

- **Teoría de Circuitos**

Variables de un circuito

El elemento básico ideal de circuitos

Potencia y energía

- **Elementos de circuitos**

Fuente independiente de tensión

Fuente independiente corriente

Fuente dependiente de tensión

Fuente dependiente de corriente

Resistencia.

Condensador

Inductor o bobina

- **Leyes de Kirchoff**

Ley de Kirchoff de la Corriente

Ley de Kirchoff de las tensiones

- **Asociación de elementos**

Asociación de resistencias

Asociación de bobinas

Asociación de condensadores

- **Teoría de circuitos**

La teoría de circuitos proporciona soluciones sencillas para problemas que serían extremadamente complicados si se empleara la teoría de campos electromagnéticos. (Permite resolver grandes redes).

El análisis y el diseño de los sistemas eléctricos se simplifica dividiéndolos en subsistemas, llamados *componentes*.

- **Suposiciones básicas**

Las cargas en movimiento originan señales eléctricas. Las señales se propagan a través de un sistema con una velocidad finita.

La carga neta en cada componente es siempre cero (salvo para los condensadores).

No hay acoplamiento magnético entre los componentes (el acoplamiento magnético puede ocurrir dentro de un componente).

- **Variables de un circuito.**

Las cantidades físicas subyacentes en el estudio de los sistemas electrónicos son dos variables fundamentales: la carga y la energía.

Nuestro interés está centrado en el movimiento de la carga, ya que la carga en movimiento da como resultado una transferencia de energía. Por este motivo es más conveniente definir las variables:

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Intensidad de corriente: | $i$ |
| Tensión:                 | $v$ |

- **Intensidad de corriente**

La intensidad  $i$ , que circula por punto dado, es la cantidad de carga que pasa por unidad de tiempo por dicho punto.

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Su unidad es el *amperio*:                      1 Amperio = 1 Coulombio/segundo

- **Tensión**

La tensión  $v$ , entre los puntos A y B es la variación de energía por unidad de carga entre dichos puntos.

$$v = \frac{dw}{dq}$$

Su unidad es el *voltio*:                      1 Voltio = 1 Julio/Coulombio

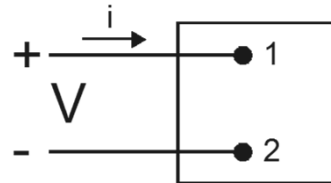
La tensión no depende del camino que recorra la carga diferencial al ir del punto A al punto B.

Entre dos puntos puede haber tensión sin que exista ninguna carga en movimiento.

- **El elemento básico ideal de circuitos.**

Sólo tiene dos terminales.

Se describe matemáticamente en términos de las variables: corriente, voltaje o ambos.



No existe como componente físico realizable, pero en cambio, se puede establecer una relación matemática precisa entre la corriente y la tensión de sus terminales.

No puede dividirse en otros elementos por lo que los *elementos básicos ideales de circuito* forman los bloques de construcción de la teoría de circuitos.

- **Potencia y energía.**

Potencia es la razón temporal del consumo o absorción de energía.

$$p = \frac{dw}{dt}$$

Su unidad es el *vatio*:

$$1 \text{ Watio} = 1 \text{ Julio/seg}$$

$$p = \frac{dw}{dt} = \left( \frac{dw}{dq} \right) \left( \frac{dq}{dt} \right) = v \cdot i$$

Para el convenio de signo pasivo, la ecuación anterior es correcta si la dirección de la corriente va en la dirección de la caída de voltaje entre los terminales.

Si la potencia es positiva ( $p > 0$ )  $\Rightarrow$  el elemento consume potencia del circuito.

Si la potencia es negativa ( $p < 0$ )  $\Rightarrow$  el elemento suministra potencia al circuito.

- **Elementos básicos ideales de circuitos**

Elementos activos      (Capaces de generar energía)

Fuente independiente de tensión

Fuente independiente de corriente

Fuente dependiente de tensión

Fuente dependiente de corriente

Elementos pasivos      (Incapaces de generar energía)

Resistencia

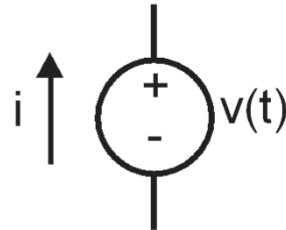
Condensador

Inductor o bobina



- **Fuente independiente de tensión.**

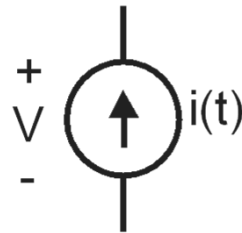
Elemento de circuito que mantiene un voltaje específico entre sus terminales a pesar de la corriente que circule a través de él.



Como el voltaje terminal no es función de la corriente, la fuente ideal de voltaje independiente está totalmente definida por el voltaje prefijado.

- **Fuente independiente de corriente.**

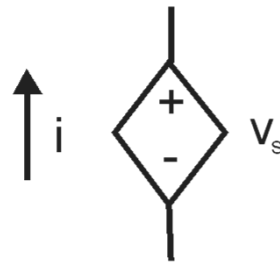
Elemento de circuito que mantiene una corriente específica en sus terminales, sin importar el voltaje existente entre ellos.



La flecha indica la dirección positiva del flujo de corriente.

- Fuente dependiente de tensión.

Es una fuente en la cual el voltaje entre sus terminales es determinado por el voltaje o la corriente en algún otro punto del circuito.



$v_x$  es el voltaje en otro lugar del circuito que controla la fuente de voltaje  $V_s$

$$V_s = \mu v_x$$

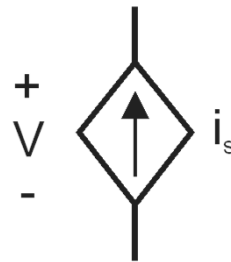
$i_x$  es la intensidad en otro lugar del circuito que controla la fuente de voltaje  $V_s$

$$V_s = \rho i_x$$

$\mu$  y  $\rho$  son constantes multiplicadoras

- **Fuente dependiente de corriente.**

Es una fuente en la cual la corriente por sus terminales es determinada por el voltaje o la corriente en algún otro punto del circuito.



$v_x$  es el voltaje en otro lugar del circuito que controla la fuente de corriente  $i_s$

$$i_s = \alpha v_x$$

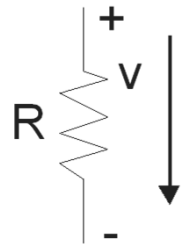
$i_x$  es la corriente en otro lugar del circuito que controla la fuente de corriente  $i_s$

$$i_s = \beta i_x$$

$\alpha$  y  $\beta$ , son constantes multiplicadoras

- Resistencia.

Convierte energía eléctrica en energía térmica



La relación entre la corriente en la resistencia y el voltaje en los terminales se conoce como Ley de Ohm

$$v = i R$$

El valor de la resistencia se mide en Ohmios y su símbolo es  $\Omega$

### Propiedades

- a) La resistencia es constante, lineal e invariable con el tiempo. No es función de la corriente ni del voltaje a través de la resistencia
- b) La resistencia es bilateral. Si se invierte la polaridad del voltaje, se invierte también la dirección de la corriente y viceversa
- c) La resistencia es un elemento concentrado. No ofrece información acerca de las dimensiones espaciales

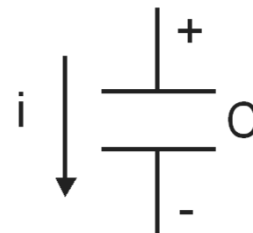
Potencia en los terminales de una resistencia:

$$P = v i = (i R) i = i^2 R = \frac{v^2}{R}$$

La ecuación muestra que la potencia en los terminales de una resistencia positiva siempre es positiva  $\Rightarrow$  siempre absorbe potencia del circuito.

- **Condensador.**

Elemento de circuito que consiste en dos superficies conductoras separadas por un material no conductor, o dieléctrico. El material dieléctrico puede ser aire, vacío, papel impregnado con aceite o cera, poliestireno, mica, vidrio o cerámica.



La carga en el condensador es proporcional al voltaje a través de éste.

$$q = C v \Rightarrow C = \frac{q}{v}$$

El factor de proporcionalidad  $C$  es conocido como la *capacidad* del condensador, es el parámetro de circuito con el que se describe a un condensador y se mide en *Faradios*.

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} C v = C \frac{dv}{dt}$$

$$v(t) = v(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(x) dx$$

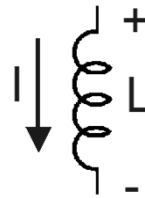
Propiedades de los condensadores.

- a) Si el voltaje en los terminales es constante, la corriente en el condensador es cero  $\Rightarrow$  el condensador se comporta como circuito abierto para una tensión constante (situación estática).
- b) El voltaje no puede cambiar en forma instantánea en los terminales del condensador ya que este cambio produciría una corriente infinita.



- **Inductor o bobina.**

Elemento de circuito que consiste en un alambre conductor usualmente en forma de rollo o carrete. Su funcionamiento se basa en que al circular una corriente por un conductor crea un campo magnético alrededor suyo.



Un campo magnético cambiante produce una tensión que es proporcional a la razón con respecto al tiempo del cambio de la corriente que produce dicho campo magnético (Ley de Faraday).

$$v = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v(x) dx$$

El factor de proporcionalidad  $L$  es conocido como la *inductancia* de la bobina, es el parámetro de circuito con el que se describe a un inductor y se mide en *Henrios*.

Propiedades de las bobinas.

- a) Si la corriente es constante, la tensión en el inductor ideal es cero  $\Rightarrow$  el inductor se comporta como cortocircuito para una corriente constante (continua).
- b) La corriente no puede cambiar en forma instantánea en una bobina. Este cambio requeriría un voltaje infinito.

- **Leyes de Kirchoff**

Necesarias cuando los circuitos que hemos de analizar adquieren cierto grado de complejidad.

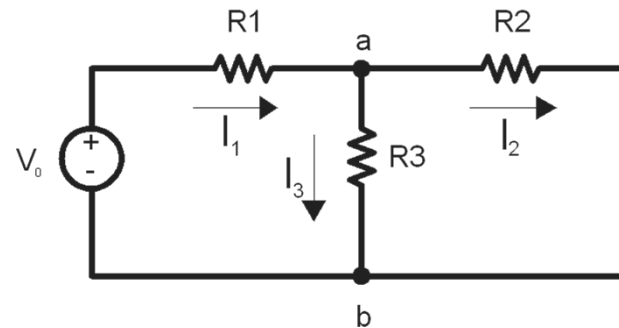
Definiciones:

- a) *Nodo*. Punto de conexión de dos o más elementos simples del circuito
- b) *Malla*. Cualquier trayectoria cerrada a través del circuito donde ningún nodo se encuentra más de una vez
- c) *Rama*. Parte del circuito entre dos nodos, uno a cada extremo.

- **Ley de Kirchhoff de la Corriente (L.K.I.).**

La suma algebraica de todas las corrientes en cualquier nodo de un circuito es igual a cero.

Debe asignarse un sentido algebraico a cada corriente en el nodo. Si se asigna un signo positivo a las corrientes que salen de un nodo se deben asignar signos negativos a las corrientes que entran a un nodo, y a la inversa.



Nodo (a)  $I_2 + I_3 - I_1 = 0$

Nodo (b)  $I_1 - I_3 - I_2 = 0$

De la aplicación de la L.K.I. se deduce que las ecuaciones no son linealmente independientes, por lo que tendremos un conjunto de  $n-1$  ecuaciones linealmente independientes. Donde  $n$  es el número de nudos existentes en el circuito.

- **Ley de Kirchhoff de las tensiones (L.K.V.).**

La suma de tensiones a lo largo de cualquier camino cerrado (malla), en un circuito es igual a cero.

Criterio de Signos:

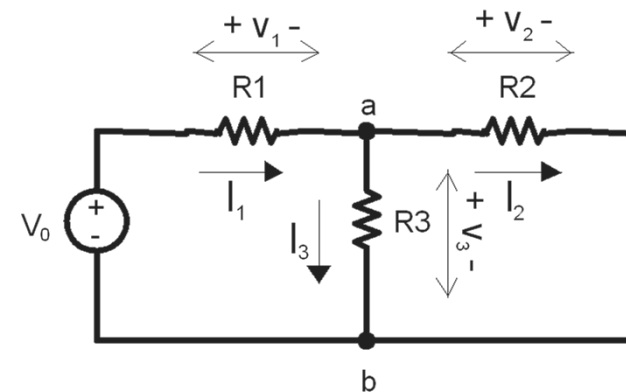
- En los elementos pasivos (R) la tensión entre sus terminales tiene el lado positivo por donde entra la intensidad.
- En las fuentes de tensión sale la intensidad por su terminal +
- En las fuentes de intensidad la tensión entre sus terminales tiene el lado positivo por donde sale la intensidad.

Siguiendo los tres posibles caminos cerrados.

$$\text{Malla ( 1 ) } V_1 + V_3 - V_0 = 0$$

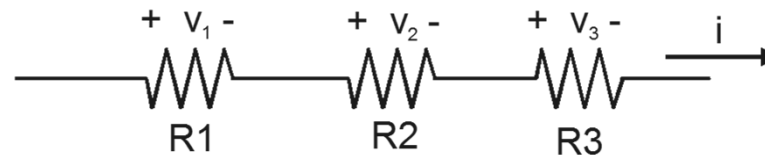
$$\text{Malla ( 2 ) } V_1 + V_2 - V_0 = 0$$

$$\text{Malla ( 3 ) } V_2 - V_3 = 0$$



- **Asociación de resistencias en Serie**

La corriente que circula por todos los elementos conectados en serie es la misma



La tensión total en los extremos de la conexión será

$$v = v_1 + v_2 + v_3 = i R_1 + i R_2 + i R_3 \Rightarrow v = i (R_1 + R_2 + R_3)$$

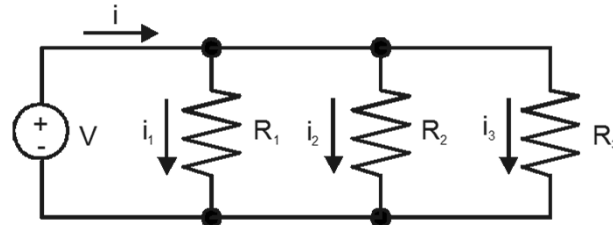
Las 3 resistencias pueden ser sustituidas por una sola resistencia de valor  $R_{eq}$

$$R_{Eq} = R_1 + R_2 + R_3 \Rightarrow v = i R_{Eq}$$

Para  $n$  resistencias conectadas en serie

$$R_{Eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

- Asociación de resistencias en Paralelo



Los elementos conectados en paralelo tienen la misma caída de tensión entre sus terminales

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} = V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

Las 3 resistencias pueden ser sustituidas por una sola resistencia de valor  $R_{Eq}$

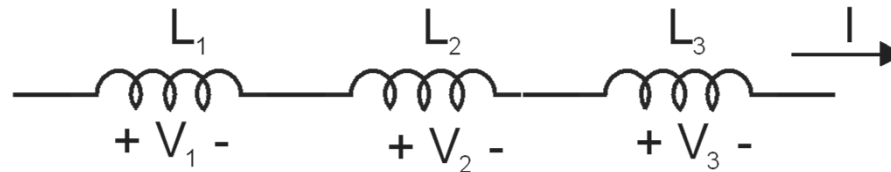
$$\frac{1}{R_{Eq}} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \Rightarrow i = \frac{V}{R_{Eq}}$$

Para  $n$  resistencias conectadas en paralelo

$$\frac{1}{R_{Eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

- **Asociación de bobinas en Serie**

La corriente que circula por todos los elementos conectados en serie es la misma



La tensión total en los extremos de la conexión será

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = (L_1 + L_2 + L_3) \frac{di}{dt}$$

Las 3 bobinas pueden ser sustituidas por una sola bobina de valor  $L_{Eq}$

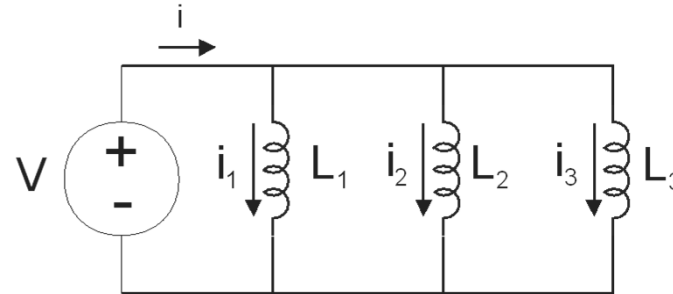
$$L_{Eq} = L_1 + L_2 + L_3 \Rightarrow V = L_{Eq} \frac{di}{dt}$$

Para  $n$  bobinas conectadas en serie

$$L_{Eq} = L_1 + L_2 + \dots + L_n = \sum_{i=1}^n L_i$$



- Asociación de bobinas en Paralelo



Los elementos conectados en paralelo tienen la misma caída de tensión entre sus terminales

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = i_1(t_0) + i_2(t_0) + i_3(t_0) + \left( \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \right) \int_{t_0}^t v(x) dx$$

Las 3 bobinas pueden ser sustituidas por una sola bobina de valor  $L_{Eq}$

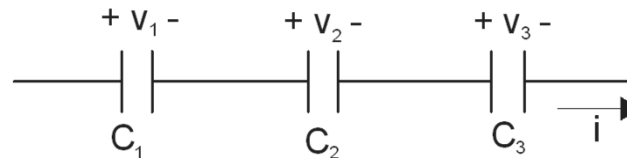
$$\frac{1}{L_{Eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \Rightarrow i = i(t_0) + \frac{1}{L_{Eq}} \int_{t_0}^t v(x) dx$$

Para  $n$  bobinas conectadas en paralelo

$$\frac{1}{L_{Eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i}$$

- **Asociación de condensadores en Serie**

La corriente que circula por todos los elementos conectados en serie es la misma



La tensión total en los extremos de la conexión será

$$v = v_1 + v_2 + v_3 = v_1(t_0) + v_2(t_0) + v_3(t_0) + \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) \int_{t_0}^t i(x) dx$$

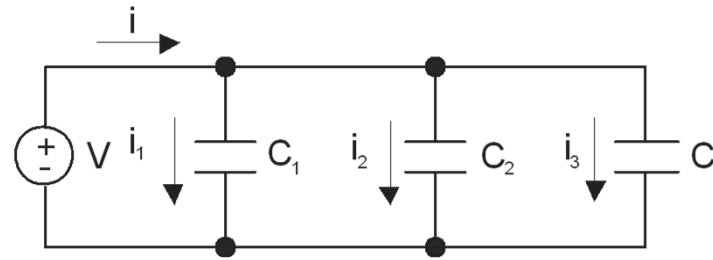
Los 3 condensadores pueden ser sustituidos por un solo condensador de valor  $C_{Eq}$

$$\frac{1}{C_{Eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow v = v(t_0) + \frac{1}{C_{Eq}} \int_{t_0}^t i(x) dx$$

Para  $n$  condensadores conectados en serie

$$\frac{1}{C_{Eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

- Asociación de condensadores en Paralelo



Los elementos conectados en paralelo tienen la misma caída de tensión entre sus terminales

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = (C_1 + C_2 + C_3) \frac{dv}{dt}$$

Los 3 condensadores pueden ser sustituidos por un solo condensador de valor  $C_{Eq}$

$$C_{Eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \Rightarrow i = C_{Eq} \frac{dv}{dt}$$

Para  $n$  condensadores conectados en paralelo

$$C_{Eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$