

AEC2. Prácticas de Dimensionado de Circuitos Eléctricos

Alexander Sebastian Kalis

1 de diciembre de 2024

1,25 Revisa mis comentarios, los ejercicios de la UD6, la videoconferencia sobre la actividad y si tienes dudas me las consultas.

Índice

1. Problema 1	3
2. Problema 2	3
3. Problema 3	5

1. Problema 1

0,5

Se desea determinar la sección de los conductores eléctricos para alimentar un motor trifásico de una amasadora industrial con las siguientes condiciones: potencia del motor de 10 CV, factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$, tensión de 380 V, longitud de la línea de 12 m y una caída de tensión máxima permitida del 1 %. Los conductores son de cobre, instalados en tubos de PVC, con una resistencia específica de $\rho_{\text{Cu}} = 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

La potencia del motor, en kilovatios, se convierte como:

$$P_{\text{kW}} = 10 \text{ CV} \cdot 0,736 = 7,36 \text{ kW}.$$

La intensidad de corriente se determina mediante la fórmula:

$$I_B = \frac{P_{\text{kW}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi},$$

donde $P_{\text{kW}} = 7,36 \text{ kW}$, $V = 380 \text{ V}$ y $\cos \varphi = 0,85$. Sustituyendo valores:

$$I_B = \frac{7,36}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} \approx 13,2 \text{ A}.$$

Para la caída de tensión, se usa la relación:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho_{\text{Cu}} \cdot L \cdot I_B}{S},$$

donde $\Delta V_{\text{máx}} = 0,01 \cdot 380 = 3,8 \text{ V}$. Despejando S :

$$S = \frac{2 \cdot \rho_{\text{Cu}} \cdot L \cdot I_B}{\Delta V}.$$

Sustituyendo los valores:

$$S = \frac{2 \cdot 0,018 \cdot 12 \cdot 13,2}{3,8} \approx 1,5 \text{ mm}^2.$$

Finalmente, verificamos el criterio del proyectista: $0,9 \cdot I_z$. Conductor de sección $1,5 \text{ mm}^2$ tripolar empotrado, la intensidad admisible es $I_z = 15 \text{ A}$. Entonces:

$$0,9 \cdot I_z = 0,9 \cdot 15 = 13,5 \text{ A}.$$

Como $13,5 > 13,2$, se cumple el criterio adicional. Por lo tanto, la sección requerida es de $1,5 \text{ mm}^2$.

Estas expresiones no son correctas porque la instalación es trifásica, no monofásica.

Según la tabla 5 de la UD5 del Manual para una instalación tipo B2, 3xPVC, $I_z = 17,5 \text{ A}$, revísalo. La sección correcta son $2,5 \text{ mm}^2$.

2. Problema 2

0,75

Para la instalación de la figura, se realiza el análisis con los siguientes datos:

- Potencia absorbida por la carga: $P_{\text{abs}} = 20800 \text{ W}$.
- Tensión nominal: $V = 380 \text{ V}$.
- Factor de potencia: $\cos \varphi = 0,92$.

- Longitud de la línea: $L = 45 \text{ m}$.
- Sección de los conductores: $S = 6 \text{ mm}^2$.
- Resistividad del cobre: $\rho_{\text{Cu}} = 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.
- Impedancia en el punto A: $Z_A = 25 + 22j \text{ m}\Omega$.

a) Verificación de la caída de tensión

La intensidad de corriente absorbida por la carga se calcula como:

$$I_B = \frac{P_{\text{abs}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}.$$

Sustituyendo los valores:

$$I_B = \frac{20800}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,92} \approx 33,14 \text{ A}.$$

La caída de tensión se calcula con la fórmula:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho_{\text{Cu}} \cdot L \cdot I_B}{S},$$

donde L es la longitud total del cableado (ida y vuelta). Sustituyendo:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot 0,018 \cdot 45 \cdot 33,14}{6} \approx 8,93 \text{ V}.$$

El porcentaje de caída de tensión respecto a la tensión nominal:

$$\text{Caída (\%)} = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{8,93}{380} \cdot 100 \approx 2,35 \text{ \%}.$$

Como el porcentaje de caída excede el límite del 1,5 % establecido por la ITC BT-19 del REBT, es necesario aumentar la sección del conductor.

b) Cálculo de la corriente de cortocircuito

La impedancia del punto A está dada como $Z_A = 25 + 22j \text{ m}\Omega$, lo que equivale a:

$$Z_A = 0,025 + 0,022j \Omega.$$

El módulo de la impedancia es:

$$|Z_A| = \sqrt{(0,025)^2 + (0,022)^2} \approx 0,0336 \Omega.$$

La corriente máxima de cortocircuito se calcula suponiendo que $\cos \varphi = 1$ (impedancia puramente resistiva):

$$I_{\text{cc máx}} = \frac{V}{|Z_A|} = \frac{380}{0,0336} \approx 11310 \text{ A}.$$

0,25 Estas expresiones no son correctas porque la instalación es trifásica, lo expliqué en la videoconferencia sobre la actividad, revisa el vídeo.

¿Y cuál sería el valor? La sección correcta son 10 mm².

Falta dividir por raíz(3).

Para la corriente mínima de cortocircuito, consideramos entre la resistencia y la reactancia, calculado como:

$$\theta = \arctan \left(\frac{\text{Im}(Z_A)}{\text{Re}(Z_A)} \right) = \arctan \left(\frac{0,022}{0,025} \right) \approx 41,19^\circ$$

El factor de potencia asociado es:

$$\cos \theta = \cos(41,19^\circ) \approx 0,754.$$

La corriente mínima de cortocircuito es:

$$I_{cc \text{ mín}} = I_{cc \text{ máx}} \cdot \cos \theta = 11310 \cdot 0,754 \approx 8530 \text{ A}$$

Por lo tanto, las corrientes de cortocircuito en el punto A

$$I_{cc \text{ máx}} \approx 11310 \text{ A}, \quad I_{cc \text{ mín}} \approx 8530 \text{ A}.$$

¿? Esto no es correcto, no lo hemos estudiado así en la asignatura. Debes calcular la impedancia de línea con las expresiones 6.14 y 6.15 del manual, y luego la impedancia total en el punto final. Solución:
 $R_L = 1000 \cdot \rho \cdot l_L / (n_i \cdot S_L) = 1000 \cdot 0,018 \cdot 45 / (1 \cdot 10) = 81 \text{ m}\Omega$
 $X_L = x'_i \cdot l_L / 1000 = 90 \cdot 45 / 1000 = 4,05 \text{ m}\Omega$ con $x'_i = 90 \text{ m}\Omega/\text{km}$ para cables unipolares
 $R_{ktotal} = 25 + 81 = 106 \text{ m}\Omega$
 $X_{ktotal} = 22 + 4,05 = 26,5 \text{ m}\Omega$
 $Z_{ktotal} = \sqrt{(R_k^2 + X_k^2)} = 109 \text{ m}\Omega$
 $I''_{k \text{ mín}} = U_n / (\sqrt{3} \cdot Z_{ktotal}) = 380 / (\sqrt{3} \cdot 109) = 2,01 \text{ kA}$

0,5

3. Problema 3

0

Se solicita determinar las corrientes de cortocircuito en el punto A, basándonos en los siguientes datos:

- Potencia nominal del transformador: $S_n = 800 \text{ kVA}$.
- Tensiones: $20 \text{ kV}/400 \text{ V}$.
- Impedancia relativa del transformador: $\varepsilon_{cc} = 6 \%$.
- Impedancia relativa de la red: $\varepsilon_{x_{cc}} = 4,5 \%$.
- Longitud de la línea: $L = 60 \text{ m}$.
- Sección del conductor: $S = 16 \text{ mm}^2$.
- Resistividad del cobre: $\rho_{Cu} = 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Cálculo de la impedancia equivalente

Impedancia del transformador

La impedancia relativa del transformador, expresada en ohmios, se calcula utilizando la fórmula:

$$Z_{cc} = \varepsilon_{cc} \cdot \frac{V_{sec}^2}{S_n},$$

donde $V_{sec} = 400 \text{ V}$ es la tensión en el lado secundario nominal. Sustituyendo valores:

$$Z_{cc} = 0,06 \cdot \frac{400^2}{800 \cdot 10^3} = 0,01$$

¿? No es correcto, debes emplear las expresiones de la UD6 del manual. Solución:

$$\begin{aligned} R_{cc} &= (\varepsilon R_{cc} / 100) \cdot (U_n^2 / S_n) = (3,96 / 100) \cdot (400^2 / 800) = 7,93 \text{ m}\Omega \\ X_{cc} &= (\varepsilon X_{cc} / 100) \cdot (U_n^2 / S_n) = (4,5 / 100) \cdot (400^2 / 800) = 9 \text{ m}\Omega \\ \varepsilon R_{cc} &= \sqrt{(\varepsilon_{cc}^2 - \varepsilon X_{cc}^2)} = 3,96 \end{aligned}$$

Impedancia de la red

De manera análoga, para la red:

$$Z_{xcc} = \varepsilon_{xcc} \cdot \frac{V^2}{S}$$

con $\varepsilon_{xcc} = 4,5\%$. Sustituyendo valores:

$$Z_{xcc} = 0,045 \cdot \frac{400^2}{800 \cdot 10^3}$$

¿? No es correcto, debes emplear las expresiones de la UD6 del manual. Solución:

$$Z_L = 1,1 \cdot (U_n^2 / (1000 \cdot S''_k)) = 1,1 \cdot (400^2 / (1000 \cdot 500)) = 0,352 \text{ m}\Omega$$

$$X_L = 0,995 \cdot Z_L = 0,995 \cdot 0,352 = 0,35024 \text{ m}\Omega$$

$$R_L = 0,1 \cdot X_L = 0,1 \cdot 0,35024 = 0,035024 \text{ m}\Omega$$

Impedancia de la línea

La impedancia de la línea se calcula considerando su resistencia por unidad de longitud:

$$Z_{\text{línea}} = \frac{2 \cdot \rho_{Cu} \cdot L}{S}$$

donde $L = 60 \text{ m}$ es la longitud y $S = 16 \text{ mm}^2$ es la sección transversal.

$$Z_{\text{línea}} = \frac{2 \cdot 0,018 \cdot 60}{16} = 0,135 \text{ }\Omega$$

¿? No es correcto, debes emplear las expresiones de la UD6 del manual. Solución:

$$R_L = 1000 \cdot \rho \cdot L / (n_i \cdot S_L) = 1000 \cdot 0,018 \cdot 60 / (1 \cdot 16) = 67,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_L = x'_i \cdot L / 1000 = 80 \cdot 60 / 1000 = 4,8 \text{ m}\Omega$$

donde se ha considerado $n_i = 1$ al ser un cable tripolar y $x'_i = 80 \text{ m}\Omega/\text{km}$

Impedancia total

La impedancia equivalente en el punto A se obtiene sumando las impedancias:

$$Z_{\text{total}} = Z_{cc} + Z_{xcc} + Z_{\text{línea}}$$

Sustituyendo los valores:

$$Z_{\text{total}} = 0,012 + 0,009 + 0,135 = 0,156 \text{ }\Omega$$

Cálculo de la corriente de cortocircuito

La corriente de cortocircuito en el punto A se determina como:

$$I_{cc} = \frac{V_{\text{sec}}}{Z_{\text{total}}}$$

donde $V_{\text{sec}} = 400 \text{ V}$. Sustituyendo:

$$I_{cc} = \frac{400}{0,156} \approx 2564 \text{ A}$$

Por lo tanto, la corriente de cortocircuito en el punto A es de 2564 A.

¿? No es correcto, debes emplear las expresiones de la UD6 del manual y falta calcular la intensidad de cresta.

Solución:

La corriente inicial simétrica de cortocircuito será

$$I''_k = U_{n2} / (\sqrt{3} \cdot Z_k) = 400 / (\sqrt{3} \cdot 76,78) = 3 \text{ kA}$$

Calculamos la corriente de cresta:

$R_k / X_k = 5,33$ y entrando en la gráfica 5 del manual con este valor tenemos que: $\kappa = 1$

$$\text{luego } I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I''_k = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 3 = 4,25 \text{ kA}$$