

Tema 1. Teoría de Circuitos

M^o Cristina Rodríguez, 2014-2015
Área de Tecnología Electrónica.

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

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, Ag)
- 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: $e(t) = \int_{t_0} p(t) \partial t = \int_{t_0} v(t) \cdot i(t) \partial t$ Julios, [J]

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

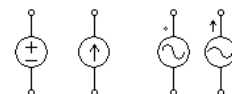
Conceptos básicos

Prefijos de múltiplos y submúltiplos:




| 10^{24} | 10^{21} | 10^{18} | 10^{15} | 10^{12} | 10^9 | 10^6 | 10^3 | 10^0 | 10^{-3} | 10^{-6} | 10^{-9} | 10^{-12} | 10^{-15} | 10^{-18} | 10^{-21} | 10^{-24} |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Yotta | Zeta | Exa | Peta | Tera | Giga | Mega | kilo | mili | micro | nano | pico | femto | atto | zepto | yocto | |
| Y | Z | E | P | T | G | M | k | m | μ | n | p | f | a | z | y | |

Elementos de un circuito

- Activos: Fuente de tensión o corriente, fuente continua o alterna, fuente dependiente o independiente.



- Pasivos:

| | |
|-------------|---|
| resistencia |  |
| condensador |  |
| bobina |  |

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Unidades http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades

| Magnitudes | | Unidades S.I. | |
|---------------|-------------------------------|------------------------|---------|
| Símbolo | Nombre | Nombre | Símbolo |
| q | Carga | Culombio | C |
| Φ | 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 | 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 [Ω]
- $v(t) = Ri(t)$ (para valores constantes $V=R \cdot I$) → Ley de ohm
- Potencia

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

Conceptos básicos

Condensador (capacidad)

- Símbolo



- La capacidad es la carga que 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]

$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt} \quad \rightarrow \quad \boxed{\text{Ley no lineal!!}}$$

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]

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt} \quad \rightarrow \quad \boxed{\text{Ley no lineal!}}$$

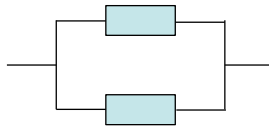
Conceptos básicos

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.



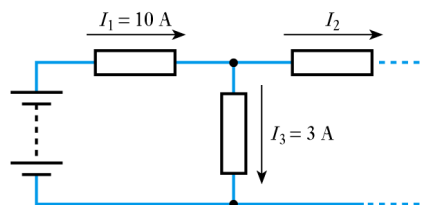
Ingeniería Eléctrica y Electrónica

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.

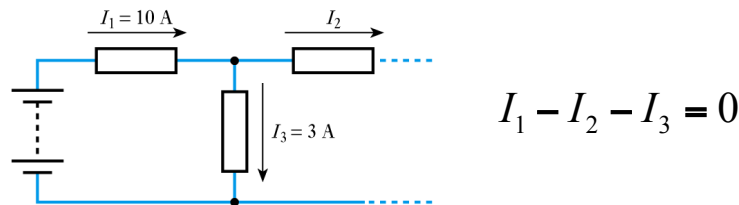
Ejemplo:



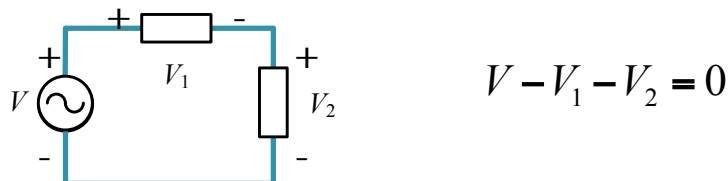
Ingeniería Eléctrica y Electrónica

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.



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.



Ingeniería Eléctrica y Electrónica

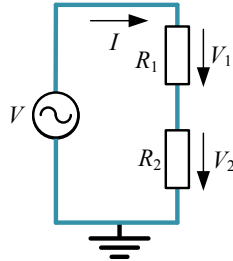
Leyes de Kirchhoff. Resolución de un circuito

- 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 nodos.
- Se resuelven los voltajes restantes y las corrientes.

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Divisores de tensión y de corriente

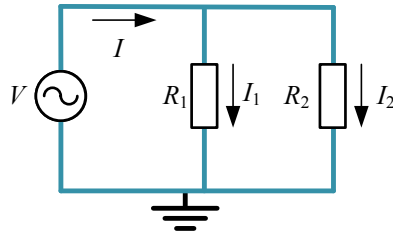
Esquema básico del divisor de tensión



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

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

Esquema básico del divisor de corriente



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

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

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

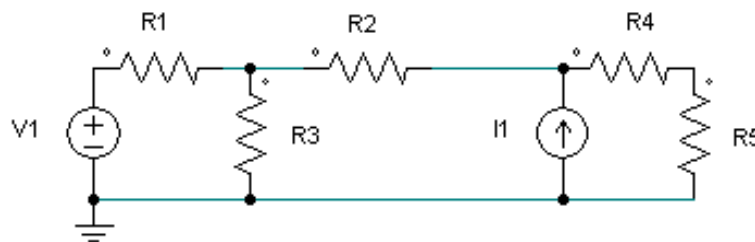
¡¡¡Igual para impedancias!!!

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

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 $V_1 = 0$



Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Principio de superposición

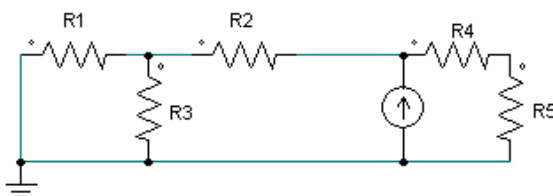
Anulación de las fuentes

Anular una fuente de tensión equivale a cortocircuitar sus bornes.

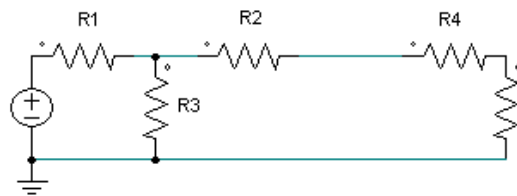
Anular una fuente de corriente equivale a dejar en circuito abierto sus bornes.

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

Con $V_1=0$



Con $I_1=0$



Ingeniería Eléctrica y Electrónica

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)

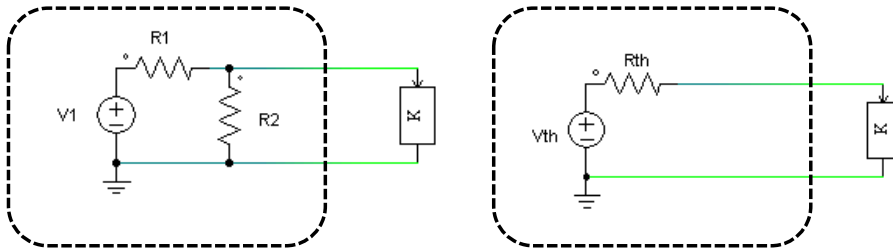
- Desconectar el elemento no lineal (si lo hay).
- Determinar el voltaje del circuito abierto en el puerto de dicho circuito ($V_{oc}=V_{th}$).
- Determinar R_{th} . Para ello cortocircuitar el puerto que se había dejado en abierto y determinar la corriente de cortocircuito I_{sc} ($R_{th}=V_{th}/I_{sc}$). 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 (si lo hay) 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:

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

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

- Microelectrónica: circuitos y dispositivos. M. N. Horenstein, Prentice Hall
- Circuitos eléctricos. Nilsson, James W. Pearson Prentice Hall.
- Teoría de Circuitos. V. Parra, J. Ortega, A. Pastor, A. Pérez. UNED
- Fundamentals of electric circuits ó Fundamentos de circuitos eléctricos. Alexander, Charles K., Matthew N. O. Sadiku.