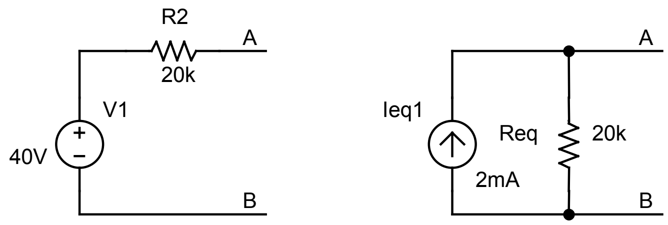
Problema 1.5 ver1

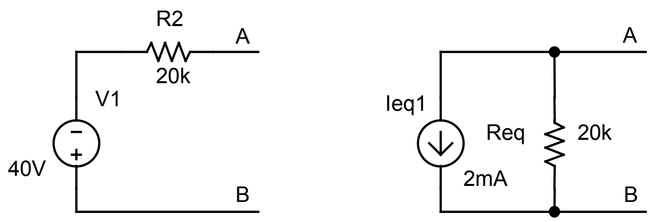
En el circuito de la figura 1.5.1, la fuente de corriente se cambia de sentido. a) Determinar I. b) Determinar la tensión en la resistencia R2.

Solución:
Se puede resolver de varias maneras. Por ejemplo, como en el libro, por transformación de fuentes. La idea básica se refleja en la figura siguiente:

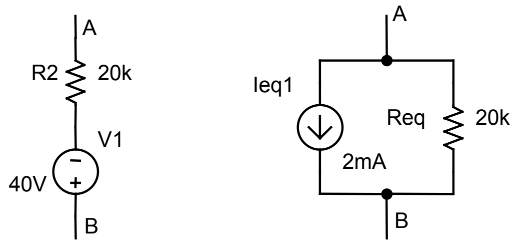


La resistencia equivalente en el circuito paralelo es igual a la resistencia serie en el circuito inicial. La fuente de corriente equivalente está relacionada con V1 por: $I_{eq1} = \dfrac{V_1}{R_2}$.

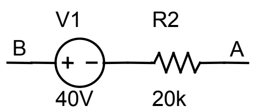
Si la fuente de tensión está al revés, la fuente de corriente equivalente resultante, también está al revés:

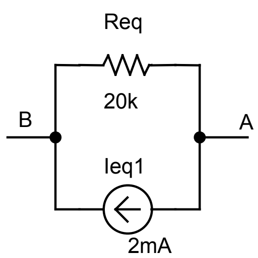


Finalmente, la forma del dibujo puede confundirnos. Si en el dibujo anterior, "estiramos" los terminales A y B, el circuito queda:



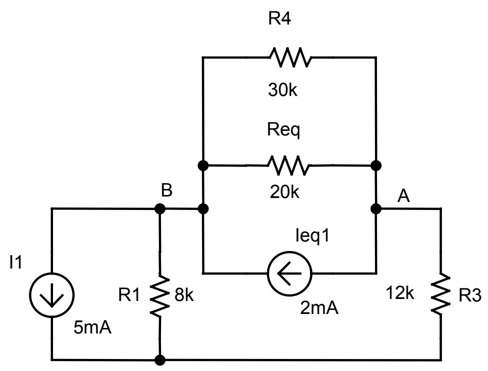
El circuito también podría dibujarse "girando" 90º. Tendríamos que la fuente V1 en serie con la resistencia R2 puede sustituirse por el equivalente mostrado:





La clave para no confundirse en estas transformaciones está en observar la posición de los puntos A y B y las referencias de las fuentes de tensión (el + y el -) y de corriente (la flecha).

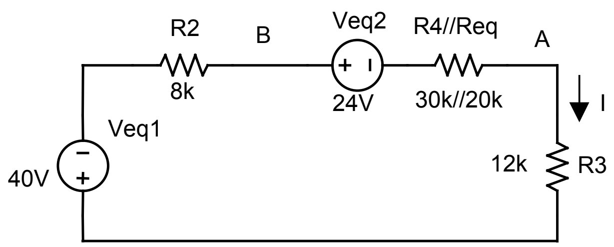
Observando ahora el circuito inicial vemos con claridad como se sustituye el conjunto V1 + R2 por la fuente de corriente equivalente:



Las resistencias de 30kΩ y 20kΩ están en paralelo y podemos sustituirlas por una sola resistencia de:

$$20k\Omega // 30k\Omega = 12k\Omega$$

A los conjuntos I1 + 8k e Ieq + 12k, se les puede aplicar otra vez el principio de transformación de fuentes, ahora para transformarlas en fuentes de tensión:



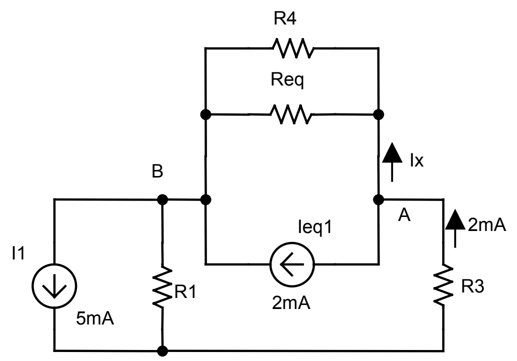
La ley de mallas de Kirchhoff permite determinar I fácilmente. La ecuación de la malla es:

$$40 + I \cdot R_2 + 24 + I \cdot \left(R_4 // R_{eq}\right) + I \cdot R_3 = 0$$

con los valores de la figura:

$I = -2mA$ (tiene sentido contrario al mostrado en la figura)

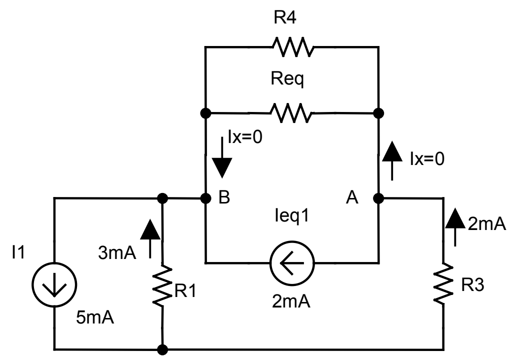
b) Para calcular la tensión en R2 hay que deshacer las transformaciones de fuentes realizadas. Note que en las últimas figuras R2 ha “desaparecido”. Pero antes, sería conveniente calcular las corrientes en el circuito, una vez conocida I. En el último penúltimo circuito:



La clave está en calcular el valor de Ix. Aplicando la ley de nudos al nudo A, se tiene:

$$2mA = I_X + I_{eq1}$$

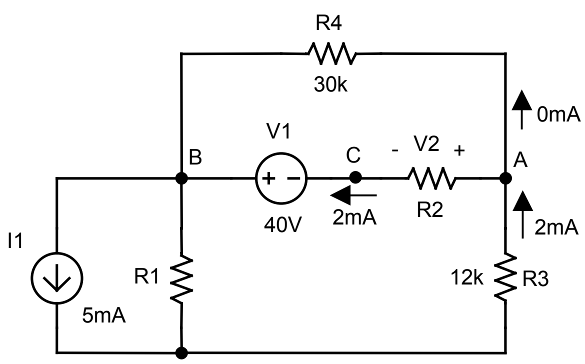
Por tanto, $I_X = 0$. Aplicando la ley de nudos al nudo B, queda la situación de la figura:



Las tensiones en los puntos A y B son iguales (por la resistencia R4//Req, no circula corriente). Pueden calcularse, aplicando la ley de Ohm a R1 y R3:

$$V_A = -(2mA \cdot R_3) = -24V \qquad V_B = -(3mA \cdot R_1) = -24V$$

Volviendo ahora al circuito inicial, en la figura se resumen ahora los datos conocidos:

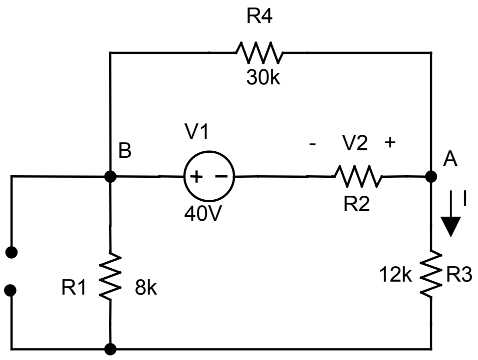


Observe que la corriente por R4 es 0mA porque A y B tienen la misma tensión. La tensión que buscamos V2 se calcula aplicando la ley de Ohm a R2:

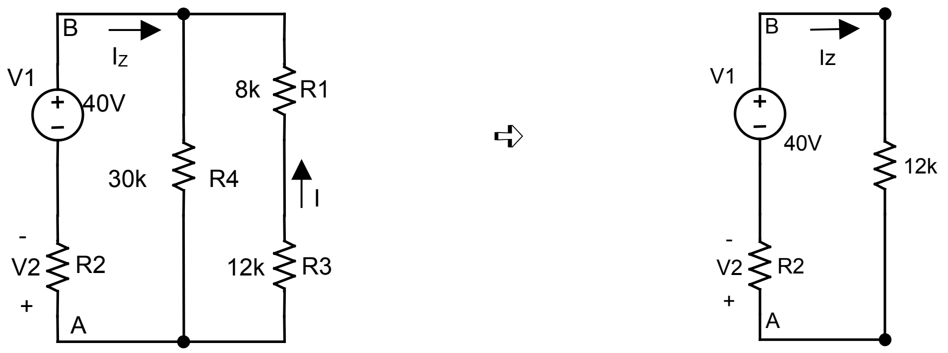
$$V_2 = 2mA \cdot R_2 = 40V$$

Otra posibilidad para resolver el problema es aplicar superposición.

Calculamos primero el efecto de la fuente de la tensión de 40V:



No hay que perder de vista (ojo con los signos y los sentidos) las variables a determinar: I y V2. El circuito anterior se puede redibujar:

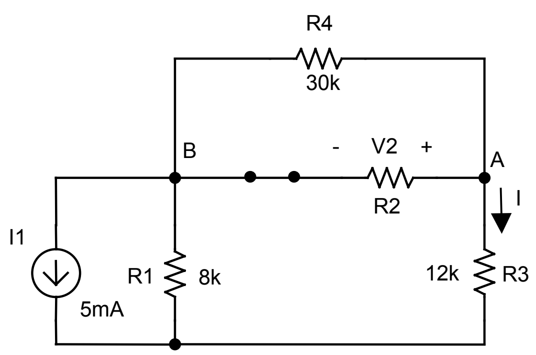


En el último circuito, aplicando la ley de Ohm: $I_Z = \frac{40}{32k} = 1'25mA$. La tensión V2 se puede determinar directamente: $V_2^A = I_Z \cdot 20k = 25V$.

La corriente I se determina a partir del divisor de corrientes que se observa en la penúltima figura:

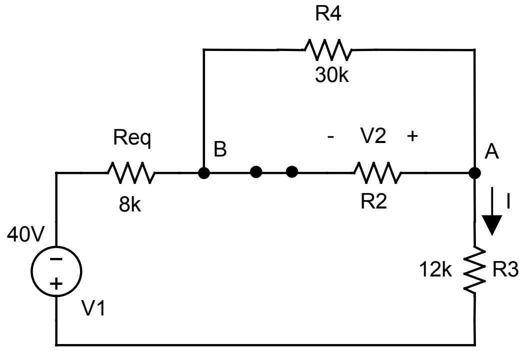
$$I^A = -1'25 \cdot \frac{30k}{30k + 20k} = -0'75mA$$

En segundo lugar calculamos el efecto de la fuente de corriente:

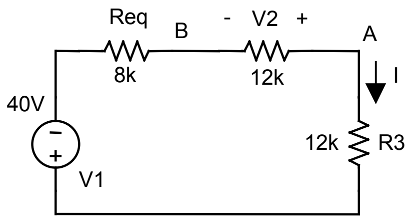


Se opera más cómodamente transformando la fuente de corriente en una fuente de tensión equivalente.

Para calcular el efecto de la fuente de corriente, primero la transformamos en fuente de tensión:



Agrupando las resistencias R2 y R4, el circuito es:



La corriente se puede calcular aplicando directamente la ley de Ohm:

$$I^B = \frac{-40}{8k + 12k + 12k} = -1'25mA$$

La tensión V2 se calcula aplicando la fórmula del divisor de tensión:

$$V_2^B = 40 \cdot \frac{12k}{8k + 12k + 12k} = 15V$$

En definitiva:

$$I = I^A + I^B = -0.75mA - 1'25mA = -2mA$$

$$V_2 = V_2^A + V_2^B = 25V + 15V = 40V$$

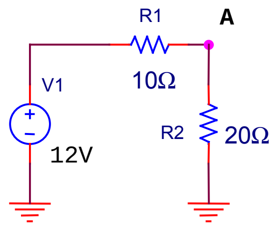
Problema 1.9 ver 1

Dado el circuito de la figura 1.9.1, a) Determine la diferencia de potencial existente entre el punto A y la masa para los dos estados del interruptor S (cerrado y abierto). b) Determine el equivalente de Thevenin entre el punto A y masa para los dos estados del interruptor *(considere R_2 como carga, es decir, no la incluya en el circuito a sustituir)*.

Nota: En la figura 1.9.1 las resistencias están en Ω.

Solución:

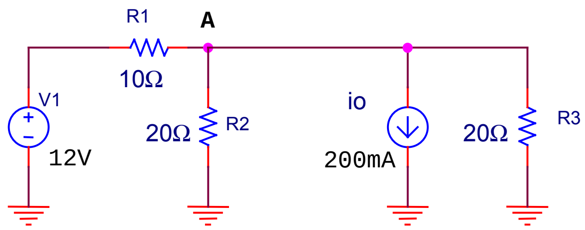
a1) Con el interruptor abierto el circuito queda:



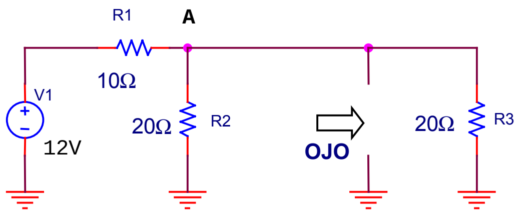
Es un simple divisor de tensión:

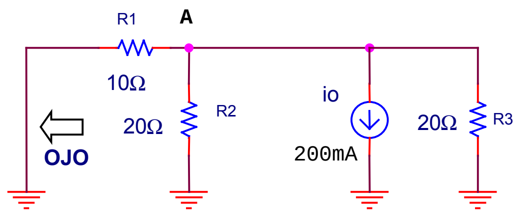
$$V_A = 12V \cdot \frac{20}{20+12} = 8V$$

a2) Con el interruptor cerrado el circuito queda:



Resolvemos por superposición:





Sustituimos io por un abierto. *Sustituimos V1 por un cortocircuito.*

En el primer subcircuito observamos un divisor de tensión: una rama es R_1 y la otra $R_2//R_3$. La tensión en A debida a V_1 es:

$$V_{A1} = 12 \cdot \frac{(20//20)}{(20//20)+10} = 6V$$

En el segundo subcircuito las resistencias R_1, R_2 y R_3 quedan en paralelo. Teniendo en cuenta la dirección de i_o:

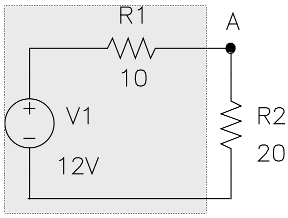
$$V_{A2} = -i_o \cdot (R_1 // R_2 // R_3) = -200mA \cdot (5\Omega) = -1V$$

La tensión del punto A es, por lo tanto:

$$V_A = V_{A1} + V_{A2} = 6 + (-1) = 5V$$

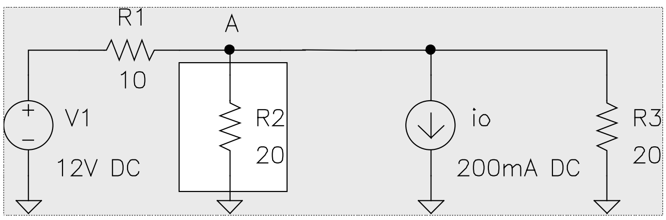
(Ver otra forma de resolución en el problema 1.9. del libro de problemas resueltos)

b1) Con el interruptor abierto el circuito queda. Se desea sustituir el circuito sombreado por su equivalente de Thevenin.

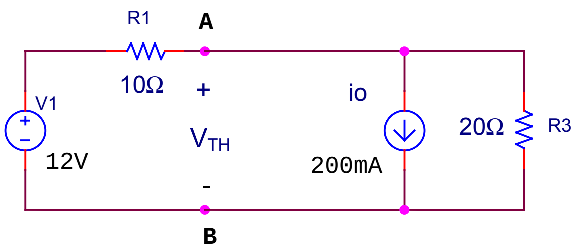


Directamente: $V_{TH} = V_1 \quad y \quad R_{TH} = R_1$

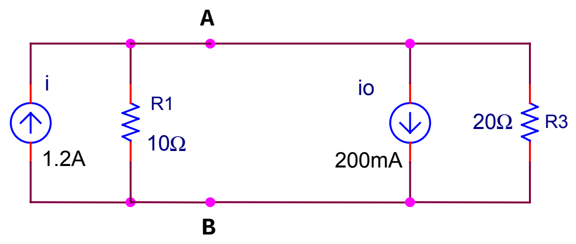
b2) Con el interruptor cerrado el circuito queda:



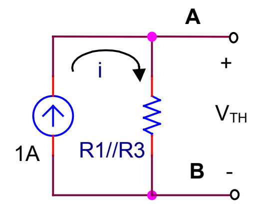
Se desea sustituir el circuito sombreado por su equivalente de Thevenin. Para calcular V_{TH}, el circuito es:



Por conversión de fuentes:



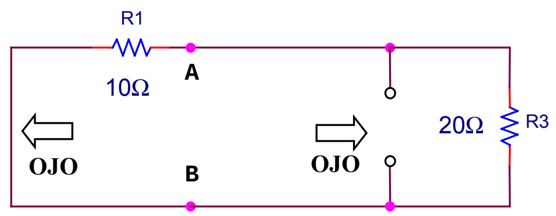
Agrupando por una parte las 2 fuentes de corriente y por otra las dos resistencias:



La tensión de Thevenin es:

$$V_{AB} = V_{TH} = i \cdot (R_1 // R_3) = 1 \cdot 6{,}66 = 6{,}66V$$

La resistencia vista entre A y B es la resistencia de Thevenin. Se calcula a partir del circuito:



$$R_{AB} = R_{TH} = R_1 // R_3 = 6{,}66\Omega$$