



Análisis de Circuitos

[AdC-86.04/66.06]



Teoremas de circuitos

Docentes de Análisis de Circuitos

Segundo cuatrimestre 2022

Introducción

Propiedad de "linealidad":

Matemáticamente una función $f(x)$ es lineal si cumple con:

- **Propiedad aditiva:** $f(x + y) = f(x) + f(y)$
- **Propiedad homogénea:** $f(ax) = af(x)$

O de manera resumida:

$$f(ax + by) = af(x) + bf(y)$$

Introducción

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

$$f(ax) = af(x)$$

$$f(ax + by) = af(x) + bf(y)$$

Para el caso de los circuitos, se define:

Un **circuito lineal** es aquel cuya salida se relaciona linealmente con (o es directamente proporcional a) su entrada.

¿Qué son la entrada y la salida de un circuito?

Por ejemplo:

- Si tenemos $v = iR$ e incrementamos la corriente k veces \Rightarrow $kiR = kv$
- Si tenemos $v_1 = i_1R$ $v_2 = i_2R$ y aplicamos ambas corrientes sobre la resistencia de manera simultánea \Rightarrow $v = (i_1 + i_2)R = i_1R + i_2R = v_1 + v_2$

Introducción

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

$$f(ax) = af(x)$$

$$f(ax + by) = af(x) + bf(y)$$

Al considerar la potencia de un circuito podemos escribirla como:

$$p = i^2 R = v^2 / R$$

Se ve claramente que la potencia no es lineal con la tensión ni la corriente. Los teoremas que vamos a ver no sirven para el caso de la potencia.

¿y qué sucede con la resistencia?

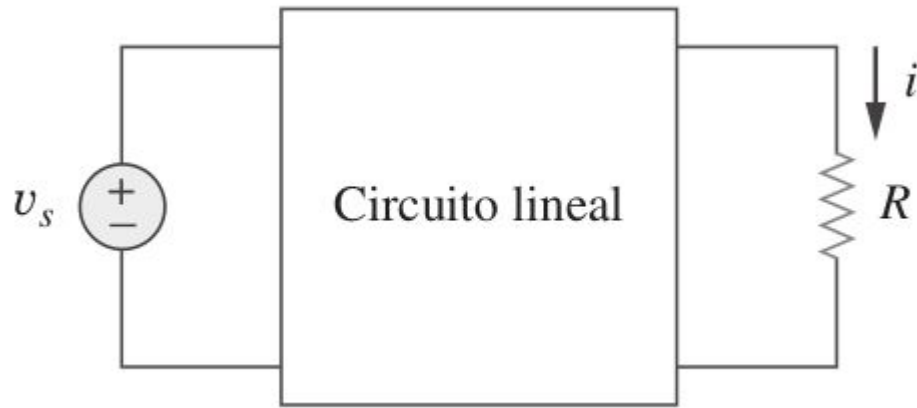
Introducción

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

$$f(ax) = af(x)$$

$$f(ax + by) = af(x) + bf(y)$$

Veamos un ejemplo:



Se sabe que cuando $v_s = 1$ V, la corriente $i = 10$ mA. Entonces:

- ¿Qué sucede si $v_s = 10$ V?
- ¿Qué sabemos si $i = 1$ mA?

Superposición

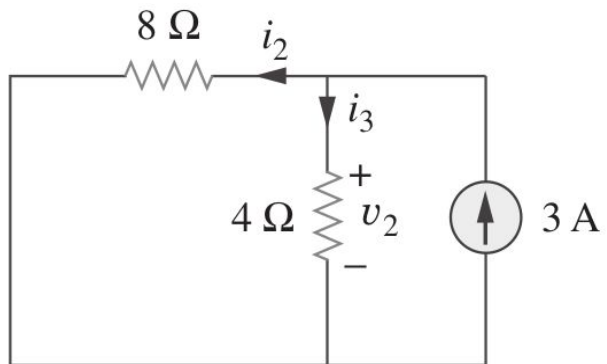
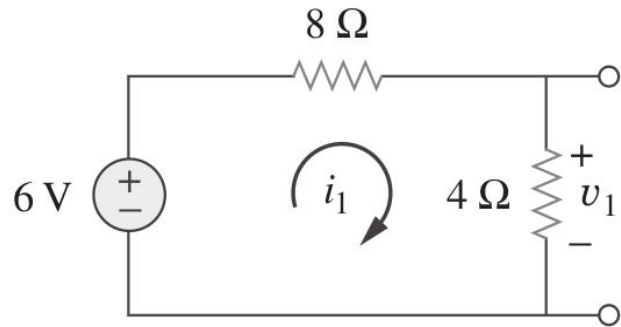
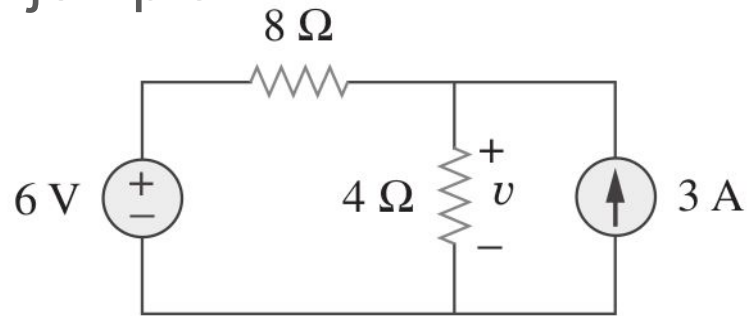
El principio de **superposición** establece que la tensión entre los extremos (o la corriente a través) de un elemento en un circuito lineal es la suma algebraica de las tensiones (o corrientes) a través de ese elemento debido a que cada fuente independiente actúa sola.

Para resolver un circuito utilizando el principio:

1. Pasivar todas las fuentes **¡independientes!** menos una de ellas (la fuente k)
2. Encontrar la salida del circuito (hallar v_k o i_k)
3. Repetir los puntos 1 y 2 para cada fuente independiente.
4. Sumar los efectos de cada una de ellas: $v = v_1 + \dots + v_n$ o $i = i_1 + \dots + i_n$

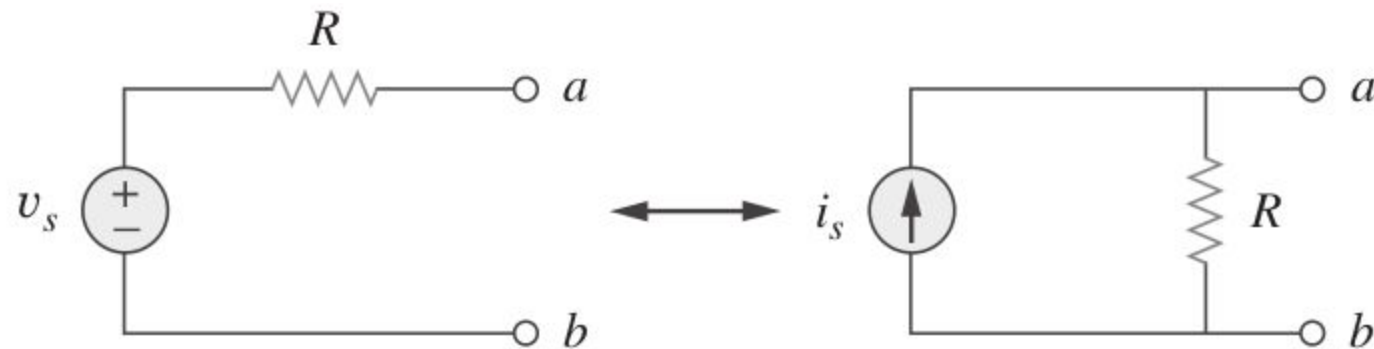
Superposición

Ejemplo:



Transformaciones de fuentes

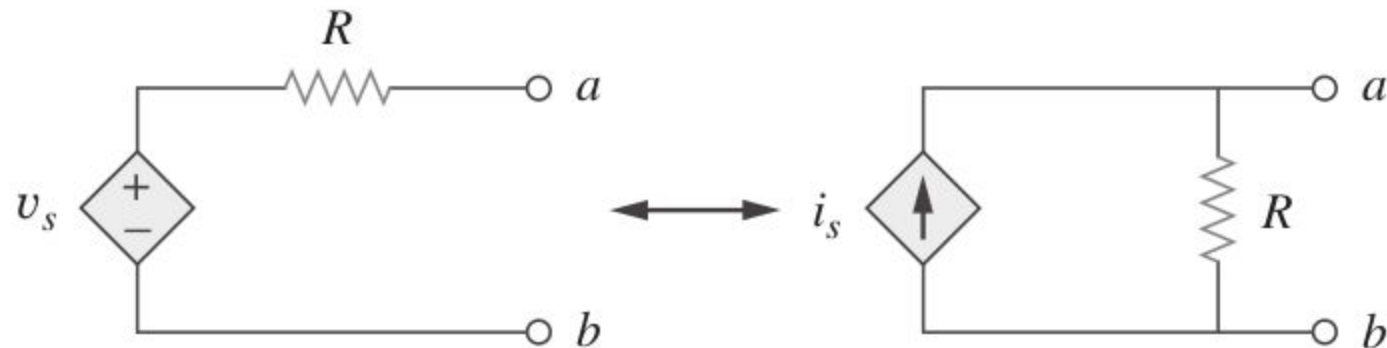
Una transformación de fuentes es el proceso de reemplazar una fuente de tensión v_s en serie con un resistor R por una fuente de corriente i_s en paralelo con un resistor R o viceversa.



¿y qué sucede cuando tenemos una fuente controlada?

Transformaciones de fuentes

Una transformación de fuentes es el proceso de reemplazar una fuente de tensión v_s en serie con un resistor R por una fuente de corriente i_s en paralelo con un resistor R o viceversa.

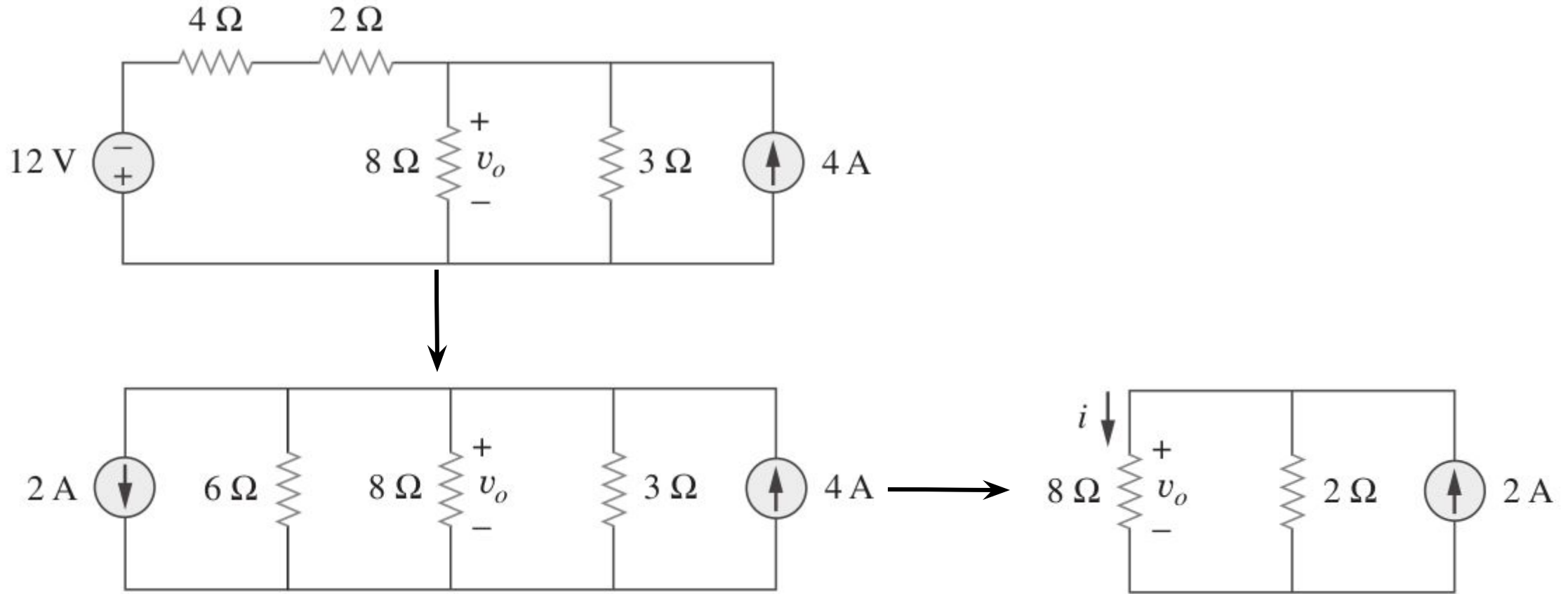


¿y qué sucede cuando tenemos una fuente controlada?

Sigue valiendo, solo hay que tener cuidado con la variable dependiente.

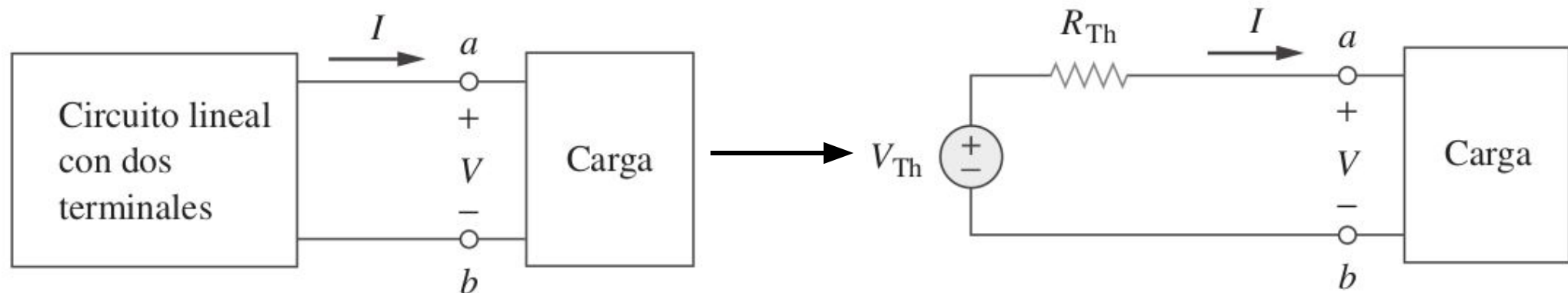
Transformaciones de fuentes

Ejemplo:



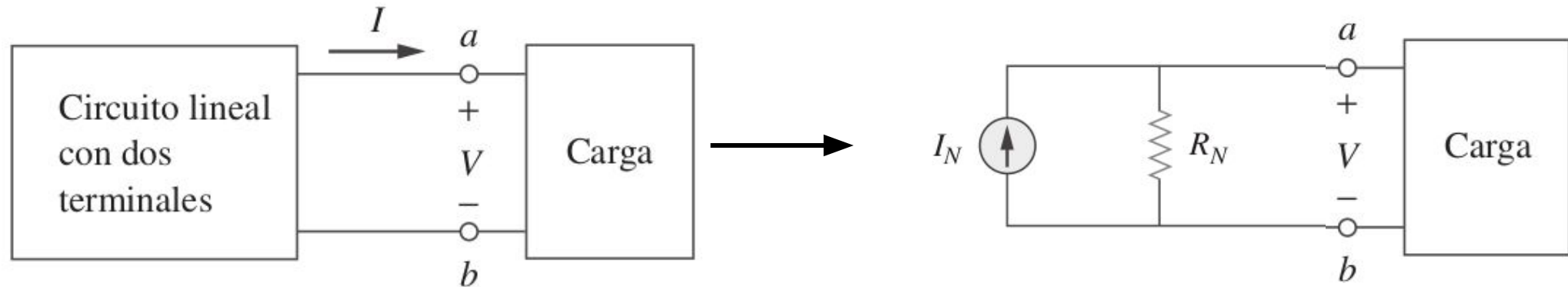
Teorema de Thevenin y Norton

El **teorema de Thevenin** establece que un circuito lineal de dos terminales puede reemplazarse por un circuito equivalente que consta de una fuente de tensión V_{Th} en serie con un resistor R_{Th} , donde V_{Th} es la tensión de circuito abierto en las terminales y R_{Th} es la entrada o resistencia equivalente en las terminales cuando las fuentes independientes se apagan.



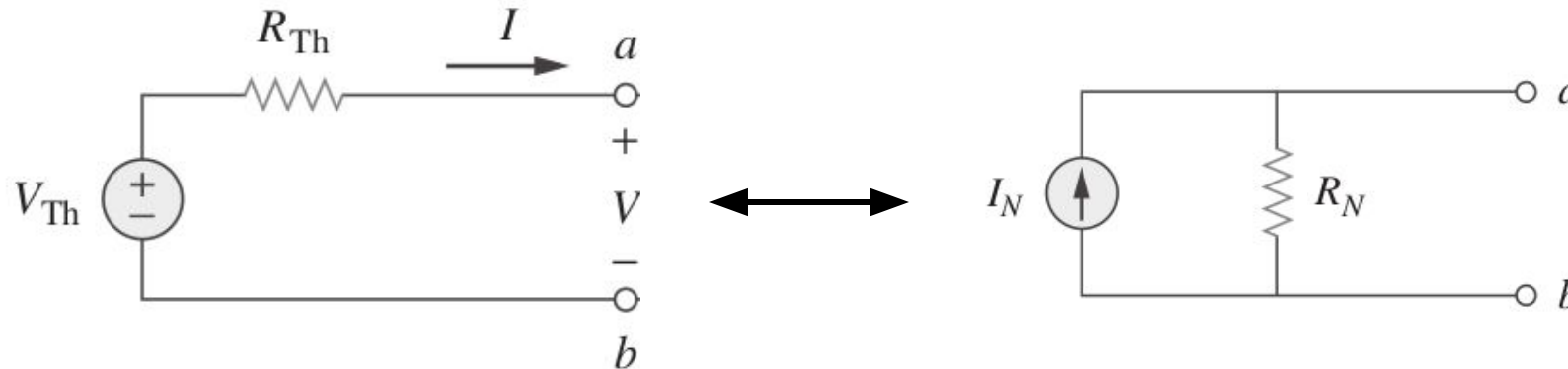
Teorema de Thevenin y Norton

El **teorema de Norton** establece que un circuito lineal de dos terminales puede reemplazarse por un circuito equivalente que consta de una fuente de corriente I_N en paralelo con un resistor R_N , donde I_N es la corriente de cortocircuito a través de las terminales y R_N es la resistencia de entrada o resistencia equivalente en las terminales cuando las fuentes independientes están desactivadas



Teorema de Thevenin y Norton

- Los teoremas de Thevenin y Norton son muy útiles a la hora de resolver circuitos, ya que nos permite transformar circuitos complejos en circuitos más simples.
- Hay que tener especial cuidado con las variables dependientes e independientes de fuentes controladas. No se deben perder las referencias.
- Ambos modelos son equivalentes:



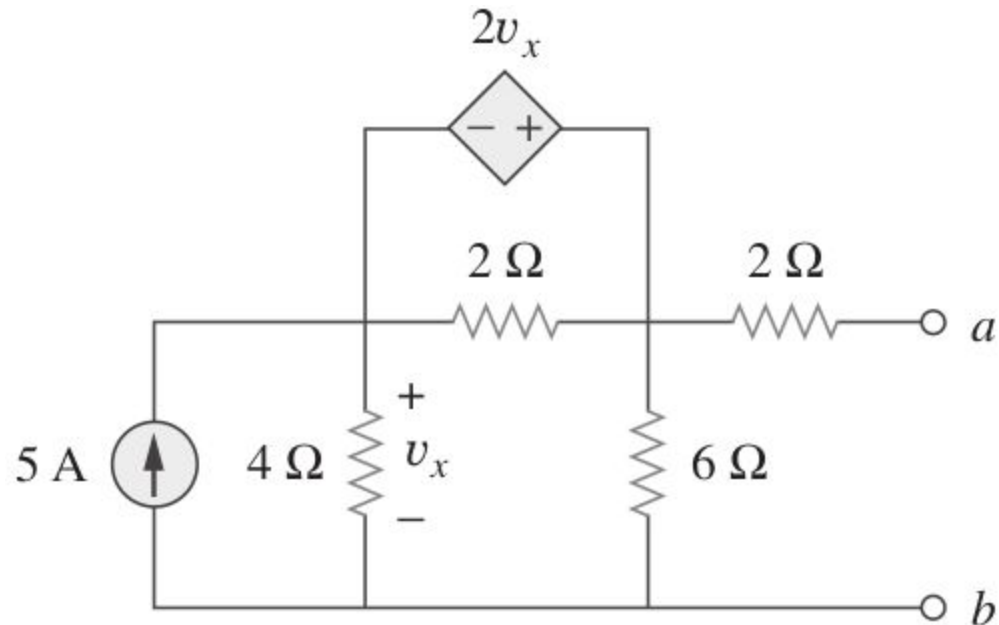
$$R_N = R_{Th}$$

$$I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}}$$

Teorema de Thevenin y Norton

Ejemplo integrador:

Dado el circuito de la figura encontrar los equivalentes de Thevenin y Norton entre los terminales a y b . Verificar su equivalencia.



Solución:

$$R_{Th} = R_N = 6 \, \Omega, \quad V_{Th} = 20 \, \text{V}, \quad I_N = 3,33 \, \text{A}$$

Transformaciones de fuentes (cont.)

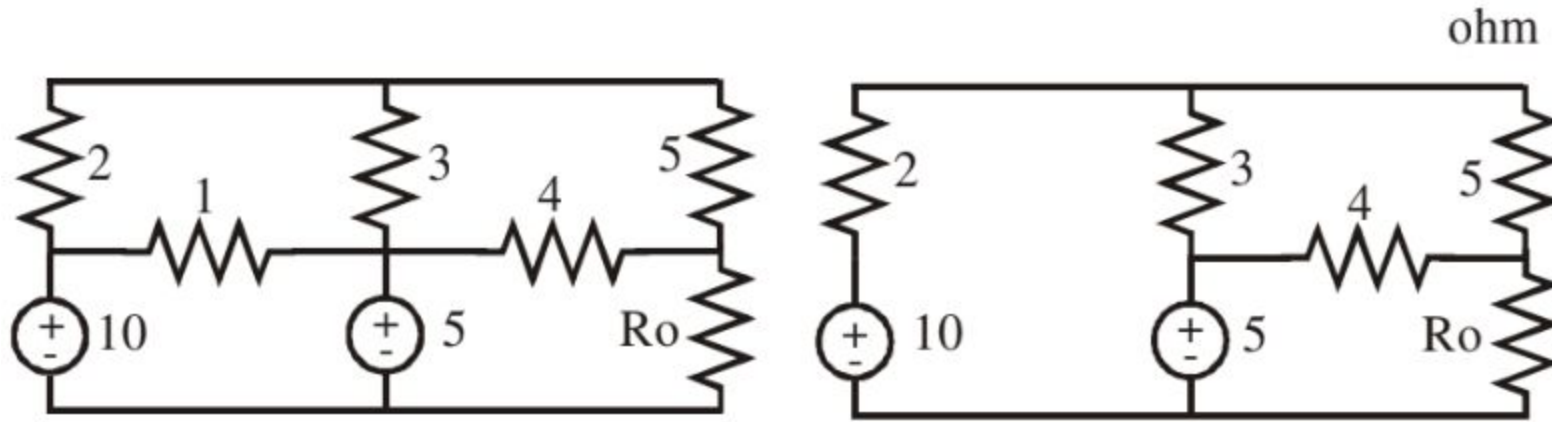
Otras herramientas útiles de transformaciones de fuentes:

Fuentes de tensión en paralelo:

Fuentes de corriente en serie:

Transformaciones de fuentes (cont.)

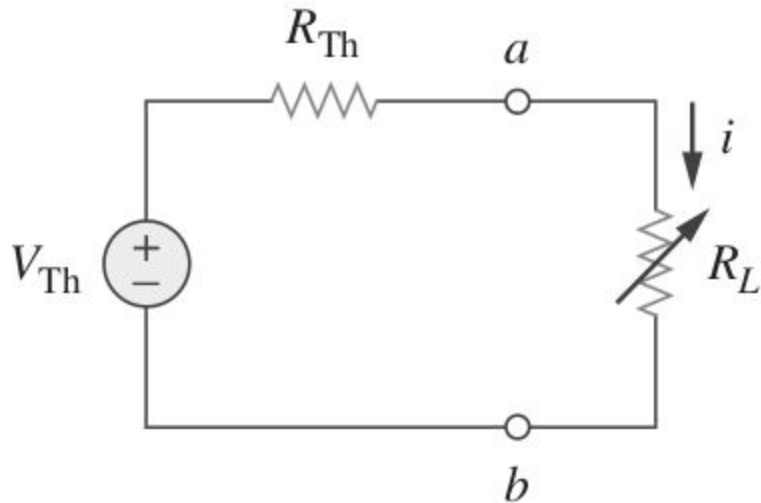
Ejemplo: Verificar la equivalencia entre los dos circuitos (Ejercicio A9):



T. de máxima transferencia de potencia

La **máxima potencia** se transfiere a la carga cuando la resistencia de la carga es igual a la resistencia de Thevenin vista desde la carga ($R_L = R_{Th}$).

Problema:



Análisis:

- La potencia en R_L es
$$P_{RL} = i_{RL} * v_{RL}$$
- ¿Qué sucede si $R_L = 0$?
- ¿Qué sucede si $R_L \rightarrow \infty$?

Simulaciones en LTSpice

Simularemos los siguientes circuitos:

1. Circuito lineal variando valor de la fuente.
2. Superposición.
3. Ejemplo de Thevenin y Norton.
4. Circuito lineal variando valor de una resistencia: Máxima transferencia de potencia.

www.ingenieria.uba.ar

f    /ingenieriauba

 /FIUBAoficial