

IES LEANDRO FERNÁNDEZ DE MORATÍN  
PASTRANA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

# ELECTRICIDAD



# I. INTRODUCCIÓN

**E**stamos acostumbrados a utilizar aparatos eléctricos sin saber cómo funciona la electricidad. Pero, ¿por qué se enciende una bombilla cuando le damos al interruptor? ¿Por qué es más fácil que nos dé un calambrazo si estamos mojados? ¿Por qué los enchufes tienen dos agujeros en vez de uno? En este tema vamos a aprender cómo funciona la electricidad, para poder responder preguntas sobre ésta, sin sabernos la respuesta de memoria, sino razonando sobre lo que sabemos. Vamos a aprender también a diseñar circuitos eléctricos que hagan lo que nosotros queramos.

Para poder entender los fenómenos eléctricos debemos conocer cómo está constituida la materia. La materia está formada por partículas muy pequeñas llamadas **átomos**. A su vez, los átomos están constituidos por **electrones** que se mueven alrededor de un núcleo, constituido por **protones** y **neutrones**. Los protones y los electrones tienen una propiedad conocida como **carga eléctrica**. Esta propiedad es la responsable de que ocurran los fenómenos eléctricos.

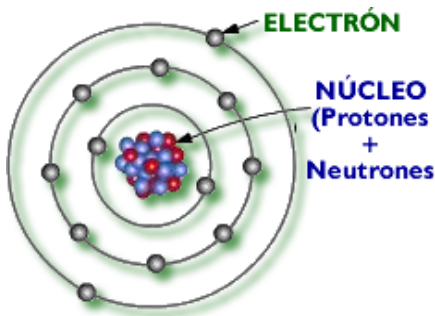


Fig 1: Estructura básica de un átomo.

Mientras que los neutrones no poseen carga eléctrica, la carga de un electrón es igual a la carga eléctrica de un protón, pero de distinto signo, y por convenio:

- Los electrones tienen carga negativa
- Los protones poseen carga positiva.

Como la carga de un electrón es muy pequeña, en el Sistema Internacional (S.I.), para expresar la cantidad de carga se emplea como unidad la carga de  $6,242 \cdot 10^{18}$  electrones (6,242 trillones de electrones), llamada **Culombio** o **Coulomb** (C).

En general, los materiales son **neutros**; es decir existe un equilibrio entre el número de cargas negativas (electrones) y positivas (protones). Sin embargo, en ciertas ocasiones los electrones pueden moverse de un material a otro originando **cuerpos con cargas positivas** (con defecto en electrones) y **cuerpos con carga negativa** (con exceso de electrones), pudiendo actuar sobre otros cuerpos que también están cargados.

Por tanto, para adquirir carga eléctrica, es decir, para electrizarse, los cuerpos tienen que ganar o perder electrones.

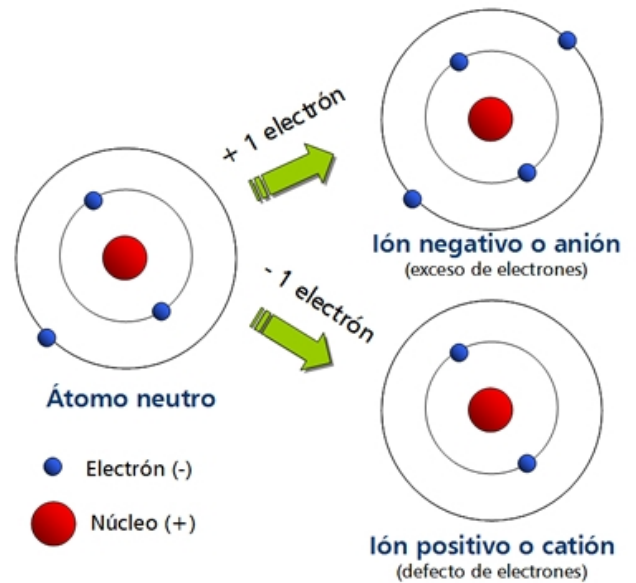
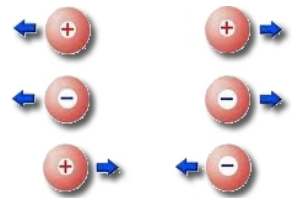


Fig 2: Formación de iones a partir de un átomo neutro.

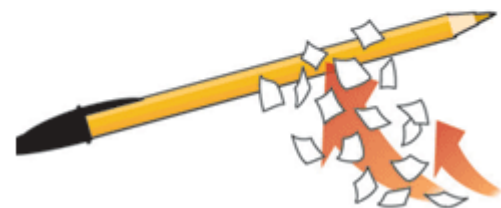
Una característica de las cargas, es que las cargas del mismo signo se repelen, mientras que las cargas con diferente signo se atraen (tal y como muestra la figura).



Si frotamos un bolígrafo con nuestro jersey de lana, veremos que este es capaz de atraer pequeños trozos de papel. Decimos que el bolígrafo se ha **electrizado**.



El bolígrafo se electriza



El bolígrafo atrae a los papelitos

## II. CORRIENTE ELÉCTRICA Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS

### 1. MATERIALES AISLANTES Y CONDUCTORES:

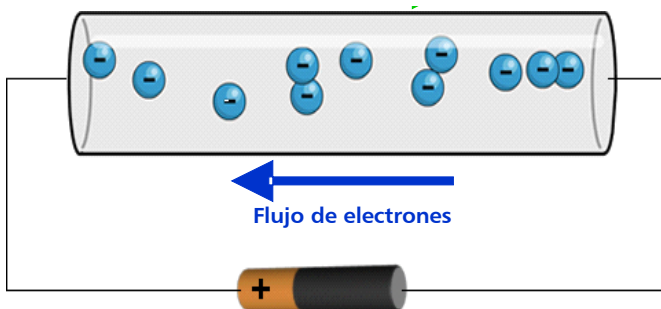
Hay materiales, como los plásticos, en los que los electrones no se mueven de un átomo a otro. Estos materiales se llaman **aislantes**.

En otros materiales, los electrones se pueden mover con cierta facilidad. Estos materiales se denominan **conductores**. Son buenos conductores los materiales que ofrecen poca resistencia al paso de los electrones, como por ejemplo los metales (plata, cobre, aluminio, etc.).

## 2. CORRIENTE ELÉCTRICA Y TENSIÓN (V)

Si conectamos dos elementos entre sí (por medio de un material conductor) 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 (que permite el paso de electrones) hacia el elemento de menor potencial, hasta que las cargas eléctricas de los dos cuerpos se equilibren. Se trata de un fenómeno similar al que tiene lugar cuando colocamos dos recipientes con distinto nivel de agua y los conectamos entre sí mediante un tubo: el líquido pasa de un recipiente a otro a través del tubo hasta que los niveles se igualan.

La **corriente eléctrica** se puede definir como el flujo de electrones a través de un material conductor desde un cuerpo con carga negativa (exceso de electrones) a un cuerpo con carga positiva (deficitario en electrones).



**Fig 3:** Flujo de electrones hacia el polo positivo de una pila.

Por tanto, para la corriente eléctrica se produzca es necesario que entre los extremos del conductor exista una **diferencia de potencial eléctrico**; es decir, que en entre ambos extremos exista un **desnivel eléctrico o tensión (V)**.

La diferencia de potencial (d.d.p.), tensión o voltaje (V) es el trabajo que hay que realizar para transportar una carga positiva entre dos puntos de un circuito; es decir mide el desnivel eléctrico entre dos puntos del circuito. Su unidad, en el SI es el **Voltio (V)**. La tensión entre dos puntos del circuito se mide con un **voltímetro** que se colocará en paralelo con el componente cuya tensión se va a medir.

Esto lo podemos conseguir conectando cargas de distinto signo en los extremos del conductor (por ejemplo colocando una pila). Piensa: ¿por qué los enchufes tienen dos

agujeros? En cierto sentido, el funcionamiento de la electricidad se parece a la circulación de agua por tuberías. En el ejemplo del agua sería como colocar una punta de la tubería en un punto alto (polo negativo) y la otra punta en un punto bajo (polo positivo) Entonces el agua bajará hacia el extremo inferior de la tubería.

Cuanto mayor sea la tensión eléctrica, con más *fuerza* recorrerán los electrones el conductor (al igual que cuanto mayor sea el desnivel en una tubería por la que circula el agua, mayor será su velocidad y fuerza). Por tanto, si no hay tensión entre dos puntos no habrá corriente eléctrica.

## 3. INTENSIDAD DE CORRIENTE (I)

En el ejemplo del agua, la cantidad de agua que pasa por una tubería en un segundo se llama caudal. Por ejemplo, podemos decir que una tubería tiene un caudal de 1 L litro por segundo. Eso quiere decir que cada segundo pasa 1L de agua por la tubería.

A semejanza del ejemplo del agua, en un punto de un circuito, la **intensidad de corriente** será la cantidad de carga (Q) que pasa por un punto del circuito por unidad de tiempo (t).

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Cantidad de carga (Q)}}{\text{tiempo (s)}}$$

Su unidad, en el S.I; es el Amperio (A) que se podrá definir como la intensidad de corriente que transporta 1 culombio en un segundo.

$$1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ segundo}}$$

La intensidad de corriente se mide con un dispositivo llamado **amperímetro**, que se colocará en serie con el receptor cuya intensidad queremos medir.

Cuanto mayor sea el número de electrones que pase por el cable cada segundo, mayor será la intensidad.

Mientras mayor sea la tensión. 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.

## 4. RESISTIVIDAD (ρ) Y RESISTENCIA (R)

En cualquier conductor las cargas encuentran una oposición o resistencia a su movimiento (al igual que el agua en una tubería puede encontrarse con obstáculos que dificulten el flujo de agua).

La **resistividad (ρ)** es una propiedad intrínseca de cada material (cada material tiene la suya), que indica la dificultad que encuentran los electrones a su paso.

La **resistencia eléctrica (R)** es la oposición que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica. Se mide con el **óhmetro** y se expresa en **ohmios (Ω)**.

Esta resistencia (R) depende del material con qué está hecho (de la resistividad), de la longitud del cable, y de su sección, según la fórmula:

$$R = \text{Resistividad } (\rho) \cdot \frac{\text{Longitud del elemento (L)}}{\text{Sección del elemento (S)}} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

## 5. MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

Al igual que pasa con las unidades de volumen o masa, en electricidad muchas veces es aconsejable expresar el voltaje, la intensidad de corriente o la resistencia en múltiplos o submúltiplos de sus unidades. Así, por ejemplo podemos expresar la intensidad en miliamperios (mA); es decir la milésima parte de un amperio; el voltaje en milivoltios (mV) o la resistencia en kilohmios (kΩ) o megaohmios (MΩ).

## III. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Un **circuito eléctrico** es un conjunto de elementos conectados entre sí, que permiten establecer una corriente entre dos puntos, para aprovechar la energía eléctrica.

Todo circuito eléctrico se compone, al menos, de unos elementos mínimos (generador, receptor y conductor). Sin embargo la en la mayoría de los casos los circuitos suelen incorporar otros dispositivos, los elementos de maniobra y los de protección.

### 1. LOS GENERADORES O FUENTES DE TENSIÓN

Los **generadores** son los elementos que transforman cualquier forma de energía en energía eléctrica. Proveen al circuito de la necesaria diferencia de cargas entre sus dos polos o bornes (tensión), y además, son capaces de mantenerla eficazmente durante el funcionamiento del circuito. Ejemplos de ellos son las pilas y baterías y las fuentes de alimentación.

Un generador consta de dos polos, uno negativo (cátodo) y uno positivo (ánodo). No basta con conectar un extremo del conductor al polo negativo del que salen los electrones. Hay que conectar el otro extremo al polo positivo, al que vuelven los electrones. Si cortamos el cable en un punto, los electrones se detienen en todo el cable (al igual que cuando cerramos un grifo el agua se detiene en

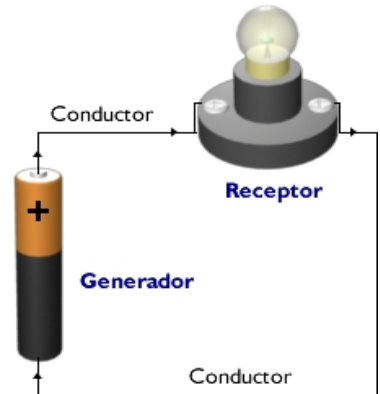


toda la tubería).

Cuando ambos polos se unen mediante el hilo conductor, los electrones se mueven a través de él, desde el polo negativo al polo positivo.

### SENTIDO DE LA CORRIENTE

En una pila los electrones siempre salen de la pila por el polo negativo (cátodo), recorren todos los elementos del circuito y entran de nuevo en la pila, pero ahora por el polo positivo (ánodo). Antes de que se descubriese que la corriente eléctrica es



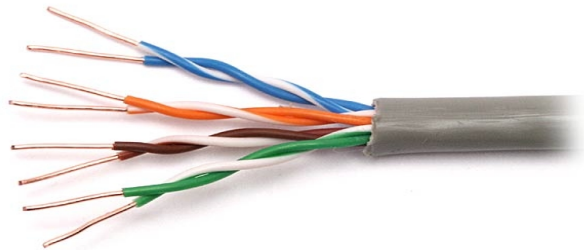
el resultado del movimiento de los electrones por un circuito, se pensaba que era debida al movimiento de cargas positivas. Los electrones circulan siempre hacia el polo positivo (ánodo de la pila); por lo que la corriente circulará en sentido contrario (desde el polo positivo hacia el negativo). En la figura el sentido de la corriente viene indicado por el sentido de las flechas.

### 2. LOS RECEPTORES

Los receptores: son los elementos encargados de convertir la energía eléctrica en otro tipo de energía útil de manera directa, como la lumínica, la mecánica (movimiento), calorífica, etc. Los receptores eléctricos más usuales en nuestro taller serán las lámparas o bombillas, timbres, resistencias eléctricas, motores....

### 3. LOS CONDUCTORES

Los **conductores** son los elementos que conectan los distintos elementos del circuito permitiendo el flujo de electrones.



Para transportar los electrones de un sitio a otro se utilizan cables de metal, normalmente de cobre, y recubiertos de plástico para que los electrones no salgan del cable.

#### 4. ELEMENTOS DE CONTROL (DE MANIOBRA)

Son los dispositivos usados para dirigir o interrumpir el paso de corriente. Los más importantes son los interruptores, conmutadores, pulsadores y relés.

#### 5. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Son los elementos encargados de proteger al resto de los elementos del circuito frente corrientes demasiado elevadas o frente a derivaciones o fugas de potencia. Son los fusibles, interruptores diferenciales y los interruptores magnetotérmicos.

### SIMBOLOGÍA NORMALIZADA

A la hora de dibujar los circuitos eléctricos en un plano, no se utiliza una representación realista de los diferentes elementos que los componen (sería más lento y costoso). En su lugar, utilizamos una serie de símbolos para representar dichos dispositivos. En la siguiente tabla vemos algunos de ellos, así como su función

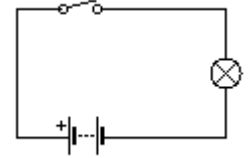
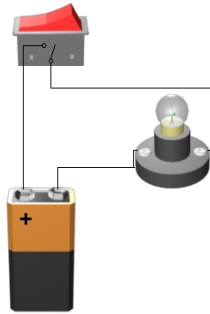
	SÍMBOLOS	DISPOSITIVO	FUNCIÓN
<b>GENERADORES</b>		Pila	Generan corriente continua
		Batería	
<b>RECEPTORES</b>		Lámpara o bombilla	Produce luz
		Resistencia	Produce calor y limita el paso de corriente
		Motor de corriente continua	Genera movimiento
		Timbre o zumbador	Produce sonido
		Altavoz	Produce sonido
<b>ELEMENTOS DE CONTROL O MANIOBRA</b>		Interruptor	Permite o impide el paso de corriente
		Conmutador	Permite alternar la corriente entre dos circuitos
		Pulsador (NC)	Interruptor que permite el paso de corriente mientras no es accionado, impidiéndolo en caso contrario.
		Pulsador (NA)	Interruptor que permite el paso de corriente sólo mientras es presionado, impidiéndolo en caso contrario.
<b>ELEMENTO DE PROTECCIÓN</b>		Fusible	Protege al circuito
<b>INSTRUMENTOS DE MEDIDA</b>		Amperímetro	Mide intensidades de corriente
		Voltímetro	Mide voltajes o tensiones

## EJEMPLOS DE CIRCUITOS

A la derecha podemos ver un circuito formado por:

- una pila de 9 V
- una bombilla
- y un interruptor.

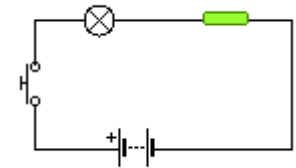
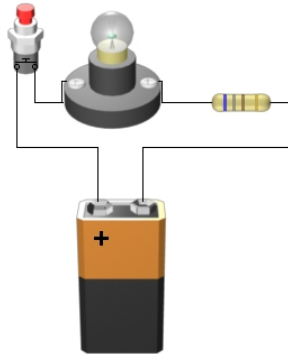
A su derecha figura el esquema simbólico del mismo



A la derecha podemos ver un circuito formado por:

- una pila de 9 V
- una resistencia
- una bombilla
- un pulsador

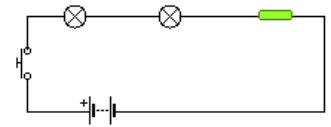
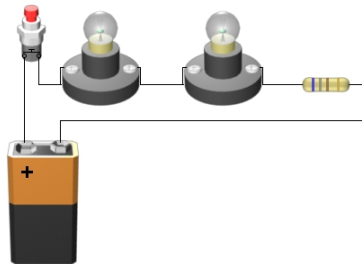
A su derecha figura el esquema simbólico del mismo



A la derecha podemos ver un circuito formado por:

- una pila de 9 V
- una resistencia
- dos bombillas
- y un pulsador.

A su derecha figura el esquema simbólico del mismo

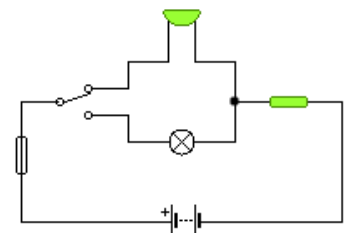
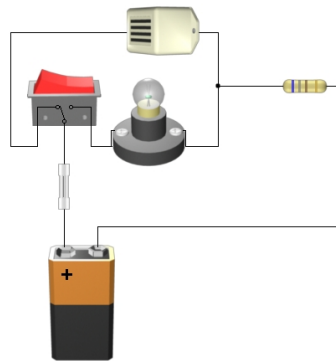


A la derecha podemos ver un circuito formado por:

- una pila de 9 V
- una resistencia
- una bombilla
- un zumbador
- y un conmutador

Fíjate que a diferencia del interruptor, el conmutador tiene tres contactos (en lugar de 2).

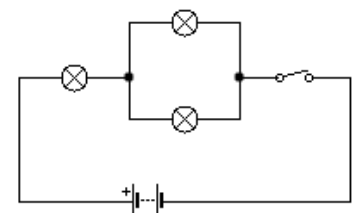
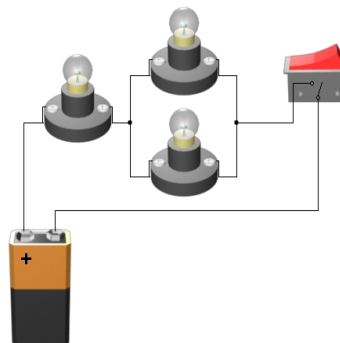
A su derecha figura el esquema simbólico del mismo.



A la derecha podemos ver un circuito formado por:

- una pila de 9 V
- un interruptor
- tres bombillas

A su derecha figura el esquema simbólico del mismo.





## CIRCUITOS BÁSICOS (SERIE, PARALELO Y MIXTO)

◆ Un **CIRCUITO EN SERIE**, es aquel que tiene conectados sus receptores uno a continuación del otro. (En el circuito de la derecha, las bombillas y la resistencia están conectadas en serie).

Las características de este tipo de circuito son:

- ✓ Si uno de los elementos del circuito deja de funcionar el resto tampoco funcionan.
- ✓ El voltaje de la pila se reparte entre todos los receptores conectados en serie (por eso las bombillas brillan poco)
- ✓ La intensidad de la corriente que atraviesa cada receptor es la misma para todos los receptores.

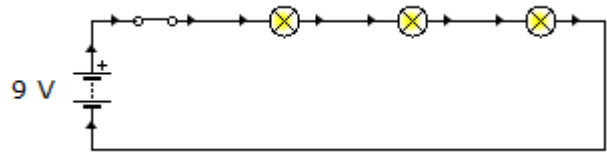


Fig 4: Circuito donde las tres bombillas están colocadas en serie (una a continuación de las otras).

◆ Un **CIRCUITO PARALELO**, es aquel que tiene conectados los terminales de sus receptores unidos entre sí. (En el circuito de la derecha, las bombillas y la resistencia están conectadas en paralelo.)

Las características de este tipo de circuitos son:

- ✓ Si uno de los elementos deja de funcionar, el resto funciona normalmente, como si no hubiese pasado nada.
- ✓ Todos los receptores funcionan con la misma tensión (todas las bombillas lucen con la misma intensidad e igual a como lucirían si estuviesen ellas solas conectadas a la batería).
- ✓ La intensidad de la corriente que genere la pila se reparte entre todos los receptores.

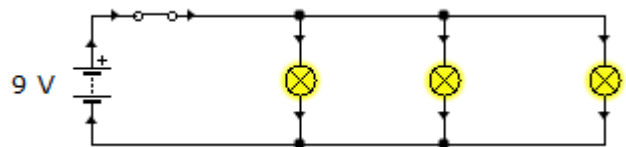


Fig 5: Circuito donde las tres bombillas están colocadas en paralelo (con los terminales unidos entre sí).

Cabe citar que los elementos eléctricos de nuestras viviendas están conectados en paralelo.

◆ Un **CIRCUITO MIXTO**, es aquel que tiene elementos en paralelo y en serie. (Por ejemplo, las bombillas 2 y 3 están conectadas en paralelo; al mismo tiempo que están conectadas en serie con la 1).

Estos circuitos poseen las características de los dos circuitos, por lo que se tiene que resolver poco a poco por partes: en primer lugar se resuelven los elementos que están en paralelo, y luego los que están en serie

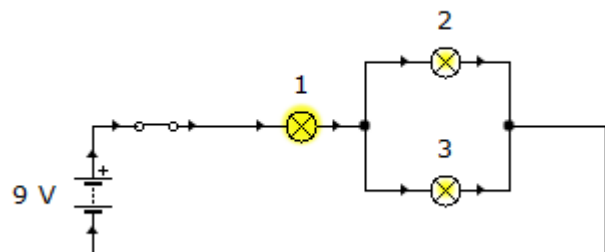


Fig 6: Circuito mixto, donde la bombilla 1 está en serie con respecto a las bombillas 2 y 3, que están en paralelo una con respecto a la otra.

## IV. LEY DE OHM

### I. LEY DE OHM

En 1822 científico George Simon Ohm, relacionó la intensidad de corriente, la tensión y la resistencia, enunciando la ley de Ohm de la forma siguiente:

**Ley de Ohm:** La intensidad de corriente que circula por un hilo conductor es directamente proporcional a la tensión entre sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia

Esta ley, que se cumple siempre en todos los elementos sometidos a tensión y por los que circula intensidad de

corriente, se puede expresar de forma matemática como:

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Resistencia (R)}}$$

De donde se deduce que:

$$1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Voltio}}{1 \text{ Ohmio}}$$

Así, en un conductor cuya resistencia sea de 1, y en el se aplique una tensión de 1 V la intensidad de corriente será de 1 A.

Es importante saber que no podemos variar la intensidad de un circuito de forma directa. Según la Ley de Ohm para hacerlo tendremos que, obligatoriamente, modificar la tensión o la resistencia.

## 2.APLICACIONES DE LA LEY DE OHM

La ley de Ohm nos va permitir conocer la tensión, intensidad o resistencia en cualquier punto del circuito. Vamos a ver algunos ejemplos:

### EJERCICIO RESUELTO

**Se conecta una resistencia de 3 kΩ a una pila de 9 V. ¿Cuál será la intensidad que recorre el circuito?**

El primer paso es expresar las magnitudes en unidades apropiadas. En nuestro caso, 3 kΩ = 3000 Ω.

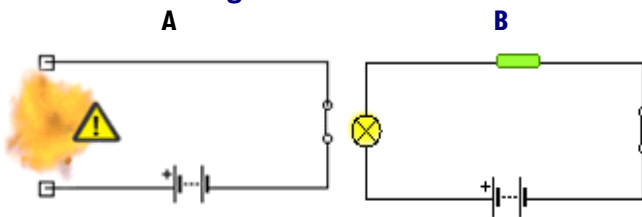
A continuación, sustituimos las magnitudes conocidas (en el ejemplo, la tensión y la resistencia) en la fórmula de la ley de Ohm, para calcular la magnitud desconocida (en este caso la intensidad).

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9V}{3000\Omega} = 0.003A = 3mA$$

Por último, expresaremos el resultado en la unidad adecuada (en este caso mA). Por tanto, por el circuito circularán 3 mA.

Del ejemplo anterior podemos intuir las funciones de las resistencias. Estas funciones son el **limitar y regular la cantidad de corriente que circula por un determinado circuito; y proteger algunos componentes** por los que no debe circular una intensidad de corriente elevada. Por ejemplo, si a una pila de 9 V le conectamos directamente una bombilla de 3 V, ésta se fundirá (Figura 7A). Para evitar que se funda, podemos colocar una resistencia en serie con la bombilla para que se quede con, al menos, los 6 V que nos sobran (Figura 7B). Así, sólo le llegarán 3 V a la bombilla.

**Fig 7:** Función de la resistencia.



### EJERCICIO RESUELTO

**Para el circuito de la figura 7A, calcular cuál debe ser el valor mínimo de la resistencia para que no se funda la bombilla, suponiendo que ésta soporte una tensión máxima de 3 V y que la intensidad que circula por la lámpara es de 0,2 A..**

Como la lámpara soporta una tensión de 3V, y la fuente proporciona 9V, la resistencia que coloquemos deberá reducir la tensión en 6 V. Aplicando la Ley de Ohm.

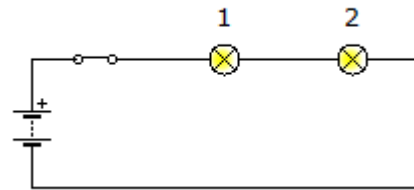
$$R = \frac{V}{I} = \frac{6V}{0,2A} = 30\Omega$$

Por tanto, deberemos conectar una resistencia de al menos 30 Ω

Los cálculos de las magnitudes en un circuito es relativamente fácil cuando únicamente se tiene conectado un receptor al generador. Sin embargo, estos cálculos son más complejos cuando se integran dos o más receptores en el mismo circuito, ya que dependen de como estén colocados dichos receptores.

### CIRCUITO EN SERIE

**En el circuito mostrado la pila tiene una diferencia de potencial de 9 Voltios y la resistencia de las bombillas es de 200 Ω cada una. Calcular la resistencia total o resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada una de las bombillas.**



Como se trata de un circuito en serie, se cumplirá:

- x La **resistencia** total del circuito o resistencia equivalente es la suma de las resistencias que lo componen ( $R_T = R_1 + R_2$ ).

$$R_T = R_1 + R_2 = 200\Omega + 200\Omega = 400\Omega$$

- x La **intensidad de corriente** que circula es la misma por todos los elementos ( $I_T = I_1 = I_2$ ). Empleando la ley de Ohm

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9V}{400\Omega} = 0.0225A = 22,5mA$$

- x Puesto que la intensidad que circula por cada bombilla es la misma, las dos lámparas lucirán igual (con la misma intensidad)

- x La **tensión** generada por el generador se reparte entre los distintos elementos ( $V_T = V_1 + V_2$ ). De la ley de Ohm podemos obtener la tensión en cada elemento:

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,0225A \cdot 200\Omega = 4,5V$$

$$V_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,0225A \cdot 200\Omega = 4,5V$$

pudiendo comprobar que realmente se cumple:

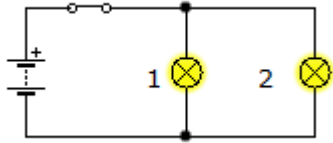
$$V_T = V_1 + V_2 = 4,5V + 4,5V = 9\text{ voltios}$$

Como resultado del reparto de tensiones entre las dos bombillas éstas lucirán menos de lo que lo harían si sólo estuviera una sola de ellas.



## CIRCUITO EN PARALELO

En el circuito de la figura la tensión proporcionada por la batería es de 9 V y la resistencia de las bombillas es de 200 Ω cada una. Calcular la resistencia total o resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada una de las bombillas.



Como se trata de un circuito en paralelo, se cumplirá:

- x La resistencia total o **resistencia equivalente** se podrá obtener sabiendo que su inversa es la suma de las inversas de las resistencias que lo componen.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{200\Omega \cdot 200\Omega}{200\Omega + 200\Omega} = 100\Omega$$

- x La **intensidad de corriente** total que sale del generador se reparte por todos los elementos ( $I_T = I_1 + I_2$ ). Empleando la ley de Ohm.

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9V}{100\Omega} = 0.09A = 90mA$$

- x La **tensión** en cada receptor es igual a la del generador ( $V_T = V_1 = V_2$ ):

$$V_T = V_1 = V_2 = 9V$$

- x Aplicando la Ley de Ohm, conoceremos las **intensidades de corriente** individuales::

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{9V}{200\Omega} = 0.045A = 45mA$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{9V}{200\Omega} = 0.045A = 45mA$$

- x Como comprobación :

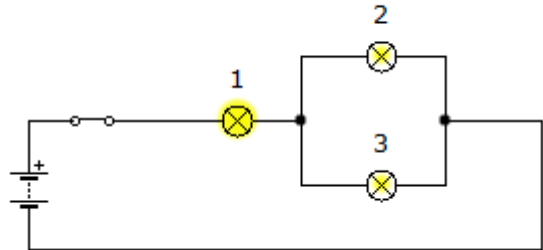
$$I_T = I_1 + I_2 = 90mA$$

- x Resumiendo:

- ✓ En este caso la intensidad de corriente, es decir el número de electrones que atraviesa el circuito por segundo es mucho mayor que en el caso del circuito en serie. Por consiguiente la batería se agotará mucho antes.
- ✓ Puesto que la tensión aplicada entre los terminales de cada bombilla es la misma, e igual a la de la fuente, las bombillas alumbrarán ambas con la misma intensidad.
- ✓ Además como la intensidad en cada bombilla es mayor (45 mA) que en el circuito en serie (22,5 mA) las bombillas iluminarán en mayor medida que cuando están colocadas en serie.

## CIRCUITO MIXTO

En el circuito mostrado, la pila proporciona una tensión de 9 V y la resistencia individual de las bombillas es de 200 Ω. Calcular la resistencia total o resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada una de las bombillas.



Estos circuitos poseen las características de los dos circuitos, por lo que se tiene que resolver poco a poco por partes. En primer lugar se resuelven los elementos que están en paralelo (bombillas 2 y 3), y luego los que están en serie.

- x La resistencia equivalente de las bombillas en paralelo ( $R_P$ ) será:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_T = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{200\Omega \cdot 200\Omega}{200\Omega + 200\Omega} = 100\Omega$$

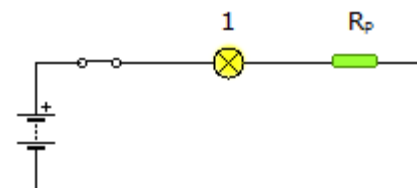
- x La **resistencia total** será la suma de  $R_P$  y  $R_1$ .

$$R_T = R_P + R_1 = 100\Omega + 200\Omega = 300\Omega$$

- x De la ley de Ohm podemos obtener la **intensidad de corriente** total:

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9V}{300\Omega} = 0.03A = 30mA$$

- x Ahora, que ya conocemos la resistencia y la intensidad total, podemos tratar el circuito como si fuese un circuito en serie como el de la figura:



- x La **intensidad de corriente** que circula tanto por la bombilla 1 como por la resistencia equivalente del paralelo, será igual a la total.

$$I_T = I_1 = I_P = 30mA$$

- x Aplicando la ley de Ohm, conoceremos la **tensión** que hay tanto en la bombilla 1 como en la resistencia equivalente del paralelo ( $V_P$ ) de las bombillas 2 y 3.

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,030A \cdot 200\Omega = 6V$$

$$V_P = V_2 = V_3 = I_P \cdot R_P = 0,030A \cdot 100\Omega = 3V$$

x Como comprobación:

$$V_T = V_1 + V_P = 6V + 3V = 9V$$

x Aplicando de nuevo la Ley de Ohm conoceremos las **intensidades de corriente** en las bombillas 2 y 3:

$$I_2 = \frac{V_P}{R_2} = \frac{3V}{200\Omega} = 0.015A = 15mA$$

$$I_3 = \frac{V_P}{R_3} = \frac{3V}{200\Omega} = 0.015A = 15mA$$

x Como comprobación:

$$I_P = I_2 + I_1 = 15mA + 15mA = 30mA$$

x Resumiendo: la intensidad de corriente que circula a través de la bombilla 2 y 3 es la mitad de la que circula a través de la bombilla 1. Como consecuencia las bombillas 2 y 3 lucirán menos que la 1.

## V. POTENCIA ELÉCTRICA Y ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica que se consume en los circuitos eléctricos se transforma en luz, movimiento, calor... para expresar la energía consumida por unidad de tiempo se recurre a la **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 (J) por segundo (s). Un múltiplo muy utilizado es el **Kilovatio (kW)**, que equivale a 1.000 vatios.

Por ejemplo, un aparato de 50 W 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:

$$\text{Potencia (P)} = \text{Tensión (V)} \cdot \text{Intensidad (I)} = V \cdot I$$

Aplicando la ley de Ohm podemos obtener fórmulas equivalentes para conocer la potencia eléctrica

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

Se llama la **energía eléctrica** a la energía que puede obtenerse a partir de una corriente eléctrica. En el S.I. en Julios (J). Sin embargo, en el caso de la energía eléctrica suele emplearse el **kilovatio hora (kWh)**

Su expresión matemática es:

$$\text{Energía (E)} = \text{Potencia (P)} \cdot \text{tiempo (t)} = P \cdot t$$

**Tabla 1:** Potencia eléctrica aproximada de algunos electrodomésticos.

Electrodoméstico	Potencia orientativa
Aire acondicionado	4000 W
Horno eléctrico	2500 W
Secadora	2300 W
Secador de pelo	1500 W
Aspiradora	1200 W
Tostadora	1200 W
Horno microondas	1000 W
Plancha	1000 W
Lavadora	400 W
Nevera	500 W
TV	75 W

**Tabla 2:** Comparativa de potencias de las lámparas incandescentes y las de bajo consumo. Las lámparas bajo consumo ahorran un 80% de energía y duran un promedio de 6000 horas; seis veces más que las incandescentes

Bombilla tradicional de incandescencia	Lámparas de bajo consumo fluorescentes
	
<b>25 W</b>	<b>6-7 W</b>
<b>40 W</b>	<b>7-9 W</b>
<b>60W</b>	<b>11-12 W</b>
<b>100W</b>	<b>18-20 W</b>
<b>150W</b>	<b>23-27 W</b>

### EJERCICIO RESUELTO

La lámpara de tu mesa de estudio posee la siguientes indicaciones **230V** y **60 W**. Calcula la **intensidad de corriente** y el valor de la **resistencia**.

De la fórmula de la potencia:

$$P = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{60W}{230V} = 0,261A$$

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{60^2 W^2}{230V} = \frac{3600 W^2}{230V} = 15,65\Omega$$

## EJERCICIO RESUELTO

La secadora de tu casa tiene una potencia de 1500 W, y el secado dura 2 horas. ¿Cuánta energía consumirá? ¿Cuánto me cuesta cada secado si el precio del kWh es de 15 céntimos?

Energía consumida:  $E = 1,5 \text{ kW} \cdot 2 \text{ h} = 3 \text{ kWh}$

Precio:  $3 \text{ kWh} \cdot 0,15 \text{ €/kWh} = 0,45 \text{ €}$

## EJERCICIO RESUELTO

Calcula cuánto ahorrarías al año al substituir las 20 lámparas de 100 W de una casa, por otras tantas de bajo consumo equivalentes (20 W). Supondremos una media de 400 h de funcionamiento al año para cada lámpara y un coste del kWh de 15 céntimos .

La diferencia entre las potencias de las lámparas es de 80 W, por lo que en un año nos ahorraremos:

$80 \text{ W} \cdot 400 \text{ h} = 32000 \text{ Wh} = 32 \text{ kWh}$  por cada lámpara.

$32 \text{ kWh} \cdot 20 \text{ lámparas} = 640 \text{ kWh}$

Si consideramos un precio de 0,15 €/kWh entonces nos ahorraremos:

$640 \text{ kWh} \cdot 0,15 \text{ €/kWh} = 96 \text{ €}$

## VI. EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica causa diversos efectos sobre los elementos que atraviesa, transformándose en otros tipos de energía. Este año estudiaremos algunos de dichos efectos.

### 1. ENERGÍA CALORÍFICA (CALOR)

Cuando los electrones circulan por un conductor, chocan contra las partículas (núcleos y electrones) del material por el que circulan. De este modo la energía que transportan se convierte en energía calorífica. Este fenómeno se conoce con el nombre de **efecto Joule**.

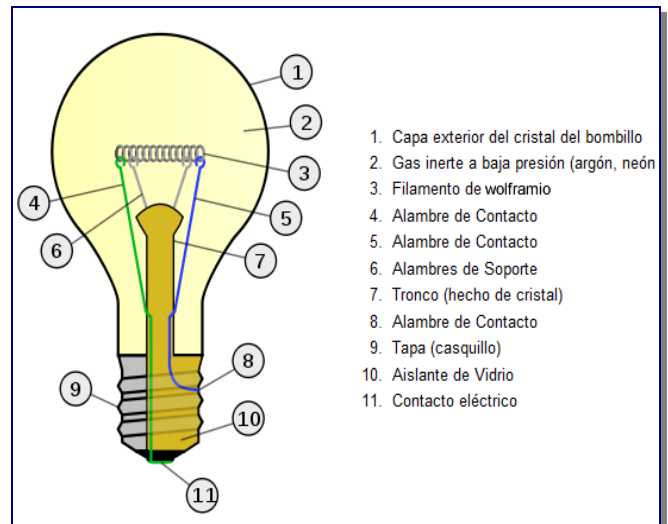
Dicho efecto es por un lado un inconveniente, ya que se pierde energía eléctrica al hacer circular la corriente por cualquier conductor. Sin embargo, puede aprovecharse en equipos como planchas, hornos, secadores, cafeteras y en cualquier dispositivo eléctrico que transforma la energía eléctrica en calor. Los elementos empleados para producir calor a partir de la luz eléctrica son las resistencias.

### 2. ENERGÍA LUMÍNICA (LUZ)

Al ser atravesados por la corriente, los cuerpos incrementan su temperatura. Si este aumento es importante, los cuerpos se vuelven incandescentes, es decir, comienzan a emitir luz. Al principio la luz es roja y a medida que sigue aumentando la temperatura la luz tiende al blanco.



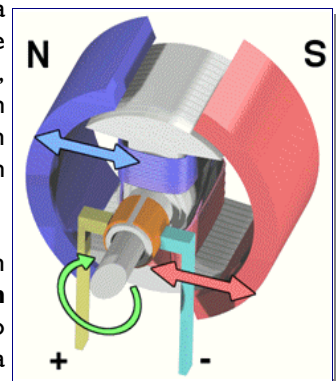
En este fenómeno de incandescencia se basa el funcionamiento de las bombillas convencionales, llamadas por ello, lámparas de incandescencia. En dichas lámparas, el filamento de wolframio (un metal) alcanza unas temperaturas de 2000-3000°C al pasar por el la corriente. Para evitar que se queme, el filamento se encierra en una ampolla de vidrio en la que se elimina el oxígeno (haciendo vacío o conteniendo una mezcla de argón y nitrógeno).



### 3. ENERGÍA MECÁNICA (MOVIMIENTO)

La conversión de energía eléctrica en mecánica se realiza a través de motores, por ejemplo, en un tren eléctrico, en una batidora, en un exprimidor, en un ventilador...

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de **inducción electromagnética**. En dicho efecto, la corriente que pasa por un conductor genera a su alrededor un campo electromagnético, comportándose como un imán. Este efecto se utiliza en los motores eléctricos, los cuales aprovechan las fuerzas de atracción y repulsión entre un imán y un hilo conductor enrollado colocado en su interior. Estas fuerzas provocan el movimiento del eje del motor.



## EJERCICIOS TEMA 6: ELECTRÓNICA

1. Indica la carga total de los átomos que poseen las siguientes partículas:

- a) 8 protones y 6 electrones      b) 20 protones y 18 electrones      c) 13 protones y 10 electrones      d) 17 protones y 18 electrones

2. Calcula la cantidad de carga y la intensidad de corriente que atraviesa un conductor por el que circulan:

- a)  $6,24 \cdot 10^{18}$  electrones en 2 segundos      b)  $12,48 \cdot 10^{18}$  electrones en 1 segundo      c)  $3,12 \cdot 10^{18}$  electrones en 5 segundos  
 d)  $18,72 \cdot 10^{18}$  electrones en 10 segundos      e)  $3,12 \cdot 10^{18}$  electrones en 2 segundos      f)  $12,48 \cdot 10^{18}$  electrones en 0,5 segundos

3. Calcula la cantidad de carga que circula por un conductor en 5 s si las intensidades de corriente son:

- a) 2A                                      b) 100 mA                                      c) 0,5 A                                      d) 15 mA

4. Relaciona mediante flechas los términos de las siguientes columnas:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| a) Intensidad          | 1. Cantidad de carga que circula por un punto determinado de un circuito por unidad de tiempo. |
| b) Resistencia         | 2. Desnivel eléctrico entre dos puntos de un circuito.   |
| c) Cantidad de carga   | 3. Carga total que circula a través de un circuito eléctrico.                                  |
| d) Tensión             | 4. Oposición que ofrecen los elementos del circuito al paso de corriente.                      |
| e) Corriente eléctrica | 5. Flujo de electrones a través de un material conductor                                       |

5. Relaciona mediante flechas los términos de las siguientes columnas:

- |                      |             |            |
|----------------------|-------------|------------|
| a) Tensión           | 1. Amperio  | ● V        |
| b) Intensidad        | 2. Culombio | ● A        |
| c) Cantidad de carga | 3. Ohmio    | ● C        |
| d) Resistencia       | 4. Voltio   | ● $\Omega$ |

6. Relaciona cada magnitud con su instrumento de medida

- |                |                |
|----------------|----------------|
| a) Tensión     | 1. Amperímetro |
| b) Intensidad  | 2. Óhmetro     |
| c) Resistencia | 3. Voltímetro  |

7. Relaciona mediante flechas los términos de las siguientes columnas:

ABREVIATURA MAGNITUD	MAGNITUD	DEFINICIÓN	UNIDAD
● I	● Resistencia	● Cantidad de carga que circula por un punto determinado de un circuito por unidad de tiempo.	● Amperio
● V	● Intensidad	● Desequilibrio eléctrico entre dos puntos de un circuito.	● Ohmio
● Q	● Cantidad de carga	● Cantidad de carga que circula por un circuito	● Voltio
● R	● Tensión	● Oposición que ofrecen los elementos del circuito al paso de corriente.	● Culombio

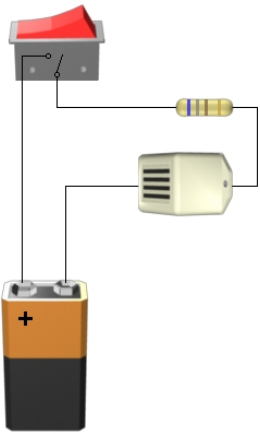
8. Indica cuál de las siguientes frases es falsa y corrígela:

- a) Los electrones poseen carga positiva
- b) Las cargas con mismo signo se atraen, mientras que las cargas con distinto signo se repelen.
- c) Para que los electrones circulen a lo largo del circuito únicamente se precisa conectar el circuito a uno de los terminales de la pila o batería.
- d) El sentido de la corriente eléctrica es contrario al del flujo de electrones.
- e) Las cargas positivas atraen a las cargas positivas, mientras que las cargas negativas atraen a las negativas.
- f) Los electrones circulan hacia el polo positivo de la pila o batería.
- g) En un circuito donde no exista tensión eléctrica no existirá corriente eléctrica.
- h) La intensidad de corriente es la cantidad de electrones que circula por un circuito.

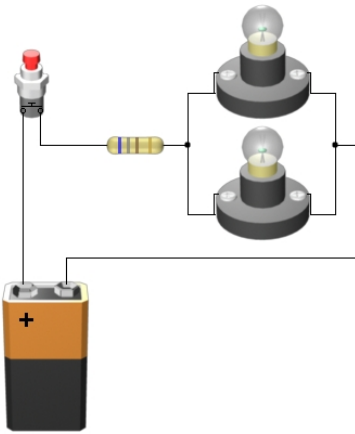
9. Haz un esquema de los componentes de un circuito

10. Dibuja los esquemas simbólicos de los siguientes circuitos.

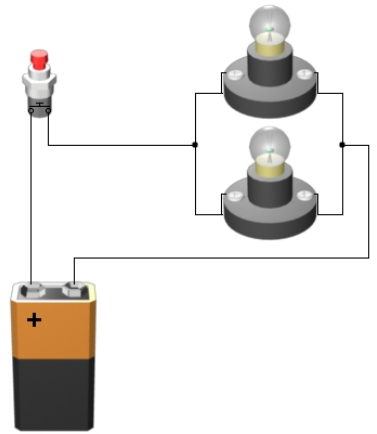
a)



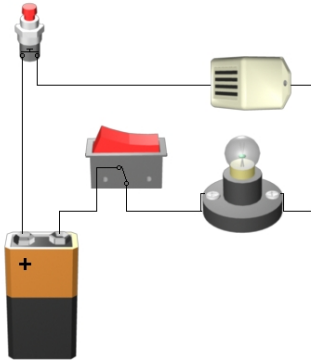
b)



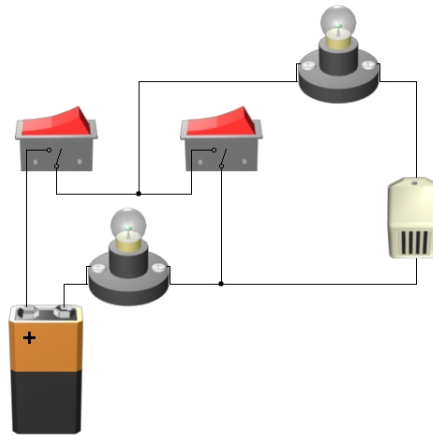
c)



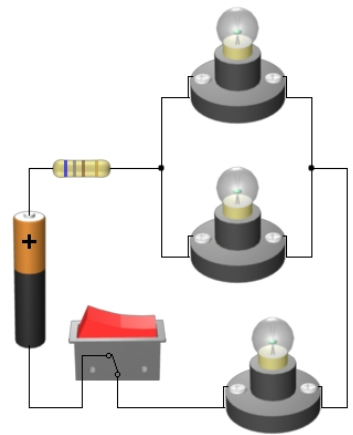
d)



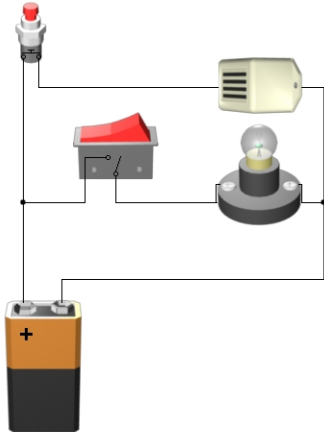
e)



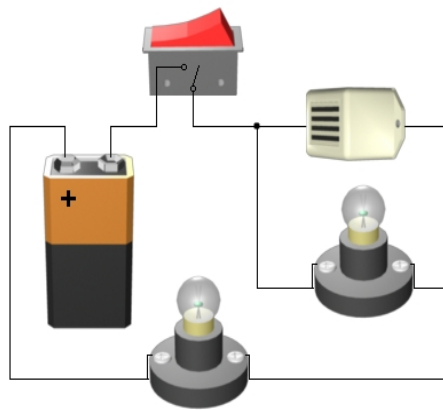
f)



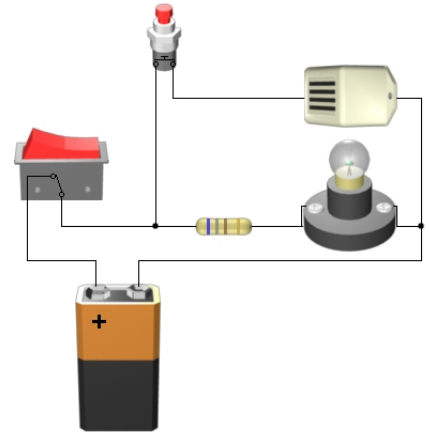
g)



h)

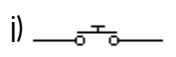
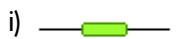
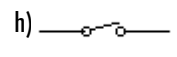
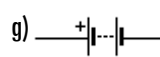
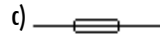
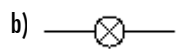
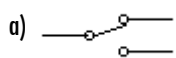


i)



11. Sobre los esquemas dibujados en el ejercicio anterior indica mediante flechas el sentido de la corriente eléctrica: (considera que los pulsadores y/o los interruptores que aparecen representados están cerrados).

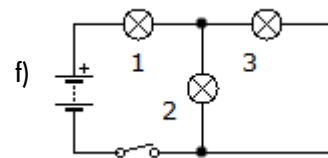
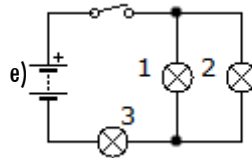
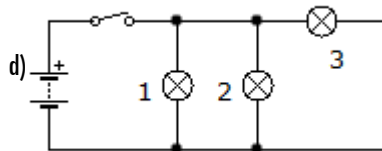
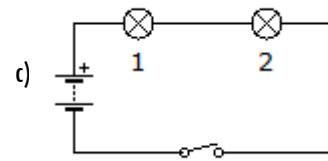
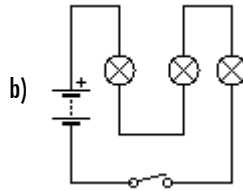
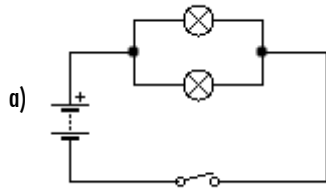
12. Para cada símbolo representado indica el dispositivo eléctrico que representa:



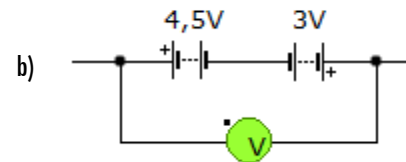
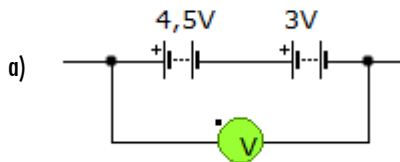
13. Clasifica cada elemento de un circuito con el tipo de dispositivo

DISPOSITIVO		TIPOS DE DISPOSITIVO
a) Hilo de cobre	h) Zumbador	1. Generador
b) Pila	i) Altavoz	2. Conductor
c) Voltímetro	j) Interruptor diferencial	3. Receptor
d) Interruptor	k) Pulsador	4. Elemento de control
e) Fusible	l) Batería	5. Elemento de protección
f) Lámpara	m) Conmutador	6. Instrumento de medida
g) Resistencia	n) Amperímetro	

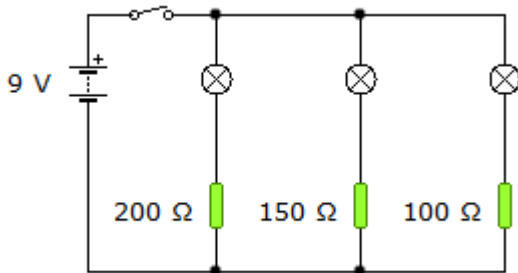
14. Identifica qué elementos de los siguientes circuitos están en serie y cuales en paralelo:



15. En un circuito se quieren conectar 2 baterías en serie y un voltímetro para medir la tensión resultante. (tal y como muestran las figuras) ¿Cuál es la tensión resultante para cada caso?



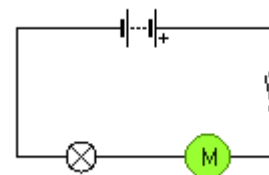
16. A partir del circuito de la figura, y despreciando la resistencia interna de cada bombilla contesta las siguientes preguntas razonando tus respuestas (sin hacer ningún cálculo):



- ¿Están todas las bombillas sometidas a la misma tensión?
- ¿Por qué bombilla circulará una mayor intensidad de corriente?
- ¿Cuál de las bombillas lucirá más?
- ¿Duraría más la pila si se conectaran las bombillas en serie?
- ¿Qué pasaría si se fundiese la bombilla conectada a la resistencia de 150 Ω?

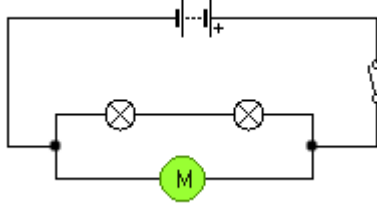
17. Indica que pasará en el circuito de la figura en los siguientes casos:

- Se cierra el interruptor
- Se funde el motor con el interruptor cerrado
- Se abre el interruptor
- Se funde la lámpara con el interruptor cerrado





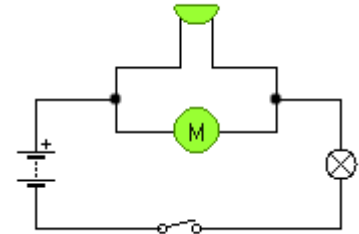
18. Indica que pasará en el circuito de la figura cuando:



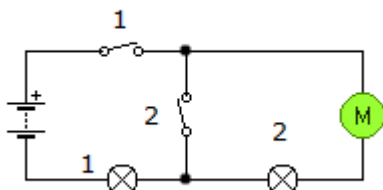
- a) Se abre el interruptor
- b) Se cierra el interruptor
- c) Se funde el motor con el interruptor cerrado
- d) Se funde cualquiera de las lámparas con el interruptor cerrado

19. Indica que pasará en el circuito de la figura cuando:

- a) Se abre el interruptor
- b) Se cierra el interruptor
- c) Se funde el motor con el interruptor cerrado
- d) Se funde el zumbador con el interruptor cerrado
- e) Se funde la lámpara con el interruptor cerrado



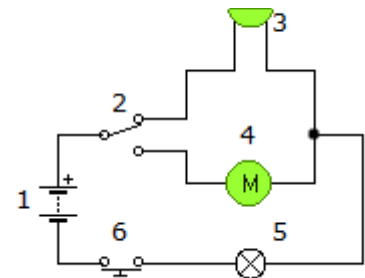
20. Indica que pasará en el circuito de la figura cuando:



- a) Se cierre el interruptor 1
- b) Se cierre el interruptor 2 (manteniendo el interruptor 1 cerrado).
- c) Con los dos interruptores cerrados, se funda la lámpara 2.
- d) Con los dos interruptores cerrados, se funda la el motor.

21. A la vista del siguiente circuito contesta a las siguientes preguntas:

- a) Indica para cada símbolo numerado el dispositivo eléctrico que representa.
- b) ¿Qué ocurre cuando el circuito se muestra en el estado representado? Indica mediante flechas el sentido de la corriente.
- c) ¿Qué ocurrirá cuando accionemos el elemento nº 4?
- d) ¿Qué pasará si accionamos el elemento nº 2, y después el elemento nº 6?
- e) ¿Qué pasará si se funde el dispositivo nº 5?



22. Relaciona las siguientes frases con el tipo de conexión de los elementos de un circuito (en serie o paralelo).

- a) Todos los receptores funcionan con la misma tensión
- b) Si uno de los elementos del circuito deja de funcionar el resto tampoco funcionan.
- c) La resistencia equivalente es igual a la suma de las resistencias individuales de cada receptor.
- d) Si uno de los elementos deja de funcionar, el resto funciona normalmente, como si no hubiese pasado nada.
- e) La intensidad de la corriente que genera la pila se reparte entre todos los receptores.
- f) La inversa de la resistencia equivalente es igual a la suma de las inversas de las resistencias individuales de cada receptor.
- g) El voltaje de la pila se reparte entre todos los receptores conectados.
- h) La intensidad de la corriente que atraviesa cada receptor es la misma para todos los receptores.

23. Vamos a repetir el experimento llevado a cabo por George Simon Ohm. En su experimento Ohm utilizó pilas de 5 V, las cuales fue incorporando, de una en una, a un circuito. Al mismo tiempo que iba incorporando pilas al circuito, Ohm fue midiendo, con un aparato llamado amperímetro, la intensidad de corriente en los circuitos resultantes; obteniendo los datos de voltaje e intensidad que figuran en la tabla.

<b>Voltaje</b>	5 V	10 V	15 V	20 V
<b>Intensidad</b>	0,2 A	0,4 A	0,6 A	0,8 Ω
<b>Relación V/I</b>	50			

- a) Cubre los huecos de la tabla:
- b) ¿Permanece constante la relación V/I, o varía con la tensión?
- c) ¿Qué nombre recibe dicha relación?
- d) ¿Podrías decir cuál es la resistencia del circuito que empleó Ohm?

24. ¿Cómo se llama la ley que relaciona la intensidad de corriente, su tensión y la resistencia? Enúnciala, y escribe la fórmula de dicha ley.

25. La siguiente tabla muestra los valores de la intensidad, resistencia y tensión de varios elementos de un circuito. Sin embargo se han borrado diversos valores. Calcula los valores que faltan indicando las operaciones necesarias.

Voltaje	6 V	10 V	12 mV		20 V			12 V
Resistencia	200 Ω			4 Ω	2 kΩ	4 kΩ	10 Ω	0,1 kΩ
Intensidad	30 mA	3A	60mA	50000 mA		0,015 A	5 A	

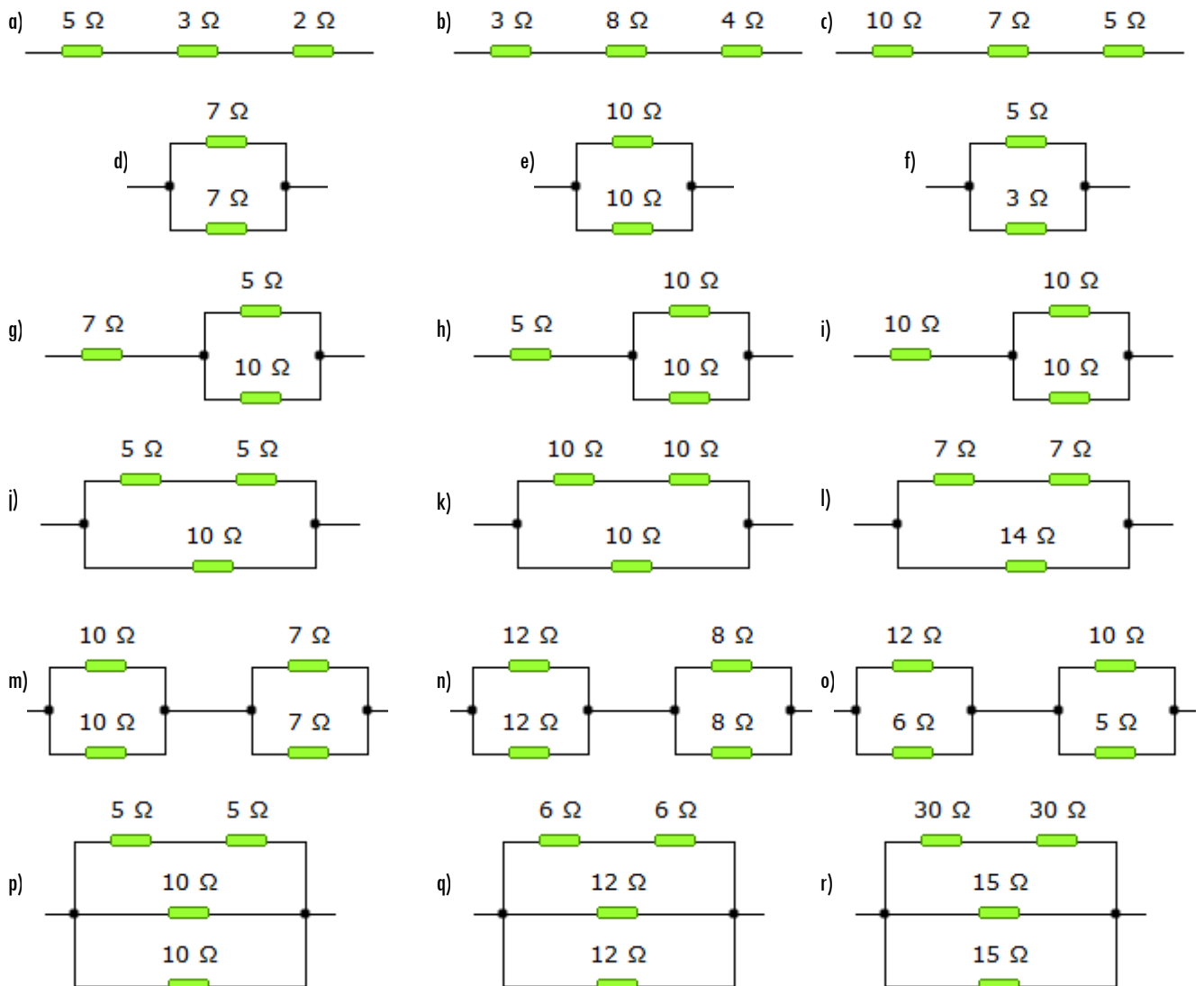
26. La ley de Ohm se puede expresar como:

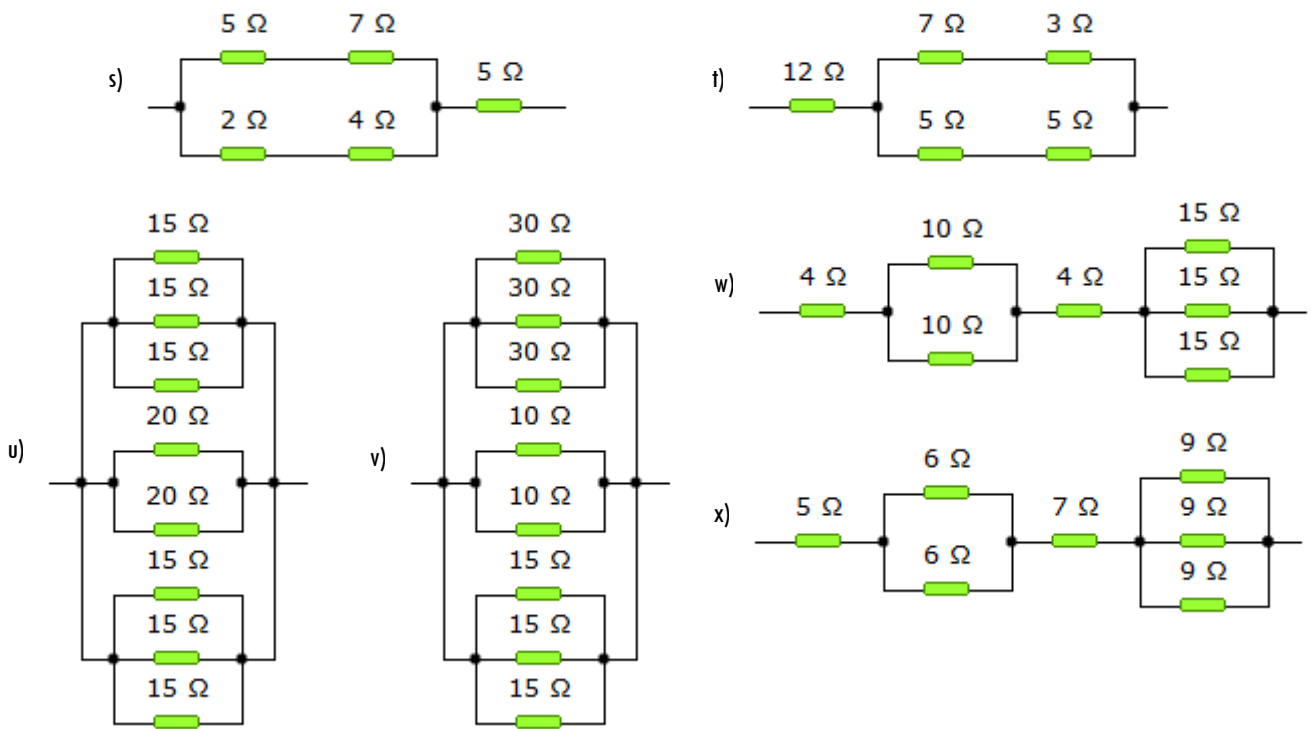
- a)  $V = I \cdot R$       b)  $I = V \cdot R$       c)  $R = V/I$       d)  $I = V/R$

27. Es importante saber que no podemos variar la intensidad de un circuito de forma directa. Según la Ley de Ohm para hacerlo tendremos que, obligatoriamente, modificar la tensión o la resistencia. Di cuáles de las siguientes frases son verdaderas con respecto a la ley de Ohm:

- a) Al aumentar la resistencia de un circuito, disminuye la intensidad de corriente.  
 b) Al disminuir la tensión, disminuye la intensidad de corriente que circula por el circuito.  
 c) Al disminuir la resistencia, disminuye la intensidad de corriente que circula por el circuito.  
 d) En un circuito dado, el producto de la resistencia por la intensidad permanece constante.

28. Obtén el valor de la resistencia equivalente a las siguientes resistencias:





29. Un circuito dispone de una pila de 9V, un pequeño motor eléctrico con una resistencia de  $12\ \Omega$ , y dos pequeñas lamparas de  $30\ \Omega$  cada una (todos los receptores están instalados en paralelo). Dibuja el esquema del circuito y averigua la resistencia equivalente del mismo, la intensidad total que sale del generador, y la que atraviesa cada uno de los receptores.

30. Relaciona mediante flechas los términos de las siguientes columnas:

ABREVIATURA MAGNITUD	MAGNITUD	DEFINICIÓN	UNIDAD
● II	● Resistencia	● Cantidad de trabajo que es capaz de realizar un receptor en un tiempo determinado	● Amperio
● VV	● Intensidad	● Cantidad de carga que circula por un punto determinado de un circuito por unidad de tiempo.	● Ohmio
● QQ	● Energía eléctrica	● Energía que puede obtenerse a partir de una corriente eléctrica.	● Vatio
● RR	● Cantidad de carga	● Desnivel eléctrico entre dos puntos de un circuito.	● Kilovatio-hora
● P	● Tensión	● Cantidad de carga que circula por un circuito	● Voltio
● E	● Potencia	● Oposición que ofrecen los elementos del circuito al paso de corriente.	● Culombio

31. Una estufa funciona con una tensión de 127 V, a la cual la intensidad que circula por ella es de 7,87 A. ¿Cuál es la potencia de la estufa?. ¿Cuanta energía, expresada en kWh, consumirá en 90 minutos de funcionamiento? ¿Cuánto costará tener la estufa encendida durante 150 min si el precio del kWh es de 0,16 €?

32. Calcular la potencia de un horno eléctrico cuya resistencia es de  $96,8\ \Omega$  cuando se conecta a una fuente de tensión de 220 V. ¿Cuanta energía, expresada en kWh, consumirá en 120 minutos de funcionamiento? ¿Cuánto costará tener el horno eléctrico calentando durante 75 min si el precio del kWh es de 0,16 €?

33. Un secador de pelo posee las siguientes indicaciones: 230 V y 2300W. Calcula la resistencia interna del secador y la intensidad de corriente.

34. Una batería de automóvil de 12 V proporciona 7,5 A al encender las luces delanteras. Cuando el conductor acciona la lleva de contacto con las luces encendidas, la corriente total llega a 40 A. Calcule la potencia eléctrica de las luces y del sistema de arranque del motor.

35. Calcula cuánto costará tener encendido toda la noche (8 horas) un radiador de 2500 W sabiendo que el precio del kWh es de 16 céntimos.

36. Calcula cuánto costará cocinar en un horno de 2500 W un asado que necesita de 45 min de horno, si el precio del kWh es de 0,16 €/kWh.

37. ¿Con qué nombre se conoce el efecto mediante el cual se produce calor al pasar los electrones a través de un conductor?

- Inducción electromagnético
- Efecto Coulomb
- Efecto Joule
- Efecto fotoeléctrico

38. ¿Con qué nombre se conoce el efecto en el que al circular la corriente a través de un conductor se genera un campo electromagnético a su alrededor?

- Efecto fotoeléctrico
- Efecto Joule
- Efecto Coulomb
- Inducción electromagnético

39. Elabora una lista con objetos que produzcan alguno de estos efectos (al menos 4 por efecto):

- Calor:
- Luz:
- Movimiento

40. Indica en qué tipo de energía se transforma la electricidad en los siguientes aparatos (en algunos se transformará en varios tipos de energía)

