

# Tema 1. Teoría de Circuitos

# Índice

- 01 Conceptos básicos. Asociación de componentes.
- 02 Leyes de Kirchhoff
- 03 Divisores de tensión y corriente
- 04 Principio de superposición
- 05 Teoremas de reducción de circuitos. Thévenin y Norton

# Conceptos básicos

**Carga eléctrica:** propiedad de la materia que reside en alguna de sus partículas elementales, responsable de muchos fenómenos físicos.

**Circuito eléctrico:** modelo simplificado de una instalación eléctrica.

Asociación de elementos activos o pasivos conectados en serie/paralelo por donde puede circular corriente.

Tipos de materiales:

- conductores (Cu, Al, Au)
- semiconductores (Si, Ge)
- aislantes (vidrio, porcelana)

Variables :

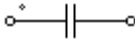
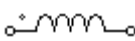
- intensidad de corriente:  $i = Q/t$  Amperios, [A]
- potencial eléctrico (dif. de potencial), tensión, voltaje: Voltios, [V]
- potencia:  $p = vi$  Vatios, [W]
- energía:  $e(t) = \int_{t_0}^t p(t) \partial t = \int_{t_0}^t v(t) \cdot i(t) \partial t$  Julios, [J]

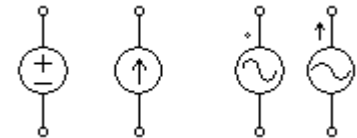
# Conceptos básicos

Prefijos de múltiplos y submúltiplos:

| $10^{12}$ | $10^9$ | $10^6$ | $10^3$ | $10^{-3}$ | $10^{-6}$ | $10^{-9}$ | $10^{-12}$ |
|-----------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Tera      | Giga   | Mega   | Kilo   | mili      | micro     | nano      | pico       |
| T         | G      | M      | K      | m         | $\mu$     | n         | p          |

## Elementos de un circuito

- Activos: Fuente de tensión o corriente, fuente continua o alterna, fuente dependiente o independiente.
- Pasivos:
  - resistencia 
  - condensador 
  - bobina 



# Unidades [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)

| Magnitudes    |                               | Unidades S.I.          |         |
|---------------|-------------------------------|------------------------|---------|
| Símbolo       | Nombre                        | Nombre                 | Símbolo |
| $q$           | Carga                         | Culombio               | $C$     |
| $\Phi$        | Flujo                         | Weber                  | $Wb$    |
| $i$           | Corriente                     | Amperio                | $A$     |
| $u$           | Tensión                       | Voltio                 | $V$     |
| $e$           | Fuerza electromotriz          | Voltio                 | $V$     |
| $p$           | Potencia                      | Vatio                  | $W$     |
| $w$           | Energía                       | Julio                  | $J$     |
| $H$           | Intensidad de campo magnético | Amperivuelta por metro | $Av/m$  |
| $B$           | Inducción magnética           | Tesla                  | $B$     |
| $\mathcal{F}$ | Fuerza magnetomotriz          | Amperivuelta           | $Av$    |

# Conceptos básicos

## Resistencia

- Símbolo



- Oposición del material al paso de la corriente a través de él.
- Se mide en ohmios [ $\Omega$ ]
- $v(t) = Ri(t)$  (para valores constantes  $V=R \cdot I$ )
- Potencia



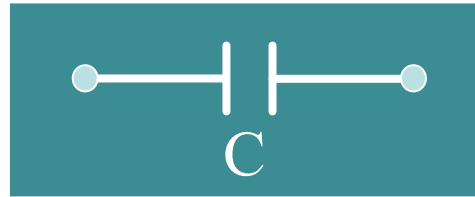
Ley de ohm

$$p = vi = \frac{v^2}{R} = i^2 R$$

# Conceptos básicos

## Condensador (capacidad)

- Símbolo



- La capacidad es la carga puede almacenar. Depende del material y de las dimensiones geométricas.

$$C = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

- Se mide en faradios [F]

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

# Conceptos básicos

## Bobina

- Símbolo



- Da idea de la relación entre el flujo magnético provocado por el paso de corriente y dicha corriente.
- La inductancia de una bobina se mide en henrios [H]

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

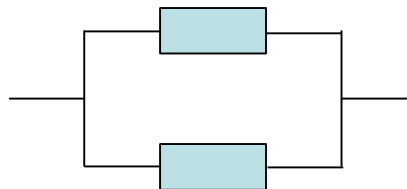
# Conceptos básicos

## Formas de conexión entre los elementos de un circuito

- 1. Serie.** La conexión entre dos o más elementos es en serie cuando son recorridos por la misma intensidad de corriente. Cada elemento tiene un extremo común con el siguiente.



- 2. Paralelo.** La conexión entre dos o más elementos es en paralelo cuando todos están sometidos a la misma diferencia de potencial. Cada elemento queda unido a los demás por los dos extremos.

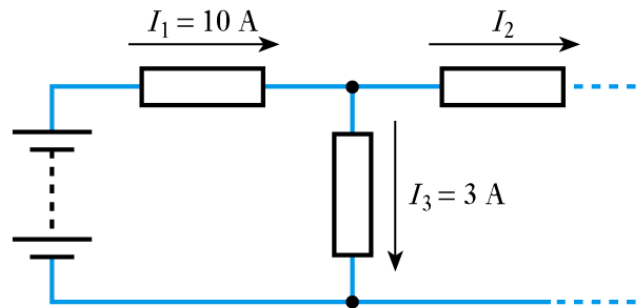


# Leyes de Kirchhoff

## Conceptos previos

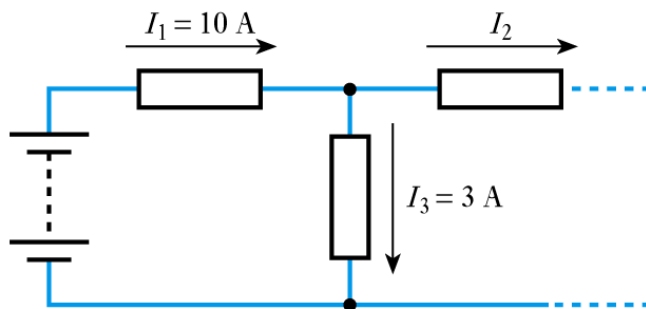
- Nodo: punto de conexión de tres o más hilos conductores.
- Rama: tramo de hilo conductor entre dos nodos.
- Malla: cualquier camino cerrado que pueda ser definido en el circuito.

Ejemplo:



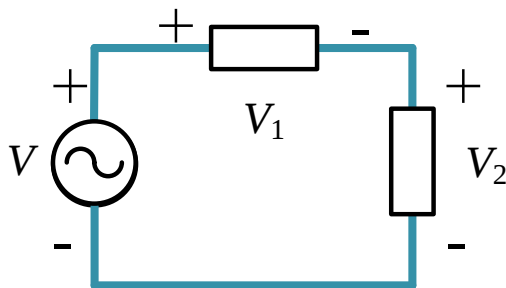
# Leyes de Kirchhoff

**1ª Ley de Kirchhoff (ley de la corriente).** La suma algebraica de las intensidades que concurren en un nudo es igual a cero. Se consideran positivas las entrantes y negativas las salientes.



$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

**2ª Ley de Kirchhoff (ley para la tensión).** La suma algebraica de las diferencias de potencial de todos los elementos de una malla es igual a cero.



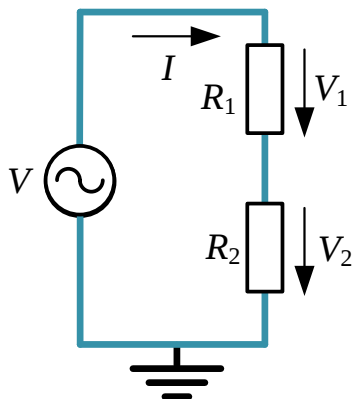
$$V - V_1 - V_2 = 0$$

# Leyes de Kirchhoff. Resolución de un circuito

- Se selecciona un nodo como referencia (tierra).
- Se etiquetan los voltajes del resto de nodos con respecto a tierra (estas son las incógnitas primarias).
- Se aplica la primera Ley de Kirchhoff (de la corriente) para todos los nodos, excepto el nodo de referencia (sustituyendo las relaciones entre elementos).
- Se resuelven los voltajes de los nodos.
- Se resuelven los voltajes restantes y las corrientes.

# Divisores de tensión y de corriente

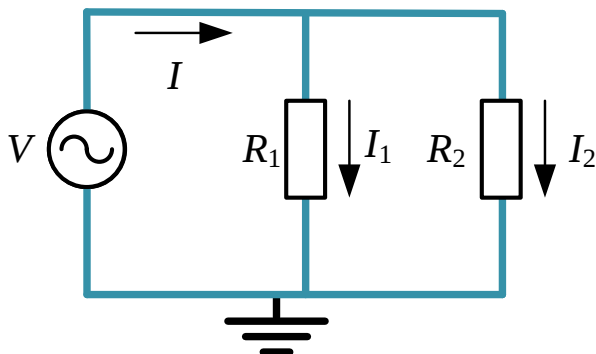
## Esquema básico del divisor de tensión



$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} \quad V_1 = I \cdot R_1; \quad V_2 = I \cdot R_2$$

$$V_1 = \frac{R_1 \cdot V}{R_1 + R_2}; \quad V_2 = \frac{R_2 \cdot V}{R_1 + R_2}$$

## Esquema básico del divisor de corriente



$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2; \quad I = I_1 + I_2$$

$$I_1 = I - I_2 = I - I_1 \frac{R_1}{R_2}$$

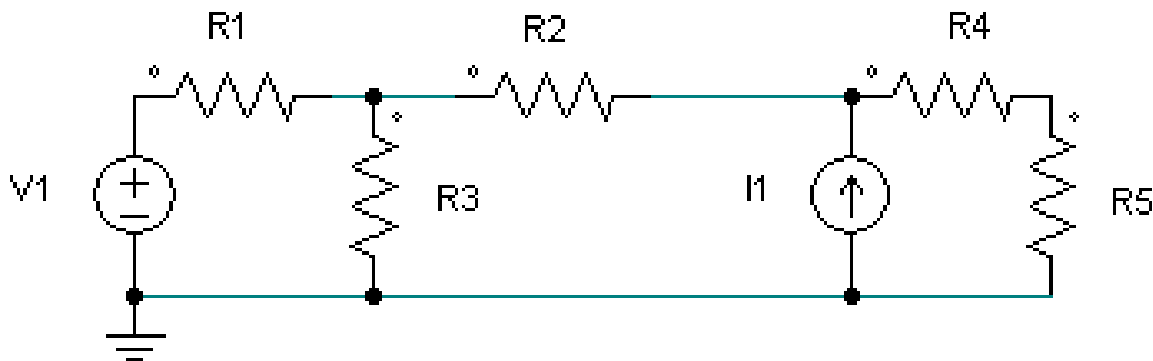
$$I_1 = \frac{R_2 \cdot I}{R_1 + R_2}; \quad I_2 = \frac{R_1 \cdot I}{R_1 + R_2}$$

**¡¡¡Igual para impedancias!!!**

## Principio de superposición

La respuesta de un circuito lineal dado a una suma de entradas será igual a la suma de las respuesta de cada una de las entradas aplicadas individualmente.

*Ejemplo:* Circuito con dos entradas ( $V_1$  e  $I_1$ ). Se puede resolver resolviendo dos circuitos más sencillos, uno con  $I_1 = 0$  y otro con  $V_1 = 0$



# Principio de superposición

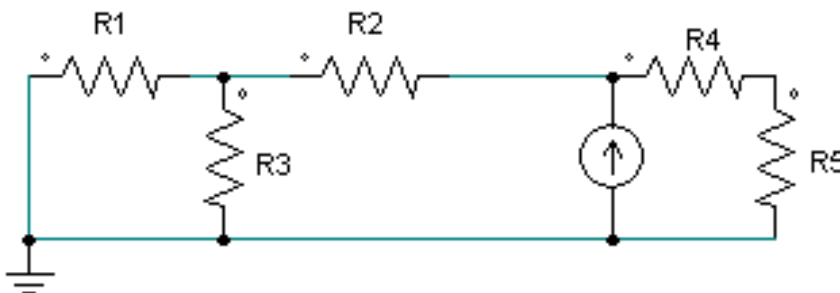
## Anulación de las fuentes

Anular una fuente de tensión equivale a cortocircuitar sus bornes.

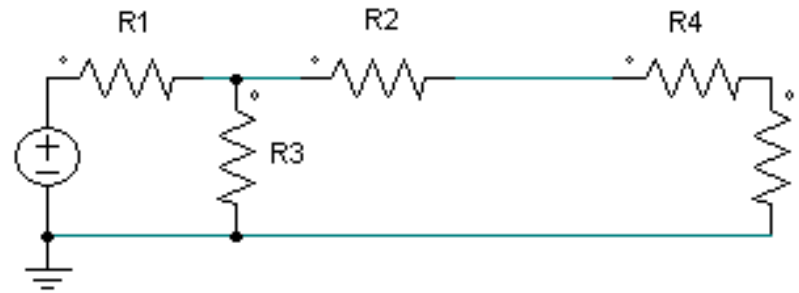
Anular una fuente de corriente equivale a dejar en circuito abierto sus bornes.

*Ejemplo anterior:* Si se anula la fuente de tensión resulta el circuito de la derecha. Si se anulao la fuente de corriente resulta el circuito de la izquierda.

Con  $V_1=0$



Con  $I_1=0$



# Teoremas de reducción de circuitos

## Circuito equivalente de Thévenin:

Cualquier circuito lineal (que únicamente contenga impedancias y fuentes) puede ser representado por un circuito más sencillo formado por una única fuente de voltaje o tensión ( $V_{th}$ ) y una impedancia ( $R_{th}$ ) en serie con dicha fuente.

Este circuito se denomina **Circuito Equivalente de Thévenin** del circuito original.

$V_{th}$  representa a todas las fuentes fijas del circuito original

$R_{th}$  representa a todas las resistencias

# Teoremas de reducción de circuitos

## Circuito equivalente de Norton:

Cualquier circuito lineal (que únicamente contenga impedancias y fuentes) puede ser representado por un circuito más sencillo formado por una única fuente de corriente ( $I_N$ ) y una impedancia en paralelo ( $R_N$ ).

Este circuito se denomina **Circuito Equivalente de Norton** del circuito original.

$I_N$  representa a todas las fuentes fijas del circuito original

$R_N$  representa a todas las resistencias

# Teoremas de reducción de circuitos

## Procedimiento general para hallar el Equivalente de Thévenin de un circuito entre dos puntos (puerto)

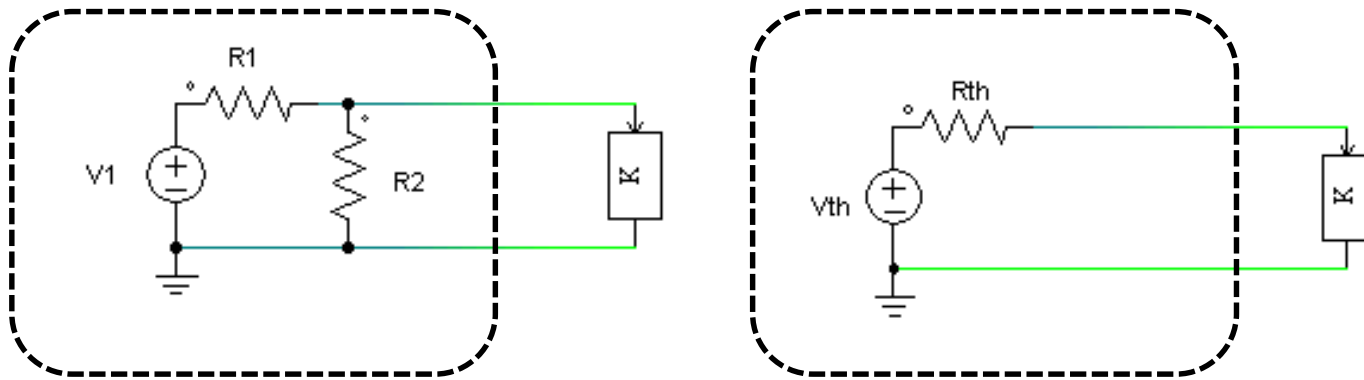
- Desconectar el elemento no lineal (si lo hay).
- Determinar el voltaje del circuito abierto en el puerto de dicho circuito ( $V_{oc}=V_{th}$ ).
- Determinar  $R_{th}$ . Para ello cortocircuitar el puerto que se había dejado en abierto y determinar la corriente de cortocircuito  $I_{sc}$  ( $R_{th}=V_{th}/I_{sc}$ ). Si el circuito es de fuentes independientes, se anula la fuente y se obtiene la resistencia equivalente, que coincide con la  $R_{th}$ .

## Procedimiento general para hallar el Equivalente de Norton de un circuito

- Se cortocircuita el elemento no lineal y se determina la corriente de cortocircuito ( $I_N=I_{sc}$ )
- Se determina el voltaje en abierto de ese puerto para hallar  $R_{th}=V_{oc}/I_N$

# Teoremas de reducción de circuitos.

## Ejemplo de un equivalente de Thévenin



Ejercicio: Hallar  $R_{th}$  y  $V_{th}$  para que estos circuitos sean equivalentes

Solución:

$$V_{th} = V_1 \frac{R_2}{R_2 + R_1}$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_1}$$

- [621.3.049.77 HOR MIC] Microelectrónica: circuitos y dispositivos. M. N. Horenstein, Prentice Hall
- [621.3.049 NIL CIR] Circuitos eléctricos. Nilsson, James W. Pearson Prentice Hall.
- [621.3.049 TEO DEC VOL. 1 y 2] Teoría de Circuitos. V. Parra, J. Ortega, A. Pastor, A. Pérez. UNED
- [621.3.049 ALE FUN] Fundamentals of electric circuits ó Fundamentos de circuitos eléctricos. Alexander, Charles K., Matthew N. O. Sadiku.
- [621.3.049 STO ELE] Electronics: A Systems Approach. Neil Storey. Pearson-Prentice Hall.4th Edition