

PROBLEMAS DE TEORÍA DE CIRCUITOS

CURSO 2022/23

Índice general

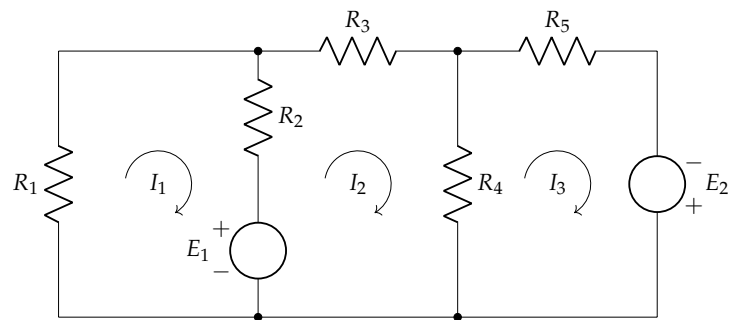
1	Fundamentos. Corriente continua	1
2	Corriente alterna monofásica	11
3	Sistemas trifásicos	19
4	Introducción al régimen transitorio	27

Capítulo 1

Fundamentos. Corriente continua

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.: $U_s = 0,705\text{ V}$

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

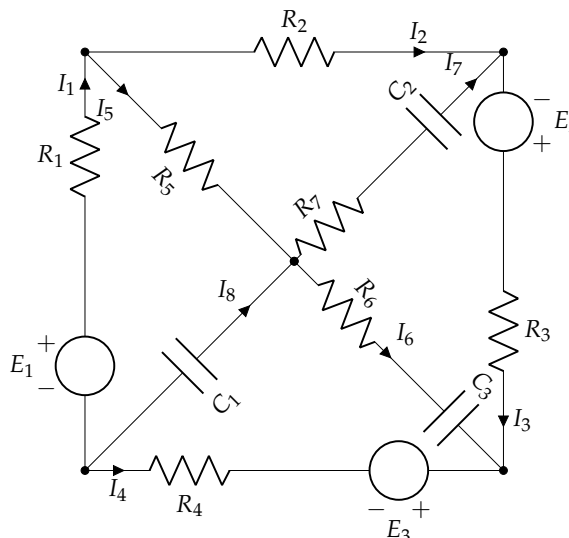


Sol.: $I_1 = 32 \text{ A}$; $I_2 = -86 \text{ A}$; $I_3 = 54 \text{ A}$; $I_4 = 14 \text{ A}$; $I_5 = 40 \text{ A}$; $U_{AB} = 150 \text{ V}$; $P_g = P_R$

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



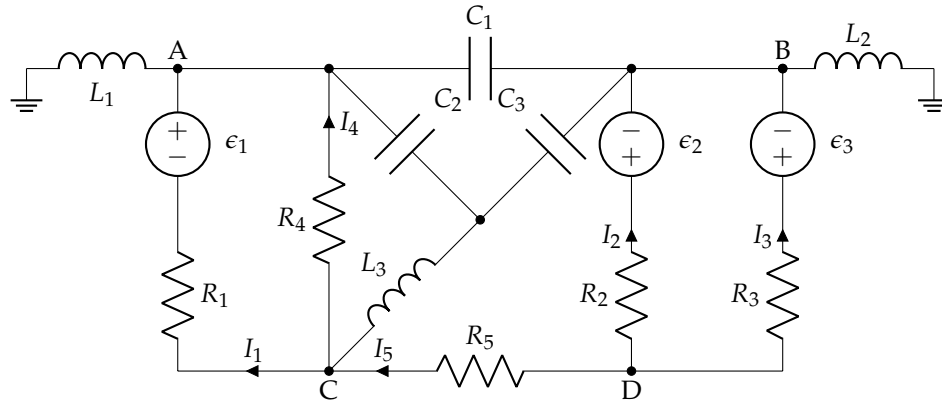
Sol.: $I_1 = 4 \text{ A}$; $I_2 = 5 \text{ A}$; $I_3 = -1 \text{ A}$; $I_4 = I_6 = 1 \text{ A}$; $I_5 = I_7 = 0 \text{ A}$; $I_8 = 1 \text{ A}$; $U_A = 30 \text{ V}$; $U_B = 0 \text{ V}$; $U_C = 1 \text{ V}$; $U_D = 61 \text{ V}$; $U_E = 101 \text{ V}$; $U_F = 11 \text{ V}$;

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

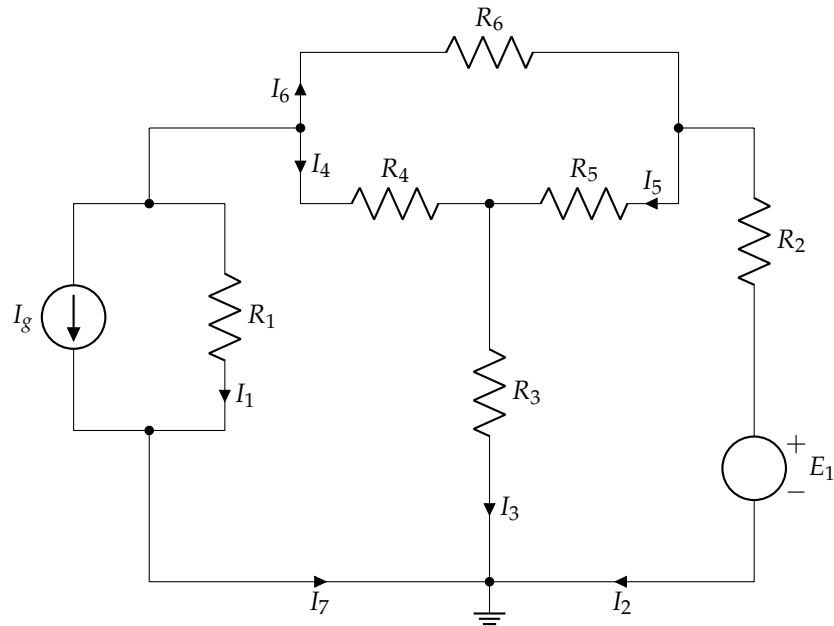
Datos: $R_1 = 2 \Omega$; $R_2 = 4 \Omega$; $R_3 = 2 \Omega$; $R_4 = 1 \Omega$; $R_5 = 2 \Omega$; $R_6 = 1 \Omega$; $E_1 = 8 \text{ V}$; $E_2 = 8 \text{ V}$; $C_i = i \mu\text{F}$



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

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.

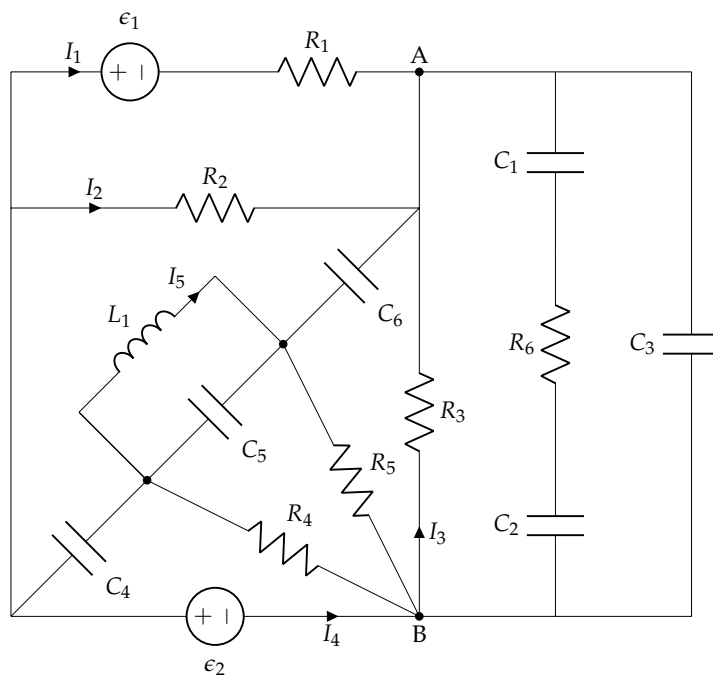
Datos: $R_1 = 9\ \Omega$; $R_2 = 4\ \Omega$; $R_3 = 18\ \Omega$; $R_4 = R_5 = R_6 = 20\ \Omega$; $E_1 = 16\text{ V}$; $I_g = 2\text{ A}$



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.



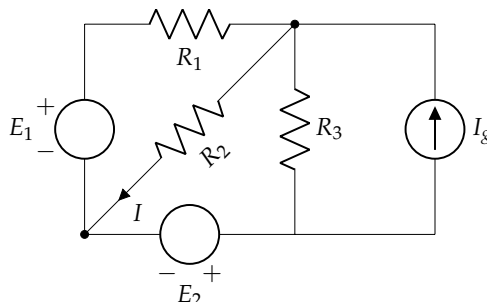
Datos:

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

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

15. Calcular la intensidad que circula por la resistencia de $30\ \Omega$ del circuito de la figura aplicando el principio de superposición.

Datos: $R_1 = 20\ \Omega$; $R_2 = 30\ \Omega$; $R_3 = 20\ \Omega$; $E_1 = 32\text{ V}$; $E_2 = 64\text{ V}$; $I_g = 4\text{ A}$



Sol.: $I = 2,2\text{ A}$

16. 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 ϵ .

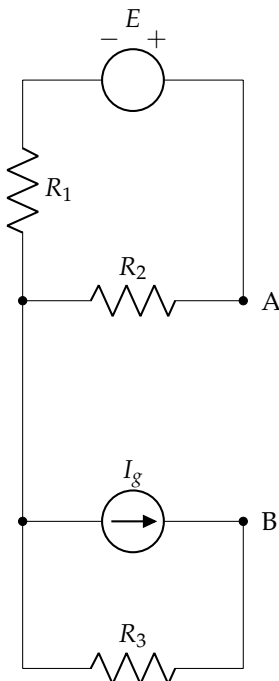
Datos: $\epsilon = 54\text{ V}$; $R_1 = R_4 = 8\ \Omega$; $R_2 = R_3 = 10\ \Omega$



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

17. 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?

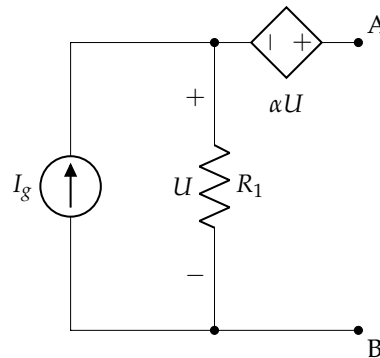
Datos: $R_1 = R_2 = 4\ \Omega$; $R_3 = 2\ \Omega$; $E = 10\text{ V}$; $I_g = 8\text{ A}$



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

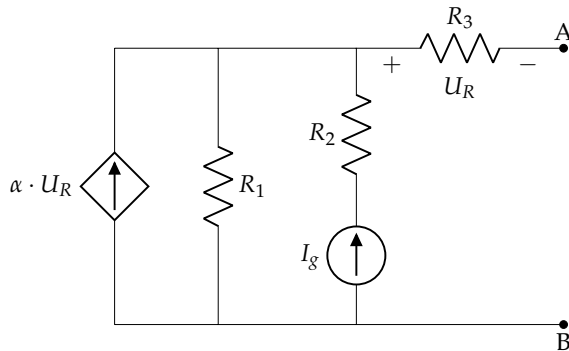
18. Obtener el generador equivalente de Thévenin del circuito de la figura respecto de A y B.

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



Sol.: $\epsilon_{th} = 60 \text{ V}$; $R_{th} = 62 \Omega$

19. En el circuito de la figura, se debe calcular el equivalente de Norton entre terminales A-B.



Datos:

$$R_1 = R_3 = 1 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$\alpha = 0,5 \Omega^{-1}$$

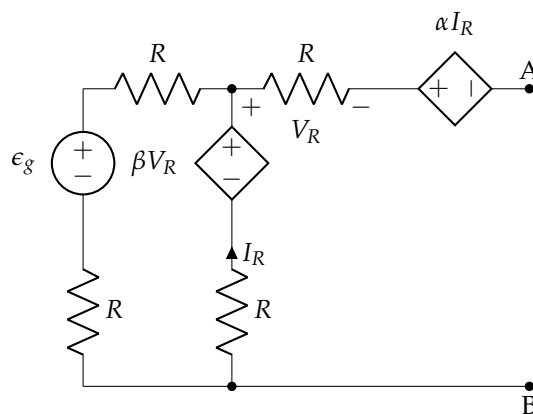
$$I_g = 6 \text{ A}$$

Sol.: $I_N = 4 \text{ A}$; $R_N = \frac{3}{2} \Omega$

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

Capítulo 2

Corriente alterna monofásica

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

2. Una resistencia de 5Ω 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° 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 25Ω y al conjunto se le aplica una fuente de tensión de 120 V a 60 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 ω para los cuales la corriente:

- Adelanta 45° a la tensión
- Está en fase con ella
- Retrasa 45°

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:

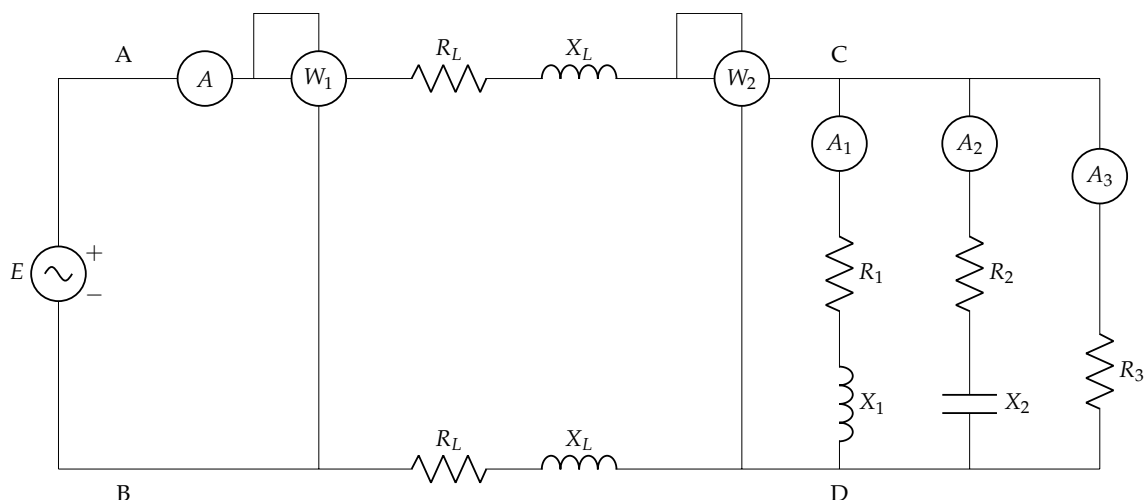
$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$$

$$X_1 = X_2 = 1 \Omega$$

$$R_L = X_L = 1 \Omega$$

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

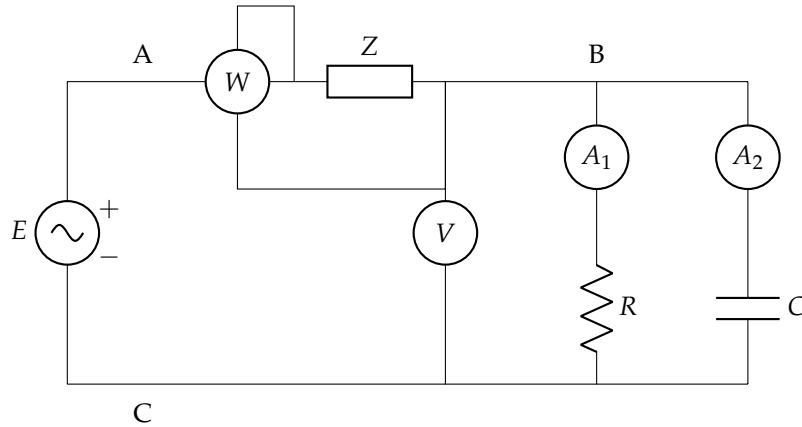
- Intensidades de corriente I , I_1 , I_2 e I_3 en forma fasorial, tomando U_{CD} como referencia de fase
- Lectura de los vatímetros W_1 y W_2



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:

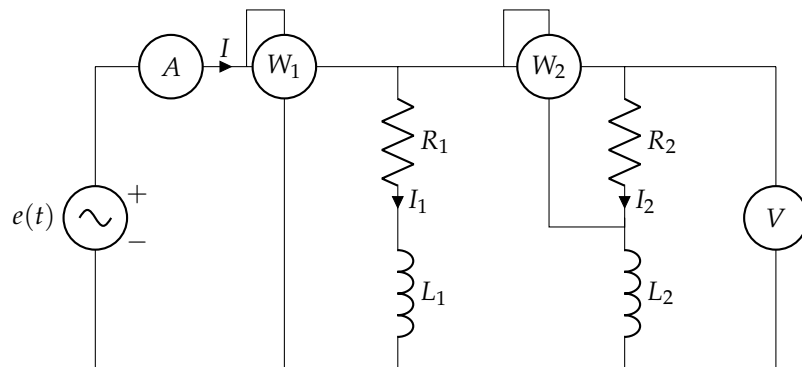
- Valores de R , C y Z en forma compleja.
- La tensión del generador.
- Triángulo de potencias totales.



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

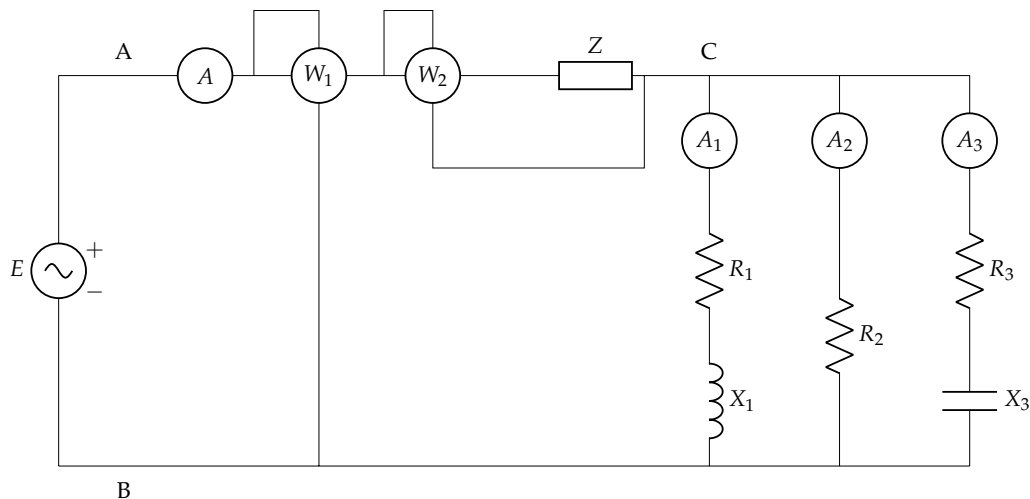


Sol.: $V = 100 \text{ V}$; $A = 45,20 \text{ A}$; $W_1 = 2789,35 \text{ W}$; $W_2 = 1250,33 \text{ W}$; $P_{R1} = 1539,02 \text{ W}$; $P_{R2} = 1250,33 \text{ W}$; $Q_{L1} = 2308,52 \text{ VAR}$; $Q_{L2} = 1250,33 \text{ VAR}$; $P_T = 2789,35 \text{ W}$; $Q_T = 3558,82 \text{ VAR}$; $\bar{S}_T = 2789,35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

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 .

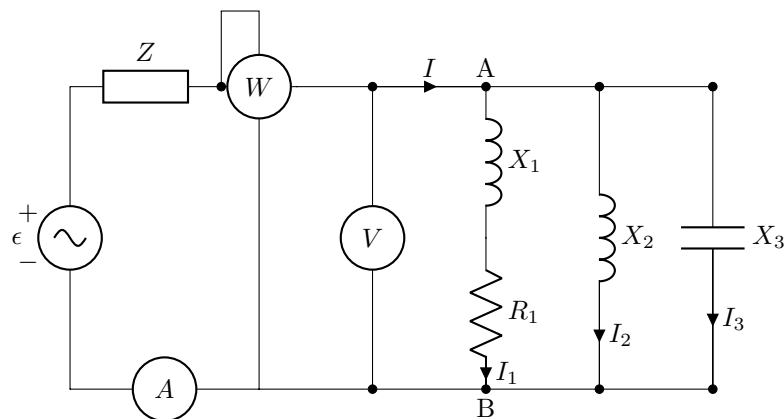
Datos: $A = 5\sqrt{5} \text{ A}$; $A_1 = 5\sqrt{2} \text{ A}$; $A_2 = 5 \text{ A}$; $A_3 = \sqrt{10} \text{ A}$; $U_{AB} = 247 \text{ V}$; $W_1 = 2350 \text{ W}$; $R_1 = R_3$



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 $\text{fdp} = 0,8$ está alimentado por una fuente de 230 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.: $I = 43,5 \text{ A}$; $S_g = 10 \text{ kVA}$; $C = 361 \mu\text{F}$; $I' = 34,78 \text{ A}$; $S'_g = 8000 \text{ kVA}$

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 m y una sección de 16 mm^2 . Las dos cargas, cuya tensión de alimentación es de 230 V, son dos motores, uno con potencia de 7 kW y f.d.p. de 0,65, y otro con una potencia de 5 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.: $P_1 = 7000 \text{ W}$; $Q_1 = 8183,91 \text{ VA}_r$; $S_1 = 10769,23 \text{ VA}$; $P_2 = 5000 \text{ W}$; $Q_2 = 3098,72 \text{ VA}_r$; $S_2 = 5882,53 \text{ VA}$; $P_T = 12000 \text{ W}$; $Q_T = 11282,63 \text{ VA}_r$; $S_T = 16471,12 \text{ VA}$; $I_1 = 46,82 \text{ A}$; $I_2 = 25,58 \text{ A}$; $I_T = 71,62 \text{ A}$; $P_g = 13346,23 \text{ W}$; $Q_g = 11282,63 \text{ VA}_r$; $S_g = 17476,26 \text{ VA}$; $U_g = 244,4 \text{ V}$; $C = 441,66 \mu\text{F}$; $I' = 54,92 \text{ A}$; $P'_g = 12791,75 \text{ W}$; $Q'_g = 3944,21 \text{ VA}_r$; $S'_g = 13386,02 \text{ VA}$

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 m y una sección de 6 mm^2 . Las dos cargas, cuya tensión de alimentación es de 200 V, son:

- a) Un motor de 7 kW con f.d.p. 0,7.
- b) Un grupo de lámparas fluorescentes con potencia total 200 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.: $P_M = 7000 \text{ W}$; $Q_M = 7141,43 \text{ VA}_r$; $S_M = 10000 \text{ VA}$; $P_F = 200 \text{ W}$; $Q_F = 346,41 \text{ VA}_r$; $S_F = 400 \text{ VA}$; $I_M = 50 \text{ A}$; $I_F = 2 \text{ A}$; $I_T = 51,94 \text{ A}$; $P_g = 7811,50 \text{ W}$; $Q_g = 7487,8 \text{ VA}_r$; $U_g = 208,33 \text{ V}$; $C = 595,86 \mu\text{F}$; $U'_g = 207,92 \text{ V}$; $S'_g = 7485,12 \text{ VA}$

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 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 V y que están situadas a 100 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.

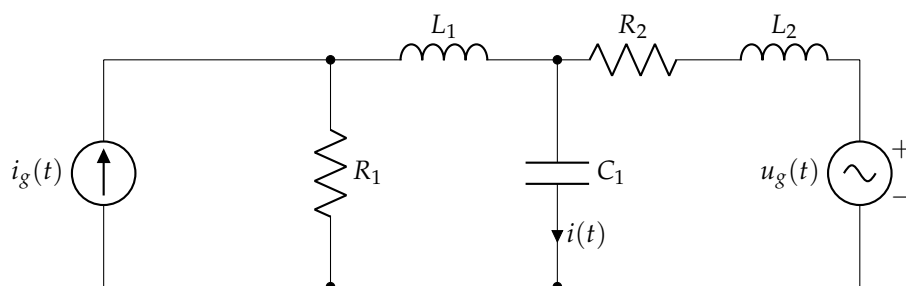
- f) Capacidad del banco de condensadores a instalar en bornes de la carga necesario para reducir la corriente que circula por la línea a un valor de 45 A.

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.



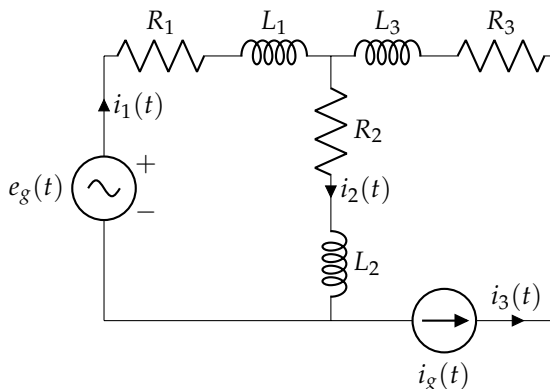
Datos: $i_g(t) = 10\sqrt{2} \sin(100t) \text{ A}$; $R_1 = R_2 = 1 \Omega$; $L_1 = L_2 = 0,01 \text{ H}$; $C_1 = 0,01 \text{ F}$; $u_g(t) = 10\sqrt{2} \cos(100t) \text{ V}$

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

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

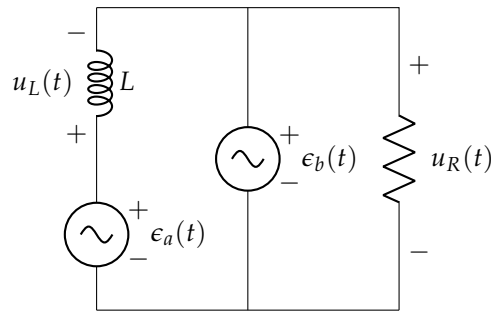


Sol.: $i_1(t) = -5 + 5\sqrt{10} \sin(1000t - 0,46) \text{ A}$; $i_2(t) = 5 + 5\sqrt{10} \sin(1000t - 0,46) \text{ A}$; $P_T = 1300 \text{ W}$

17. En el circuito de la figura, determina:

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

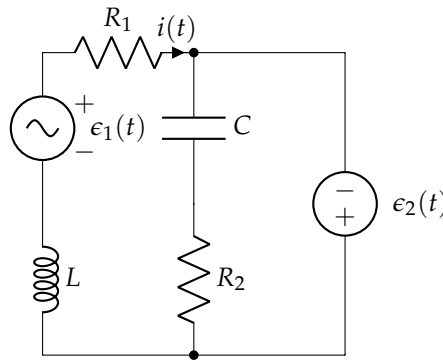
Datos: $e_a(t) = 3\sqrt{2}\sin(10^3t)$ V; $e_b(t) = 30\sqrt{2}\sin(10^4t)$ V; $R = 30\Omega$; $L = 3$ mH



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

18. 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 .

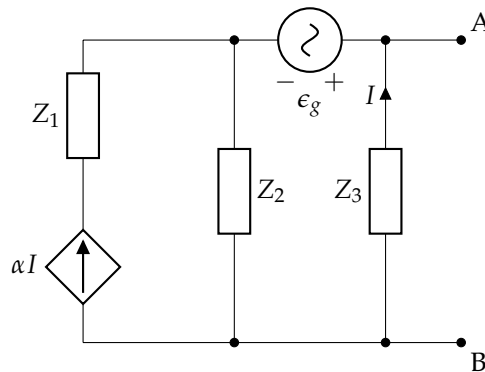
Datos: $e_1(t) = 50\sin(1000t)$ V; $e_2(t) = 30$ V; $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $L = 8$ mH; $C = 10$ μ F



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

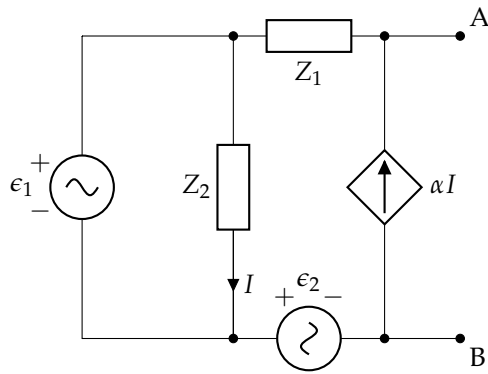
19. Obtén el equivalente de Thévenin del circuito de la figura respecto de A y B, así como la impedancia a conectar en estos terminales para obtener la máxima potencia posible.

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



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

20. 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 3

Sistemas trifásicos

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 $P_T = 51\,984$ W con un factor de potencia de 0,6 en retraso. Sabiendo que el amperímetro indica $76\sqrt{3}$ A, determinar:

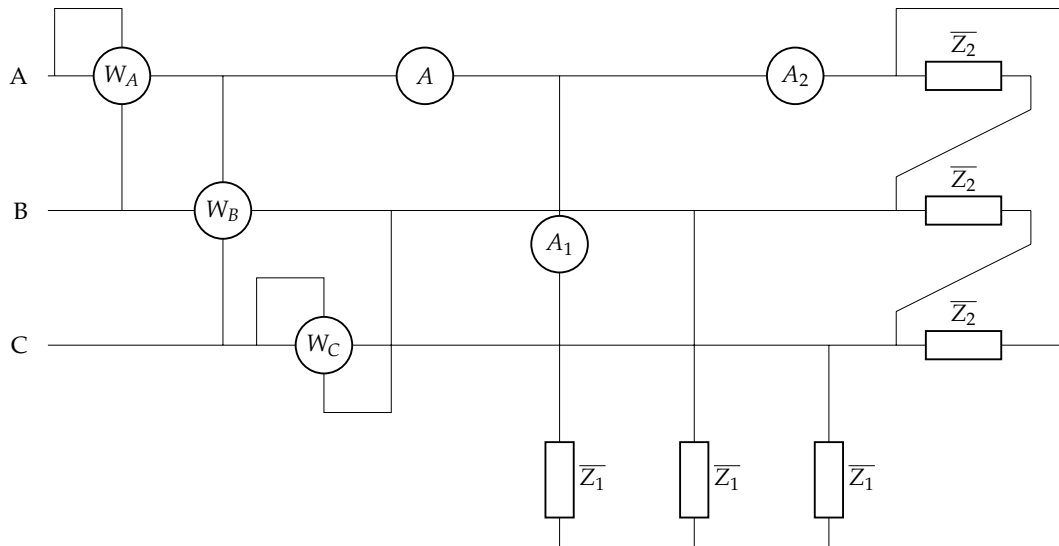
- Lecturas de los vatímetros 1 y 2
- Valor de la impedancia \bar{Z} en forma compleja
- Capacidad mínima para mejorar el factor de potencia a 0,95



Sol.: $W_1 = 46\,000,65$ 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:

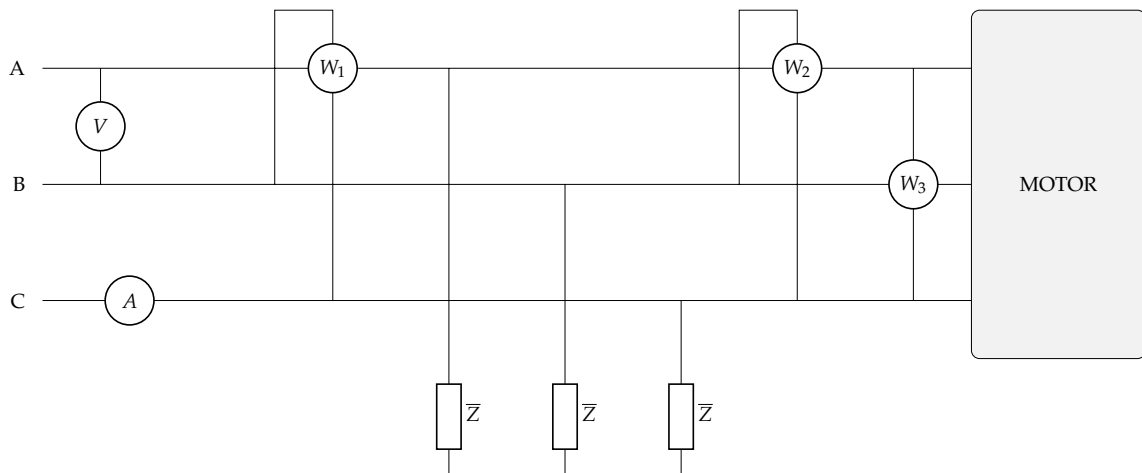
- Lecturas de los amperímetros.
- Lecturas de los vatímetros y la potencia compleja total.



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 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).

- b) Calcula el valor eficaz de la corriente de línea de cada carga y de la corriente total.
- c) 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.
- d) Calcula el triángulo de potencias a la entrada de la línea.
- e) Calcula el valor eficaz de la tensión a la entrada de la línea.
- f) 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:

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

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

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

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

Datos:

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

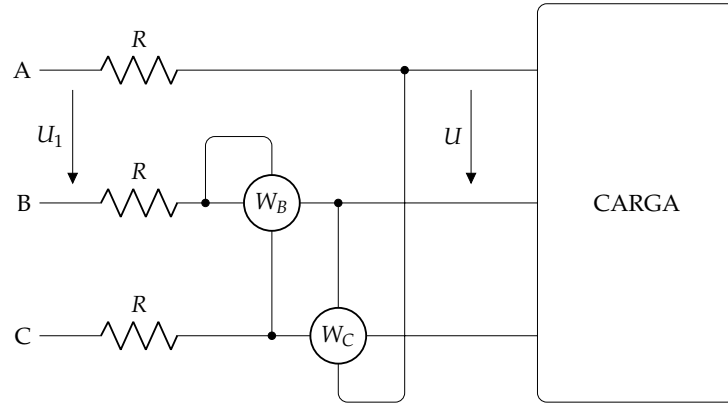


Sol.: $P_T = 2400 \text{ W}$; $Q_T = 1800\sqrt{3} \text{ VA}_r$; $C = 27,57 \mu\text{F/fase}$; $\bar{I}_A = 4 \angle 90^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_B = 4 \angle -30^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_C = 4 \angle -150^\circ \text{ A}$

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 W . A partir de esta información se pide:

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

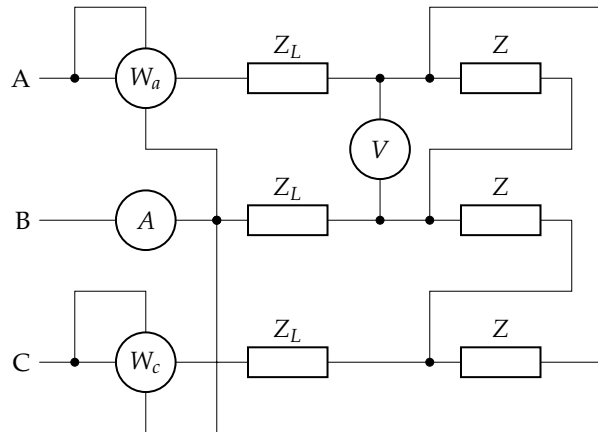
- d) Tensión de alimentación a la entrada de la línea U_1 , sabiendo que la línea de alimentación es resistiva pura con valor $R = 0,1 \Omega$.
- e) Capacidad de los condensadores que se deben conectar en bornes de la carga para conseguir mejorar su factor de potencia a la unidad. Determinar las nuevas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



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

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.: $Z = 80\sqrt{3}\Omega$; $\bar{I}_A = 5/91,24^\circ\text{ A}$; $\bar{I}_B = 5/-28,75^\circ\text{ A}$; $\bar{I}_C = 5/-148,75^\circ\text{ A}$; $W_a = W_c = 1761,04\text{ W}$

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.

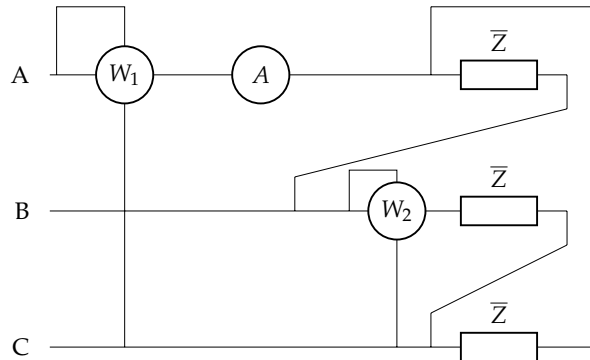
Con esta información se pide:

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

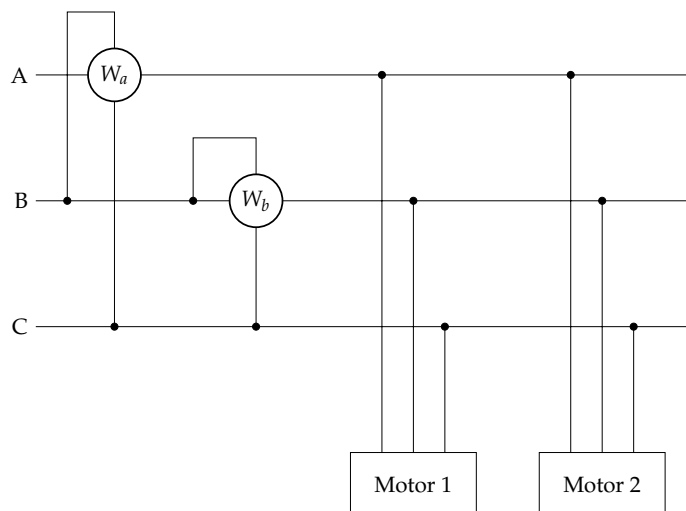
12. Un sistema trifásico a cuatro hilos de 200 V, 50 Hz y secuencia de fases directa está constituido por un motor a cuatro hilos de 3200 W de potencia y factor de potencia de 0,9, y un triángulo de impedancias $20/\underline{30^\circ} \Omega$. Con esta información, se debe determinar:

- 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.



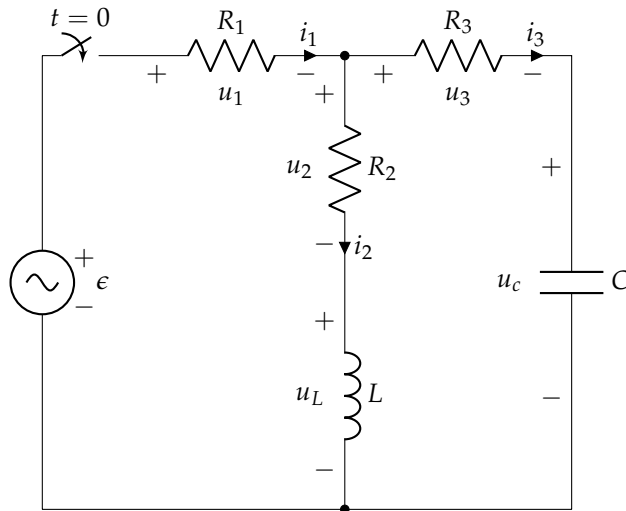
Sol.: SFD; $W_b = 5164,2 \text{ W}$; $\bar{Z}_{1\Delta} = 27,5/\underline{16,26^\circ} \Omega$; $\bar{Z}_{2\Delta} = 27,5/\underline{36,87^\circ} \Omega$; $\bar{Z}_{\Delta} = 13,97/\underline{26,56^\circ} \Omega$

Capítulo 4

Introducción al régimen transitorio

Ejercicios

- En el circuito de la figura el interruptor ha estado abierto durante un tiempo prolongado, y en el instante $t = 0$ se cierra. Hay que determinar las respuestas del circuito en $t = 0^+$.



Datos:

$$R_1 = 3\Omega$$

$$R_2 = 5\Omega$$

$$R_3 = 2\Omega$$

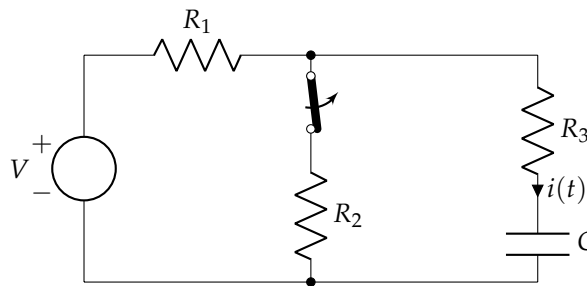
$$L = 0,2\text{H}$$

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

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

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

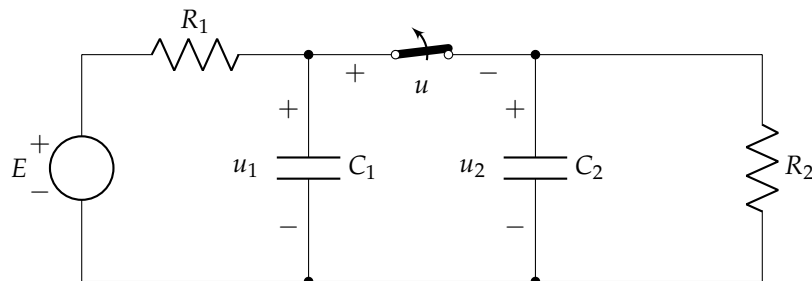
- El interruptor de la figura lleva cerrado un tiempo que se puede considerar infinito. En el instante $t = 0$, se abre, permaneciendo en esta posición definitivamente. Calcular la expresión de la intensidad $i(t)$ desde $t = 0$ en adelante. Datos: $E = 1\text{V}$; $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = R_3 = 2\Omega$; $C = 4\text{mF}$.



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

- 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 $t > 0$.

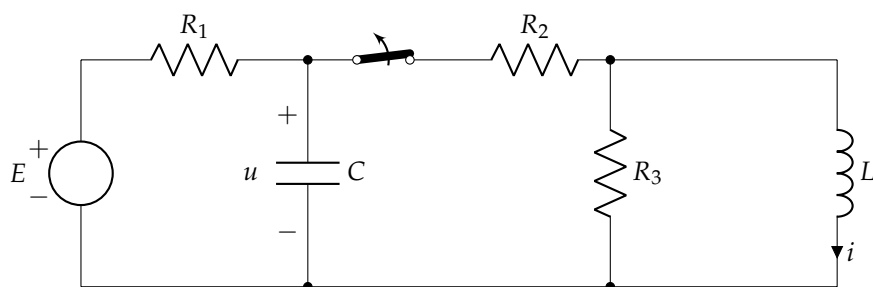
Datos: $E = 15\text{V}$; $R_1 = 200\Omega$; $R_2 = 100\Omega$; $C_1 = 2\mu\text{F}$; $C_2 = 4\mu\text{F}$.



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

- 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 $t > 0$.

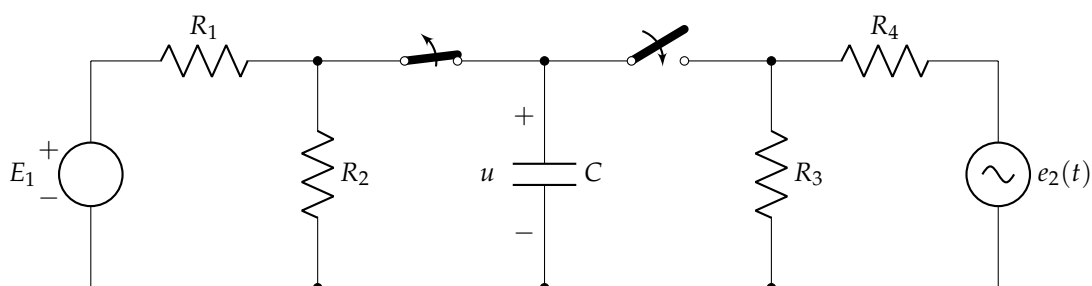
Datos: $E = 36\text{V}$; $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $C = 3\text{mF}$; $L = 6\text{mH}$.



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

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 $t > 0$.

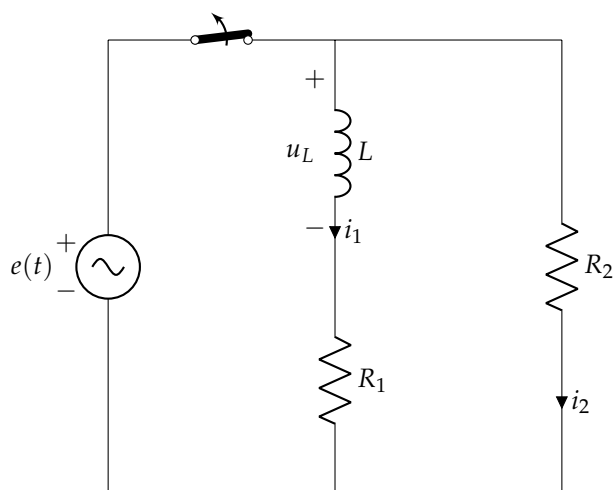
Datos: $E_1 = 40 \text{ V}$; $R_1 = 20 \Omega$; $R_2 = 60 \Omega$; $R_3 = 3 \Omega$; $R_4 = 6 \Omega$; $C = 0,5 \text{ mF}$; $e_2(t) = 120 \cos(1000t) \text{ V}$.



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

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 $t > 0$.

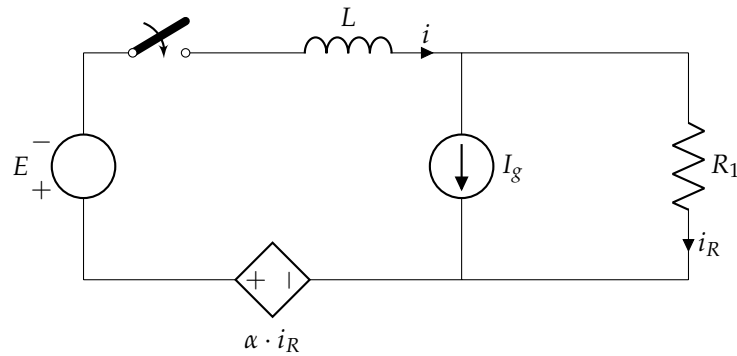
Datos: $e(t) = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ V}$; $L = 0,2 \text{ H}$; $R_1 = 25 \Omega$; $R_2 = 275 \Omega$.



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

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



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

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



Datos:

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

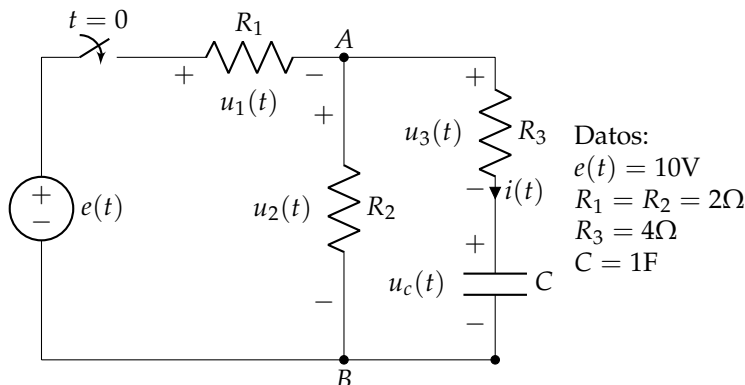
Con esta información se debe calcular:

- 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 $t > 0$.

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

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 $t > 0$.



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

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

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

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

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 $t > 0$.

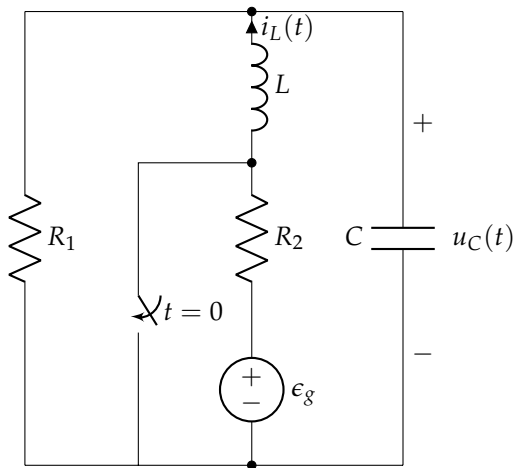


Datos:

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

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

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



Datos:

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

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:

$$E_g = 500 \text{ V}$$

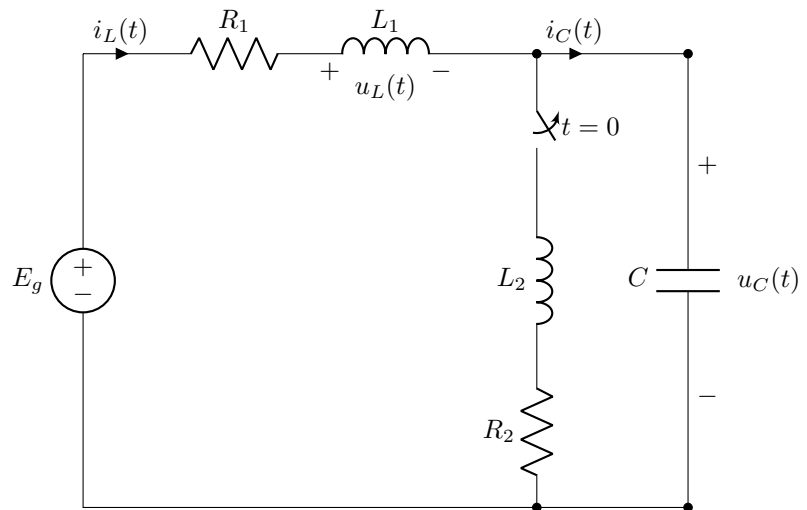
$$R_1 = 375 \Omega$$

$$R_2 = 125 \Omega$$

$$L_1 = 40 \text{ mH}$$

$$L_2 = 40 \text{ mH}$$

$$C = 1 \mu\text{F}$$



Sol.: $i_L(t) = e^{-4687,5t} [\cos(1739,93t) + 2,69 \sin(1739,93t)] = 2,87 e^{-t} \sin(1739,93t + 1,215) \text{ A}$; $u_C(t) = 500 - e^{-4687,5t} (435,9 \sin(1739,9t) + 375 \cos(1739,9t)) \text{ A} = 500 - 575,01 \cdot e^{-4687,5t} \cdot \sin(1739,9t + 0,7104) \text{ A}$

