

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

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 ($I''_{k,min}$):

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