

1. Un cable tetrapolar de cobre con aislamiento de XLPE, tensión nominal 1kV, longitud 30 m, caída de tensión 1%, alimenta a 380/220 V, 50Hz una instalación que consume 34kW con un factor de potencia 0,8 inductivo. Calcular:
- Intensidad que consume la instalación, considerando el consumo equilibrado.
  - Sección necesaria del conductor si el cable está con una parte empotrada en pared de obra bajo tubo, considerando la máxima temperatura de trabajo 90°C.

$$a) I = \frac{P}{\sqrt{3}V_L \cos \varphi} = \frac{34 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 64,57 A$$

$$b) S = \frac{L \cdot P}{Cu V_L} = \frac{\sqrt{3} L \cdot I_L \cos \varphi}{Cu} = \frac{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 64,57 \cdot 0,8}{\frac{56}{1,28} \cdot 3,8} = 16,14 mm^2$$

$$ITC-BT-19: S = 25 mm^2 \rightarrow 88 A > 64,57 A$$

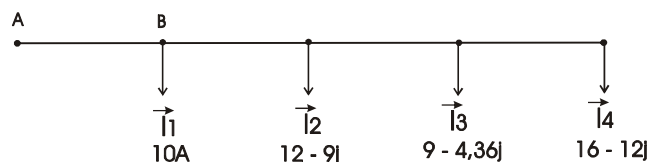
2. La línea trifásica representada en la figura, está alimentada con una tensión de línea de 380 V. Los conductores serán de aluminio, trenzados en haz, aislados con polietileno reticulado, en instalación aérea posada sobre fachada. La caída de tensión admitida es del 2% y las cargas son inductivas. Calcular la sección.

$$S = \frac{\sqrt{3} \sum (LI_L \cos \varphi)}{c \times u}$$

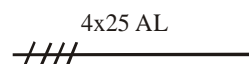
$$\sum (LI_L \cos \varphi) = (10 \times 10 \times 1) + (30 \times 15 \times 0,8) + (60 \times 10 \times 0,9) + (100 \times 20 \times 0,8) = 2600 Am$$

$$u = \frac{2 \times 380}{100} = 7,6 V$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 2600}{35 \times 7,6} = 17 mm^2$$



$$ITC-BT-06 \quad S = 25 mm^2 \quad \longrightarrow \quad 90 A > 53,4 A$$



Las intensidades activas y reactivas:

$$\vec{I}_1 = 10 \quad \vec{I}_2 = 15 \times 0,8 - 15 \times 0,6 = 12 - 9j$$

$$\vec{I}_3 = 10 \times 0,9 - 10 \times 0,436 = 9 - 4,36j$$

$$\vec{I}_4 = 20 \times 0,8 - 20 \times 0,6 = 16 - 12j$$

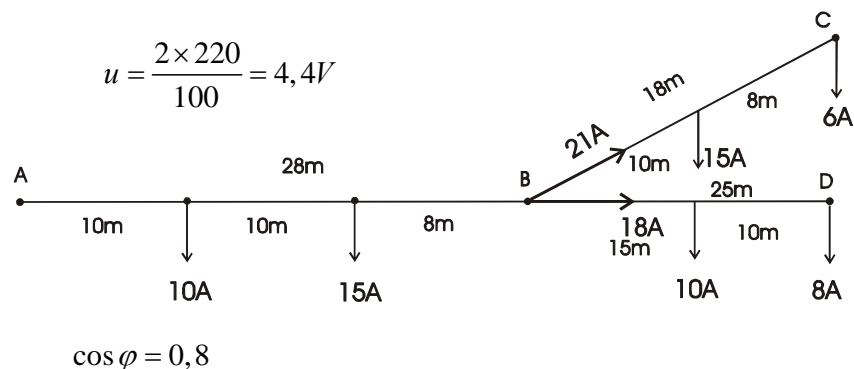
La intensidad en el tramo AB:

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_4 = 47 - 25,36j = 53,4 \angle -28,35^\circ$$

De forma aproximada por exceso:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 10 + 15 + 10 + 20 = 55 A$$

- 3.** Calcular la caída de tensión total y la sección teórica en los tramos AB, BC y BD de la línea monofásica a 220V de la figura 3, con conductores de cobre, para que el volumen de material sea mínimo. La caída de tensión máxima admisible es del 2% y el factor de potencia común para todas las carga 0,8 inductivo.



$$u_1 = u_{AB} = \frac{u}{1 + \sqrt{\frac{C \cdot L_{BC} + D \cdot L_{BD}}{B \cdot L_{AB}}}}$$

$$C = \sum (LI \cos \varphi)_{BC} = (15 \times 10 \times 0,8) + (6 \times 18 \times 0,8) = 206,4 Am$$

$$D = \sum (LI \cos \varphi)_{BD} = (10 \times 15 \times 0,8) + (8 \times 25 \times 0,8) = 280 Am$$

$$B = \sum (LI \cos \varphi)_{AB} = (10 \times 10 \times 0,8) + (15 \times 20 \times 0,8) + ((18 + 21) \times 28 \times 0,8) = 1193,6 Am$$

$$u_1 = \frac{4,4}{1 + \sqrt{\frac{206,4 \times 18 + 280 \times 25}{1193,6 \times 28}}} = 2,81V$$

$$u_2 = u_{BC} = u_{BD} = 4,4 - 2,81 = 1,59V$$

$$S_{AB} = \frac{2 \sum (LI \cos \varphi)_{AB}}{c \times u_1} = \frac{2 \times 1193,6}{56 \times 2,81} = 15,17 mm^2 \rightarrow 16 mm^2$$

Si se utiliza la sección comercial, recalculando:

$$\begin{cases} u_1 = \frac{2 \sum (LI \cos \varphi)}{c \times S_{AB}} = \frac{2 \times 1193,6}{56 \times 16} = 2,66V \\ u_2 = 4,4 - 2,66 = 1,74V \end{cases}$$

$$S_{BC} = \frac{2 \sum (LI \cos \varphi)_{BC}}{56 \times u_2} = \frac{2 \times 206,4}{56 \times 1,59} = 4,64 mm^2 \rightarrow 6 mm^2$$

$$\begin{cases} \text{recalculando} \\ S_{BC} = \frac{2 \times 206,4}{56 \times 1,74} = 4,24 mm^2 \rightarrow 6 mm^2 \end{cases}$$

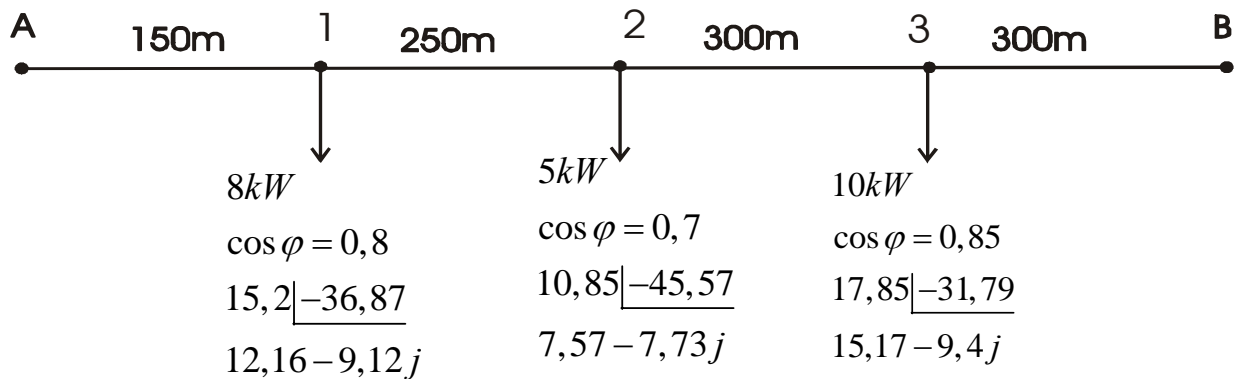
$$S_{BD} = \frac{2 \sum (LI \cos \varphi)_{BD}}{56 \times u_2} = \frac{2 \times 280}{56 \times 1,59} = 6,29 mm^2 \rightarrow 10 mm^2$$

$$\begin{cases} \text{recalculando} \\ S_{BD} = \frac{2 \times 280}{56 \times 1,74} = 5,75 mm^2 \rightarrow 6 mm^2 \end{cases}$$

4. En la distribución trifásica cerrada de la figura 4, con 380 V entre fases, se pide calcular la sección del conductor de cobre empleado, con las condiciones:

- a) La máxima diferencia de tensiones permitida en la distribución es el 5% de la tensión en los extremos A-B.

$$u = \frac{5 \times 380}{100} = 19V$$



Cálculo de intensidades:

$$I_1 = \frac{8000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 15,2A; \quad \varphi_1 = -36,87^\circ; \quad \vec{I}_1 = 15,2 \angle -36,87 = 12,16 - 9,12j$$

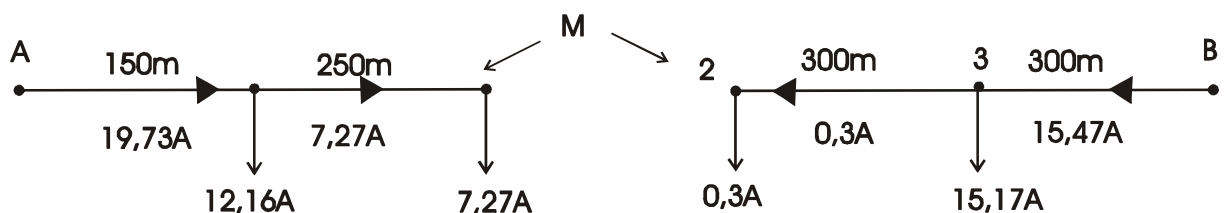
$$I_2 = \frac{5000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,7} = 10,85A; \quad \varphi_2 = -45,57^\circ; \quad \vec{I}_2 = 10,85 \angle -45,57 = 7,57 - 7,73j$$

$$I_3 = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85} = 17,87A; \quad \varphi_3 = -31,79^\circ; \quad \vec{I}_3 = 17,85 \angle -31,79 = 15,17 - 9,4j$$

Red de intensidades activas

$$I_{aB} = \frac{\sum(LI \cos \varphi)_A}{L} = \frac{12,16 \times 150 + 7,57 \times 400 + 15,17 \times 700}{1000} = 15,47A$$

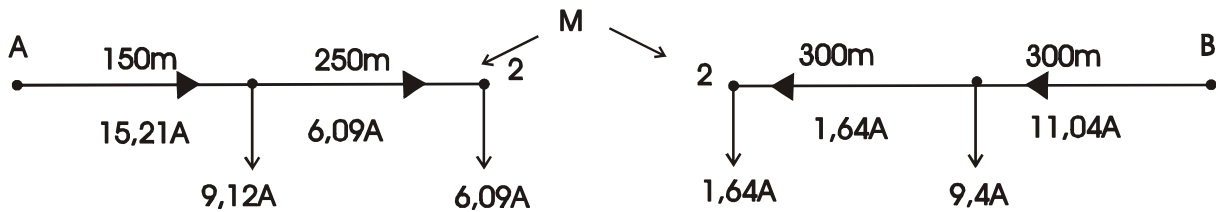
$$I_{aA} = I_{aT} - I_{aB} = (12,16 + 7,57 + 15,17) - 15,47 = 19,43A$$



Red de intensidades reactivas:

$$I_{rB} = \frac{\sum(LI \sin \varphi)_A}{L} = \frac{9,12 \times 150 + 7,73 \times 400 + 9,4 \times 700}{1000} = 11,04 A$$

$$I_{rA} = I_{rT} - I_{rB} = (9,12 + 7,73 + 9,4) - 11,04 = 15,21 A$$



Cálculo de sección, escogiendo el tramo B-2

$$S = \frac{\sqrt{3} \sum (LI \cos \varphi)}{c \times u} = \frac{\sqrt{3} (300 \times 15,17 + 600 \times 0,3)}{56 \times 19} = 7,7 \text{ mm}^2$$

**b)** La máxima pérdida de potencia en el tramo 3-B debe ser menor del 1,1% de la potencia total de la distribución.

$$P_T = 8 + 5 + 10 = 23 \text{ kW} \quad P_{P_{3-B}} = \frac{1,1 \times 23}{100} = 0,253 \text{ kW} = 253 \text{ W}$$

$$P_p = 3RI^2 = 3 \frac{l}{cS} I^2 \Rightarrow S = \frac{3lI^2}{cP_p} = \frac{3 \times 300 \times 19^2}{56 \times 253} = 23 \text{ mm}^2$$

$$\text{donde } I_{3-B} = 15,47 - 11,04j = 19 \angle -35,51^\circ A$$

Se coge la sección mayor,  $23 \text{ mm}^2 \longrightarrow 25 \text{ mm}^2$

5. Una línea trifásica de 3 km de longitud alimenta a 20 kV, 50 Hz una instalación que consume una potencia activa de 1200 kW y una potencia reactiva de 500 kVAr. Los conductores son de aluminio acero y están separados en el mismo plano 1 y 2 m entre sí. Calcular:
- Sección de la línea para que la caída de tensión no sea superior al 1,5%.
  - Nuevo factor de potencia después de instalar una batería de condensadores de 250 kVAr.
  - Disminución de las pérdidas de potencia en la línea después de instalar la batería de condensadores.

a)

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{1200}{\sqrt{1200^2 + 500^2}} = \frac{1200}{1300} = 0,92 \Rightarrow \varphi = 23^\circ$$

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3}V_L \cos \varphi} = \frac{1200 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 20 \times 10^3 \cdot 0,92} = 37,65 A$$

$$\vec{I} = 37,65 \angle -23^\circ = 34,66 - 14,71j$$

Aproximación, considerando  $X_L=0$

$$u = \frac{1,5 \cdot 20 \times 10^3}{100} = 300V$$

$$S = \frac{\sqrt{3}LI \cos \varphi}{c \times u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 34,66 \cdot 3 \times 10^3}{35 \cdot 300} = 17,15 mm^2$$

La autoinducción de la línea si escogemos el conductor LA30 (6+1)

$$\left. \begin{aligned} L &= \left( 0,53 + 4,61 \lg \frac{D}{r} \right) \times 10^{-4} \\ D &= \sqrt[3]{1 \times 1 \times 2} = 1,26m = 1260mm = 126cm \\ r &= \frac{7,14}{2} = 3,57mm = 35,7cm \end{aligned} \right\} L = \left( 0,53 + 4,61 \lg \frac{1260}{3,57} \right) \times 10^{-4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = 12,25 \times 10^{-4} H / km$$

$$X = 2\pi fL = 2\pi \cdot 50 \cdot 12,25 \times 10^{-4} = 0,385 \Omega / km$$

$$u = \sqrt{3}LI_L (l \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$u = \sqrt{3} \cdot 3 \cdot 37,65 (1,0749 \cdot 0,92 + 0,385 \cdot 0,392) = 223V < 300V$$

$$u = \frac{223 \cdot 100}{20 \times 10^3} = 1,115\%$$

6. Calcular la máxima potencia que puede transportar una línea trifásica a 20kV, 50Hz, longitud 5km, para alimentar una instalación con factor de potencia 0,89 inductivo, con pérdida máxima de potencia del 1%. La línea es de aluminio con resistencia longitudinal por conductor de 0,32Ω/km.

$$P_p = 3R_L \cdot I_L^2 = 3RL \left( \frac{P}{\sqrt{3}V_L \cos \varphi} \right)^2 = \frac{P_p \% \cdot P}{100}$$

$$\frac{RLP^2}{V_L^2 \cos^2 \varphi} = \frac{P_p}{100} \cdot P \Rightarrow P = \frac{P_p}{100} \cdot \frac{V_L^2 \cos^2 \varphi}{RL} = \frac{1}{100} \cdot \frac{(20 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,89^2}{0,32 \cdot 5}$$

$$P = 1.980 \text{ kW}$$

7. Calcular la intensidad de cortocircuito tripolar que puede soportar un cable tripolar de aluminio 0,6/1kV, aislado con PVC, sección 95mm<sup>2</sup>, si el tiempo de duración del cortocircuito es de 0,4 s y según las norma UNE, las temperaturas inicial y final de cortocircuito son de 70° C y 160° C, con lo que la constante de cortocircuito K= 76.

*Calor producido = Calor absorbido por el conductor*

$$RI^2t = m \cdot a(t_2 - t_1)$$

$$\frac{l}{CS} I^2t = \delta \cdot S \cdot l \cdot a(t_2 - t_1)$$

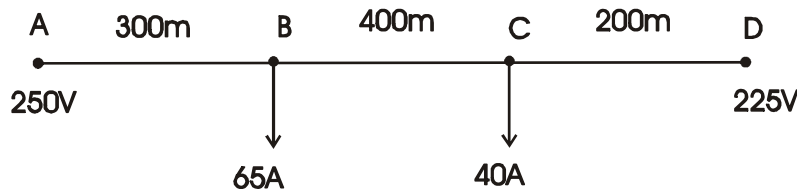
$$I^2t = C \cdot \delta \cdot a(t_2 - t_1) \cdot S^2$$

$$I^2t = K_1 S^2 \Rightarrow S = \frac{I\sqrt{t}}{\sqrt{K_1}} = \frac{I\sqrt{t}}{K}$$

$$I_{cc} = \frac{KS}{\sqrt{t}} = \frac{76 \cdot 95}{\sqrt{0,4}} = 11,42 \text{ kA}$$

8. Un distribuidor bifilar de c.c. recibe energía por sus dos extremos A y D, a 250 y 225 V respectivamente, y dispone de varias cargas distribuidas según el esquema de la figura. El conductor es de cobre de  $\rho=0,0175\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  y se admite una tensión mínima de 220V. Determinar:

- El punto de mínima tensión
- La distribución de corriente en la línea partiendo del extremo A.
- La sección de los conductores.



La distribución de corrientes en una línea imperfectamente cerrada se halla por superposición de dos sumandos:

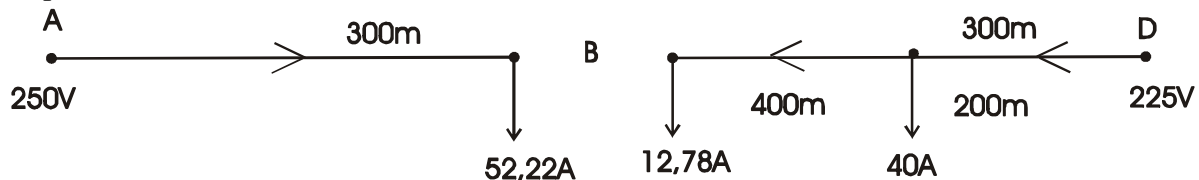
- La corriente que circularía si los extremos estuviesen a igual tensión
- La corriente que circularía si la línea no tuviera ninguna carga.

Por el primer sumando:

$$I_A = \frac{\sum(LI)_D}{L} = \frac{40 \times 200 + 65 \times 600}{900} = 52,22 A$$

$$I_D = \frac{\sum(LI)_A}{L} = \frac{65 \times 300 + 40 \times 700}{900} = 52,78 A$$

El punto de mínima tensión es el B



Por el segundo sumando:

$$I_{AD} = \frac{V_A - V_D}{R_L} = \frac{250 - 225}{\frac{0,0175 \times 2 \times 900}{S}} = 0,794 \cdot S$$

$$u_{AB} = 30 = \frac{2 \times 300 \times 52,22 \times 0,0175}{S} + \frac{0,0175 \times 2 \times 300 \times 0,794 \times S}{S} \Rightarrow S = 25,3 \text{mm}^2$$

También

$$u_{DB} = 5 = \frac{0,0175 \times 2 \times (200 \times 40 + 600 \times 12,78)}{S} - \frac{0,0175 \times 2 \times 600 \times 0,794 S}{S} \Rightarrow S = 25,3 \text{mm}^2$$

La intensidad de circulación:  $I_{AD} = 0,794 \times 25,3 = 20 A$