

Ejercicios Prácticos Dimensionado de Circuitos Eléctricos

Actividad de Evaluación Continua 2 (AEC2)

Asignatura: Tecnología Eléctrica (1526)

Alexander Sebastian Kalis

8 de diciembre de 2025

Índice

1. Problema 1: Determinación de las intensidades circulantes	2
1.1. Cálculo de intensidades nominales (I_n)	2
1.2. Cálculo de intensidades de diseño (I_B)	2
1.3. Líneas de Distribución	3
2. Problema 2: Dimensionado por intensidad admisible	4
2.1. Identificación de Métodos de Instalación (Tabla 5)	4
2.2. Resumen del dimensionado	4
3. Problema 3: Comprobación de caída de tensión	5
4. Problema 4: Cálculo de corrientes de cortocircuito	6
4.1. Cálculo de Impedancias ($m\Omega$)	6
4.2. Cálculo de Intensidades de Cortocircuito	6
4.2.1. A. Intensidad Máxima (Inicio de L1)	6
4.2.2. B. Intensidad Mínima (Final de L1)	7

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Para el esquema unifilar representado en la figura correspondiente a una instalación industrial en baja tensión, se pide:

Red $S = 350$ MVA

Datos del Transformador:

- $S_n = 100$ KVA
- 15 kV/380V
- $\epsilon_{RCC} = 4\%$
- $\epsilon_{Xcc} = 3\%$

1. Problema 1: Determinación de las intensidades circulantes

Para determinar la intensidad de diseño (I_B) de cada línea, se calcula primero la intensidad nominal (I_n) de los receptores y posteriormente se aplica el criterio de seguridad especificado: sumar un 25 % de la intensidad del mayor motor alimentado por la línea.

1.1. Cálculo de intensidades nominales (I_n)

Se emplea la fórmula para sistemas trifásicos, convirtiendo la potencia mecánica (CV) a eléctrica (W) mediante el rendimiento (η):

$$I_n = \frac{P_{(CV)} \cdot 736}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

C1 (10 CV):

$$I_{n,C1} = \frac{7360}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,88} = 14,95 \text{ A}$$

C2 (15 CV):

$$I_{n,C2} = \frac{11040}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 0,91} = 21,43 \text{ A}$$

C3 (20 CV):

$$I_{n,C3} = \frac{14720}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,90 \cdot 0,89} = 27,92 \text{ A}$$

C4 (18 kW):

$$I_{n,C4} = \frac{18000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 1,0} = 28,79 \text{ A}$$

1.2. Cálculo de intensidades de diseño (I_B)

Aplicando la regla: $I_B = \sum I_n + (0,25 \cdot I_{n,max_motor})$.

LC1: $1,25 \cdot 14,95 = 18,69 \text{ A}$

LC2: $1,25 \cdot 21,43 = 26,79 \text{ A}$

LC3: $1,25 \cdot 27,92 = 34,90 \text{ A}$

LC4: $28,79 \text{ A}$ (Alumbrado, sin recargo de motor).

1.3. Líneas de Distribución

L2 (Alimenta C1+C2): El mayor motor es C2.

$$I_{L2} = (14,95 + 21,43) + (0,25 \cdot 21,43) = 36,38 + 5,36 = 41,74 A$$

L1 (Total): El mayor motor es C3.

$$I_{L1} = (14,95 + 21,43 + 27,92 + 28,79) + (0,25 \cdot 27,92) = 93,09 + 6,98 = 100,07 A$$

2. Problema 2: Dimensionado por intensidad admisible

Se seleccionan las secciones utilizando la Tabla 5 del Manual (ITC-BT-19), verificando que la intensidad admisible (I_z) supere a la de diseño (I_B). Se asume temperatura ambiente de 40°C.

2.1. Identificación de Métodos de Instalación (Tabla 5)

- **L1:** Unipolares en contacto, bandeja perforada → Fila F, columna 3x PVC.
- **L2:** Multiconductor, bandeja perforada → Fila E, columna 3x PVC.
- **LC1-LC4:** Multiconductor bajo tubo en pared → Fila B2, columna 3x PVC.

2.2. Resumen del dimensionado

Línea	Método	I_B (A)	Sección (mm ²)	I_z (A)
L1	F	100,07	25	106
L2	E	41,74	10	50
LC1	B2	18,69	4	24
LC2	B2	26,79	6	32
LC3	B2	34,90	10	44
LC4	B2	28,79	6	32

3. Problema 3: Comprobación de caída de tensión

Se verifica la caída de tensión según la Ecuación 5.14 del manual, usando $\rho_{40^{\circ}C} = 0,018$. El límite para transformador propio es 6,5 % (fuerza).

Línea L1 (50 m, 25 mm², $\cos \varphi = 0,89$)

$$\Delta U_{L1} \% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 50 \cdot 100,07 \cdot 0,89 \cdot 0,018}{380 \cdot 25} = 1,46 \%$$

Línea L2 (30 m, 10 mm², $\cos \varphi = 0,85$)

$$\Delta U_{L2} \% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 30 \cdot 41,74 \cdot 0,85 \cdot 0,018}{380 \cdot 10} = 0,87 \%$$

Total acumulado: $\Delta U_{Total} = 1,46 \% + 0,87 \% = 2,33 \%$. Al ser $2,33 \% < 6,5 \%$, el dimensionado es correcto.

4. Problema 4: Cálculo de corrientes de cortocircuito

Para determinar las intensidades de cortocircuito máxima y mínima en la línea de acometida L1, empleamos el método de impedancias detallado en la Unidad 6 del manual, calculando la corriente inicial simétrica (I_k'') y la corriente de cresta (I_p).

4.1. Cálculo de Impedancias ($m\Omega$)

Utilizamos $\rho_{Cu}(40^\circ C) = 0,018 \Omega \cdot mm^2/m$.

1. Red de Distribución (Z_L) Aplicamos la expresión 6.11 del manual, considerando $S_k'' = 350$ MVA:

$$Z_L = 1,1 \cdot \left(\frac{U_n^2}{1,000 \cdot S_k''} \right) = 1,1 \cdot \left(\frac{380^2}{1,000 \cdot 350} \right) = 0,454 m\Omega$$

Desglosamos en parte resistiva y reactiva:

$$X_L = 0,995 \cdot Z_L = 0,995 \cdot 0,454 = 0,452 m\Omega$$

$$R_L = 0,1 \cdot Z_L = 0,1 \cdot 0,454 = 0,045 m\Omega$$

2. Transformador (Z_{cc}) Datos: $S_n = 100$ kVA, $\varepsilon_{Rcc} = 4\%$, $\varepsilon_{Xcc} = 3\%$:

$$R_{cc} = \left(\frac{\varepsilon_{Rcc}}{100} \right) \cdot \left(\frac{U_n^2}{S_n} \right) = \frac{4}{100} \cdot \frac{380^2}{100,000} \cdot 10^3 = 57,76 m\Omega$$

$$X_{cc} = \left(\frac{\varepsilon_{Xcc}}{100} \right) \cdot \left(\frac{U_n^2}{S_n} \right) = \frac{3}{100} \cdot \frac{380^2}{100,000} \cdot 10^3 = 43,32 m\Omega$$

3. Línea L1 (Z_{L1}) Datos: $L = 50$ m, $S = 25$ mm² (Sección seleccionada en Problema 2), conductores unipolares ($n_i = 1$).

$$R_{L1} = \frac{1000 \cdot \rho \cdot L}{n_i \cdot S} = \frac{1000 \cdot 0,018 \cdot 50}{1 \cdot 25} = 36,00 m\Omega$$

$$X_{L1} = \frac{x'_i \cdot L}{1000} = \frac{90 \cdot 50}{1000} = 4,50 m\Omega$$

**Nota: Se considera $x'_i = 90 m\Omega/km$ para cables unipolares en contacto (bandeja).*

4.2. Cálculo de Intensidades de Cortocircuito

4.2.1. A. Intensidad Máxima (Inicio de L1)

El cortocircuito se produce en bornes del transformador. La impedancia de defecto es la suma de la red y el transformador.

1. Impedancia total de defecto (Z_k):

$$R_k = R_L + R_{cc} = 0,045 + 57,76 = 57,805 m\Omega$$

$$X_k = X_L + X_{cc} = 0,452 + 43,32 = 43,772 m\Omega$$

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = \sqrt{57,805^2 + 43,772^2} = 72,50 m\Omega$$

2. Corriente inicial simétrica (I_k''): Aplicamos la expresión 6.3:

$$I_k'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 0,0725} = 3,026 \text{ kA}$$

3. Corriente de cresta (I_p): Calculamos la relación R/X para determinar el factor κ :

$$\frac{R_k}{X_k} = \frac{57,805}{43,772} = 1,32$$

Entrando en la gráfica 5 del manual (o usando la ec. 6.2 $\kappa = 1,02 + 0,98e^{-3R/X}$):

$$\kappa \approx 1,04$$

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,04 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,026 = 4,45 \text{ kA}$$

4.2.2. B. Intensidad Mínima (Final de L1)

El cortocircuito se produce al final de la línea L1. Sumamos la impedancia de la línea.

1. Impedancia total de defecto (Z_k):

$$R_{k,min} = R_{k,max} + R_{L1} = 57,805 + 36,00 = 93,805 \text{ m}\Omega$$

$$X_{k,min} = X_{k,max} + X_{L1} = 43,772 + 4,50 = 48,272 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{k,min} = \sqrt{93,805^2 + 48,272^2} = 105,52 \text{ m}\Omega$$

2. Corriente inicial simétrica mínima ($I_{k,min}''$):

$$I_{k,min}'' = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 0,10552} = 2,08 \text{ kA}$$