delta P_o T_{40\%} = 18 \cdot (8760 - 2000) = 121680 \text{ (kWh)}$$

- Tương tự TH1, ta có: 
$$\begin{cases} S_{\max-40\%} = 40\%S_{\max} = 40\% \cdot 12/0,9 = 16/3 \text{ MV} \\ T_{40\%} = 8760 - 2000 = 6760 \text{ giờ} \end{cases}$$

- Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của trạm:

$$\tau = (0,124 + T_{40\%} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6760 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 5606,4 \text{ (giờ)}$$

- Tổn thất ngắn mạch của trạm:

$$\Delta A_{n-40\%} = P_n \cdot \left( \frac{S_{max-40\%}}{S_{dm}} \right)^2 \tau = 60 \cdot \left( \frac{16/3}{10} \right)^2 \cdot 5606,4 = 95682,56 \text{ (kWh)}$$

- Tổng tổn thất điện năng của toàn trạm là:

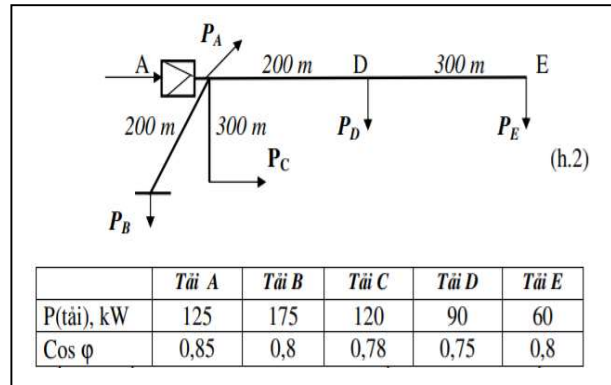
$$\Delta A = (\Delta A_{o-100\%} + \Delta A_{n-100\%}) + (\Delta A_{o-40\%} + \Delta A_{n-40\%}) = 338407,89 \text{ (kWh)}$$

- Chi phí cho tổn thất điện năng:

$$C = \Delta A \cdot C_o = 338407,89 \cdot 1000 = 338407890 \text{ (đồng)}$$

**Câu 4:** Có sơ đồ cung cấp điện hạ áp 3 pha từ trạm biến áp 22/0,4 kV đến các phụ tải như Hình 2. Tổn thất điện áp cho phép  $\Delta U_{cp}$  trên tất cả các nhánh không vượt quá 5%. Chiều dài đường dây và số liệu phụ tải ghi trên sơ đồ và bảng dưới đây. Tính:

- Dung lượng và chọn MBA cho trạm.
- Chọn tiết diện dây dẫn cho tất cả các nhánh của sơ đồ theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép.
- Kiểm tra tổn thất điện áp trên nhánh AB và AE.



#### ❖ Dung lượng và chọn MBA cho trạm.

Thông số của phụ tải:

	Tải A	Tải B	Tải C	Tải D	Tải E
$P_{t\grave{a}i}$ (kW)	125	175	120	90	60
$\cos\varphi$	0,85	0,8	0,78	0,75	0,8
$S_{t\grave{a}i} = P_{t\grave{a}i} / \cos\varphi$ (kVA)	147,06	218,75	153,85	120	75
$Q_{t\grave{a}i} = P_{t\grave{a}i} \cdot \tan\varphi$ (kVar)	77,47	131,25	96,28	79,37	45

$$S_{MBA} \geq \sum S_{t\grave{a}i} = 147,06 + 218,75 + 153,85 + 120 + 75 = 714,66 \text{ (kVA)}$$

Cần chọn máy biến áp có dung lượng:  $S_{MBA} = 750 \text{ kVA}$

#### ❖ Chọn tiết diện dây dẫn cho tất cả các nhánh của sơ đồ theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép

Tra bảng về thông số các loại dây, ta được:

**Duy Linh – 20191549**

Loại dây	$R_o (\Omega/\text{km})$	$X_o (\Omega/\text{km})$	$I_{cp} (\text{A})$
AC - 25	1,15	0,36	115
AC - 35	0,92	0,36	175
AC - 50	0,64	0,34	210
AC - 70	0,46	0,33	265
AC - 95	0,34	0,32	440
AC - 120	0,27	0,31	500

Điều kiện phát nóng  $k_1 k_2 I_{cp} \geq I_{cb}$ .

Ta chọn  $k_1 k_2 = 0,95$ .

Lại có:  $I_{cb} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm} \cos \varphi} = \frac{S_{đm}}{\sqrt{3} U_{đm}}$

$$I_{cp} \geq \frac{S_{đm}}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}}$$

- Đoạn AB:  $I_{cp} \geq \frac{S_B}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{218,75}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 332,36 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-95}$
- Đoạn AC:  $I_{cp} \geq \frac{S_C}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{153,85}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 233,75 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-70}$
- Đoạn DE:  $I_{cp} \geq \frac{S_E}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{75}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 113,95 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-25}$
- Đoạn AD:  $I_{cp} \geq \frac{S_D + S_E}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{120 + 7}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 296,27 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-95}$

❖ **Kiểm tra tổn thất điện áp trên nhánh AB và AE.**

Tổn thất điện áp trên nhánh AB:

$$\Delta U_{AB} = \frac{P_B R_{AB} + Q_B X_{AB}}{U_{đm}} = \frac{175 \cdot 0,34 \cdot 0,2 + 131,25 \cdot 0,32 \cdot 0,2}{0,4} = 50,75 \text{ V}$$

Tổn thất điện áp trên nhánh AD:

$$\Delta U_{AD} = \frac{(P_D + P_E) R_{AD} + (Q_D + Q_E) X_{AD}}{U_{đm}} = \frac{(90 + \quad) \cdot 0,34 \cdot 0,2 + (79,37 + \quad) \cdot 0,32 \cdot 0,2}{0,4} = 45,4 \text{ V}$$

Tổn thất điện áp trên nhánh DE:

$$\Delta U_{DE} = \frac{P_E R_{DE} + Q_E X_{DE}}{U_{đm}} = \frac{60 \cdot 1,15 \cdot 0,3 + 45 \cdot 0,36 \cdot 0,3}{0,4} = 63,9 \text{ V}$$

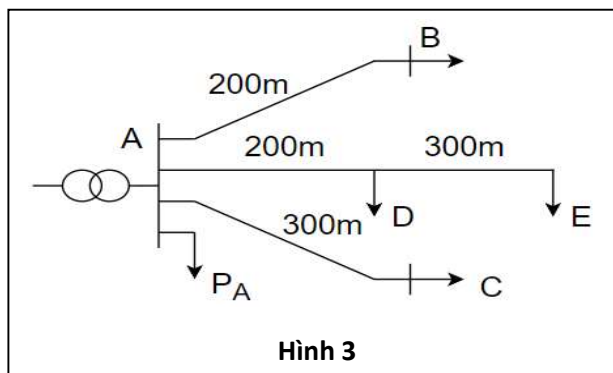
Tổn thất điện áp trên nhánh AE:  $\Delta U_{AE} = \Delta U_{AD} + \Delta U_{DE} = 45,4 + 63,9 = 109,3 \text{ V}$

Theo bài ra,  $\Delta U_{cp} = 5\% \cdot U_{đm} = 5\% \cdot 22000 = 1100 \text{ V} \rightarrow$  Các dây dẫn vẫn đảm bảo yêu cầu về chất lượng điện áp.



**Câu 5:** Có sơ đồ cung cấp điện hạ áp 3 pha từ trạm biến áp 22/0,4kV đến các phụ tải như hình 3. Tổn thất điện áp cho phép  $\Delta U_{cp}$  trên tất cả các nhánh không vượt quá 7%. Chiều dài đường dây và số liệu phụ tải ghi trên sơ đồ. Tính:

- Dung lượng và chọn MBA cho trạm.
- Chọn tiết diện dây dẫn của mạng điện theo điều kiện phát nóng, biết  $k_1 k_2 = 0,9$  và kiểm tra lại theo  $\Delta U_{cp}$ .
- Tính tổng dung lượng bù cho các tải và phân bố dung lượng đó cho các tải sao cho  $\cos\varphi$  tại thanh cái hạ áp (A) của trạm biến áp đạt bằng 0,95.



Tải	A	B	C	D	E
P(kW)	125	175	120	90	60
$\cos\varphi$	0,85	0,8	0,78	0,75	0,8

### GIẢI

	Tải A	Tải B	Tải C	Tải D	Tải E	Tổng
$P_{tải} \text{ (kW)}$	125	175	120	90	60	570
$\cos\varphi$	0,85	0,8	0,78	0,75	0,8	
$S_{tải} = P_{tải} / \cos\varphi \text{ (kVA)}$	147,06	218,75	153,85	120	75	
$Q_{tải} = P_{tải} \cdot \tan\varphi \text{ (kVar)}$	77,47	131,25	96,28	79,37	45	429,37

#### ❖ Dung lượng và chọn MBA cho trạm.

- $S_{MBA} \geq \sum S_{tải} = 147,06 + 218,75 + 153,85 + (120 + 75) = 714,66 \text{ (kVA)}$
- Cần chọn máy biến áp có dung lượng:  $S_{MBA} = 750 \text{ kVA}$

#### ❖ Chọn tiết diện dây dẫn cho tất cả các nhánh của sơ đồ theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép

- Tra bảng về thông số các loại dây, ta được:

Loại dây	$R_o \text{ (}\Omega/\text{km)}$	$X_o \text{ (}\Omega/\text{km)}$	$I_{cp} \text{ (A)}$
AC - 25	1,15	0,36	115
AC - 35	0,92	0,36	175
AC - 50	0,64	0,34	210
AC - 70	0,46	0,33	265
AC - 95	0,34	0,32	440
AC - 120	0,27	0,31	500

Điều kiện phát nóng  $k_1 k_2 I_{cp} \geq I_{cb}$ .

Ta chọn  $k_1 k_2 = 0,9$

$$Lại có: I_{cb} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm} \cos \varphi} = \frac{S_{đm}}{\sqrt{3} U_{đm}} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} I_{cp} \geq \frac{S_{đm}}{0,9 \sqrt{3} U_{đm}}$$

- Đoạn AB:  $I_{cp} \geq \frac{S_B}{0,9 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{218,75}{0,9 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 350,82 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-95}$
- Đoạn AC:  $I_{cp} \geq \frac{S_C}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{153,85}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 246,74 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-70}$
- Đoạn DE:  $I_{cp} \geq \frac{S_E}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{75}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 120,28 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-35}$
- Đoạn AD:  $I_{cp} \geq \frac{S_D + S_E}{0,95 \sqrt{3} U_{đm}} = \frac{120 + 7}{0,95 \sqrt{3} \cdot 0,4} = 312,73 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn dây AC-95}$

❖ **Tính tổng dung lượng bù cho các tải và phân bố dung lượng đó cho các tải sao cho  $\cos \varphi$  tại thanh cái hạ áp (A) của trạm biến áp đạt bằng 0,95**

- Công suất tổng của xí nghiệp:  $\dot{S} = \dot{S}_A + \dot{S}_B + \dot{S}_C + \dot{S}_D + \dot{S}_E = 570 + j429,37 \text{ (kVA)}$
- Lại có:  $\tan \varphi_1 = \frac{Q}{P} = \frac{429,37}{570} = 0,75$ ;  $\cos \varphi_2 = 0,95 \rightarrow \tan \varphi_2 = 0,33$
- Tổng công suất phản kháng cần bù để nâng  $\cos \varphi$  của xí nghiệp lên 0,95 là:
- $Q_b = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 570 \cdot (0,75 - 0,33) = 239,4 \text{ (kVar)}$
- Thông số đường dây:

Dây	AB	AC	DE	AD
$R = r_0 \cdot l \text{ (}\Omega\text{)}$	0,068	0,138	0,276	0,068
$X = x_0 \cdot l \text{ (}\Omega\text{)}$	0,064	0,099	0,108	0,064

- Điện trở tương đương của lưới điện hạ áp xí nghiệp:

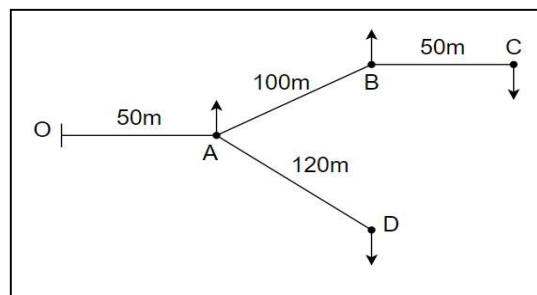
$$R_{td} = \frac{1}{1/R_{AB} + 1/R_{AC} + 1/(R_{AD} + R_{DE})} = \frac{1}{1/0,068 + 1/0,138 + 1/(0,068 + 0,276)} = 0,04 \Omega$$

Áp dụng công thức:  $Q_{bi} = Q_i - (Q - Q_b) \cdot \frac{R_{td}}{R_i}$ , ta tính được công suất bù:

- $Q_{b-AB} = 131,25 - (429,37 - 239,4) \cdot \frac{0,04}{0,068} = 19,50 \text{ (kVar)}$
- $Q_{b-AC} = 96,28 - (429,37 - 239,4) \cdot \frac{0,04}{0,138} = 41,22 \text{ (kVar)}$
- $Q_{b-AE} = (79,37 + 45) - (429,37 - 239,4) \cdot \frac{0,04}{(0,068 + 0,276)} = 102,28 \text{ (kVar)}$
- $Q_{b-AA} = Q_b - (Q_{AB} + Q_{AC} + Q_{AE}) = 239,4 - (19,5 + 41,22 + 102,28) = 75,88 \text{ (kVar)}$

**Câu 6:** Đường dây 3 pha điện áp định mức là 380V, cung cấp điện cho 4 cụm phụ tải có thông số ghi trên sơ đồ. Đường dây có cùng tiết diện loại AC-95 có  $r_0 = 0,34 \Omega/\text{km}$  và  $x_0 = 0,32 \Omega/\text{km}$ . Hãy xác định:

- Giá trị điện áp ở cuối đường dây (điểm C), biết điện áp đầu đường dây  $U(O) = 0,4 \text{ kV}$ .
- Tổn thất điện áp lớn nhất  $\Delta U_{\max}$  của mạng so với  $\Delta U_{\text{cp}}$ , biết giá trị  $\Delta U_{\text{cp}} = 7\% U_{\text{đm}}$ .
- Tổn thất công suất trên đường dây và công suất nguồn (O) cung cấp.



Tải	A	B	C	D
P(kW)	55	30	25	65
$\cos\varphi$	0,6	0,7	0,75	0,78

### GIẢI

#### a, Giá trị điện áp ở cuối đường dây (điểm C)

Thông số đường dây:

Dây	OA	AD	AB	BC
$R = r_0.l (\Omega)$	0,017	0,0408	0,034	0,017
$X = x_0.l (\Omega)$	0,016	0,0384	0,032	0,016

Thông số phụ tải:

	A	B	C	D	Tổng
P (kW)	55	30	25	65	175
$\cos\varphi$	0,6	0,7	0,75	0,78	
$Q = P.\tan\varphi$ (kVar)	73,33	30,61	22,05	52,15	178,14
$S = \frac{P}{\cos\varphi}$ (kVA)	91,67	42,86	33,33	83,33	

Tổn thất điện áp trên từng đoạn dây:

$$\Delta U_{OA} = \frac{P_{OA}R_{OA} + Q_{OA}X_{OA}}{U_{\text{đm}}} = \frac{175.0,017 + 178,14.0,016}{0,38} = 15,33 \text{ V}$$

$$\Delta U_{AD} = \frac{P_{AD}R_{AD} + Q_{AD}X_{AD}}{U_{\text{đm}}} = \frac{65.0,0408 + 52,15.0,0384}{0,38} = 12,25 \text{ V}$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{P_{AB}R_{AB} + Q_{AB}X_{AB}}{U_{\text{đm}}} = \frac{(30+25).0,034 + (30,61+22,05).0,032}{0,38} = 9,36 \text{ V}$$

$$\Delta U_{BC} = \frac{P_{BC}R_{BC} + Q_{BC}X_{BC}}{U_{\text{đm}}} = \frac{25.0,017 + 22,05.0,016}{0,38} = 2,05 \text{ V}$$

Tổn thất điện áp trên nhánh OC:  $\Delta U_{OC} = \Delta U_{OA} + \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} = 26,74 \text{ V}$

→ Điện áp ở cuối đường dây là:  $U(C) = U(O) - \Delta U_{OC} = 370,81 \text{ V}$

**b, Tổn thất điện áp lớn nhất  $\Delta U_{\max}$  của mạng so với  $\Delta U_{cp}$**

Tổn thất điện áp trên nhánh OD:  $\Delta U_{OD} = \Delta U_{OA} + \Delta U_{AD} = 15,33 + 12,25 = 27,58 \text{ V}$

Tổn thất điện áp lớn nhất của mạng:  $\Delta U_{\max} = \max\{\Delta U_{OC}; \Delta U_{OD}\} = \Delta U_{OD} = 27,58 \text{ V}$

Theo bài:  $\Delta U_{cp} = 7\%U_{dm} = 7\%.380 = 26,6 \text{ V} \rightarrow \Delta U_{\max} > \Delta U_{cp}$

**c, Tổn thất công suất trên đường dây và công suất nguồn (O) cung cấp.**

Tổn thất công suất trên từng tuyến dây:

- $\Delta S_{OA} = \frac{175^2 + 178,14^2}{0,38^2} (0,017 + j.0,016) = 7341,42 + j6909,57 \text{ (VA)}$
- $\Delta S_{AD} = \frac{65^2 + 52,15^2}{0,38^2} (0,0408 + j.0,0384) = 1962,19 + j1846,77 \text{ (VA)}$
- $\Delta S_{AB} = \frac{(30+2)^2 + (30,61+2,05)^2}{0,38^2} (0,034 + j.0,032) = 1365,20 + j1284,90 \text{ (VA)}$
- $\Delta S_{BC} = \frac{25^2 + 22,05^2}{0,38^2} (0,017 + j.0,016) = 130,82 + j123,12 \text{ (VA)}$

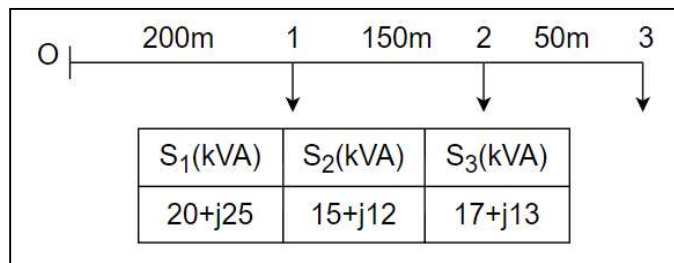
Tổn thất công suất trên đường dây:

$$\Delta \dot{S} = \Delta S_{OA} + \Delta S_{AD} + \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} = 10,8 + j10,16 \text{ (kVA)}$$

Công suất nguồn (O) cung cấp:  $\dot{S}_O = \dot{S}_A + \dot{S}_B + \dot{S}_C + \dot{S}_D + \Delta \dot{S} = 185,8 + j188,3 \text{ (kVA)}$

**Câu 7:** Cho đường dây cung cấp điện cho 3 phụ tải như hình vẽ. Điện áp 380/220 V. Dây dẫn đồng nhất loại AC trần có điện trở suất  $\rho = 31,5 \Omega\text{mm}^2/\text{km}$  hoặc  $\gamma = 0,031 \text{ km}/\Omega\text{mm}^2$ .

Tổn thất điện áp cho phép cả đoạn 0-3 là  $\Delta U_{cp} = 7\%U_{dm}$ . Công suất phụ tải và chiều dài mỗi đoạn được ghi trên sơ đồ. Chọn tiết diện dây dẫn theo  $\Delta U_{cp}$  và kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng biết  $k_1k_2 = 0,88$ .



Loại dây	$R_o (\Omega/\text{km})$	$X_o (\Omega/\text{km})$	$I_{cp} (\text{A})$
AC - 50	0,64	0,34	220
AC - 70	0,46	0,331	275
AC - 95	0,34	0,319	335
AC - 120	0,27	0,313	380

## GIẢI

Dây dẫn được chọn theo  $\Delta U_{cp}$ , loại dây AC. Chọn  $x_o = 0,35 \Omega/\text{km}$ .

Tổn thất điện áp cho phép toàn đường dây là 7%  $\rightarrow \Delta U_{cp} = 7\% U_{dm} = 7\%.380 = 26,6 \text{ V}$ .

$$\text{Ta có: } \Delta U = \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \Delta U_P + \Delta U_Q \leq \Delta U_{cp} \rightarrow \frac{\frac{\rho}{F} \sum P_{ij} l_{ij} + x_o \sum Q_{ij} l_{ij}}{U_{dm}} \leq \Delta U_{cp}$$

Coi toàn tuyến dây chung 1 tiết diện:

$$\Delta U = \Delta U_P = \frac{\frac{\rho}{F} \sum P_{ij} l_{ij}}{U_{dm}} \leq \Delta U_{cp} \rightarrow F \geq \frac{\rho \sum P_{ij} l_{ij}}{\Delta U_{cp} U_{dm} - x_o \sum Q_{ij} l_{ij}} (*)$$

Thay lại số vào (\*), ta có:  $F \geq 99,76 \text{ mm}^2 \rightarrow$  Chọn loại dây AC-120.

### Kiểm tra lại tổn thất điện áp:

Tổn thất điện áp cho toàn tuyến dây:

$$\Delta U_{03} = \frac{r_o}{U_{dm}} \sum P_{ij} l_{ij} + \frac{x_o}{U_{dm}} \sum Q_{ij} l_{ij} = 23,15 \text{ V}$$

Do  $\Delta U_{cp} = 26,6 \text{ V} \rightarrow \Delta U_{03} < \Delta U_{cp} \rightarrow$  Chọn dây AC-120 cho toàn tuyến là hợp lý.

### Kiểm tra điều kiện phát nóng:

Dòng điện trên các đoạn dây:

$$I_{01} = \frac{P_{01}}{\sqrt{3} U \cos \varphi_1} = \frac{20+15+17}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot \cos(\arctan(\frac{25}{20}))} = 130 \text{ A}$$

$$I_{12} = \frac{P_{12}}{\sqrt{3} U \cos \varphi_2} = \frac{15+17}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot \cos(\arctan(\frac{12}{15}))} = 62,26 \text{ A}$$

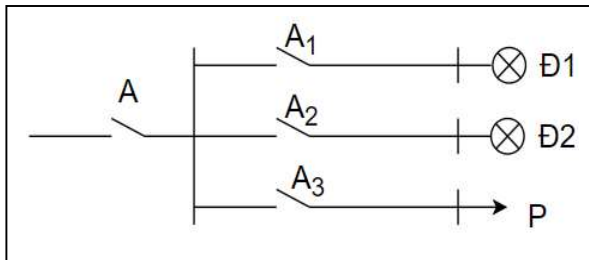
$$I_{23} = \frac{P_{23}}{\sqrt{3} U \cos \varphi_3} = \frac{17}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot \cos(\arctan(\frac{13}{17}))} = 32,52 \text{ A}$$

$\rightarrow$  Dòng điện cường bức lâu dài lớn nhất của dây dẫn:  $I_{cb} = I_{01} = 130 \text{ A}$

Dòng điện cho phép trong điều kiện lắp đặt thực tế:  $I'_{cp} = K_1 K_2 I_{cp} = 0,88 \cdot 380 = 334,4 \text{ A}$

Nhận xét:  $I'_{cp} > I_{cb} \rightarrow$  Chọn dây AC-120 cho toàn tuyến là hợp lý.

**Câu 8:** Có 2 động cơ Đ1 và Đ2 và phụ tải chiếu sáng được cấp điện từ tủ hạ áp 380/220V. Dòng điện làm việc của mỗi động cơ Đ1 là 52,4 A, dòng điện mở máy là 262 A, của động cơ Đ2 là 35 A, bội số dòng điện mở máy là 5,5. Phụ tải chiếu sáng có công suất  $P=50\text{kW}$ ,  $\cos\varphi = 1$ . Đóng ngắt bảo vệ mạng điện được thực hiện bằng Aptomat. Các Aptomat mạch động cơ có bộ phận ngắt bằng điện từ, trong mạch chiếu sáng có bộ phận ngắt bằng nhiệt.



- Chọn tiết diện dây dẫn cho mạng điện trên.
- Khi các mạch điện trên được bảo vệ bằng cầu chì, chọn các cầu chì và phối hợp với các dây dẫn cho các nhánh và tổng của mạng.

### GIẢI

#### Chọn cấp hạ áp, 4 lõi, cách điện PVC.

Đoạn 1:  $I_{cp} \geq I_{mm1} = 262 \text{ A} \rightarrow$  Chọn  $I_{cp} = 284 \text{ A} \rightarrow \rho = 120 \text{ mm}^2$

Đoạn 2:  $I_{cp} \geq I_{mm2} = k_{mm2} \cdot I_{dm2} = 5,5 \cdot 35 = 192,5 \rightarrow$  Chọn  $I_{cp} = 201 \text{ A} \rightarrow \rho = 70 \text{ mm}^2$

Đoạn 3:  $I_{cp} \geq I_{dm3} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{dm}\cos\varphi} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 1} = 76 \text{ A} \rightarrow$  Chọn  $I_{cp} = 132 \text{ A} \rightarrow \rho = 35 \text{ mm}^2$

Chọn cầu chì (Hạ áp):

Cầu chì 1, bảo vệ cho Đ1, cần thỏa mãn 2 điều kiện:

$$\left. \begin{aligned} I_{dc1} &\geq I_{cb} = k_t \cdot I_{dm1} = 1,5 \cdot 52,4 = 78,6 \text{ A} \\ I_{dc1} &\geq \frac{I_{mm1}}{\alpha} = \frac{262}{2,5} = 104,8 \text{ A} \end{aligned} \right\} \text{Chọn cầu chì với } I_{dc} = 125 \text{ A}$$

**Note:** Với động cơ mở máy nhẹ (hoặc không tải) như máy bơm, máy cắt gọt kim loại thì  $\alpha = 2,5$ . Với động cơ mở máy nặng (có tải) như cần cẩu, cầu trục, máy nâng thì  $\alpha = 1,6$ .

Cầu chì 2, bảo vệ cho Đ2, cần thỏa mãn 2 điều kiện:

$$\left. \begin{aligned} I_{dc2} &\geq I_{cb} = k_t \cdot I_{dm2} = 1,5 \cdot 35 = 52,5 \text{ A} \\ I_{dc2} &\geq \frac{I_{mm2}}{\alpha} = \frac{192,5}{2,5} = 77 \text{ A} \end{aligned} \right\} \text{Chọn cầu chì với } I_{dc} = 80 \text{ A}$$

Cầu chì 3, bảo vệ cho phụ tải, cần thỏa mãn điều kiện:

$$I_{dc3} = I_{cb} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{dm-pha}\cos\varphi} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 1} = 76 \text{ A} \rightarrow \text{Chọn cầu chì có } I_{dc} = 80 \text{ A}$$

Cầu chì tổng, bảo vệ cho tất cả cần thỏa mãn 2 điều kiện:

$$I_{dct} = \sum k_{ti} I_{dmi} = 52,4 + 35 + 76 = 163,4 \text{ A}$$

$$I_{dct} = \frac{I_{mm \max} + \sum_i^{n-1} k_{ti} I_{dm_i}}{\alpha} = \frac{I_{mm} + I_{dm2}}{\alpha} + I_{dm3} = \frac{104,8 + 35}{2,5} + 76 = 131,92 \text{ A}$$

→ Chọn cầu chì có  $I_{dc} = 160 \text{ A}$