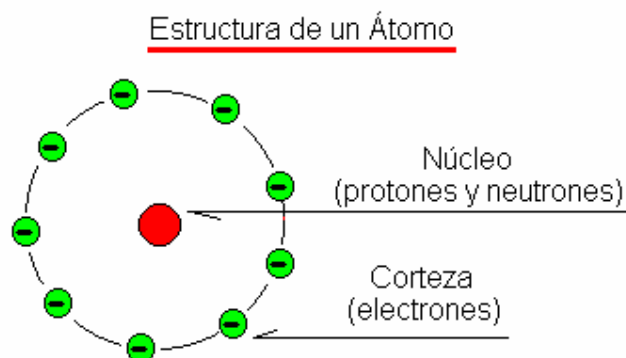


# ELECTRICIDAD

## Secundaria

### Carga eléctrica.

Los átomos que constituyen la materia están formados por otras partículas todavía más pequeñas, llamadas **protones**, **neutrones** y **electrones**. Los protones y los electrones tienen una propiedad conocida como **carga eléctrica**. Esta propiedad es la responsable de que ocurran los fenómenos eléctricos.



La unidad para medir la cantidad de carga eléctrica en el Sistema Internacional es el **Coulomb (C)** y equivale a la carga de  **$6'242 \times 10^{18}$  electrones**. (6'242 trillones de electrones).

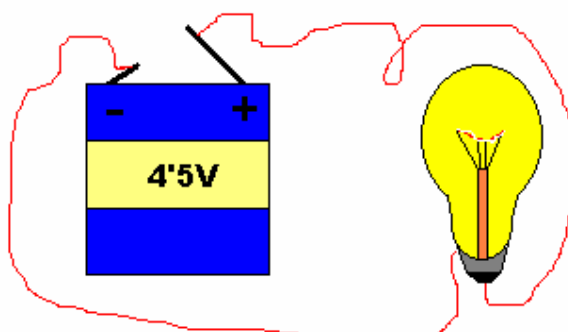
La carga eléctrica de un electrón es igual a la carga eléctrica de un protón, pero de distinto signo. Los electrones tienen carga negativa y los protones carga positiva.

Algunos cuerpos al frotarlos adquieren un exceso de carga eléctrica positiva o negativa y pueden actuar sobre otros cuerpos que también están cargados eléctricamente (barrita de vidrio o plástico atrae trocitos de papel).

## Corriente eléctrica y circuito eléctrico.

Si conectamos dos elementos entre sí y uno de ellos tiene mayor carga eléctrica negativa que el otro, decimos que tiene mayor **tensión** o **potencial eléctrico**. Una vez conectados, los electrones en exceso de uno serán atraídos a través del hilo conductor hacia el elemento de menor potencial, hasta que las cargas eléctricas de los dos cuerpos se equilibren.

Una **corriente eléctrica** no es más que el movimiento de cargas eléctricas negativas o electrones desplazándose de un sitio a otro a través de un conductor. Para que este movimiento se produzca es necesario que entre los extremos del conductor exista una diferencia de potencial eléctrico.



Un **circuito eléctrico** es un conjunto de operadores o elementos que unidos entre sí permiten que por ellos circule la corriente eléctrica, es decir, haya un flujo de electrones.

En todo circuito eléctrico habrá como mínimo los siguientes elementos: un **generador**, un **conductor** y uno o varios **receptores**.

El **generador** es el elemento que proporciona la energía eléctrica (pilas, baterías, etc.), los **conductores** son los operadores por los que circulan los electrones (cables o hilos) y los **receptores** son operadores de diversos tipos que sirven para transformar la energía eléctrica recibida en otro tipo de energía. Por ejemplo una lámpara o bombilla (energía luminosa y calorífica), un timbre (energía acústica), un motor (energía mecánica o cinética), etc.

Además de los anteriores, en las instalaciones eléctricas también puede haber **elementos de maniobra** (interruptores, pulsadores, conmutadores, etc.) y **elementos de protección** (diferenciales, magnetotérmicos, etc.).

## Conductores y aislantes.

Un material es conductor de la corriente eléctrica si permite que ésta circule a través suya. Son buenos **conductores** los materiales que ofrecen poca resistencia al paso de la corriente eléctrica, como por ejemplo los metales (plata, cobre, aluminio, etc.).

Son **aislantes** aquellos materiales que impiden el paso de la corriente eléctrica. Por ejemplo, el vidrio, la madera, la porcelana, el plástico, la goma, etc.

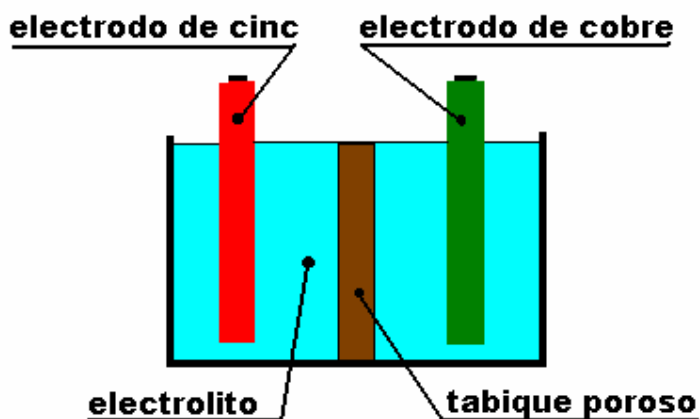
Las instalaciones eléctricas se realizan mediante materiales que permiten el paso de la corriente eléctrica sin apenas ofrecer resistencia. Estos son los cables y los hilos, que van recubiertos de algún material aislante especial para evitar un cortocircuito o descarga eléctrica. Normalmente el aislante es de plástico.

## La pila eléctrica.

Una **pila** es un elemento que transforma la energía de las reacciones químicas que se producen en su interior en energía eléctrica.

Hoy día las pilas han invadido nuestras vidas y se han convertido en uno de los agentes contaminantes más peligrosos que existen, sobre todo las llamadas pilas botón, que poseen mercurio. Procura siempre depositarlas en contenedores especiales para pilas usadas.

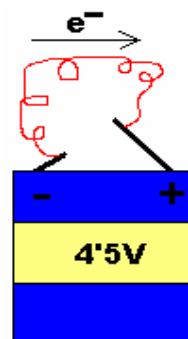
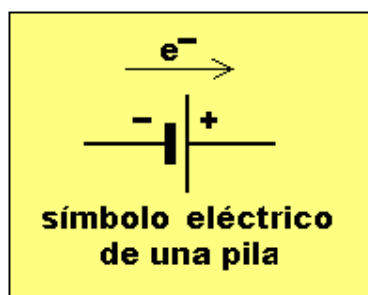
Interiormente una pila está formada por tres partes: un recipiente que contiene un líquido (electrolito), y dos barras conductoras (electrodos), que están insertadas dentro del líquido. Para obtener una pila seca como las que venden en las tiendas el electrolito se espesa como si fuese una salsa o gelatina añadiéndole almidón.



El electrolito suele estar formado de sales de sulfato de cobre, sulfato de cinc, etc. Mientras que los electrodos suelen ser de cobre o cinc.

La reacción química que tiene lugar entre los dos electrodos sumergidos en el electrolito da lugar a una diferencia de potencial de aproximadamente 1'5 Voltios. Por eso las pilas que se comercializan son de voltajes múltiplos de ese valor, que se consiguen conectando en serie varias pilas de 1'5 V.

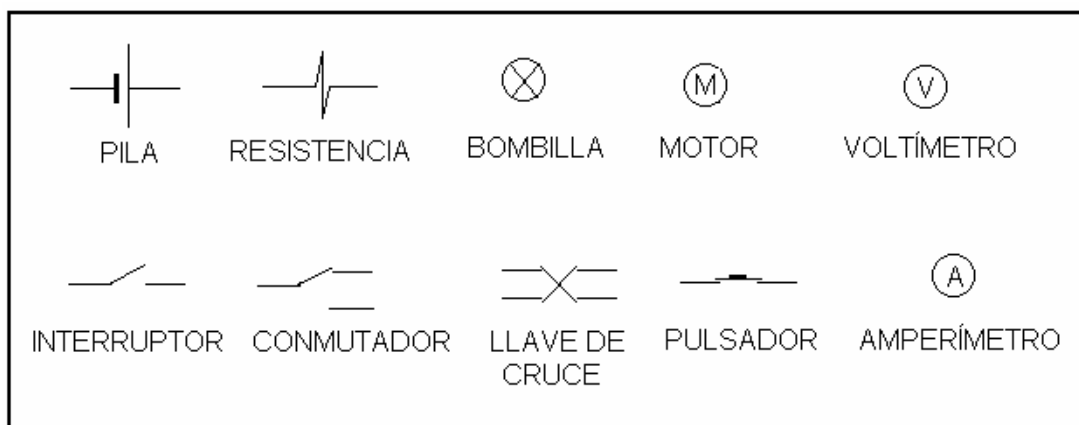
Toda pila tendrá siempre dos bornes o polos, uno positivo (ánodo) y otro negativo (cátodo). Si conectamos ambos polos con un trozo de cable, empezarán a pasar electrones o cargas eléctricas negativas desde el cátodo (-) hacia el ánodo (+).



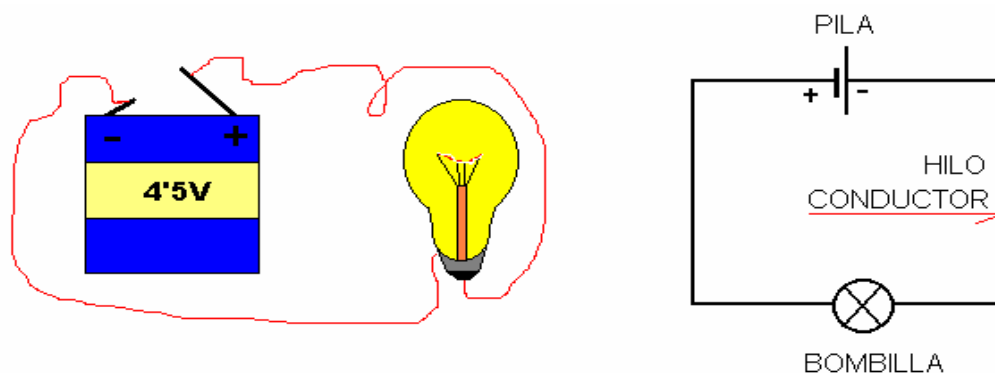
Los electrones siempre salen de la pila por el polo negativo o cátodo, recorren todos los elementos del circuito y entran de nuevo en la pila, pero ahora por el polo positivo o ánodo. La energía interna que posee la pila y la d.d.p. que hay entre los dos electrodos hace que esos electrones que llegan al polo positivo lleguen de nuevo al polo negativo y vuelvan a salir.

## Esquemas eléctricos.

Un **esquema eléctrico** es una representación que muestra cómo se conectan entre sí los elementos de un circuito. Los símbolos de algunos de estos elementos son:

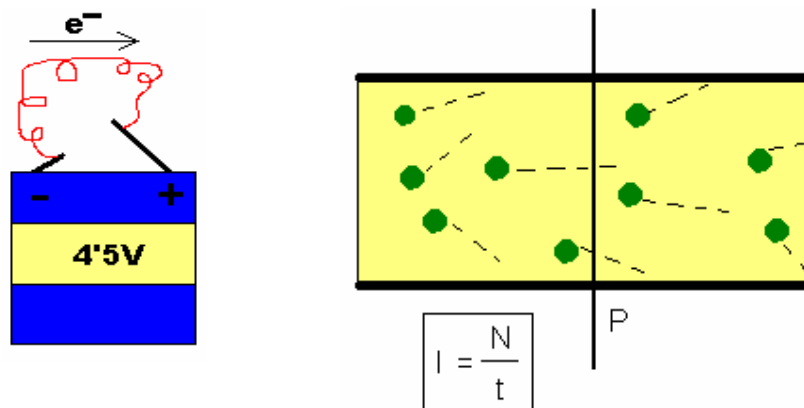


- Ejemplo:



## Intensidad de corriente.

Cada uno de los polos de una pila posee cierta carga; uno positiva y otro negativa, debido a las reacciones químicas que ocurren en su interior. Si unimos los dos polos de la pila por medio de un hilo metálico, los electrones del hilo, que antes estaban en reposo, comienzan a moverse desplazándose desde el polo negativo de la pila hasta el polo positivo.



La **intensidad de corriente (I)** es el número de cargas eléctricas negativas (electrones) que pasan por un punto cualquiera de un conductor en la unidad de tiempo. Matemáticamente se expresa:

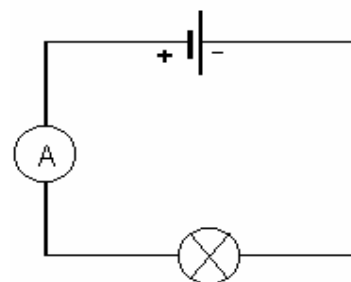
$$I = N / t \quad \text{donde:}$$

I = Intensidad de corriente en Amperios (A).

N = Número de electrones medidos en Culombios (C).

t = Tiempo en segundos (s).

$$1A = 1C / 1s \quad \text{y} \quad 1C = 6'242 \cdot 10^{18} e^-$$



Para **medir la Intensidad de corriente** que circula por un conductor se utiliza el amperímetro o el polímetro conectándolo siempre en serie como en la figura.

- **Ejemplo 1:** Calcula qué intensidad de corriente ha circulado por una lámpara que ha estado encendida durante 10 segundos, si del borne negativo de la pila han salido 60.000 electrones.

$$I = N / t = 60.000 \text{ e}^- / 10 \text{ s} = \underline{6.000 \text{ e}^-/\text{s}}$$

¿A cuántos Amperios equivalen estos 6.000 electrones por segundo? Si despejamos en una regla de tres sencilla, bastará con dividir por  $6'242 \cdot 10^{18} \text{ e}^-$ , con lo que obtendríamos un resultado prácticamente nulo, pues si en la práctica fuese esta la cantidad de electrones que atravesasen los receptores por unidad de tiempo, estos apenas si lo notarían. En la realidad para que estos operadores funcionen necesitan intensidades como mínimo del orden de  $5 \times 10^{17}$  electrones/seg. = 500.000.000.000.000.000 e<sup>-</sup>/s. (medio trillón de electrones cada segundo). Como esta cifra es muy engorrosa para trabajar con ella, se utiliza como unidad de carga eléctrica en el Sistema Internacional el **Culombio**, que como ya sabemos es igual a 6'242 trillones de electrones.

Al cociente **Culombio/segundo** se le llama **Amperio (A)**, que es la unidad en que se mide la intensidad de corriente I en el S.I.

- **Ejemplo 2:** Calcula la intensidad de corriente I en Amperios, que circula por un hilo conductor por el que han pasado 8 trillones de electrones en 4 segundos.

$$I = N / t = 8 \times 10^{18} \text{ e}^- / 4 \text{ s} \times 1 \text{ C} / 6'242 \cdot 10^{18} \text{ e}^- / \text{s} = \underline{0'32 \text{ C/s} = 0'32 \text{ A}}$$

## Tensión, Voltaje o Diferencia de Potencial.

La **tensión (V)** representa la energía que poseen los electrones. Se conoce también como diferencia de potencial (d.d.p.) o voltaje. Su unidad en el S.I. es el **voltio (V)**.

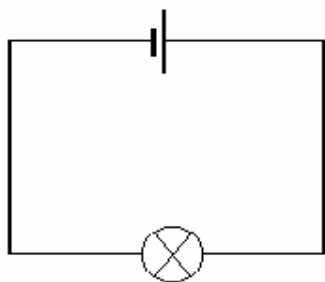


figura 1

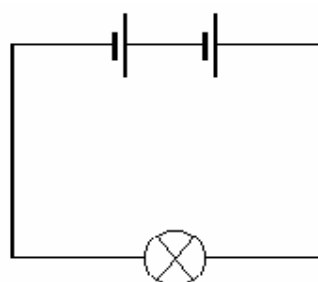
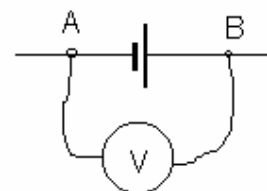


figura 2

¿En cuál de los dos circuitos brillará más la bombilla? Brillará más en el de la figura 2. Cuantas más pilas haya conectadas, más brillará la bombilla, es decir, mayor será la intensidad de corriente. Esta magnitud física que produce la corriente eléctrica es lo que llamamos diferencia de potencial, voltaje o tensión.

Para **medir la d.d.p.** que existe entre dos puntos cualquiera de un circuito, como por ejemplo en los extremos de una pila, se utiliza el voltímetro o el polímetro, representado por un círculo con una V, que se conecta siempre en paralelo con el circuito.



Medida de la d.d.p.  
en los extremos de una pila

Mientras mayor sea la d.d.p. en los extremos de la pila, mayor será la intensidad de corriente que circule por el circuito, es decir, más cantidad de electrones por segundo estarán atravesando el hilo conductor.

## Resistencia eléctrica.

La **resistencia** eléctrica (**R**) es la mayor o menor capacidad de un material para permitir el paso de la corriente eléctrica. Se mide con el óhmetro o polímetro y se expresa en **ohmios** ( $\Omega$ ).

En cualquier conductor las cargas encuentran una oposición o resistencia a su movimiento. Esta resistencia depende de la longitud del cable, de su sección y del material con que está hecho. Matemáticamente se expresa:

$$R = \rho \cdot l / S \quad \text{donde:}$$

R = Resistencia en ohmios,  $\Omega$ .

$\rho$  = Resistividad. Constante específica de cada material, en  $\Omega \cdot m$ .

l = Longitud del conductor, en m.

S = Área o sección del conductor, en  $m^2$ .

Cuando dibujemos un circuito eléctrico mediante su esquema eléctrico representaremos los conductores mediante líneas rectas y supondremos que no tienen resistencia.

## Conexiones en serie.

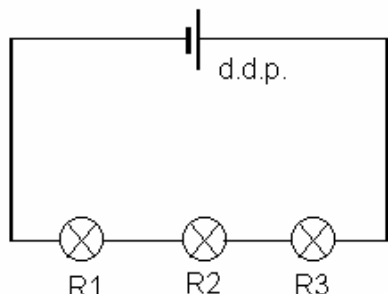
Cuando se conectan en serie varios elementos de un circuito se disponen uno a continuación del otro, unidos mediante cables, de manera que el polo positivo de cada elemento se conecta con el polo negativo del siguiente.

En esta disposición, cada uno de los elementos del circuito está sometido a una tensión diferente, y por todos ellos circula la misma intensidad de corriente.

Este tipo de conexión tiene el inconveniente de que cuando falla uno de los componentes se interrumpe el paso de la corriente por el resto.

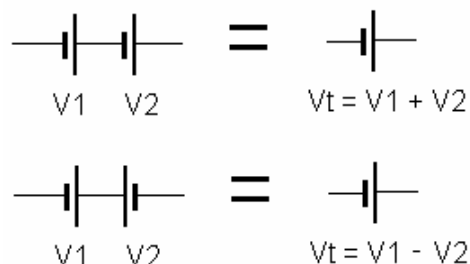
La resistencia equivalente de varias **resistencias en serie** es igual a la suma de los valores de todas ellas. Se podrían sustituir todas por una sola cuyo valor fuese la suma.  $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

CONEXIÓN DE RESISTENCIAS EN SERIE



$I = \text{cte.}$   
 $V = V_1 + V_2 + V_3$   
 $R = R_1 + R_2 + R_3$

CONEXIÓN DE PILAS EN SERIE



Si conectamos dos **pilas en serie** el voltaje de la pila resultante es la suma de cada una de ellas, siempre que se conecten en el mismo sentido, es decir, positivo de una con negativo de la otra. Si la conexión se realiza en serie pero en sentido opuesto, la tensión será la diferencia de ambas.

**Conexiones en paralelo.**

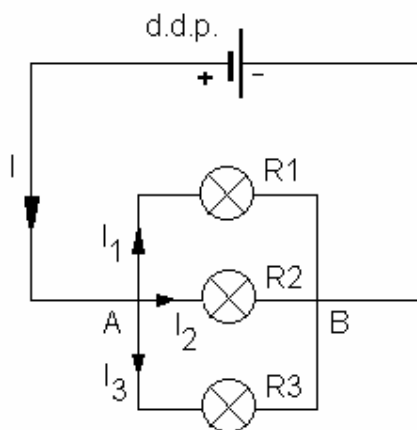
Cuando se conectan en paralelo los elementos de un circuito, estos se disponen de tal manera que todos y cada uno de ellos están conectados con el polo positivo y el polo negativo del generador de corriente.

En esta disposición, todos los elementos del circuito están sometidos a la misma tensión, pero por cada uno de ellos circula una intensidad de corriente diferente.

Si alguno de los componentes fallase, al resto no le afectaría, ya que todos están conectados al generador de corriente.

La resistencia equivalente de varias **resistencias en paralelo** se halla despejando la R de la fórmula siguiente:  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$

CONEXIÓN DE RESISTENCIAS EN PARALELO

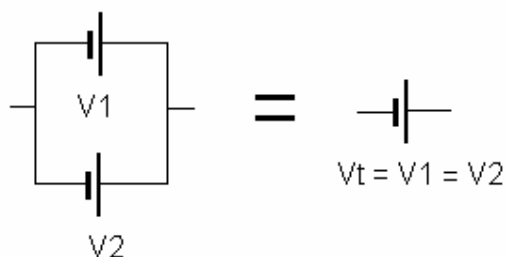


$V = \text{cte.}$   
 $I = I_1 + I_2 + I_3$   
 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$



Si conectamos dos **pilas en paralelo**, el voltaje de la pila resultante será el mismo que el que proporcionaría una sola pila, sin embargo, la intensidad de corriente que circula por el circuito es mayor que la que proporciona un solo generador. Es decir, habrá más carga, mayor número de electrones circulando por el hilo conductor.

### CONEXIÓN DE PILAS EN PARALELO

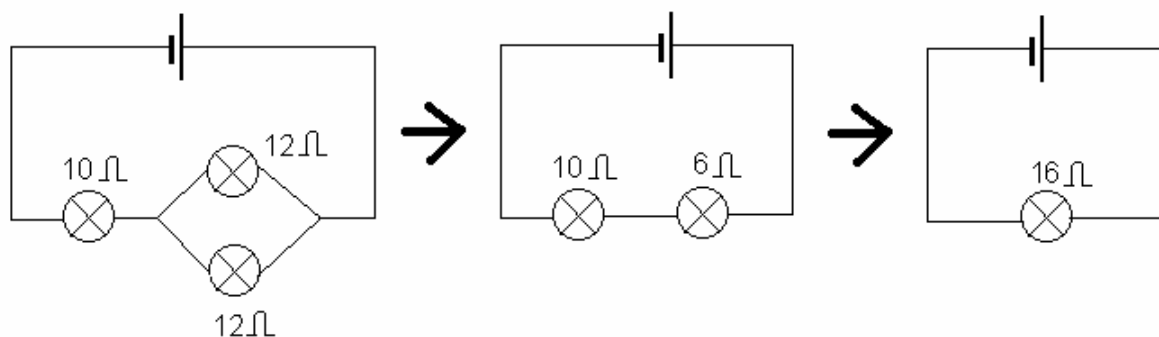


### Conexiones mixtas.

En la realidad, todos los circuitos son mixtos, pues en ellos existen elementos que están dispuestos en serie y elementos conectados en paralelo.

La **resistencia equivalente** de varias resistencias en serie o en paralelo se obtiene dividiendo el circuito por partes y resolviendo cada parte por separado hasta llegar al final.

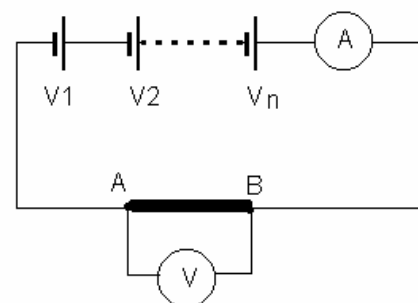
Ejemplo:



### Ley de Ohm.

La resistencia R que ofrece un hilo conductor al paso de la corriente eléctrica es constante. Para demostrar esto Ohm colocó un generador de corriente variable (varias pilas en serie) y midió la d.d.p. entre los extremos de un hilo como el de la figura.

Fue aumentando el número de pilas de 5 en 5 voltios y, por tanto, la d.d.p. aplicada en los extremos A y B del hilo conductor. Al mismo tiempo iba midiendo con el amperímetro (en



serie) la intensidad que atravesaba el circuito en cada momento.

Obtuvo los siguientes resultados:

V	I	cociente V/I
5	0'02	250
10	0'04	250
15	0'06	250
20	0'08	250

Observó que para un mismo conductor (hilo de cobre, plata, aluminio, etc.) el cociente entre la d.d.p. aplicada y la intensidad I que atravesaba el circuito era constante, que si aumentaba la d.d.p. aumentaba la I, y que si disminuía la d.d.p. disminuía la I.

A esa constante le llamó resistencia del hilo conductor y enunció su **ley de Ohm** que dice:

"Al cociente entre la d.d.p. (V) aplicada en los extremos de un hilo conductor y la Intensidad (I) que lo recorre se le llama Resistencia eléctrica (R)".

$$V / I = R = \text{cte.} \quad \text{donde:}$$

R = Resistencia en ohmios,  $\Omega$ .

V = Tensión o d.d.p. en voltios, V.

I = Intensidad de corriente eléctrica en amperios, A.

$$\text{Si despejamos V e I quedan: } V = I \cdot R \quad \text{y} \quad I = V / R$$

## Energía y potencia eléctrica.

Se define la **potencia** (P) de un aparato eléctrico como la cantidad de trabajo que es capaz de realizar en un tiempo determinado. Su unidad en el S.I. es el **vatio** (W), que equivale a un julio por segundo. Un múltiplo muy utilizado es el Kilovatio (Kw), que equivale a 1.000 vatios.

Por ejemplo, un aparato de 50 vatios de potencia es capaz de proporcionar una energía de 50 julios cada segundo, o una bombilla de 100 vatios, consumirá una energía de 100 julios cada segundo.

La potencia está relacionada con el voltaje de la fuente de alimentación o generador y con la intensidad de corriente mediante la expresión:

$$P = V \cdot I$$

Si en lugar de V ponemos  $I \cdot R$  (ley de Ohm) quedará:

$$P = V \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

Y si en lugar de I ponemos  $V / R$  (ley de Ohm) quedará:

$$P = V \cdot I = V \cdot V / R = V^2 / R$$

Con lo que la potencia de un aparato eléctrico la podemos expresar de estas tres formas:

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R = V^2 / R$$

La energía E que puede obtenerse a partir de una corriente eléctrica se llama **energía eléctrica**. Esta energía, como cualquier otra fuente de energía, se mide en el S.I. en **Julios** (J). Su expresión matemática es:

$$E = P \cdot t$$

donde E es la energía en julios, P la potencia en vatios y t el tiempo en segundos. Si multiplicamos las expresiones obtenidas anteriormente para la potencia, por el tiempo, nos quedará:

$$E = P \cdot t = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = V^2 \cdot t / R$$

**Ejemplo 1:** Una bombilla tiene la siguiente indicación: 220V – 100W. Calcula su resistencia.

$$P = V^2 / R, \text{ de donde } R = V^2 / P = 220^2 / 100 = \underline{484 \Omega}.$$

**Ejemplo 2:** Calcula el consumo energético de una bombilla de 60 W al tenerla conectada media hora.

$$E = P \cdot t = 60 \text{ w} \cdot 3600/2 \text{ s} = 108.000 \text{ J} = \underline{108 \text{ KJ}}$$

**Ejemplo 3:** Calcula cuánto costará tener encendido toda la noche (8 horas) un radiador de 2.500 W sabiendo que el coste del Kwh es de 24'80 pts.

$2.500 \text{ W} = 2'5 \text{ Kw}$ , de donde  $2'5 \text{ Kw} \cdot 8 \text{ h} = 20 \text{ Kwh}$  y multiplicando por el precio de 1 Kwh tendremos:  $20 \text{ Kwh} \cdot 24'80 \text{ pts./Kwh} = \underline{496 \text{ pts.}}$