Problema 1.

Un generador cuya fuerza electromotriz es de 120 V y resistencia interna 0.2 Ω, entrega una corriente de 20 A a un motor situado a 300 m de distancia y de resistencia interna 0.5 Ω. La línea es de cobre de resistividad 17.24 mΩ $\text{mm}^2\,\text{m}^{-1}$. Sabiendo que el motor absorbe 10.2 kWh en 5 horas, hallar:

1. Fuerza contraelectromotriz del motor.
2. Sección de los conductores.
3. Rendimiento del motor, del generador, de la línea y rendimiento total.
4. Balance general de potencias.

Problema 2.

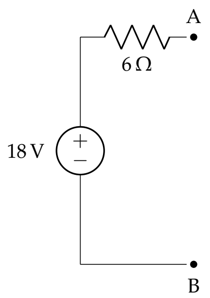
Un generador de corriente continua alimenta a dos cargas. La primera está situada a 2100 m, tiene una resistencia de 215 Ω y rendimiento unidad. La segunda está situada a 270 m después de la primera, tiene una potencia de 4662 W, un rendimiento del 75 %, y una tensión aplicada de 420 V.

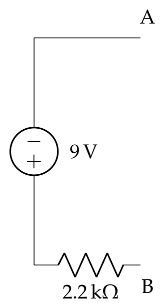
Sabiendo que la línea es de cobre, de 6 mm^2 de sección, y que la resistividad es de 17.24 mΩ $\text{mm}^2\,\text{m}^{-1}$, determinar:

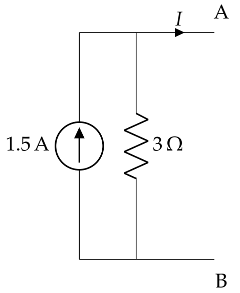
1. Tensión en bornes del generador.
2. Intensidad entregada por el generador.
3. Rendimiento de la instalación.

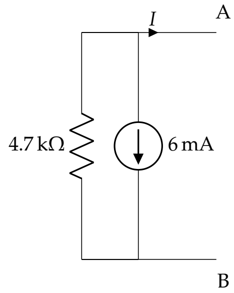
Problema 3.

Convierte en fuente de tensión o intensidad, según corresponda.



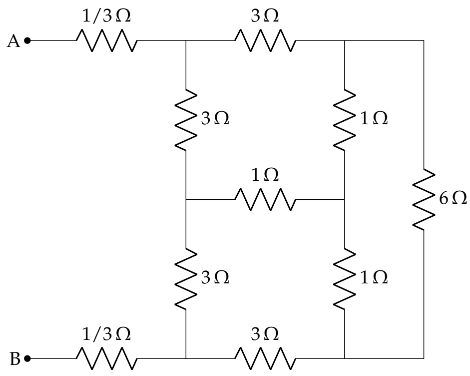






Problema 4.

Calcula la resistencia equivalente entre A y B.



Problema 5.

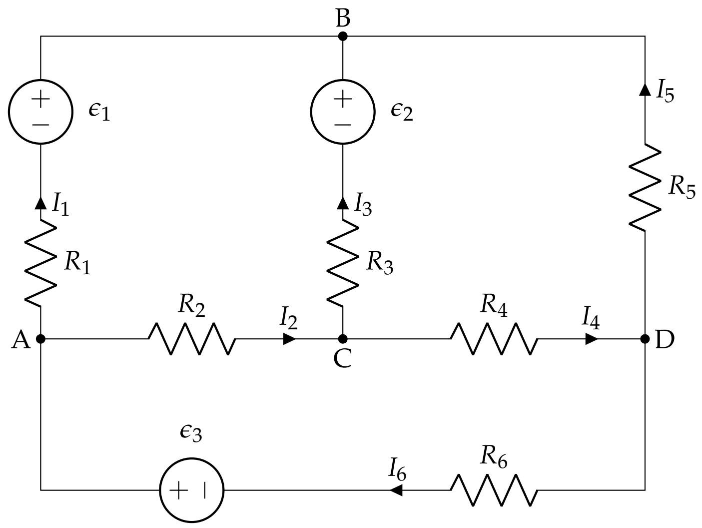
Analiza el circuito de la figura mediante el método de las mallas, obteniendo:

1. Corriente de cada una de las ramas
2. Potencial en cada uno de los nudos, tomando como referencia el nudo A.

Con estos resultados, realiza un balance de potencias comparando la potencia de los elementos activos y la de los elementos pasivos.

Datos:

$$R_1 = R_3 = R_6 = 3\,\Omega$$
$$R_2 = R_4 = R_5 = 2\,\Omega$$
$$\epsilon_1 = 245\,\text{V}$$
$$\epsilon_2 = 490\,\text{V}$$
$$\epsilon_3 = 735\,\text{V}$$

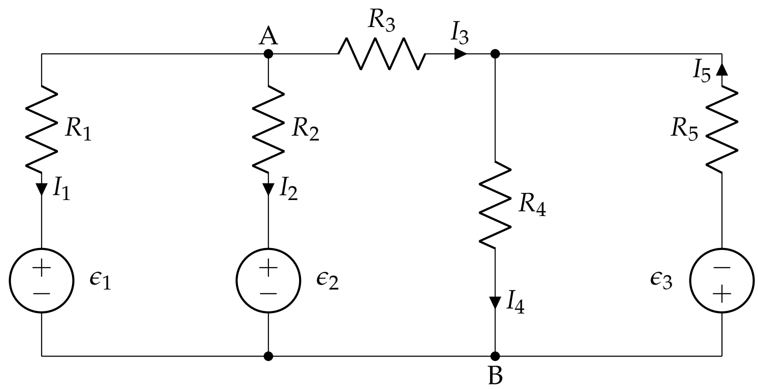


Problema 6.

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

Datos:

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

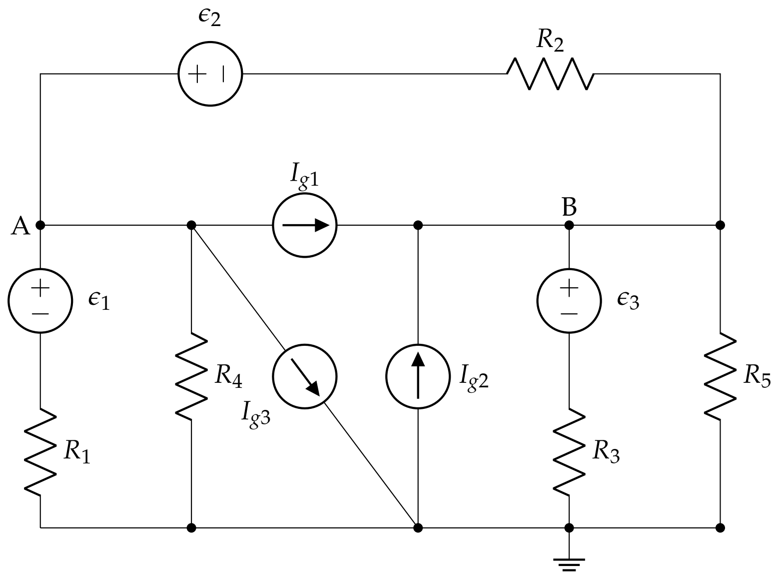


Problema 7.

En el circuito de la figura se debe emplear el método de los nudos para determinar:

- Las tensiones en los nudos A y B.
- Las corrientes de todas las ramas.
- El balance de potencias, diferenciando entre elementos activos y elementos pasivos.

$$
\begin{aligned}
\epsilon_1 &= 6\,\mathrm{V}\\
\epsilon_2 &= 12\,\mathrm{V}\\
\epsilon_3 &= 24\,\mathrm{V}\\
I_{g1} &= 15\,\mathrm{A}\\
I_{g2} &= 9\,\mathrm{A}\\
I_{g3} &= 6\,\mathrm{A}\\
R_1 = R_3 = R_4 = R_5 &= 2\,\Omega\\
R_2 &= 1\,\Omega
\end{aligned}
$$



Solución

Transformando las fuentes de tensión en fuentes de corriente obtenemos:

$$
\begin{pmatrix} 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_4 & -1/R_2 \\ -1/R_2 & 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} V_A \\ V_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1/R_1 + E_2/R_2 - I_1 - I_3 \\ -E_2/R_2 + I_1 + I_2 + E_3/R_3 \end{pmatrix}
$$

La solución de esta ecuación matricial es $V_A = 4\,\mathrm{V}$ y $V_B = 14\,\mathrm{V}$.

Con estos resultados podemos calcular las corrientes que circulan por las resistencias asociadas a los generadores de tensión:

$$
\begin{aligned}
V_A &= E_1 - I_{R1}R_1\\
V_{AB} &= E_2 - I_{R2}R_2\\
V_B &= E_3 - I_{R3}R_3
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
I_{R1} &= 1\,\mathrm{A}\\
I_{R2} &= 22\,\mathrm{A}\\
I_{R3} &= 5\,\mathrm{A}
\end{aligned}
$$

Por tanto, los elementos activos aportan un total de 642 W:

$$
\begin{aligned}
P_{I1} &= I_1 V_{BA} = 150\,\mathrm{W} \\
P_{I2} &= I_2 V_B = 126\,\mathrm{W} \\
P_{I1} &= I_3(-V_A) = -24\,\mathrm{W} \\
P_{E1} &= E_1 I_{R1} = 6\,\mathrm{W} \\
P_{E2} &= E_2 I_{R2} = 264\,\mathrm{W} \\
P_{E3} &= E_3 I_{R3} = 120\,\mathrm{W}
\end{aligned}
$$

Los elementos pasivos consumen un total de 642 W:

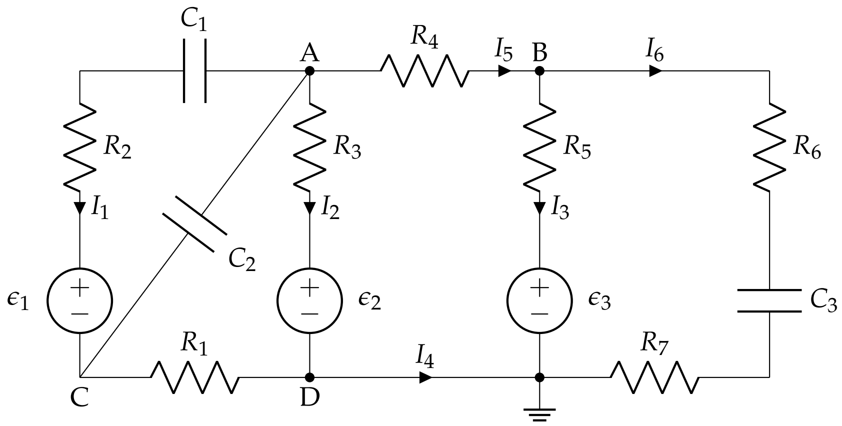
$$
\begin{aligned}
P_{R1} &= I_{R1}^2 R_1 = 2\,\mathrm{W} \\
P_{R2} &= I_{R2}^2 R_2 = 484\,\mathrm{W} \\
P_{R3} &= I_{R3}^2 R_3 = 50\,\mathrm{W} \\
P_{R4} &= I_{R4}^2 R_4 = 8\,\mathrm{W} \\
P_{R5} &= I_{R5}^2 R_5 = 98\,\mathrm{W}
\end{aligned}
$$

Problema 8.

Aplica el método de los nudos en el circuito de la figura para determinar:

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

$R_i = \mathrm{i}\,\Omega$
$C_i = \mathrm{i}\,\mu\mathrm{F}$
$E_1 = 6\,\mathrm{V}$
$E_2 = 18\,\mathrm{V}$
$E_3 = 6\,\mathrm{V}$

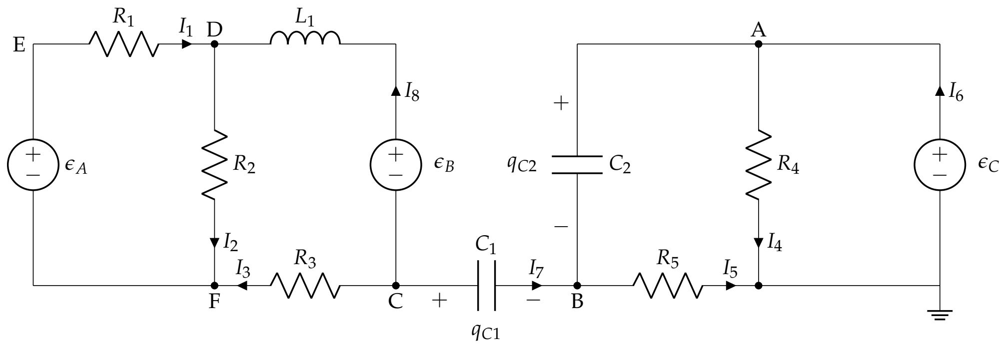


Problema 9.

En el circuito de la figura debes determinar:

- Las intensidades señaladas.
- Los potenciales en los puntos A, B, C, D, E y F.

$\epsilon_A = 90\,\mathrm{V}$
$\epsilon_B = 60\,\mathrm{V}$
$\epsilon_C = 30\,\mathrm{V}$
$R_1 = R_2 = R_3 = 10\,\Omega$
$R_4 = R_5 = 30\,\Omega$
$C_1 = 10\,\mu\mathrm{F}$
$C_2 = 20\,\mu\mathrm{F}$
$L_1 = 1\,\mu\mathrm{H}$
$q^0_{C1} = 10\,\mu\mathrm{C}$
$q^0_{C2} = 20\,\mu\mathrm{C}$

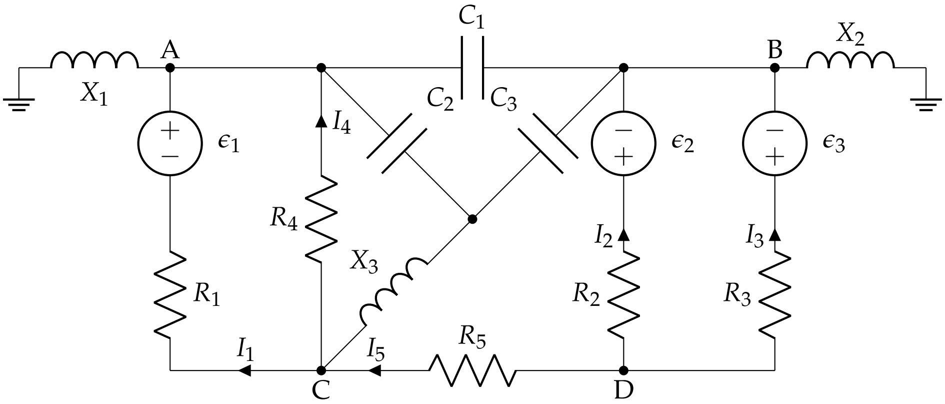


Problema 10.

En el esquema de la figura los condensadores se conectaron sin carga. Mediante el método de las mallas determina:

1. Intensidades de corriente señaladas.
2. Potenciales en los puntos A, B, C y D.
3. Polaridades, cargas, y energías de los condensadores.
4. Balance de potencias.

$$\begin{aligned}
\epsilon_1 &= 118\,\mathrm{V}\\
\epsilon_2 &= 236\,\mathrm{V}\\
\epsilon_3 &= 118\,\mathrm{V}\\
R_1 &= 4\,\Omega\\
R_2 &= R_3 = 1\,\Omega\\
R_4 &= 3\,\Omega\\
R_5 &= 2\,\Omega\\
C_1 &= C_2 = C_3 = 2\,\mu\mathrm{F}\\
X_1 &= X_2 = X_3 = 1\,\Omega
\end{aligned}$$



Solución

Sustituimos los condensadores y las bobinas por sus equivalentes en un circuito de corriente continua. En el circuito resultante marcamos tres corrientes de malla dextrógiras, y planteamos la matriz correspondiente para resolver por mallas:

$$\begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_2 - E_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 + R_4 & -R_4 & 0 \\ -R_4 & R_4 + R_5 + R_2 & -R_2 \\ 0 & -R_2 & R_2 + R_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 118 \\ 236 \\ 118 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 & -3 & 0 \\ -3 & 6 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix}$$

La solución es:

$$\begin{aligned}
I_A &= 40\,\mathrm{A}\\
I_B &= 54\,\mathrm{A}\\
I_C &= -32\,\mathrm{A}
\end{aligned}$$

Por tanto, las corrientes indicadas en el circuito son:

$$\begin{aligned}
I_1 &= 40\,\mathrm{A}\\
I_2 &= -86\,\mathrm{A}\\
I_3 &= 32\,\mathrm{A}\\
I_4 &= 14\,\mathrm{A}\\
I_5 &= 54\,\mathrm{A}
\end{aligned}$$

Las tensiones en los puntos indicados son:

$$
\begin{aligned}
V_A &= 0\,\mathrm{V} \\
V_B &= 0\,\mathrm{V} \\
V_C &= I_4 \cdot R_4 = 42\,\mathrm{V} \\
V_D &= I_5 \cdot R_5 + V_c = 150\,\mathrm{V}
\end{aligned}
$$

Por tanto, las polaridades de los condensadores son las marcadas en la figura, con los valores de tensión siguientes:

$$
\begin{aligned}
U_{C1} = U_{BA} &= 0\,\mathrm{V} \\
q_1 = C_1 \cdot U_{C1} &= 0\,\mu\mathrm{C} \\
E_{C2} &= 0\,\mathrm{J}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
U_{C2} = U_{CA} &= 42\,\mathrm{V} \\
q_2 = C_2 \cdot U_{C2} &= 84\,\mu\mathrm{C} \\
E_{C2} &= 1.76\,\mathrm{mJ}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
U_{C3} = U_{CB} &= 42\,\mathrm{V} \\
q_3 = C_3 \cdot U_{C3} &= 84\,\mu\mathrm{C} \\
E_{C3} &= 1.76\,\mathrm{mJ}
\end{aligned}
$$

Finalmente, el balance de potencias calcula la potencia entregada por los elementos activos y la potencia consumida por los elementos pasivos.

La potencia total entregada por los elementos activos es 21 240 W:

$$
\begin{aligned}
P_{E1} = E_1 \cdot I_1 &= 4720\,\mathrm{W} \\
P_{E2} = E_2 \cdot (-I_2) &= 20\,296\,\mathrm{W} \\
P_{E3} = E_3 \cdot (-I_3) &= -3776\,\mathrm{W}
\end{aligned}
$$

La potencia total consumida por los elementos pasivos también es 21 240 W:

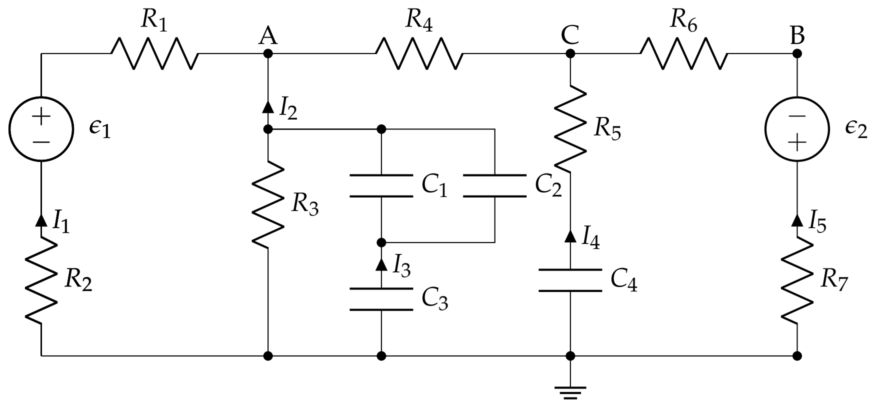
$$
\begin{aligned}
P_{R1} = R_1 \cdot I_1^2 &= 6400\,\mathrm{W} \\
P_{R2} = R_2 \cdot I_2^2 &= 7396\,\mathrm{W} \\
P_{R3} = R_3 \cdot I_3^2 &= 1024\,\mathrm{W} \\
P_{R4} = R_4 \cdot I_4^2 &= 588\,\mathrm{W} \\
P_{R5} = R_5 \cdot I_5^2 &= 5832\,\mathrm{W}
\end{aligned}
$$

Problema 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, polaridad y energía almacenada en los condensadores, supuestos sin carga inicial.

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



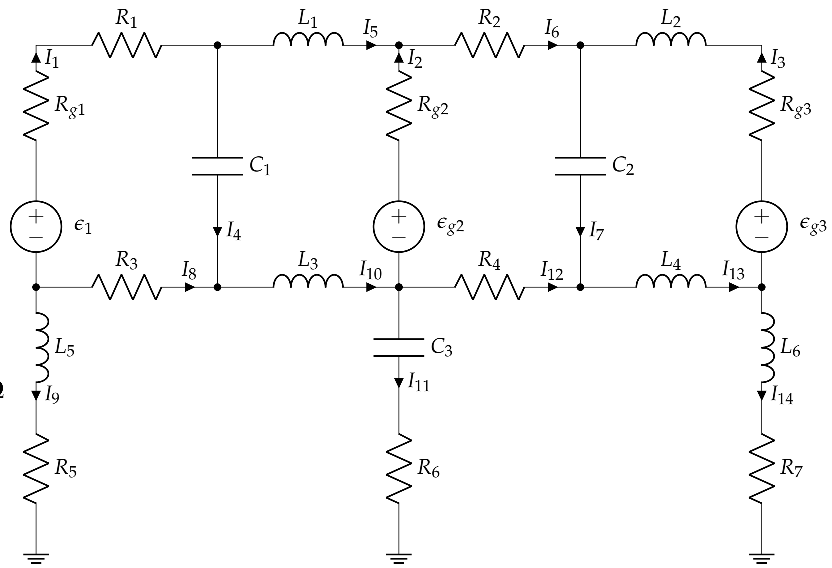
Problema 12.

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

1. Las intensidades señaladas.
2. Carga, polaridad y energía almacenada en los condensadores.
3. Balance de potencias.

Datos:

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



Solución

Cuando el circuito se encuentra en régimen permanente, dado que las fuentes son de corriente continua, los condensadores se sustituyen por circuitos abiertos (inicialmente están descargados) y las bobinas por cortocircuitos. De esta forma, el circuito original queda reducido a tres mallas (A, B y C).

La resolución de este circuito mediante el método de las mallas se sirve de la siguiente ecuación matricial:

$$\begin{pmatrix} E_1 - E_2 \\ E_2 - E_3 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{g1} + R_1 + R_{g2} + R_3 & -R_{g2} & -R_3 \\ -R_{g2} & R_{g2} + R_2 + R_{g3} + R_4 & -R_4 \\ -R_3 & -R_4 & R_3 + R_4 + R_5 + R_7 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix}$$

y sustituyendo los valores de cada elemento:

$$\begin{pmatrix} 18 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 & -4 & -2 \\ -4 & 12 & -2 \\ -2 & -2 & 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix}$$

cuya solución es:

$$\begin{aligned} I_A &= 2\,A \\ I_B &= 1\,A \\ I_C &= 1\,A \end{aligned}$$

Ahora debemos relacionar estas corrientes de malla con las corrientes de rama señaladas en el circuito original (teniendo en cuenta que las corrientes que circulan por ramas con condensadores son nulas):

$$
\begin{aligned}
I_1 &= I_A = 2\,A \\
I_2 &= -I_A + I_B = -1\,A \\
I_3 &= -I_B = -1\,A \\
I_4 &= 0\,A \\
I_5 &= I_A = 2\,A \\
I_6 &= I_B = 1\,A \\
I_7 &= 0\,A \\
I_8 &= -I_A + I_C = -1\,A \\
I_9 &= -I_C = -1\,A \\
I_{10} &= -I_A + I_C = -1\,A \\
I_{11} &= 0\,A \\
I_{12} &= -I_B + I_C = 0\,A \\
I_{13} &= -I_B + I_C = 0\,A \\
I_{14} &= I_C = 1\,A
\end{aligned}
$$

Carga, polaridad y energía almacenada en los condensadores

El condensador C_1 está conectado directamente a la rama compuesta por la fuente E_2 y su resistencia E_{g2} (debido a que la bobina se comporta como un cortocircuito). Por tanto, suponiendo que la polaridad positiva de este condensador corresponde a su borne superior, la tensión de este condensador es:

$$V_{C1} = E_2 - I_2 \cdot R_{g2} = 22 - (-1) \cdot 4 = 26\,V$$

siendo correcta la polaridad asignada por el signo positivo de este resultado. La energía almacenada por el condensador es:

$$E_{C1} = 1/2 \cdot V_{c1}^2 \cdot C_1 = 0{,}676\,mJ$$

El condensador C_2 está conectado directamente a la rama compuesta por la fuente E_3 y su resistencia E_{g3} (debido a que la bobina se comporta como un cortocircuito). Por tanto, suponiendo que la polaridad positiva de este condensador corresponde a su borne superior, la tensión de este condensador es:

$$V_{C2} = E_3 - I_3 \cdot R_{g3} = 20 - (-1) \cdot 4 = 24\,V$$

siendo correcta la polaridad asignada por el signo positivo de este resultado. La energía almacenada por el condensador es:

$$E_{C2} = 1/2 \cdot V_{c2}^2 \cdot C_2 = 0{,}576\,mJ$$

El condensador C_3 está en paralelo con la resistencia R_4 y la resistencia R_7 (debido a que las bobinas se comportan como un cortocircuito y a que por la resistencia R_6 no circula corriente). Por tanto, suponiendo que la polaridad positiva de este condensador corresponde a su borne superior, la tensión de este condensador es:

$$V_{C3} = I_{12} \cdot R_4 + I_{14} \cdot R_7 = 0 + 1 \cdot 1 = 1\,V$$

siendo correcta la polaridad asignada por el signo positivo de este resultado. La energía almacenada por el condensador es:

$$E_{C3} = 1/2 \cdot V_{c3}^2 \cdot C_3 = 1\,\mu J$$

Balance de potencias

$$
\begin{aligned}
P_{E1} &= E_1 \cdot I_1 = 80\,W \\
P_{E2} &= E_2 \cdot I_2 = -22\,W \\
P_{E3} &= E_3 \cdot I_3 = -20\,W \\
P_T &= P_{E1} + P_{E2} + P_{E3} = 38\,W
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
P_{Rg1} &= I_1^2 \cdot R_{g1} = 16\,W \\
P_{Rg2} &= I_2^2 \cdot R_{g2} = 4\,W \\
P_{Rg3} &= I_3^2 \cdot R_{g3} = 4\,W \\
P_{R1} &= I_1^2 \cdot R_1 = 8\,W \\
P_{R2} &= I_6^2 \cdot R_2 = 2\,W \\
P_{R3} &= I_8^2 \cdot R_3 = 2\,W \\
P_{R4} &= I_{12}^2 \cdot R_4 = 0\,W \\
P_{R5} &= I_9^2 \cdot R_5 = 1\,W \\
P_{R6} &= 0\,W \\
P_{R7} &= I_{14}^2 \cdot R_7 = 1\,W
\end{aligned}
$$

siendo que la suma de estas potencias individuales coincide con la potencia total activa.