

# PROBLEMAS DE TEORÍA DE CIRCUITOS



---

# Índice general

---

<b>1</b>	<b>Fundamentos. Corriente continua</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Corriente alterna monofásica</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Sistemas trifásicos</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Teoremas generales</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Introducción al régimen transitorio</b>	<b>29</b>



---

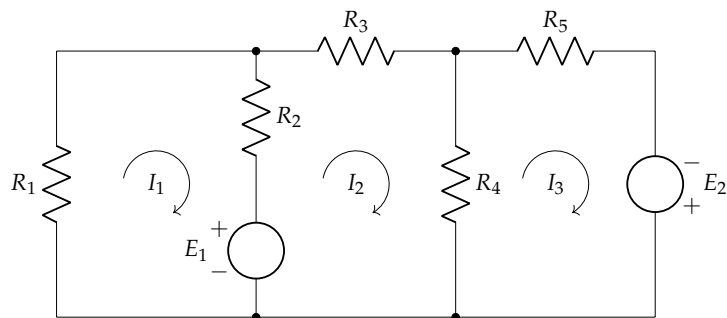
## Capítulo 1

# Fundamentos. Corriente continua

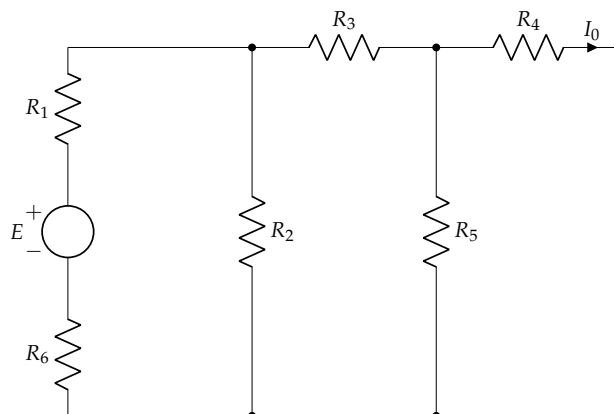
---

## 1.1. Ejercicios

1. Calcular las corrientes de malla mostradas en el circuito de la figura.

Datos:  $R_1 = 2\ \Omega$ ;  $R_2 = 5\ \Omega$ ;  $R_3 = 10\ \Omega$ ;  $R_4 = 4\ \Omega$ ;  $R_5 = 2\ \Omega$ ;  $E_1 = 25\text{ V}$ ;  $E_2 = 50\text{ V}$ Sol.:  $I_1 = -1,31\text{ A}$ ;  $I_2 = 3,17\text{ A}$ ;  $I_3 = 10,45\text{ A}$ 

2. Calcular el valor de
- $E$
- que hace que
- $I_0 = 7,5\text{ mA}$
- en el circuito de la figura.

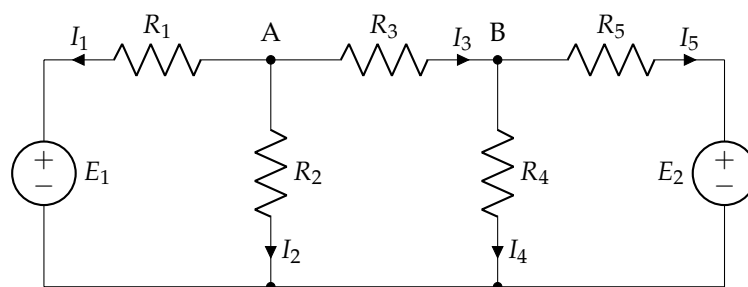
Datos:  $R_1 = 8\ \Omega$ ;  $R_2 = 7\ \Omega$ ;  $R_3 = 4\ \Omega$ ;  $R_4 = 6\ \Omega$ ;  $R_5 = 6\ \Omega$ ;  $R_6 = 12\ \Omega$ Sol.:  $E = 0,705\text{ V}$ 

3. Calcular la intensidad
- $I$
- en el circuito de la figura.

Datos:  $R_1 = 27\ \Omega$ ;  $R_2 = 47\ \Omega$ ;  $R_3 = 27\ \Omega$ ;  $E_1 = 460\text{ V}$ ;  $E_2 = 200\text{ V}$ Sol.:  $I = -8,77\text{ A}$ 

4. En el circuito de la figura obtener las intensidades de corriente señaladas primero mediante un análisis por el método de las mallas y posteriormente mediante un análisis por el método de los nudos.

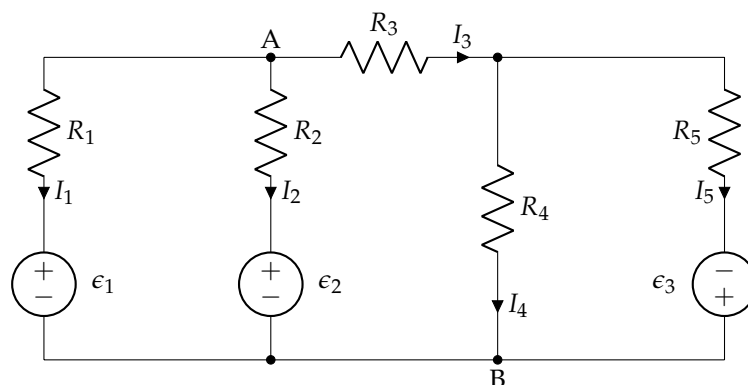
Datos:  $R_1 = 2\ \Omega$ ;  $R_2 = 1\ \Omega$ ;  $R_3 = 4\ \Omega$ ;  $R_4 = 5\ \Omega$ ;  $R_5 = 3\ \Omega$ ;  $E_1 = 10\text{ V}$ ;  $E_2 = 6\text{ V}$



Sol.:  $I_1 = -3,31 \text{ A}$ ;  $I_2 = 3,37 \text{ A}$ ;  $I_3 = -0,06 \text{ A}$ ;  $I_4 = 0,73 \text{ A}$ ;  $I_5 = -0,79 \text{ A}$ ;

5. Analizar el circuito de la figura mediante el método de las mallas, obteniendo la corriente de cada una de las ramas. Con este resultado, calcular la diferencia de potencial entre A y B, y realizar un balance de potencias comparando la potencia de los elementos activos y la de los elementos pasivos.

Datos:  $R_1 = R_2 = 1 \Omega$ ;  $R_3 = 2 \Omega$ ;  $R_4 = 3 \Omega$ ;  $R_5 = 4 \Omega$ ;  $\epsilon_1 = 118 \text{ V}$ ;  $\epsilon_2 = 236 \text{ V}$ ;  $\epsilon_3 = 118 \text{ V}$

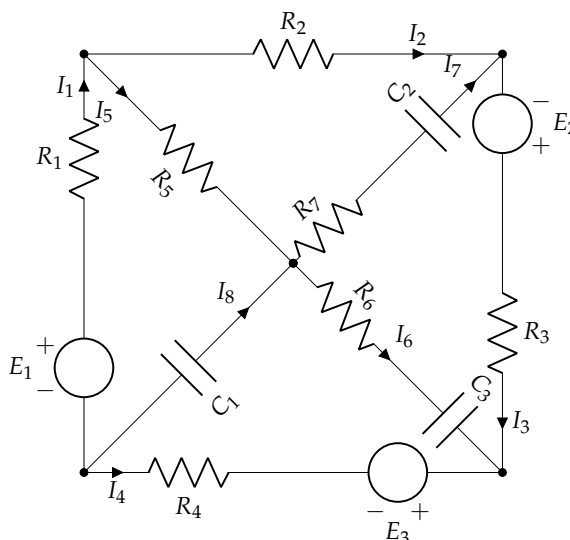


Sol.:  $I_1 = 32 \text{ A}$ ;  $I_2 = -86 \text{ A}$ ;  $I_3 = 54 \text{ A}$ ;  $I_4 = 14 \text{ A}$ ;  $I_5 = 40 \text{ A}$ ;  $U_{AB} = 150 \text{ V}$ ;  $P_g = P_R$

6. En el circuito de la figura, determinar:

- Todas las intensidades de rama señaladas
- Carga, polaridad y energía almacenada en los condensadores
- Balance de potencias

Datos:  $R_i = i \Omega$ ;  $C_i = i \mu\text{F}$ ;  $E_1 = 8 \text{ V}$ ;  $E_2 = 6 \text{ V}$ ;  $E_3 = 4 \text{ V}$

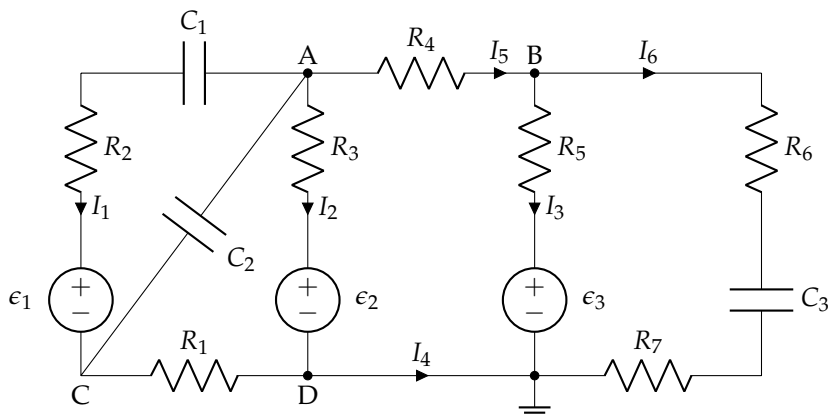


Sol.:  $I_1 = I_2 = I_3 = -I_4 = 1 \text{ A}$ ;  $I_5 = I_6 = I_7 = 0 \text{ A}$ ;  $Q_{1\mu\text{F}} = -7 \mu\text{C}$ ;  $Q_{2\mu\text{F}} = -4 \mu\text{C}$ ;  $Q_{3\mu\text{F}} = 3 \mu\text{C}$ ;  $E_{1\mu\text{F}} = 24,5 \mu\text{J}$ ;  $E_{2\mu\text{F}} = 4 \mu\text{J}$ ;  $E_{3\mu\text{F}} = 1,5 \mu\text{J}$

7. Aplicar el método de los nudos en el circuito de la figura para determinar:

- Los potenciales de los nudos A, B, C y D.
- Las intensidades de corriente señaladas.
- Carga, polaridad y energía almacenada en los condensadores, supuestos sin carga inicial.

Datos:  $R_i = i \Omega$ ;  $C_i = i \mu\text{F}$ ;  $E_1 = 6 \text{ V}$ ;  $E_2 = 18 \text{ V}$ ;  $E_3 = 6 \text{ V}$

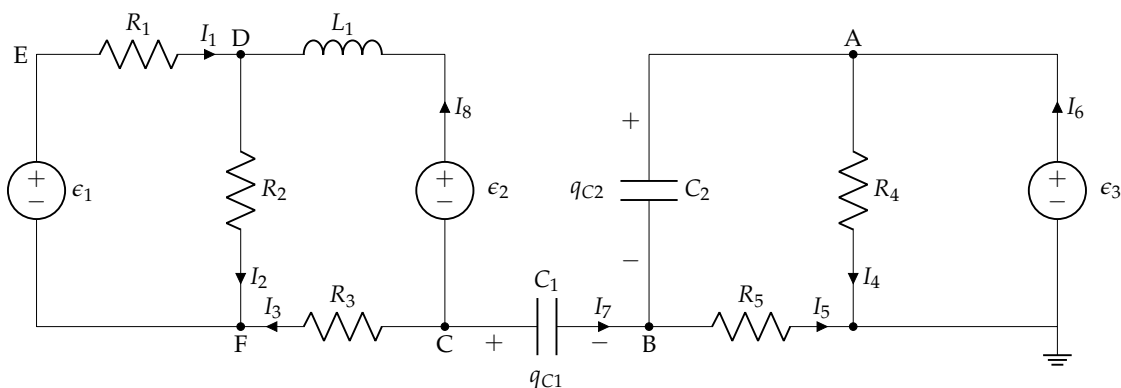


Sol.:  $U_A = 15 \text{ V}$ ;  $U_B = 11 \text{ V}$ ;  $U_C = U_D = 0 \text{ V}$ ;  $I_1 = I_6 = 0 \text{ A}$ ;  $I_2 = I_4 = -1 \text{ A}$ ;  $I_3 = I_5 = 1 \text{ A}$ ;  $q_1 = 9 \mu\text{C}$ ;  $q_2 = 30 \mu\text{C}$ ;  $q_3 = 33 \mu\text{C}$ ;  $E_{C1} = 40,5 \mu\text{J}$ ;  $E_{C2} = 225 \mu\text{J}$ ;  $E_{C3} = 181,5 \mu\text{J}$

8. En el circuito de la figura, donde se sabe que la carga inicial de los condensadores era de  $10 \mu\text{C}$  para  $C_1$  y de  $20 \mu\text{C}$  para  $C_2$  con las polaridades indicadas, se pide determinar:

- Intensidades de corriente señaladas
- Potenciales en los puntos A, B, C, D, E y F

Datos:  $\epsilon_1 = 90 \text{ V}$ ;  $\epsilon_2 = 60 \text{ V}$ ;  $\epsilon_3 = 30 \text{ V}$ ;  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$ ;  $R_4 = R_5 = 30 \Omega$ ;  $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 20 \mu\text{F}$ ;  $L_1 = 1 \mu\text{H}$



Sol.:  $I_1 = 4 \text{ A}$ ;  $I_2 = 5 \text{ A}$ ;  $I_3 = -1 \text{ A}$ ;  $I_4 = I_6 = 1 \text{ A}$ ;  $I_5 = I_7 = 0 \text{ A}$ ;  $I_8 = 1 \text{ A}$ ;  $U_A = 30 \text{ V}$ ;  $U_B = 0 \text{ V}$ ;  $U_C = 1 \text{ V}$ ;  $U_D = 61 \text{ V}$ ;  $U_E = 101 \text{ V}$ ;  $U_F = 11 \text{ V}$ ;

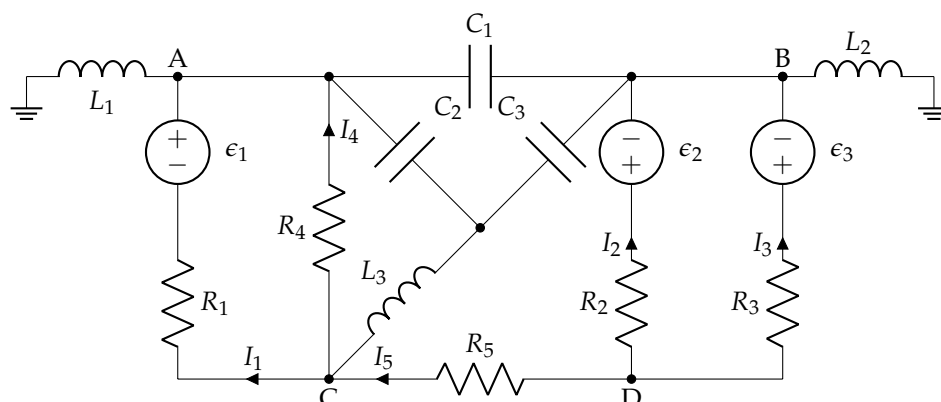
9. En el circuito de la figura, los condensadores se conectaron sin carga. Mediante el método de las mallas, se debe determinar:

- Intensidades de corriente señaladas
- Potenciales en los puntos A, B, C y D
- Polaridades, cargas, y energías de los condensadores



■ Balance de potencias

Datos:  $\epsilon_1 = 118 \text{ V}$ ;  $\epsilon_2 = 236 \text{ V}$ ;  $\epsilon_3 = 118 \text{ V}$ ;  $R_1 = 4 \Omega$ ;  $R_2 = R_3 = 1 \Omega$ ;  $R_4 = 3 \Omega$ ;  $R_5 = 2 \Omega$ ;  $C_1 = C_2 = C_3 = 2 \mu\text{F}$ ;  $L_1 = L_2 = L_3 = 1 \text{ mH}$

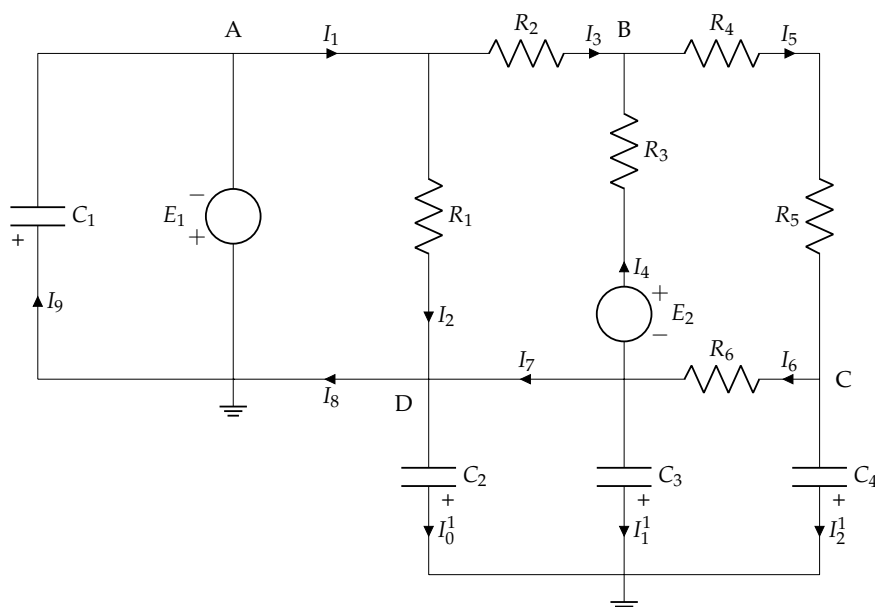


Sol.:  $I_1 = 40 \text{ A}$ ;  $I_2 = -86 \text{ A}$ ;  $I_3 = 32 \text{ A}$ ;  $I_4 = 14 \text{ A}$ ;  $I_5 = 54 \text{ A}$ ;  $U_A = U_B = 0 \text{ V}$ ;  $U_C = 42 \text{ V}$ ;  $U_D = 150 \text{ V}$ ;  $U_{C1} = 0 \text{ V}$ ;  $q_1 = 0 \text{ C}$ ;  $E_{C1} = 0 \text{ J}$ ;  $U_{C2} = -42 \text{ V}$ ;  $q_2 = 84 \mu\text{C}$ ;  $E_{C2} = 1,76 \text{ mJ}$ ;  $U_{C3} = -42 \text{ V}$ ;  $q_3 = 84 \mu\text{C}$ ;  $E_{C3} = 1,76 \text{ mJ}$ ;  $P_g = P_R$

10. En el circuito de la figura, se debe determinar:

- Las ecuaciones para el cálculo de las intensidades
- Todas las intensidades indicadas
- Potenciales en todos los nudos
- Carga y energía almacenada en los condensadores

Datos:  $R_1 = 2 \Omega$ ;  $R_2 = 4 \Omega$ ;  $R_3 = 2 \Omega$ ;  $R_4 = 1 \Omega$ ;  $R_5 = 2 \Omega$ ;  $R_6 = 1 \Omega$ ;  $E_1 = 8 \text{ V}$ ;  $E_2 = 8 \text{ V}$ ;  $C_i = i \mu\text{F}$



Sol.:  $I_1 = I_8 = -6,5 \text{ A}$ ;  $I_2 = -4 \text{ A}$ ;  $I_3 = I_7 = -2,5 \text{ A}$ ;  $I_4 = 3 \text{ A}$ ;  $I_5 = I_6 = 0,5 \text{ A}$ ;  $U_A = -8 \text{ V}$ ;  $U_B = 2 \text{ V}$ ;  $U_C = 0,5 \text{ V}$ ;  $U_D = 0 \text{ V}$ ;  $Q_{1\mu\text{F}} = 8 \mu\text{C}$ ;  $Q_{2\mu\text{F}} = Q_{3\mu\text{F}} = 0 \mu\text{C}$ ;  $Q_{4\mu\text{F}} = -2 \mu\text{C}$ ;  $E_{1\mu\text{F}} = 32 \mu\text{J}$ ;  $E_{2\mu\text{F}} = E_{3\mu\text{F}} = 0 \text{ J}$ ;  $E_{4\mu\text{F}} = 0,5 \mu\text{J}$

11. En el circuito de la figura, se debe determinar:

- Las corrientes señaladas.
- El balance de potencias, diferenciando entre elementos activos y elementos pasivos.
- Los potenciales en los puntos A, B y C.
- La carga y polaridad en los condensadores, supuestos sin carga inicial.

Datos:  $\epsilon_1 = 1 \text{ V}$ ;  $\epsilon_2 = 7 \text{ V}$ ;  $R_i = 1 \Omega$ ;  $C_i = i \mu\text{F}$



Sol.:  $I_1 = I_2 = 1 \text{ A}$ ;  $I_3 = I_4 = 0 \text{ A}$ ;  $I_5 = -2 \text{ A}$ ;  $\sum_e P_e = \sum_R P_R$ ;  $U_A = -1 \text{ V}$ ;  $U_B = -5 \text{ V}$ ;  $U_C = -3 \text{ V}$ ;  $q_1 = 0,5 \mu\text{C}$ ;  $q_2 = 1 \mu\text{C}$ ;  $q_3 = 1,5 \mu\text{C}$ ;  $q_4 = 12 \mu\text{C}$

12. El circuito de la figura está funcionando en régimen estacionario. Los condensadores estaban inicialmente descargados. Resuelve el circuito mediante el método que consideres conveniente para obtener los siguientes resultados:

- Las intensidades señaladas.
- Polaridad y energía almacenada en los condensadores.
- Balance de potencias.

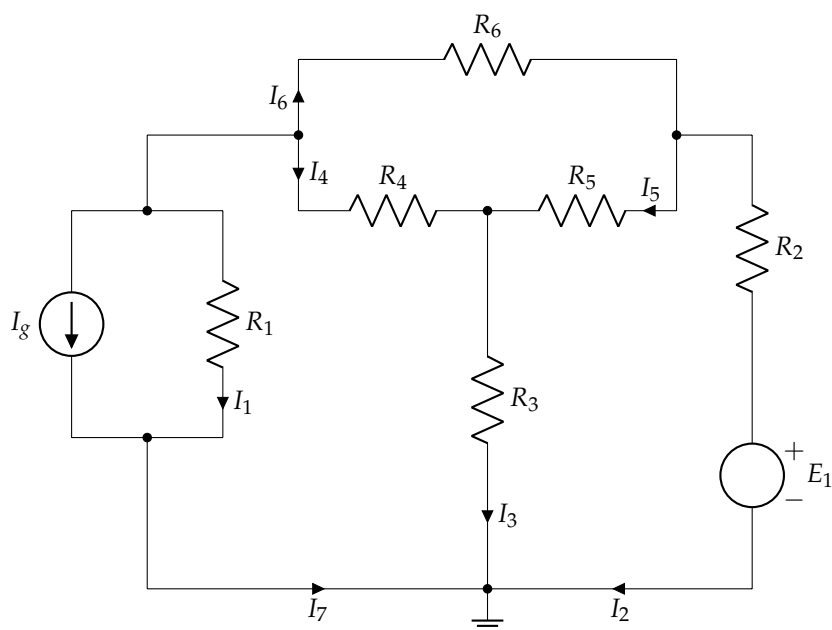
Datos:  $\epsilon_1 = 40 \text{ V}$ ;  $\epsilon_2 = 22 \text{ V}$ ;  $\epsilon_3 = 20 \text{ V}$ ;  $C_1 = C_2 = C_3 = 2 \mu\text{F}$ ;  $R_{g1} = R_{g2} = R_{g3} = 4 \Omega$ ;  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2 \Omega$ ;  $R_5 = R_6 = R_7 = 1 \Omega$



Sol.:  $I_1 = I_5 = 2 \text{ A}$ ;  $I_2 = I_3 = I_8 = I_{10} = -1 \text{ A}$ ;  $I_4 = I_7 = I_{11} = I_{12} = I_{13} = 0 \text{ A}$ ;  $I_6 = I_{14} = 1 \text{ A}$ ;  $E_{C1} = 0,676 \text{ mJ}$ ;  $E_{C2} = 0,576 \text{ mJ}$ ;  $E_{C3} = 1 \mu\text{J}$ ;  $P_g = P_R$

13. En el circuito de la figura, obtener las intensidades de corriente señaladas mediante un análisis por el método de las mallas y mediante un análisis por el método de los nudos.

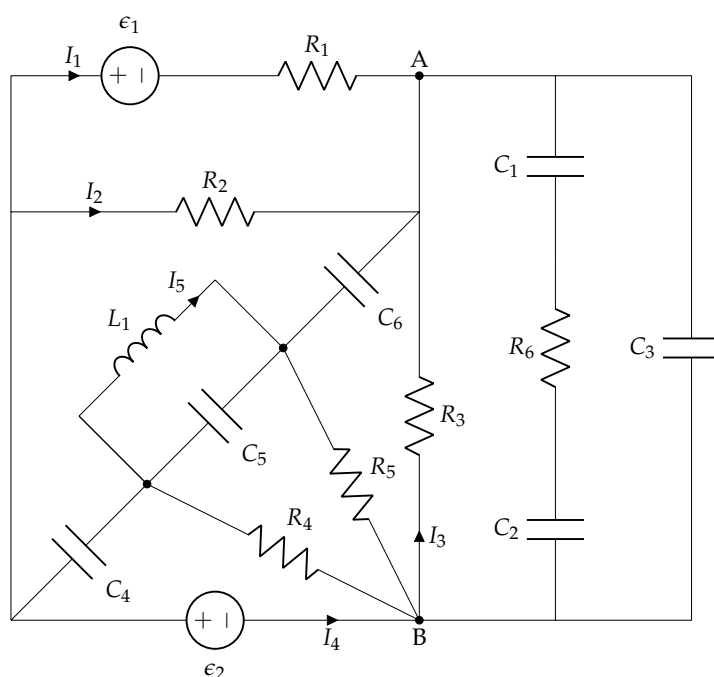
Datos:  $R_1 = 9\ \Omega$ ;  $R_2 = 4\ \Omega$ ;  $R_3 = 18\ \Omega$ ;  $R_4 = R_5 = R_6 = 20\ \Omega$ ;  $E_1 = 16\text{ V}$ ;  $I_g = 2\text{ A}$



Sol.:  $I_1 = -0,74\text{ A}$ ;  $I_2 = -1,33\text{ A}$ ;  $I_3 = 0,07\text{ A}$ ;  $I_4 = -0,39\text{ A}$ ;  $I_5 = 0,46\text{ A}$ ;  $I_6 = -0,87\text{ A}$ ;  $I_7 = 1,26\text{ A}$

14. Resolver el circuito por el método que se estime conveniente, obteniendo:

- El valor de las corrientes indicadas ( $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$ ).
- La carga y polaridad de  $C_1, C_2$  y  $C_3$ .
- La potencia entregada o absorbida por los elementos activos.



Datos:

$R_1 = R_2 = 2\ \Omega$   
 $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 1\ \Omega$   
 $C_i = i\ \mu\text{F}$   
 $L_1 = 1\text{ mH}$   
 $\epsilon_1 = 10\text{ V}$   
 $\epsilon_2 = 10\text{ V}$

Sol.:  $I_1 = -1,25\text{ A}$ ;  $I_2 = 3,75\text{ A}$ ;  $I_3 = I_4 = -2,5\text{ A}$ ;  $I_5 = 0\text{ A}$ ;  $q_1 = q_2 = \frac{5}{3}\ \mu\text{C}$ ;  $q_3 = 7,5\ \mu\text{C}$ ;  $P_{\epsilon_1} = 12,5\text{ W}$ ;  $P_{\epsilon_2} = 25\text{ W}$



---

## **Capítulo 2**

# **Corriente alterna monofásica**

---

## 2.1. Ejercicios

1. En un circuito serie RL con  $R = 5 \Omega$  y  $L = 0,06 \text{ H}$ , la tensión en bornes de la bobina es  $u_L(t) = 15 \sin(200t) \text{ V}$ . Determinar:

- La tensión total
- Intensidad de corriente
- Ángulo de desfase de la intensidad respecto de la tensión
- Impedancia del circuito

Sol.:  $\bar{Z}_{eq} = 5 + j12 \Omega$ ;  $\bar{I} = 0,88 / -90^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{U} = 11,48 / -22,5304^\circ \text{ V}$ ;  $\theta_I - \theta_U = -67,4696^\circ$

2. Una resistencia de  $5 \Omega$  y un condensador se unen en serie. La tensión en la resistencia es  $u_R(t) = 25 \cdot \sin(2000t + \pi/6) \text{ V}$ . Si la corriente está adelantada  $60^\circ$  respecto de la tensión aplicada, ¿cuál es el valor de la capacidad  $C$  del condensador?

Sol.:  $C = 100\sqrt{3}/3 \mu\text{F}$

3. Para determinar las constantes  $R$  y  $L$  de una bobina, se conecta en serie con una resistencia de  $25 \Omega$  y al conjunto se le aplica una fuente de tensión de  $120 \text{ V}$  a  $60 \text{ Hz}$ . Se miden las tensiones en bornes de la resistencia y de la bobina, obteniendo los valores  $U_R = 70,8 \text{ V}$  y  $U_B = 86 \text{ V}$ . ¿Cuáles son las constantes de la bobina en cuestión?

Sol.:  $R = 5 \Omega$ ;  $L = 79,5 \text{ mH}$

4. Un circuito serie RLC con  $R = 5 \Omega$ ,  $L = 0,02 \text{ H}$  y  $C = 80 \mu\text{F}$ , tiene aplicada una tensión senoidal de frecuencia variable. Determinar los valores de la pulsación  $\omega$  para los cuales la corriente:

- Adelanta  $45^\circ$  a la tensión
- Está en fase con ella
- Retrasa  $45^\circ$

Sol.:  $\omega = 675,39 \text{ rad/s}$ ;  $\omega = 790,57 \text{ rad/s}$ ;  $\omega = 925,39 \text{ rad/s}$

5. Determinar el triángulo de potencias de un circuito al que se le aplica una tensión  $u(t) = 340 \cdot \cos(\omega t - \pi/3) \text{ V}$  y por el que circula una intensidad de corriente  $i(t) = 13,3 \cdot \cos(\omega t - 0,85) \text{ A}$ .

Sol.:  $P = 2217,17 \text{ W}$ ;  $Q = -443,03 \text{ var}$ ;  $S = 2261 \text{ VA}$

6. En el esquema de la figura, los elementos tienen los siguientes valores:

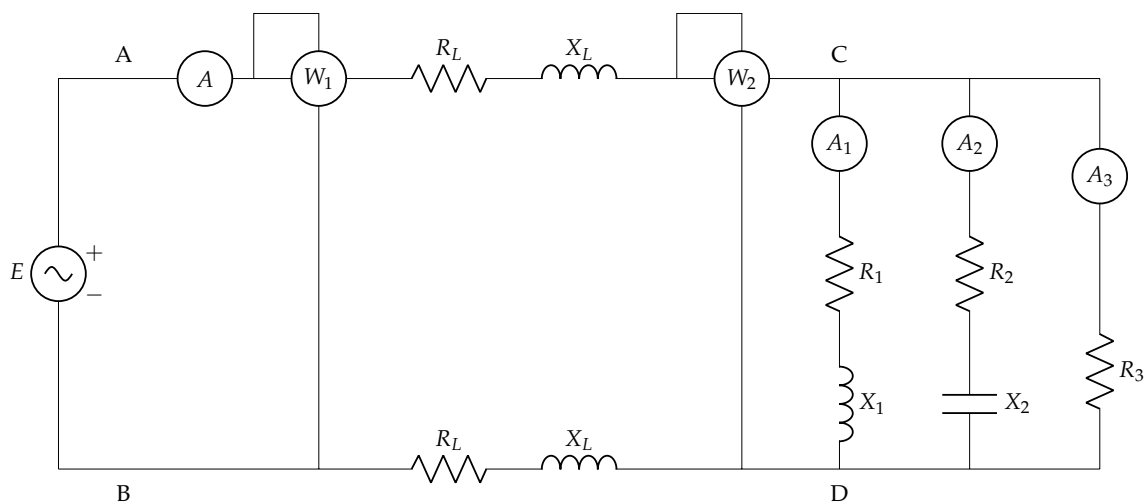
$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$$

$$X_1 = X_2 = 1 \Omega$$

$$R_L = X_L = 1 \Omega$$

Sabiendo que  $U_{CD} = 200 \text{ V}$ , se debe calcular:

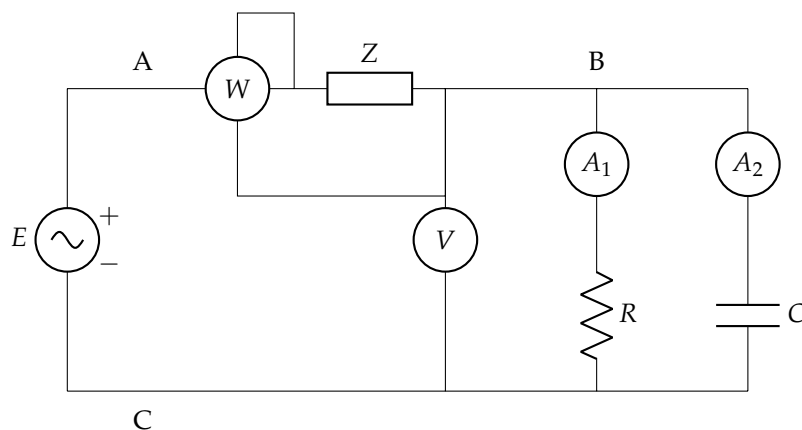
- Intensidades de corriente  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  en forma fasorial, tomando  $U_{CD}$  como referencia de fase
- Lectura de los vatímetros  $W_1$  y  $W_2$



Sol.:  $\bar{I}_1 = 19,9/-5,7106^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_2 = 19,9/5,7106^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_3 = 20/0^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I} = 59,6/0^\circ \text{ A}$ ;  $W_1 = 19\,024,3 \text{ W}$ ;  $W_2 = 11\,920 \text{ W}$

7. En el circuito de la figura, los amperímetros  $A_1$  y  $A_2$  marcan 4,5 A y 6 A, respectivamente, el voltímetro, 150 V, y el vatímetro, 900 W. Sabiendo que la frecuencia del generador es de 250 Hz y el f.d.p. de la impedancia  $Z$  es de 0,8 en retraso, calcula:

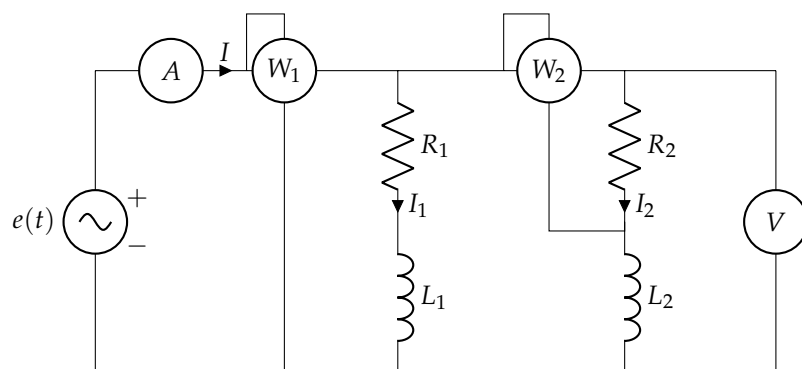
- Valores de  $R$ ,  $C$  y  $Z$  en forma compleja.
- La tensión del generador.
- Triángulo de potencias totales.



Sol.:  $\bar{R} = 33,33/0^\circ \Omega$ ;  $\bar{X}_C = -j25 \Omega$ ;  $\bar{Z} = 16 + j12 \Omega$ ;  $\bar{U}_{AC} = 212,13/45^\circ \text{ V}$ ;  $\bar{S} = 1575 - j225 \text{ VA}$

8. En el circuito de la figura, determinar las lecturas de los aparatos de medida y el balance de potencias activas y reactivas, así como el triángulo global de potencias.

Datos:  $e(t) = 100\sqrt{2}\cos(\omega t) \text{ V}$ ;  $R_1 = 2 \Omega$ ;  $R_2 = 4 \Omega$ ;  $\omega L_1 = 3 \Omega$ ;  $\omega L_2 = 4 \Omega$ .

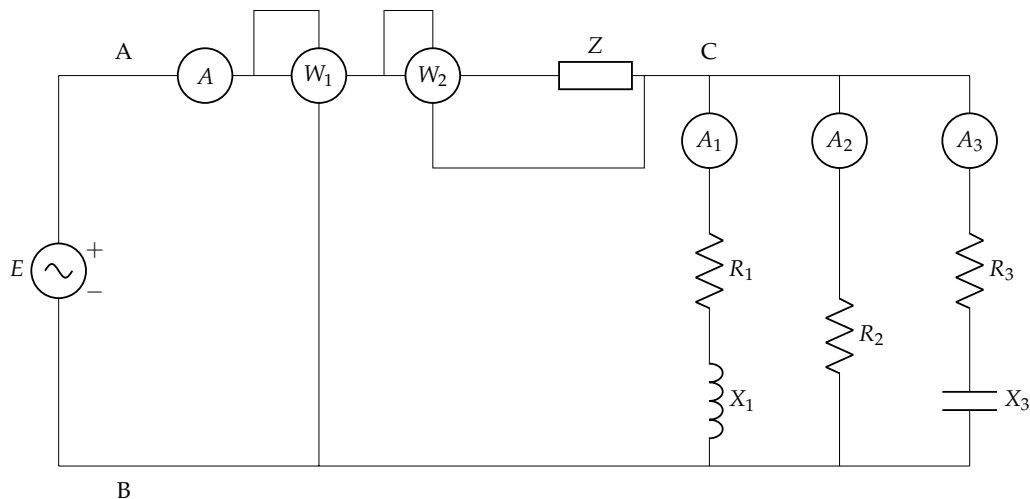


Sol.:  $V = 100 \text{ V}$ ;  $A = 45,20 \text{ A}$ ;  $W_1 = 2789,35 \text{ W}$ ;  $W_2 = 1250,33 \text{ W}$ ;  $P_{R1} = 1539,02 \text{ W}$ ;  $P_{R2} = 1250,33 \text{ W}$ ;  $Q_{L1} = 2308,52 \text{ var}$ ;  $Q_{L2} = 1250,33 \text{ var}$ ;  $P_T = 2789,35 \text{ W}$ ;  $Q_T = 3558,82 \text{ var}$ ;  $\bar{S}_T = 2789,35 + j3558,82 \text{ VA}$

9. El circuito de la figura tiene carácter inductivo. La impedancia de la línea es  $Z = 10\sqrt{2} \Omega$  con f.d.p.  $\sqrt{2}/2$  en retraso. Tomando como referencia de fases la intensidad total  $I$ , se pide calcular:

- Potencia activa y reactiva consumida por  $Z$ .
- Expresiones complejas de las intensidades medidas por los amperímetros  $A$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$ .
- Expresiones complejas de las tensiones  $U_{AB}$ ,  $U_{AC}$  y  $U_{CB}$ .
- Valores de  $R_1$ ,  $X_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  y  $X_3$ .

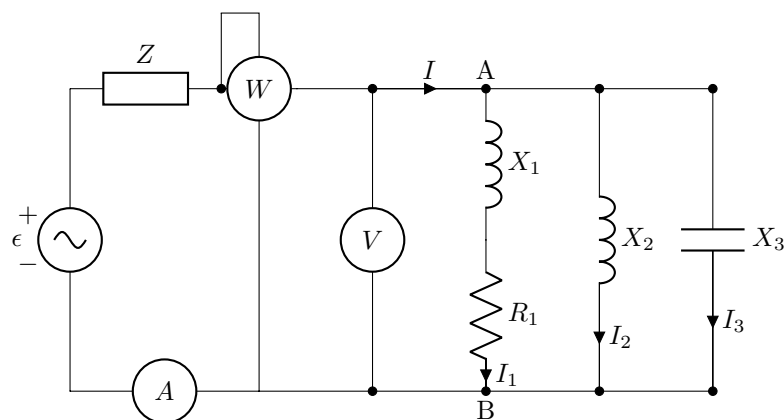
Datos:  $A = 5\sqrt{5} \text{ A}$ ;  $A_1 = 5\sqrt{2} \text{ A}$ ;  $A_2 = 5 \text{ A}$ ;  $A_3 = \sqrt{10} \text{ A}$ ;  $U_{AB} = 247 \text{ V}$ ;  $W_1 = 2350 \text{ W}$ ;  $R_1 = R_3$



Sol.:  $P_z = 1250 \text{ W}$ ;  $Q_z = 1250 \text{ var}$ ;  $\bar{I} = 5\sqrt{5}/0^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_1 = 5\sqrt{2}/-34,6711^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_2 = 5/10,3289^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_3 = \sqrt{10}/81,8940^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{U}_{AB} = 247/31,6823^\circ \text{ V}$ ;  $\bar{U}_{AC} = 50\sqrt{10}/45^\circ \text{ V}$ ;  $\bar{U}_{CB} = 100/10,3289^\circ \text{ V}$ ;  $R_1 = R_3 = 10 \Omega$ ;  $R_2 = 20 \Omega$ ;  $X_1 = 10 \Omega$ ;  $X_3 = 30 \Omega$

10. La potencia reactiva del circuito de la figura es 80 var de tipo capacitivo. La tensión en la impedancia  $Z$  está en fase con la intensidad  $I_1$  y las lecturas de los aparatos son  $A = 4 \text{ A}$ ,  $V = 50 \text{ V}$ ,  $W = 200 \text{ W}$ . Sabiendo que  $R_1 = 10 \Omega$  y  $X_2 = 50 \Omega$ , calcula:

- Las corrientes  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  en forma fasorial.
- Las reactancias  $X_1$ ,  $X_3$ , y la impedancia  $\bar{Z}$ .
- La fuerza electromotriz  $\bar{e}$ .



Sol.:  $\bar{I} = 4/0^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_1 = 2\sqrt{5}/-26,56^\circ \text{ A}$ ;  $\bar{I}_2 = 1/-90^\circ \text{ A}$ ;  $X_1 = 5 \Omega$ ;  $X_3 = \frac{50}{3} \Omega$ ;  $\bar{Z} = 10 - j5 \Omega$

11. Un motor monofásico de  $S = 10 \text{ kVA}$  y  $fdp = 0,8$  está alimentado por una fuente de  $230 \text{ V}$  a  $f = 50 \text{ Hz}$ . Calcular:

- El valor eficaz de la corriente absorbida por el motor.
- La potencia aparente del generador.
- La capacidad del condensador necesario para compensar el factor de potencia a la unidad.
- El valor eficaz de la corriente absorbida por el conjunto condensador-motor.
- La potencia aparente del generador necesario una vez conectado el condensador del tercer apartado.
- Compara de forma razonada los resultados de los apartados 4 y 5 con los valores calculados en los apartados 1 y 2.



Sol.:  $I = 43,5 \text{ A}$ ;  $S_g = 10 \text{ kVA}$ ;  $C = 361 \mu\text{F}$ ;  $I' = 34,78 \text{ A}$ ;  $S'_g = 8 \text{ kVA}$

12. Un generador de corriente alterna monofásica ( $f = 50 \text{ Hz}$ ) alimenta a dos cargas a través de una línea de cobre. Esta línea, de resistividad  $\rho = 21 \text{ m}\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , tiene una longitud de  $100 \text{ m}$  y una sección de  $16 \text{ mm}^2$ . Las dos cargas, cuya tensión de alimentación es de  $230 \text{ V}$ , son dos motores, uno con potencia de  $7 \text{ kW}$  y f.d.p. de  $0,65$ , y otro con una potencia de  $5 \text{ kW}$  y f.d.p. de  $0,85$ . Con esta información, se pide calcular:

- Triángulo de potencias de cada carga y del conjunto de ambas.
- Valor eficaz de las corrientes en cada carga y de la corriente total.
- Triángulo de potencias del generador.
- Valor eficaz de la tensión en bornes del generador.
- Capacidad del condensador a instalar en bornes de las cargas para mejorar el factor de potencia a  $0,95$ .
- Valor eficaz de la corriente entregada por el generador una vez instalado el condensador.
- Triángulo de potencias del generador una vez instalado el condensador.

Sol.:  $P_1 = 7000 \text{ W}$ ;  $Q_1 = 8183,91 \text{ var}$ ;  $S_1 = 10769,23 \text{ VA}$ ;  $P_2 = 5000 \text{ W}$ ;  $Q_2 = 3098,72 \text{ var}$ ;  $S_2 = 5882,53 \text{ VA}$ ;  $P_T = 12000 \text{ W}$ ;  $Q_T = 11282,63 \text{ var}$ ;  $S_T = 16471,12 \text{ VA}$ ;  $I_1 = 46,82 \text{ A}$ ;  $I_2 = 25,58 \text{ A}$ ;  $I_T = 71,62 \text{ A}$ ;  $P_g = 13346,23 \text{ W}$ ;  $Q_g = 11282,63 \text{ var}$ ;  $S_g = 17476,26 \text{ VA}$ ;  $U_g = 244,4 \text{ V}$ ;  $C = 441,66 \mu\text{F}$ ;  $I' = 54,92 \text{ A}$ ;  $P'_g = 12791,75 \text{ W}$ ;  $Q'_g = 3944,21 \text{ var}$ ;  $S'_g = 13386,02 \text{ VA}$

13. Un generador de corriente alterna monofásica ( $f = 50 \text{ Hz}$ ) alimenta a dos cargas a través de una línea de cobre. Esta línea, de resistividad  $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , tiene una longitud de  $40 \text{ m}$  y una sección de  $6 \text{ mm}^2$ . Las dos cargas, cuya tensión de alimentación es de  $200 \text{ V}$ , son:

- a) Un motor de  $7 \text{ kW}$  con f.d.p.  $0,7$ .
- b) Un grupo de lámparas fluorescentes con potencia total  $200 \text{ W}$  y f.d.p.  $0,5$ .

Se pide:

- Esquema del circuito señalando adecuadamente los elementos, corrientes y tensiones
- Potencias activa, reactiva y aparente de cada carga
- Valor eficaz de las corrientes en cada carga, y de la corriente total
- Potencia activa y reactiva entregada por el generador
- Valor eficaz de la tensión en bornes del generador
- Capacidad necesaria a instalar en bornes de las cargas para mejorar el factor de potencia de las mismas a la unidad
- Valor eficaz de la tensión en bornes del generador, y potencia aparente entregada por el mismo una vez instalada la capacidad determinada en el apartado anterior

Sol.:  $P_M = 7000 \text{ W}$ ;  $Q_M = 7141,43 \text{ var}$ ;  $S_M = 10000 \text{ VA}$ ;  $P_F = 200 \text{ W}$ ;  $Q_F = 346,41 \text{ var}$ ;  $S_F = 400 \text{ VA}$ ;  $I_M = 50 \text{ A}$ ;  $I_F = 2 \text{ A}$ ;  $I_T = 51,94 \text{ A}$ ;  $P_g = 7811,50 \text{ W}$ ;  $Q_g = 7487,8 \text{ var}$ ;  $U_g = 208,33 \text{ V}$ ;  $C = 595,86 \mu\text{F}$ ;  $U'_g = 207,92 \text{ V}$ ;  $S'_g = 7485,12 \text{ VA}$

14. Un generador de corriente alterna ( $f = 50 \text{ Hz}$ ) alimenta una instalación eléctrica a través de una línea de cobre ( $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) de  $25 \text{ mm}^2$  de sección. La instalación eléctrica está compuesta por un motor de  $S_m = 10 \text{ kVA}$  y fdp  $= 0,8$ , una instalación de alumbrado fluorescente de  $P_f = 800 \text{ W}$  y fdp  $= 0,9$ , y diversas cargas electrónicas con una potencia conjunta  $P_e = 540 \text{ W}$  y fdp  $= 0,5$  en retraso.

Suponiendo que las cargas trabajan a su tensión nominal de  $230 \text{ V}$  y que están situadas a  $100 \text{ m}$  del generador, calcule:

- a) Triángulo de potencias total de las cargas ( $P_T$ ,  $Q_T$ ,  $S_T$ ) y factor de potencia.
- b) Valor eficaz de la corriente que circula por la línea.
- c) Potencia disipada en la línea.
- d) Triángulo de potencias del generador ( $P_g$ ,  $Q_g$ ,  $S_g$ ) y factor de potencia.

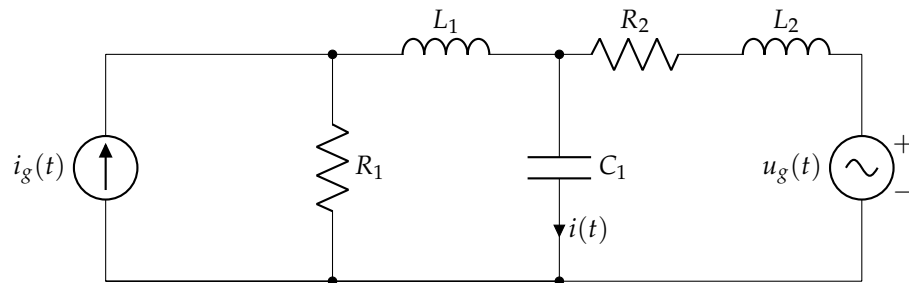
- e) Valor eficaz de la tensión de salida del generador.
- f) Capacidad del banco de condensadores a instalar en bornes de la carga necesario para reducir la corriente que circula por la línea a un valor de 45 A.

Independientemente del resultado obtenido, suponga que la capacidad instalada es  $C = 172 \mu\text{F}$ . En estas condiciones, calcule:

- g) Potencia aparente de las cargas (incluyendo al banco de condensadores)
- h) Valor eficaz de la corriente que circula por la línea y potencia disipada en la misma.
- i) Triángulo de potencias del generador y factor de potencia.
- j) Tensión de trabajo del generador.

Sol.  $S_T = 11\,868,4 \text{ VA}$ ;  $I = 51,6 \text{ A}$ ;  $P_L = 362,1 \text{ W}$ ;  $S_g = 12\,155,4 \text{ VA}$ ;  $U_g = 235,6 \text{ V}$ ;  $C = 172,3 \mu\text{F}$ ;  $S'_T = 10\,350,1 \text{ VA}$ ;  $I' = 45 \text{ A}$ ;  $S'_g = 10\,599,2 \text{ VA}$ ;  $U'_g = 235,5 \text{ V}$

15. Calcular la corriente  $i(t)$  del circuito de la figura.



Datos:  $i_g(t) = 10\sqrt{2} \sin(100t) \text{ A}$ ;  $R_1 = R_2 = 1 \Omega$ ;  $L_1 = L_2 = 0,01 \text{ H}$ ;  $C_1 = 0,01 \text{ F}$ ;  $u_g(t) = 10\sqrt{2} \cos(100t) \text{ V}$

Sol.:  $i(t) = 10\sqrt{2} \cos(100t) \text{ A}$

---

## **Capítulo 3**

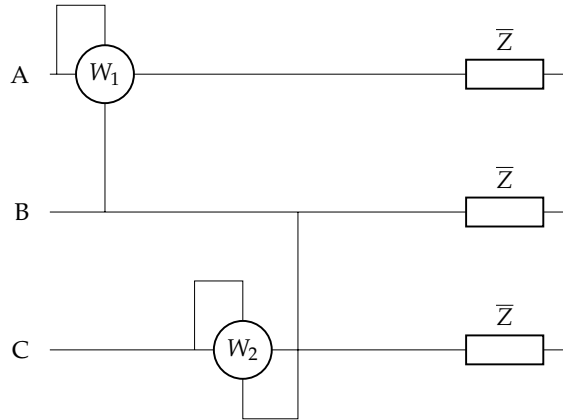
# **Sistemas trifásicos**

---

## 3.1. Ejercicios

1. El receptor trifásico de la figura tiene secuencia de fases inversa y tensión de línea  $200\sqrt{3}$  V. Su potencia activa es 12 kW, y el vatímetro 2 ( $W_2$ ) indica 6 kW. Hallar:

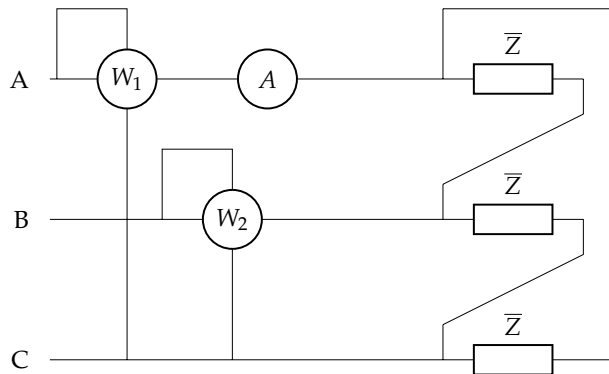
- Valor de la impedancia  $\bar{Z}$ , en forma compleja.
- Fasores correspondientes a las intensidades de línea.



Sol.:  $\bar{Z} = 10\angle 0^\circ \Omega$ ;  $\bar{I}_A = 20\angle -90^\circ$  A;  $\bar{I}_B = 20\angle 30^\circ$  A;  $\bar{I}_C = 20\angle 150^\circ$  A

2. En el sistema trifásico de la figura, de secuencia de fases directa y  $f = 60$  Hz, el receptor equilibrado disipa una potencia total  $P_T = 51984$  W con un factor de potencia de 0,6 en retraso. Sabiendo que el amperímetro indica  $76\sqrt{3}$  A, determinar:

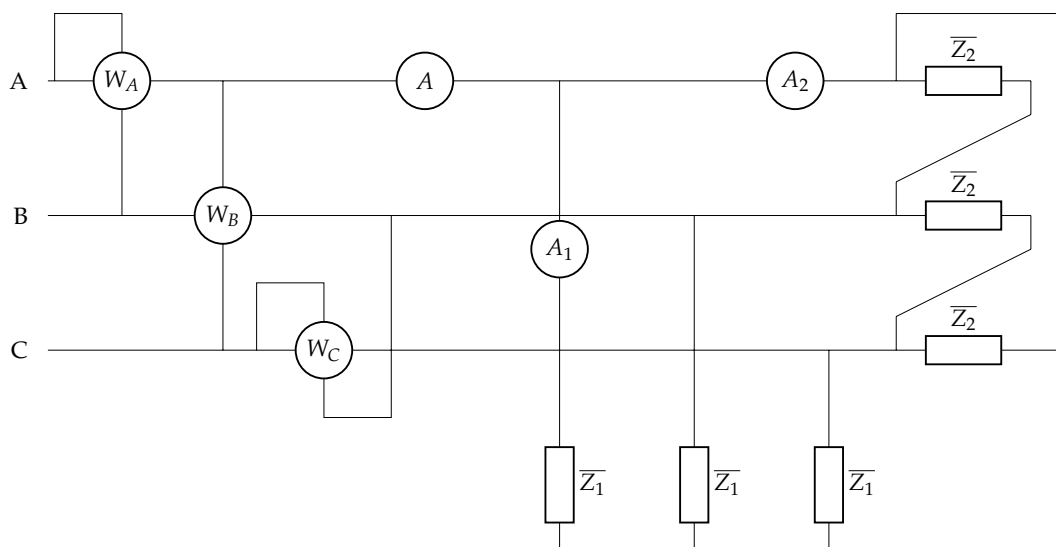
- Lecturas de los vatímetros 1 y 2
- Valor de la impedancia  $\bar{Z}$  en forma compleja
- Capacidad mínima para mejorar el factor de potencia a 0,95



Sol.:  $W_1 = 46000,65$  W;  $W_2 = 5983,35$  W;  $\bar{Z} = 3 + j4 \Omega$ ;  $C_\Delta = 319,8 \mu\text{F}$

3. En el sistema trifásico de la figura, de secuencia de fases inversa y tensión de línea  $200\sqrt{3}$  V, los dos receptores son equilibrados, con impedancias  $\bar{Z}_1 = 6 + j8 \Omega$  y  $\bar{Z}_2 = 8 + j6 \Omega$ . Determinar:

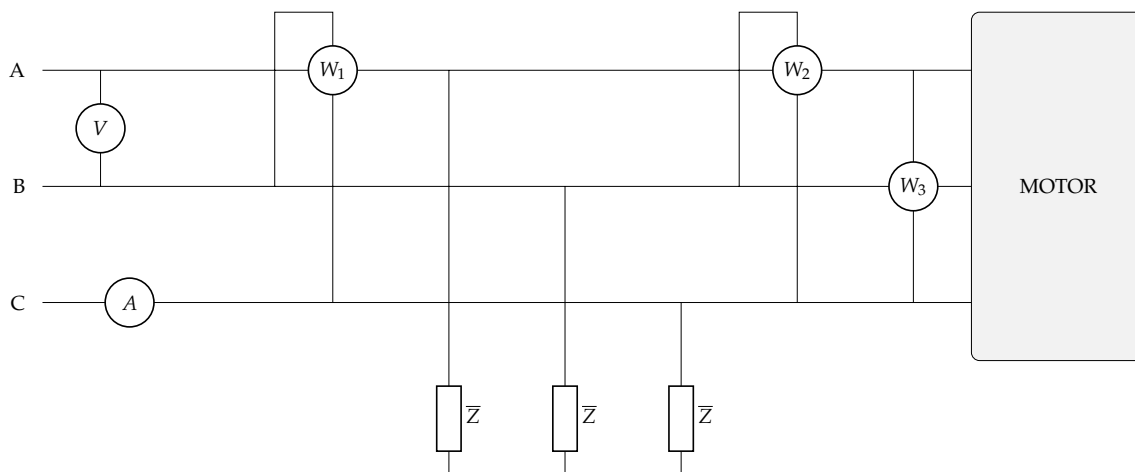
- Lecturas de los amperímetros.
- Lecturas de los vatímetros y la potencia compleja total.



Sol.:  $A = 79,40 \text{ A}$ ;  $A_1 = 20 \text{ A}$ ;  $A_2 = 60 \text{ A}$ ;  $W_A = 27\,007,43 \text{ W}$ ;  $W_B = 18\,013,85 \text{ W}$ ;  $W_C = 8993,58 \text{ W}$ ;  $\bar{S}_T = 36 + j31,2 \text{ kVA}$

4. El sistema trifásico de la figura es de 380 V a 50 Hz y secuencia de fases inversa.  $\bar{Z}$  es un elemento pasivo ideal, tal que el factor global de potencia es la unidad. El motor es de 1,8 CV, rendimiento 90 % y factor de potencia 0,8. Determinar:

- Impedancia  $\bar{Z}$  en forma compleja.
- Intensidad en el motor.
- Fasores intensidad de línea.
- Lectura de los aparatos de medida: V, A,  $W_1$ ,  $W_2$  y  $W_3$ .



Sol.:  $\bar{Z} = -j129,76 \Omega/\text{fase}$ ;  $I_M = 2,83 \text{ A}$ ;  $\bar{I}_A = 2,27/\underline{-90^\circ} \text{ A}$ ;  $\bar{I}_B = 2,27/\underline{30^\circ} \text{ A}$ ;  $\bar{I}_C = 2,27/\underline{150^\circ} \text{ A}$ ;  $W_1 = 0$ ;  $W_2 = -645,24 \text{ W}$ ;  $W_3 = 645,24 \text{ W}$

5. Una plantación agrícola emplea dos bombas sumergibles para extraer agua de un pozo y transportarla a través de un sistema de riego por goteo. Estas dos bombas están alimentadas a 400 V por una línea trifásica en secuencia de fases directa y frecuencia 50 Hz. Una de las bombas funciona con un motor trifásico de 30 kW y factor de potencia de 0,78. La otra bomba trabaja con un motor de 7,5 kW y factor de potencia de 0,67. La línea que alimenta estas dos bombas es resistiva, con resistividad  $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , longitud de 300 m y una sección de  $35 \text{ mm}^2$ .

- a) Calcula el triángulo de potencias (potencia activa, reactiva, y aparente) de cada carga, y total de las cargas (a la salida de la línea).

- Calcula el valor eficaz de la corriente de línea de cada carga y de la corriente total.
- Determina la lectura de los siguientes aparatos de medida conectados a la entrada de las cargas:
  - Un vatímetro en la fase A, midiendo tensión entre las fases A y C.
  - Un vatímetro en la fase B, midiendo tensión entre las fases B y C.
  - Un vatímetro en la fase C, midiendo tensión entre las fases B y A.
- Calcula el triángulo de potencias a la entrada de la línea.
- Calcula el valor eficaz de la tensión a la entrada de la línea.
- Calcula los condensadores que se deben conectar a la salida de la línea para mejorar el factor de potencia del sistema hasta la unidad. Indica modo de conexión más eficiente.

Una vez conectados los condensadores del último apartado:

- Calcula el valor eficaz de la corriente de línea total.
- Calcula el triángulo de potencias a la entrada de la línea.
- Calcule el valor eficaz de la tensión a la entrada de la línea.
- Determina la lectura de los vatímetros descritos anteriormente.

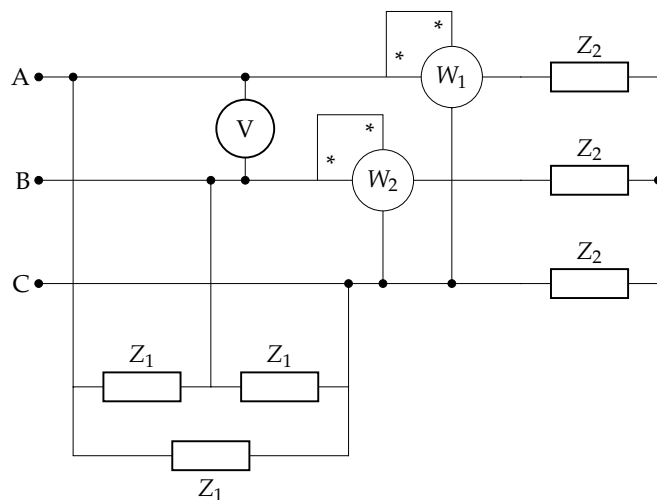
Sol.:  $P_1 = 30 \text{ kW}$ ;  $Q_1 = 24,06 \text{ kvar}$ ;  $S_1 = 38,46 \text{ kVA}$ ;  $P_2 = 7,5 \text{ kW}$ ;  $Q_2 = 8,31 \text{ kvar}$ ;  $S_2 = 11,19 \text{ kVA}$ ;  $P_T = 37,5 \text{ kW}$ ;  $Q_T = 32,37 \text{ kvar}$ ;  $S_T = 49,54 \text{ kVA}$ ;  $I_1 = 55,51 \text{ A}$ ;  $I_2 = 16,15 \text{ A}$ ;  $I_T = 71,5 \text{ A}$ ;  $W_{A,AC} = 28,09 \text{ kW}$ ;  $W_{B,BC} = 9,41 \text{ kW}$ ;  $W_{C,BA} = -18,66 \text{ kW}$ ;  $P_g = 39,73 \text{ kW}$ ;  $Q_g = 32,33 \text{ kvar}$ ;  $S_g = 51,22 \text{ kVA}$ ;  $U_g = 413,64 \text{ V}$ ;  $C_\Delta = 214,4 \mu\text{F/fase}$ ;  $I'_T = 54,13 \text{ A}$ ;  $P'_g = 38,78 \text{ kW}$ ;  $Q'_g = 0 \text{ var}$ ;  $S'_g = 38,78 \text{ kVA}$ ;  $U'_g = 413,63 \text{ V}$ ;  $W'_{A,AC} = 18,75 \text{ kW}$ ;  $W'_{B,BC} = 18,75 \text{ kW}$ ;  $W'_{C,BA} = 0 \text{ kW}$

6. El circuito de la figura es de secuencia de fases directa y 50 Hz. Determinar:

- Potencias activas y reactivas totales.
- Capacidad mínima de los condensadores a instalar para mejorar el factor de potencia total hasta la unidad.
- Intensidades de línea, en forma fasorial, una vez mejorado el factor de potencia.

Datos:

$$\begin{aligned}\bar{Z}_1 &= 100/\underline{60^\circ} \Omega \\ W_1 &= 300 \text{ W} \\ W_2 &= 300 \text{ W} \\ V &= 200\sqrt{3} \text{ V}\end{aligned}$$

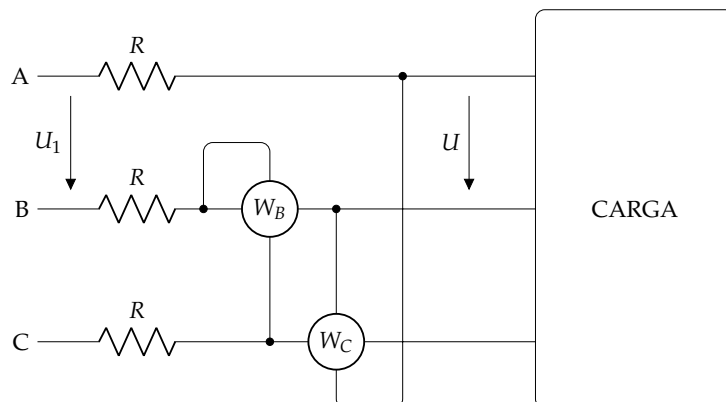


Sol.:  $P_T = 2400 \text{ W}$ ;  $Q_T = 1800\sqrt{3} \text{ var}$ ;  $C = 27,57 \mu\text{F/fase}$ ;  $\bar{I}_A = 4/\underline{90^\circ} \text{ A}$ ;  $\bar{I}_B = 4/\underline{-30^\circ} \text{ A}$ ;  $\bar{I}_C = 4/\underline{-150^\circ} \text{ A}$

7. En la figura, dos vatímetros miden una carga trifásica inductiva equilibrada, alimentada a una tensión  $U = 400 \text{ V}$ . El vatímetro  $W_B$  indica una lectura de  $11\,320 \text{ W}$ , y el vatímetro  $W_C$  indica una lectura de  $1815 \text{ W}$ . A partir de esta información se pide:

- Determinar la secuencia de fases del sistema.
- Triángulo de potencias de la carga.
- Impedancia equivalente de la carga en estrella y en triángulo.

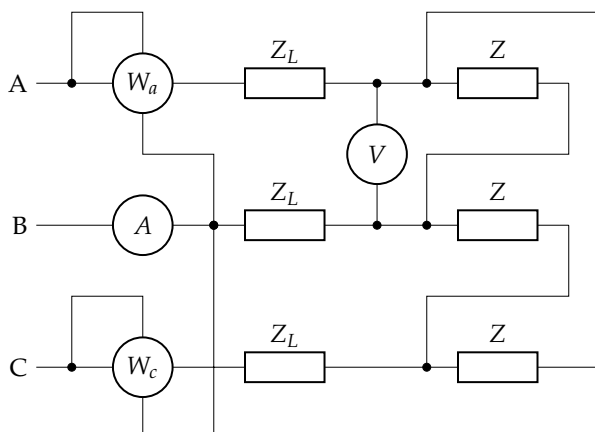
- d) Tensión de alimentación a la entrada de la línea  $U_1$ , sabiendo que la línea de alimentación es resistiva pura con valor  $R = 0,1 \Omega$ .
- e) Capacidad de los condensadores que se deben conectar en bornes de la carga para conseguir mejorar su factor de potencia a la unidad. Determinar las nuevas lecturas de los vatímetros  $W_B$  y  $W_C$ .



Sol.: SFI;  $P = 20\,825\text{ W}$ ;  $Q = 3143,7\text{ var}$ ;  $\bar{S} = 21\,060,9/8,58^\circ\text{ VA}$ ;  $\bar{Z}_\Delta = 22,8/8,58^\circ\Omega$ ;  $\bar{Z}_Y = 7,6/8,58^\circ\Omega$ ;  $U_1 = 405,21\text{ V}$ ;  $C_\Delta = 20,85\mu\text{F}$ ;  $W'_B = 10\,412,5\text{ W}$ ;  $W'_C = 0\text{ W}$

8. Del circuito de la figura se sabe que tiene una secuencia de fases directa ABC. El amperímetro indica 5 A, el voltímetro 400 V, y los vatímetros A y C muestran una lectura idéntica. Se pide:
- Valor de la impedancia  $Z$  en forma compleja.
  - Expresión fasorial de todas las intensidades del circuito.
  - Lecturas de los vatímetros A y C.

Dato:  $\bar{Z}_L = 1 + j\Omega$



Sol.:  $\bar{Z} = 138,5 - j3\Omega$ ;  $\bar{I}_{AB} = 2,89/121,24^\circ\text{ A}$ ;  $\bar{I}_{BC} = 2,89/1,24^\circ\text{ A}$ ;  $\bar{I}_{CA} = 2,89/-118,76^\circ\text{ A}$ ;  $\bar{I}_A = 5/91,24^\circ\text{ A}$ ;  $\bar{I}_B = 5/-28,76^\circ\text{ A}$ ;  $\bar{I}_C = 5/-148,76^\circ\text{ A}$ ;  $W_a = W_c = 1768,8\text{ W}$

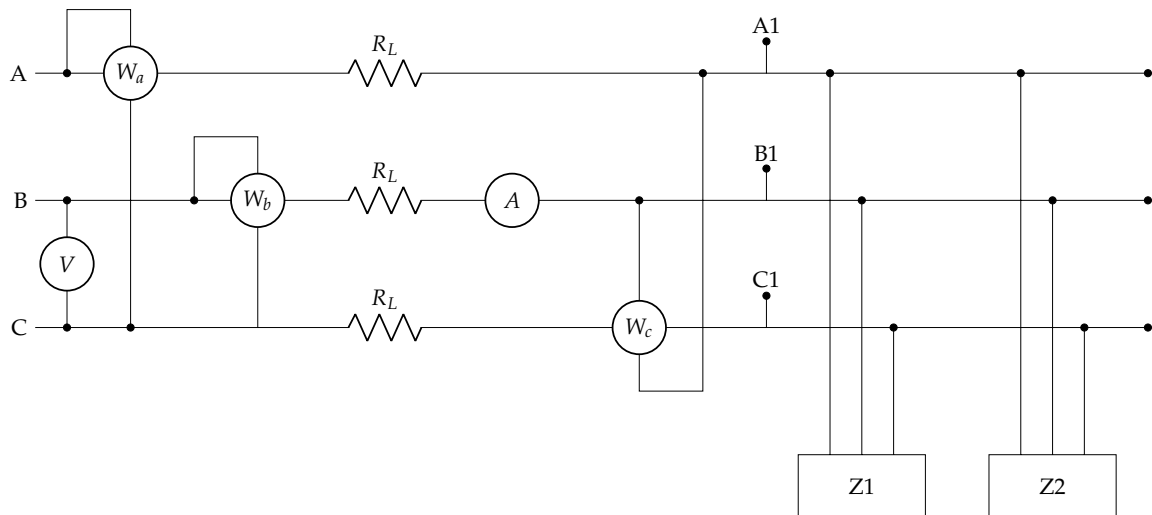
9. En el circuito de la figura se debe determinar:

- Lectura del vatímetro  $W_c$ .
- Lectura del amperímetro.
- Factor de potencia total de las cargas (en retraso o adelanto).
- Lectura de los vatímetros  $W_a$  y  $W_b$ .
- Lectura del voltímetro.

- f) Valor de los condensadores conectados en  $A_1B_1C_1$  para que el f.d.p. en ese punto sea la unidad.
- g) Lecturas de los cinco aparatos de medida tras el apartado anterior.

Datos:

- Secuencia de fases directa,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $(A_1B_1C_1) U_1 = 420 \text{ V}$ .
- $Z_1$ : motor de 10 CV, con  $\eta = 0,83$ , y f.d.p. de 0,9.
- $Z_2$ : conjunto de iluminación fluorescente, con  $P = 2400 \text{ W}$ , y f.d.p. de 0,85.
- $R_L = 1 \Omega$ .



Sol.:  $W_c = -3338,3 \text{ W}$ ;  $A = 17,41 \text{ A}$ ;  $fdp = 0,89$ ;  $W_A = 7757,6 \text{ W}$ ;  $W_B = 4419,27 \text{ W}$ ;  $U' = 447,02 \text{ V}$ ;  $C = 34,78 \mu\text{F}$

10. Una línea ideal trifásica de 4 hilos alimenta a dos cargas a una tensión de 400 V en secuencia de fases inversa (SFI) y frecuencia 50 Hz.

Las cargas tienen las siguientes características:

- Un motor trifásico de 70 kW y f.d.p. de 0,8.
- Un conjunto equilibrado de 90 lámparas fluorescentes. Las características de cada lámpara son: potencia de 12 W, f.d.p. de 0,7 en retraso, tensión 230 V.

Con esta información se pide:

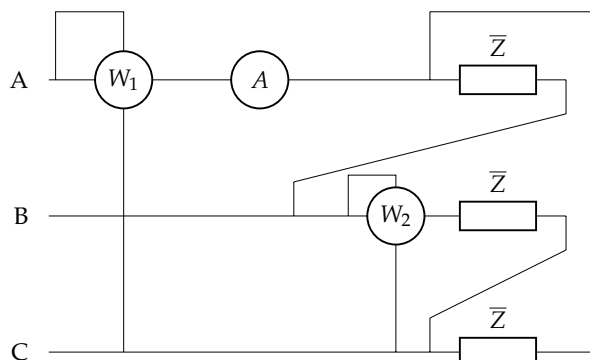
- a) Conectar adecuadamente los siguientes aparatos de medida antes de las cargas:
- Un voltímetro que mida la tensión de línea (etiquetado como  $V_L$ ) y otro voltímetro que mida la tensión de fase (etiquetado como  $V_F$ ).
  - Un vatímetro que permita calcular la potencia reactiva total del sistema (etiquetado como  $W_r$ ).
  - Dos vatímetros que, de forma conjunta, permitan calcular la potencia activa total del sistema (etiquetados como  $W_X$  y  $W_Y$ ).
- b) Calcular el valor eficaz de la corriente de línea total.
- c) Calcular la lectura de cada uno de los aparatos de medida del primer apartado.
- d) Calcular los condensadores necesarios para mejorar el factor de potencia hasta 0,9, indicando cómo se deben conectar.
- e) Una vez conectados los condensadores del anterior apartado, determinar la corriente de línea y la lectura de todos los aparatos de medida del apartado 2.



Sol.:  $I = 128,5 \text{ A}$ ;  $V_L = 400 \text{ V}$ ;  $V_F = 230,9 \text{ V}$ ;  $W_r = 30\,947 \text{ W}$ ;  $W_X = 20\,666,5 \text{ W}$ ;  $W_Y = 51\,013,5 \text{ W}$ ;  $C = 127,2 \mu\text{F}$ ;  $I' = 114 \text{ A}$ ;  $W'_X = 25\,602,2 \text{ W}$ ;  $W'_Y = 45\,477,8 \text{ W}$ ;  $W'_R = 19\,875,6 \text{ W}$

11. En el sistema de la figura de secuencia de fases directa y frecuencia  $f = 60 \text{ Hz}$ , se dispone de un receptor equilibrado con una potencia total  $P_T = 51\,984 \text{ W}$  y factor de potencia de 0,6 en retraso. Sabiendo que el amperímetro marca  $76\sqrt{3} \text{ A}$ , determinar:

- Medida de los vatímetros 1 y 2.
- Valor de la impedancia  $\bar{Z}$  en forma módulo-argumento.
- Valor de la capacidad mínima para mejorar el factor de potencia a 0,95 en retraso.
- Valor de la impedancia equivalente en estrella.



Sol.:  $W_1 = 46\,001 \text{ W}$ ;  $W_2 = 17\,328 \text{ W}$ ;  $\bar{Z} = 5/\underline{53,13^\circ} \Omega$

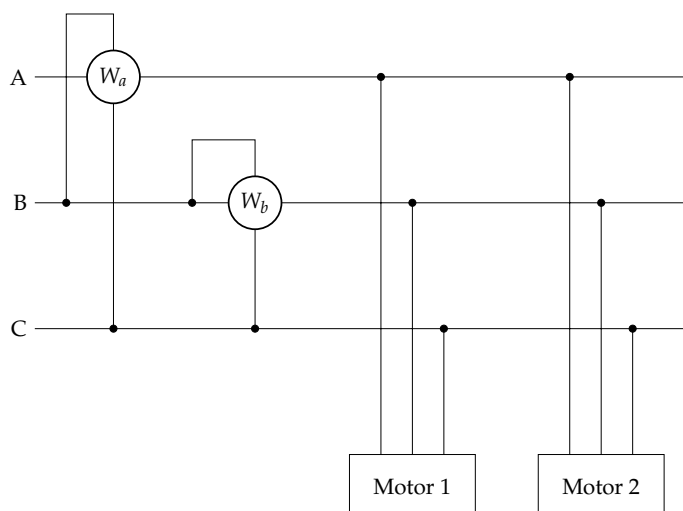
12. Un sistema trifásico a cuatro hilos de 200 V, 50 Hz y secuencia de fases directa está constituido por un motor a cuatro hilos de 3200 W de potencia y factor de potencia de 0,9, y un triángulo de impedancias  $20/\underline{30^\circ} \Omega$ . Con esta información, se debe determinar:

- Impedancia equivalente del motor.
- Impedancia equivalente de todo el sistema.

Sol.:  $\bar{Z}_{m\Delta} = 11,25/\underline{25,84^\circ} \Omega$ ;  $\bar{Z}_{\Delta} = 4,19/\underline{28,45^\circ} \Omega$

13. En el circuito de la figura la tensión es  $275\sqrt{3} \text{ V}$ . Los motores 1 y 2 tienen factores de potencia 0,96 y 0,8, respectivamente. El vatímetro  $W_a$  da una lectura de  $2420\sqrt{3} \text{ W}$ . Al medir las intensidades de los motores se comprueba que son iguales en ambos. Con esta información se debe determinar:

- Secuencia de fases del sistema.
- Lectura del vatímetro  $W_b$ .
- Impedancias de cada uno de los motores e impedancia equivalente del conjunto.



Sol.: SFD;  $W_b = 5164,2 \text{ W}$ ;  $\bar{Z}_{1\Delta} = 27,5/\underline{16,26^\circ} \Omega$ ;  $\bar{Z}_{2\Delta} = 27,5/\underline{36,87^\circ} \Omega$ ;  $\bar{Z}_{\Delta} = 13,97/\underline{26,56^\circ} \Omega$



---

## Capítulo 4

### Teoremas generales

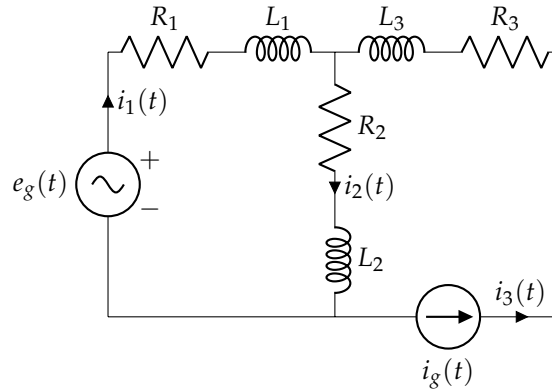
---

## 4.1. Ejercicios

1. Del circuito de la figura, obtener:

- Expresiones analíticas de las intensidades  $i_1(t)$  e  $i_2(t)$ .
- Potencia disipada por todas las resistencias.

Datos:  $e_g(t) = 50\sqrt{2}\cos(1000t)$  V;  $i_g(t) = 10$  A;  $R_1 = R_2 = 2\Omega$ ;  $R_3 = 7\Omega$ ;  $L_1 = L_2 = 1$  mH;  $L_3 = 2$  mH

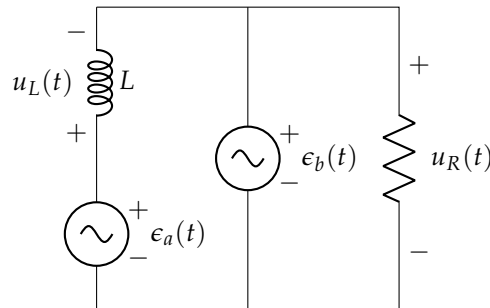


Sol.:  $i_1(t) = -5 + 5\sqrt{10}\cos(1000t - 0,46)$  A;  $i_2(t) = 5 + 5\sqrt{10}\cos(1000t - 0,46)$  A;  $P_T = 1300$  W

2. En el circuito de la figura, determina:

- $u_R(t)$  y  $u_L(t)$ .
- Balance de potencias activas.

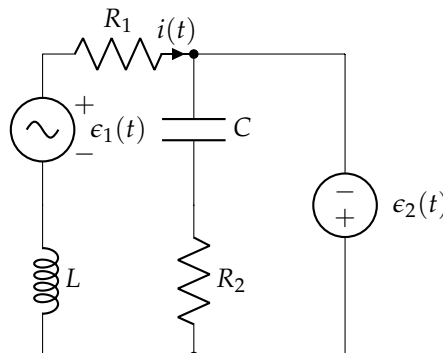
Datos:  $e_a(t) = 3\sqrt{2}\sin(10^3t)$  V;  $e_b(t) = 30\sqrt{2}\sin(10^4t)$  V;  $R = 30\Omega$ ;  $L = 3$  mH



Sol.:  $u_R(t) = 30\sqrt{2}\sin(10^4t)$  V;  $u_L(t) = 3\sqrt{2}\sin(10^3t) - 30\sqrt{2}\sin(10^4t)$  V;  $P_R = 30$  W;  $P_e = 30$  W

3. El circuito de la figura se encuentra en régimen permanente. Determinar analíticamente la expresión de  $i(t)$ , así como las potencias entregadas por los generadores y disipadas por las resistencias  $R_1$  y  $R_2$ .

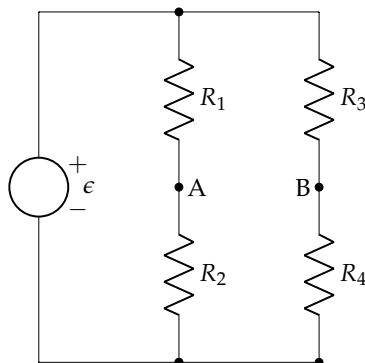
Datos:  $e_1(t) = 50\sin(1000t)$  V;  $e_2(t) = 30$  V;  $R_1 = 6\Omega$ ;  $R_2 = 6\Omega$ ;  $L = 8$  mH;  $C = 10\mu\text{F}$



Sol.:  $i(t) = 5 + 5 \sin(1000t - 0,9273)A$ ;  $P_{R1} = 225W$ ;  $P_{R2} = 0W$ ;  $P_{\epsilon} = 225W$

4. Obtener el generador equivalente de Thévenin del circuito de la figura respecto de A y B. A partir de este generador, calcula la resistencia a colocar en A-B para obtener la máxima potencia, calculando esta potencia y la potencia entregada por el generador  $\epsilon$ .

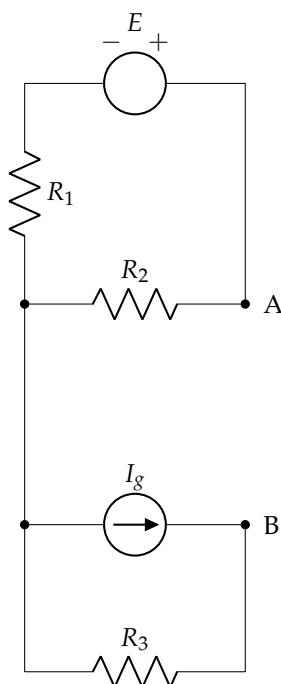
Datos:  $\epsilon = 54V$ ;  $R_1 = R_4 = 8\Omega$ ;  $R_2 = R_3 = 10\Omega$



Sol.:  $R_{AB} = \frac{80}{9}\Omega$ ;  $P_R = 1,0125W$ ;  $P_{\epsilon} = 2,025W$

5. Determinar el equivalente Thévenin del circuito de la figura entre los nudos A-B. ¿Qué resistencia habría que conectar en dichos terminales para transferir la máxima potencia? ¿Cuál sería dicha potencia?

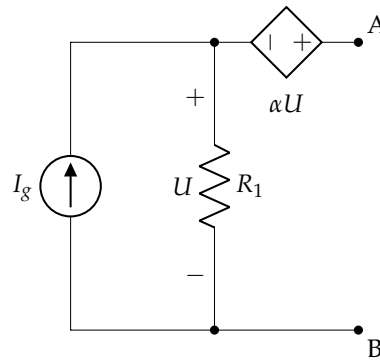
Datos:  $R_1 = R_2 = 4\Omega$ ;  $R_3 = 2\Omega$ ;  $E = 10V$ ;  $I_g = 8A$



Sol.:  $\epsilon_{th} = 5 - 16 = -11V$ ;  $R_{th} = 4\Omega$ ;  $R_L = 4\Omega$ ;  $P_{max} = 7,56W$

6. Obtener el generador equivalente de Thévenin del circuito de la figura respecto de A y B.

Datos:  $I_g = 10A$ ;  $R_1 = 1\Omega$ ;  $\alpha = 5$

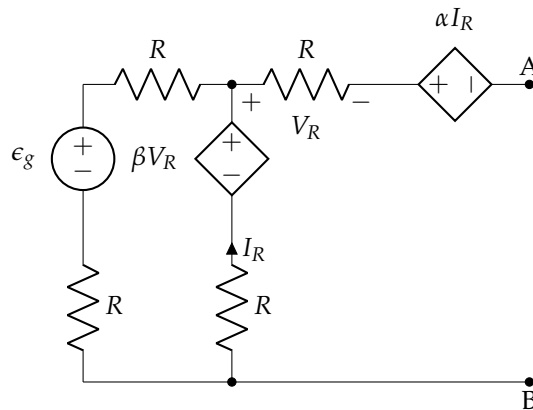


Sol.:  $\epsilon_{th} = 60 \text{ V}$ ;  $R_{th} = 6 \Omega$

7. En el circuito de la figura, calcular:

- La corriente del generador equivalente de Norton respecto de A y B,  $I_N$ .
- La resistencia del generador equivalente de Norton respecto de A y B,  $R_N$ .
- La resistencia de carga que se debe conectar entre A y B para conseguir la máxima potencia disponible, y el valor de esta potencia.

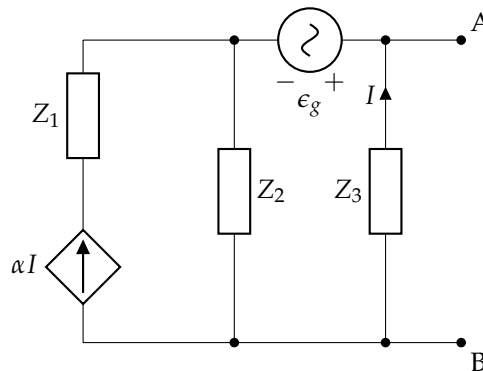
Datos:  $R = 1 \Omega$ ;  $\epsilon_g = 10 \text{ V}$ ;  $\alpha = 2 \Omega$ ;  $\beta = 1$



Sol.:  $I_N = \frac{10}{3} \text{ A}$ ;  $R_N = 3 \Omega$ ;  $R_L = 3 \Omega$ ;  $P_L = \frac{25}{3} \text{ W}$

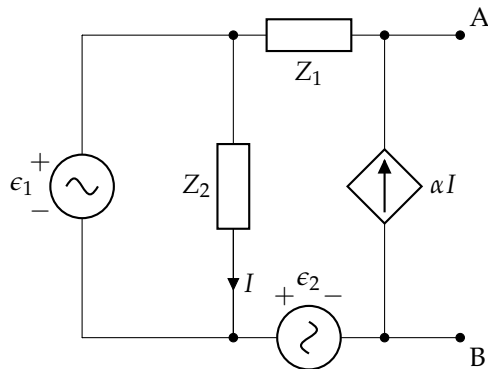
8. Obtén el equivalente de Thévenin del circuito de la figura respecto de A y B, así como la impedancia a conectar en estos terminales para obtener la máxima potencia posible.

Datos:  $\bar{\epsilon}_g = 12 - 16j \text{ V}$ ;  $\bar{Z}_1 = 1 - j \Omega$ ;  $\bar{Z}_2 = 1 + j \Omega$ ;  $\bar{Z}_3 = 5 + 3j \Omega$ ;  $\alpha = 2$



Sol.:  $\bar{\epsilon}_{th} = 11,66 / -59,04^\circ \text{ V}$ ;  $\bar{Z}_{th} = 0,64 + 0,52j \Omega$ ;  $\bar{Z}_L = 0,64 - 0,52j \Omega$ ;  $P_L = 53,11 \text{ W}$

9. Obtén el equivalente de Thévenin del circuito de la figura respecto de A y B. A partir de este equivalente, calcula la impedancia a colocar en AB para obtener la máxima potencia, calculando también dicha potencia.



Datos:

$$\bar{\epsilon}_1 = 10\angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\bar{\epsilon}_2 = 10j \text{ V}$$

$$\bar{Z}_1 = 4 - 3j \Omega$$

$$\bar{Z}_2 = 3 + 4j \Omega$$

$$\alpha = 2$$

Sol.:  $\bar{\epsilon}_{th} = 10 - 10j \text{ V}$ ;  $\bar{Z}_{th} = 4 - 3j \Omega$ ;  $\bar{Z}_L = 4 + 3j \Omega$ ;  $P_L = 12,5 \text{ W}$





---

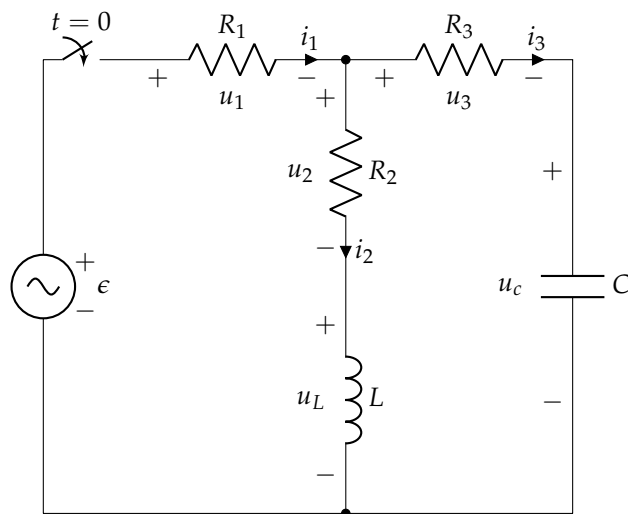
## **Capítulo 5**

# **Introducción al régimen transitorio**

---

## 5.1. Ejercicios

1. En el circuito de la figura, el interruptor ha estado abierto durante un tiempo prolongado, y en el instante  $t = 0$  se cierra. Se debe determinar el valor de las tensiones y corrientes del circuito en  $t = 0^+$ .



Datos:

$$R_1 = 3 \Omega$$

$$R_2 = 5 \Omega$$

$$R_3 = 2 \Omega$$

$$L = 0,2 \text{ H}$$

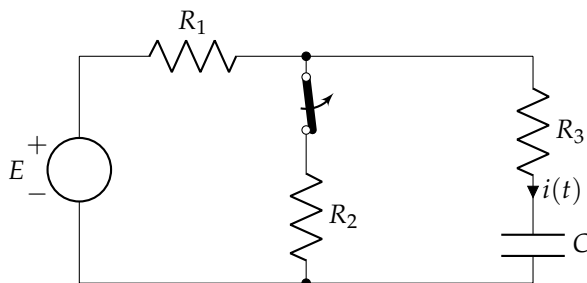
$$C = 0,5 \text{ mF}$$

$$\epsilon(t) = 20 \cos(t) \text{ V}$$

Sol.:  $i_1(0^+) = i_3(0^+) = 4 \text{ A}$ ;  $u_1(0^+) = 12 \text{ V}$ ;  $u_2(0^+) = 0 \text{ V}$ ;  $u_3(0^+) = 8 \text{ V}$ ;  $u_L(0^+) = u_C(0^+) = 8 \text{ V}$

2. El interruptor de la figura lleva cerrado un tiempo que se puede considerar infinito. En el instante  $t = 0$ , se abre, permaneciendo en esta posición definitivamente. Calcular la expresión de la intensidad  $i(t)$  desde  $t = 0$  en adelante.

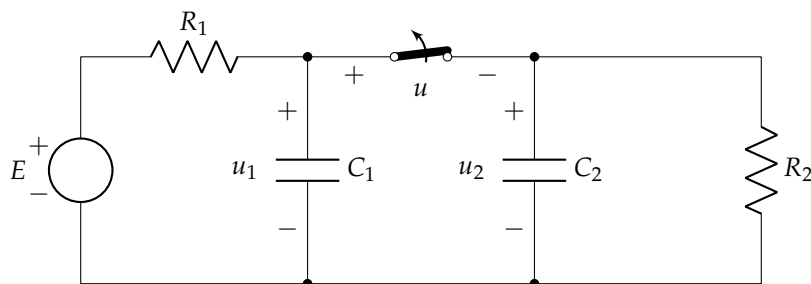
Datos:  $E = 1 \text{ V}$ ;  $R_1 = 1 \Omega$ ;  $R_2 = R_3 = 2 \Omega$ ;  $C = 4 \text{ mF}$



Sol.:  $i(t) = \frac{1}{9} e^{-\frac{t}{0,012}} \text{ A}$

3. El circuito de la figura se encuentra en régimen permanente. En el instante  $t = 0$  se abre el interruptor. Calcular  $u_1$  y  $u_2$  para  $t > 0$ .

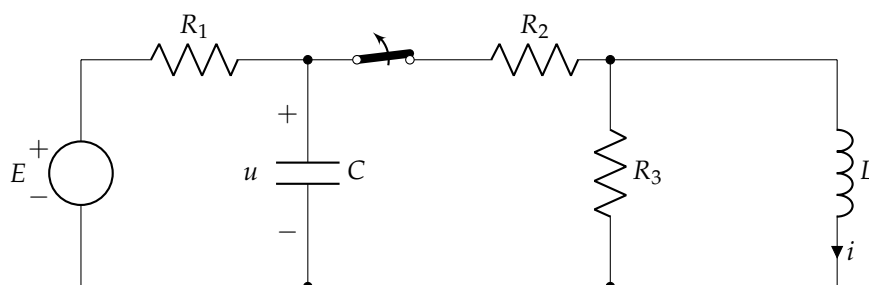
Datos:  $E = 15 \text{ V}$ ;  $R_1 = 200 \Omega$ ;  $R_2 = 100 \Omega$ ;  $C_1 = 2 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 4 \mu\text{F}$



Sol.:  $u_1(t) = 15 - 10 \cdot e^{-2500t} \text{ V}$ ;  $u_2(t) = 5 \cdot e^{-2500t} \text{ V}$

4. El interruptor del circuito de la figura lleva cerrado un tiempo que se considera infinito. En el instante  $t = 0$ , se abre y permanece en dicha posición definitivamente. Hállese la expresión de  $u(t)$  e  $i(t)$  para  $t > 0$ .

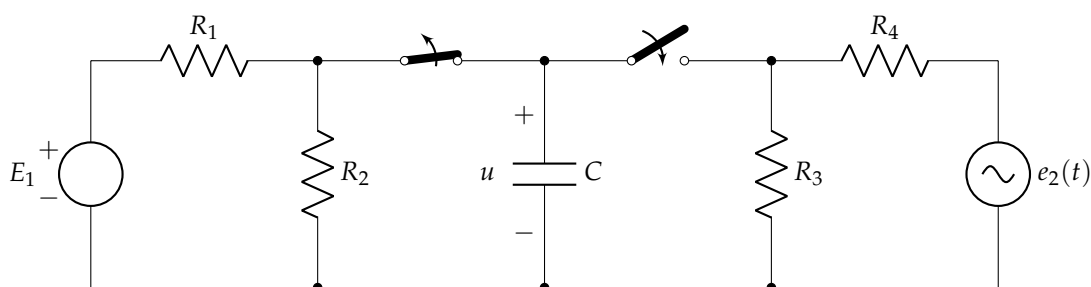
Datos:  $E = 36 \text{ V}$ ;  $R_1 = 2 \Omega$ ;  $R_2 = 4 \Omega$ ;  $R_3 = 3 \Omega$ ;  $C = 3 \text{ mF}$ ;  $L = 6 \text{ mH}$



Sol.:  $u(t) = 36 - 12 \cdot e^{-166,67t} \text{ V}$ ;  $i(t) = 6 \cdot e^{-500t} \text{ A}$

5. El circuito de la figura lleva en esa posición un tiempo que se puede considerar infinito. En el instante  $t = 0$ , ambos interruptores cambian su posición. Calcular la expresión de  $u(t)$  para  $t > 0$ .

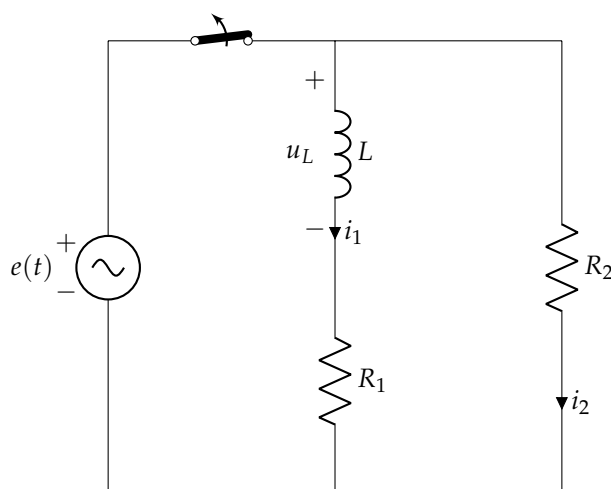
Datos:  $E_1 = 40 \text{ V}$ ;  $R_1 = 20 \Omega$ ;  $R_2 = 60 \Omega$ ;  $R_3 = 3 \Omega$ ;  $R_4 = 6 \Omega$ ;  $C = 0,5 \text{ mF}$ ;  $e_2(t) = 120 \cos(1000t) \text{ V}$



Sol.:  $u(t) = 10 \cdot e^{-1000t} + 20\sqrt{2} \cos(1000t - \frac{\pi}{4}) \text{ V}$

6. En el circuito de la figura se abre el interruptor después de un tiempo suficientemente grande para considerar que el circuito funcionaba en régimen permanente. Expresar las formas de onda de  $i_1$ ,  $i_2$  y  $u_L$  para  $t > 0$ .

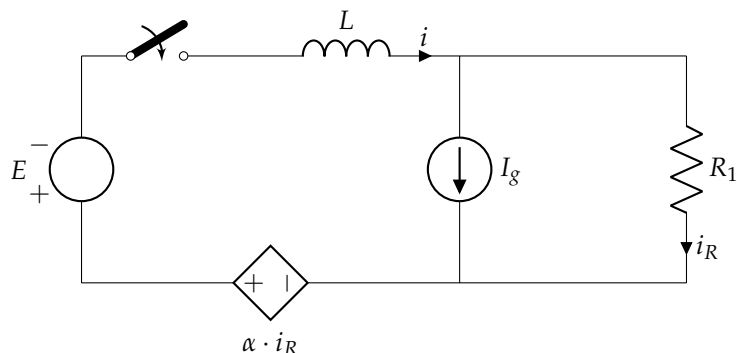
Datos:  $e(t) = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ V}$ ;  $L = 0,2 \text{ H}$ ;  $R_1 = 25 \Omega$ ;  $R_2 = 275 \Omega$



Sol.:  $i_1(t) = 1,7 \cdot e^{-1500t} \text{ A}$ ;  $i_2(t) = -1,7 \cdot e^{-1500t} \text{ A}$ ;  $u_L(t) = -510 \cdot e^{-1500t} \text{ V}$

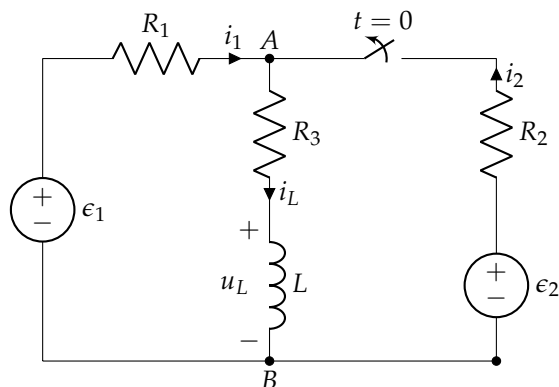
7. En el circuito de la figura, en  $t = 0$  se cierra el interruptor. Obtener la expresión analítica de la intensidad  $i(t)$ , para  $t > 0$ .

Datos:  $E = 10 \text{ V}$ ;  $L = 0,2 \text{ H}$ ;  $I_g = 1 \text{ A}$ ;  $R_1 = 10 \Omega$ ;  $\alpha = 3 \Omega$



Sol.:  $i(t) = \frac{3}{7} (e^{-35t} - 1) \text{ A}$

8. El interruptor de la figura ha estado cerrado por un tiempo prolongado y en  $t = 0$  se abre.



Datos:

$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \Omega \\ R_2 &= 5 \Omega \\ R_3 &= 2 \Omega \\ L &= 3,5 \text{ mH} \\ \epsilon_1 &= 24 \text{ V} \\ \epsilon_2 &= 12 \text{ V} \end{aligned}$$

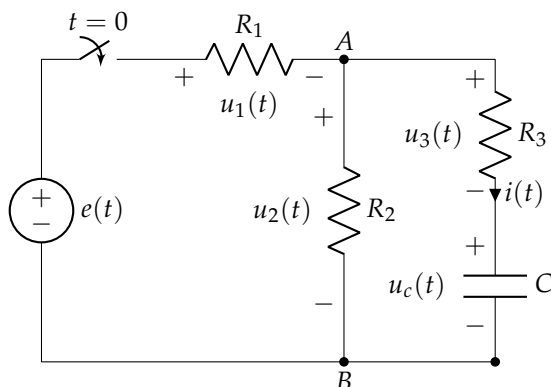
Con esta información, se debe calcular:

- Valores de  $i_1(0^+)$ ,  $i_2(0^+)$ ,  $i_L(0^+)$ ,  $u_L(0^+)$  y  $u_{AB}(0^+)$ .
- Expresión de  $i_L(t)$  para  $t > 0$ .
- Expresiones de  $u_L(t)$  y  $u_{AB}(t)$  para  $t > 0$ .

Sol.:  $i_L(t) = 3,43 + 0,57 \cdot e^{-2000 \cdot t} \text{ A}$ ;  $u_L(t) = -4 \cdot e^{-2000 \cdot t} \text{ V}$ ;  $u_{AB}(t) = 6,86 - 2,86 \cdot e^{-2000 \cdot t} \text{ V}$

9. El interruptor del circuito de la figura lleva abierto un tiempo indefinido. En el instante  $t = 0$  se cierra este interruptor. Hay que obtener:

- Valores de las tensiones  $u_1(0^+)$ ,  $u_2(0^+)$ ,  $u_3(0^+)$  y  $u_c(0^+)$ .
- Expresión temporal de la tensión  $u_c(t)$  para  $t > 0$ .
- Expresiones temporales de  $u_2(t)$  y  $u_3(t)$  para  $t > 0$ .

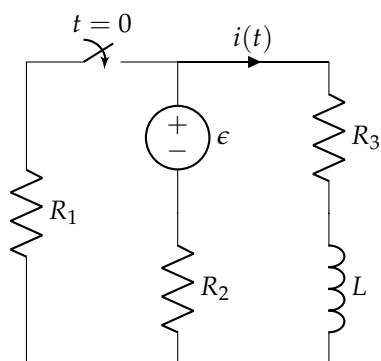


Datos:

$$\begin{aligned} e(t) &= 10 \text{ V} \\ R_1 &= R_2 = 2 \Omega \\ R_3 &= 4 \Omega \\ C &= 1 \text{ F} \end{aligned}$$

Sol.:  $u_c(t) = 5 \cdot (1 - e^{-0,2t}) \text{ V}$ ;  $u_2(t) = 5 - e^{-0,2t} \text{ V}$ ;  $u_3(t) = 4 \cdot e^{-0,2t} \text{ V}$

10. Calcular la corriente  $i(t)$  para  $t > 0$ .

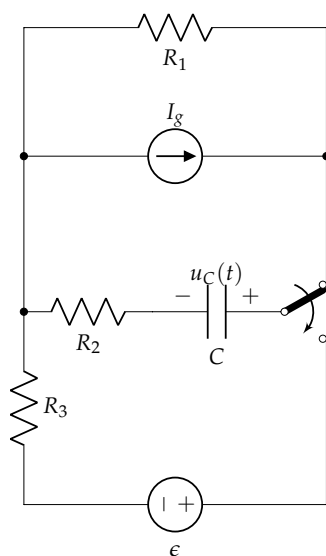


Datos:

$$\begin{aligned}\epsilon &= 24 \text{ V} \\ R_1 &= 8 \Omega \\ R_2 &= 4 \Omega \\ R_3 &= 4 \Omega \\ L &= 15 \text{ H}\end{aligned}$$

Sol.:  $i(t) = 0,6 \cdot e^{-4t/9} + 2,4 \text{ A}$

11. Calcular la tensión en bornes del condensador para  $t > 0$ .

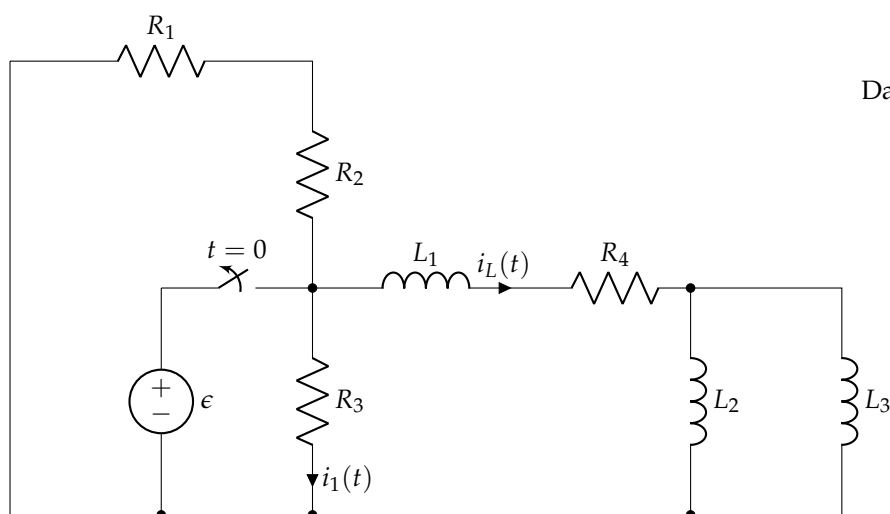


Datos:

$$\begin{aligned}\epsilon &= 20 \text{ V} \\ I_g &= 4 \text{ A} \\ R_1 &= 6 \Omega \\ R_2 &= 4 \Omega \\ R_3 &= 12 \Omega \\ C &= 1/16 \text{ F}\end{aligned}$$

Sol.:  $u_C(t) = 4 \cdot e^{-t} + 20 \text{ V}$

12. Determina las corrientes  $i_L(t)$  e  $i_1(t)$  para  $t > 0$ .

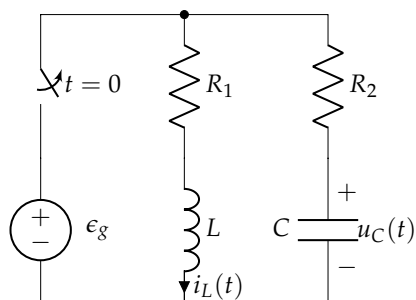


Datos:

$$\begin{aligned}\epsilon &= 18 \text{ V} \\ R_1 &= 120 \Omega \\ R_2 &= 60 \Omega \\ R_3 &= 90 \Omega \\ R_4 &= 50 \Omega \\ L_1 &= 1 \text{ mH} \\ L_2 &= 2 \text{ mH} \\ L_3 &= 3 \text{ mH}\end{aligned}$$

Sol.:  $i_L(t) = 0,36 \cdot e^{-5 \cdot 10^4 \cdot t} \text{ A}; i_1(t) = -0,24 \cdot e^{-5 \cdot 10^4 \cdot t} \text{ A}$

13. El circuito de la figura ha alcanzado el régimen permanente con el interruptor cerrado. El interruptor se abre en  $t = 0$ . Calcula las expresiones de la tensión en bornes del condensador y de la corriente por la bobina para  $t > 0$ .

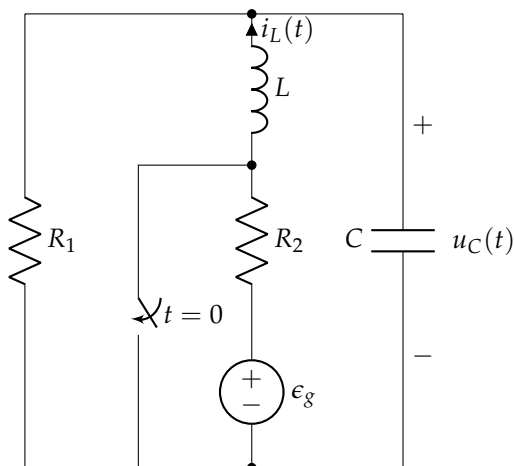


Datos:

$$\begin{aligned}\epsilon_g &= 10 \text{ V} \\ R_1 &= 10 \Omega \\ R_2 &= 5 \Omega \\ L &= 2,5 \text{ H} \\ C &= 0,2 \text{ F}\end{aligned}$$

$$\text{Sol.: } i_L(t) = 0,689 \cdot e^{-0,354 \cdot t} + 0,311 \cdot e^{-5,645 \cdot t} \text{ A}; \quad u_C(t) = 9,7275 \cdot e^{-0,354 \cdot t} + 0,275 \cdot e^{-5,645 \cdot t} \text{ V}$$

14. En el circuito de la figura calcular la tensión  $u_C(t)$  para  $t > 0$ .



Datos:

$$\begin{aligned}\epsilon_g &= 4 \text{ V} \\ R_1 &= 2 \Omega \\ R_2 &= 2 \Omega \\ L &= 1 \text{ H} \\ C &= 0,25 \text{ F}\end{aligned}$$

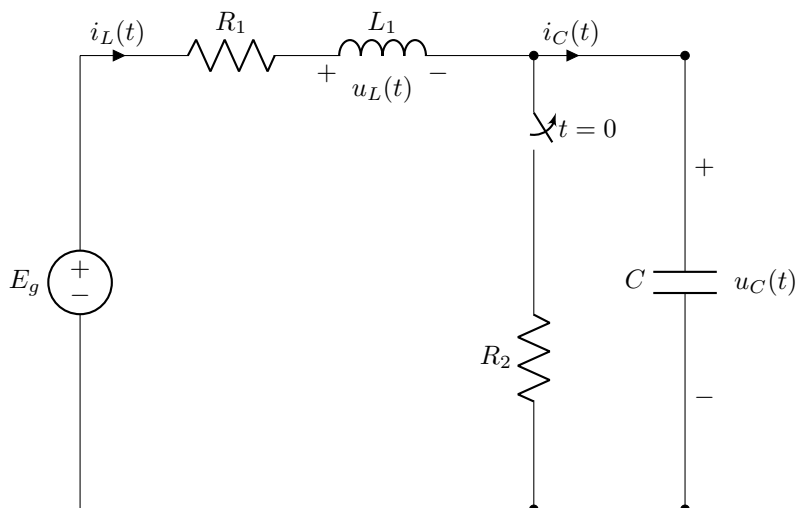
$$\text{Sol.: } u_C(t) = e^{-t} \left[ 2 \cos(\sqrt{3}t) + \frac{2}{\sqrt{3}} \sin(\sqrt{3}t) \right] = \frac{4\sqrt{3}}{3} e^{-t} \sin\left(\sqrt{3}t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ V}$$

15. En el circuito de la figura el interruptor ha estado cerrado durante un tiempo elevado, y en  $t = 0$  se abre. En estas condiciones se debe determinar:

- Tipo de transitorio presente en el circuito.
- Condiciones iniciales de las siguientes variables del circuito:  $u_C(0^+)$ ,  $i_L(0^+)$ ,  $i_C(0^+)$ ,  $u_L(0^+)$ .
- Valores en régimen permanente de las siguientes variables del circuito:  $u_C(\infty)$ ,  $i_L(\infty)$ ,  $i_C(\infty)$ ,  $u_L(\infty)$ .
- Expresión de la corriente  $i_L(t)$  para  $t > 0$ .
- Expresión de la tensión  $u_C(t)$  para  $t > 0$ .

Datos:

$$\begin{aligned}E_g &= 500 \text{ V} \\ R_1 &= 375 \Omega \\ R_2 &= 125 \Omega \\ L_1 &= 40 \text{ mH} \\ C &= 1 \mu\text{F}\end{aligned}$$



$$\text{Sol.: } i_L(t) = e^{-4687,5t} [\cos(1740t) + 2,7 \sin(1740t)] = 2,88 e^{-t} \sin(1740t + 0,3547) \text{ A}; \quad u_C(t) = 500 - e^{-4687,5t} [435,9 \sin(1740t) + 375 \cos(1740t)] = 500 - 575,01 \cdot e^{-4687,5t} \cdot \sin(1740t + 0,7104) \text{ V}$$

