

ELECTRICIDAD

1. INTRODUCCIÓN

Como recordarás de cursos anteriores, la electricidad es fundamental en nuestra sociedad, hasta el punto en que si nos falta lo pasamos bastante mal: no tenemos luz, no podemos ver la televisión o encender el ordenador, si tenemos una vitrocerámica no podremos cocinar, si nuestro termo es eléctrico no tendremos agua caliente, etc.

Por eso es tan importante entender cómo se produce este tipo de energía y cómo utilizarla adecuadamente, intentando reducir su consumo para que nuestra factura eléctrica no sea elevada en el coste, además de para cuidar del medio ambiente



2. LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

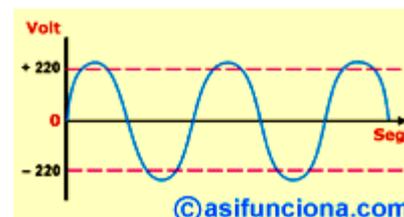
Corriente eléctrica: es el movimiento de las cargas (electrones) dentro de un conductor.

Existen dos tipos de corriente eléctrica dependiendo de cómo se comporten los electrones dentro del conductor:

- a) **Corriente continua:** es aquella cuyos electrones van siempre en el mismo sentido dentro del conductor. Y, además, su valor es constante en el tiempo. Es la que tienen por ejemplo las pilas, las baterías de los coches, etc.



- b) **Corriente alterna:** en este tipo de corriente los electrones van y vienen dentro del conductor, es decir, ya no siguen un solo sentido. Además su valor ya no es constante en el tiempo y va cambiando de un instante a otro. Es la corriente que nos llega a casa desde la compañía eléctrica y que la producen unas grandes máquinas llamadas alternadores.



Pero también es la corriente que nos dan las dinamos de las bicicletas para encender las luces.

3. PRINCIPALES EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

La circulación de electrones en materiales conductores ocasiona efectos interesantes que podemos utilizar en múltiples aplicaciones: producción de calor, luz, movimiento, sonido, etc. De hecho es precisamente esta versatilidad de la electricidad la que hace que cada vez sea más utilizada. Veamos algunos de estos efectos.

CALOR

El movimiento de los electrones en el interior de un conductor provoca continuos choques entre ellos y un aumento de la temperatura del conductor. La energía, en forma de calor, ocasionada por la corriente eléctrica se conoce como el efecto Joule.

$$E=I^2 \cdot R \cdot t$$

donde I es la intensidad de corriente (A)

R la resistencia (Ω)

T el tiempo (s)

LUZ

El calentamiento de un hilo metálico mediante el paso de la corriente eléctrica produce emisión de luz. A este fenómeno se le llama incandescencia.

El filamento incandescente de una bombilla alcanza una temperatura de entre 2000°C y 3000 °C. Para evitar que se funda, el filamento se encierra en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío o que contiene una mezcla de argón y nitrógeno, para evitar que se queme. Este proceso es muy poco eficiente, pues el 85% de la energía eléctrica se transforma en calor y no en luz. Por eso desde el año 2012 en Europa está prohibida su fabricación.

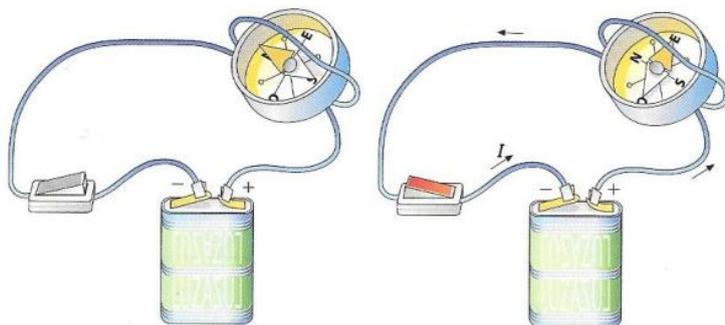


En la actualidad hay otros dispositivos capaces de obtener luz de una forma más eficiente, como son: lámparas halógenas, lámparas fluorescentes y más recientemente bombillas LED.



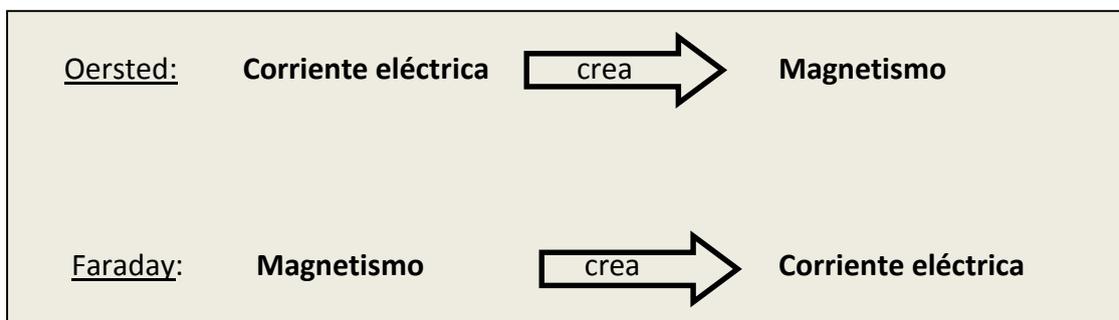
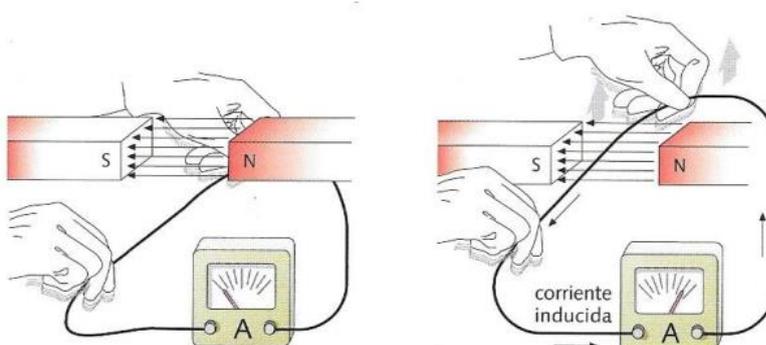
EFFECTOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Si se coloca una brújula en el centro de un espira o vuelta de cable por el que circula una corriente eléctrica, la aguja de la brújula detecta el paso de la corriente eléctrica y se orienta con respecto al circuito. Esta experiencia fue llevada a cabo por el científico danés Oersted (1820), que demostró así que la corriente eléctrica crea campos magnéticos, es decir puede actuar como un imán.



Este efecto puede ser aprovechado para producir movimiento y es el fundamento del electroimán. Se emplea, además, en los motores eléctricos, en los relés y en muchos otros aparatos.

El científico inglés Michael Faraday, descubrió en 1821 el efecto contrario: comprobó que moviendo un imán ante una espira (o una espira ante un imán) se generaba una corriente eléctrica. Es decir, un campo magnético puede producir una corriente eléctrica. Este fenómeno es importantísimo, pues es la base de las dinamos y alternadores que son los que producen la electricidad que consumimos.



4. CIRCUITO ELÉCTRICO.

Un **circuito eléctrico** es un recorrido cerrado cuyo fin es llevar energía desde unos elementos que la producen hasta otros elementos que la consumen.

Un circuito eléctrico consta de cinco tipos de elementos fundamentales. Sin los tres primeros tipos de elementos ningún circuito puede funcionar y debe contenerlos siempre. Los otros dos tipos de elementos nos ayudan mucho en el control y la seguridad de cada circuito.

1 **Elementos generadores:** son los elementos que le dan la energía al circuito. Son por ejemplo las pilas, las baterías, los alternadores, las dinamos, etc.

Debes recordar: que al polo positivo de una pila o de cualquier elemento electrónico se lo denomina **ánodo** y al polo negativo de la pila se le llama **cátodo**.

2 **Elementos receptores:** son aquellos elementos que consumen la energía que aportan los elementos generadores. Son por ejemplo las bombillas, los motores de los electrodomésticos, etc.

3 **Elementos conductores:** son los elementos encargados de llevar la energía desde los elementos que la generan hasta los elementos que la consumen. Normalmente son los cables. En algunos casos, como las linternas, pueden ser pequeñas placas metálicas.

4 **Elementos de maniobra y control:** son los elementos que se encargan de permitir o no permitir el paso de la corriente a través del circuito. Por ejemplo los interruptores, los conmutadores, los pulsadores como los del timbre, etc.

5 **Elementos de protección:** son los encargados de proteger el circuito de sobrecargas, es decir, de evitar que pase más energía por él en un momento determinado de la que son capaces de soportar los elementos consumidores. Por ejemplo los fusibles, los diferenciales en la instalación de las viviendas (es decir, ese elemento que impide que cuando toquemos un enchufe con las manos mojadas nos de corriente porque hace saltar el automático. Es lo que antes, en las viejas casas eran los plomos), etc.

NOTA: Un circuito puede funcionar **sólo con los tres primeros elementos mencionados**, pero si no hay un elemento de control que apague la bombilla, se agotará rápidamente la pila. Por eso es necesario poner un elemento de maniobra como un interruptor. Los elementos de protección no suelen usarse en circuitos sencillos sino en los complejos, como los de la vivienda o los del automóvil.

5. SÍMBOLOS.

Los elementos a la hora de diseñar circuitos no se emplean con su forma original ya que eso sería bastante complicado. Por eso, como recordarás, a cada elemento se le asigna un símbolo, que es el que luego se empleara en los diseños de los circuitos y que deberás aprenderte. No olvides que cada símbolo de un elemento debe tener al menos dos trocitos de cable, uno por donde le entra la corriente y otro por donde sale después de atravesarlo. En la siguiente tabla se ven los símbolos más usuales:

Elemento	Símbolo	Función
Pila o batería		Genera corriente
Bombilla		Produce luz
Motor		Genera movimiento
Resistencia		Genera calor
Interruptor		Permite o impide el paso de la corriente
Conmutador		Alterna la corriente entre dos circuitos
Pulsador		Permite o impide el paso de la corriente durante cierto tiempo
Fusible		Protege el circuito
Empalme		Conecta dos partes del circuito
Timbre		Produce sonido

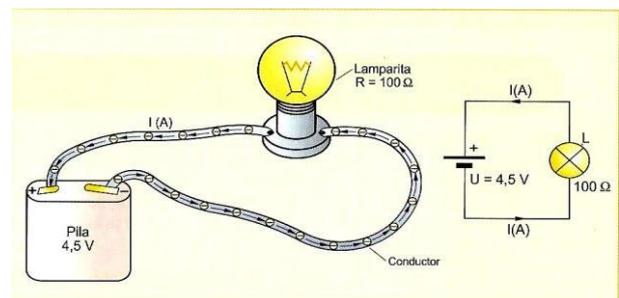
Te interesa saber

Interruptor. Tiene dos posiciones: una permite el paso de la corriente, y la otra, no.

Conmutador. Consta de dos salidas, esto es, se comunica con dos circuitos distintos, y hace que la corriente vaya hacia uno u otro, dependiendo de su posición.

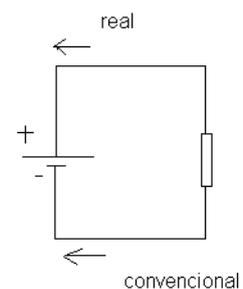
Pulsador. Es como un interruptor, pero tiene una posición fija que se altera cuando pulsamos y a la que vuelve cuando dejamos de hacerlo.

Por ejemplo, aquí tienes un circuito real con su bombilla y su pila y a su lado está su forma esquemática, que es mucho más sencilla.



6. SENTIDO DE LA CORRIENTE.

Cuando se empezaron a estudiar los átomos se creía que las cargas que se movían eran las positivas, Pero al avanzar los estudios se descubrió que las cargas que realmente **se movían eran las negativas**. Por eso, desde hace mucho tiempo se dibuja el sentido de la corriente saliendo del polo positivo de las pilas: es la que se llama **sentido convencional** de la corriente, porque es el aceptado por todos y el que aparece en los libros. Pero no hemos



de olvidar que el **sentido real** de la corriente es el que sale del polo negativo de la pila. Esto no tiene mayor importancia en electricidad donde la polaridad no importa, pero con los elementos electrónicos es fundamental tenerlo en cuenta porque si los colocamos al revés los rompemos.

7. TIPOS DE CIRCUITOS.

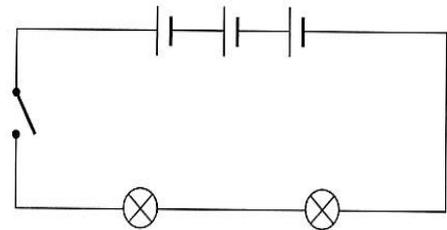
Hay tres tipos de circuitos eléctricos: en serie, en paralelo y circuitos mixtos.

Una forma sencilla de explicar los distintos tipos de circuitos es teniendo en cuenta que a todo elemento le entra la corriente por un extremo, lo recorre y sale por el otro extremo.

CIRCUITOS EN SERIE

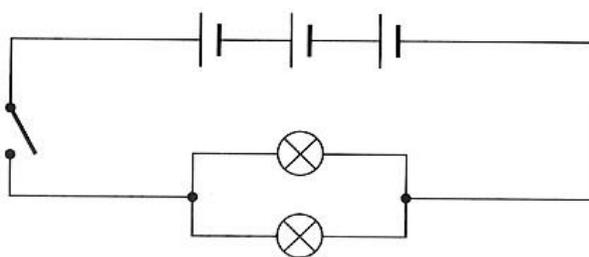
Son aquellos en los que la salida de corriente de un elemento está unida a la entrada del siguiente. Esto supone dos cosas:

1. La corriente debe atravesar completamente un elemento antes de poder entrar y recorrer el siguiente.



2. También supone que hay un solo camino (rama) para la corriente, lo que supone a su vez, que sólo hay una intensidad de corriente en todo el circuito en serie (o la rama) y es la misma para todos los elementos.

CIRCUITO EN PARALELO



Son aquellos en los que todas las entradas de corriente de los elementos se unen en un único punto común; y todas las salidas se unen en otro punto común. Esto supone dos cosas:

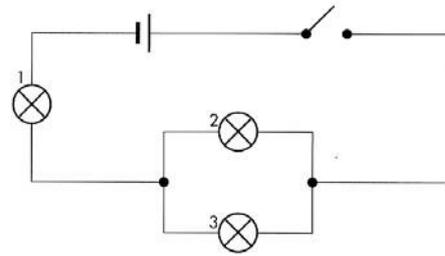
1. La corriente eléctrica ahora atraviesa a todos los elementos en paralelo a la vez porque les entra por el punto común de entrada y les sale por el punto común de salida.

2. Esto también supone que existe un camino (rama) para cada elemento en paralelo y no un único camino como antes. En este caso, al encontrarse varios caminos para distribuirse los electrones, no todas las ramas tendrán la misma corriente. Pero si tendrán todos los elementos en paralelo el mismo voltaje ya que esta magnitud siempre se mide entre la entrada de corriente y la salida de cada elemento, que ahora es común.

CIRCUITOS MIXTOS

Son aquellos que tienen elementos o partes en serie y en paralelo a la vez.

Las lámparas 2 y 3 están en paralelo y la 1 está en serie con las otras dos



8. LA LEY DE OHM Y LAS MAGNITUDES QUE EN ELLA APARECEN.

Ley de Ohm: esta ley nos dice que la tensión o voltaje aportado por los elementos generadores (pilas, baterías, alternadores, etc.) es igual al producto de la intensidad de corriente que circula en el circuito (los electrones que se desplazan en un momento dado) por la resistencia que ofrecen los elementos consumidores al paso de dicha corriente (bombillas, motores, etc.). Esta ley se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$V = I \cdot R$$

De esta definición deducimos que todos los elementos ofrecen siempre una cierta resistencia al paso de los electrones a través de ellos y por eso, en los circuitos, sustituimos las bombillas por el valor de la resistencia que ofrecen.

En la definición han aparecido tres magnitudes que son **el voltaje** (la energía aportada por los generadores), **la intensidad de corriente** (los electrones que están pasando en cada momento) y **la resistencia** que ofrecen los elementos consumidores.

Vamos a definir esas magnitudes y a indicar las unidades del Sistema Internacional (SI) en que se miden:

Recuerda que magnitudes son la longitud cuya unidad es el metro, el tiempo cuya unidad es el segundo, la masa cuya unidad es el Kg, etc.

8.1 VOLTAJE O TENSIÓN

También lo oirás llamar tensión o diferencia de potencial (ddp). Es la energía que aportan los elementos generadores, al hacer que los electrones se muevan dentro del conductor. Si esa energía no existiese, no podrían encenderse las luces o funcionar los electrodomésticos.

En las pilas y baterías, la energía aportada es siempre un valor constante hasta que se agota la pila. Hay pilas que son recargables, como las de los móviles.

El voltaje se simboliza con V, como ves en la fórmula de la ley de Ohm. En el Sistema Internacional su unidad de medida es el voltio que también se simboliza con V.

Por eso, al mirar las pilas verás que unas dicen 1'5V, 3V, 4'5V etc. Y también oirás que en las viviendas el voltaje es de 220V.

8.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE

Esta magnitud da cuenta del número de electrones que hay circulando en cada momento en cada rama del circuito. Si sólo hay un camino o rama, toda la intensidad será la misma en todas partes. Pero si hay más de una rama, los electrones, como el agua, se distribuirán por esas ramas.

El agua no se distribuye por igual al encontrar varios caminos para discurrir e irá más agua por los más anchos que por los más estrechos. Lo mismo ocurrirá con los electrones, irán más por las ramas que les ofrezcan menos resistencia que por los que les ofrezcan más resistencia a pasar. Eso va a depender de los elementos que coloquemos en cada rama.

La intensidad de corriente se simboliza con I, y en el Sistema Internacional se mide en amperios cuyo símbolo es A. Recuerda que el amperio es una unidad muy grande y que se suele trabajar con submúltiplos de ella como el mA (miliamperio).

8.3 RESISTENCIA

Es la oposición que ofrecen los elementos a dejar pasar los electrones (la corriente) a través de ellos.

La resistencia se simboliza con una *r* mayúscula **R**, y en el Sistema Internacional se mide en ohmios, en honor al descubridor de la ley de Ohm. Su símbolo es la letra griega omega, Ω

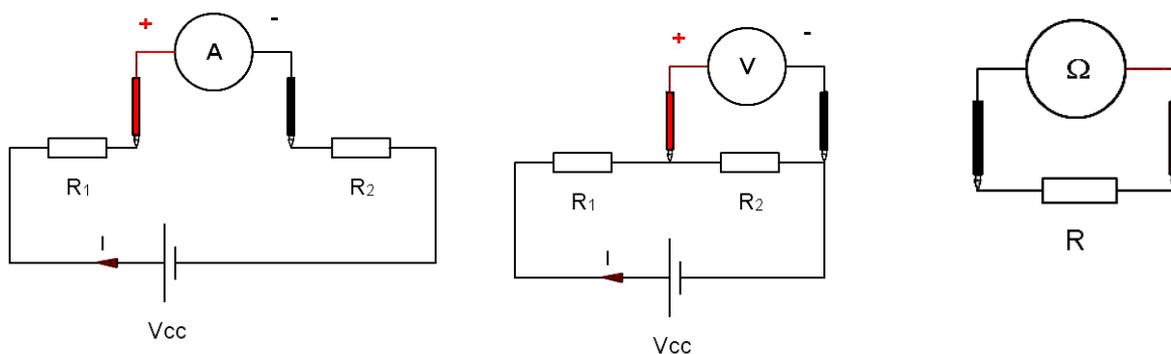
Hay unos elementos que se ponen en los circuitos para hacer que circulen menos electrones por un elemento delicado, que si, por ejemplo recibiese muchos se rompería, y que se llama **resistencias**, y que has visto entre los elementos y sus símbolos en la tabla que ya estudiamos.

9. COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MEDIDA PARA MEDIR MAGNITUDES ELÉCTRICAS.

Vamos a ver cómo se coloca el amperímetro (aparato para medir la intensidad de corriente), el voltímetro (aparato para medir el voltaje) y el óhmetro (aparato para medir la resistencia). Como ves en los ejemplos, el amperímetro se coloca siempre en serie con los elementos a medirles la intensidad de corriente. El voltímetro siempre se coloca en paralelo

con el elemento al que le vamos a medir el voltaje. En el caso del amperímetro y del voltímetro, la corriente ha de estar circulando por el circuito al hacer la medida o nos dará cero.

El óhmetro se coloca siempre en paralelo con el elemento al que le vamos a medir la resistencia pero para usar este aparato no puede estar circulando corriente por el elemento. Por eso suele quitarse del circuito para medirle la resistencia o se desconecta la corriente para hacer la medida, si no queremos sacarlo del circuito ya construido.



10. IMPACTO AMBIENTAL DE LA ELECTRICIDAD Y FORMAS DE AHORRAR ESTE TIPO DE ENERGÍA.

La corriente eléctrica ha supuesto una revolución del uso de maquinaria, elementos varios, electrodomésticos, herramientas, etc.; que han facilitado mucho las tareas tanto en el hogar como en cualquier trabajo. Se han creado aparatos como los teléfonos, los móviles, los ordenadores, etc., que sin la existencia de la electricidad no habrían podido existir.

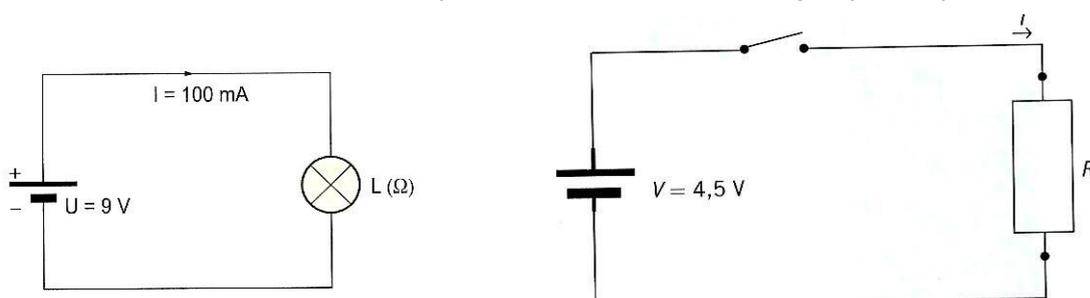
En sí misma, la electricidad no es contaminante y si se usa siguiendo las normas de seguridad de cada aparato eléctrico, no tienen porque causarnos daño. Sin embargo, muchas de las formas de producir esta energía son altamente contaminantes, como las centrales térmicas (que usamos en Canarias) que suelen funcionar con combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), con residuos sólidos urbanos (basura) o biomasa (restos de podas y cosechas) que emiten gran cantidad de gases a la atmósfera contribuyendo al efecto invernadero y al cambio climático. También se emplean las centrales nucleares cuyos residuos aún son más peligrosos y contaminantes.

Pese a todo esto, nuestra demanda de electricidad es cada vez mayor y si queremos conservar el medio ambiente, como no podemos abandonar este tipo de centrales contaminantes, debemos seguir unas pautas de ahorro eléctrico que nos permitan consumir menos:

1. Sustituir las bombillas incandescentes por lámparas de bajo consumo o por fluorescentes.
2. Apagar las luces y aparatos eléctricos que no se estén usando.
3. Usar llena la lavadora y el lavavajillas.
4. Procurar usar la lavadora con la temperatura lo más baja posible: ahorra el no tener que calentar el agua al usarla.
5. Mantener limpia de escarcha y hielo la nevera si no es “no-frost” y, si es posible, adquirir una nevera de este tipo pues no forma ni hielo ni escarcha.
6. Al usar la vitrocerámica o el horno eléctrico, usar el calor residual para acabar de hacer o calentar la comida, es decir, apagar la vitro o el horno poco antes de acabar de hacer o calentar la comida porque con el calor que queda, se terminará de cocinar o calentar.
7. No abrir innecesariamente el horno eléctrico para que no se escape el calor.
8. No dejar electrodomésticos en stand-by (con el piloto encendido), pues esto puede llegar a suponer un gasto del 10% de la energía total y podemos considerarlo un gasto totalmente superfluo.

11. APLICACIÓN DE LA LEY DE OHM A LOS DISTINTOS TIPOS DE CIRCUITOS.

En un circuito simple en el que sólo tenemos una pila, un interruptor, cables y un elemento consumidor de energía, debemos tener presente que dicho elemento siempre va a ofrecer una cierta resistencia al paso de la corriente. Por ejemplo, si ponemos un bombillo



opondrá menos resistencia que cuando ponemos un motor, pero en ambos casos se opone resistencia.

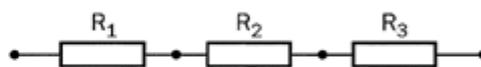
Como ves en estos ejemplos, en el primero tenemos una bombilla que tiene una cierta resistencia que podríamos calcular con la ley de Ohm ya que conocemos la intensidad que circula y el voltaje de la pila. El segundo caso es igual pero en lugar del bombillo hemos colocado una resistencia que la representa, que es como trabajaremos habitualmente en los problemas.

Resistencia equivalente: Cuando en un circuito hay más de un elemento receptor, ya sea en serie, en paralelo o de forma mixta, la ley de Ohm no puede aplicarse al circuito entero sin haber encontrado una forma previa de reducir todas las resistencias a una sola que las represente a toda, ya que en la ley de Ohm sólo podemos tener una única resistencia. A esta resistencia que representa a las que teníamos inicialmente se la llama **resistencia equivalente**, porque si la ponemos a ella en el lugar de las demás, tanto el voltaje como la intensidad de corriente siguen siendo la misma.

Esta resistencia equivalente se calcula mediante una fórmula distinta, dependiendo de cómo se coloquen los elementos: en serie, en paralelo o de forma mixta.

Resistencia equivalente en serie: se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

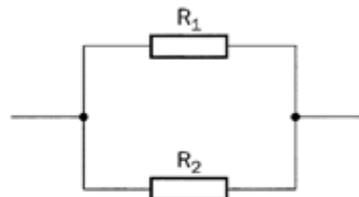


Resistencias conectadas en serie.

Resistencias equivalentes en paralelo: se calcula mediante la

fórmula:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

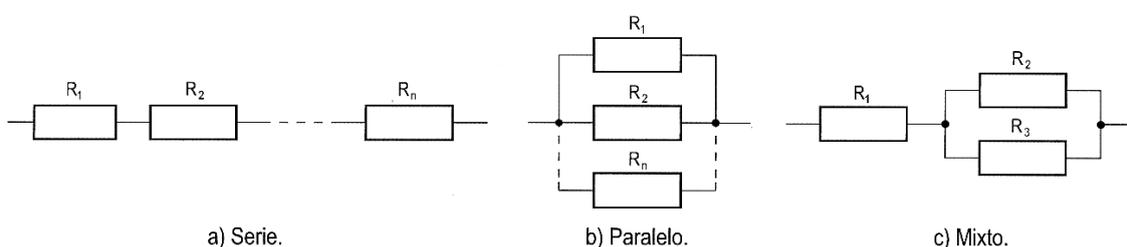


Resistencias conectadas en paralelo.

Resistencia equivalente mixta: la parte en serie se calcula con la fórmula para calcular la resistencia equivalente en serie y la parte en paralelo se calcula con la fórmula de la resistencia equivalente en paralelo.

Siempre se empieza a calcular por los elementos en paralelo, para que nos quede luego una nueva resistencia equivalente de las que están en paralelo, que va a estar en serie con las resistencias en serie.

En resumen:



a) Serie.

b) Paralelo.

c) Mixto.

12. USO DE LA LEY DE OHM PARA CALCULAR LAS MAGNITUDES DE CADA RESISTENCIA QUE APARECE EN EL CIRCUITO.

Circuito en serie: Recuerda que en serie la intensidad de corriente es única, por lo que todas los elementos en serie tendrán la misma corriente, la que nos da la pila. Eso significa que, como las resistencias no son iguales, los voltajes de cada elemento tampoco pueden serlo. Pero si hay algo que se cumple, el voltaje de cada elemento en serie, sumado a los demás, no puede superar nunca el que nos da la pila.

Entonces se cumplen las siguientes expresiones:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

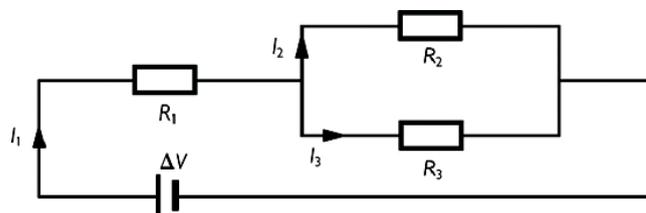
Circuitos en paralelo: En paralelo hay una rama para cada elemento, lo que significa que la corriente no puede ser igual en todas las resistencias. Pero recuerda también que el voltaje se media entre la entrada de corriente de un elemento y su salida. Al estar en paralelo todos los elementos tienen el mismo punto para entrar la corriente y los atraviesa a todos a la vez saliendo luego por el punto común de salida. Esto significa que ahora lo que será igual para todos los elementos en paralelo será el voltaje.

Entonces se cumplen las siguientes expresiones:

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

Circuito mixto: al igual que pasaba con las resistencias, en un circuito mixto las fórmulas anteriores se cumplen en la parte en serie las de los circuitos en serie y las fórmulas en paralelo para la parte de los elementos en paralelo.



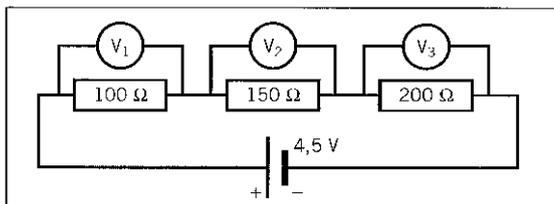
Es decir, la ley de Ohm se aplica al circuito entero pero también se aplica de forma individual a cada elemento consumidor del circuito, esto es, a cada resistencia. Estudiemos algunos ejemplos:

12.1 RESOLUCIÓN EN SERIE

Ejemplo

Halla la intensidad y el voltaje en cada una de las siguientes resistencias.

Como están en serie, la intensidad de cada resistencia es la intensidad del circuito, que puede hallarse a partir de la resistencia equivalente.



$$R_{\text{equivalente}} = 100 + 150 + 200 = 450 \, \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{\text{equivalente}}} = \frac{4,5}{450} = 0,01 \, \text{A}$$

Conocida la intensidad, puede aplicarse la ley de Ohm en cada resistencia.

$$V_1 = 0,01 \cdot 100 = 1 \, \text{V}$$

$$V_2 = 0,01 \cdot 150 = 1,5 \, \text{V}$$

$$V_3 = 0,01 \cdot 200 = 2 \, \text{V}$$

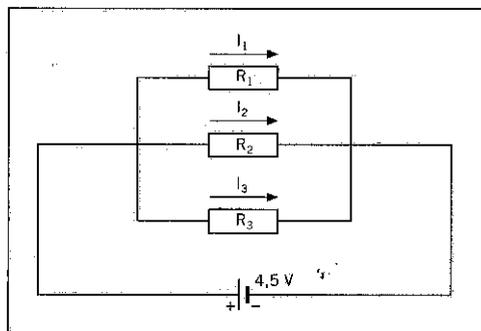
Comprobación: la suma de los voltajes debe ser igual que el voltaje de la batería.

$$V_1 + V_2 + V_3 = 1 + 1,5 + 2 = 4,5 \, \text{V}$$

12.2 RESOLUCIÓN EN PARALELO:

b) **Resistencias en paralelo.** El voltaje entre los extremos de las resistencias es igual para todas, y corresponde al voltaje de la pila.

La intensidad que circula por cada resistencia es distinta, y se calcula aplicando la ley de Ohm



$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

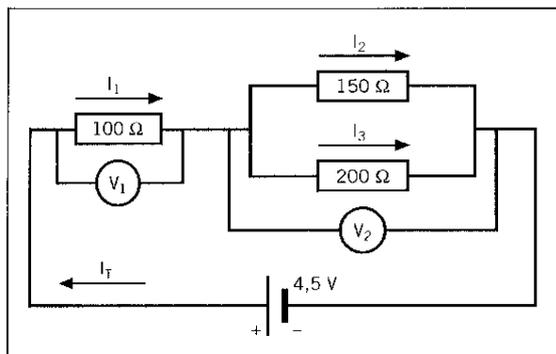
$$I_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3}$$

12.3 RESOLUCIÓN EN EL CASO DE UN CIRCUITO MIXTO:

Ejemplo

Halla la intensidad y el voltaje en cada una de las siguientes resistencias.



1. Hallamos la resistencia equivalente.

$$\frac{1}{R_{\text{equivalente paralelo}}} = \frac{1}{150} + \frac{1}{200} \rightarrow R_{\text{equivalente paralelo}} = 85,71 \Omega$$

$$R_{\text{equivalente total}} = 100 + 85,71 = 185,71 \Omega$$

2. Hallamos la intensidad total del circuito.

$$I_T = \frac{V}{R_{\text{total}}} = \frac{4,5}{185,71} = 0,0242 \text{ A}$$

3. Sustituimos las resistencias en paralelo por su valor equivalente ($85,71 \Omega$) para hallar los voltajes V_1 y V_2 .

$$V_1 = I_T \cdot R_1 = 0,0242 \cdot 100 = 2,42 \text{ V}$$

$$V_2 = I_T \cdot R_{\text{equivalente paralelo}} = 0,0242 \cdot 85,71 = 2,07 \text{ V}$$

4. Por último, volvemos al circuito original para hallar I_2 e I_3 , aplicando la ley de Ohm.

$$I_2 = \frac{2,076}{150} = 0,0138 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{2,076}{200} = 0,0103 \text{ A}$$

Se puede comprobar que $I_1 = I_2 + I_3$ (salvo errores de redondeo).

13. POTENCIA Y ENERGÍA. CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE SU COSTE.

Cuando compramos un electrodoméstico o una simple bombilla, siempre vemos que nos da la potencia de consumo. Habrás visto bombillas de 40W, 50W o los de bajo consumo que ponen menos potencia, 7W, 5W, etc.

Cuando hablamos de ahorrar energía vimos un cuadro, donde nos decía que la potencia de consumo de un electrodoméstico va en función de su clase. Los que menos potencia requieren son los de la clase A, después los de la B y así sucesivamente.

Todo eso hemos de tenerlo en cuenta a la hora de ahorrar pero no a la hora de calcular la potencia que se está utilizando, la energía que consumimos y lo que nos cobra la compañía eléctrica por dicho consumo.

Vamos a empezar por la potencia:

13.1 POTENCIA

Todo elemento consumidor que se coloque en un circuito tiene una potencia que ya hemos dicho que aparece entre las características de los elementos consumidores que compramos. Así, un secador de pelo puede decirnos 800W, 1000W o más, al igual que la aspiradora, el ordenador, la televisión etc.

La potencia eléctrica la vamos a definir como la capacidad que tiene un elemento consumidor o receptor para transformar la energía en un tiempo determinado, que será el tiempo que este conectado y funcionando. Si una bombilla está apagada no está consumiendo energía pero si la encendemos, sí lo hace. Su símbolo es **P**.

En el sistema internacional la potencia se mide en vatios cuyo símbolo es **W**

La potencia consumida por un aparato eléctrico por el que circula una intensidad I , y cuyo voltaje de funcionamiento es V , viene dada por la expresión:

$$P = I \cdot V$$

De este modo, si conocemos el voltaje de nuestras casas que es 220V y la potencia de los aparatos consumidores como los bombillos de 40W o de 60W, o el secador de pelo de 1000W, o la estufa de 1000W o 1500W, etc.; podemos conocer la intensidad de corriente que circula por dicho aparato: $I = P/V$

También podemos calcular el voltaje de funcionamiento del aparato si conocemos la potencia y la intensidad de corriente: $V = P/I$

Pero también podemos conocer la resistencia que ofrece el aparato al paso de la corriente a través de él ayudándonos de la ley de Ohm:

$$V = I \cdot R$$

Luego haciendo combinaciones obtenemos:

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

Es decir:

$$R = P/I^2$$

13.2 ENERGÍA

Hemos visto que el voltaje es la energía que proporcionan los elementos generadores a los electrones para mantenerlos en movimiento dentro del circuito y que haya una corriente eléctrica. Como ya hemos dicho, dicha energía es consumida por los elementos consumidores o receptores.

La energía que consume un aparato eléctrico durante un **tiempo** determinado, **t**, por el que circula una corriente **I** y cuyo voltaje de funcionamiento es **V**, responde a la expresión:

$$E = P \cdot t$$

Como ves, la energía está relacionada con la potencia consumida por cada aparato. Si una bombilla de 60W está funcionando durante una hora, consumirá menos energía que si está funcionando durante cuatro horas.

En el sistema internacional, la energía, como recordarás, se mide en Julios, que es una unidad de medida muy pequeña. Pero si observa cualquier recibo de la luz, verás que la energía no nos la cobran en Julios sino en kilovatios-hora. Esto es, a las compañías eléctricas lo que les interesa son los kWh que consumimos.

Esto significa que cuando en un problema obtenemos la potencia de un aparato o nos la dan en vatios, hemos de pasarla a kW. Y como sabemos que en el sistema internacional el tiempo se mide en segundos, hemos de pasar siempre el tiempo a horas.

Cuando hayamos pasado la potencia a kW y el tiempo a horas, la energía se medirá en kWh, que es lo que nos cobran en los recibos de la luz. Allí nos indican el precio de un kWh y nos dicen la cantidad de kWh que hemos consumido cada mes. De ese modo podemos calcular el coste de nuestro consumo eléctrico.

14. Coste de la energía consumida

Como hemos indicado en el apartado anterior, las compañías eléctricas siempre nos indican en la factura el precio de un solo kWh y nos ofrecen la lectura de un día concreto y de otro posterior. Restando esas dos lecturas obtenemos la cantidad de kWh que hemos consumido en ese período. Luego el coste **C**, de la energía será el producto de los kWh consumidos, es decir, la energía consumida en ese período **E**, por el precio unitario **u**, de un solo kWh:

$$C = E \cdot u$$

Si aplicamos esta expresión a un día normal en nuestra casa, podemos averiguar cuál es el precio promedio de nuestros gastos energéticos. Para ello hemos de tener en cuenta que la nevera va a estar siempre conectada, las horas de televisión o televisiones encendidas, las bombillas, ordenador y cualquier electrodoméstico que usemos habitualmente. Eso nos hará darnos cuenta de cuánto consumimos y de cuánto podemos ahorrar si nos preocupamos de apagar todo aquello que no esté en uso.

15. RESISTENCIA ELECTRICA: CÓDIGO DE COLORES.

Ya hemos visto que cualquier elemento consumidor, e incluso los elementos generadores, presentan una cierta resistencia al paso de la corriente. Pero no es esa la resistencia que ahora nos interesa sino unos elementos denominados **resistencias** que se colocan en los circuitos normalmente para proteger a otros elementos consumidores.

Estas resistencias pueden ser de varios tipos, como ya verás en 4º E.S.O., y se utilizan con diversos fines, como por ejemplo que se abran y se cierren circuitos dependiendo de variaciones como la temperatura (en un sensor de incendios), de la luz, etc.

Actualmente, las resistencias suelen emplearse para proteger elementos electrónicos, de los que en nuestra sociedad abundan mucho, como comprobamos sin más que mirar a tu alrededor: MP3, móvil, ordenador, multifunción, programador de la lavadora, de la secadora, etc.

Las resistencias que se adquieren en el mercado tienen valores concretos que podemos calcular con el código de colores. Eso quiere decir que en el mercado no se venden resistencias de cualquier valor que necesitemos. Por ello es necesario combinarlas en serie, en paralelo o de forma mixta, hasta obtener el valor de protección que necesita nuestro componente o componentes electrónicos.

CÓDIGO DE COLORES

El código de colores permite identificar fácilmente el valor teórico de una resistencia. Dicho código consta de cuatro franjas: tres de ellas, las que se encuentran más próximas entre sí, proporcionan el valor teórico de la resistencia; mientras que la cuarta franja, que aparece algo más separada, nos proporciona el valor de la **tolerancia**, es decir el margen de error sobre el valor teórico que indican las tres primeras franjas. Esta tolerancia es un valor que fluctúa en torno al marcado por el teórico, pudiendo medirse con un óhmetro valores inferiores o superiores al que dan los colores iniciales. Es decir, el valor real de la resistencia fluctuará en torno al teórico dependiendo del intervalo de tolerancia que presente la resistencia.



Cuando queremos obtener el valor de la resistencia, debemos colocarla en horizontal con la banda de la tolerancia hacia la derecha. Para obtener el valor teórico de la resistencia, comenzamos a leer las franjas de izquierda a derecha de la siguiente forma:

1 - **Primera franja** (1ºf): corresponde a la primera cifra, es decir, a un número.

2 - **Segunda franja** (2ºf): corresponde a la segunda cifra, es decir, un número.

3 - **Tercera franja** (3ºf): es un factor multiplicador y corresponde al número de ceros que hay que colocar después de las dos primeras cifras.

4 - **Cuarta franja** (4ºf): es la tolerancia.

Podemos observar en el siguiente cuadro el código de colores:

Aunque en este cuadro se asignan valores a la tolerancia para el marrón y el rojo, nosotros sólo vamos a trabajar con tolerancias de color oro y plata. Y más concretamente con la de color oro. Como ves, la tolerancia dispone de un signo más-menos y es un tanto por ciento.

Para ilustrar la manera de resolver estos cálculos vamos a poner un ejemplo concreto e iremos haciendo los pasos uno a uno. Pero antes vamos a ver que es eso del valor teórico (VT), los valores reales (VR) y la tolerancia (Tol).

Color	1.ª cifra	2.ª cifra	Factor multiplicador	Tolerancia
Negro	0	0	× 1	
Marrón	1	1	× 10	± 1 %
Rojo	2	2	× 100	± 2 %
Naranja	3	3	× 1.000	
Amarillo	4	4	× 10.000	
Verde	5	5	× 100.000	
Azul	6	6	× 1.000.000	
Violeta	7	7	× 10.000.000	
Gris	8	8	× 100.000.000	
Blanco	9	9		
Oro				± 5 %
Plata				± 10 %

Códigos de colores para identificar el valor en ohmios de una resistencia.

De matemáticas sabrás lo que es un intervalo de números que se representan por el valor más bajo del intervalo separado por una coma del valor más alto, y ambos entre paréntesis: (a,b).

Pues la tolerancia nos va a ayudar a obtener ese intervalo de valores reales posibles calculando el tanto por ciento del valor teórico que nos dan las tres primera cifras, restándosele después para tener el valor más bajo; y a continuación sumándosele para obtener el valor más alto.

Es decir:

$$VR = (VT - Tol, VT + Tol)$$

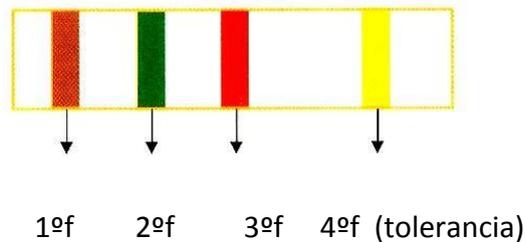
Para comprenderlo supongamos que con las tres primeras franjas hemos obtenido un valor de 3000Ω y supongamos que la tolerancia es ±10%. Como la tolerancia es un tanto por ciento, recuerdas que se multiplica por el número que lleva el tanto por ciento y se divide por cien. Esto es:

$$Tol = VT \cdot 4^\circ f / 100 = 3000 \cdot 10 / 100 = 300\Omega$$

Entonces los valores reales serán:

$$VR = (VT - Tol, VT + Tol) = (3000 - 300, 3000 + 300) = (2700\Omega, 3300\Omega).$$

Ejemplo: supongamos que tenemos una resistencia cuyos colores son: marrón, verde, rojo y oro



Pasos a seguir:

- a) 1ºf: marrón = primera cifra = 1
- b) 2ºf: verde = segunda cifra = 5
- c) 3ºf: rojo = número de ceros = 00
- d) $VT = 1500 \Omega$
- e) h) 4ºf: $\pm 5 = Tol = 1500 \cdot 5/100 = 75$
- f) i) $VR = (VT - Tol, VT + Tol) = (1500 - 75, 1500 + 75) = (1425\Omega, 1575\Omega)$
- g) VR obtenido con el óhmetro: es el valor que leeremos con el polímetro, aparato este que puede actuar como voltímetro, amperímetro y óhmetro, para facilitar el número de aparatos con los que trabajamos.

Según el intervalo de valores que hemos obtenido, al leer con el óhmetro podemos obtener como valores 1497Ω , 1502Ω , 1570Ω , etc, porque son valores que están dentro del intervalo de posibles valores reales. Pero si leemos 1403Ω o 1598Ω , habremos hecho mal los cálculos porque esos valores no están dentro del intervalo y no son posibles valores reales de la resistencia 1500Ω con una tolerancia de $\pm 5\%$.

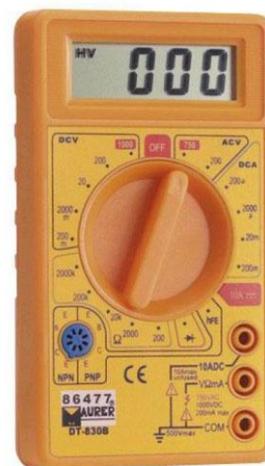
16. Polímetro

El polímetro o téster es un aparato que puede actuar como amperímetro, voltímetro u óhmetro, entre otros aparatos de medida. Recuerda que cuando actúa como amperímetro debe colocarse en serie en el circuito y cuando actúa como voltímetro, en paralelo con el aparato al que le queremos medir la tensión (en estos dos casos la corriente debe estar circulando por el circuito) Cuando actúa como óhmetro también se coloca en paralelo pero no puede estar circulando corriente por ella. Por eso es mejor hacer las medidas con la resistencia fuera del circuito.

Hay dos tipos de polímetros, los analógicos que nos dan la medida mediante una aguja, y los **digitales**, que son los que vamos a usar para tomar medidas.

Como medida de precaución para salvaguardar el polímetro, debes que siempre haz empezar al medir por una medida superior a la que crees, por si te hubieras equivocado en los cálculos. De ese modo se protege el aparato al no hacerlo medir algo muy alto, en donde se debería estar midiendo algo menor.

Otra cosa que debes tener en cuenta es que, a veces, te saldrán medidas negativas. Eso se debe a la polaridad a la que el téster es sensible. Para obtener el valor positivo no hay más que intercambiar los punteros al medir.



Polímetro digital

Vamos a ver cómo es el polímetro que solemos usar en el aula-taller y cómo mide las tres magnitudes básicas. Verás que se puede medir la corriente y el voltaje en continua, y también podrás medir esas magnitudes en alterna.



Conexiones

El cable rojo representa el polo positivo

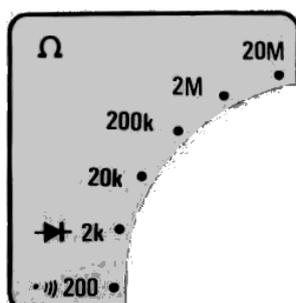
El cable negro el polo negativo

La tensión máxima que soporta el polímetro si la corriente es continua es 1000 V.

La tensión máxima que soporta el polímetro si la corriente es alterna es 750 V.

ESCALA DE RESISTENCIAS

Esta escala mide la resistencia eléctrica en Ohmios, desde 200 Ω hasta 20 M Ω = 20000000 Ω



La conexión de los cables es la siguiente:

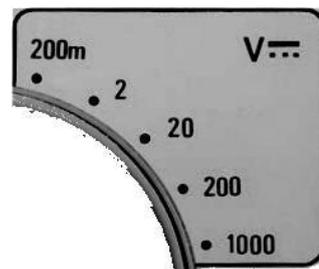
- Cable negro: conexión **COM**
- Cable rojo: conexión **V/ Ω**

ESCALA DE TENSIÓN ELÉCTRICA EN CORRIENTE CONTINUA

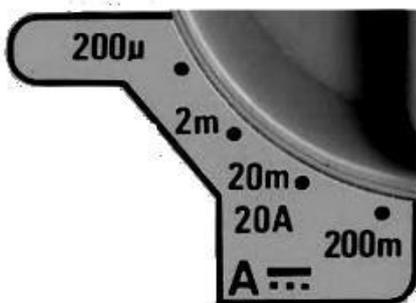
Esta escala mide la tensión eléctrica si la corriente que se desea medir es continua. La escala va desde los 200mV= 0,2V hasta los 1000V.

La conexión de los cables es la siguiente:

- a) Cable negro: conexión **COM**
- b) Cable rojo: conexión **V/Ω**



ESCALA DE INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA CONTINUA



Esta escala mide la intensidad de la corriente eléctrica si es continua. La escala va desde los 200μA= 0,2mA = 0,0002A hasta los 200mA= 0,2A.

La conexión de los cables es la siguiente:

- a) Cable negro: conexión **COM**
- b) Cable rojo: conexión **mA**

Se emplea para medir intensidades de corriente bajas, propias del ámbito electrónico

17. MAGNITUDES Y UNIDADES

Vamos a resumir en cuadro las magnitudes estudiadas hasta ahora, su unidad en el Sistema Internacional y los aparatos con los que las medimos.

MAGNITUD	SÍMBOLO DE MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO DE UNIDAD	APARATO DE MEDIDA
Voltaje	V	Voltio	V	Voltímetro
Intensidad de corriente	I	Amperio	A	Amperímetro
Resistencia	R	Ohmio	Ω	Óhmetro
Potencia	P	Vatio	W	Vatímetro
Energía	E	Julio (SI)	J (SI)	
		Kilovatio-hora	kWh (lo que nos cobra la compañía eléctrica)	

Veamos los *múltiplos* y *submúltiplos* más usados de estas magnitudes:

Intensidad de corriente de corriente eléctrica

Múltiplos	Unidad Básica	Submúltiplo		
No se usan	Amperio	Miliamperio	Microamperio	Nanoamperio
	A	mA	μA	nA
		$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$	$1 \mu\text{ A} = 10^{-6} \text{ A}$	$1 \text{ nA} = 10^{-9} \text{ A}$

Tensión eléctrica

Múltiplo		Unidad Básica	Submúltiplo	
Megavoltio	Kilovoltio	Voltio	Milivoltio	Microvoltio
MV	KV	V	mV	μV
$1 \text{ MV} = 10^6 \text{ V}$	$1 \text{ KV} = 10^3 \text{ V}$		$1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$	$1 \text{ V} = 10^{-6} \text{ V}$

Resistencia eléctrica

Múltiplo		Unidad Básica	Submúltiplo	
Megaohmio	Kiloohmio	Ohmio	Miliohmio	Microhmio
$\text{M}\Omega$	$\text{K}\Omega$	Ω	$\text{m}\Omega$	$\mu\Omega$
$1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$	$1 \Omega = 10^3 \Omega$		$1 \text{ m}\Omega = 10^{-3} \Omega$	$1 \mu\Omega = 10^{-9} \Omega$