

TRƯỜNG ĐH BÁCH KHOA HN VIỆN ĐIỆN	<b>ĐỀ SỐ 1</b> THỜI GIAN LÀM BÀI: 90 PHÚT	Chữ ký giảng viên	Bộ môn Hệ thống điện
Môn học: Hệ thống cung cấp điện		TS. Lê Việt Tiến	PGS. TS. Bạch Quốc Khánh

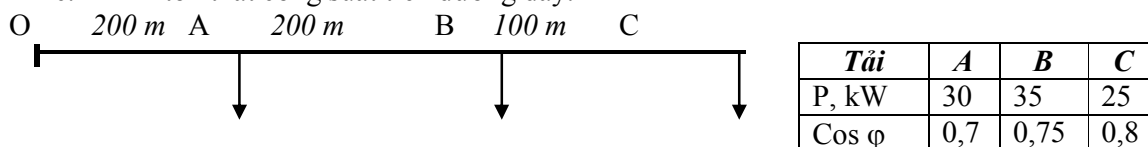
**Câu 1 (2 điểm).** Xác định phụ tải tính toán cho phân xưởng cơ khí có các số liệu như trong bảng:

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Pđm (kW)	cosφ	k <sub>sd</sub>
1	Máy tiện T630	4	10	0,7	0,15
2	Máy tiện T616	5	7	0,6	0,14
3	Khoan đứng	5	2,8	0,55	0,16
4	Máy hàn 1 pha (U = 380V) ε = 40%	1	50 kVA	0,6	0,14

Diện tích phân xưởng 150 m<sup>2</sup>, suất chiếu sáng p<sub>0</sub> = 13 W/m<sup>2</sup>. Các thiết bị động lực sử dụng điện áp là 380V.

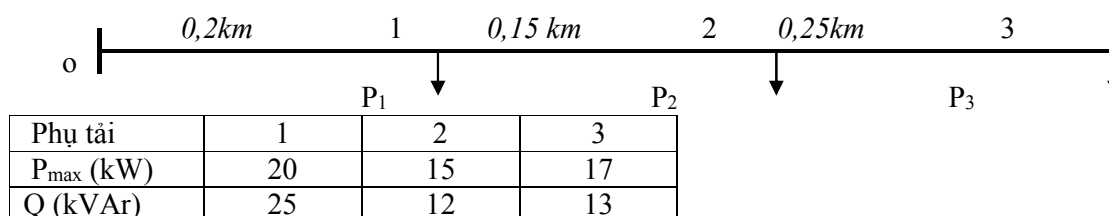
**Câu 2 (3 điểm).** Đường dây 3 pha (OC) cung cấp điện cho công trình gồm 3 cụm phụ tải có thông số ghi trên sơ đồ. Đường dây có cùng tiết diện loại AC- 95 có r<sub>0</sub> = 0,33 Ω/ km , x<sub>0</sub> = 0,32 Ω/ km .

- Tìm giá trị điện áp ở cuối đường dây (điểm C), biết điện áp đầu đường dây U(O) = 6,3 kV và điện áp định mức của lưới là 6kV.
- Kiểm tra tổn thất điện áp trên đường dây OC.
- Tính tổn thất công suất trên đường dây.



**Câu 3 (3 điểm).** Một đường dây tải điện trên không điện áp 380 V, dùng dây nhôm lõi thép AC cùng tiết diện có điện trở suất ρ = 31,5 Ωmm<sup>2</sup>/km , cung cấp điện cho các phụ tải. Chiều dài dây dẫn và thông số các phụ tải ghi trên sơ đồ. Tổn thất điện áp cho phép toàn đường dây là 7%.

- Chọn tiết diện dây dẫn theo điều kiện phát nóng cho đường dây nói trên.
- Kiểm tra tổn thất điện áp và điều kiện phát nóng I<sub>cp</sub> của đường dây đã chọn Biết k<sub>1</sub>.k<sub>2</sub> = 0.9.



Biết thông số các loại dây

AC- 25	có	r <sub>0</sub> = 1,15 Ω /km ;	x <sub>0</sub> = 0,36 Ω /km ;	I <sub>cp</sub> = 115 A
AC- 35		r <sub>0</sub> = 0,92 - ;	x <sub>0</sub> = 0,36 - ;	I <sub>cp</sub> = 175 A
AC- 50		r <sub>0</sub> = 0,64 - ;	x <sub>0</sub> = 0,34 - ;	I <sub>cp</sub> = 210 A
AC- 70		r <sub>0</sub> = 0,46 - ;	x <sub>0</sub> = 0,33 - ;	I <sub>cp</sub> = 265 A
AC- 95		r <sub>0</sub> = 0,34 - ;	x <sub>0</sub> = 0,32 - ;	I <sub>cp</sub> = 440 A
AC-120		r <sub>0</sub> = 0,27 - ;	x <sub>0</sub> = 0,31 - ;	I <sub>cp</sub> = 500 A

**Câu 4 (3 điểm).** Xác định tổn thất điện năng của đường dây cấp điện cho một xí nghiệp có thông số như sau: đường dây AC-120 (r<sub>0</sub>=0,27 Ω/km; x<sub>0</sub> = 0,31 Ω/km), cấp điện áp 6kV, chiều dài đường dây 10km, công suất xí nghiệp 1800kVA, T<sub>max</sub>=150(20+N:4) h, cosφ = 0,6. N – số thứ tự của sinh viên trong danh sách thi.

**Câu 1:** (2 điểm) Xác định phụ tải tính toán cho phân xưởng cơ khí có các số liệu như trong bảng:

STT	Tên thiết bị	Số lượng	$P_{\text{đm}}(\text{kW})$	$\cos\varphi$	$k_{\text{sd}}$
1	Máy điện T630	4	10	0,7	0,15
2	Máy điện T616	5	7	0,6	0,14
3	Khoan đứng	5	2,8	0,55	0,16
4	Máy hàn 1 pha ( $U = 380\text{V}$ ) $\varepsilon = 40\%$	1	50 kVA	0,6	0,14

Diện tích phân xưởng  $150\text{m}^2$ , suất chiếu sáng là  $p_0 = 13 \text{ W/m}^2$ . Các thiết bị động lực sử dụng điện áp là  $380\text{V}$ .

### GIẢI

Quy đổi các thiết bị về 3 pha và dài hạn.

→ Máy hàn 1 pha:  $P_{\text{qd}} = \sqrt{3} \cdot S_{\text{đm}} \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{k_d\%} = \sqrt{3} \cdot 50 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{40\%} = 32,86 \text{ (kW)}$

Sau khi quy đổi, ta sắp xếp lại như sau:

Tên thiết bị	Số lượng	$P_{\text{đm}}(\text{kW})$	$\cos\varphi$	$k_{\text{sd}}$	$K_{\text{sd}} \cdot P_{\text{đm}}$	$\cos\varphi \cdot P_{\text{đm}}$
Máy hàn	1	32,86	0,6	0,14	4,6	19,716
Máy điện T616	5	7	0,6	0,14	0,98	4,2
Máy điện T630	4	10	0,55	0,15	1,5	5,5
Khoan đứng	5	2,8	0,6	0,16	0,448	1,68
<b>Tổng toàn PX</b>	<b>15</b>	<b>121,86</b>			<b>17,74</b>	<b>71,116</b>

Xác định  $n_{\text{hq}}$

Nếu  $n \leq 5$ :  $n_{\text{hq}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{đm},i}^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{đm},i}}$

Nếu  $n > 5$ : Tính gần đúng

-  $m = \frac{P_{\text{đm,max}}}{P_{\text{đm,min}}} \leq 3$  và  $K_{\text{sd}} \geq 0,4 \rightarrow n_{\text{hq}} = n$

-  $m > 3$  và  $K_{\text{sd}} \geq 0,2 \rightarrow n_{\text{hq}} = \frac{2 \times \sum_{i=1}^n P_{\text{đm},i}}{P_{\text{đm,max}}} \leq n$

- Các trường hợp khác

$n_1: \{P_{\text{đm},i} \geq \frac{1}{2} P_{\text{đm,max}}\}; P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{\text{đm},i}$

$n^* = \frac{n_1}{n}; P^* = \frac{P_1}{P_{\text{đm,nh}}}$

$n_{\text{hq}} = f(n^*; P^*); \Rightarrow n_{\text{hq}} = n_{\text{hq}} \cdot n$

Hệ số công suất trung bình:

$$\cos\varphi_{\text{nhóm}} = \frac{\sum_{i=1}^n \cos\varphi_i \cdot P_{\text{đm},i}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{đm},i}} = \frac{71,116}{121,86} \sim 0,6$$

Hệ số sử dụng của nhóm thiết bị:

$$K_{\text{sd-nhóm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{tbi}}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{đm},i}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{sdi}} \cdot P_{\text{đm},i}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{đm},i}} = \frac{17,74}{121,86} = 0,15$$

**Note:** Đoạn này ta sẽ xét tính toán theo TH nào nhờ vào  $K_{\text{sd}} \rightarrow$  Tính toán theo Cách 2.

Thiết bị có công suất lớn nhất là Máy hàn (32,86 kW)  $\rightarrow$  Một nửa công suất là 16,43 kW. Vậy chỉ có 1 thiết bị có công suất lớn hơn trị số này là **Máy hàn (1)**.

Tổng công suất của  $n_1$  máy:  $P_{n1} = 32,86 \text{ (kW)}$

Xác định  $n^*$  và  $P^*$ :  $n^* = n_1/n = 1/15 \sim 0,07$  và  $P^* = \frac{P_{n1}}{P_{\Sigma}} = \frac{32,86}{121,86} = 0,27$

Tra sổ tay, ta có:

$n^*$	$P^*$	$n_{hq}^*$
0,06	0,25	0,58
0,08	0,3	0,57

Áp dụng nội suy, ta được:

$$\left[ \begin{aligned} n_{hq}^* &= \frac{0,07 - 0,06}{0,08 - 0,06} \cdot (0,57 - 0,58) + 0,58 = 0,575 \\ n_{hq}^* &= \frac{0,27 - 0,25}{0,3 - 0,25} \cdot (0,57 - 0,58) + 0,58 = 0,576 \end{aligned} \right.$$

Từ đây, ta tính được số thiết bị hiệu quả:  $n_{hq} = n \cdot n_{hq}^* = 15 \cdot 0,575 \sim 9$

Với  $K_{sd} = 0,15$  và  $n_{hq} = 9$ , tra bảng ta được  $K_{max} = 2,2$

Phụ tải điện của nhóm:  $P_{tt\_TĐ1} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum P_{đmi} = 2,942 \cdot 0,14 \cdot 111,3 = 45,84$  (kW)

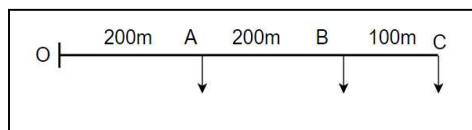
Phụ tải chiếu sáng là:  $P_o = p_o \cdot S = 13 \cdot 150 = 1950$  W = 1,95 (kW)

Vậy phụ tải tính toán của toàn phân xưởng là:  $P_{tt\_px} = P_{tt\_TĐ1} + P_o = 47,79$  (kW)

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

**Câu 2:** (3 điểm) Đường dây 3 pha (OC) cung cấp điện cho công trình gồm 3 cụm phụ tải có thông số ghi trên sơ đồ. Đường dây có cùng tiết diện loại AC-95 có  $r_o = 0,33$  ( $\Omega$ /km),  $x_o = 0,32$  ( $\Omega$ /km).

- Tính giá trị điện áp ở cuối đường dây (điểm C), biết điện áp đầu đường dây  $U(O) = 6,3$  kV và điện áp định mức của lưới là 6 KV.
- Kiểm tra tổn thất điện áp trên đường dây OC.
- Tính tổn thất công suất trên đường dây.



Tải	A	B	C
P, kW	30	35	25
$\cos \varphi$	0,7	0,75	0,8

## GIẢI

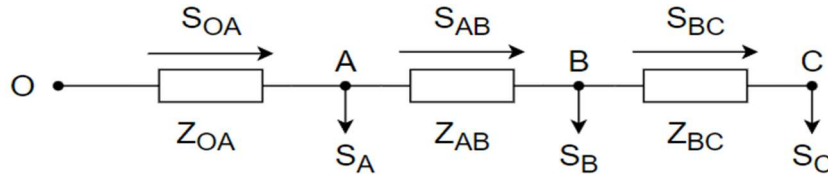
### a, Giá trị điện áp ở cuối đường dây (điểm C)

Từ bảng số liệu, ta có:

**Duy Linh – 20191549**

- $\dot{S}_A = P_A + jQ_A = 30 + j30 \cdot \tan(\arccos 0,7) = 30 + j30,61 \text{ (kVA)}$
- $\dot{S}_B = P_B + jQ_B = 35 + j35 \cdot \tan(\arccos 0,75) = 35 + j30,87 \text{ (kVA)}$
- $\dot{S}_C = P_C + jQ_C = 25 + j25 \cdot \tan(\arccos 0,8) = 25 + j18,75 \text{ (kVA)}$

Sơ đồ quy đổi tương đương:



- $\dot{S}_{BC} = \dot{S}_C = 25 + j18,75 \text{ (kVA)}$
- $\dot{S}_{AB} = \dot{S}_B + \dot{S}_C = (35 + j30,87) + (25 + j18,75) = 60 + j49,62 \text{ (kVA)}$
- $\dot{S}_{OA} = \dot{S}_A + \dot{S}_B + \dot{S}_C = (30 + j30,61) + (35 + j30,87) + (25 + j18,75) = 90 + j80,23 \text{ (kVA)}$

Tổn thất điện áp khi đến cuối đường dây là:

$$\Delta U_c = \frac{r_o(P_{OA} \cdot l_{OA} + P_{AB} \cdot l_{AB} + P_{BC} \cdot l_{BC}) + x_o(Q_{OA} \cdot l_{OA} + Q_{AB} \cdot l_{AB} + Q_{BC} \cdot l_{BC})}{U_{dm}}$$

$$= \frac{0,33(90 \cdot 0,2 + 60 \cdot 0,2 + 25 \cdot 0,1) + 0,32(80,23 \cdot 0,2 + 49,62 \cdot 0,2 + 18,75 \cdot 0,1)}{6} = 3,27 \text{ (V)}$$

➤ Điện áp ở cuối đường dây là:  $U_c = U_o - \Delta U_c = 6300 - 3,27 = 6296,73 \text{ V}$

#### b, Kiểm tra tổn thất điện áp:

- Khi làm việc bình thường:  $\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_c = 3,27 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 5\% \cdot U_{dm} = 5\% \cdot 6000 = 300 \text{ V}$
  - Khi đường dây bị sự cố:  $\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_c = 3,27 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 10\% \cdot U_{dm} = 10\% \cdot 6000 = 600 \text{ V}$
- Vậy đường dây đảm bảo yêu cầu về tổn thất điện áp.

#### c, Tổn thất công suất trên đường dây:

- Thông số tải trên sơ đồ thay thế:

$$Z_{OA} = (r_o + jx_o) \cdot l_{OA} = (0,33 + j0,32) \cdot 0,2 = 0,066 + j0,064 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_{AB} = (r_o + jx_o) \cdot l_{AB} = (0,33 + j0,32) \cdot 0,2 = 0,066 + j0,064 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_{BC} = (r_o + jx_o) \cdot l_{BC} = (0,33 + j0,32) \cdot 0,1 = 0,033 + j0,032 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Tổn thất công suất trên đường dây:

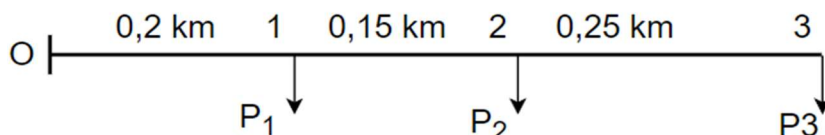
$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \frac{(P_{OA}^2 + Q_{OA}^2) \cdot Z_{OA} + (P_{AB}^2 + Q_{AB}^2) \cdot Z_{AB} + (P_{BC}^2 + Q_{BC}^2) \cdot Z_{BC}}{U_{dm}^2}$$

$$= \frac{(90^2 + 80,23^2) \cdot (0,066 + j0,064) + (60^2 + 49,62^2) \cdot (0,066 + j0,064) + (25^2 + 18,75^2) \cdot (0,033 + j0,032)}{6^2}$$

$$= 38,66 + j37,49 \text{ (kVA)}$$

**Câu 3:** (3 điểm) Một đường dây tải điện trên không điện áp 380 V, dùng dây nhôm lõi thép AC cùng tiết diện có điện trở suất  $\rho = 31,5 \Omega\text{mm}^2/\text{km}$ , cung cấp điện cho các phụ tải. Chiều dài dây dẫn và thông số các phụ tải trên sơ đồ. Tổn thất điện áp cho phép toàn đường dây là 7%.

- Chọn tiết diện dây dẫn theo tổn thất điện áp cho đường dây nói trên.
- Kiểm tra tổn thất điện áp và điều kiện phát nóng  $I_{cp}$  của đường dây đã chọn biết  $k_1.k_2 = 0,9$



Phụ tải	1	2	3
Pmax (kW)	20	15	17
Q (kVAr)	25	12	13

Biết thông số các loại dây:

Loại dây	$R_o$ ( $\Omega/\text{km}$ )	$X_o$ ( $\Omega/\text{km}$ )	$I_{cp}$ (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

### 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%  $\rightarrow \Delta U_{cp} = 7\% U_{đm} = 7\%.380 = 26,6 \text{ V}$ .

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

Coi toàn tuyến dây chung 1 tiết diện:

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

$$\text{Thay số: } F \geq \frac{31,5 \cdot [(20+15+17) \cdot 0,2 + (15+17) \cdot 0,15 + 17 \cdot 0,25]}{26,6 \cdot 0,38 - 0,35 [(25+12+13) \cdot 0,2 + (12+13) \cdot 0,15 + 13 \cdot 0,25]} = 147,35 \text{ mm}^2$$

Trong thông số các dây đề cho đều không thỏa mãn → Ở đây có 2 cách xử lý, hoặc ta chọn loại dây AC-150 hoặc chỉnh sửa lại thông số chiều dài dây → Ở đây, mình chọn cách thứ hai là chỉnh sửa lại đôi chút về chiều dài dây của đoạn 2-3. Cho chiều dài đoạn này là 50m thay vì 250m như đề.

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:

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

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

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

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

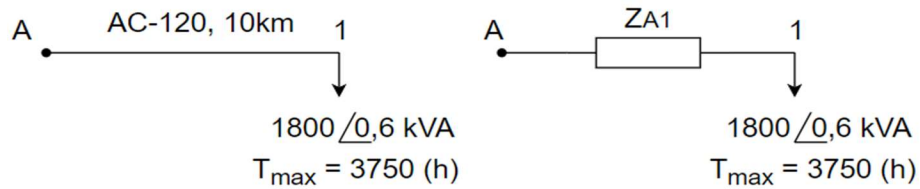
Dòng điện cho phép trong điều kiện lắp đặt thực tế:  $I'_{cp} = K_1 K_2 I_{cp} = 0,9 \cdot 500 = 450 \text{ A}$

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

**Câu 4** (3 điểm): Xác định tổn thất điện năng của đường dây cấp điện cho một xí nghiệp có thông số như sau: đường dây AC-120 ( $r_o = 0,27 \text{ } \Omega/\text{km}$ ;  $x_o = 0,31 \text{ } \Omega/\text{km}$ ), cấp điện áp 6kV, chiều dài đường dây 10 km, công suất xí nghiệp 1800kVA,  $T_{\max} = 150(20+N/4)$  giờ;  $\cos \varphi = 0,6$ . Trong đó N là số thứ tự của sinh viên trong danh sách thi.

### GIẢI

Với  $N = 20 \rightarrow T_{\max} = 150(20+20/4) = 3750$  giờ. Ta có sơ đồ như sau:



Trong đó:  $Z_{A1} = (r_o + jx_o).l = (0,27 + j0,31).10 = 2,7 + j.3,1 (\Omega)$ .

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

$$\tau = (0,124 + T_{\max}.10^{-4})^2.8760 = (0,124 + 3750.10^{-4})^2.8760 = 2181,25 \text{ (giờ)}$$

Tổn thất công suất lớn nhất trên đường dây:

$$\Delta P_{A1} = \frac{S_1^2}{U_{dm}^2}.R_{A1} = \frac{1800^2}{6^2}.2,7.10^{-3} = 1458 \text{ (kW)}$$

Tổn thất điện năng 1 năm trên đường dây:

$$\Delta A_{A1} = \Delta P_{A1}.\tau = 1458.2181,25 = 3180262,5 \text{ (kWh)}$$