

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 | 25 |

Capítulo 1

Fundamentos. Corriente continua

1.1. Ejercicios

1. Calcular las corrientes de malla mostradas en el circuito de la Figura 1.1.

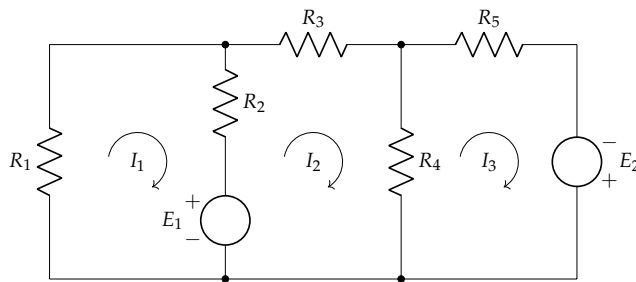


FIGURA 1.1: Ejercicio 1

Datos: $R_1 = 2\ \Omega$; $R_2 = 5\ \Omega$; $R_3 = 10\ \Omega$; $R_4 = 5\ \Omega$; $E_1 = 25\text{ V}$; $E_2 = 50\text{ V}$

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_1
- que hace que
- $I_0 = 7,5\text{ mA}$
- en el circuito de la Figura 1.2.

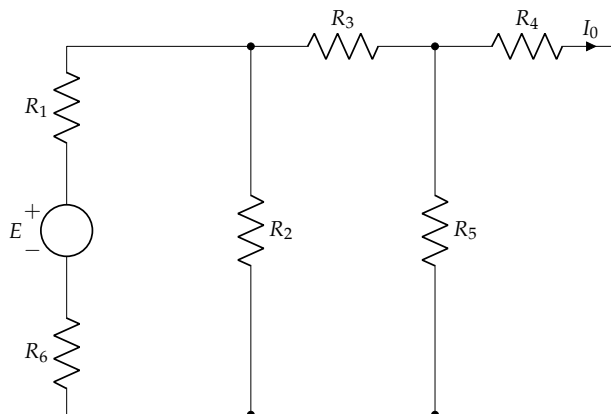


FIGURA 1.2: Ejercicio 2

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 1.3.

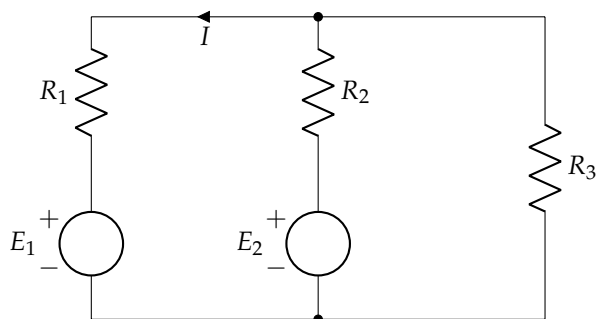


FIGURA 1.3: Ejercicio 3

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 1.4 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.

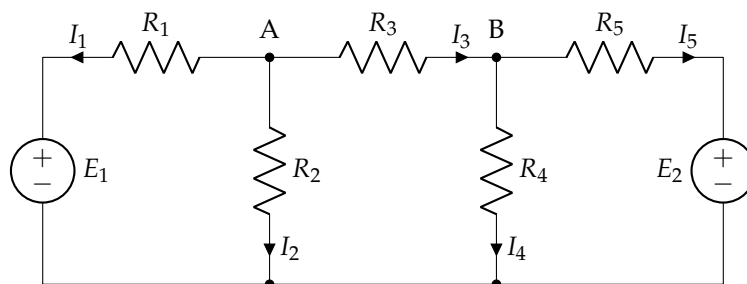


FIGURA 1.4: Ejercicio 4

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

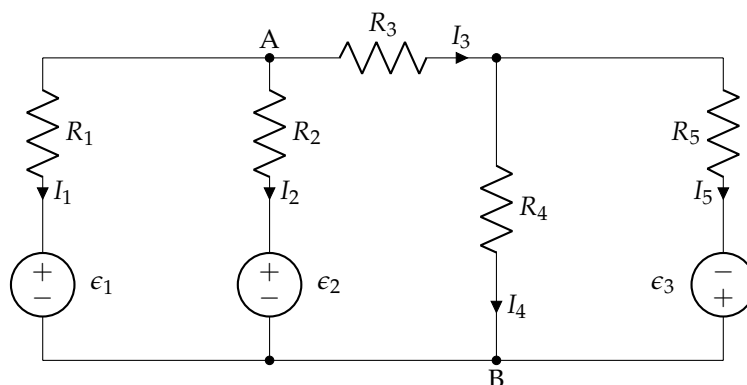


FIGURA 1.5: Ejercicio 5

Sol. $I_1 = 32\text{ A}$; $I_2 = -86\text{ A}$; $I_3 = 54\text{ A}$; $I_4 = 14\text{ A}$; $I_5 = 40\text{ A}$; $U_{AB} = 150\text{ V}$; $\sum P = 0$

6. En el circuito de la Figura 1.6, determinar:

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

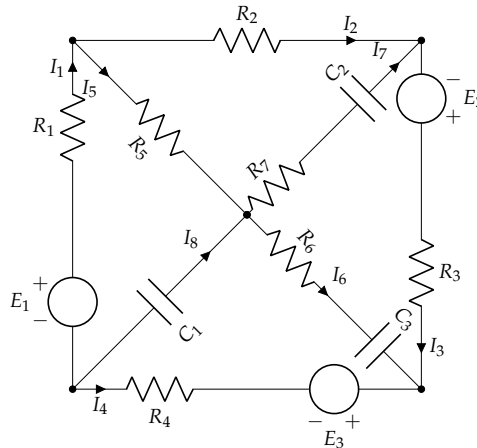


FIGURA 1.6: Ejercicio 6

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

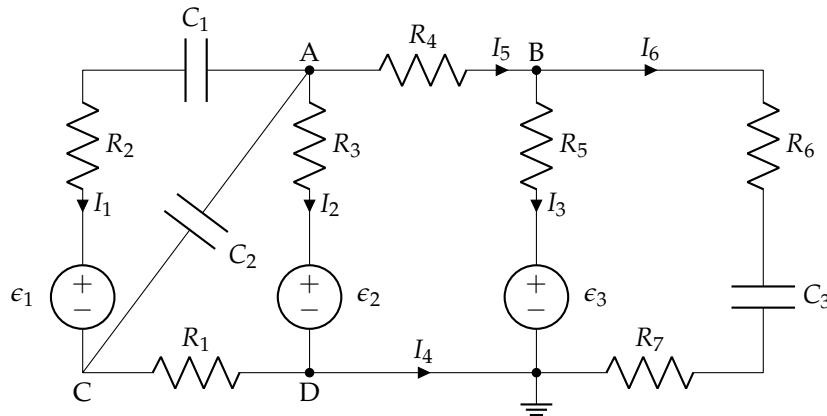


FIGURA 1.7: Ejercicio 7

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

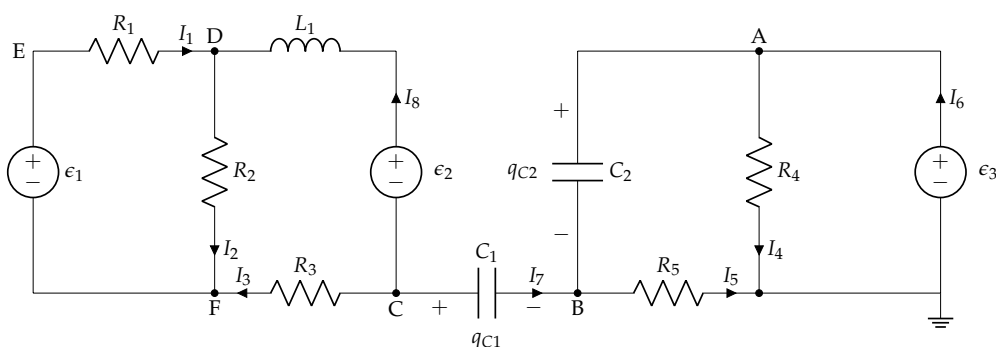


FIGURA 1.8: Ejercicio 8

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

9. En el circuito de la Figura 1.9, los condensadores se conectaron sin carga. Mediante el método de las mallas determina:

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

Datos: $\epsilon_1 = 118V$; $\epsilon_2 = 236V$; $\epsilon_3 = 118V$; $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = R_3 = 1\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $C_1 = C_2 = C_3 = 2\mu F$; $X_1 = X_2 = X_3 = 1\Omega$

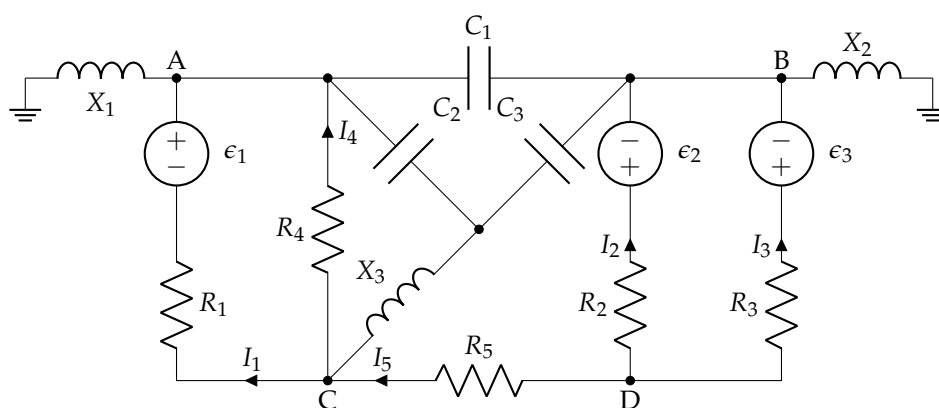


FIGURA 1.9: Ejercicio 9

Sol.: $I_1 = 40A$; $I_2 = -86A$; $I_3 = 32A$; $I_4 = 14A$; $I_5 = 54A$; $U_A = U_B = 0V$; $U_C = 41V$; $U_D = 150V$; $U_{C1} = 0V$; $q_1 = 0\mu F$; $E_{C1} = 0J$; $U_{C2} = -42V$; $q_2 = 84\mu F$; $E_{C2} = 1,76mJ$; $U_{C3} = -42V$; $q_3 = 84\mu F$; $E_{C3} = 1,76mJ$; $\sum P = 0$

10. En el circuito de la Figura 1.10, 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

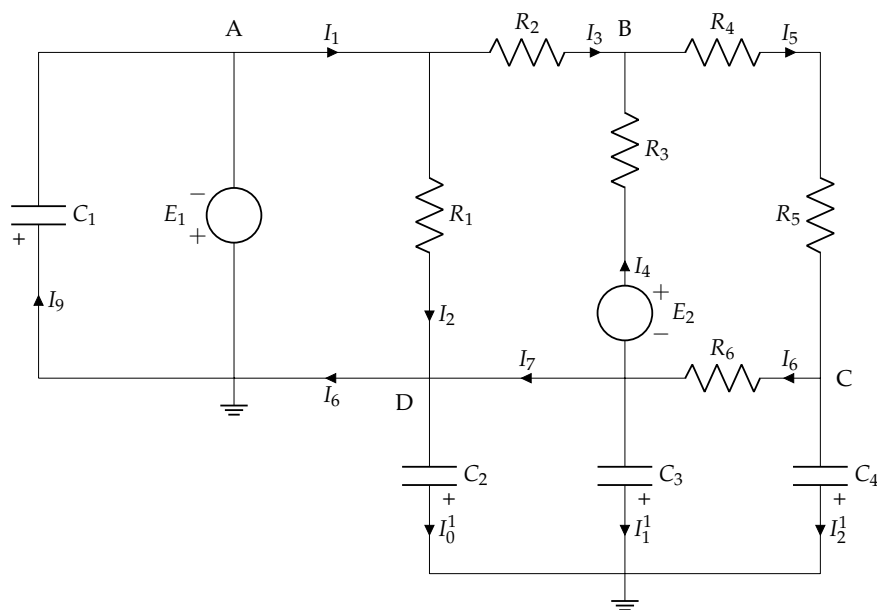


FIGURA 1.10: Ejercicio 10

Datos: $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $R_6 = 1\Omega$; $E_1 = 8\text{ V}$; $E_2 = 8\text{ V}$; $C_i = i\text{ }\mu\text{F}$
 Sol.: $I_1 = I_6 = -6,5\text{ A}$; $I_2 = -4\text{ A}$; $I_3 = -2,5\text{ A}$; $I_4 = 3\text{ A}$; $I_5 = 0,5\text{ A}$; $U_A = -8\text{ V}$; $U_B = 2\text{ V}$; $U_C = 0,5\text{ V}$; $U_D = 0\text{ V}$; $Q_{1\mu\text{F}} = 8\mu\text{C}$; $Q_{2\mu\text{F}} = Q_{3\mu\text{F}} = 0\mu\text{C}$; $Q_{4\mu\text{F}} = -2\mu\text{C}$; $E_{1\mu\text{F}} = 32\mu\text{F}$; $E_{2\mu\text{F}} = E_{3\mu\text{F}} = 0\text{ J}$; $E_{4\mu\text{F}} = 0,5\mu\text{C}$

11. En el circuito de la Figura 1.11 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: $\epsilon_1 = 1\text{ V}$; $\epsilon_2 = 7\text{ V}$; $R_i = 1\Omega$; $C_i = i\mu\text{F}$

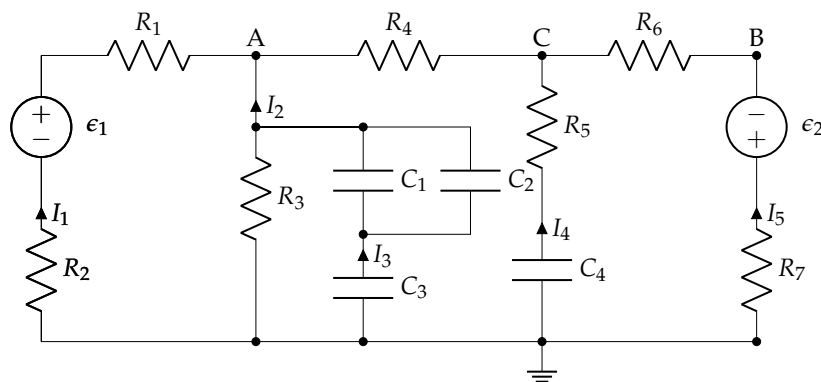


FIGURA 1.11: Ejercicio 11

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

12. El circuito de la Figura 1.12 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: $\epsilon_1 = 40V$; $\epsilon_2 = 22V$; $\epsilon_3 = 20V$; $C_1 = C_2 = C_3 = 2\mu F$; $R_{g1} = R_{g2} = R_{g3} = 4\Omega$; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega$; $R_5 = R_6 = R_7 = 1\Omega$

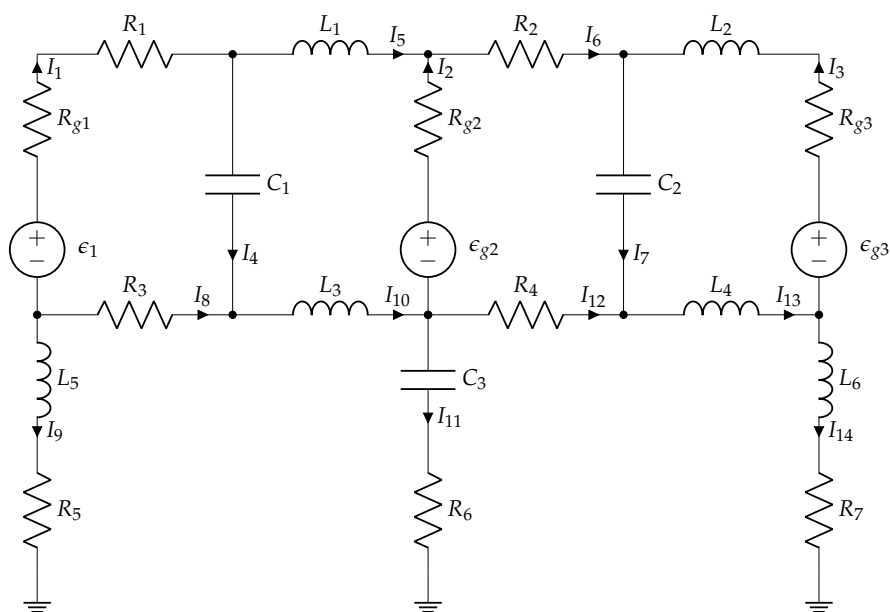


FIGURA 1.12: Ejercicio 12

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

13. En el circuito de la Figura 1.13, 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.

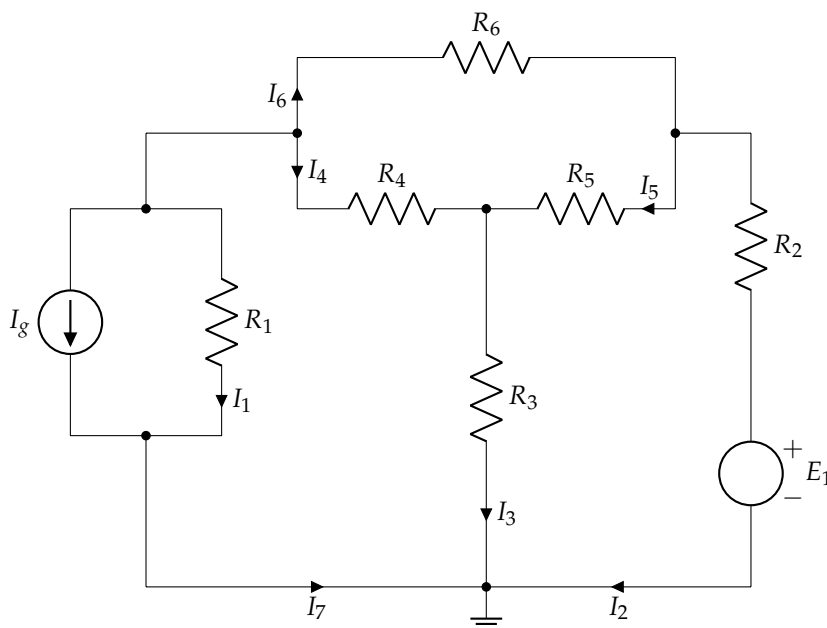


FIGURA 1.13: Ejercicio 13

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

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

14. Calcular la intensidad que circula por la resistencia de $30\ \Omega$ del circuito de la Figura 1.14 aplicando el principio de superposición.

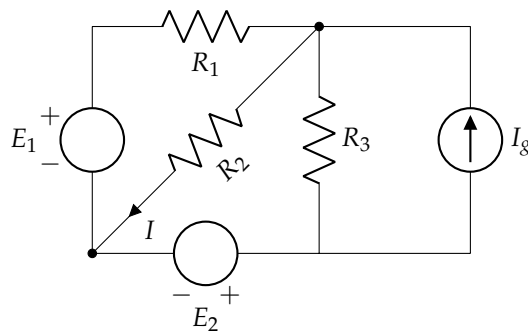


FIGURA 1.14: Ejercicio 14

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

15. Obtener el generador equivalente de Thévenin del circuito de la Figura 1.15 respecto de A y B. A partir de este generador, calcula la resistencia a colocar en AB para obtener la máxima potencia, calculando esta potencia y la potencia entregada por el generador ϵ .

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

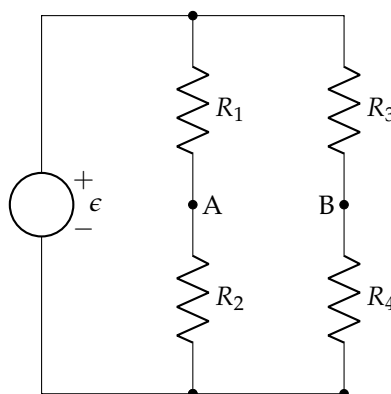


FIGURA 1.15: Ejercicio 15

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

16. Determinar el equivalente Thévenin del circuito de la Figura 1.16 entre los nudos A – B. ¿Qué resistencia habría que conectar en dichos terminales para transferir la máxima potencia? ¿Cuál sería dicha potencia?

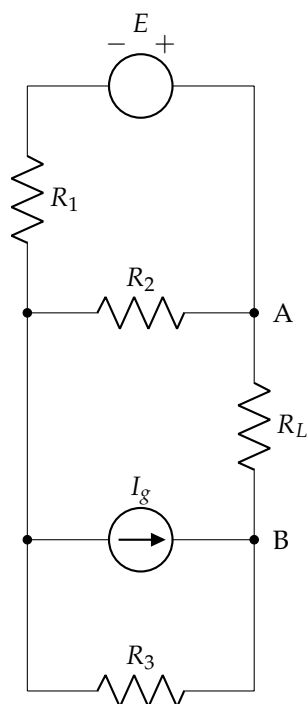


FIGURA 1.16: Ejercicio 16

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

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

17. Obtener el generador equivalente de Thévenin del circuito de la Figura 1.17 respecto de A y B.
 Datos: $I_g = 10\text{ A}$; $R_1 = 1\ \Omega$; $\alpha = 5$

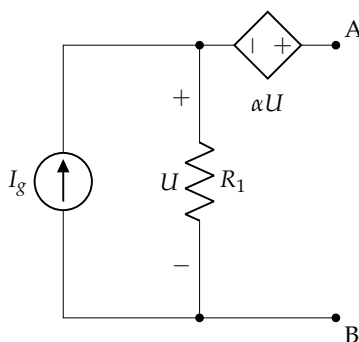


FIGURA 1.17: Ejercicio 17

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

18. En el circuito de la Figura 1.18, 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: $R = 1\ \Omega$; $\epsilon_g = 10\text{ V}$; $\alpha = \beta = 1$

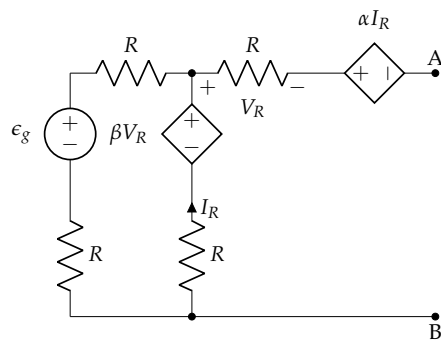


FIGURA 1.18: Ejercicio 18

Sol.: $I_N = \frac{10}{3} \text{ A}$; $R_N = 2 \Omega$; $R_L = 2 \Omega$; $P_L = 5,56 \text{ W}$

Capítulo 2

Corriente alterna monofásica

2.1. Ejercicios

1. Calcular la impedancia equivalente \overline{Z}_{eq} del circuito de la Figura 2.1, expresándolo en forma binaria y polar.

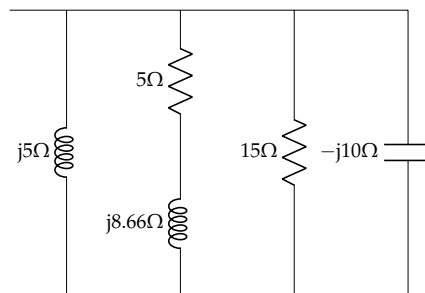


FIGURA 2.1: Ejercicio 1

Sol.: $\overline{Z}_{eq} = 4,54/57,9855^\circ \Omega = 2,41 + j3,85 \Omega$

2. Determinar \overline{Z} en el circuito de la Figura 2.2.

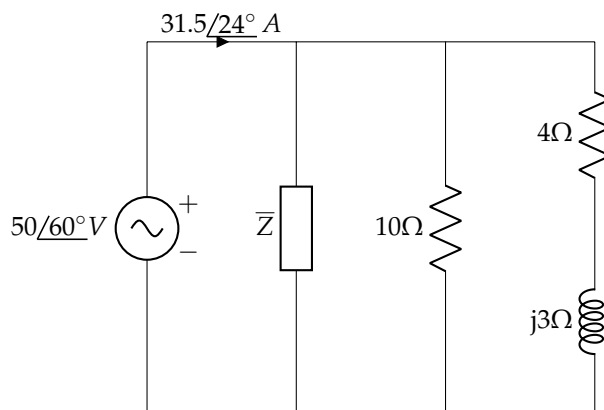


FIGURA 2.2: Ejercicio 2

Sol.: $\overline{Z} = 2,83/45,0715^\circ \Omega$

3. Un circuito serie con dos elementos consume una potencia activa de 940 W y tiene un factor de potencia 0,707 en *adelanto*. Determinar los elementos del circuito si la tensión tiene un valor máximo 99 V.

Sol.: $R = 2,60 \Omega$; $C = 1,22 \text{ mF}$

4. Un circuito en serie con una resistencia 10Ω y una inductancia $j5 \Omega$ tiene una tensión eficaz aplicada de 120 V. Determinar las potencias consumidas y el factor de potencia, indicando si éste va en retraso o adelanto.

Sol.: $P = 1151,33 \text{ W}$; $Q = 575,66 \text{ VAR}$; $\overline{S} = 1287,22/26,5649^\circ \text{ VA}$; $\cos(\phi) = 0,894$, en retraso

5. 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 120V a 60Hz, se miden las tensiones en bornes de la resistencia y de la bobina, dando los valores $U_R = 70,8 \text{ V}$ y $U_B = 86 \text{ V}$. ¿Cuáles son las constantes de la bobina?

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

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

7. Un circuito serie RLC con $R = 5\Omega$, $L = 0,02H$ y $C = 80\mu F$, 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.: $\omega = 675,39 \text{ rad/s}$; $\omega = 790,57 \text{ rad/s}$; $\omega = 925,39 \text{ rad/s}$

8. Determinar el triángulo de potencias de un circuito al que se le aplica una tensión $u(t) = 340 \cdot \sin(\omega t - 60^\circ) V$ y circula una intensidad de corriente $i(t) = 13,3 \cdot \sin(\omega t - 48,7^\circ)$.

Sol.: $P = 2217,17 W$; $Q = 443,03 \text{ VAR}$; $S = 2261/\underline{-11,3^\circ} VA$

9. En el esquema de la Figura 2.3 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 $U_{CD} = 200V$ 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

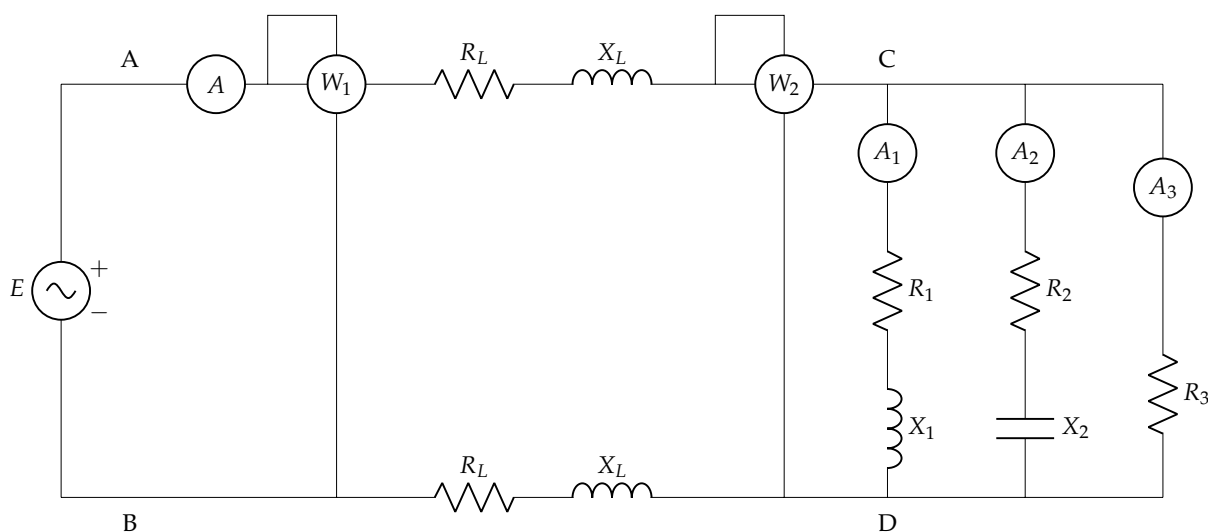


FIGURA 2.3: Ejercicio 9

Sol.: $\overline{I}_1 = 19,90/\underline{-5,7106^\circ} A$; $\overline{I}_2 = 19,90/\underline{5,7106^\circ} A$; $\overline{I}_3 = 20/\underline{0^\circ} A$; $\overline{I} = 59,60/\underline{0^\circ} A$; $W_1 = 19024,32 W$; $W_2 = 11920 W$

10. En el circuito de la Figura 2.4, los amperímetros A_1 y A_2 marcan $4,5A$ y $6A$, respectivamente; el voltímetro, $150V$ y el vatímetro $900W$. Sabiendo que la frecuencia del generador es de $250Hz$ y el f.d.p. de la impedancia Z es de 0.8 en retraso, se pide calcular:

- Valores de R , C y Z en forma compleja
- La tensión del generador

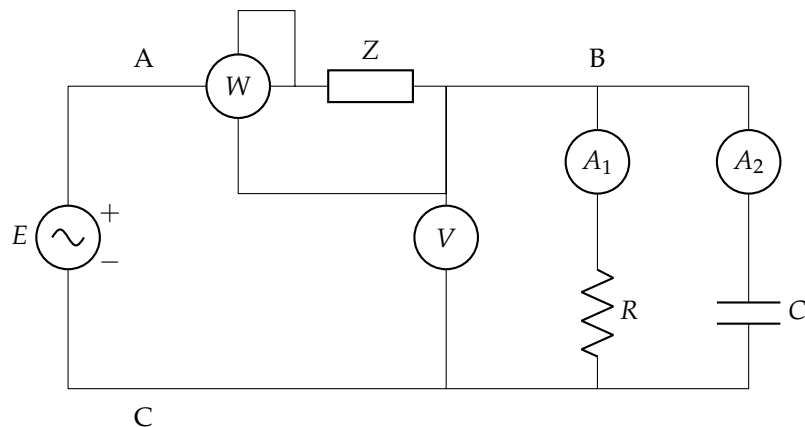


FIGURA 2.4: Ejercicio 10

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

11. En el circuito de la Figura 2.5, determinar las lecturas de los aparatos de medida y el balance de potencias activas y reactivas, así como el triángulo global de potencias.

Datos: $e(t) = 100\sqrt{2}(\omega t)$; $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $\omega L = 4\Omega$.

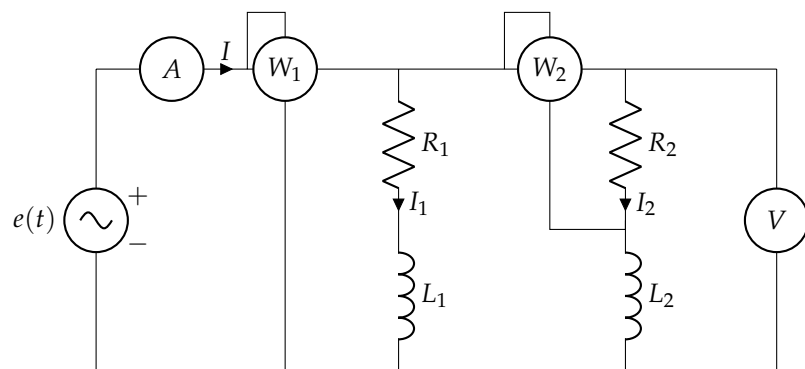


FIGURA 2.5: Ejercicio 11

Sol.: $V = 100 V$; $A = 45,20 A$; $W_1 = 2788,31 W$; $W_2 = 1250,33 W$; $P_{R1} = 1539,02 W$; $P_{R2} = 1250,33 W$; $Q_{L1} = 2308,52 VAR$; $Q_{L2} = 1250,33 VAR$; $P_T = 2789,35 W$; $Q_T = 3558,82 VAR$; $\bar{S}_T = 2789,35 + j3558,82 VA$

12. Un motor monofásico de $S = 10 kVA$ y $fdp = 0,8$ está alimentado por una fuente de $230 V$ a $f = 50 Hz$. 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.: $I = 43,5 A$; $S_g = 10 kVA$; $C = 361 \mu F$; $I' = 34,78 A$; $S'_g = 8000 kVA$

13. Un generador de corriente alterna monofásica ($f = 50 Hz$) alimenta a dos cargas a través de una línea de cobre. Esta línea, de resistividad $\rho = 21 m\Omega mm^2/m$, 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.: $P_1 = 7000\text{W}$; $Q_1 = 8183,91\text{VAr}$; $S_1 = 10769,23\text{VA}$; $P_2 = 5000\text{W}$; $Q_2 = 5882,35\text{VAr}$; $S_2 = 3098,72\text{VA}$; $P_T = 12000\text{W}$; $Q_T = 11282,63\text{VAr}$; $S_T = 16471,12\text{VA}$; $I_1 = 46,82\text{ A}$; $I_2 = 25,58\text{ A}$; $I_T = 71,62\text{ A}$; $P_g = 13333,65\text{W}$; $Q_g = 11282,63\text{VAr}$; $S_g = 17466,65\text{VA}$; $U_g = 243,88\text{V}$; $C = 441,66\mu\text{F}$; $I' = 54,92\text{A}$; $P'_g = 12784,21\text{W}$; $Q'_g = 3944,21\text{VAr}$; $S'_g = 13378,82\text{VA}$

14. Determinar la capacidad del condensador de la Figura 2.6 para que la corriente de la fuente esté en fase con la tensión de alimentación, sabiendo que $f = 50\text{ Hz}$.

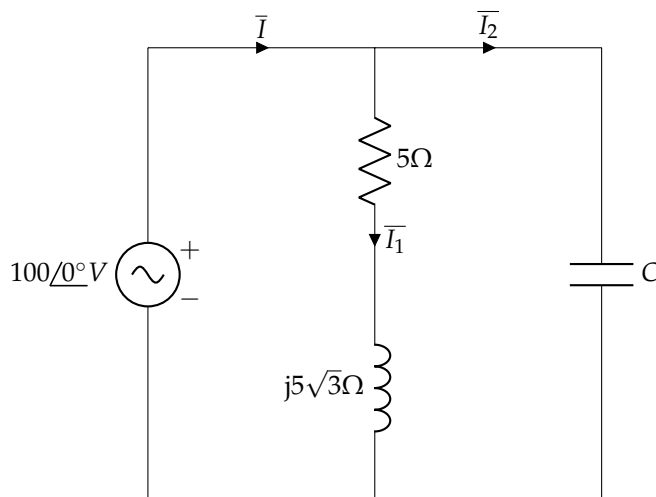


FIGURA 2.6: Ejercicio 14

Sol.: $C = 275,59\mu\text{F}$

15. Calcular la corriente $i(t)$ del circuito de la Figura 2.7.

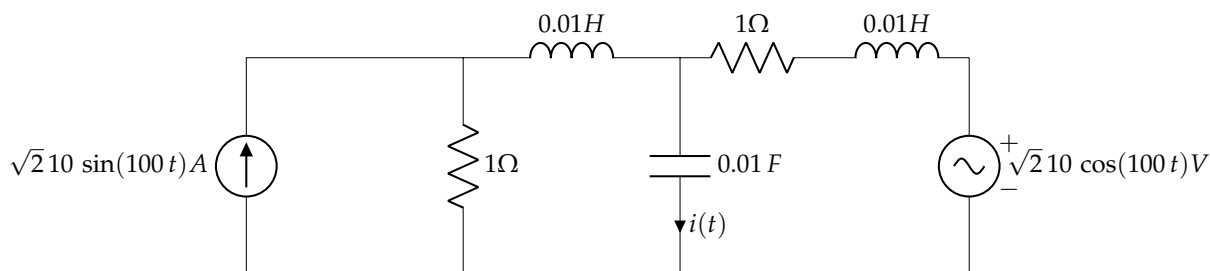


FIGURA 2.7: Ejercicio 15

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

16. 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 40m y una sección de 6mm^2 . Las dos cargas, cuya tensión de alimentación es de 200V, son:

- a) Un motor de 7kW con f.d.p. 0,7.

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

17. El circuito de la Figura 2.8 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 \bar{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 $\overline{U_{AB}}$, $\overline{U_{AC}}$ y $\overline{U_{CB}}$
- Valores de R_1 , X_1 , R_2 , R_3 y X_3

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

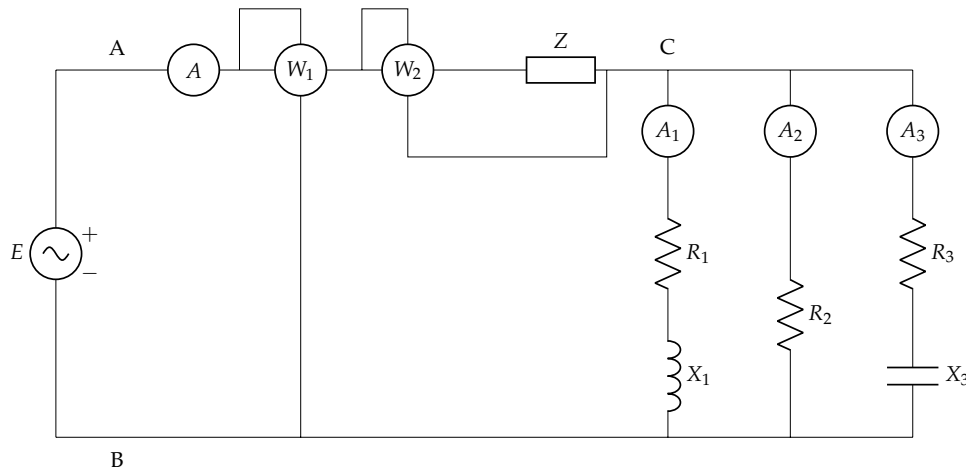


FIGURA 2.8: Ejercicio 17

Sol.: $P_z = 1250\text{W}$; $Q_z = 1250\text{VAR}$; $\bar{I} = 11,18\angle 0^\circ\text{A}$; $\bar{I}_1 = 7,07\angle -34,6711^\circ\text{A}$; $\bar{I}_2 = 5\angle 10,3289^\circ\text{A}$; $\bar{I}_3 = 3,16\angle 81,8940^\circ\text{A}$; $\overline{U_{AB}} = 247\angle 31,6823^\circ\text{V}$; $\overline{U_{AC}} = 158,11\angle 45^\circ\text{V}$; $\overline{U_{CB}} = 100\angle 10,3289^\circ\text{V}$; $R_1 = R_3 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$; $X_1 = 10\Omega$; $X_3 = -30\Omega$

18. Del circuito de la Figura 2.9, obtener:

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

Datos: $e_g(t) = 50\sqrt{2}\sin(1000t)$ 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

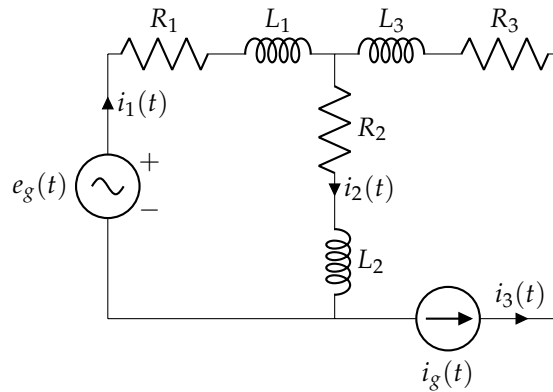


FIGURA 2.9: Ejercicio 18

Sol.: $i_1(t) = -5 + 5\sqrt{10}\sin(1000t - 0,46)$ A; $i_2(t) = 5 + 5\sqrt{10}\sin(1000t - 0,46)$ A; $i_3(t) = 10$ A; $P_T = 1300$ W

19. Del esquema de la Figura 2.10 hallar:

- Equivalente de Thévenin del circuito situado a la izquierda de los terminales de A – B
- Potencia disipada por la impedancia conectada a la derecha de los terminales A – B
- Impedancia a conectar al equivalente de Thévenin para que éste entregue la máxima potencia, así como dicha potencia

Datos: $u(t) = 80\sqrt{2}\sin(t + \frac{\pi}{2})$ V; $R_1 = R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $L_1 = 3$ H; $L_2 = 2$ H; $C_1 = 1$ F; $C_2 = 0,2$ F

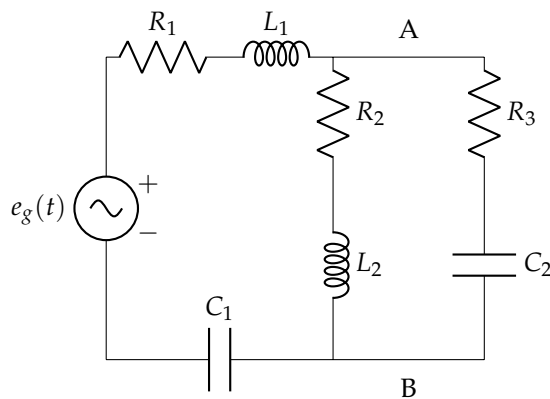


FIGURA 2.10: Ejercicio 19

Sol.: $\overline{E}_{th} = 40\angle 90^\circ$ V; $\overline{Z}_{th} = 1 + j\Omega$; $P_{R3} = 150$ W; $\overline{Z}_L = 1 - j\Omega$; $P_{max} = 400$ W

20. En el circuito de la Figura 2.11 determina:

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

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

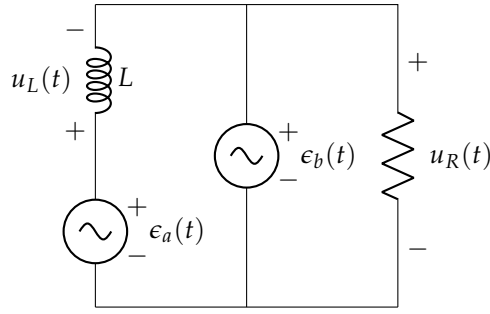


FIGURA 2.11: Ejercicio 20

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

21. El circuito de la Figura 2.12 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: $e_1(t) = 50 \sin(1000t) V$; $e_2(t) = 30V$; $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $L = 8mH$; $C = 10\mu F$

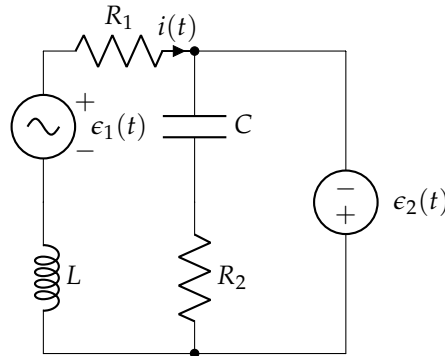


FIGURA 2.12: Ejercicio 21

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

22. Obtener el generador equivalente de Thévenin del circuito de la Figura 2.13 respecto de A y B.
Datos: $\bar{\epsilon}_g = 12 - j16V$; $\bar{Z}_1 = 1 - j\Omega$; $\bar{Z}_2 = 1 + j\Omega$; $\bar{Z}_3 = 5 + j3\Omega$; $\alpha = 2$

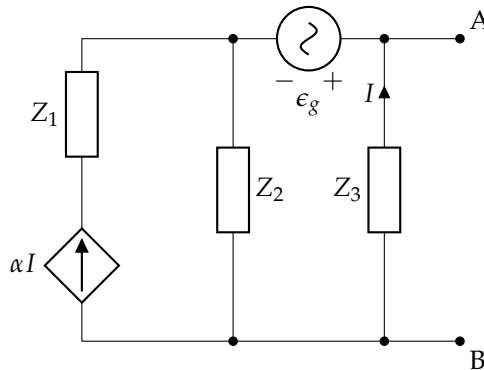


FIGURA 2.13: Ejercicio 22

Sol.: $\bar{\epsilon}_{th} = 6 - j10 V$; $\bar{Z}_{th} = 0,64 + j0,52\Omega$

Capítulo 3

Sistemas trifásicos

3.1. Ejercicios

- Un sistema trifásico de secuencia de fases directa y tensión 200 V, alimenta tres impedancias iguales de valor $\bar{Z} = 10/30^\circ \Omega$, conectadas en triángulo. Determinar las corrientes de fase y línea y dibujar el diagrama fasorial.
 Sol.: $\bar{I}_{ab} = 20/90^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_{bc} = 20/-30^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_{ca} = 20/-150^\circ \text{ A}$;
 $\bar{I}_a = 20\sqrt{3}/60^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_b = 20\sqrt{2}/-60^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_c = 20\sqrt{3}/180^\circ \text{ A}$
- Un sistema trifásico de secuencia de fases inversa y tensión $200\sqrt{3} \text{ V}$, alimenta a tres impedancias iguales de valor $\bar{Z} = 10/60^\circ \Omega$, conectadas en estrella. Determinar la corriente de línea y el diagrama fasorial.
 Sol.: $\bar{I}_a = 20/-150^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_b = 20/-30^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_c = 20/90^\circ \text{ A}$
- Un sistema trifásico de cuatro conductores, de secuencia de fases directa y $200\sqrt{3} \text{ V}$, alimenta a tres impedancias: $\bar{Z}_A = 10/60^\circ \Omega$, $\bar{Z}_B = 10/0^\circ \Omega$ y $\bar{Z}_C = 10/-30^\circ \Omega$. Determinar las corrientes de línea y dibujar el diagrama fasorial.
 Sol.: $\bar{I}_a = 20/30^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_b = 20/-30^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_c = 20/180^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_N = 14,64/0^\circ \text{ A}$
- En el sistema trifásico de la Figura 3.1 de secuencia de fases directa y $f = 60 \text{ Hz}$, el receptor equilibrado disipa una potencia total $P_T = 51984 \text{ W}$ con un factor de potencia de 0,6 en retraso. Sabiendo que el amperímetro indica $76\sqrt{3} \text{ A}$, 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

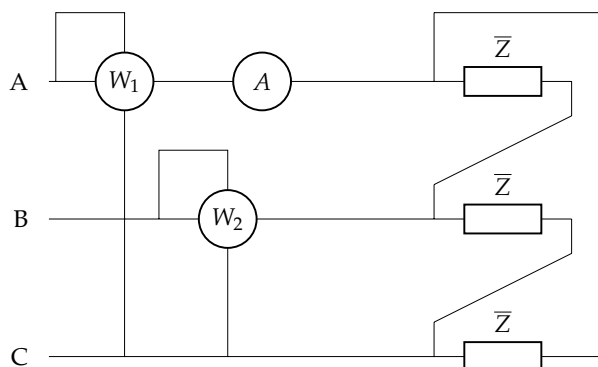


FIGURA 3.1: Ejercicio 4

Sol.: $W_1 = 46000,65 \text{ W}$; $W_2 = 5983,35 \text{ W}$; $\bar{Z} = 3 + j4 \Omega$; $C_D = 51,31 \text{ mF/fase}$

- En el sistema trifásico de la Figura 3.2, de secuencia de fases inversa y tensión de línea $200\sqrt{3} \text{ V}$, 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.

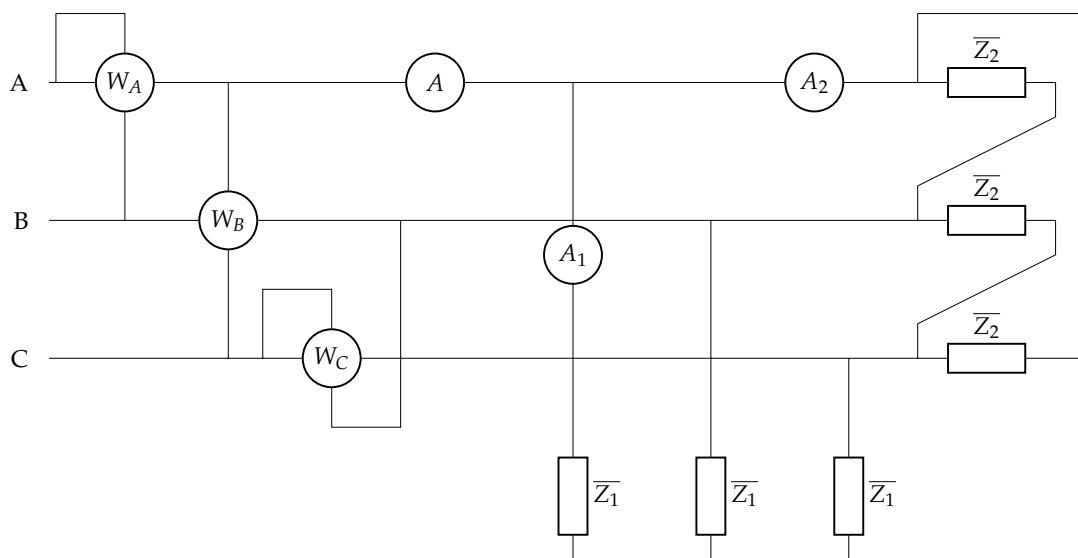


FIGURA 3.2: Ejercicio 5

Sol.: $A = 79,40 \text{ A}$; $A_1 = 20 \text{ A}$; $A_2 = 60 \text{ A}$; $W_A = 27007,43 \text{ W}$; $W_B = 18013,85 \text{ W}$; $W_C = 8993,58 \text{ W}$; $\bar{S}_T = 36000 + j31200 \text{ VA}$

6. El receptor trifásico de la Figura 3.3 tiene secuencia de fases inversa y tensión de línea $200\sqrt{3} \text{ V}$. 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.

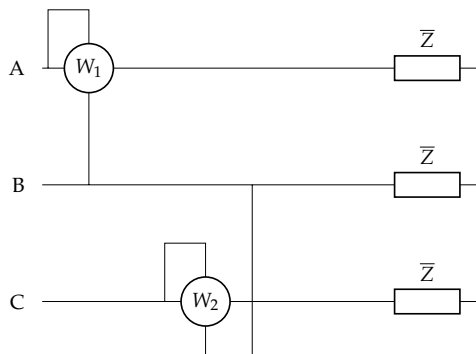


FIGURA 3.3: Ejercicio 6

Sol.: $\bar{Z} = 10\angle 0^\circ \Omega$; $\bar{I}_a = 20\angle -90^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_b = 20\angle 30^\circ \text{ A}$; $\bar{I}_c = 20\angle 150^\circ \text{ A}$

7. El sistema trifásico de la Figura 3.4 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 $1,8 \text{ CV}$, 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 .

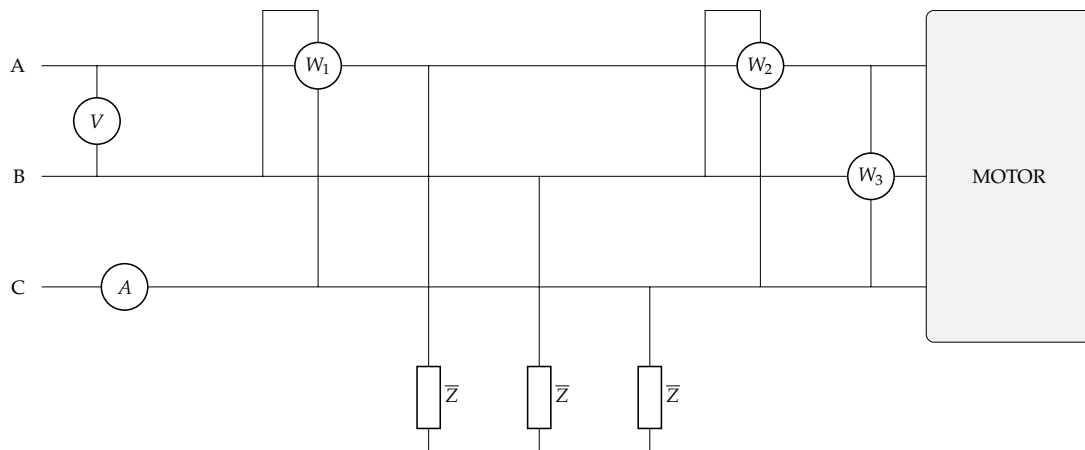


FIGURA 3.4: Ejercicio 7

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

8. 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 400V por una línea trifásica en secuencia de fases directa y frecuencia 50Hz. Una de las bombas funciona con un motor trifásico de 30kW y factor de potencia de 0,78. La otra bomba trabaja con un motor de 7,5kW 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 300m y una sección de 35mm².

- Calcular el triángulo de potencias (potencia activa, reactiva, y aparente) de cada carga, y total de las cargas (a la salida de la línea).
- Calcular el valor eficaz de la corriente de línea de cada carga, y total.
- Determinar 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.
- Calcular el triángulo de potencias a la entrada de la línea.
- Calcular el valor eficaz de la tensión a la entrada de la línea.
- Calcular los condensadores que se deben conectar a la salida de la línea para mejorar el factor de potencia del sistema hasta la unidad, indicando el modo de conexión. Una vez conectados los condensadores del último apartado:
 - Calcular el valor eficaz de la corriente de línea total.
 - Calcular el triángulo de potencias a la entrada de la línea.
 - Calcular el valor eficaz de la tensión a la entrada de la línea.
 - Determinar la lectura de los vatímetros descritos anteriormente.

Sol.: $P_1 = 30 \text{ kW}$; $Q_1 = 24,07 \text{ kVar}$; $S_1 = 38,46 \text{ kVA}$; $P_2 = 7,5 \text{ kW}$; $Q_2 = 8,31 \text{ kVar}$; $S_2 = 11,19 \text{ kVA}$; $P_T = 37,5 \text{ kW}$; $Q_T = 32,38 \text{ kVar}$; $S_T = 49,55 \text{ kVA}$; $I_1 = 55,51 \text{ A}$; $I_2 = 16,15 \text{ A}$; $I_T = 71,52 \text{ A}$; $W_{A,AC} = 28,10 \text{ kW}$; $W_{B,BC} = 9,40 \text{ kW}$; $W_{C,BA} = -18,69 \text{ kW}$; $P_g = 39,74 \text{ kW}$; $Q_g = 32,38 \text{ kVar}$; $S_g = 51,26 \text{ kVA}$; $U_g = 413,81 \text{ V}$; $C = 214,7 \mu\text{F}/\text{fase}$; $I'_T = 54,13 \text{ A}$; $P'_g = 38,78 \text{ kW}$; $Q'_g = 0 \text{ Var}$; $S'_g = 38,78 \text{ kVA}$; $U' = 413,66 \text{ V}$; $W'_{A,AC} = 18,75 \text{ kW}$; $W'_{B,BC} = 18,75 \text{ kW}$; $W'_{C,BA} = 0 \text{ W}$

9. El circuito de la Figura 3.5 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: $\bar{Z}_1 = 100\angle 60^\circ \Omega$; $W_1 = 300W$; $W_2 = 300W$; $V = \sqrt{3} \cdot 200V$

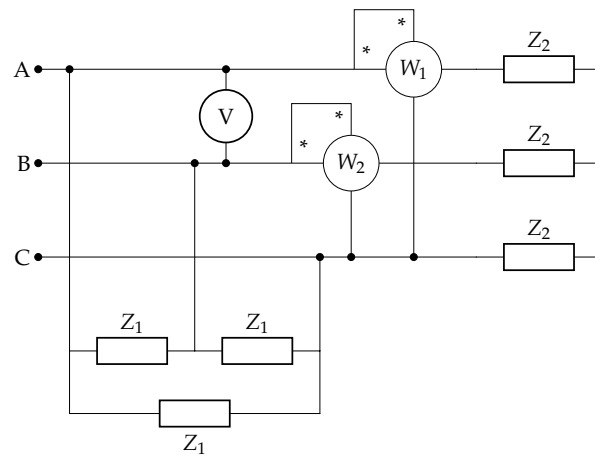


FIGURA 3.5: Ejercicio 9

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

Capítulo 4

Introducción al régimen transitorio

4.1. Ejercicios

1. El interruptor de la Figura 4.1 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.

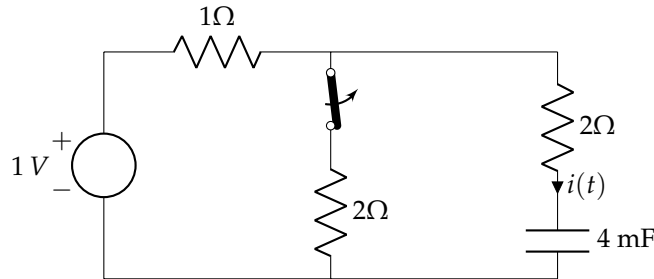


FIGURA 4.1: Ejercicio 1

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

2. El circuito de la Figura 4.2 se encuentra en régimen permanente. En el instante $t = 0$ se abre el interruptor. Calcular u_1 y u_2 para $t > 0$.

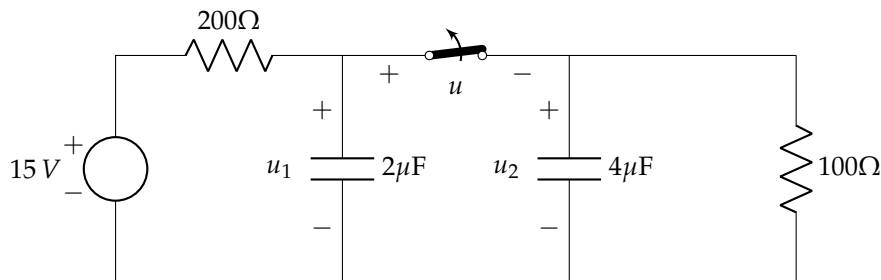


FIGURA 4.2: Ejercicio 2

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

3. El interruptor del circuito de la Figura 4.3 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 $t > 0$.

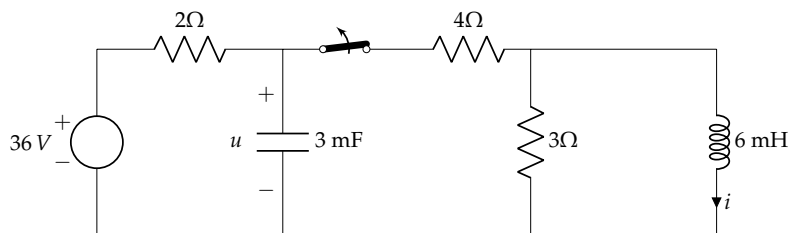


FIGURA 4.3: Ejercicio 3

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

4. El circuito de la Figura 4.4 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 $t > 0$.

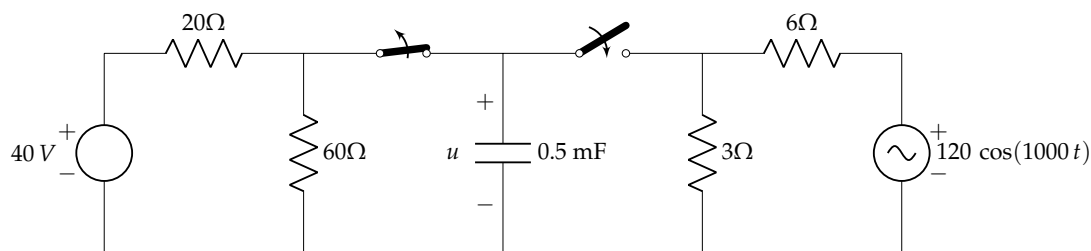


FIGURA 4.4: Ejercicio 4

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

5. En el circuito de la Figura 4.5, 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 $t > 0$, sabiendo que la fuente de tensión alterna es $e(t) = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ V}$.

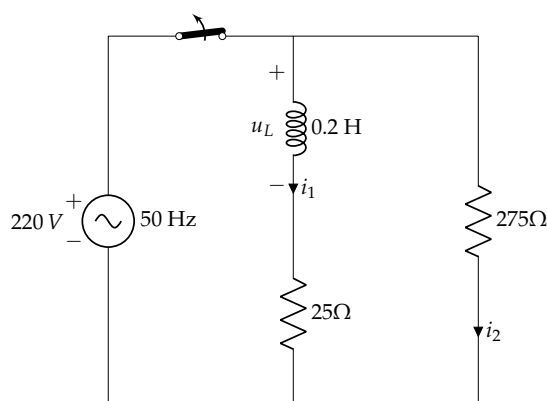


FIGURA 4.5: Ejercicio 5

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

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

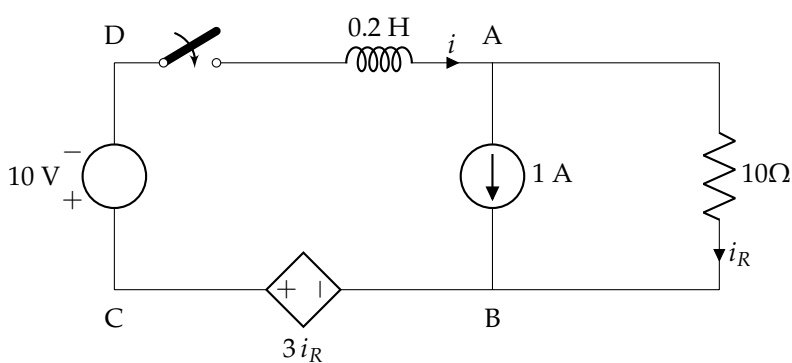


FIGURA 4.6: Ejercicio 6

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

7. En el circuito de la Figura 4.7, el interruptor permanece conectado en la posición mostrada el tiempo suficiente para que se encuentre en estado estacionario. En el instante $t = 0$, cambia de posición. Obtener la expresión analítica de la tensión entre los bornes de la bobina.

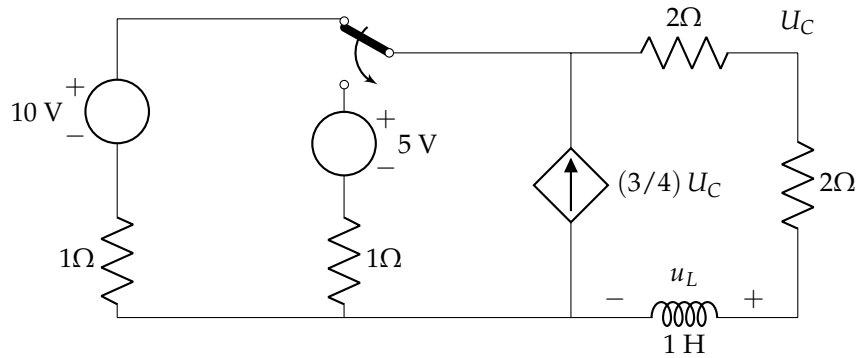


FIGURA 4.7: Ejercicio 7

Sol.: $u(t) = -20e^{-14t} \text{ V}$

8. En el circuito de la Figura 4.8, calcular la tensión $u_C(t)$ para $t > 0$.
Datos: $\epsilon_g = 4\text{V}$; $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $L = 1\text{H}$; $C = 0,25\text{F}$

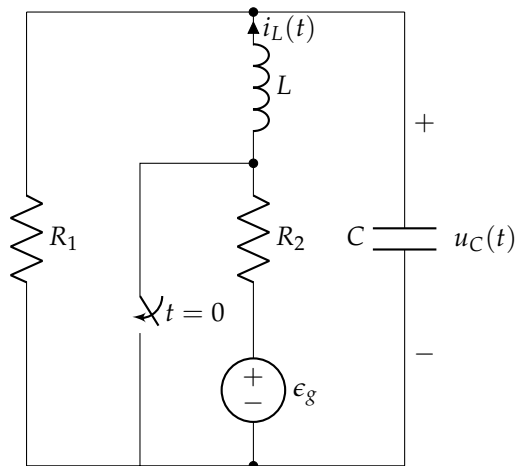


FIGURA 4.8: Ejercicio 8

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

9. En el circuito de la Figura 4.9 el interruptor ha estado cerrado durante un tiempo elevado y, en $t = 0$, se abre. Determinar la expresión de la corriente $i_L(t)$ para $t > 0$, especificando el tipo de transitorio.
Datos: $E_g = 500\text{V}$; $R_1 = 375\Omega$; $R_2 = 125\Omega$; $L_1 = 40\text{mH}$; $L_2 = 40\text{mH}$; $C = 1\mu\text{F}$

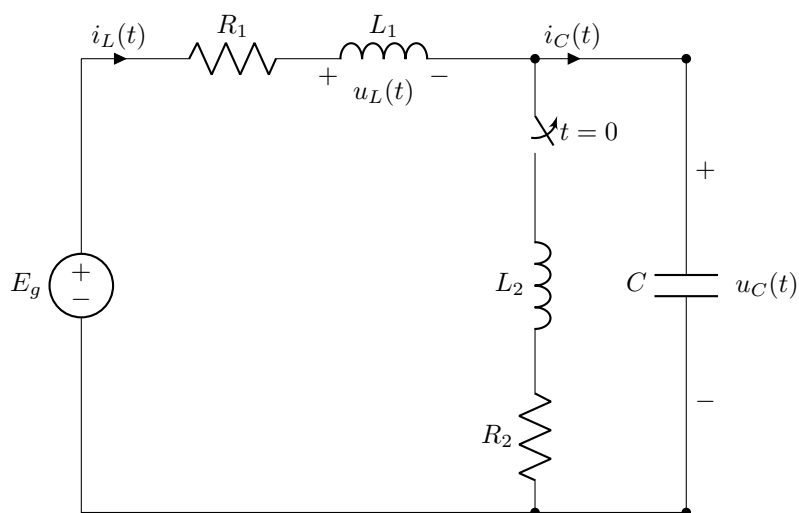


FIGURA 4.9: Ejercicio 9

Sol.: $i_L(t) = e^{-4687,5t} [\cos(1739,93t) + 2,69 \sin(1739,93t)] = 2,87 e^{-t} \sin(1739,93t + 1,215) \text{ A}$

10. En el circuito de la Figura 4.10, determinar la tensión u en el condensador a partir del instante en que se abre el interruptor, el cual lleva cerrado desde un tiempo infinito.

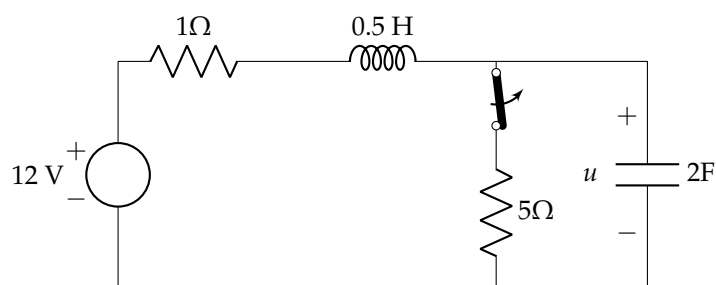


FIGURA 4.10: Ejercicio 10

Sol.: $u(t) = 12 - e^{-t} (2 + 2t) \text{ V}$

