

Fundamentos eléctricos

Tensión (o voltaje): La tensión, medida en voltios (V), es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un circuito eléctrico. Es la fuerza impulsora que impulsa la corriente eléctrica a través de un conductor. En otras palabras, la tensión representa la cantidad de energía eléctrica por unidad de carga.

Intensidad (o corriente eléctrica): La intensidad, medida en amperios (A), es la cantidad de carga eléctrica que fluye por unidad de tiempo a través de un punto específico en un conductor. En un circuito eléctrico, la intensidad de corriente es el flujo de electrones que viajan a través de un conductor debido a la diferencia de potencial (tensión) aplicada.

Resistencia: La resistencia, medida en ohmios (Ω), es la propiedad de un material que se opone al flujo de corriente eléctrica. En un circuito eléctrico, la resistencia reduce la cantidad de corriente que puede fluir a través de un conductor para una determinada diferencia de potencial (tensión). La resistencia depende del material del conductor, su longitud, su sección transversal y su temperatura.

Circuitos Eléctricos:

Los circuitos eléctricos son sistemas que permiten el flujo controlado de corriente eléctrica a través de un camino cerrado. Estos circuitos están compuestos por elementos como fuentes de energía, conductores, interruptores, resistencias y otros componentes que trabajan juntos para proporcionar energía eléctrica a dispositivos específicos.

Las leyes básicas que rigen el comportamiento de los circuitos eléctricos son:

Ley de Ohm: La ley de Ohm establece la relación entre el voltaje (V), la corriente (I) y la resistencia (R) en un circuito. Se expresa mediante la fórmula:

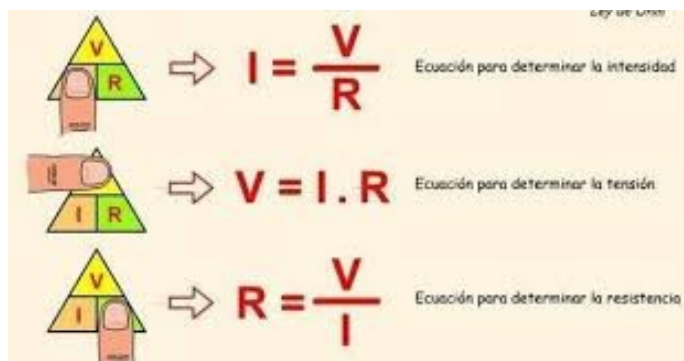


Diagram illustrating Ohm's Law relationships using a triangle mnemonic:

- Top triangle: V (top), I (bottom left), R (bottom right). $\Rightarrow I = \frac{V}{R}$ Ecuación para determinar la intensidad
- Middle triangle: V (top), I (bottom left), R (bottom right). $\Rightarrow V = I \cdot R$ Ecuación para determinar la tensión
- Bottom triangle: V (top), I (bottom left), R (bottom right). $\Rightarrow R = \frac{V}{I}$ Ecuación para determinar la resistencia

Donde:

(V) es el voltaje en voltios (V).

(I) es la corriente en amperios (A).

(R) es la resistencia en ohmios (Omega).

Esta ley indica que el voltaje en un circuito es directamente proporcional a la corriente y a la resistencia. En otras palabras, a medida que aumenta el voltaje o la resistencia, aumenta la corriente, y viceversa.

Ley de Kirchhoff de las corrientes (Ley de corrientes de Kirchhoff o LCK): Esta ley establece que la suma algebraica de todas las corrientes que entran y salen de un nodo en un circuito es igual a cero. Es decir, la cantidad total de corriente que entra en un nodo es igual a la cantidad total de corriente que sale del mismo.

Ley de Kirchhoff de las tensiones (Ley de tensiones de Kirchhoff o LTK): Esta ley establece que la suma algebraica de todas las caídas de voltaje alrededor de un lazo cerrado en un circuito es igual a cero. En otras palabras, la suma de los voltajes aplicados y las caídas de voltaje a través de los componentes en un lazo cerrado es igual a cero.

Elementos de los circuitos:

Elementos activos

Los elementos activos son las fuentes de energía, las cuales introducen en los circuitos energía eléctrica procedente de la transformación de otras formas energéticas.

Pueden ser **fuentes de tensión** o **fuentes de corriente**. Así mismo, se les llama **independientes** si su valor no depende de otras variables del circuito, *fig. 1.2*. Serán por tanto **dependientes** si su valor depende de otra variable del circuito, *fig. 1.3*. Para el caso particular de tratarse de fuentes de continua o de alterna, se suelen utilizar los símbolos de la figura *fig. 1.4*.

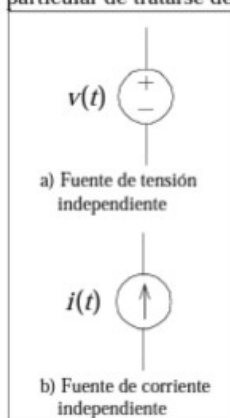


Fig. 1.2

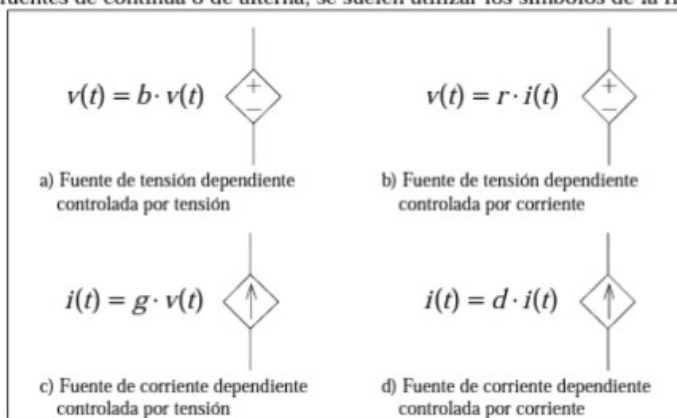


Fig. 1.3

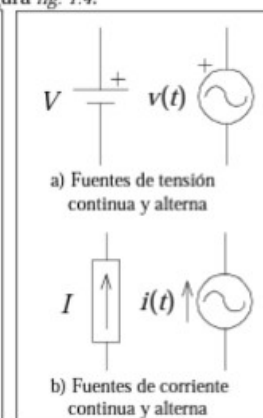


Fig. 1.4

Fuente de tensión

Una **fente de tensión ideal** es la que nos suministra una tensión constante independientemente del valor de la intensidad que suministra (fig. 1.14).

Sin embargo, en la realidad, la fuente de tensión tiene una resistencia interna que se puede considerar asociada en serie con la propia fuente (fig. 1.15), constituyendo lo que llamamos **fente de tensión real**. Si utilizamos una fuente de tensión real para alimentar a una resistencia de carga R_c , como se muestra en la figura, la ecuación de la malla es:

$$E = R_i I_c + R_c I_c = R_i I_c + V$$

$$E = I_c (R_i + R_c)$$

Fig. 1.14

$$V = E - R_i I_c$$

$$I_c = \frac{E}{R_i + R_c}$$

Generador de
tensión real

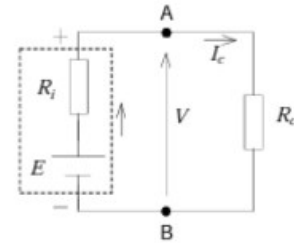


Fig. 1.15

(tensión en bornes del generador)

Fuente de corriente

Además de fuentes de tensión, tenemos también fuentes de corriente. Una **fente de corriente ideal** es la que nos suministra una intensidad constante independientemente del valor de la tensión en sus bornes (fig. 1.18).

En la realidad esto no se cumple y una **fente de corriente real** estará constituida, por una fuente de corriente ideal con una resistencia interna conectada en paralelo.

Si utilizamos una fuente de corriente real para alimentar a una resistencia R_c , la corriente a la salida de la fuente real es menor que la corriente entregada por la fuente ideal, ya que parte se pierde por la resistencia interna.

$$I_{cc} = I_i + I_c$$

$$I_c = I_{cc} - I_i$$

$$I_{cc} = \frac{V}{R_i} + \frac{V}{R_c}$$

$$V = \frac{I_{cc}}{\frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_c}}$$

En la comparación entre fuente o generador de tensión real y fuente o generador de intensidad real, podemos apreciar que mientras que en el primero nos interesa que la resistencia interna, R_i , sea muy pequeña para que la caída de tensión interna y, en consecuencia, la pérdida de energía sea pequeña; en el segundo, por el contrario, la resistencia interna, R_i , debe ser muy grande para que la intensidad que se derive por ella, I_i , sea pequeña para disminuir la pérdida de energía interna.

Para evitar pérdidas de energía, entre generadores, no debemos acoplar en paralelo fuentes de tensión que tengan distintas fuerzas electromotrices, E , ni acoplar en serie fuentes de intensidad con diferente I_{cc} .

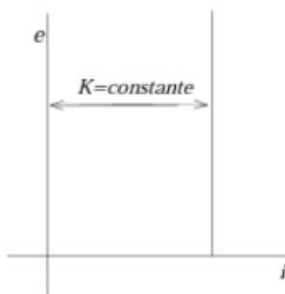


Fig. 1.18

Generador de
corriente real

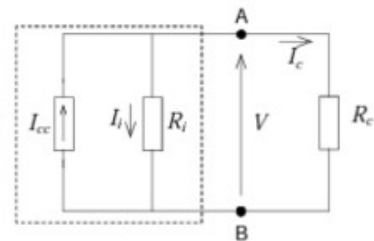
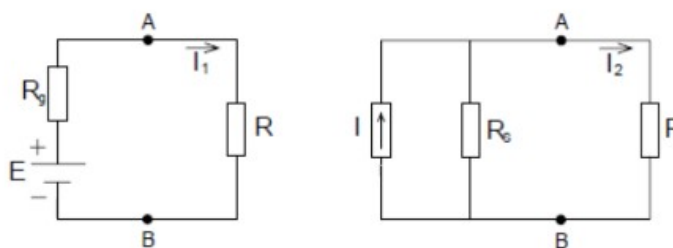


Fig. 1.19

Equivalencia de fuentes

Las fuentes ideales no existen y podemos decir que un generador de tensión suministra una tensión útil, en sus bornas, que sí depende de la corriente de carga y un generador de intensidad o corriente nos da una intensidad útil que sí depende de la tensión en sus bornas. En algunos casos nos puede interesar hallar la equivalencia entre fuentes de tensión y de intensidad para sustituir una por otra en un circuito para facilitarnos la resolución.



Las fuentes de tensión e intensidad en la fig. 1.20 serán equivalentes cuando suministren la misma intensidad a la misma carga, es decir que se cumpla que $I_1 = I_2$.

con lo que $R_s = R_g$ y $E = IR_g$ o $I = \frac{E}{R_g}$



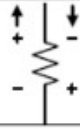
Todo lo que hemos estudiado, en corriente continua, se puede aplicar a fuentes reales de onda senoidal, sustituyendo las resistencias por impedancias y teniendo en cuenta que tanto E como I serán vectores giratorios.

Elementos Circuitales Pasivos

Se constituye un circuito eléctrico con la unión mediante conductores de elementos productores de energía eléctrica (**activos**) y elementos consumidores o de almacenamiento (**pasivos**).

Debiéndose cumplir la siguiente condición, que en el circuito se haya establecido al menos una trayectoria cerrada, por la que pueda fluir continuamente la corriente. Elementos activos, son elementos capaces de suministrar energía, llamados fuentes de energía eléctrica, por tanto son la causa que provoca la circulación de la corriente por los circuitos.

Elementos pasivos, son aquellos que consumen o almacenan la energía eléctrica, como las resistencias (que consumen la energía disipándola en forma de calor), inductancias (que la almacenan en un campo magnético) y capacidades (que la almacenan en un campo eléctrico). Estos elementos pasivos pueden ser de características constantes (independientes de la tensión y de la intensidad) y se llaman lineales a los circuitos que contienen estos elementos. Los circuitos que contienen algún elemento que varía, en sus características, con la tensión o intensidad, se denominan no lineales.

Elemento			
Símbolo	C	L	R G
Denominación	Capacitor	Inductor	Resistor
Característica	Capacitancia	Inductancia	Resistencia Conductancia
Unidad	F	H	Ω S
Denominación unidad	farad	henry	ohm siemens

Resistencia

El símbolo utilizado para representar a una resistencia ideal es el mostrado en la *fig. 1.6.a*. En muchos documentos y bibliografía se ha extendido el uso del símbolo de la *fig. 1.6.b*, sin embargo, este símbolo lo utilizaremos cuando la resistencia tenga una componente inductiva que no se debe despreciar. Esto sucede, por ejemplo, en resistencias que por su diseño constructivo están formadas por un hilo enrollado dando lugar a la aparición de la mencionada componente inductiva, en este caso diremos que se trata de una resistencia no ideal.

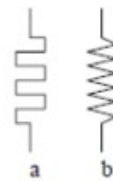


Fig. 1.6

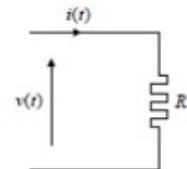


Fig. 1.7

Una resistencia es un elemento pasivo que consume energía eléctrica, la cual se disipa en forma de calor. Cuando una resistencia es recorrida por una intensidad de corriente $i(t)$, en extremos de ella se establece una diferencia de potencial $v(t)$, cumpliendo la ley de Ohm y con la polaridad indicada en la *fig. 1.7*.

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

Donde R es una constante que determina el valor de la resistencia en ohmios.

La potencia entregada a una resistencia es:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = v(t) \cdot \frac{v(t)}{R} = \frac{v^2(t)}{R}$$

O bien:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = R \cdot i(t) \cdot i(t) = R \cdot i^2(t)$$

Como $i^2(t)$ es siempre positiva, la energía siempre será positiva y por tanto consumida.

En el caso de tratarse de una corriente continua, $i(t) = I$, siendo la potencia y la energía en la resistencia:

$$p(t) = R \cdot I^2 \quad W$$

Inductancia o autoinducción

El símbolo utilizado para representar a una inductancia ideal con núcleo de aire, es el mostrado en la *fig. 1.8.a*, aunque también se utiliza el de la *fig. 1.8.b*. Si la inductancia tiene núcleo de material ferromagnético (también llamado núcleo de hierro), se indica con una o dos líneas a lo largo del símbolo, *fig. 1.8.c* y *d*. Estas bobinas reciben el nombre de *choque* y su función es suavizar las variaciones de la corriente que circula a través suyo. Si la inductancia no es ideal (inductancia real), es decir, tiene una componente de resistencia, se utiliza el símbolo de la *fig. 1.6.b*.

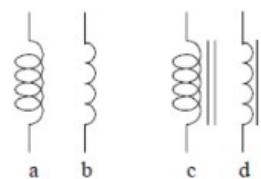


Fig. 1.8

Una inductancia es un solenoide o bobina, construido con un hilo conductor arrollado con un número N de vueltas. Cada vuelta es una espira, por lo que la bobina estará constituida por N espiras conectadas en serie. Al ser recorrida la bobina por una corriente eléctrica $i(t)$, el campo magnético creado dará lugar a un flujo que recorre el interior del solenoide, atravesando todas las espiras. Según las leyes del electromagnetismo y en concreto la ley de Faraday, en extremos de la bobina se induce una diferencia de potencial por el flujo creado en la propia bobina, que recibe el nombre de *fuerza electromotriz autoinducida*, con una polaridad tal que se opone al paso de la corriente, como se indica en la *fig. 1.9*.

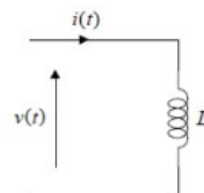


Fig. 1.9

$$e(t) = N \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Según esta ecuación, si el flujo es constante no habrá tensión inducida. Esto justifica que una bobina en un circuito de corriente continua no tenga efecto alguno, ya que al ser constante la corriente, también será constante el flujo en el interior del solenoide.

Inductancia o autoinducción

Toda inductancia queda determinada por el valor de la constante L , que se mide en Henrios (H) y recibe el nombre de “coeficiente de autoinducción” de la bobina. Este coeficiente, relaciona el flujo creado en la bobina con la corriente eléctrica que la recorre, según la ecuación:

$$L = N \frac{d\Phi(t)}{di(t)} \quad (2)$$

Podemos expresar la f.e.m. autoinducida en la inductancia, sustituyendo en la ecuación (1) el valor $N \cdot d\Phi(t)$, despejado de la ecuación (2):

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

Según se indica en la *fig. 1.9*, la diferencia de potencial $v(t)$ establecida en una inductancia coincide con el valor de la f.e.m. autoinducida, por tanto:

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

Por otro lado, despejando la corriente de la ecuación anterior, tenemos:

$$di(t) = \frac{1}{L} v(t) dt \quad i(t) = \frac{1}{L} \int v(t) dt$$

Inductancia o autoinducción

Por otro lado, despejando la corriente de la ecuación anterior, tenemos:

$$di(t) = \frac{1}{L} v(t) dt \quad \boxed{i(t) = \frac{1}{L} \int v(t) dt}$$

La potencia en una inductancia es:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = \left(L \frac{di(t)}{dt} \right) \cdot i(t)$$

La energía en la inductancia se encuentra almacenada en el campo magnético.

$$W = \int_{t_0}^t p(t) dt = L \int_{i(t_0)}^{i(t)} i(t) di(t)$$

Integrando entre $i(t_0)$ e $i(t)$, se tiene:

$$W = \frac{L}{2} [i^2(t)]_{i(t_0)}^{i(t)} = \frac{L}{2} [i^2(t) - i^2(t_0)]$$

Generalmente se selecciona $t_0 = -\infty$ y a menudo la corriente $i(-\infty) = 0$. Entonces, se tiene:

$$\boxed{W = \frac{1}{2} Li^2(t) \quad J}$$

En este caso la energía también será siempre mayor o igual a cero. Una inductancia es un elemento pasivo que no genera ni disipa energía, sólo la almacena.

Condensador

El símbolo utilizado para representar a un condensador ideal es el mostrado en la *fig. 1.10.a*, aunque también se utiliza el de la *fig. 1.10.b*. Algunos condensadores tienen polaridad, la cual debe ir indicada en el símbolo, como se muestra en la *fig. 1.10.c* y *d*. Un caso particular de este tipo de condensadores son los electrolíticos, siendo su símbolo el de la *fig. 1.10.e*.

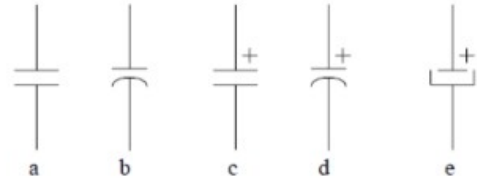


Fig. 1.10

Un condensador está constituido por dos placas conductoras enfrentadas, separadas por un material que recibe el nombre de dieléctrico. Cuando se aplica al condensador una diferencia de potencial, las placas quedan cargadas con cargas de polaridad contraria, estableciéndose un campo eléctrico entre las placas. La relación entre la cantidad de carga acumulada y la diferencia de potencial que ha provocado dicha acumulación, determinan una constante que caracteriza a todo condensador, denominada capacidad C , que se mide en Faradios (F).

$$C = \frac{q(t)}{v(t)}$$

La tensión que presenta un condensador dependerá por tanto de la carga acumulada:

$$v(t) = \frac{1}{C} q(t) \quad (3)$$

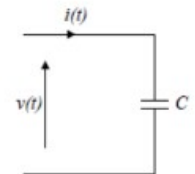


Fig. 1.11

Condensador

Durante el tiempo que tarda en acumularse la carga se establece una intensidad de corriente eléctrica, igual a la cantidad de carga desplazada en la unidad de tiempo:

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

de donde la cantidad de carga acumulada será: $q(t) = \int_{-\infty}^t i(t) dt$

Sustituyendo en (3), tenemos la tensión del condensador en función de la intensidad de corriente:

$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(t) dt = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{t_0} i(t) dt + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t) dt = v(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t) dt$$

Si el circuito del que forma parte el condensador se ha establecido en el instante t_0 , el término $v(t_0)$ corresponde al valor inicial de la tensión en el condensador, debido a una carga acumulada en el condensador en instantes anteriores a t_0 . Si el condensador no tiene carga acumulada $v(t_0)=0$, y la tensión será:

$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t) dt \quad (4)$$

Condensador

Cuando se utiliza un condensador en un circuito de corriente continua, como la intensidad tiene un único sentido, las placas del condensador se cargarán hasta alcanzar un valor de carga constante y el condensador presentará una tensión constante entre sus placas:

$$V = \frac{1}{C} q$$

Despejando $i(t)$ de la ecuación (4), tenemos:

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

De la cual deducimos que si la tensión en un condensador se mantiene constante, la intensidad es nula, lo que demuestra el comportamiento de un condensador en continua, anulando la corriente en la rama donde está conectado.

La potencia en un condensador es:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = v(t) \cdot \left(C \frac{dv(t)}{dt} \right)$$

La energía en el condensador se encuentra almacenada en el campo eléctrico.

$$W = \int_{t_0}^t p(t) dt = C \int_{v(t_0)}^{v(t)} v(t) dv(t)$$

Integrando entre $v(t_0)$ y $v(t)$, se tiene:

$$W = \frac{C}{2} [v^2(t)]_{v(t_0)}^{v(t)} = \frac{C}{2} [v^2(t) - v^2(t_0)]$$

Generalmente se selecciona $t_0 = -\infty$ y a menudo la tensión $v(-\infty) = 0$. Entonces, se tiene:

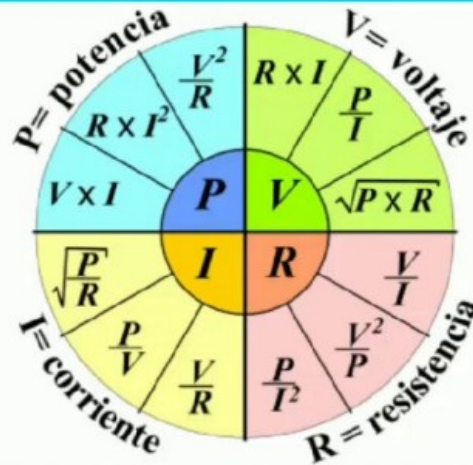
$$W = \frac{1}{2} C v^2(t) \quad J$$

En este caso la energía también será siempre mayor o igual a cero. Un condensador es un elemento pasivo que no genera ni disipa energía, sólo la almacena.

Ley de Ohm y de Watt



Georg Simon Ohm



James Watt

Profesor: Gonzalo Vera
Alumno: Nicolás Barrionuevo