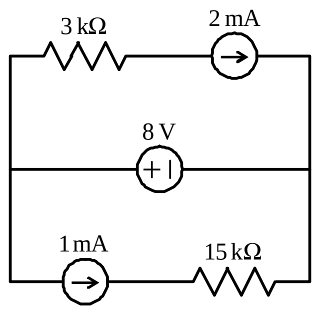
Problemas Resueltos de ...
Conceptos Básicos de la Teoría de Circuitos (Tema 1)

ANALISIS DE CIRCUITOS

Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (Universidad de Cantabria)

17 de febrero de 2011

1. Calcular la potencia total consumida por el circuito de la figura.

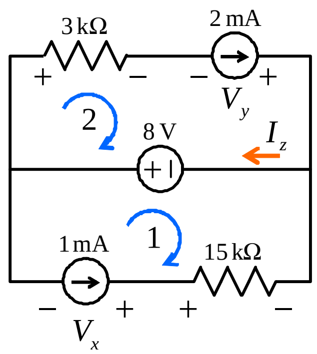


Solución:

La potencia total consumida por un circuito es la suma de las potencias consumidas por cada uno de los elementos individuales que lo conforman. La potencia asociada a un elemento de dos terminales vale

$$P = \pm VI$$

donde V es la tensión entre los terminales e I la corriente que fluye a través del elemento. En la expresión anterior, tomaremos el signo "+" si la corriente entra por el terminal positivo y el signo "$-$" en caso contrario. Si $P > 0$ el elemento consume potencia, mientras que si $P < 0$ la suministra.



Las resistencias siempre consumen potencia. Sin embargo, las fuentes pueden suministar o consumir. Para calcular la potencia de cada fuente debemos determinar su tensión y corriente. Por tanto, debemos resolver el circuito.

Comenzamos asignando polaridades a los elementos, según se muestra en la figura.

La tensión en la fuente de corriente de 1 mA se puede obtener aplicando la KVL en la malla 1:

$$+V_x + 8 - 15 = 0 \Rightarrow V_x = 7 \quad \mathrm{V}$$

Análogamente, la tensión en la fuente de corriente de 2 mA se calcula aplicando la KVL en la malla 2:

$$6 - V_y - 8 = 0 \Rightarrow V_y = -2 \quad \mathrm{V}$$

Por último, la corriente que fluye a través de la fuente de tensión se obtiene aplicando la KCL:

$$I_z = (1 + 2) \times 10^{-3} = 3 \quad \mathrm{mA}$$

Ya estamos en disposición de calcular la potencia en todos los elementos. Las dos resistencias del circuito están en serie con sendas fuentes de corriente. Por tanto, resulta inmediato obtener la potencia disipada en cada resistencia aplicando la expresión $P = RI^2$. Los resultados son:

$$P_{3\mathrm{k}} = \left(3 \times 10^3\right) \times \left(2 \times 10^{-3}\right)^2 = 12 \quad \mathrm{mW}$$

$$P_{15\mathrm{k}} = \left(15 \times 10^3\right) \times \left(1 \times 10^{-3}\right)^2 = 15 \quad \mathrm{mW}$$

Para las fuentes resulta

$$P_{1\mathrm{mA}} = -V_x \times \left(1 \times 10^{-3}\right) = -7 \quad \mathrm{mW}$$

$$P_{2\mathrm{mA}} = -V_y \times \left(2 \times 10^{-3}\right) = 4 \quad \mathrm{mW}$$

$$P_{8\mathrm{V}} = -8I_z = -24 \quad \mathrm{mW}$$

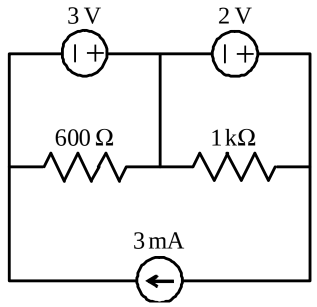
La potencia total consumida es

$$\boxed{P_{3\mathrm{k}} + P_{15\mathrm{k}} + P_{2\mathrm{mA}} = 31 \quad \mathrm{mW}}$$

La potencia consumida debe ser igual a la potencia suministrada cambiada de signo. Efectivamente, la potencia total suministrada por el circuito es

$$P_{1\mathrm{mA}} + P_{8\mathrm{V}} = -31 \quad \mathrm{mW}$$

2. Realizar el balance de potencia del circuito de la figura.



Solución:

Para realizar el balance de potencia de un circuito debemos calcular la potencia asociada a cada uno de sus elementos y comprobar que la potencia total suministrada es igual a la potencia total consumida en el circuito.

La potencia consumida en cada resistencia puede calcularse simplemente empleando la expresión $P = V^2/R$, de donde

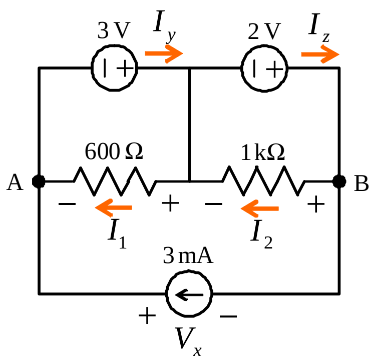
$$P_{600\Omega} = \frac{3^2}{600} = 15 \quad \text{mW} \qquad \text{y} \qquad P_{1\text{k}\Omega} = \frac{2^2}{1\text{k}} = 4 \quad \text{mW}$$

Según cómo estén conectadas en el circuito, las fuentes pueden suministrar o consumir potencia. Para determinar la potencia en cada fuente emplearemos la expresión general

$$P = \pm VI$$

donde V es la tensión entre los terminales e I la corriente que la atraviesa. En la expresión anterior tomaremos el signo "+" si la corriente entra por el terminal positivo y el signo "−" en caso contrario. Si $P > 0$ el elemento consume potencia, mientras que si $P < 0$ la suministra.

Para aplicar la expresión anterior necesitamos conocer la corriente que atraviesa cada fuente de tensión y la tensión en los terminales de la fuente de corriente. Por tanto, debemos resolver el circuito, para lo cual definimos las tensiones y corrientes de interés en la siguiente figura.



Aplicando la KCL en el nudo A de la figura, tenemos

$$3 \text{ mA} + I_1 = I_y$$

Teniendo en cuenta que, según la ley de Ohm, $I_1 = 3/600 = 5$ mA, resulta

$$I_y = I_1 + 3 \text{ mA} = 5 \text{ mA} + 3 \text{ mA} = 8 \quad \text{mA}$$

Análogamente, aplicando la KCL en el nudo B:

$$I_z = I_2 + 3 \text{ mA}$$

y sustituyendo el valor de $I_2 = 2/(1\text{k}) = 2$ mA, se obtiene

$$I_z = 2 \text{ mA} + 3 \text{ mA} = 5 \quad \text{mA}$$

Para determinar V_x aplicamos la KVL a lo largo de la malla exterior del circuito, esto es

$$-V_x - 3 - 2 = 0 \Rightarrow V_x = -5 \quad \text{V}$$

Con los datos del enunciado y los valores calculados para V_x, I_y e I_z estamos en condiciones de determinar la potencia de cada fuente:

$$\begin{aligned} P_{3\text{mA}} &= -VI \\ &= -V_x \times \left(3 \times 10^{-3}\right) = 5 \times \left(3 \times 10^{-3}\right) = 15 \quad \text{mW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{3\text{V}} &= -VI \\ &= -3I_y = -3 \times \left(8 \times 10^{-3}\right) = -24 \quad \text{mW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{2\text{V}} &= -VI \\ &= -2I_z = -2 \times \left(5 \times 10^{-3}\right) = -10 \quad \text{mW} \end{aligned}$$

Tanto las resistencias como la fuente de corriente tienen asociadas potencias positivas. Por tanto, estos elementos consumen potencia. La potencia total consumida en el circuito es:

$$P_\text{C} = P_{600\Omega} + P_{1\text{k}\Omega} + P_{3\text{mA}} = 34 \quad \text{mW}$$

Sin embargo, las fuentes de tensión tienen potencias negativas, lo cuál indica que suministran energía al circuito. La potencia total suministrada vale:

$$P_\text{S} = P_{3\text{V}} + P_{2\text{V}} = -34 \quad \text{mW}$$

En consecuencia, se cumple el principio de conservación de la energía, ya que

$$\boxed{P_\text{C} + P_\text{S} = 34 \text{ mW} - 34 \text{ mW} = 0}$$