

## ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

### INTRODUCCIÓN

Como recordarás de cursos anteriores, la electricidad es fundamental en nuestra sociedad, hasta el punto de 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

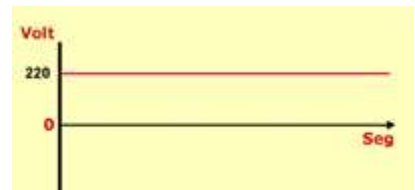
### REPASO DE LO ESTUDIADO EN LOS CURSOS ANTERIORES

#### 1. LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

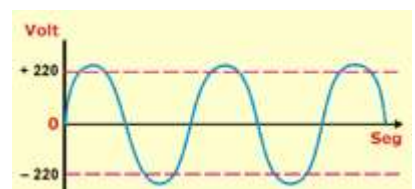
**Corriente eléctrica:** es el movimiento de las cargas (normalmente electrones) dentro de un conductor.

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

1 – **Corriente continua:** es aquella cuyos electrones van siempre en el mismo sentido dentro del conductor. Y, además, su valor es constante en el tiempo. Los generadores de corriente continua tienen polaridad (hay dos polos de distinto signo). Es la que tienen por ejemplo las pilas, las baterías de los coches, etc.



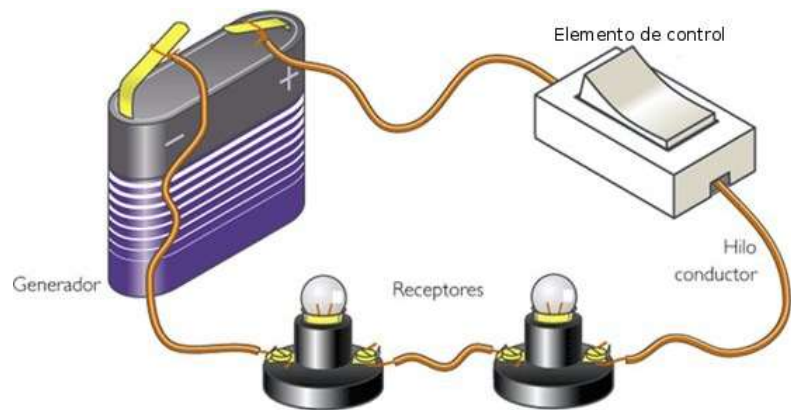
2 – **Corriente alterna:** en este tipo de corriente los electrones van y vienen dentro del conductor, es decir, ya no siguen un solo sentido. Además su valor ya no es constante en el tiempo y va cambiando de un instante a otro. Los generadores de corriente no tienen polaridad. Es la corriente que nos 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.



## 2. 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.

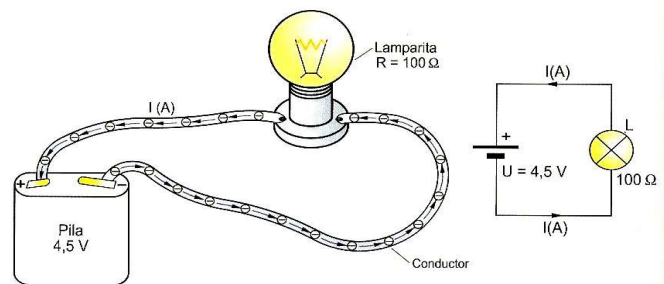
**NOTA:** Un circuito puede funcionar **sólo con los tres primeros elementos mencionados**, pero si no hay un elemento de control que apague la bombilla, se agotará rápidamente la pila. Por eso es necesario poner un elemento de maniobra como un interruptor. Los elementos de protección no suelen usarse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

## 3. SÍMBOLOS.

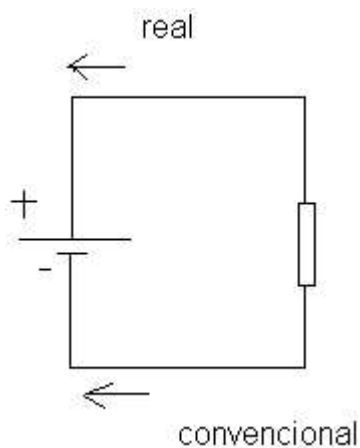
Los elementos a la hora de diseñar circuitos no se emplean con su forma original ya que eso sería bastante complicado. Por eso, como recordarás, a cada elemento se le asigna un símbolo, que es el que luego se empleara en los diseños de los circuitos y que deberás aprenderte. No olvides que cada símbolo 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

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.



#### 4. 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.

## 5. TIPOS DE CIRCUITOS.

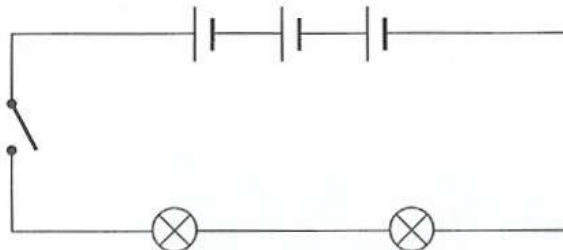
Hay tres tipos de circuitos eléctricos: en serie, en paralelo y circuitos mixtos.

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.

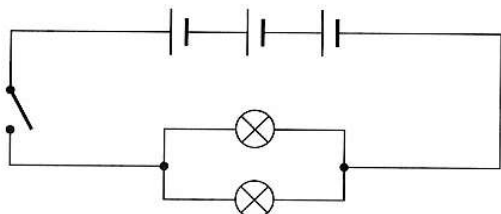


**Circuito en paralelo:** Son aquellos en los que todas las entradas de corriente de los elementos se unen en un único punto común; y todas las salidas se unen en otro punto común. Esto supone dos cosas:

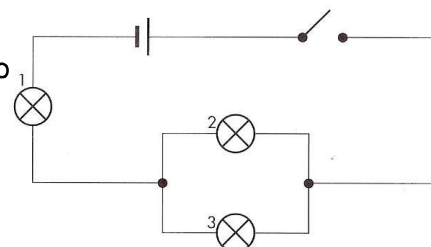
1 – La corriente eléctrica ahora atraviesa a todos los elementos en paralelo a la vez porque les entra por el punto común de entrada y les sale por el punto común de salida.

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

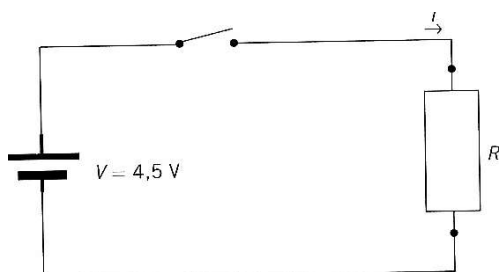
varios caminos para distribuirse los electrones, **no todas las ramas tendrán la misma corriente**. Pero si tendrán todos los elementos en paralelo la misma tensión ya que esta magnitud siempre se mide entre la entrada de corriente y la salida de cada elemento, que ahora es común.



**Circuitos mixtos:** Son aquellos que tienen elementos o partes en serie y en paralelo a la vez.



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



**Ley de Ohm:** esta ley nos dice que la tensión aportada 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 **la tensión eléctrica** (que viene a ser fuerza o la energía aportada por los generadores), **la intensidad de corriente** (los electrones que están pasando en cada instante) 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.**

### Voltaje o tensión eléctrica

También lo oírás llamar **tensión o diferencia de potencial** (ddp). Relacionado con 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 una "**V**" mayúscula 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 una "v" mayúscula, **V**.

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

### Intensidad de corriente o simplemente intensidad.

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 se distribuirán por esas ramas.

El corriente eléctrica no se distribuye por igual al encontrar varios caminos para discurrir e irán más electrones por las ramas en las que. 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 un "i" mayúscula **I**, y en el Sistema Internacional se mide en **amperios** cuyo símbolo es una "a" mayúscula **A**. Recuerda que el amperio es una unidad muy grande y que se suele trabajar con submúltiplos de ella como el **mA** (miliamperio). Un amperio equivale a 1000 miliamperios.

### Resistencia eléctrica

Es la oposición que ofrecen los elementos eléctricos 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,  $\Omega$ .



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.



Resistencia eléctrica

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

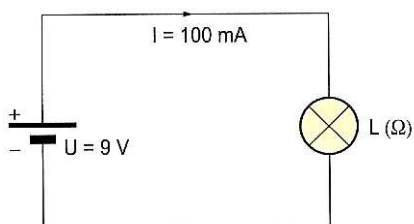
La corriente eléctrica ha supuesto una revolución del uso de maquinaria, elementos varios, electrodomésticos, herramientas, etc.; que han facilitado mucho las tareas tanto en el hogar como en cualquier trabajo. Se han creado aparatos como los teléfonos, los móviles, los ordenadores, etc., que sin la 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 tener que calentar el agua al usarla.
5. Mantener limpia de hielo y escarcha 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 terminara 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.

## 8. 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.

Vamos a ver un ejemplo: ¿Qué intensidad circula por un circuito si la pila tiene 4,5 V y la resistencia es de 100  $\Omega$ .

**Resistencia equivalente:** Cuando en un circuito hay más de un elemento consumidor, 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.

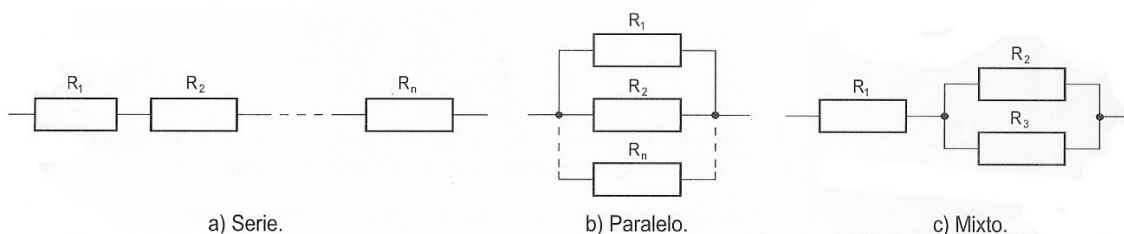
Esta resistencia equivalente se calcula mediante una fórmula distinta, dependiendo de cómo se coloquen los elementos: en serie, en paralelo o de forma mixta.

- Resistencia equivalente en serie: se calcula mediante la fórmula:  $R_{\text{equivalente}} = R_1 + R_2 + R_3$

- Resistencias equivalentes en paralelo: se calcula mediante la fórmula:  $\frac{1}{R_{\text{equivalente}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

- 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 ...



Vamos a realizar algunos ejemplos:

1. Calcula la resistencia equivalente de dos resistencias en serie de 10  $\Omega$  cada una.
2. Calcula la resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo de 10  $\Omega$  cada una.
3. Calcula la resistencia equivalente para un circuito como el c) si  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$  y  $R_3 = 6 \Omega$

## 11. 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 reparte 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:

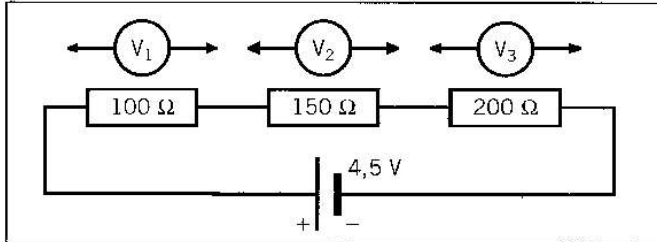


**1 – Resolución en serie:**

**Ejemplo: Tenemos un circuito con tres resistencias en serie de  $100 \Omega$ ,  $150 \Omega$  y  $200 \Omega$**

a) Halla la **intensidad de corriente** que genera la pila

Como las resistencias están en serie, la intensidad de corriente que circula por cada resistencia es la intensidad que genera la pila, que puede hallarse a partir de la resistencia equivalente ( $R_{equivalente}$ )



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

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

La intensidad de corriente que genera la pila se halla con la ley de Ohm y es la misma que circula por cada resistencia ...

$$I_{Total} = \frac{V}{R_1} = \frac{4,5 V}{450 \Omega} = 0,01 \Omega$$

b) Hallar la **tensión que hay en cada resistencia ( $V_1, V_2, V_3$ )**.

Conocida la intensidad de corriente, puede aplicarse la ley de Ohm para hallar la tensión en cada resistencia

$$V_1 = I_{Total} \cdot R_1$$

$$V_1 = 0,01 \cdot 100 = 1 V$$

$$V_2 = I_{Total} \cdot R_2$$

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

$$V_3 = I_{Total} \cdot R_3$$

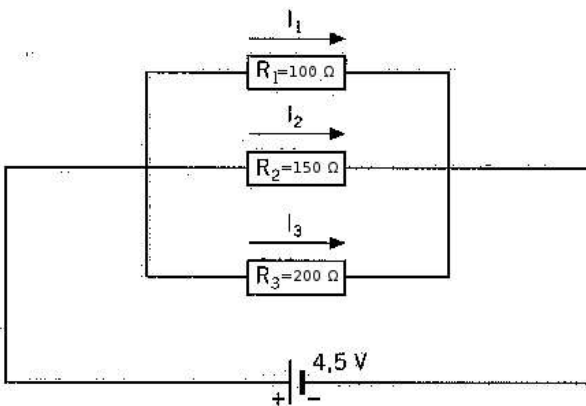
$$V_3 = 0,01 \cdot 200 = 2 V$$

Se puede comprobar que la suma de los voltajes de cada resistencia debe ser igual al voltaje de la pila.

$$V_1 + V_2 + V_3 = 1 V + 1,5 V + 2 V = 4,5 V$$

**2 – Resolución en paralelo:**

**Ejemplo: Tenemos un circuito con tres resistencias en paralelo de  $100 \Omega$ ,  $150 \Omega$  y  $200 \Omega$**



a) Halla la **intensidad de corriente** que genera la pila,

Como están en paralelo, debemos hallar primero la resistencia equivalente ( $R_{equivalente}$ )

$$\frac{1}{R_{equivalente}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{150} + \frac{1}{200} = \frac{6+4+3}{600} = \frac{13}{600}$$

al resultado le damos la vuelta

$$R_{equivalente} = \frac{600}{13} = 46,15 \Omega$$

La intensidad de la corriente ( $I_{Total}$ )

que genera la pila se halla con ley de Ohm

b) Halla la

**intensidad de corriente que atraviesa cada resistencia ( $I_1, I_2, I_3$ )**

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

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{4,5 V}{100 \Omega} = 0,045 \Omega$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{4,5 V}{150 \Omega} = 0,03 \Omega$$

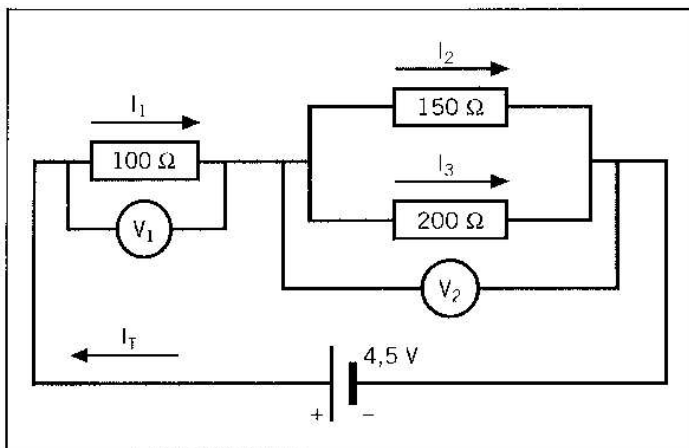
$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{4,5 V}{200 \Omega} = 0,0225 \Omega$$

Se puede comprobar que  $I_1 + I_2 + I_3 = 0,045 + 0,03 + 0,0225 = 0,0975 A$  equivale a la intensidad de la corriente total.

c) Halla el **voltaje que consume cada resistencia ( $V_1, V_2, V_3$ )**.

Cuando las resistencias están en paralelo, el voltaje entre los extremos de las resistencias es igual para todas y vale lo que el voltaje de la pila

$$V_1 = V_2 = V_3 = V = 4,5 V$$

**3 – Resolución en el caso de un circuito mixto:****Ejemplo:**

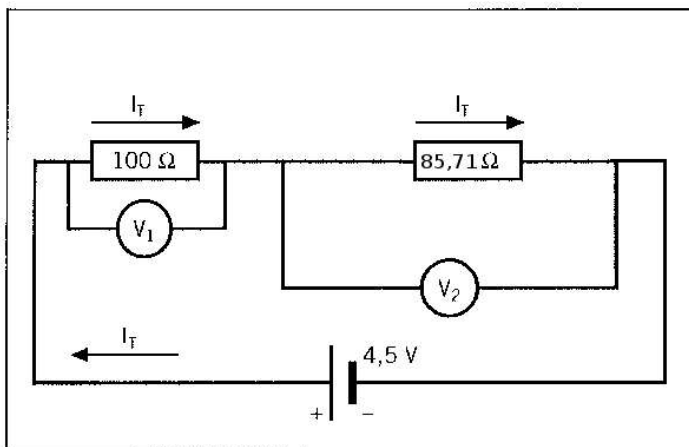
a) Halla la intensidad de corriente que genera la pila ( $I_{Total}$ )

Como en los casos anteriores, debemos hallar la Resistencia Equivalente ( $R_{equivalente}$ ). Para hacerlo, resolvemos las dos resistencias que están en paralelo

$$\frac{1}{R_{equivalente \cdot paralelo}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{150} + \frac{1}{200} = \frac{4+3}{600} = \frac{7}{600}$$

le damos la vuelta  $\rightarrow$

$$R_{equivalente \cdot paralelo} = \frac{600}{7} = 85,71 \Omega$$



Circuito reducido

Ahora, el circuito anterior se puede sustituir por uno más simple que combina las dos resistencias en paralelo

Se puede hallar la resistencia equivalente total (y definitiva) de forma fácil porque en este circuito las resistencias están en serie y sólo hay que sumar los valores

$$R_{equivalente \cdot total} = R_1 + R_{equivalente \cdot paralelo}$$

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

$$R_{equivalente \cdot total} = 185,71 \Omega$$

La intensidad de corriente que genera la pila se halla por la ley de Ohm, como siempre

$$I_{Total} = \frac{V}{R_{equivalente}} = \frac{4,5 V}{185,71 \Omega} = 0,0242 \Omega$$

b) Halla la tensión que hay en cada resistencia ( $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ )

$$V_1 = I_{Total} \cdot R_1 = 0,0242 \cdot 100 = 2,42 A$$

$$V_2 = V_3 = I_{Total} \cdot R_{equivalente \cdot paralelo} = 0,0242 \cdot 85,71 = 2,42 A = 2,07 V$$

En esta caso las resistencias de 150  $\Omega$  y 200  $\Omega$  tiene el mismo voltaje ( $V_2 = V_3$ ), mientras que la resistencia de 100  $\Omega$  tiene el voltaje  $V_1$ . Para resolver el problema, nos fijamos en el segundo circuito simplificado.

c) Hallar la intensidad de corriente que circula por cada resistencia ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ )

La corriente que atraviesa la primera resistencia es la misma que la que genera la pila. ( $I_1 = I_{total} = 0,0242 A$ )

Para hallar los otros valores de la intensidad de corriente, recurrimos a la ley de Ohm. Fijate que para aplicar la ley de Ohm, debes saber que la segunda y tercera resistencia soportan un voltaje cuyo valor es  $V_2 = 2,07 V$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{2,07 V}{150 \Omega} = 0,0138 \Omega$$

$$I_3 = \frac{V_2}{R_3} = \frac{2,07 V}{200 \Omega} = 0,0103 \Omega$$

## 12. 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 40 W, 50 W o los de bajo consumo que ponen menos potencia, 7 W, 5 W, 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:

### 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 compremos. Así, un secador de pelo puede decirnos 800 W, 1000 W 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 lo encendemos, si lo hace. Su símbolo es una "p" mayúscula: **P**.



En el sistema internacional la potencia se mide en **vatios** cuyo símbolo es una "w" mayúscula: **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:

$$P = I \cdot V \quad I = \frac{P}{V} \quad V = \frac{P}{I}$$

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:

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

### 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 esta relacionada con la potencia consumida por cada aparato. Si una bombilla de 60 W 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 es los **kWh** que consumimos en las horas durante las que lo hacemos.

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.

### 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.

### 13. 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.



Resistencia eléctrica.

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 limitar el paso de la corriente por la rama de circuito y 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 cuadro anterior el código de colores:

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.



Aunque en el 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 ( $V_T$ ), los valores reales ( $V_R$ ) y la tolerancia (Tol).

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, restándoselo después para tener el valor más bajo; y a continuación sumándoselo para obtener el valor más alto.

Es decir:

$$V_R = (V_T - Tol, V_T + Tol)$$

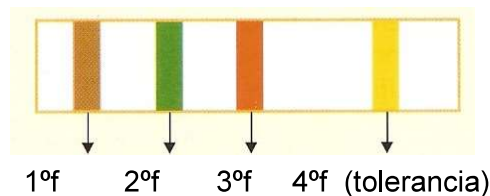
Para comprenderlo supongamos que con las tres primeras franjas hemos obtenido un valor de  $3000\Omega$  y supongamos que la tolerancia es  $\pm 10\%$ . Como la tolerancia es un tanto por ciento, recuerdas que se multiplica por el número que lleva el tanto por ciento y se divide por cien. Esto es:

$$Tol = V_T \cdot 4^{\text{º}} / 100 = 3000 \cdot 10 / 100 = 300\Omega$$

Entonces los valores reales serán:

$$V_R = (V_T - Tol, V_T + Tol) = (3000 - 300, 3000 + 300) = (2700\Omega, 3300\Omega).$$

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



Pasos a seguir:

f) 1ºf: marrón = primera cifra = 1

g) 2ºf: verde = segunda cifra = 5

h) 3ºf: rojo = número de ceros = 00

i)  $V_T = 1500\Omega$

j) 4ºf:  $\pm 5\% = Tol = 1500 \cdot 5 / 100 = 75\Omega$

k)  $V_R = (V_T - Tol, V_T + Tol) = (1500 - 75, 1500 + 75) = (1425\Omega, 1575\Omega)$

l)  $V_R$  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 1497 Ω, 1502 Ω, 1570 Ω, etc, porque son valores que están dentro del intervalo de posibles valores reales. Pero si leemos 1403 Ω o 1598 Ω, habremos hecho mal los cálculos porque esos valores no están dentro del intervalo y no son posibles valores reales de la resistencia 1500 Ω con una tolerancia de ±5%.

**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.

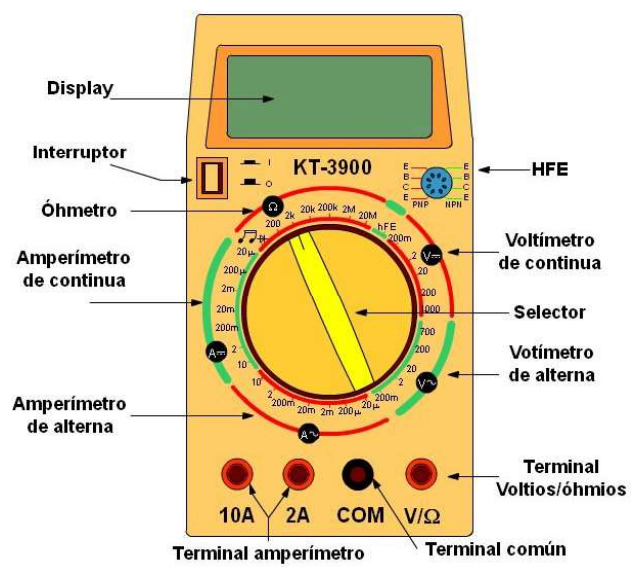
Hay dos tipos de polímetros, los **analógicos** que nos dan la medida mediante una aguja, y los **digitales**, que son los que vamos a usar para tomar medidas.

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 analógico**



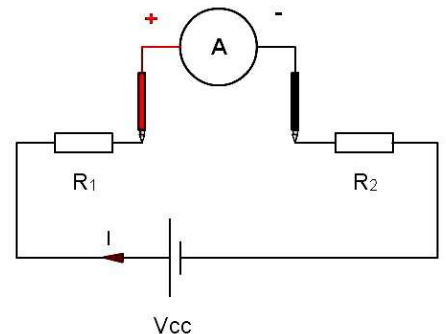
**Polímetro digital**

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, cuyo símbolo verás que es - , y también podrás medir esas magnitudes en alterna cuyo símbolo es “~”.

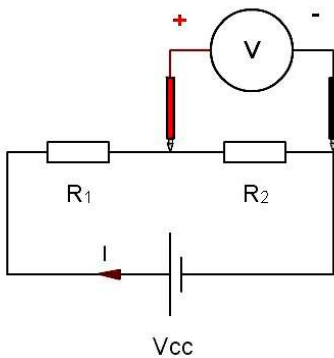
**COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MEDIDA PARA MEDIR MAGNITUDES ELÉCTRICAS.**

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).

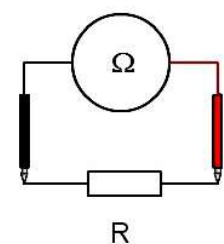
Como ves en los ejemplos, el amperímetro se coloca siempre en serie con los elementos a medirles la intensidad de corriente.



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.



**Polímetro digital**

**OFF:** Posición para apagar el polímetro.

- **V/Ω** : Conexión para medir la tensión y la resistencia eléctrica. Cable rojo.
- **COM**: Conexión común. Siempre se conecta el cable negro
- **mA**: Conexión para medir la intensidad de corriente. Cable rojo. Soporta un máximo de 200 mA = 0'2 A.
- **A**: Conexión para medir la intensidad de corriente. Cable rojo. Soporta un máximo de 20 A.

**Escala**

**Pruebatransistores**

**Conexiones**

El cable **rojo** representa el polo **positivo**.

El cable **negro** es el polo **negativo**

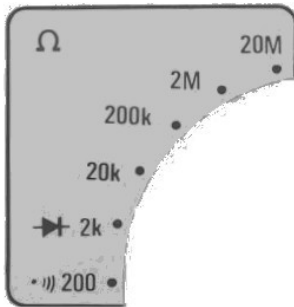
La tensión máxima que soporta el polímetro si la corriente es continua es 1000 V.

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



**Escala de resistencia**

Esta escala mide la resistencia eléctrica en Ohmios, desde  $200 \Omega$  hasta  $20 \text{ M}\Omega = 20000000 \Omega$



La conexión de los cables es la siguiente:

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

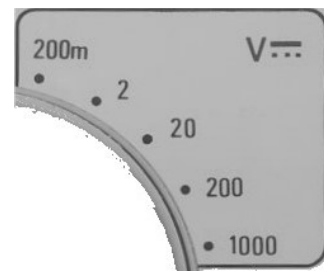
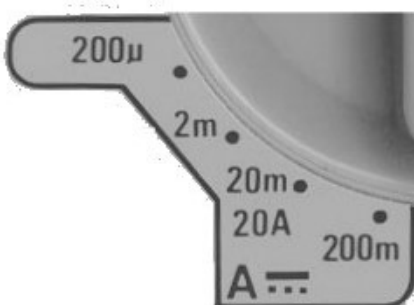
La posición '200' tiene otra función, si se colocan los dos cables en dos puntos distintos y se escucha un sonido agudo, el polímetro nos indica que entre esos dos puntos apenas existe resistencia eléctrica, es decir, que la corriente eléctrica podría circular entre esos dos puntos.

**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  $200 \text{ mV} = 0,2 \text{ V}$ , hasta los  $1000 \text{ V}$ .

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  $200 \mu\text{A} = 0,0002 \text{ A}$  hasta los  $200 \text{ mA} = 0,2 \text{ A}$ .

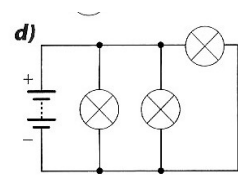
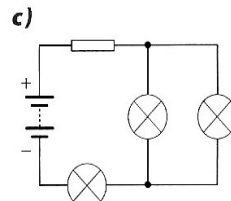
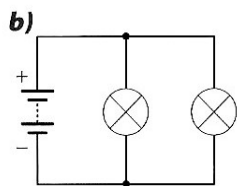
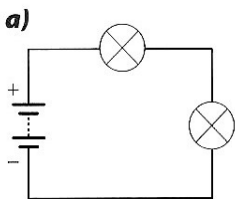
La conexión de los cables es la siguiente:

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

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

**ACTIVIDADES**

- 1 – Define: circuito eléctrico y cortocircuito.
- 2 – a) ¿Qué es el voltaje de una pila? ¿En qué se mide?  
 b) ¿Qué es la intensidad de corriente? ¿En qué se mide?  
 c) ¿Qué es la resistencia de un elemento eléctrico? ¿En qué se mide?
- 3 – a) ¿Cuáles son los elementos básicos que deben tener todos los circuitos?  
 b) ¿Qué ocurre si falta alguno de esos elementos?  
 c) Nombra los cinco elementos que debe llevar todo circuito y defínelos, indicando de entre ellos, sin cuáles no podría funcionar.
- 4 (\*) – Indica qué elementos de los siguientes circuitos están en serie, cuáles en paralelo y cuáles de forma mixta:



- 5 – a) ¿Qué significa que los elementos de un circuito están conectados en serie? Define estar conectado en serie.  
 b) ¿Qué significa que los elementos de un circuito están conectados en paralelo? Define estar conectado en paralelo.  
 c) ¿Qué significa que los elementos de un circuito están conectados de forma mixta? Define estar conectado de forma mixta.

6 – a) Define corriente eléctrica e indica cuántos tipos hay. b) Define los tipos de corriente que hay.

7 – Imagina que dispones de dos bombillas, una de las cuales está fundida, y de dos pilas, de las que una está gastada. ¿Qué circuito diseñarías para descubrir que pila está gastada y que bombilla está fundida?

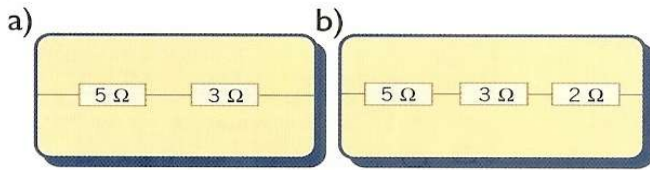
8 (\*) Se conecta una resistencia de  $3\text{ k}\Omega$  a una pila de  $4,5\text{ V}$ . ¿Cuál será la intensidad que recorre el circuito?

9 (\*) Tenemos una bombilla conectada a una pila de  $6\text{ V}$  por la que circula una intensidad de corriente de  $0,35\text{ A}$ . ¿Cuál será la resistencia de la bombilla?

10 (\*) Calcula el valor del voltaje de un bombillo de  $100\ \Omega$  por el que circulan  $100\text{ mA}$ .



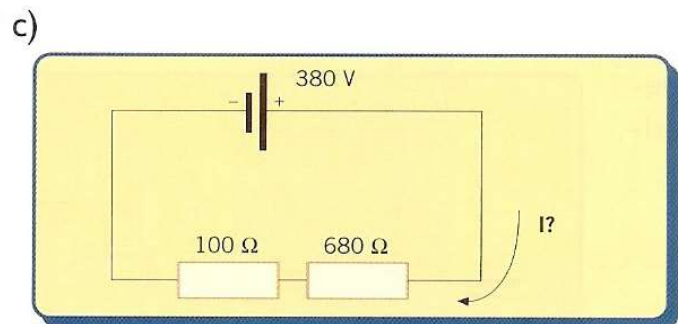
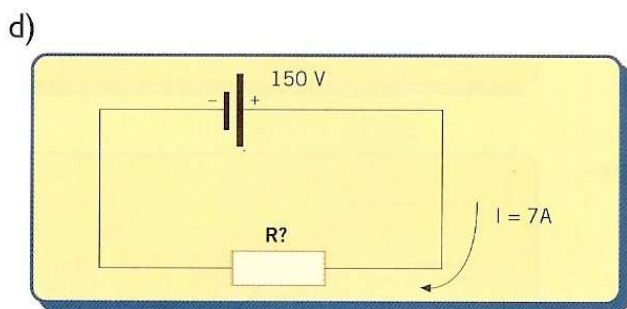
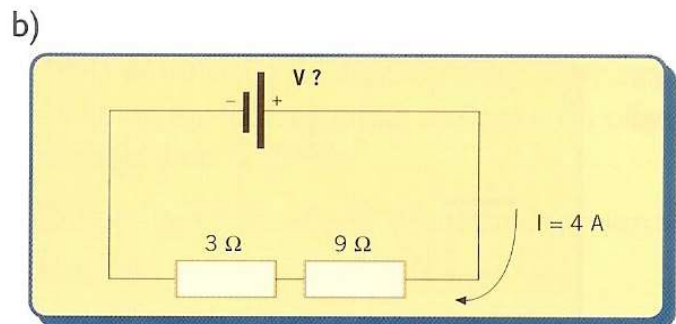
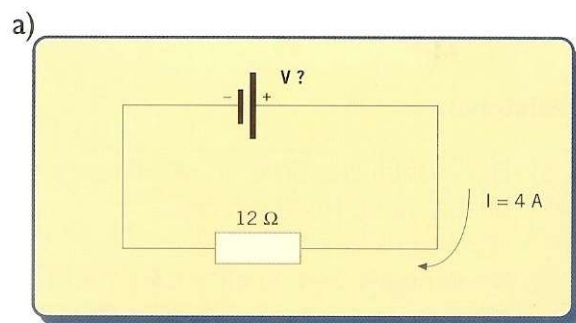
11 (\*) – Hallar la resistencia equivalente en los siguientes casos:



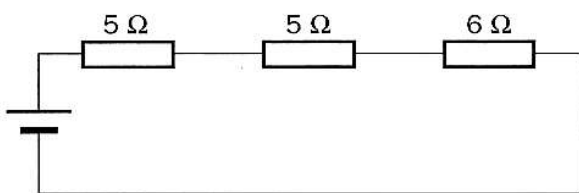
a)

b)

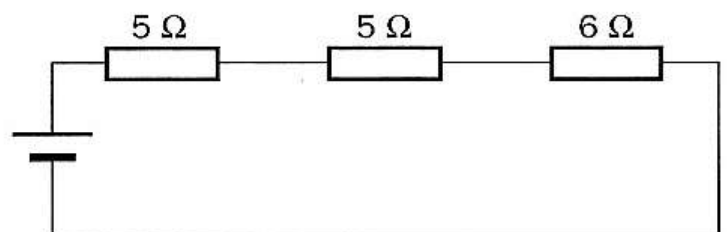
12– Calcula el parámetro que falta en cada uno de los siguientes circuitos:



13 (\*) – Calcula:

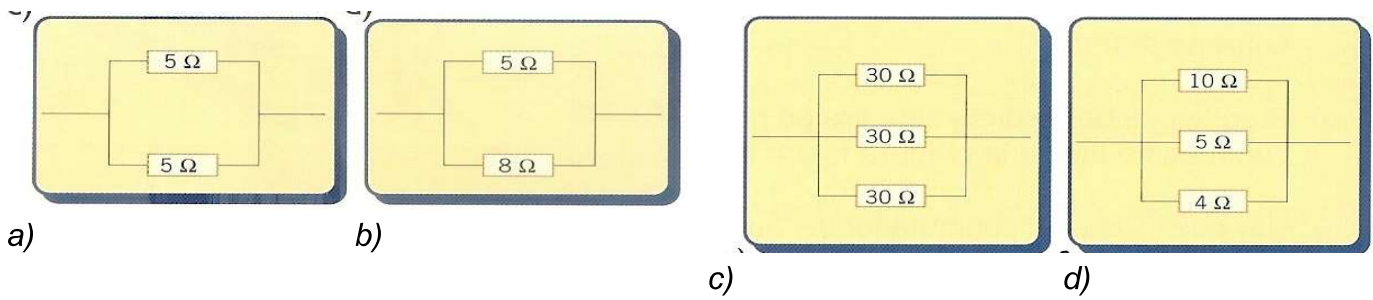


13 (\*) Calcula:

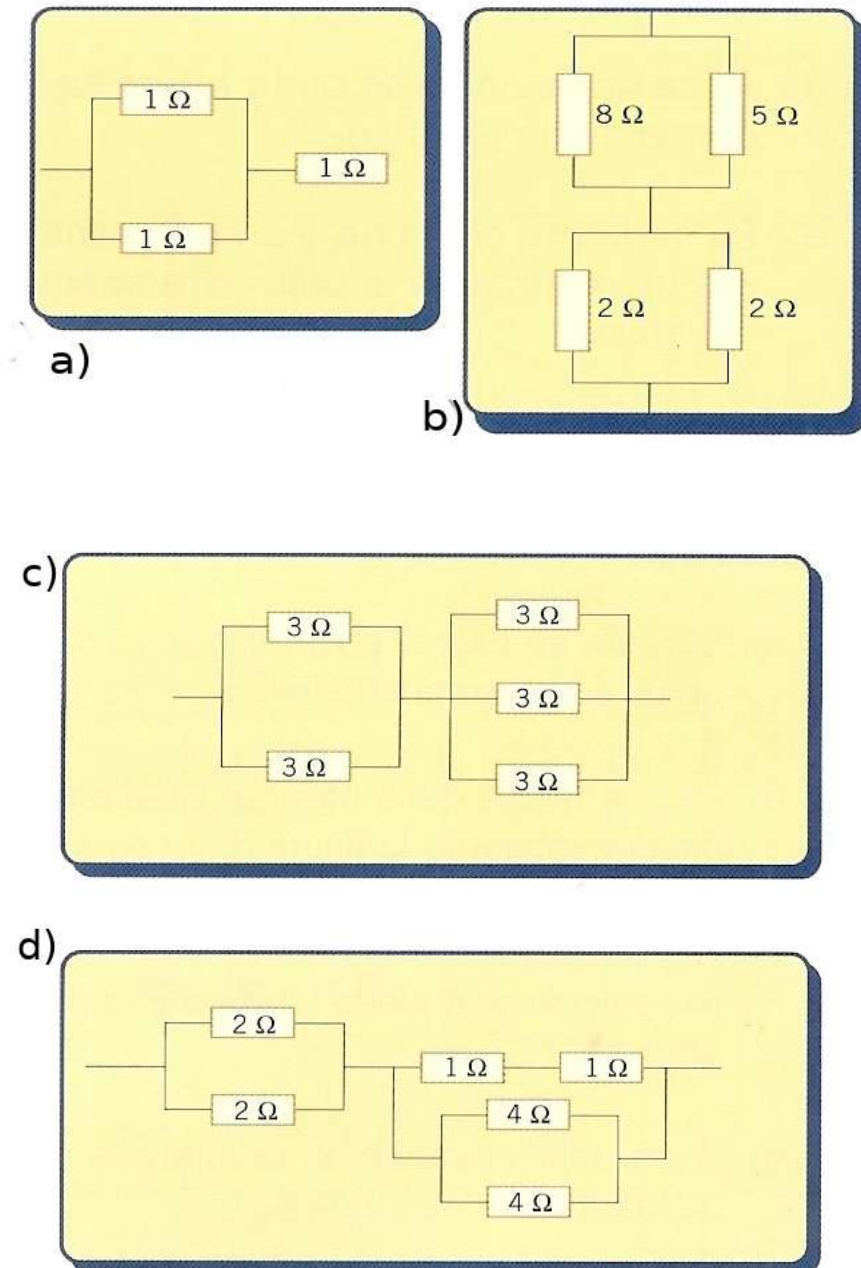


a) El voltaje, si la intensidad es de 0'5 A

14 – Hallar la resistencia equivalente en los siguientes casos:

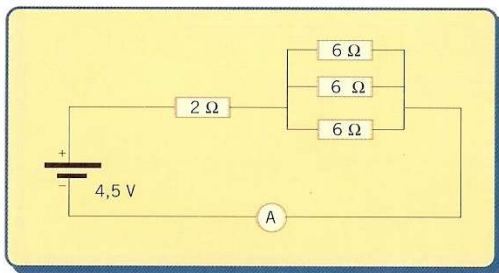


15 – Hallar la resistencia equivalente en los siguientes casos:

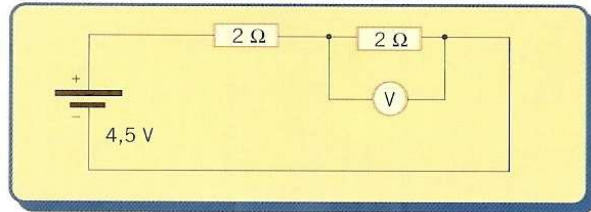


16 – Resuelve los siguientes apartados:

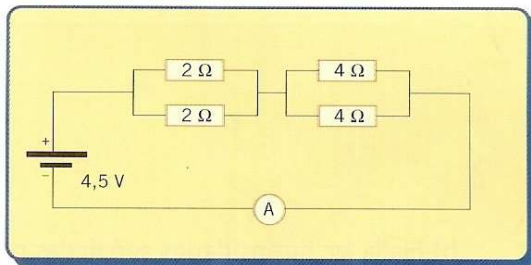
a) Halla la intensidad que marca el amperímetro.



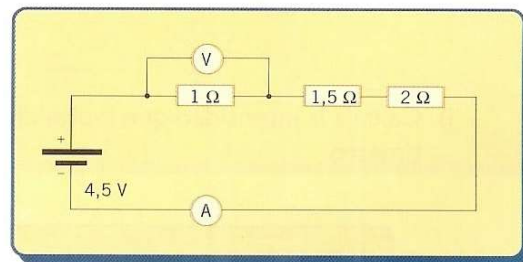
b) Calcula la diferencia de potencial que indica el voltímetro.



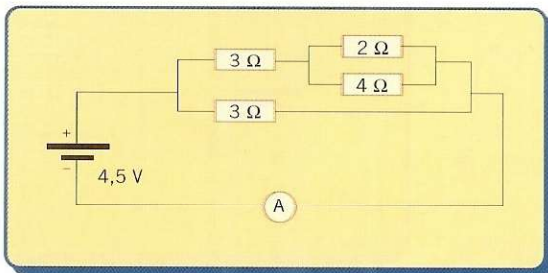
c) ¿Qué intensidad indica el amperímetro?



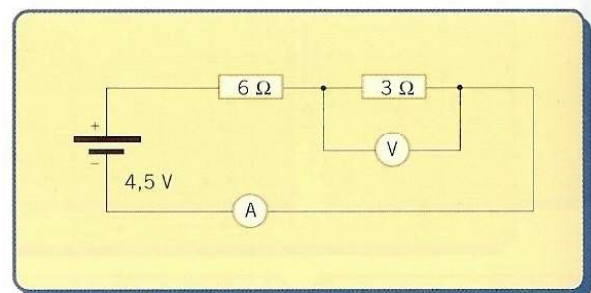
d) Averigua la intensidad que indica el amperímetro y la diferencia de potencial que marca el voltímetro.



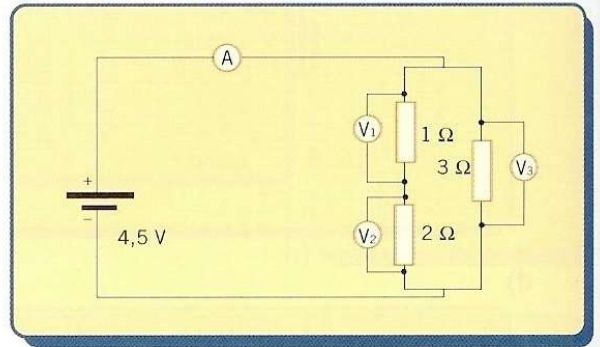
e) ¿Qué intensidad indica el amperímetro?



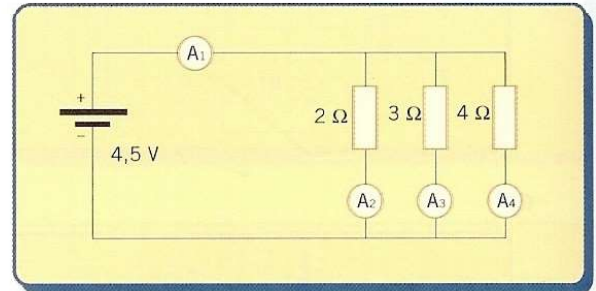
f) Calcula la diferencia de potencial que indica el voltímetro y la intensidad que muestra el amperímetro.



g) Averigua la intensidad que indica el amperímetro A y la diferencia de potencial de los voltímetros V1, V2 y V3.



h) Halla las intensidades señaladas por los amperímetros A1, A2, A3 y A4.



17 (\*)– Por una bombilla circulan 0'3 A. ¿Qué potencia consume si esta conectado en una vivienda de 220 V?

18 (\*) – Calcular el valor de la potencia de una bombilla de 55 Ω y 220 V.

19 (\*)– ¿Qué intensidad circula por una bombilla de 60 W conectado a 220 V?

20 (\*)– a) Hallar la intensidad que circula por una bombilla que está conectada a una red de 220 V, si su resistencia es de 150 Ω. b) ¿Qué potencia consume? c) ¿Y qué energía si está conectado 75min?

a)	b)	c)
----	----	----

21(\*) Calcula el consumo energético de un termo eléctrico cuya potencia es de 350 W y está funcionando 45 min, si el precio del kWh es de 0'1 €.

22 (\*) Una bombilla de 40 W está conectada durante 3'5 h. ¿Cuál es el coste del consumo energético si el kWh cuesta 0'1 €?

23 (\*) Si el precio del kWh es de 015 €, ¿cuál es el coste individual y total de los siguientes electrodomésticos que se conectan en un día de la siguiente forma:

Electrodoméstico	Potencia en W	Potencia en Kw	Tiempo de uso	Energía consumida	Coste individual
Lavadora	600W		1'5h		
Nevera	200W		24h		
Secadora	900W		2h		
Termo eléctrico	400W		2'5h		
Vitrocerámica	1.600W		4h		
Plancha	1.000W		2h		
Televisión	250W		6h		
Ordenador	150W		5h		
Horno eléctrico	900W		1'5h		
Microondas	300W		2h		
Lavavajillas	900W		2h		
Bombillas	600W		8h		
<b>Total del coste de la energía consumida en un día</b>					

24 – (\*) Calcular el valor teórico y todos los posibles valores reales de las siguientes resistencias:

a) Verde, azul, marrón, oro.

b) Marrón, gris, marrón, oro.

c) Rojo, rojo, marrón, oro.

d) Gris, verde, naranja, oro.

e) Marrón, negro, naranja, oro.

f) Verde, naranja, naranja, oro.

g) Marrón, verde, negro, oro.

h) Azul, rojo, negro, oro.