

9-1 Teorema de superposición

NOTAS . . .

El teorema de superposición no se aplica a la potencia debido a que no es una cantidad lineal, más bien es proporcional al cuadrado de la corriente o el voltaje.

El **teorema de superposición** es un método que permite determinar la corriente o el voltaje en cualquier resistor o rama en una red. La ventaja de usar este método en lugar de los análisis de malla o de nodos es que no es necesario usar determinantes o álgebra de matrices para estudiar un circuito. El teorema establece lo siguiente:

La corriente total o el voltaje en un resistor o una rama puede determinarse mediante la suma de los efectos debidos a cada fuente independiente.

Para aplicar el teorema de superposición es necesario eliminar todas las fuentes menos la que se está examinando. Para poner en “cero” la fuente de voltaje, se **reemplaza con un cortocircuito**, ya que el voltaje en este último es cero volts. Una fuente de corriente se hace cero al **reemplazarla con un circuito abierto**, a través del cual la corriente es de cero amperes.

Si se desea determinar la potencia disipada por cualquier resistor, se debe primero encontrar el voltaje o la corriente en el resistor:

$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

EJEMPLO 9-1

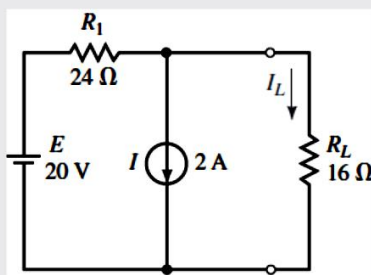


FIGURA 9-1

Considere el circuito de la figura 9-1:

- Determine la corriente en el resistor de carga R_L .
- Compruebe que el teorema de superposición no se aplica a la potencia.

Solución

- Primero se determina la corriente a través de R_L debida a la fuente de voltaje, se elimina la fuente de corriente y se le reemplaza con un circuito abierto (cero amperes) como se muestra en la figura 9-2.

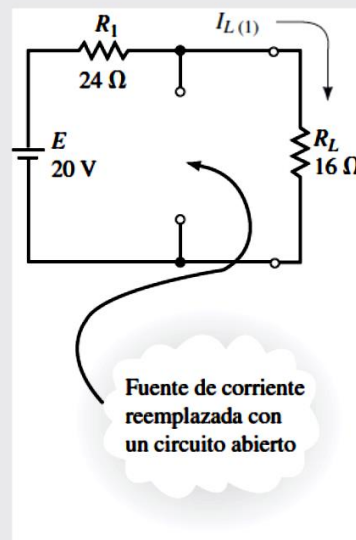


FIGURA 9-2

La corriente resultante a través de R_L se determina a partir de la ley de Ohm como

$$I_{L(1)} = \frac{20 \text{ V}}{16 \Omega + 24 \Omega} = 0.500 \text{ A}$$

Enseguida se determina la corriente a través de R_L debida a la fuente de corriente, se elimina la fuente de voltaje y se le reemplaza con un cortocircuito (cero volts) como se muestra en la figura 9-3.

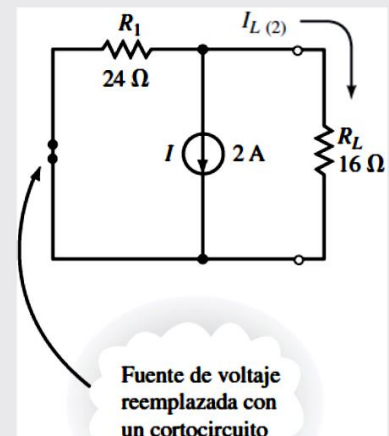
La corriente resultante a través de R_L se encuentra con la regla del divisor de corriente como

$$I_{L(2)} = -\left(\frac{24 \Omega}{24 \Omega + 16 \Omega}\right)(2 \text{ A}) = -1.20 \text{ A}$$

La corriente resultante a través de R_L se encuentra al aplicar el teorema de superposición:

$$I_L = 0.5 \text{ A} - 1.2 \text{ A} = -0.700 \text{ A}$$

El signo negativo indica que el sentido de la corriente a través de R_L es opuesto a la dirección de referencia que se supuso. En consecuencia, la corriente a través de R_L irá, de hecho, hacia arriba con la magnitud de 0.7 A.



- b. Si se considera (de manera incorrecta) que el teorema de superposición es válido para la potencia, se tendría la potencia debida a la primera fuente como

$$P_1 = I_{L(1)}^2 R_L = (0.5 \text{ A})^2 (16 \Omega) = 4.0 \text{ W}$$

y la potencia debida a la segunda fuente como

$$P_2 = I_{L(2)}^2 R_L = (1.2 \text{ A})^2 (16 \Omega) = 23.04 \text{ W}$$

La potencia total, si se aplica el teorema de superposición sería

$$P_T = P_1 + P_2 = 4.0 \text{ W} + 23.04 \text{ W} = 27.04 \text{ W}$$

Es claro que este resultado es erróneo, ya que la potencia real disipada por el resistor de carga está correctamente dada por

$$P_L = I_L^2 R_L = (0.7 \text{ A})^2 (16 \Omega) = 7.84 \text{ W}$$

FIGURA 9-3

El teorema de superposición se puede usar también para determinar el voltaje en cualquier componente o rama dentro del circuito.

Determine la caída de voltaje en el resistor R_2 del circuito que se muestra en la figura 9-4.

EJEMPLO 9-2

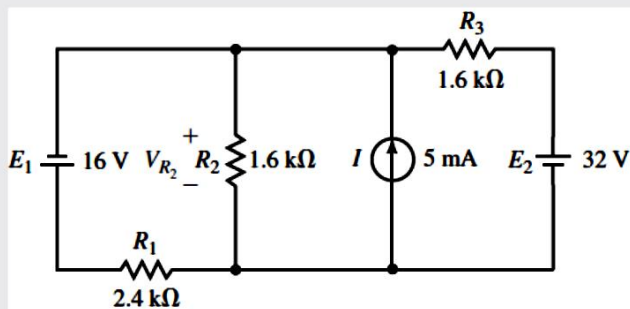


FIGURA 9-4

Solución Ya que el circuito tiene tres fuentes separadas, es necesario determinar el voltaje en R_2 debido a cada fuente individual.

Primero se considera el voltaje en R_2 debido a la fuente de 16 V, como se muestra en la figura 9-5.

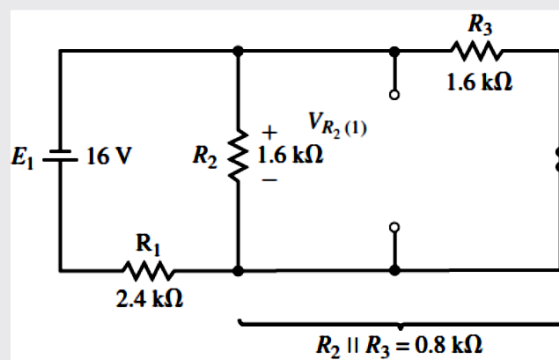


FIGURA 9-5

El voltaje en R_2 será igual que el voltaje en la combinación en paralelo de $R_2 || R_3 = 0.8 \text{ k}\Omega$. Por tanto,

$$V_{R_2(1)} = -\left(\frac{0.8 \text{ k}\Omega}{0.8 \text{ k}\Omega + 2.4 \text{ k}\Omega}\right)(16 \text{ V}) = -4.00 \text{ V}$$

El signo negativo en la ecuación anterior simplemente indica que el voltaje en el resistor debido a la primera fuente es opuesto a la polaridad de referencia supuesta.

Enseguida se considera la fuente de corriente. El circuito resultante se muestra en la figura 9-6, a partir de él se puede observar que la resistencia total “vista” por la fuente de corriente es

Enseguida se considera la fuente de corriente. El circuito resultante se muestra en la figura 9-6, a partir de él se puede observar que la resistencia total “vista” por la fuente de corriente es

$$R_T = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 = 0.6 \text{ k}\Omega$$

El voltaje resultante en R_2 es

$$V_{R_2(2)} = (0.6 \text{ k}\Omega)(5 \text{ mA}) = 3.00 \text{ V}$$

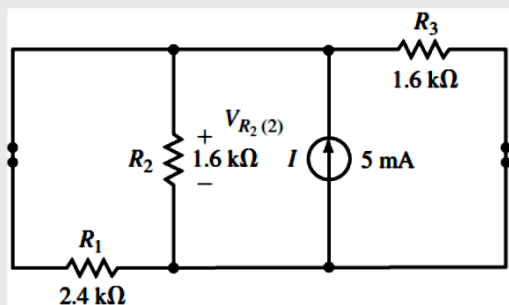


FIGURA 9-6

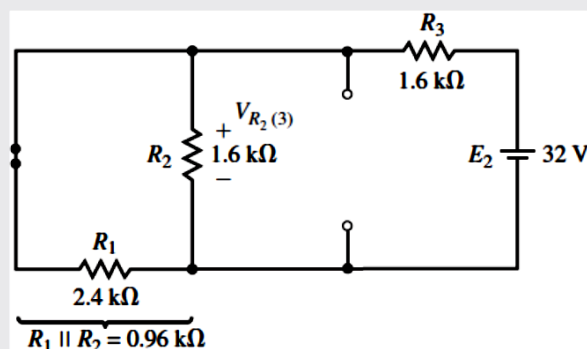


FIGURA 9-7

Por último, el voltaje debido a la fuente de 32 V se encuentra al analizar el circuito de la figura 9-7, en el que el voltaje en R_2 es

$$V_{R_2(3)} = \left(\frac{0.96 \text{ k}\Omega}{0.96 \text{ k}\Omega + 1.6 \text{ k}\Omega} \right) (32 \text{ V}) = 12.0 \text{ V}$$

Por superposición, el voltaje resultante es

$$V_{R_2} = -4.0 \text{ V} + 3.0 \text{ V} + 12.0 \text{ V} = 11.0 \text{ V}$$

Use el teorema de superposición para determinar el voltaje en R_1 y R_3 en el circuito de la figura 9-4.

PROBLEMAS PRÁCTICOS 1

Respuestas

$$V_{R_1} = 27.0 \text{ V}, V_{R_3} = 21.0 \text{ V}$$

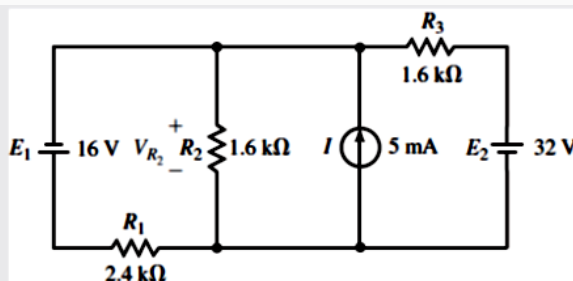


FIGURA 9-4

9-1 Teorema de superposición

1. Dado el circuito de la figura 9-75, use la superposición para calcular la corriente a través de cada uno de los resistores.
2. Use la superposición para determinar la caída de voltaje en cada uno de los resistores del circuito de la figura 9-76.
3. Use la superposición para encontrar el voltaje V_a y la corriente I en el circuito de la figura 9-77.

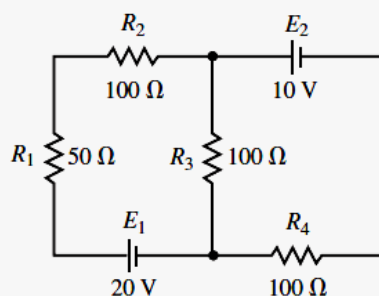


FIGURA 9-75

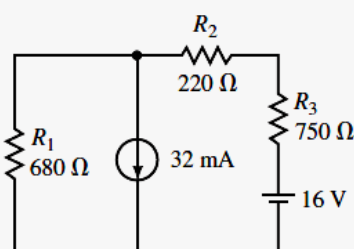


FIGURA 9-76

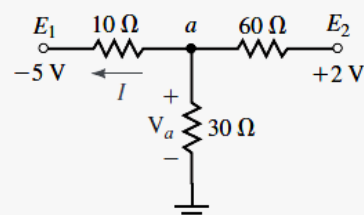


FIGURA 9-77

4. Use la superposición para encontrar la corriente a través del resistor de $480\ \Omega$ en el circuito de la figura 9-78.
5. En el circuito de la figura 9-79, ¿cuál debe ser el valor de la fuente de voltaje desconocida para asegurar que la corriente a través de la carga sea $I_L = 5\text{ mA}$, tal y como se muestra? Verifique los resultados mediante la superposición.
6. Si el resistor de carga en el circuito de la figura 9-80 disipa 120 W , determine el valor de la fuente de voltaje desconocida. Verifique los resultados mediante la superposición.

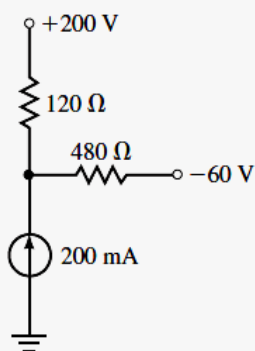


FIGURA 9-78

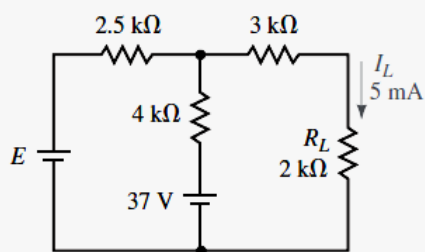


FIGURA 9-79

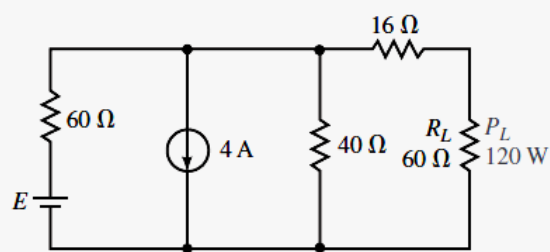


FIGURA 9-80