

Linealidad en circuitos eléctricos

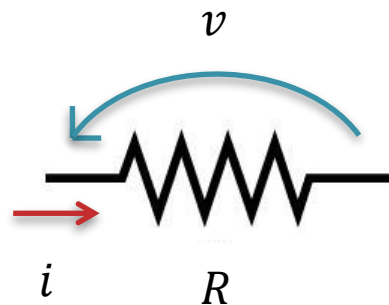
Un elemento es lineal si cumple con dos principios fundamentales:

- ❑ Proporcionalidad
- ❑ Superposición

Principio de proporcionalidad

Si la entrada se modifica por un factor K , la salida se modifica por el mismo factor K . En un circuito eléctrico, se puede considerar como entrada o como salida el voltaje y la corriente.

Para un resistor



$$v = R \cdot i$$

Ejemplo:

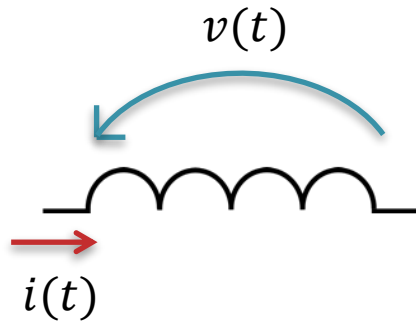
$$v = 2i \quad (R = 2\Omega)$$

$$\text{si } i = 2A \Rightarrow v = 4V$$

$$\text{si } i = 4A \Rightarrow v = 8V$$

El voltaje y la corriente cambiaron por un factor de 2.

Para un inductor



$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

Ejemplo:

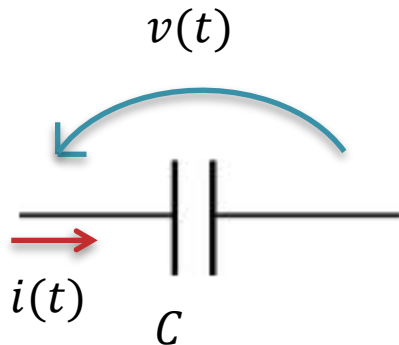
$$v(t) = 5 \frac{di(t)}{dt} \quad (L = 5H)$$

$$\text{si } i(t) = 2\sin(4t)A \Rightarrow v(t) = 40\cos(4t)V$$

$$\text{si } i(t) = \sin(4t)A \Rightarrow v(t) = 20\cos(4t)V$$

El voltaje y la corriente cambiaron por un factor de 0,5.

Para un capacitor



$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

Ejemplo:

$$i(t) = 0,1 \frac{dv(t)}{dt} \quad (C = 0,1F)$$

$$\text{si } v(t) = 10e^{-2t}V \Rightarrow i(t) = -2e^{-2t}A$$

$$\text{si } v(t) = 30e^{-2t}V \Rightarrow i(t) = -6e^{-2t}A$$

El voltaje y la corriente cambiaron por un factor de 3.

Principio de superposición

La respuesta a varias entradas se puede calcular analizando una entrada a la vez y sumando los resultados.

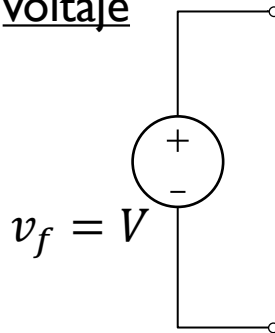
Dado un circuito lineal con fuentes independientes F_1, F_2, \dots, F_N , sea G la respuesta (voltaje o corriente) de este circuito. Si G_j es la respuesta del circuito a la Fuente F_j con todas las otras fuentes independientes iguales a cero (las fuentes dependientes se dejan tal como están), entonces:

$$G = \sum_{j=1}^N G_j$$

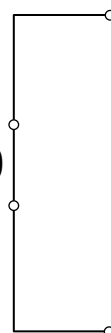
Las fuentes dependientes NO se desconectan

Desconexión de fuentes independientes

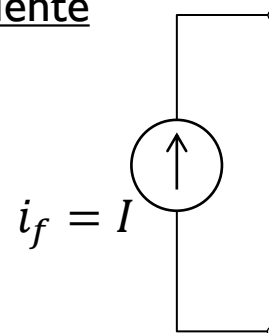
voltaje



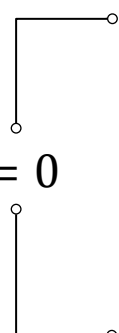
$$v_f = 0$$



corriente

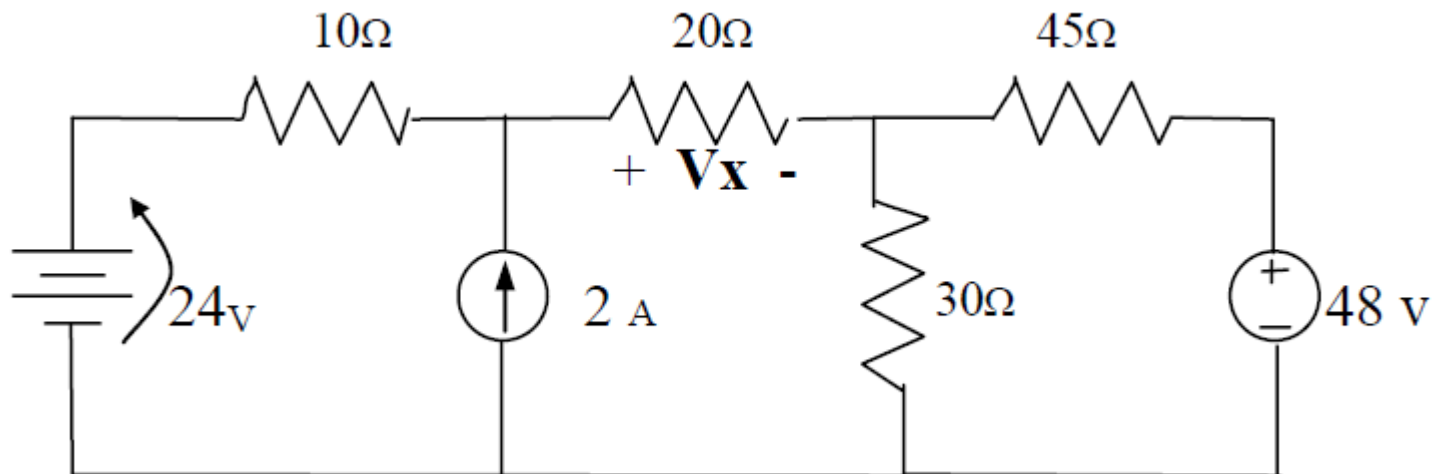


$$i_f = 0$$



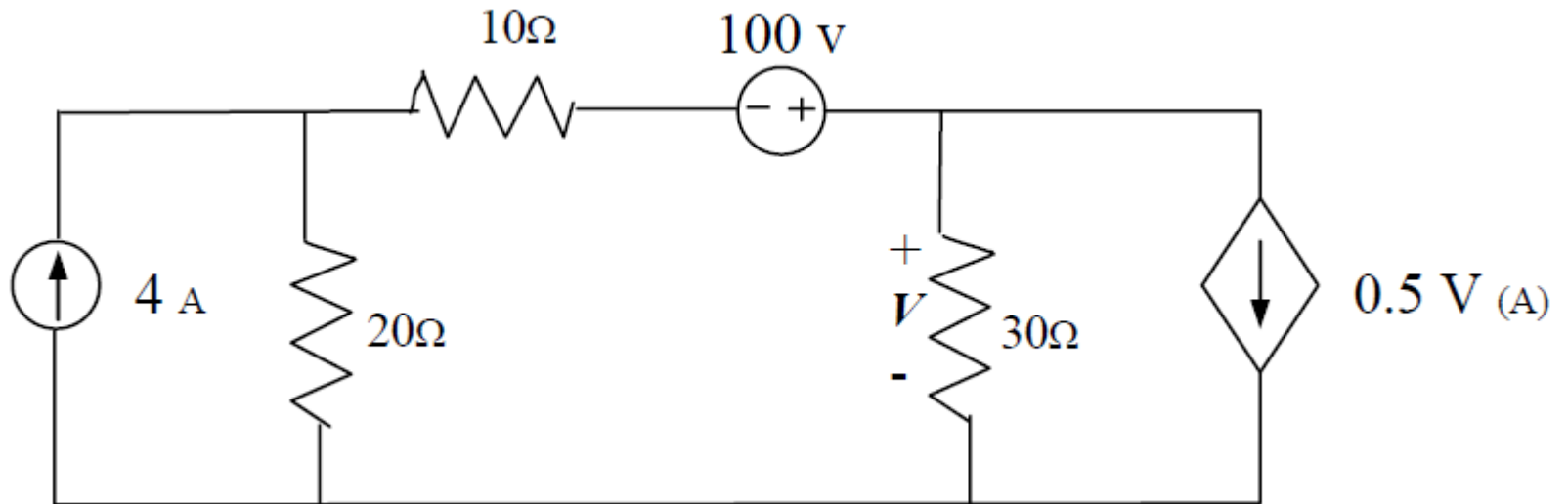
Ejemplo

Use the superposition principle to find the voltage V_x in the circuit below.



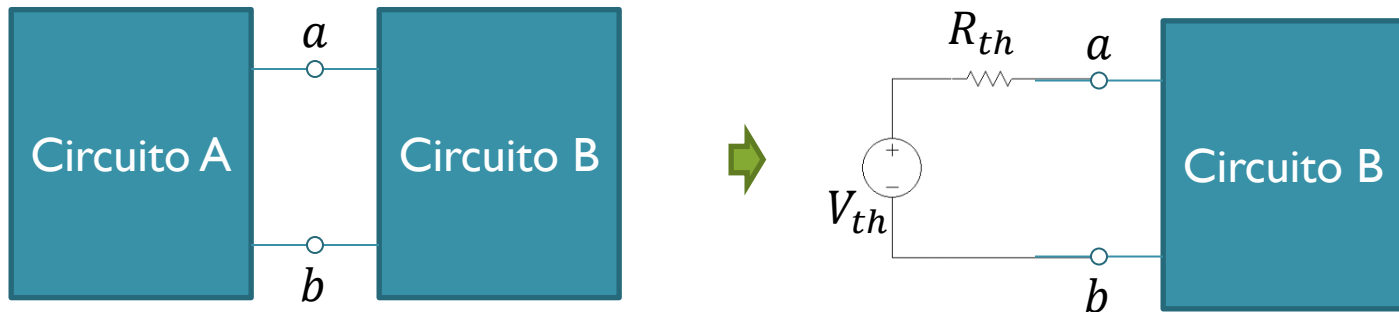
Ejemplo

Consider the circuit shown in the figure. Determine the voltage V using the superposition principle.



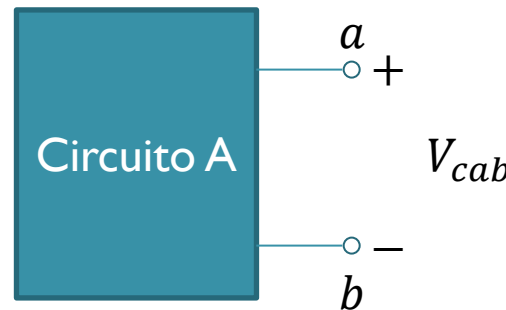
Teorema de Thévenin

El teorema de Thévenin establece que cualquier red lineal puede ser reemplazada por un circuito equivalente que consiste en una fuente independiente de voltaje (V_{th}) en serie con un resistor R_{th} , donde el voltaje V_{th} es el voltaje de circuito abierto de la red lineal y R_{th} es la resistencia equivalente que se ve en los terminales de la red lineal cuando todas las fuentes independientes son desconectadas.

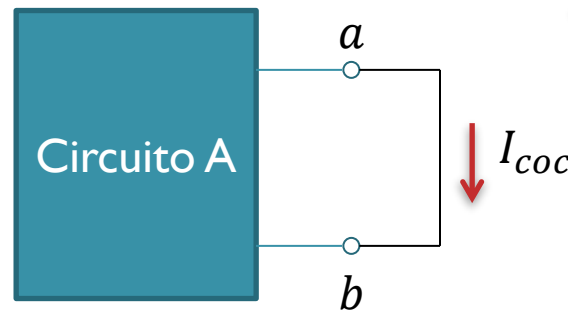


Parámetros del circuito equivalente de Thévenin

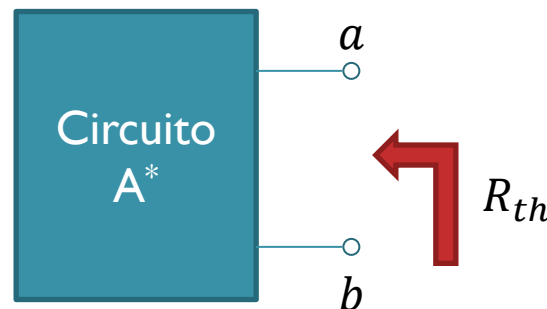
$$V_{cab} = R_{th} \cdot I_{coc}$$



Voltaje de circuito abierto o voltaje Thévenin (V_{th}).



Corriente de corto circuito. Se calcula haciendo un corto entre los terminales a y b.



Resistencia Thévenin. El circuito A* es el circuito A con todas las fuentes independientes desconectadas.

Procedimiento

- 1) Identificar los terminales a y b.
- 2) Desconectar el (los) elemento (s) que no harán parte del circuito equivalente de Thévenin.
- 3) Hallar el voltaje de circuito abierto entre los terminales a y b.
- 4) Encontrar la resistencia equivalente de Thévenin usando el método apropiado (ver tabla).
- 5) Dibujar el circuitor equivalente de Thévenin con los elementos que se habían desconectado previamente.

Elementos del circuito	Método 1	Método 2	Método 3
Fuentes independientes y resistores	✓	✓	✓
Fuentes independientes, fuentes dependientes y resistores	✗	✓	✓
Fuentes dependientes y resistores	✗	✗	✓

Resistencia Thévenin

Método 1

Desconectar las fuentes independientes y calcular la resistencia equivalente entre los puntos a y b.

Método 2

Hallar la corriente de corto circuito y luego hallar la resistencia Thévenin como:

$$R_{TH} = \frac{V_{cab}}{I_{coc}}$$

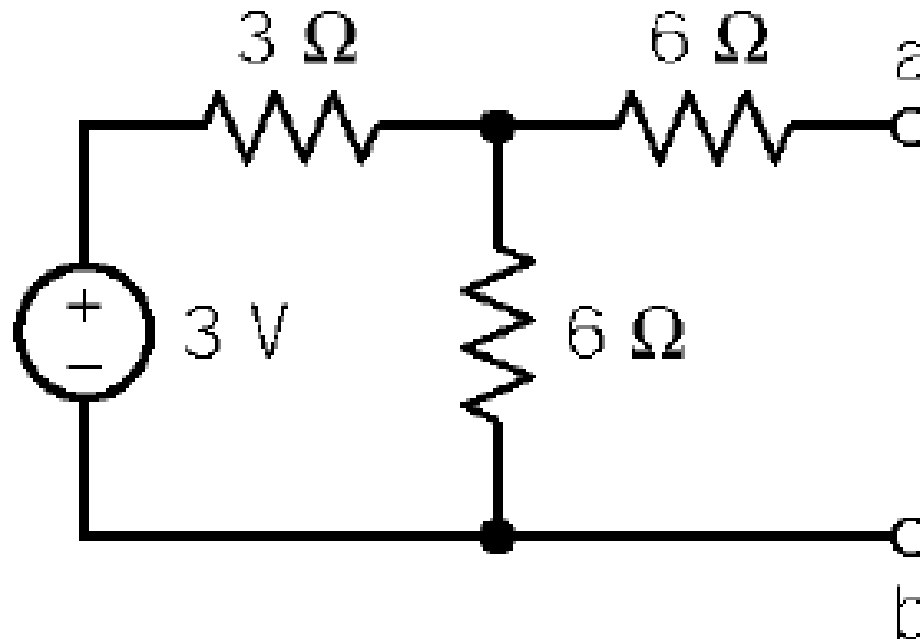
Método 3

Desconectar las fuentes independientes (si hay) y conectar una fuente de prueba de 1V o 1A entre los terminales a y b. Calcular la corriente (I_f) o el voltaje (V_f) de la fuente de prueba y hallar la resistencia Thévenin como:

$$R_{TH} = \frac{V_f}{1A} \quad \text{ó} \quad R_{TH} = \frac{1V}{I_f}$$

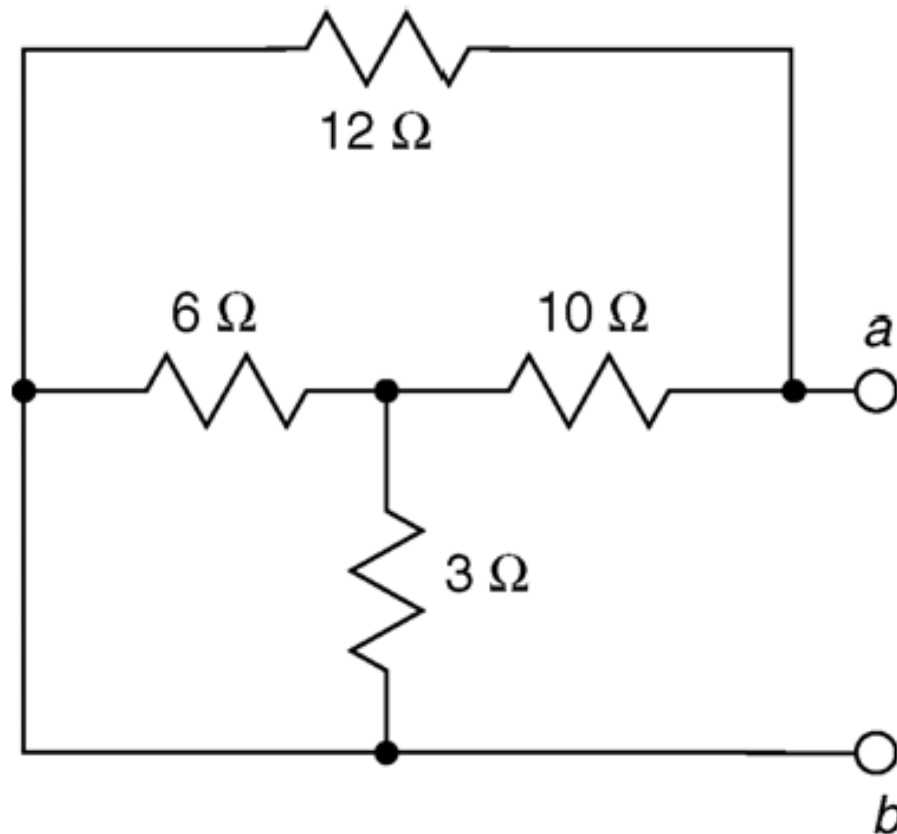
Ejemplo

Find the Thevenin equivalent between terminals a and b for the following circuit.



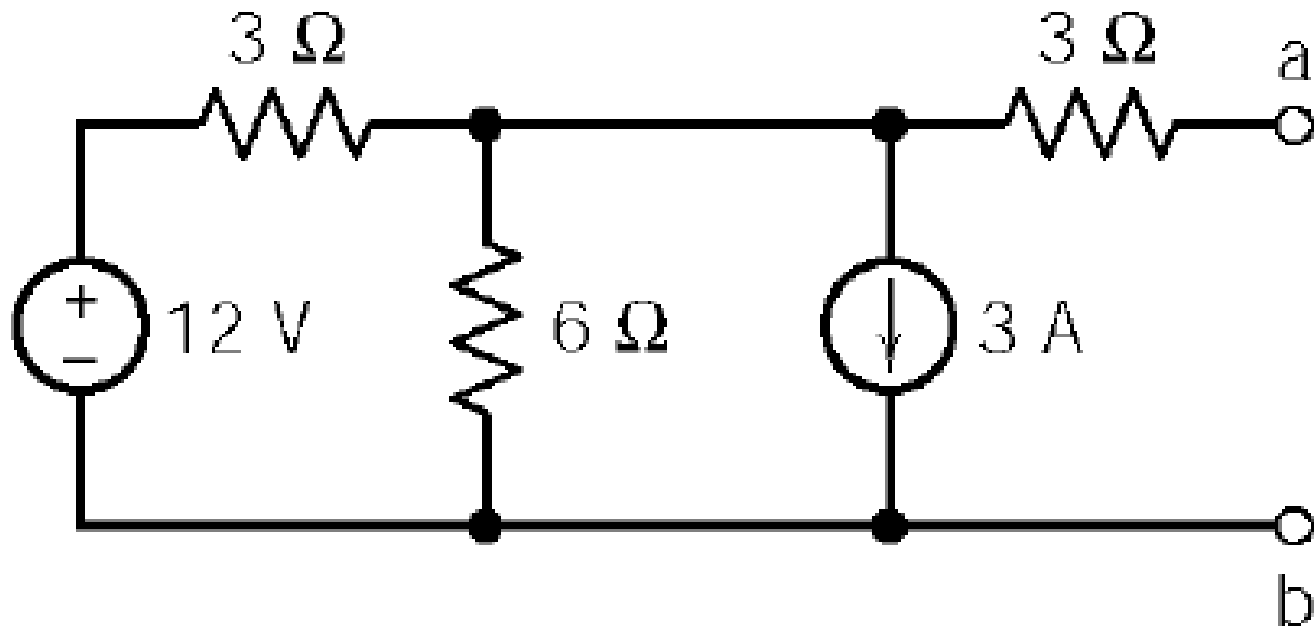
Ejemplo

Find the Thevenin equivalent.



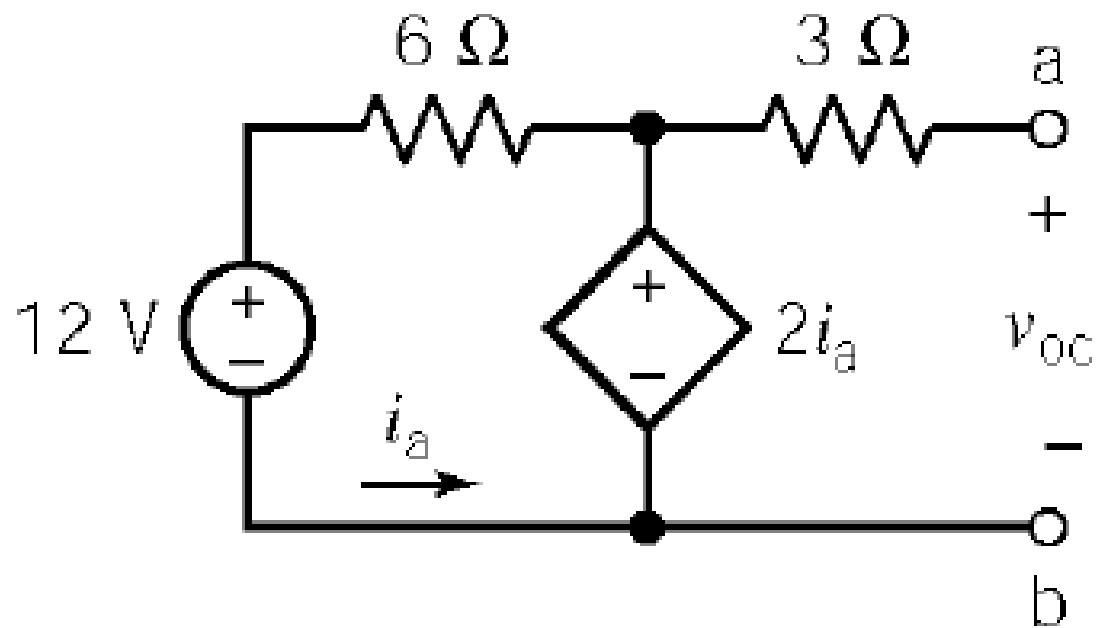
Ejemplo

Find the Thevenin equivalent.



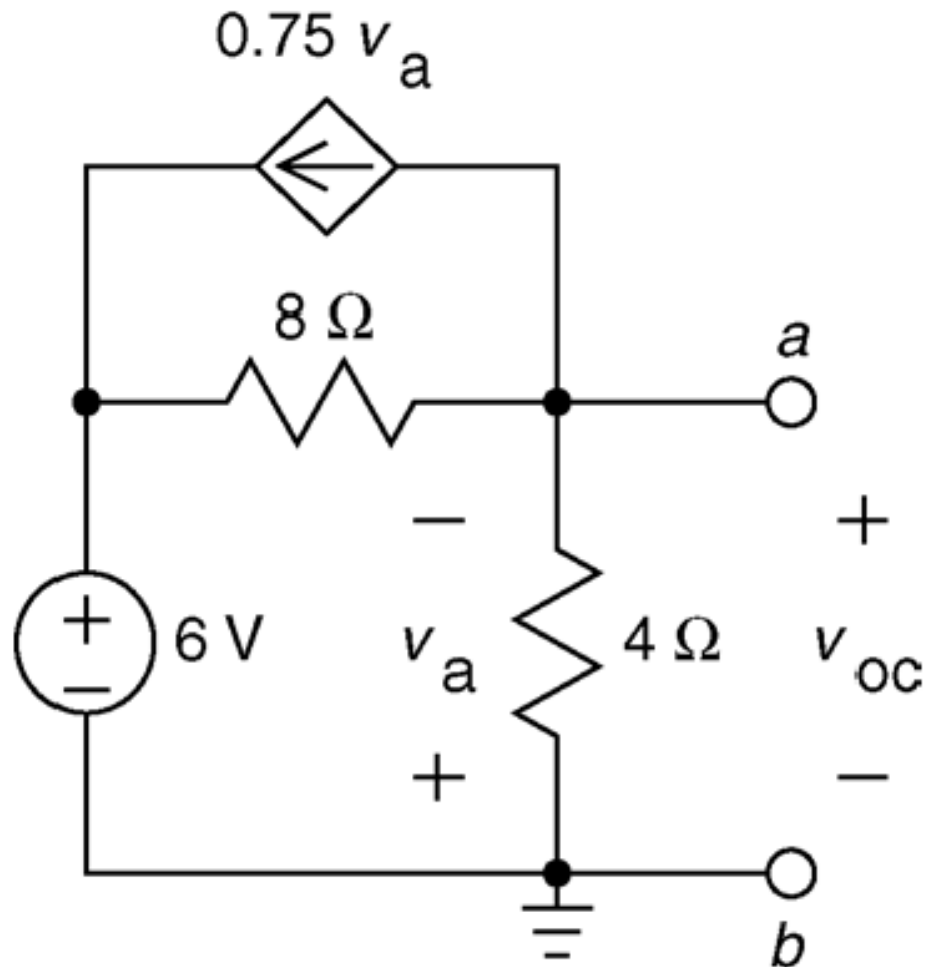
Ejemplo

Find the Thevenin equivalent.



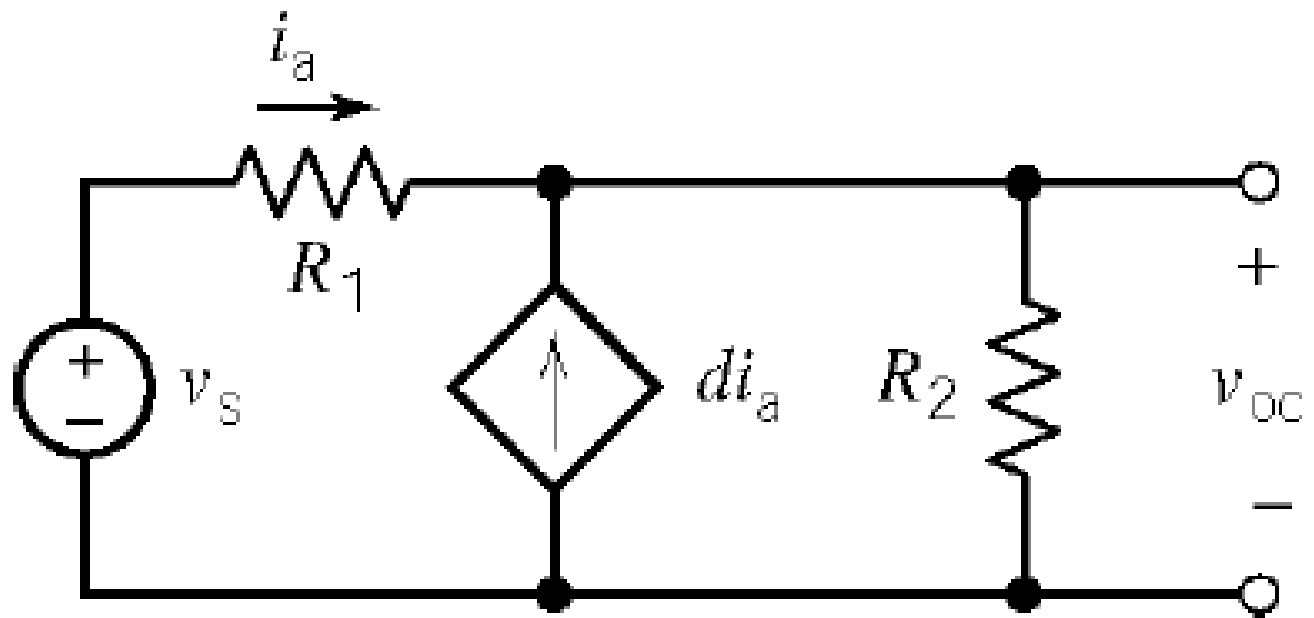
Ejemplo

Find the Thevenin equivalent.



Ejemplo

Determine the open circuit voltage, the short circuit current and the Thevenin resistance for the circuit below.



Ejemplo

Find the value of R to make the current i_b equal to 2mA.

