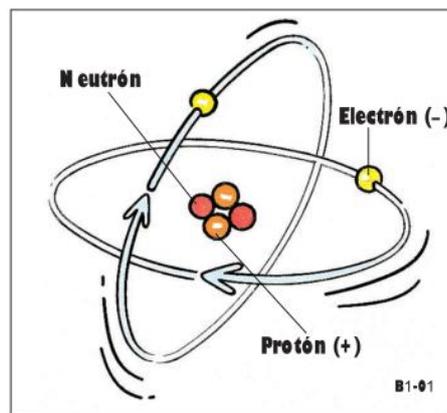


## ELECTRICIDAD - Conceptos básicos

Antes de comenzar a tratar los contenidos específicos de la materia, necesitamos comenzar entender y manejar distintos conceptos básicos referidos a la electricidad. A continuación podremos conocer y aprender sobre los mismos.

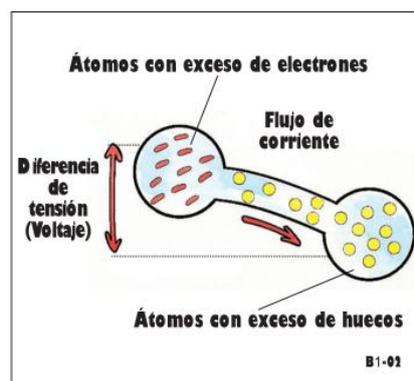
### Constitución de la materia: El electrón

La electricidad tiene su origen en el movimiento de una pequeña partícula llamada electrón que forma parte del átomo. El átomo es la porción más pequeña de la materia y está compuesto por un núcleo donde se encuentran otras partículas, como los protones (con carga eléctrica positiva) y los neutrones (sin carga). Alrededor del núcleo giran en órbitas los electrones, que tienen carga negativa y hay tantos electrones como protones, por lo que el átomo se encuentra equilibrado eléctricamente.



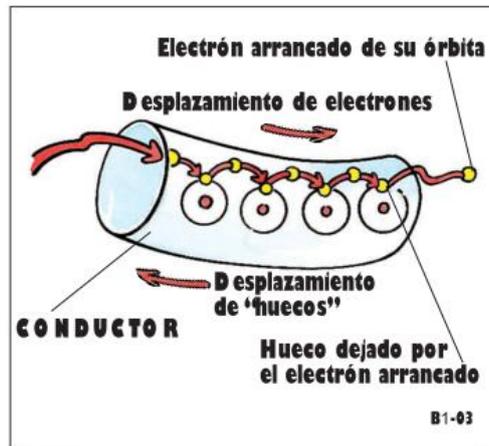
Un átomo puede tener muchos electrones, situados en órbitas que giran alrededor del núcleo. Hay fenómenos que consiguen arrancar electrones de las órbitas externas del átomo, quedando entonces deficitario de cargas negativas (el átomo se convierte así en un ion positivo). Al producirse el abandono de un electrón de su órbita queda en su lugar un "hueco" el cual atraerá a un electrón de un átomo contiguo, de este modo se desencadena una cascada de electrones arrancados de otros átomos contiguos para ir rellenando huecos sucesivos, y así se produce una circulación de electrones.

La fuerza que obliga a los electrones a circular por un conductor depende de la diferencia de electrones existentes en los extremos de ese conductor. Si en un extremo se tienen muchos electrones mientras que en el otro apenas hay, aparecen aquí huecos, la tendencia natural es que se produzca una circulación de electrones hacia el extremo donde hay huecos, para alcanzar así un equilibrio. La diferencia existente en el número de electrones entre un extremo y otro, y que determina la "fuerza" con la que circulan, recibe el nombre de diferencia de tensión, lo que significa que cuanto mayor tensión exista en los extremos de un conductor mayor es también el número de electrones que hay dispuestos en un lado para desplazarse hacia el otro.



## Materiales conductores y aislantes

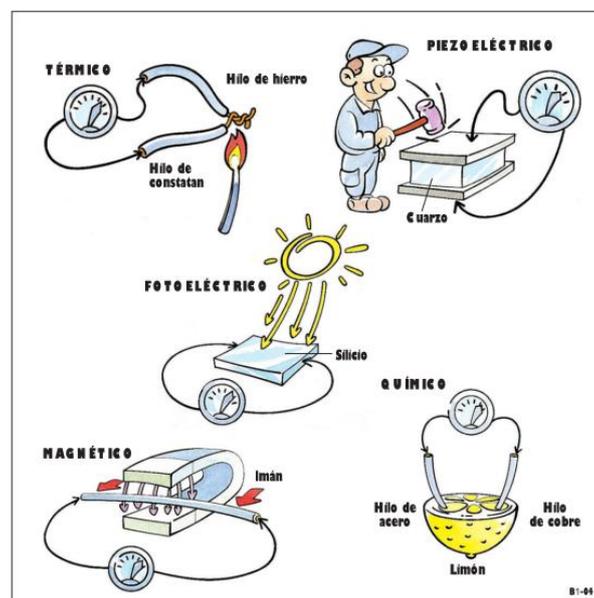
No todos los átomos tienen la misma facilidad para desprender electrones de sus órbitas y originar una corriente eléctrica; hay cuerpos como los metales (cobre, plata, hierro, etc.) donde los electrones fluyen con facilidad, mientras que otros materiales (madera, plástico, caucho) encuentran mucha dificultad. Los primeros son los llamados conductores y los segundos no conductores o aislantes. No obstante entre ambos se encuentran los semiconductores, elementos cuya conductibilidad eléctrica depende de las condiciones del circuito y de la composición química que interviene en su formación.



## Origen de la electricidad

Los fenómenos que consiguen arrancar electrones y establecer una corriente pueden ser de diverso origen:

- Térmico: los termopares son la unión de dos metales con diferente potencial termoeléctrico que al ser calentados generan corriente.
- Piezoeléctrico: la deformación física experimentada por un cristal de cuarzo genera corriente en los extremos del mismo.
- Fotoeléctrico: al incidir la luz en determinados compuestos de silicio se desprenden electrones, y se establece una corriente.
- Magnético: por inducción magnética sobre un conductor se genera corriente, tal es el caso de la dinamo, el alternador, etc.
- Químico: la reacción química de dos compuestos puede originar el desprendimiento de electrones y la circulación de corriente, es el caso de las pilas y baterías.



## Circuito eléctrico

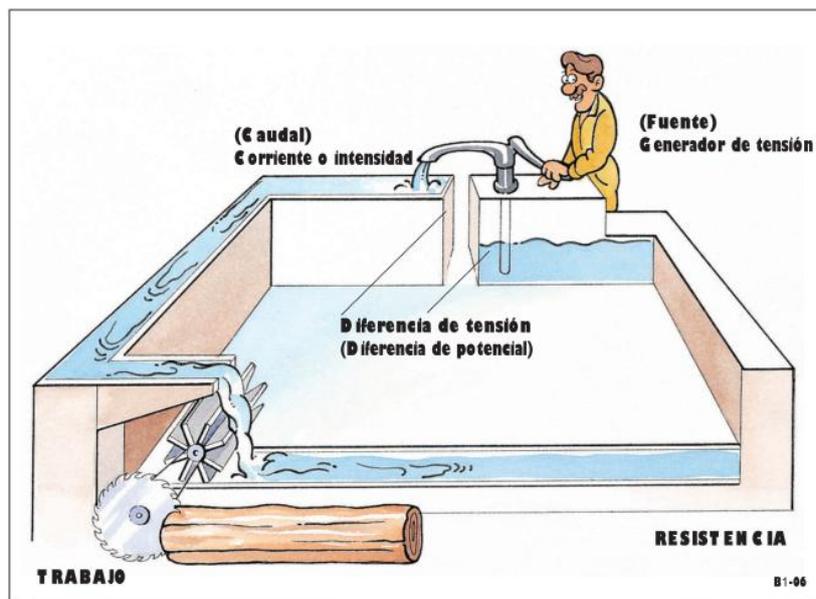
El circuito eléctrico es parecido a un circuito hidráulico ya que puede considerarse como el camino que recorre la corriente (el agua) desde un generador de tensión (también denominado como fuente) hacia un dispositivo consumidor o carga.

La carga es todo aquello que consume energía para producir trabajo: la carga del circuito puede ser una lámpara, un motor, etc. (en el ejemplo de la ilustración la carga del circuito es una sierra que produce un trabajo).

La corriente, al igual que el agua, circula a través de unos canales o tuberías; son los cables conductores y por ellos fluyen los electrones hacia las cargas.

En el circuito hidráulico, la diferencia de niveles creada por la fuente proporciona una presión (tensión en el circuito eléctrico) que provoca la circulación de un caudal de líquido (intensidad de corriente); la longitud y la sección del canal ofrecen un freno al paso del caudal (resistencia eléctrica al paso de los electrones).

De modo análogo en el circuito eléctrico, la corriente que fluye por un conductor depende de la tensión aplicada a sus extremos y la resistencia que oponga el material conductor; cuanto menor sea la resistencia mejor circulará la corriente.



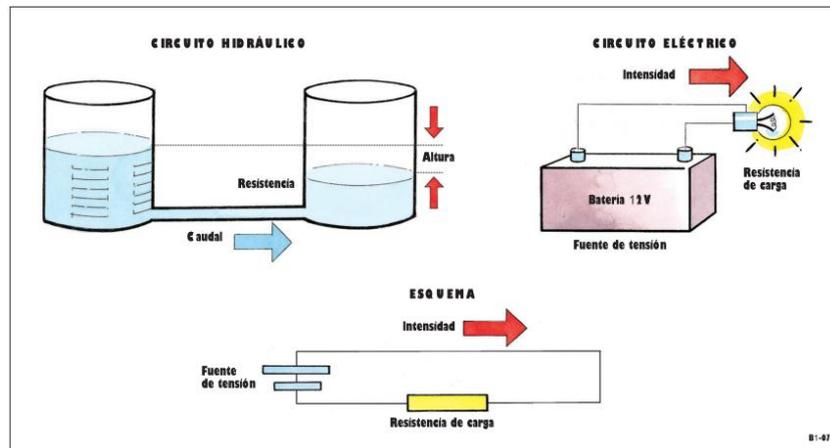
**Símil hidráulico.** La corriente, al igual que el agua, circula a través de unos canales o tuberías; son los cables conductores y por ellos fluyen los electrones hacia los elementos consumidores.

Con lo expuesto hasta ahora pueden definirse las tres principales unidades eléctricas: la tensión, la intensidad de corriente y la resistencia.

**Tensión eléctrica (V):** Se denomina tensión eléctrica (o también voltaje) a la fuerza de potencial que hay entre dos puntos cuando existe entre ellos diferencia en el número de electrones. La unidad que mide la tensión es el Volt [V]. Por ejemplo en los polos de una batería hay una tensión eléctrica de 12 V.

**Corriente eléctrica (I):** Se denomina corriente eléctrica o intensidad de corriente a la cantidad de electrones o intensidad con la que circulan por un conductor, cuando hay una tensión aplicada en sus extremos. La unidad que mide la intensidad es el Ampere [A].

**Resistencia eléctrica (R):** Podemos decir que resistencia eléctrica es toda aquella oposición a la circulación de corriente que se encuentra en un circuito eléctrico. Esta se puede manifestar en un elemento de carga (una lámpara, una plancha, etc.) y/o en los conductores del circuito. Los electrones que circulan por un conductor encuentran cierta dificultad a circular libremente ya que el propio conductor opone una pequeña resistencia. La resistencia depende de la longitud, la sección y el material con que está construido el conductor.



$$R = \rho \frac{L}{S}$$

**R:** Resistencia eléctrica

**$\rho$ :** Resistividad característica de cada material (cobre, aluminio, etc.)

**L:** Longitud del conductor.

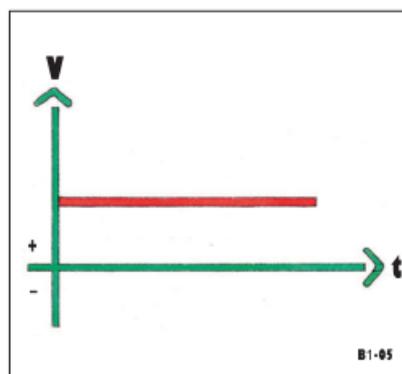
**S:** Sección del conductor.

La corriente fluirá mejor cuanto mayor sea la sección y menor la longitud. La unidad que mide la resistencia es el Ohm ( $\Omega$ ).

### Tensión continua y alterna

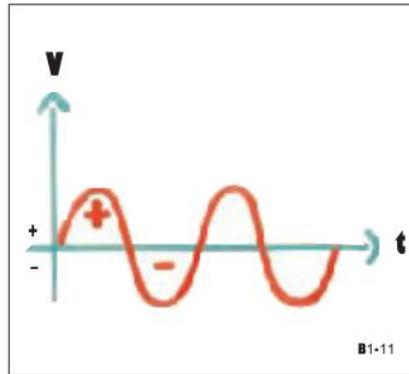
La tensión continua (Vcc) es producida por elementos que siempre suministran la corriente en la misma dirección; tal es el caso de dinamos, células fotoeléctricas, pilas, baterías, etc. En el automóvil se utiliza corriente continua porque puede almacenarse en la batería garantizando así su disponibilidad cuando se precise.

La tensión continua no varía su valor en función del tiempo: en la pantalla de un osciloscopio aparece como una línea horizontal referenciada a un nivel de cero volts (línea de masa). La distancia de la línea de tensión a la línea de masa indica la magnitud (amplitud) de la tensión.



Representación gráfica de la tensión continua.

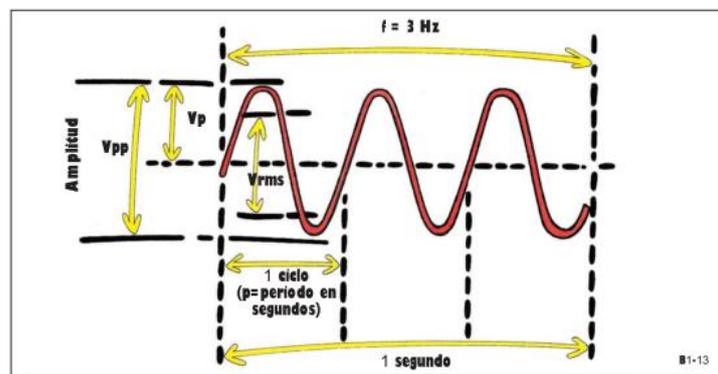
La tensión alterna (Vca) no puede almacenarse en baterías, pero es mucho más fácil y barata de producir gracias a los alternadores/generadores. La tensión alterna cambia de polaridad cíclicamente, siendo alternativamente positiva y negativa respectivamente. La forma de onda depende del generador que la produce, siendo por lo general sinusoidal y siempre hay una línea de cero voltios que divide a la onda en dos picos simétricos.



Representación gráfica de la tensión alterna.

Las características de la corriente alterna son: la frecuencia (ciclos en un segundo) y la tensión de pico a pico; aunque suele utilizarse el valor de tensión eficaz (tensión RMS).

El valor eficaz (RMS) en tensión alterna (Vca) se define como el valor necesario que ha de ser aplicado sobre una resistencia para que genere idéntico trabajo en forma de calor como su valor equivalente en corriente continua (Vcc).



Características de las ondas senoidales:  $f$  = Frecuencia, unidad el Hertz (Hz).  $P$  = Período, unidad el segundo (s) o el submúltiplo el milisegundo (1 mS = 0,00 1 s).  $V_p$  = Tensión de pico.  $V_{pp}$  = Tensión pico a pico.  $V_{rms}$  = Tensión eficaz.

La tensión alterna o continua, pero con variación de impulsos, se caracteriza por que cambian periódicamente de forma, pueden tener diferente diseño y manifestarse de modo muy rápido o muy lento, no obstante hay una serie de términos comunes que definen cualquier forma de onda:

- Ondas: el término genérico para una señal que se repite a lo largo del tiempo es onda (semejante a las ondas de sonido o a las de radio).
- Ciclo: el ciclo de una onda es la porción de la onda que se repite. La forma de onda es la representación gráfica de una señal que muestra el tiempo sobre el eje horizontal y la tensión sobre el eje vertical.
- Período: el período se define como el tiempo que tarda una onda en realizar un ciclo completo.
- Frecuencia: la frecuencia se define como el número de ciclos que tienen lugar en un tiempo dado, generalmente en un segundo. La unidad de frecuencia es el Hertz (Hz). Un Hertz (Hz) equivale a un ciclo en un segundo (1 c/s). Hay una relación entre el período y la frecuencia, ya que la frecuencia ( $f$ ) es inversa al tiempo que tarda un ciclo, es decir el periodo ( $T$ ). Y se expresa así:

$$f = 1 / T \quad T = 1 / f$$

**f: frecuencia en Hertz (Hz)**

**T: período en segundos**

- Amplitud: la amplitud de una señal se define como el valor de tensión instantáneo o el valor pico a pico. Es decir, la “altura” o distancia que tenga la forma de onda con respecto a la línea de cero Volt o bien entre pico positivo y negativo si la onda es alterna.

**LEY DE OHM**

Existe una relación entre las tres unidades eléctricas (volt, ampere y ohm) de tal modo que puede definirse cada una de ellas con la combinación de las otras dos, así por ejemplo puede decirse que:

- Un Ampere es la corriente que circula por un conductor de 1 Ohm cuando se aplica 1 Volt de tensión.

Y esta definición expresada matemáticamente es:

$$I = V / R \quad (1 \text{ A} = 1\text{V}/1\Omega)$$

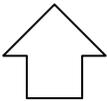
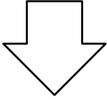
Es decir, la intensidad que recorre un circuito es directamente proporcional a la tensión de la fuente de alimentación e inversamente proporcional a la resistencia en dicho circuito.

Esta relación se conoce como Ley de Ohm.

Es importante apreciar que:

1. Podemos variar la tensión en un circuito, por ejemplo cambiando la pila.
2. Podemos variar la resistencia del circuito, por ejemplo cambiando una lámpara.
3. No podemos variar la intensidad de un circuito de forma directa, sino que para hacerlo tendremos que recurrir a variar la tensión o la resistencia obligatoriamente.

También debemos tener claro que:

<b>La corriente I sube</b> 	SI	<b>V sube</b> ó <b>R baja</b>  
<b>La corriente I baja</b> 	SI	<b>V baja</b> ó <b>R sube</b>  

Como se puede ver, esta expresión matemática es una ecuación y puede despejarse cualquier “valor incógnita” partiendo de los otros dos.

$$V = I \times R \quad ( [V] = [A \cdot \Omega] )$$

$$I = V / R \quad ( [A] = [V / \Omega] )$$

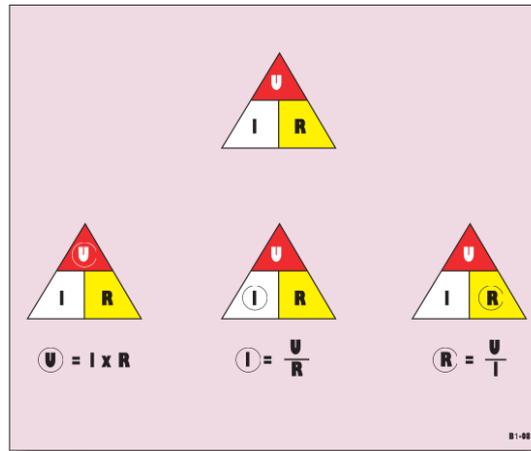
$$R = V / I \quad ( [\Omega] = [V / A] )$$

Si representamos gráficamente las combinaciones de las fórmulas de la Ley de Ohm, mediante un triángulo en cuyo interior se ha situado cada unidad (Volt, Amper y Ohm), de tal modo que los valores situados arriba se encuentran dividiendo por los de abajo y los que se encuentran debajo se hallan multiplicando entre ellos.

Cuando resolvemos problemas de la ley de Ohm tendremos que saber despejar cada una de las variables en función de cuál sea la incógnita que nos pregunten.

El siguiente gráfico servirá para hacer esto:

1. Tapa la variable que deseas despejar
2. Si las variables que quedan a la vista están a la misma altura, colocar entre ellas un signo de multiplicar.
3. Si quedan una variable sobre la otra, colocar un signo de dividir.



Para conocer la fórmula que permita calcular una de las magnitudes desconocidas, basta con tomar las otras dos y relacionarlas según su posición determinada en el triángulo: volts dividen por amperes u ohmios, mientras que para averiguar los volts basta con multiplicar los ohmios por los amperes.

### Energía eléctrica

Para entender qué es la potencia eléctrica es necesario conocer primeramente el concepto de energía.

Energía: es la capacidad que tiene un mecanismo o un dispositivo eléctrico cualquiera para realizar un trabajo.

Cuando conectamos un equipo eléctrico a un circuito alimentado por una fuente de fuerza electromotriz (F.E.M.) como por ejemplo una batería; la energía eléctrica que suministra dicha fuente fluye por el conductor permitiendo que, por ejemplo una lámpara ilumine transformando la energía eléctrica en luz y calor, o un motor pueda mover una maquina.

De acuerdo con la definición de la física, “la energía ni se crea ni se destruye, se transforma”. En el caso de la energía eléctrica esa transformación se manifiesta en la obtención de luz, calor, frio, movimiento, o en otro trabajo útil que realice cualquier dispositivo conectado a un circuito eléctrico cerrado.

La energía utilizada para realizar un trabajo cualquiera se mide en “Joule” y se representa con la letra “E”.

### Potencia eléctrica

La potencia se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. Dicho de otra manera, Potencia es la velocidad a la que se consume la energía.

En los circuitos eléctricos, la unidad de potencia es el Watt [W] = [Joule] / [seg] y se representa con la letra P.

En electricidad, la definición de potencia relaciona la tensión aplicada y la intensidad de corriente que circula por un circuito: se dice que un Watt es la energía (trabajo) que libera 1 Amper en un circuito con una tensión de 1 Volt. Puede expresarse matemáticamente con la siguiente fórmula:

$$P = V \times I$$

$$( 1 [W] = 1 [V] \times 1 [A] = [J] / [s] )$$

Como el resultado de esta expresión matemática es una ecuación (similar a la de la Ley de Ohm) puede deducirse un valor conociendo los otros dos y así obtener tres fórmulas matemáticas que permitan resolver cualquier incógnita. Para conocer la fórmula de cálculo de una de las magnitudes desconocidas, basta con tomar las otras dos y relacionarlas según su posición determinada en el triángulo:

$$P = V \times I \quad ( [W] = [V] \cdot [A] )$$

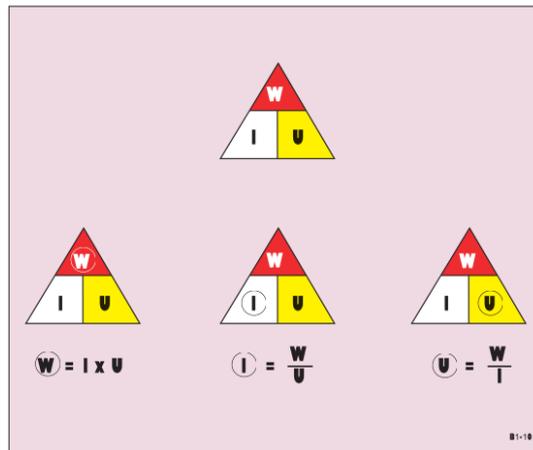
$$I = P / V \quad ([A] = [W] / [V])$$

$$V = P / I \quad ([V] = [W] / [A])$$

Cuando resolvemos problemas de cálculos de potencia eléctrica tendremos que saber despejar cada una de las variables en función de cuál sea la incógnita que nos pregunten.

El siguiente gráfico servirá para hacer esto:

1. Tapa la variable que deseas despejar
2. Si las variables que quedan a la vista están a la misma altura, colocar entre ellas un signo de multiplicar.
3. Si quedan una variable sobre la otra, colocar un signo de dividir.



Otras dos ecuaciones que debemos tener presentes son aquellas que nos permiten calcular la Potencia eléctrica, conociendo el valor de la resistencia R en un circuito:

$P = V \cdot I$ <p>Según Ley de Ohm: <math>I = V / R</math></p> <p>Si reemplazamos la expresión de intensidad I, en la fórmula de Potencia tendremos:</p> $P = V \cdot V / R$ <p>Agrupando llegamos a la expresión final:</p> $P = V^2 / R$	$P = V \cdot I$ <p>Según Ley de Ohm: <math>V = I \cdot R</math></p> <p>Si reemplazamos la expresión de Tensión V, en la fórmula de Potencia tendremos:</p> $P = I \cdot R \cdot I$ <p>Agrupando llegamos a la expresión final:</p> $P = I^2 \cdot R$
---	--

La unidad de potencia eléctrica Watt [W] tiene correspondencia con otras unidades de potencia utilizadas en automóviles, como los caballos (CV o HP):

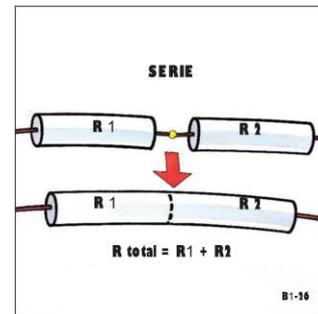
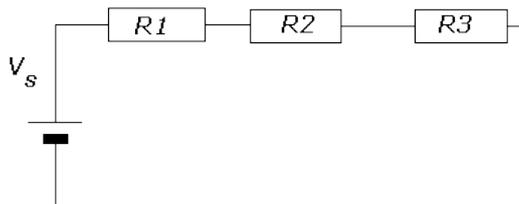
**1 HP equivale a 736 W**

## CIRCUITO EN SERIE Y EN PARALELO

Existen dos formas básicas de conectar las cargas en un circuito eléctrico o combinaciones de las mismas. Estas topologías son: en serie y en paralelo.

### Circuito en serie

Para implementar un circuito en serie se colocan las cargas (por ejemplo resistores) conectados uno después del otro. Supongamos un circuito serie de 3 resistencias conectadas en un circuito eléctrico básico.



Este circuito se caracteriza por:

- La corriente que circula por un circuito serie es una sola, decimos que circula una corriente única.

#### **I única**

El valor de la corriente en el circuito equivalente es el mismo que en el circuito original y se calcula con la Ley de Ohm.

$$I = V / (R_1 + R_2 + R_3)$$

- La tensión de alimentación es igual a la suma de las caídas de tensión en cada una de las resistencias.

$$V = VR_1 + VR_2 + VR_3$$

- El valor de la resistencia equivalente a las resistencias conectadas en serie es igual a la suma de los valores de cada una de ellas ES:

$$R_{ES} \text{ (Resistencia equivalente serie)} = R_1 + R_2 + R_3$$

Una vez que se tiene el valor de la corriente del circuito, se pueden obtener las caídas de tensión a través de cada uno de los resistores utilizando la ley de Ohm.

$$\text{En } R_1 \text{ la caída de tensión es } V_1 = I \times R_1$$

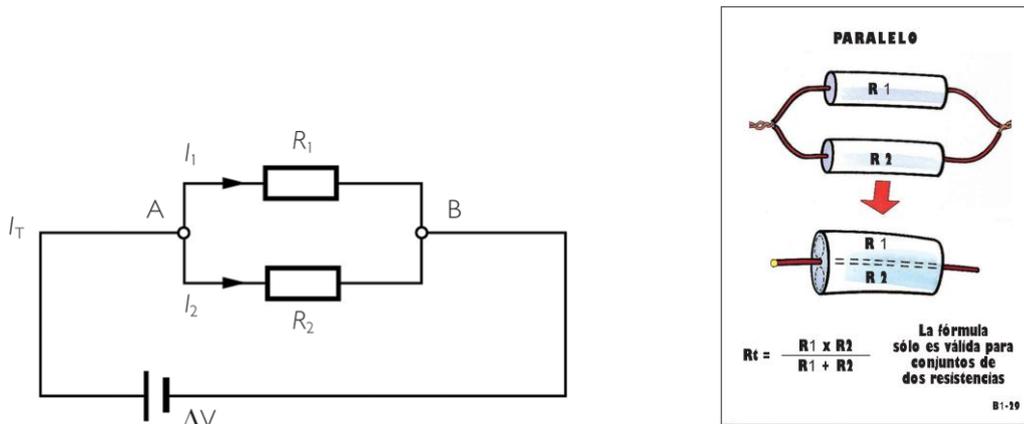
$$\text{En } R_2 \text{ la caída de tensión es } V_2 = I \times R_2$$

$$\text{En } R_3 \text{ la caída de tensión es } V_3 = I \times R_3$$

El montaje en serie se utiliza cuando es necesario "regular" o limitar la corriente en un circuito, intercalando con el elemento de carga uno o varios resistores, se consigue "frenar" el paso de la corriente; ya que al producirse una caída de tensión se reduce la que llega al elemento.

## Circuito en paralelo

El montaje en paralelo es el de uso más frecuente ya que se emplea cuando interesa aplicar toda la tensión de alimentación directamente sobre la carga, tal es el caso de la mayoría de circuitos de la red eléctrica.



Este circuito se caracteriza por:

- La corriente total que circula por un circuito paralelo es la suma de las corrientes por cada una de las resistencias:

$$I_{TOTAL} = I_{R1} + I_{R2}$$

El valor de la corriente en el circuito equivalente es el mismo que en el circuito original y se calcula con la Ley de Ohm.

$$I_{TOTAL} = V / R_{EP}$$

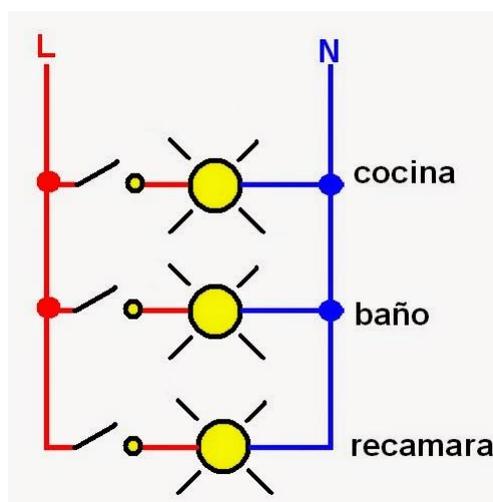
- La tensión de alimentación única e igual a bornes de cada resistencia:

$$V = V_{R1} = V_{R2}$$

- El valor de la resistencia equivalente a las resistencias conectadas en serie es igual a la suma de los valores de cada una de ellas ES:

$$R_{EP} \text{ (Resistencia equivalente paralelo)} = R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$$

Todas las cargas conectadas en un Instalación Eléctrica domiciliaria están conectadas en paralelo:



## MEDIDAS ELÉCTRICAS CON MULTÍMETRO

Para medir las diferentes unidades eléctricas son necesarios diversos instrumentos de medida, tales como el amperímetro para las medidas de intensidad; el voltímetro para la tensión o voltaje y el ohmetro para valores de resistencia. Hay un instrumento de medida, el multímetro, que reúne en uno solo aparato las diferentes funciones de medida.

### Multímetros analógicos y digitales

La clasificación principal de los multímetros son dos: los clásicos multímetros analógicos de aguja y los denominados digitales, con indicación numérica, donde aparecen los valores de medida en números enteros, separados por un punto cuando hay decimales.



Los **instrumentos analógicos** muestran las tensiones que miden como una respuesta proporcional o “análoga” a su valor; podríamos citar como ejemplo el de un multímetro de aguja donde el desplazamiento de la aguja es proporcional a la magnitud que mide. En los multímetros analógicos la lectura de la medida se realiza por estimación, ya que el usuario ha de apreciar la situación de la aguja y determinar cuál es la medida realizada. Se requiere pues cierta experiencia en el uso del multímetro analógico ya que de no estimarse bien es fácil errar en la lectura.

Los **instrumentos digitales** toman muestras periódicas de la magnitud que miden y lo convierten a números binarios (unos y ceros) que pueden representar valores escalonados de tensión, después los números binarios se “traducen” a dígitos que aparecen en una pantalla, mostrando así la magnitud de la medida. Con el multímetro digital hay menos posibilidad de lectura errónea que con el analógico porque la lectura aparece en forma de valor numérico, sin que le influya el ángulo de visión ni la precisión de la escala.

Algunos tipos de multímetro pueden realizar otras medidas adicionales, más específicas de la electrónica industrial como: prueba de diodos, capacidad de condensadores o el factor “beta” de un transistor. Los multímetros diseñados para el servicio de reparación de automóviles incorporan otras funciones más especializadas, tales como indicador de revoluciones, medidor de ángulos de cierre (DWELL), medida de tiempo de inyección, etc.

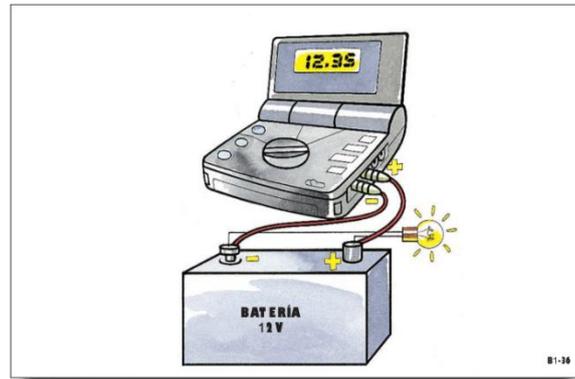
### Lecturas con el multímetro

El multímetro digital permite medir con facilidad las magnitudes eléctricas de un circuito, ahora bien, según el tipo de magnitudes a medir se requiere una conexión determinada sobre el circuito.

#### 1. Medida de tensión (Volt)

Como la tensión es equivalente a la diferencia de alturas de los depósitos (recuerde el símil hidráulico), para medir la tensión existente en un circuito es necesario medir en los extremos (bornes) donde hay esa diferencia de tensión.

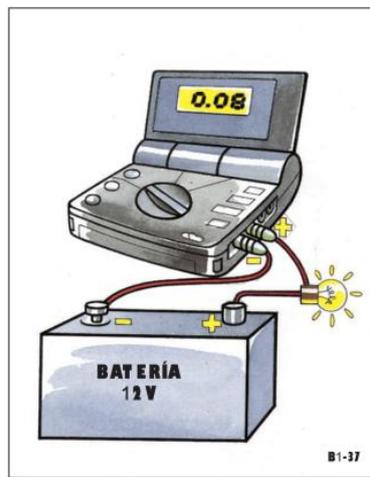
Para conocer los Volts que recibe por ejemplo una lámpara, la medida ha de realizarse conectando las puntas del multímetro en paralelo con la fuente que suministra la tensión: la batería o sobre la carga que recibe la tensión, es decir, en los extremos de la lámpara.



## 2. Medida de corriente (amperios)

Tal como expresa la definición, el Amper es la cantidad de corriente que circula por un conductor; en el símil hidráulico los amperios son el caudal que fluye por la tubería.

Para medir la corriente el multímetro debe intercalarse en serie con la carga. Esto se logra colocando el multímetro de modo que la corriente que atraviese el circuito lo haga también por el aparato de medida.



### ¡Importante!

Si accidentalmente se coloca el multímetro para medir corriente e intenta medir tensión, se provoca un cortocircuito, ya que toda la corriente de la fuente atravesará el multímetro. En este caso, con suerte sólo se fundirá el fusible de protección. De lo contrario el multímetro puede dañarse seriamente.