

TEMA 2

CIRCUITOS RESISTIVOS CON GENERADORES IDEALES

Teoría de Circuitos

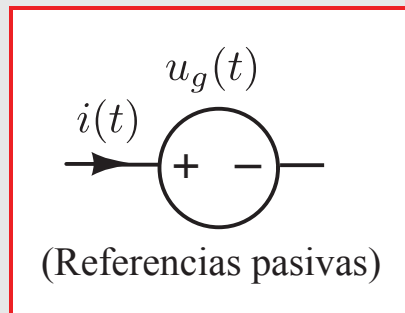
Dpto. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Generador (fuente) ideal de tensión

Especifica una tensión conocida entre sus bornes, $u_g(t)$, que no depende del circuito al cual está conectado. La intensidad $i(t)$ depende del circuito al que se conecte.

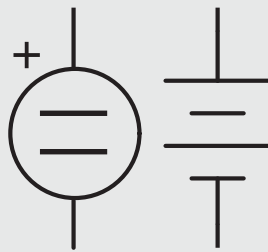


Potencia: $p_g(t) = u_g(t) \cdot i(t) \leq 0$ dependiendo del circuito al que se conecte.

Símbolos



Genérica

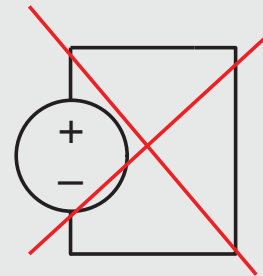


Continua

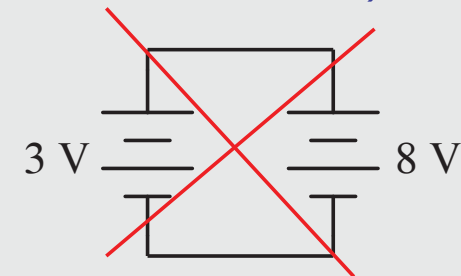


Alternativa

Montajes incompatibles (conexión en paralelo)



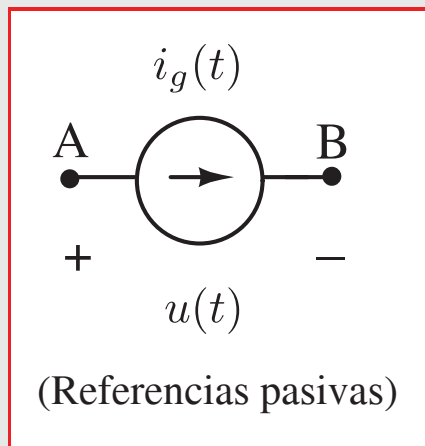
Cortocircuito



Incompatibilidad

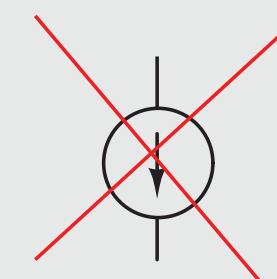
Generador (fuente) ideal de intensidad

Especifica la intensidad que la atraviesa, $i_g(t)$, mientras que su tensión, $u(t)$, es desconocida y sólo puede obtenerse una vez resuelto el circuito al que se conecta.

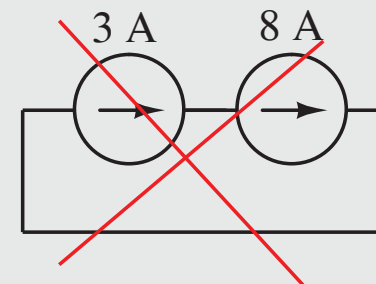


Potencia: $p_g(t) = u(t) \cdot i_g(t) \leq 0$ dependiendo del circuito al que se conecte.

Montajes incompatibles
(conexión en serie)



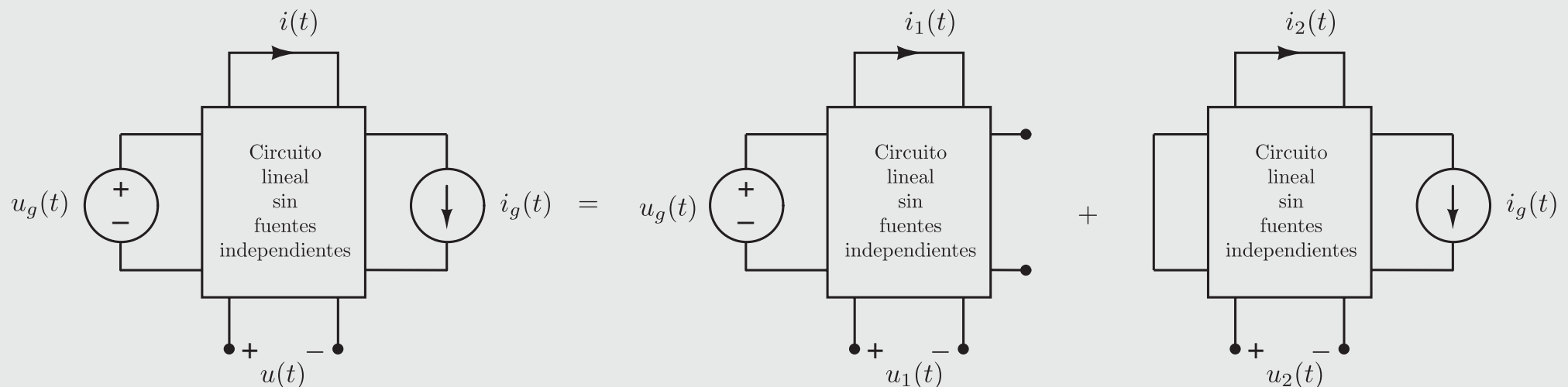
Circuito abierto



Incompatibilidad

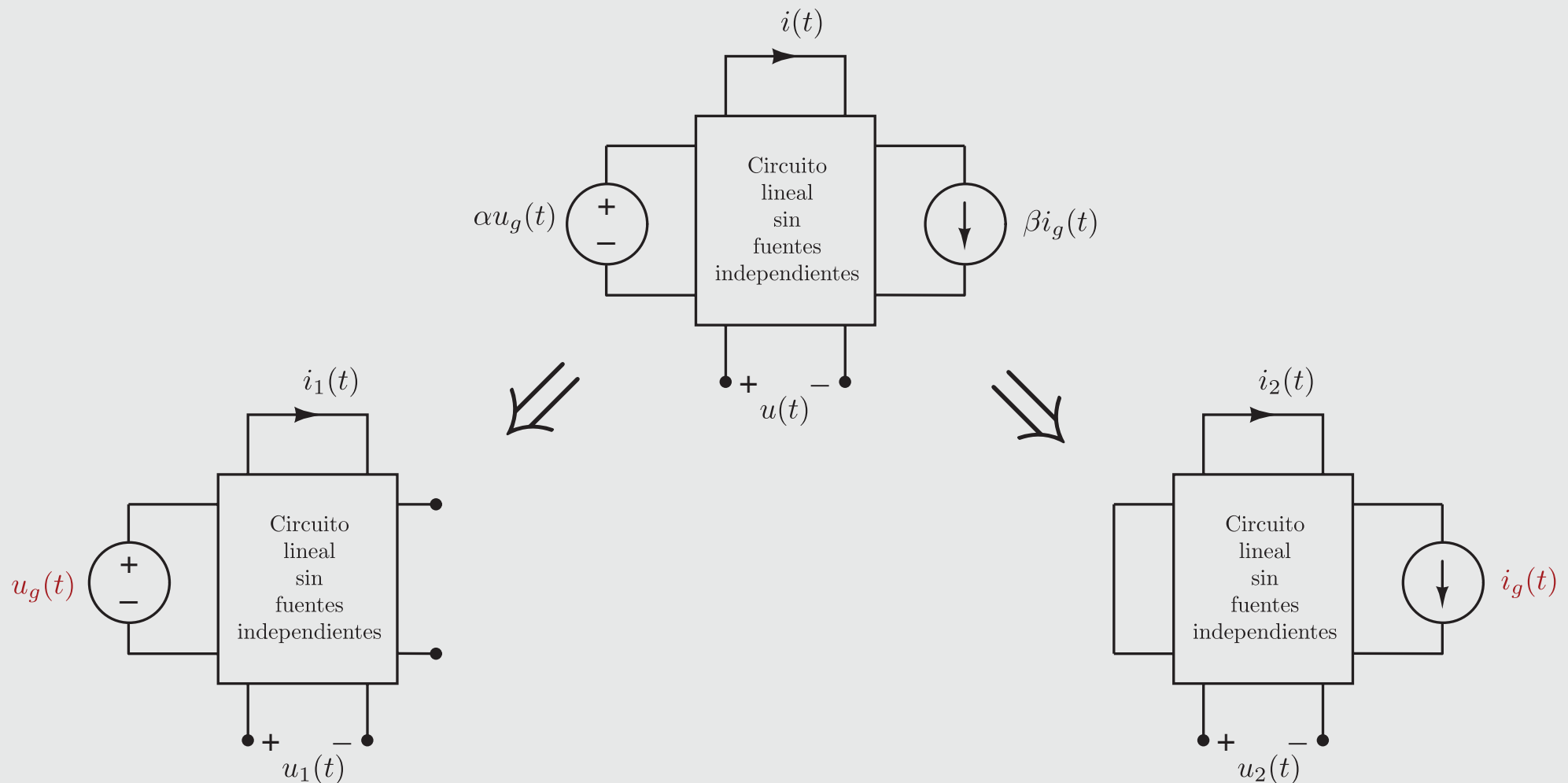
Principio de superposición

Permite encontrar la respuesta total de un circuito lineal excitado por varias fuentes como suma de las respuesta de dicho circuito a cada una de las fuentes actuando por separado.



$$u(t) = u_1(t) + u_2(t) \quad ; \quad i(t) = i_1(t) + i_2(t)$$

Principio de superposición

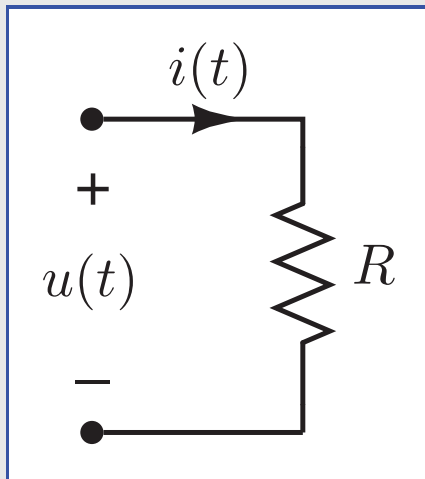


Aplicando superposición y proporcionalidad:

$$u(t) = \alpha u_1(t) + \beta u_2(t) \quad ; \quad i(t) = \alpha i_1(t) + \beta i_2(t)$$

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm**
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Resistencia. Ley de Ohm



Relación $u(t) \leftrightarrow i(t)$ (Ley de Ohm)

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

$R \equiv$ Resistencia.
Unidad SI: Ohmio [Ω]

$$i(t) = G \cdot u(t)$$

$G \triangleq \frac{1}{R} \equiv$ Conductancia.
Unidad SI: Siemens [S]

Potencia: $p_R(t) = u(t) \cdot i(t) = R \cdot i^2(t) = G \cdot u^2(t) \geq 0$ (siempre absorbe)

Energía: $w_R(t) = \int_{-\infty}^t R \cdot i^2(\tau) d\tau = \int_{-\infty}^t G \cdot u^2(\tau) d\tau \geq 0$

Toda la energía que absorbe del circuito la disipa en forma de calor por efecto Joule.

Casos extremos:

- $R = 0, G = \infty \Rightarrow$ Cortocircuito.
- $R = \infty, G = 0 \Rightarrow$ Circuito abierto.



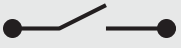

Georg Simon Ohm
(1789-1854)

Índice

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor**
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Interruptor

Elemento no lineal con dos posiciones. Circuitos distintos según la posición:

- ① Posición Abierto. 
 - $i(t)=0$, $u(t)$ cualquiera.
 - $R = \infty$, $G = 0$
- ② Posición Cerrado. 
 - $u(t)=0$, $i(t)$ cualquiera.
 - $R = 0$, $G = \infty$

Utilizado para producir cambios topológicos, aplicación o eliminación de una señal, modificación del valor de un componente pasivo, etc.

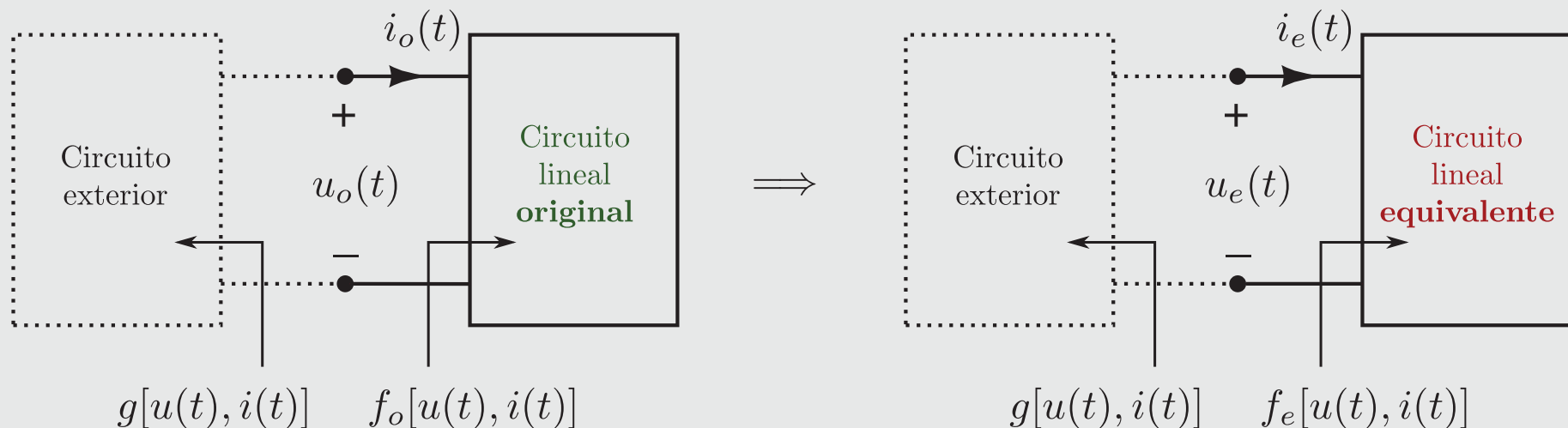
Índice

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes**
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Circuitos equivalentes

Objetivo

Simplificar parte de un circuito del cual no interesa su estudio, reemplazando varios componentes por un número más reducido, con la condición de que las respuestas en el resto del circuito no queden afectadas por dicha sustitución.



Para que ambas situaciones tenga la misma solución:

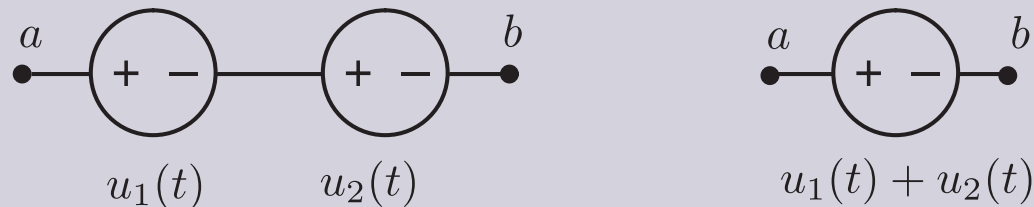
$$f_o[u(t), i(t)] = f_e[u(t), i(t)] \Rightarrow \boxed{u_e(t) = u_o(t) \ ; \ i_e(t) = i_o(t)}$$

Índice

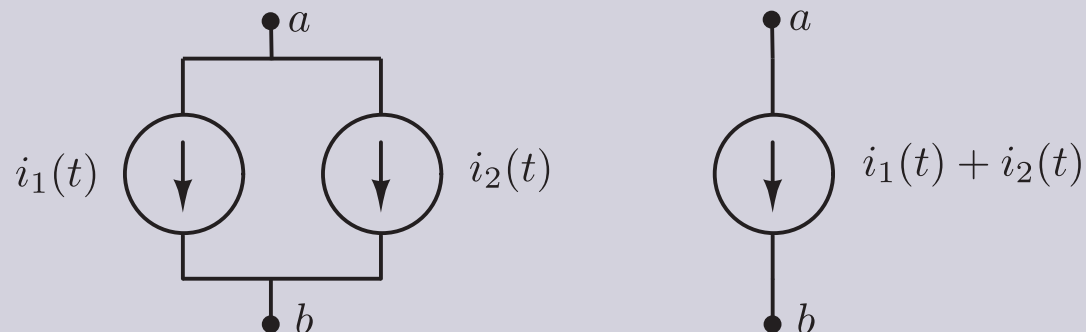
- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales**
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Asociación de generadores ideales

Asociación serie de generadores de tensión



Asociación paralelo de generadores de intensidad



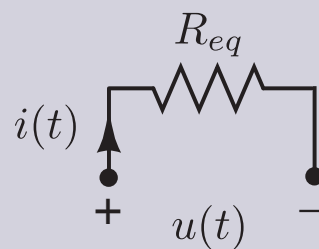
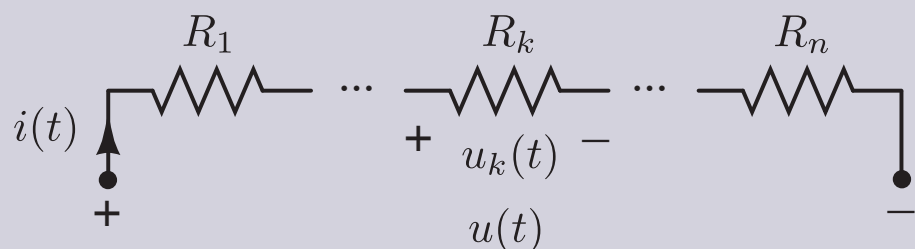
Índice

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos**
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Asociación serie

Dos elementos están en serie cuando son recorridos por la misma intensidad.

Resistencias



$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j$$

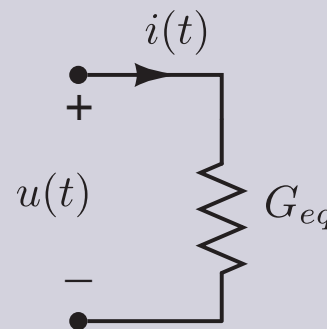
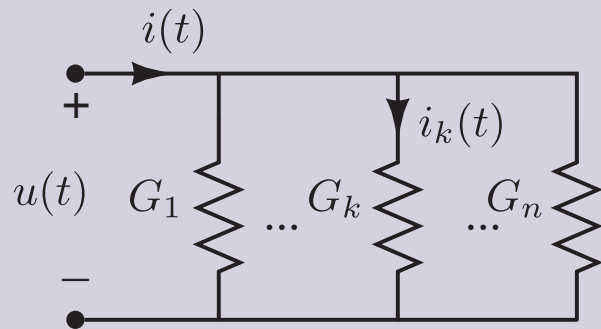
Divisor de tensión: Conocida $u(t)$ se puede determinar la caída de tensión en uno de los elementos, $u_k(t)$.

$$u_k(t) = R_k \cdot i(t) = R_k \cdot \frac{u(t)}{R_{eq}} \rightsquigarrow u_k(t) = \frac{R_k}{\sum_{j=1}^n R_j} \cdot u(t)$$

Asociación paralelo

Dos elementos están en paralelo cuando están sometidos a la misma tensión.

Resistencias



$$G_{eq} = \sum_{j=1}^n G_j$$

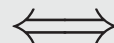
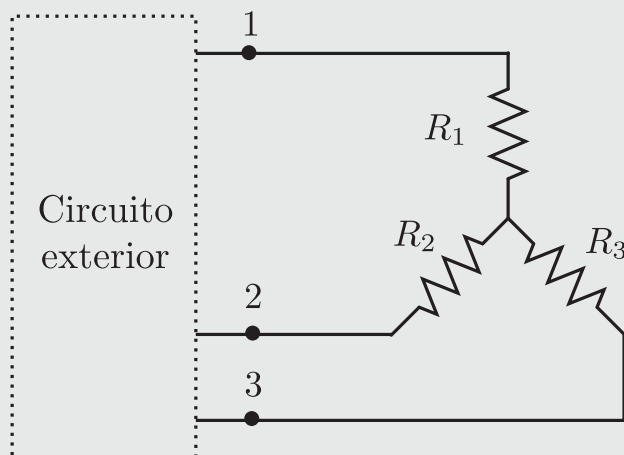
$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}$$

Divisor de intensidad: Conocida $i(t)$ se puede determinar la intensidad en uno de los elementos, $i_k(t)$.

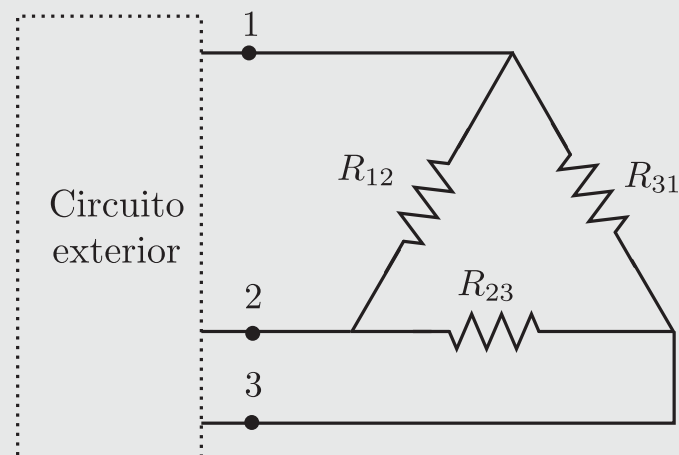
$$i_k(t) = G_k \cdot u(t) = G_k \cdot \frac{i(t)}{G_{eq}} \rightsquigarrow i_k(t) = \frac{G_k}{\sum_{j=1}^n G_j} \cdot i(t)$$

Configuración estrella-triángulo

Configuración estrella



Configuración triángulo



$$R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_2 = \frac{R_{12}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_3 = \frac{R_{23}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$G_{12} = \frac{G_1G_2}{G_1 + G_2 + G_3}$$

$$G_{23} = \frac{G_2G_3}{G_1 + G_2 + G_3}$$

$$G_{31} = \frac{G_1G_3}{G_1 + G_2 + G_3}$$

En el caso de que todas las resistencias sean iguales:

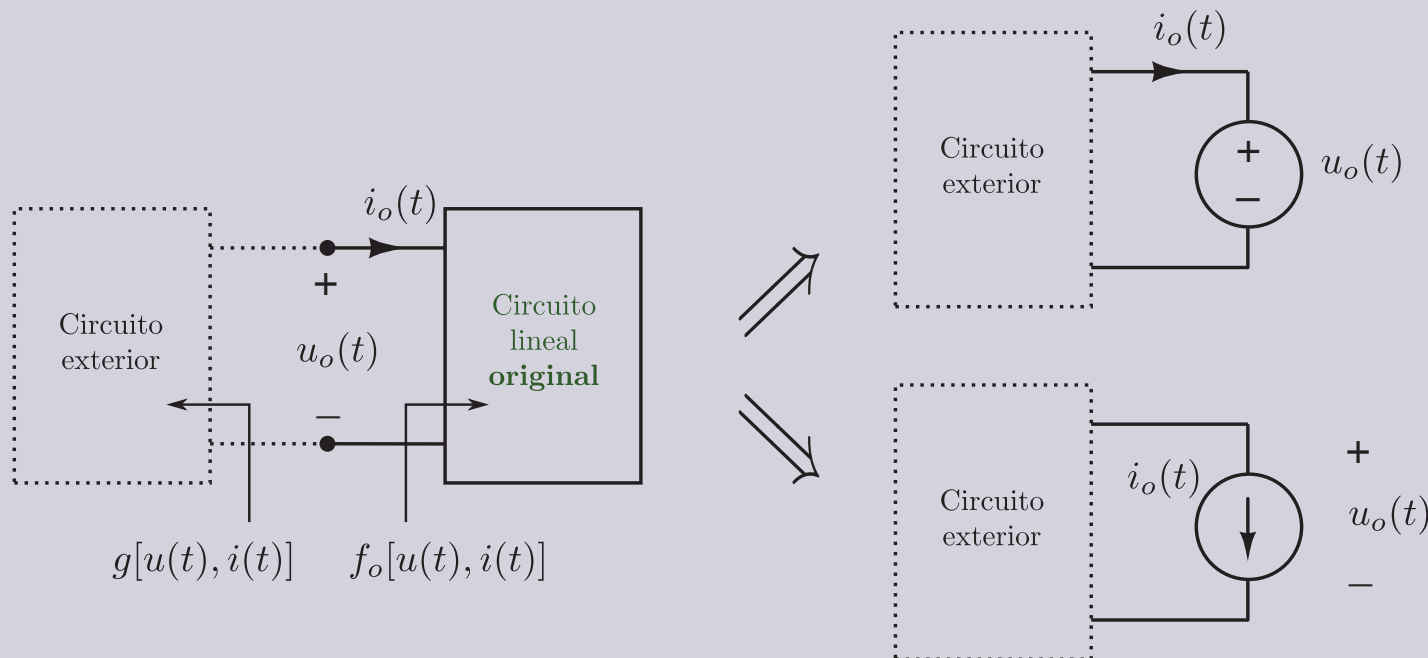
$$R_Y = \frac{R_{\Delta}}{3}$$

$$R_{\Delta} = 3 \cdot R_Y$$

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución**
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Regla de sustitución

Si se reemplaza un circuito monopuerta por una fuente ideal de tensión (intensidad), cuyo valor sea el de la tensión (intensidad) que aparece en la puerta, entonces la intensidad (tensión) de la puerta, y por tanto el resto de respuestas en el circuito exterior no se alteran, como consecuencia de la unicidad de la solución.



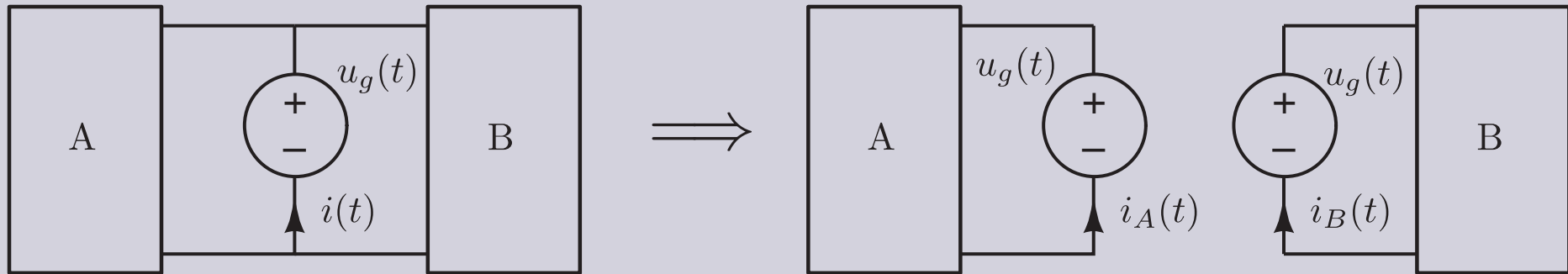
Las fuentes utilizadas en la regla de sustitución dependen de la topología y de los componentes de ambos circuitos.

Por lo tanto, **no constituyen un equivalente del circuito.**

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales**
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua

Desacoplamiento debido a fuentes ideales

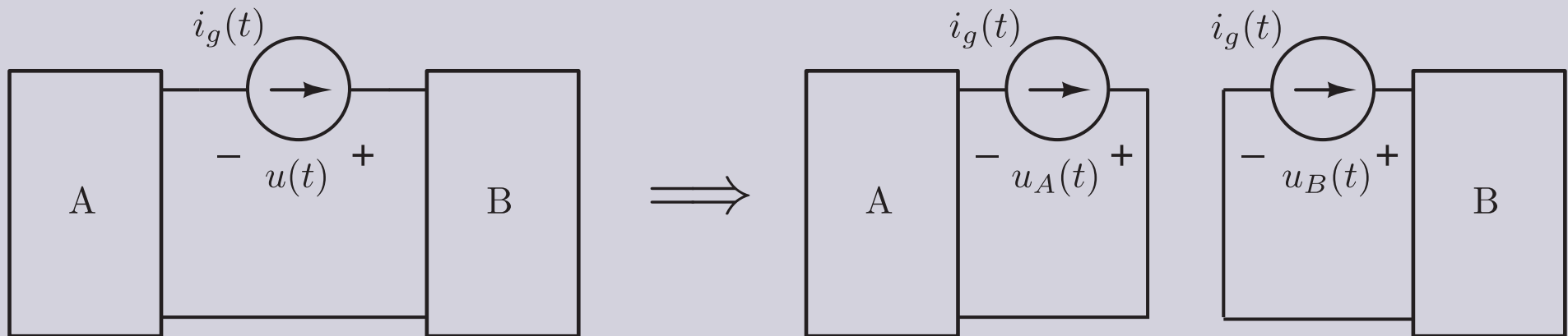
Circuitos desacoplados por fuente ideal de tensión



Potencia cedida por la fuente: $p_g(t) = u_g(t) \cdot i(t)$

$$i(t) = i_A(t) + i_B(t)$$

Circuitos desacoplados por fuente ideal de intensidad



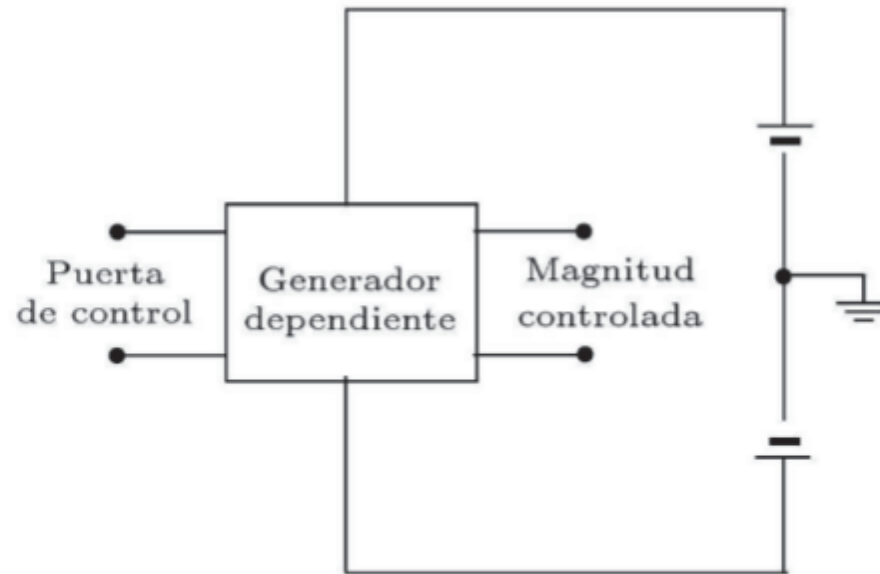
Potencia cedida por la fuente: $p_g(t) = u(t) \cdot i_g(t)$

$$u(t) = u_A(t) + u_B(t)$$

Índice

- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales**
- 10 Medidas en corriente continua

Fuentes dependientes lineales



El valor de la magnitud controlada (V o I) depende del valor (V o I) que tome la variable de control en la puerta correspondiente.

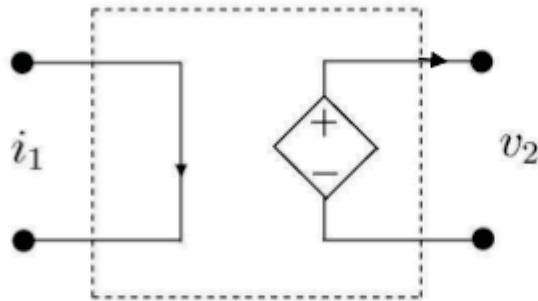
La relación entre la variable controladora y la variable controlada es lineal.

Terminales auxiliares: alimentación externa. Es la responsable de que la fuente dependiente suministre energía neta al circuito principal (o la absorba), lo que convierte a estas fuentes en elementos activos.

Fuentes de tensión

Fuentes de tensión controladas:

Controlada por intensidad:

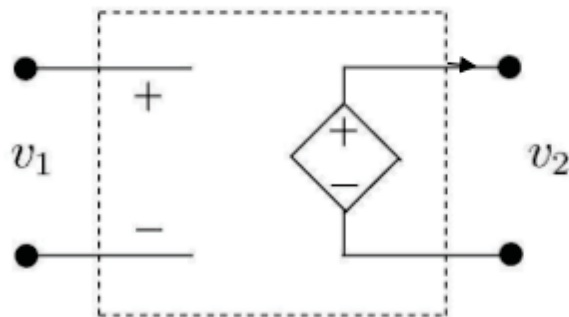


$$v_1(t) = 0$$

$$v_2(t) = r i_1(t)$$

$r \equiv$ resistencia de transferencia

Controlada por tensión:



$$i_1(t) = 0$$

$$v_2(t) = \alpha v_1(t)$$

$\alpha \equiv$ ganancia de tensión

$i_1(t)$ y $v_1(t)$ no las conocemos *a priori*

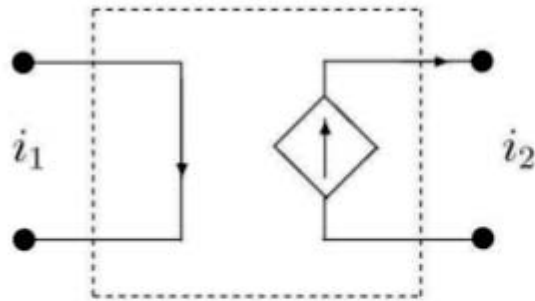
Potencia y Energía:

$$\text{Potencia cedida} \equiv p(t) = v_2(t) i_2(t)$$

Fuentes de intensidad

Fuentes de intensidad controladas:

Controlada por intensidad:

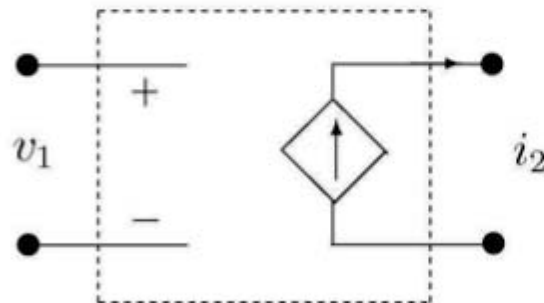


$$v_1(t) = 0$$

$$i_2(t) = \beta i_1(t)$$

$\beta \equiv$ ganancia de intensidad

Controlada por tensión:



$$i_1(t) = 0$$

$$i_2(t) = g v_1(t)$$

$g \equiv$ conductancia de transferencia

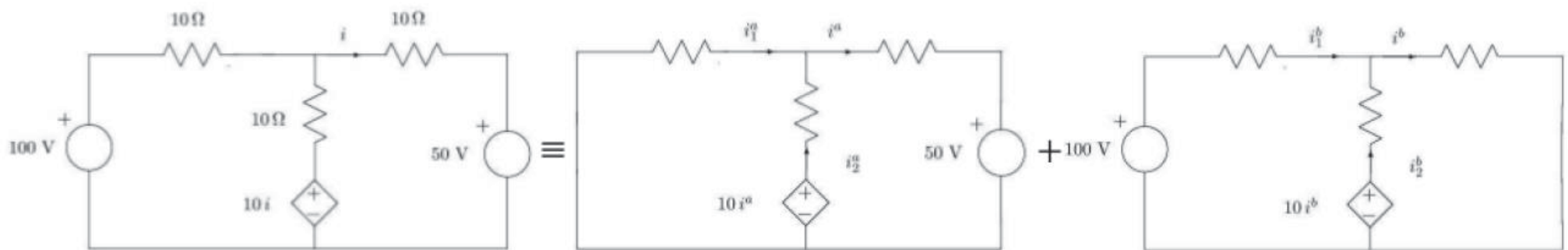
$i_1(t)$ y $v_1(t)$ no las conocemos *a priori*

Potencia y Energía:

$$\text{Potencia cedida} \equiv p(t) = v_2(t) i_2(t)$$

Superposición con fuentes dependientes

Teorema de Superposición con fuentes dependientes: No se anulan las fuentes dependientes.

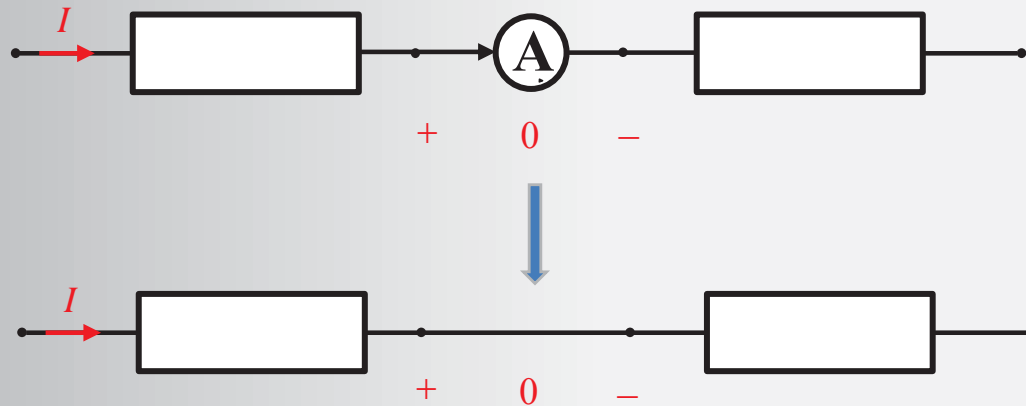


Índice

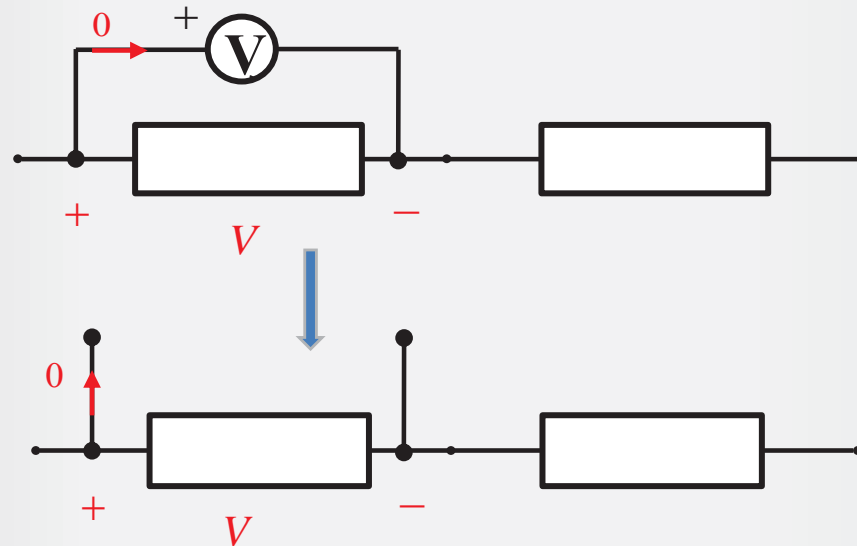
- 1 Generadores ideales
- 2 Resistencia. Ley de Ohm
- 3 Interruptor
- 4 Circuitos equivalentes
- 5 Asociación de generadores ideales
- 6 Simplificación de circuitos resistivos
- 7 Regla de sustitución
- 8 Desacoplamiento debido a fuentes ideales
- 9 Fuentes dependientes lineales
- 10 Medidas en corriente continua**

Medidas en corriente continua

- **Amperímetro:** se utiliza para medir intensidades. Se conecta en **serie** con la intensidad que se quiere medir.

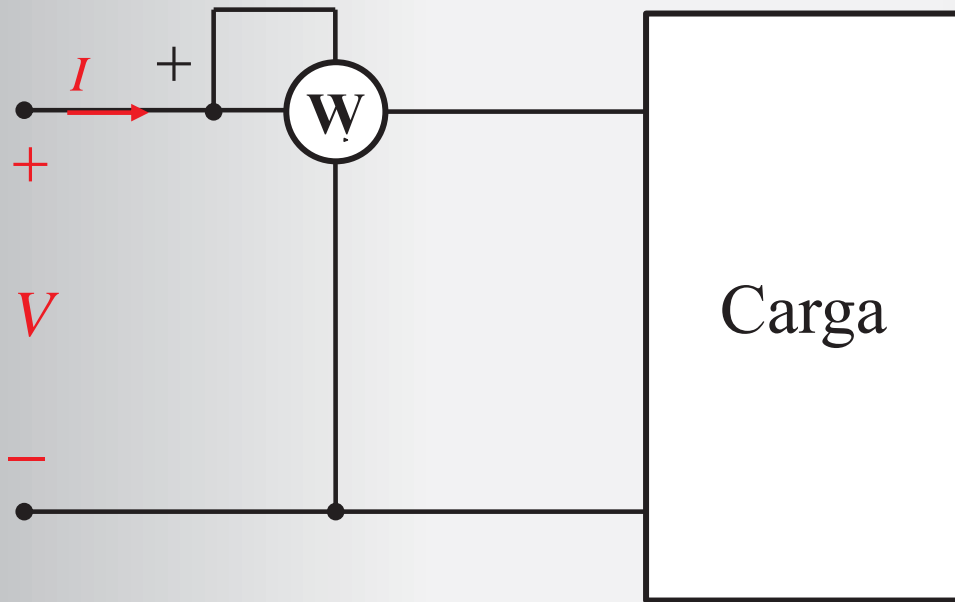


- **Voltímetro:** se utiliza para medir tensiones. Se conecta en **paralelo** con la tensión que se quiere medir.



Medidas en corriente continua

- **Vatímetro**: se utiliza para medir potencia.



Lectura del vatímetro:

$$W = V \cdot I$$

