



## Instalación eléctrica 2



**MATRIX**

CP8475

[www.matrixtsl.com](http://www.matrixtsl.com)

Copyright 2000-2025 Matrix Technology Solutions

Introducción	3
Entrenamiento en circuito	4
Fuentes de alimentación	5
CA frente a CC	7
Medición de CA	9
CA y CC de nuevo	10
Conductores y aisladores	11
Diagramas de circuitos	12
Trayectoria actual	13
Efectos de las corrientes eléctricas	15
Efecto motor	19
Conectar en serie	23
Conectar en paralelo	24
Serie / paralelo	25
Bombillas MES	27
Aplicaciones en serie / paralelo	28
Circuito de escaleras	29
Control de 3 vías	33
Medición de la tensión	35
Medición de la corriente	39
Ley de tensión de Kirchhoff	43
Ley de la corriente de Kirchhoff	44
Resistencia	45
Ley de Ohm	47
Medición de la resistencia	49
Resistividad	51
Seguridad eléctrica	54
El fusible	55
El disyuntor	56
El RCD	57
Toma de tierra	58
El contador de energía	59
Medición de la potencia	60
Energía y potencia	61
Electromagnetismo	62
Generar electricidad	64
Transformers	66
Transformador reductor	68
Transformador elevador	69
Relaciones de transformación	70
Manual del estudiante	71

El curso tiene como objetivo prepararte para la Unidad 202 - "Principios de la Ciencia Eléctrica" parte de la cualificación City and Guilds Level 2 Diploma in Electrical Installations.

A medida que se avanza en el curso, los diseños muestran cómo construir los sistemas y cada tarea detalla cómo probarlos.

Para que lo sepas:

- Es importante que lleve un registro preciso de lo que hace.
- Se publicará un Manual del Estudiante para ayudar con estos registros.
- Además, tome todas las notas que considere necesarias para ayudarle.

## Entrenamiento en circuito

Esta actividad **es opcional**.

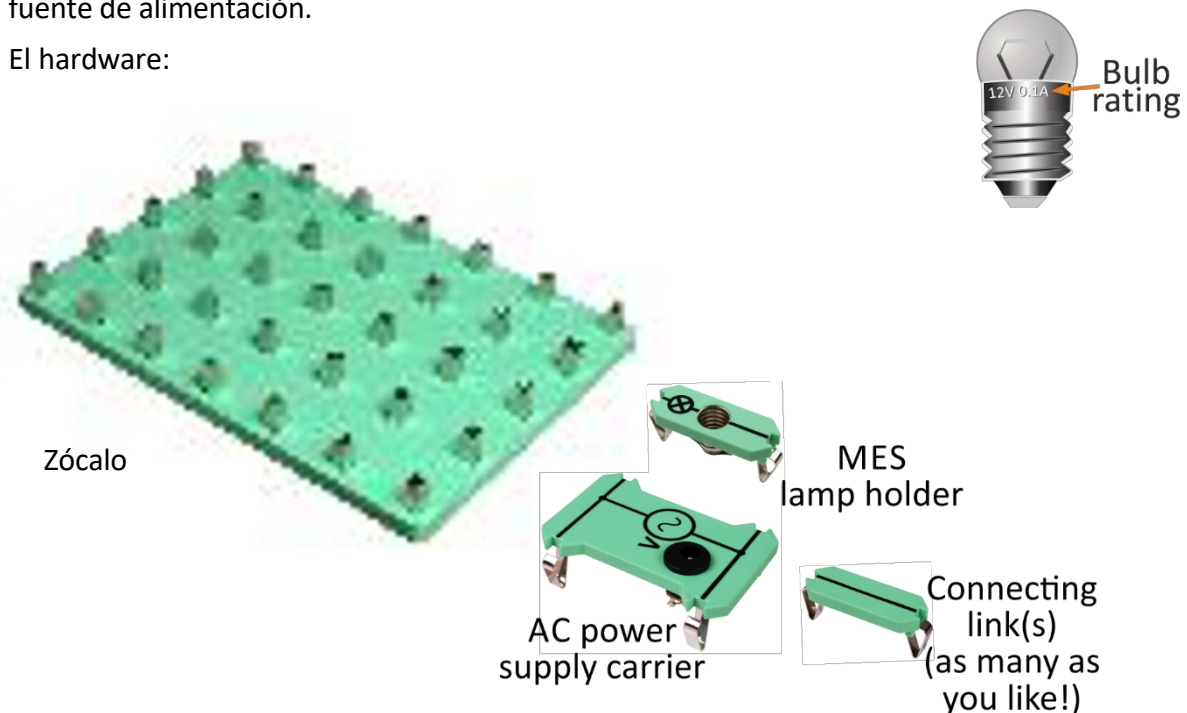
- Si ha seguido recientemente "Instalación eléctrica 1", probablemente no sea necesario.
- Si usted es nuevo en Locktronics, es una forma útil de introducir el kit.

### Te toca a ti:

Construye un circuito que haga que se encienda una bombilla, utilizando una bombilla de 12V 0.1A y la CA de 12V

fuente de alimentación.

El hardware:



Responde a la pregunta del Manual del Estudiante.

### Fuente de alimentación:

- conduce la corriente por el circuito;
- tiene dos terminales (puntos de conexión), uno "positivo" y otro "negativo";
- la corriente fluye del terminal positivo al negativo.

### Fuente de alimentación DC - (DC= corriente continua):

- un terminal es siempre positivo, el otro siempre negativo;
- "tráfico unidireccional": la corriente circula siempre en el mismo sentido por el circuito.

### Fuente de alimentación de CA - (CA= corriente alterna):

- un terminal positivo, el otro negativo y luego se intercambian, repetidamente;
- "tráfico bidireccional": la corriente fluye en el sentido de las agujas del reloj y luego en sentido contrario alrededor del circuito.

# Fuentes de alimentación - 1

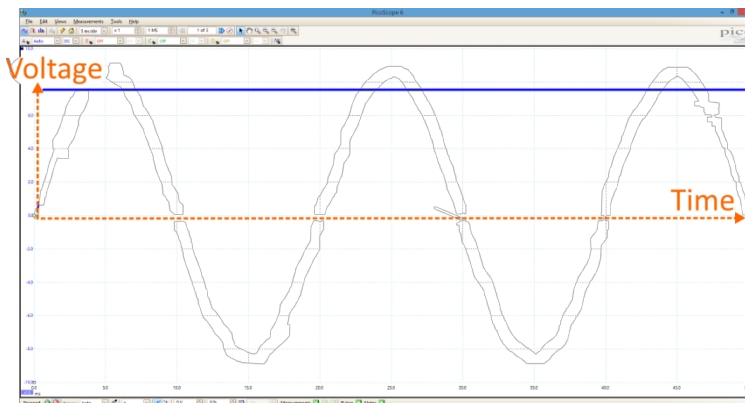
La diferencia entre CC y CA se aprecia mejor observando cómo cambia la tensión a lo largo de un periodo de tiempo, es decir, observando un gráfico tensión / tiempo.

Se pueden obtener con un **osciloscopio**. Más utilizados en electrónica, muestran la señal en forma de gráfico, con la tensión en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.

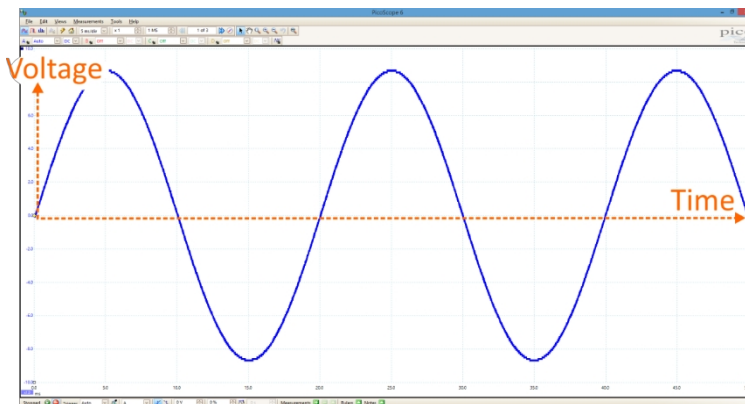
Algunos osciloscopios digitales, como el 'Picoscope', que produjeron las señales que se muestran a continuación, generan señales que son procesados por un ordenador conectado a él.



**Corriente continua:** la tensión se mantiene constante durante un periodo de tiempo.



**Alimentación de CA:** el voltaje cambia todo el tiempo e incluso a veces llega a ser negativo.



## CA o CC: ¿cuál se utiliza?

Cada uno tiene su utilidad.

La electricidad suele generarse y transmitirse en forma de corriente alterna porque:

- Los alternadores suelen ser más eficaces que las dinamos;
- Los transformadores pueden modificar eficazmente la tensión y la corriente.

Los aparatos electrónicos -teléfonos móviles, ordenadores, televisores, etc.- suelen necesitar corriente continua.

## Corriente alterna:

puede convertirse en corriente continua mediante los procesos de rectificación y regulación.

## Alimentación DC:

puede convertirse en corriente alterna mediante un dispositivo llamado inversor.

## Fuentes de alimentación de CC:

- **batería** - las reacciones químicas generan tensiones continuas, por ejemplo, las baterías de "plomo-ácido";
- **célula solar** - las células fotovoltaicas ("solares") convierten la energía luminosa en electricidad de corriente continua ;
- **dinamo** - una bobina giratoria de alambre cerca de un imán genera corriente continua mediante un "conmutador".

para conectar la bobina al resto del circuito.



## Fuentes de alimentación de CA:

- **alternador** - otro ejemplo de bobina giratoria de alambre cerca de un imán;
  - un "anillo colector" conecta con el resto del circuito;
  - que puede accionar la bobina:
    - vapor a alta presión, en una central eléctrica;
    - viento en un aerogenerador;
    - agua que cae en una central hidroeléctrica.



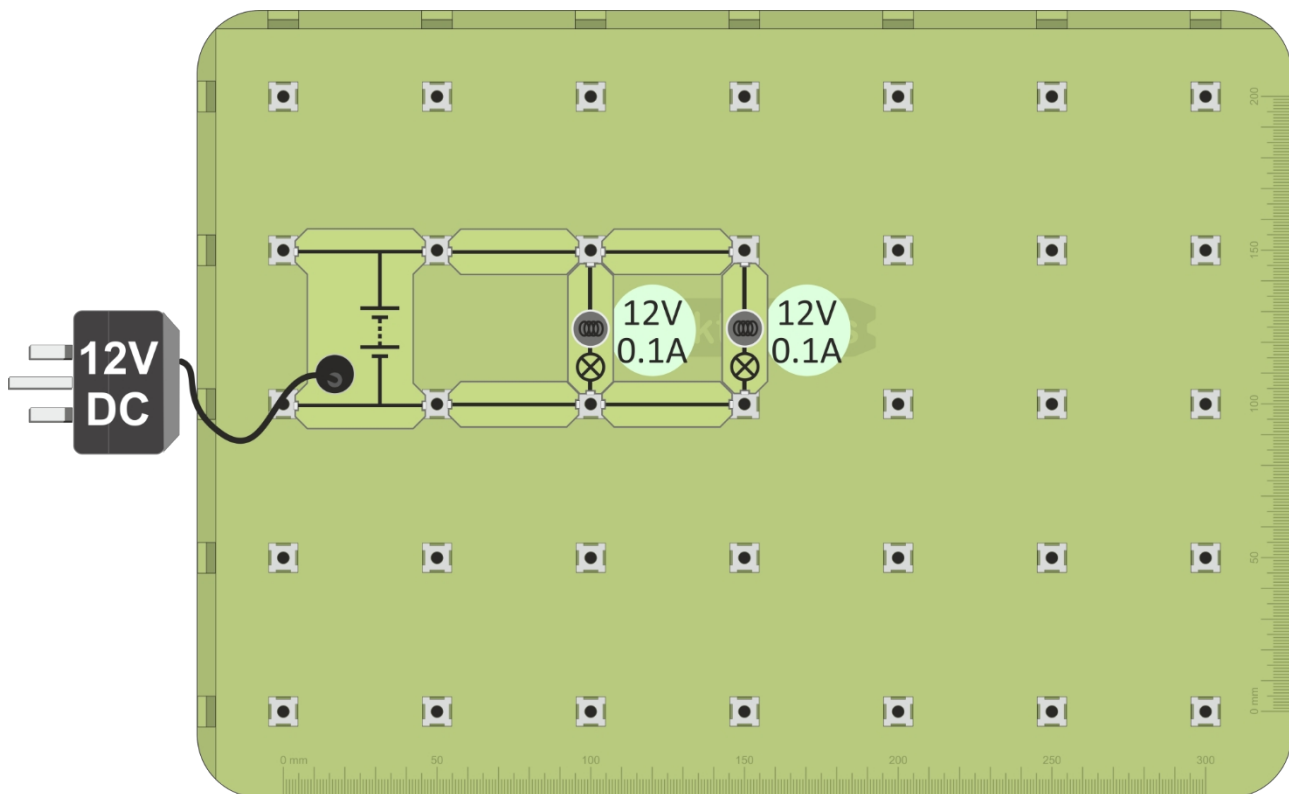
El objetivo de esta actividad y de la siguiente es comparar el rendimiento de una fuente de alimentación de CA y una de CC.

Experimento preliminar - encontrar dos bombillas que tengan la misma luminosidad

### Te toca a ti:

Construye el esquema que se muestra a continuación.

Las bombillas están conectadas en paralelo y deben brillar por igual. Si no es así, cambia las bombillas hasta que encuentres dos que brillen por igual.



Utiliza estas bombillas en la siguiente actividad, que tiene dos circuitos, una lámpara alimentada por CC y otra idéntica alimentada por CA.

## CA frente a CC - 2

Esta actividad continúa la tarea de comparar las fuentes de alimentación de CA y CC.

Te toca a ti:

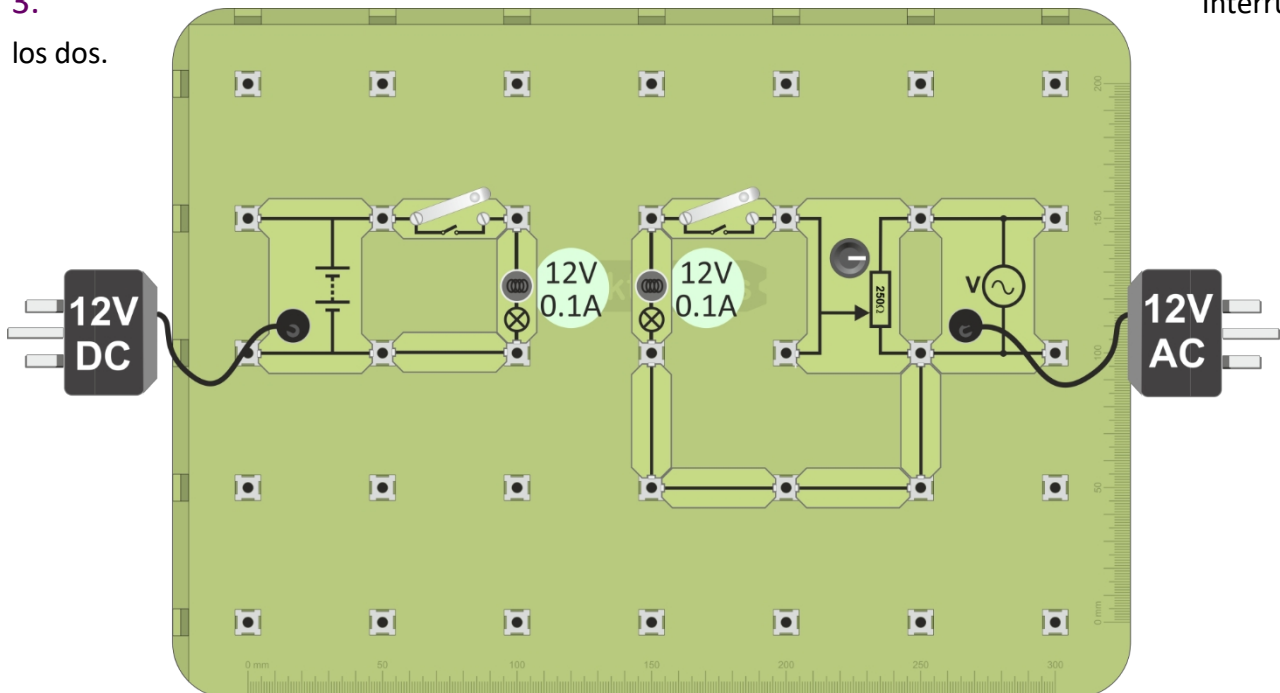
1. Construye el esquema que se muestra a continuación, utilizando las dos bombillas de la actividad anterior.

Hay dos circuitos, una lámpara alimentada por corriente continua, y otra idéntica alimentado por corriente alterna.

2. Conecte la fuente de alimentación de CC, ajustada a 12 V, y la alimentación de CA.

3. los dos.

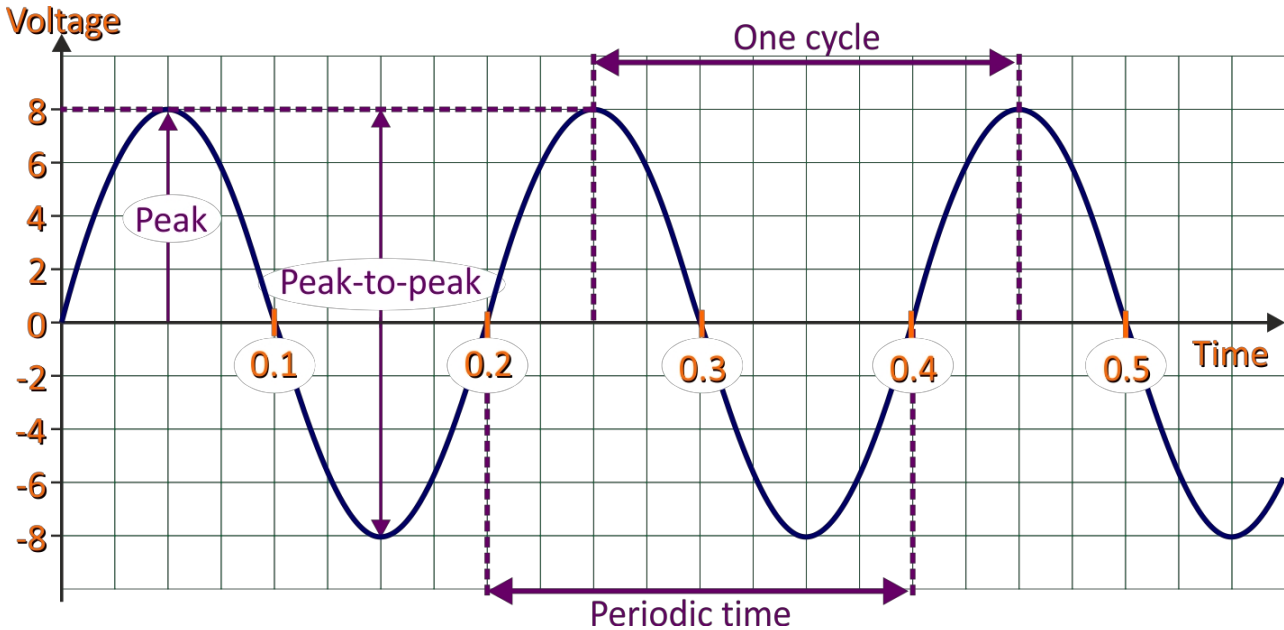
Interruptor



4. Ajusta el 'pote' de  $250\Omega$  hasta que las dos lámparas tengan el mismo brillo. Ahora, la tensión alterna tiene exactamente el mismo efecto que la tensión continua.
5. Conecte un multímetro, ajustado en el rango de 20 V CC, para leer la tensión a través de la lámpara alimentada con CC. Esto da el valor eficaz de la tensión alterna.
6. Registre la lectura en el Manual del alumno.

## Medición de CA

Medición de CA:



El diagrama muestra el gráfico tensión / tiempo para una señal de CA, etiquetado con algunas magnitudes importantes:

- **Tensión de pico** - tensión máxima alcanzada por la señal, (8V en este caso).
- **Tensión pico a pico**: diferencia de tensión entre el pico positivo y el negativo.  
tensión de pico, igual a dos x tensión de pico, (16V en este caso).
- **Tiempo periódico**: tiempo para volver a su "punto de partida";  
- tiempo necesario para un ciclo completo, (0,2s en este caso).

En relación con ellos está la **frecuencia f** de la señal: el número de ciclos completados en un segundo.

La relación es lógica:

$$f = 1 / T \quad \text{donde } T \text{ es el tiempo periódico.}$$

La frecuencia se mide en unidades denominadas hercios (Hz). Una frecuencia de 10 Hz significa que cada segundo se completan diez ciclos de la onda.

Para la señal de CA mostrada anteriormente, la frecuencia es:

$$\begin{aligned} f &= 1 / 0.2 \\ &= 5 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Ahora responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

## CA y CC de nuevo

### Problemas con la corriente alterna:

- La tensión media es cero.

Observando el gráfico tensión / tiempo de la página anterior, la tensión es positiva la mitad del tiempo y negativa la otra mitad. A lo largo de un ciclo, estos valores se anulan, dejando un valor medio de cero.

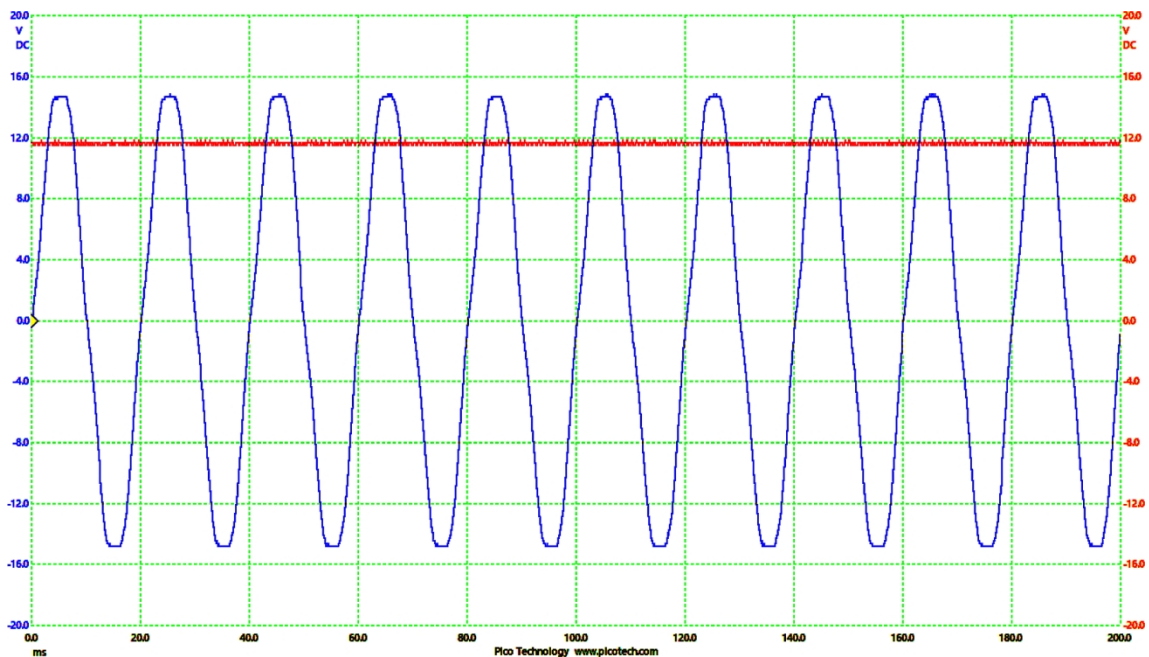
- El pico de tensión puede ser de 8 V, pero la mayoría de las veces la tensión es mucho menor.

Entonces, ¿cuál es el efecto "medio" de un suministro de CA y cómo podemos comparar CA y CC?

Las actividades anteriores dan la respuesta: busca las dos fuentes de alimentación que tienen el mismo efecto sobre un dispositivo como una bombilla.

El gráfico muestra las señales de alimentación de CA y CC de esa actividad, en la que las dos bombillas tenían el mismo brillo: la CA y la CC tenían el mismo efecto.

Observa que la tensión de alimentación de CC se sitúa muy por debajo del valor de pico de CA.



Se denomina valor **eficaz** de la alimentación de corriente alterna, relacionado con el valor de pico mediante la fórmula:

$$V_{\text{rms}} = 0,7 \times V_{\text{pico}}$$

o, reordenando esto

$$V_{\text{pico}} = V_{\text{rms}} / 0,7$$

La señal de CA en el gráfico tiene un valor de pico de  $\sim 15\text{V}$ , lo que da una tensión eficaz de  $15 \times 0,7 = \sim 10,5\text{V}$ . ( ¡La tensión continua mostrada en el gráfico se aproxima a ésta!)

Para una señal de CA con un valor eficaz de 35 V, la tensión de pico sería  $35 / 0,7 = 50\text{V}$ .

Ahora responde a las preguntas del Manual del Estudiante.



Los materiales que transmiten electricidad se denominan **conductores**.

Los materiales que no dejan pasar la electricidad se denominan **aislantes**.

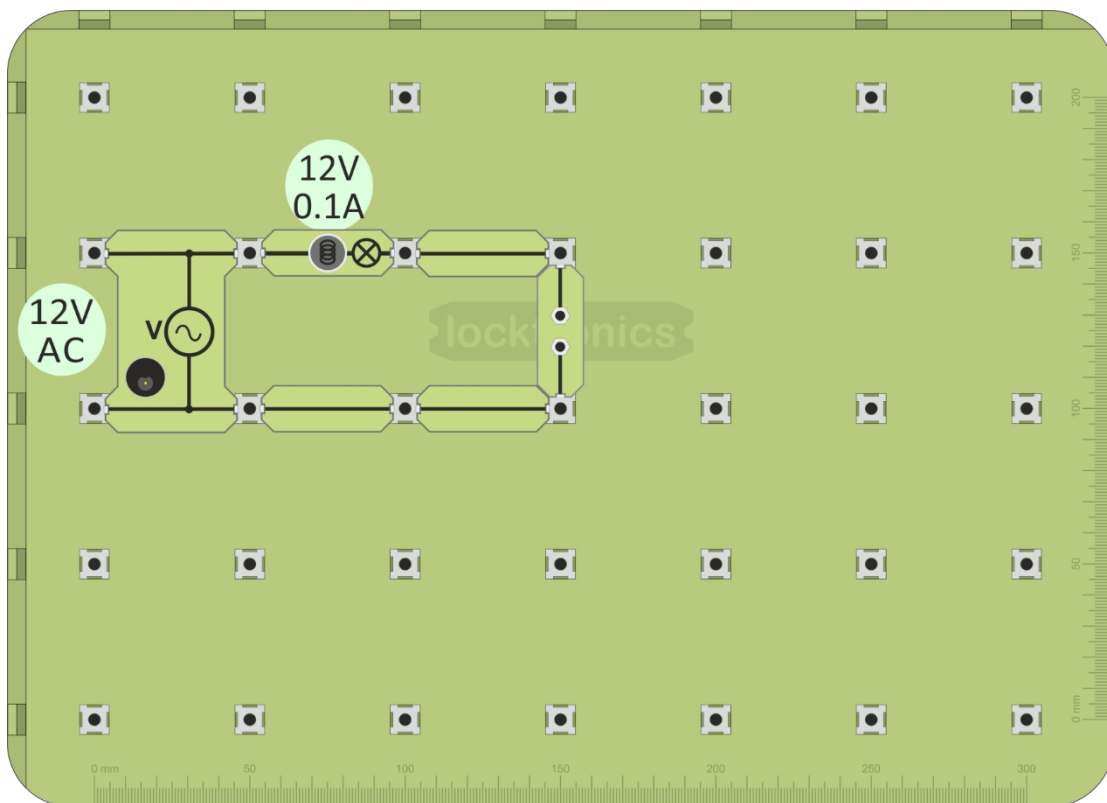
El hardware:



Portacomponentes universal

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



3. Coloca diferentes materiales a través del hueco del portacomponentes universal. Comprueba si se enciende la bombilla. (Estamos utilizando la bombilla como un simple comprobador de continuidad). Si lo hace, el material es un conductor; si no, es un aislante (a grandes rasgos). Prueba con alguno de los siguientes:
  - papel de cocina (aluminio), una goma, papel, polietileno, cobre, aire, plomo, mina de lápiz (grafito), vidrio, madera, una moneda, un trozo de tela, un bolígrafo de plástico.
4. Rellena la tabla del Manual del alumno con los resultados de tu experimento e intenta responder a la pregunta.



El objetivo es aclarar cómo se construye un circuito, utilizando un conjunto de símbolos.

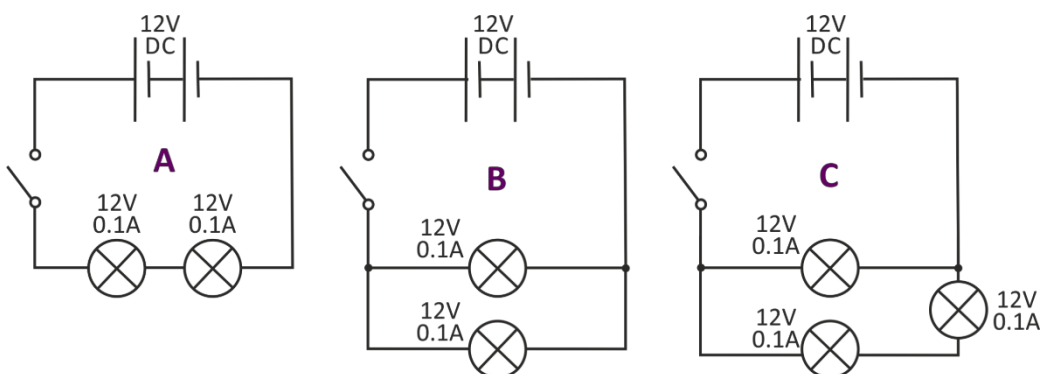
Ya ha visto algunos: todos los soportes de Locktronics muestran los símbolos convencionales de los componentes que llevan.

He aquí un resumen de los utilizados hasta ahora:

AC power supply	Battery or DC power supply	Toggle switch	Push switch	Lamp	Resistor

## Te toca a ti:

1. Construye sucesivamente cada uno de los tres circuitos de los esquemas **A**, **B** y **C**. Cada uno utiliza una fuente de alimentación de 12 V CC y bombillas de 12 V 0,1 A.
2. Utiliza el brillo de las bombillas para decidir qué circuito consume más corriente de la fuente de alimentación.
3. Anota tu decisión en el Manual del alumno.



## Trayectoria actual - 1



### Fuente de alimentación:

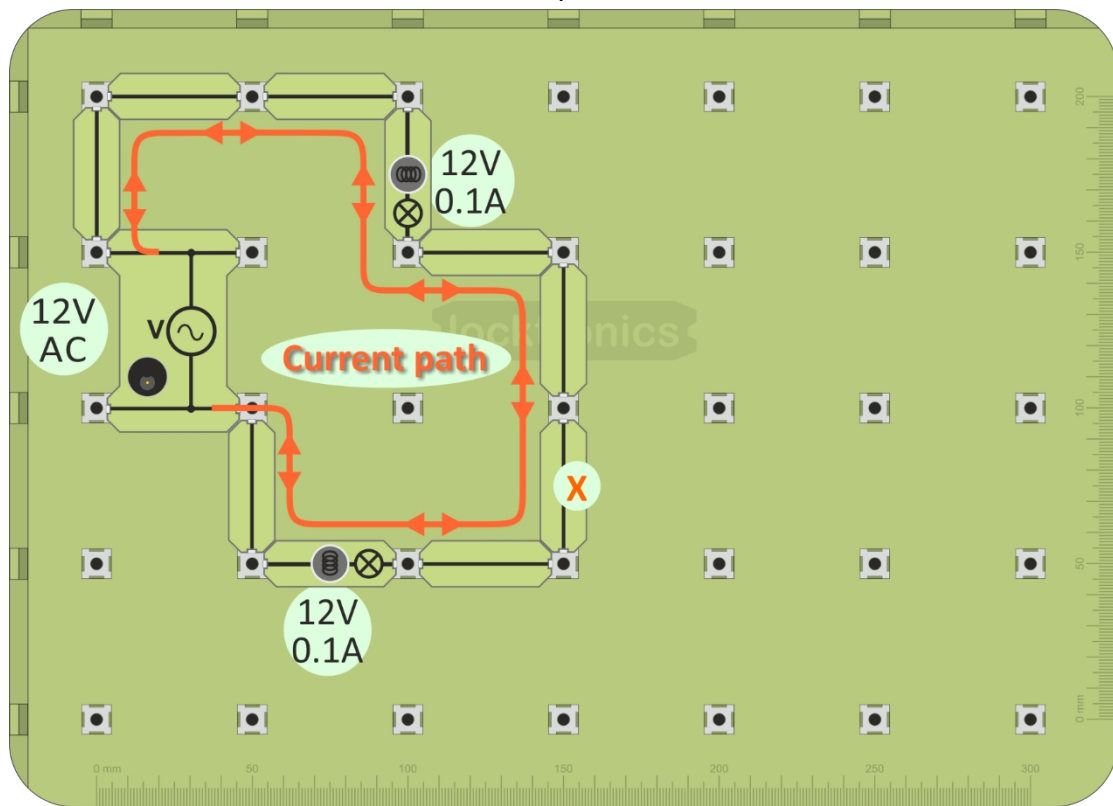
- conduce la corriente por el circuito;
- tiene dos terminales (puntos de conexión), uno "positivo" y otro "negativo";
- la corriente fluye de positivo a negativo.

**Enlaces de conexión:** permiten que la corriente fluya libremente.

**Circuito:** longitud continua del conductor que une los terminales de alimentación.

### Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



3. ¿Qué ocurre si eliminas un enlace de conexión (por ejemplo "X" - o cualquier otro)?
4. ¿Qué ocurre si desenroscas una de las bombillas?

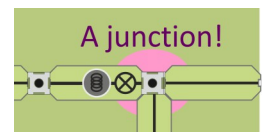
**Reto:** Prueba otras formas de circuito.

(Asegúrate de que no haya "ramificaciones" (empalmes) en tus circuitos, de las que hablaremos más adelante).

¿Influye la forma en el funcionamiento del circuito?

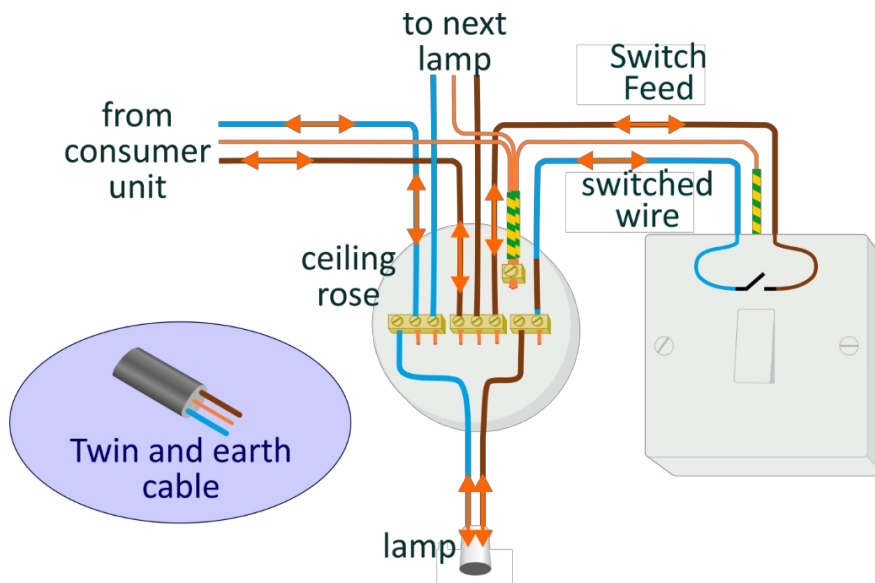
Cambia la fuente de alimentación de CA por una de CC de 12 V. ¿Hay alguna diferencia?

Responde a las preguntas planteadas en el Manual del estudiante.



- Cuando se funde un fusible, se interrumpe el paso de corriente a todos los dispositivos, como si se quitara un eslabón de conexión.
- Apagar un interruptor tiene el mismo efecto.

El diagrama muestra cómo conectar una lámpara colgante a un rosetón y controlarla con un interruptor.



El cableado doméstico es ligeramente distinto del circuito que acabas de construir. Utiliza un cable "gemelo y de tierra", que contiene un cable de "línea", un cable "neutro" y un cable de "tierra", unidos por una funda de pvc gris, para su protección, en lugar de utilizar cables individuales separados.

Sigue conectado en circuitos que permiten el paso de corriente de un terminal de la fuente de alimentación al otro.

### Desafío:

Las flechas naranjas muestran la trayectoria de la corriente a través de este circuito. Trazalo tú mismo para comprobar que lo entiendes.

Síguelo desde la unidad de consumo:

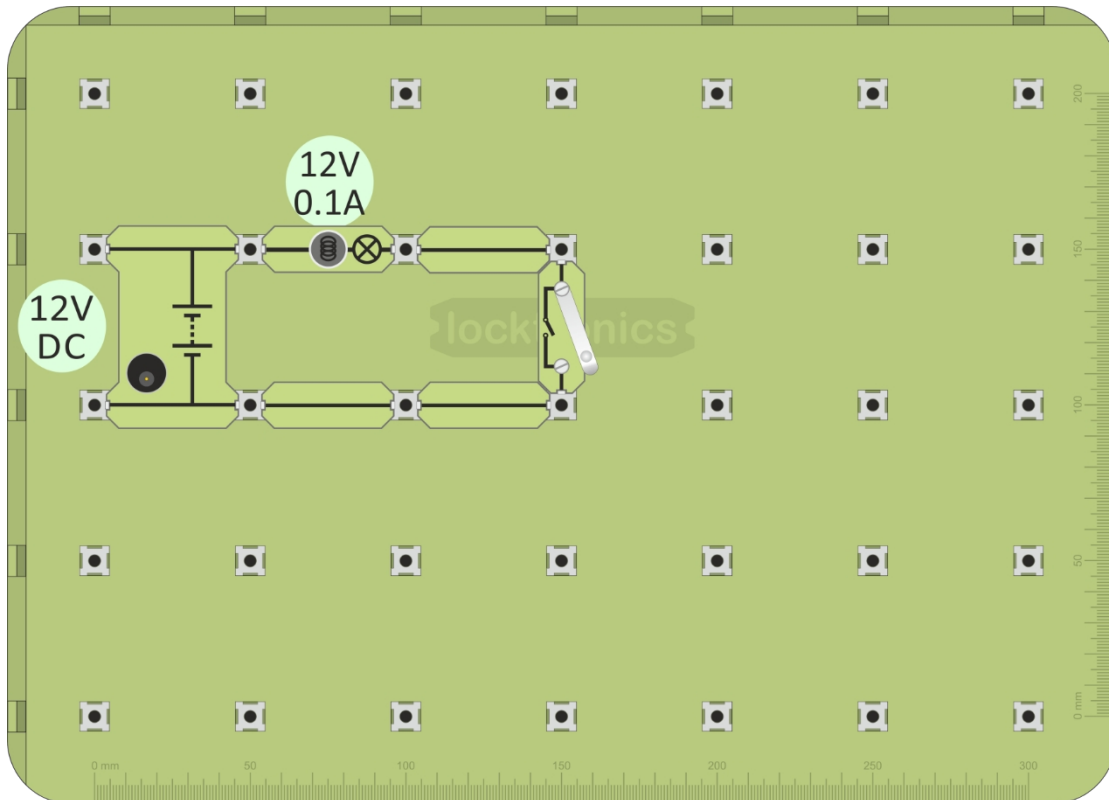
- a través del interruptor,
- a través de la lámpara,
- a la unidad de consumo.

## Efectos de las corrientes eléctricas - 1

### Efecto 1 - Efecto calor

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación, ajústela a 12 V y enciéndala.



3. Cierre el interruptor. El filamento de la lámpara debe brillar con luz amarilla.
4. Coge el sobre de cristal de la lámpara. ¿Está caliente?
5. Apágalo.
6. Sujete unas hebras de lana de alambre entre los postes de el portacomponentes universal, como se muestra en el diagrama.
7. Retire el portalámparas del circuito y sustitúyalo por el portacomponentes universal.
8. Cierre el interruptor y observe las hebras de lana de alambre. Debería notarse el efecto de calentamiento.



**(Tenga cuidado de no tocar el componente, ya que estará muy caliente).**

## Efectos del calentamiento

Cuando una corriente eléctrica atraviesa un material, su energía se transforma en calor.

Ya has visto un ejemplo común de este efecto de calentamiento: la lámpara de filamento.



El filamento, la bobina de alambre situada en el centro de la "bombilla" de cristal, normalmente de metal de tungsteno, se calienta con la corriente a una temperatura tan elevada, superior a  $2000^{(0)}\text{C}$ , que brilla con un calor amarillento, emitiendo luz.



El problema es que son muy ineficaces.

Normalmente, sólo un  $\sim 5\%$  de la energía eléctrica utilizada aparece en forma de luz.

La iluminación LED (**diodo** emisor de luz) puede ser diez veces más eficiente.



En el hogar, la electricidad alimenta otros muchos aparatos de calefacción, como muestra la imagen.



El efecto inverso se observa en un termopar.

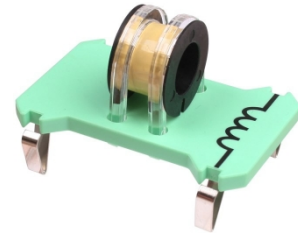
Dos patas, de metales diferentes, se conectan entre sí. Cuando esta unión se calienta, genera una tensión continua. Los termopares se utilizan para medir la temperatura.



## Efectos de las corrientes eléctricas - 2

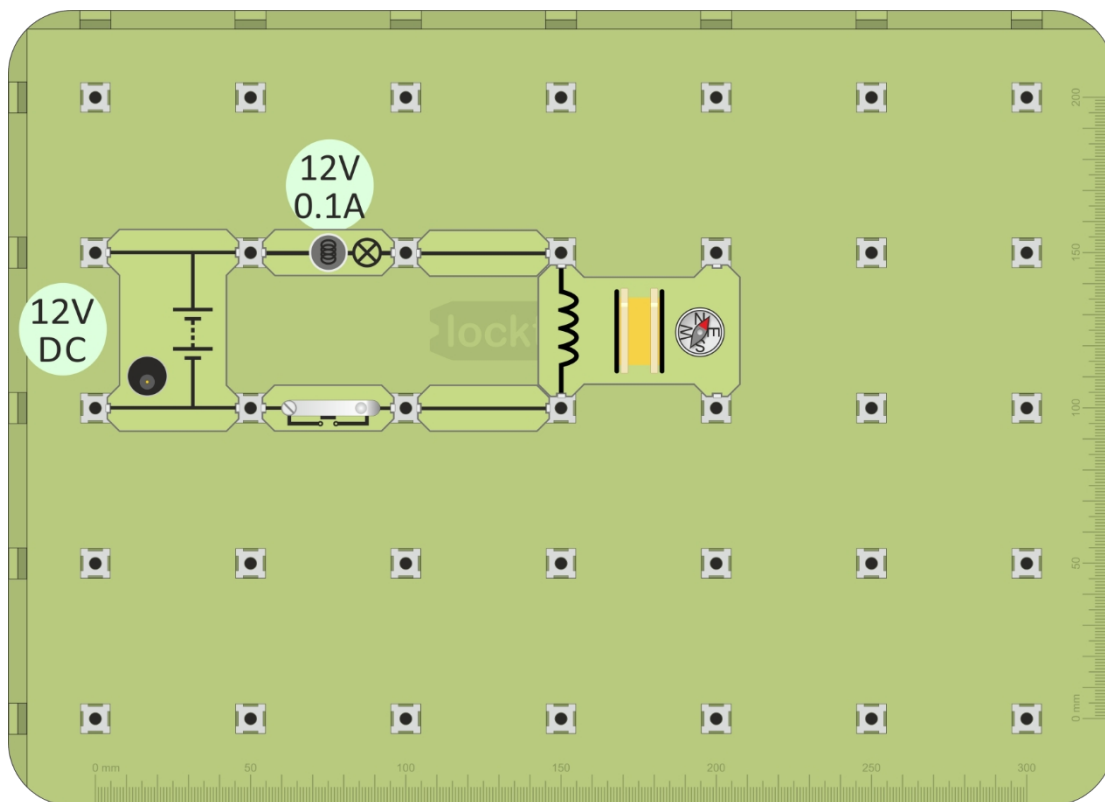
### Efecto 2 - Efecto magnético

El hardware: una bobina de 400 vueltas montada en un soporte:



Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de CC, ajústela a 12 V y enciéndala.



3. Coloque una brújula magnética junto a la bobina, como se muestra.
4. Cierre el interruptor y observe la aguja de la brújula mientras lo hace.
5. Ahora apaga y coloca un clavo de acero dentro de la bobina.
6. Vuelve a cerrar el interruptor, observando la aguja mientras lo haces. ¿El efecto es más fuerte que antes?
7. Mueva un imán cerca de la brújula. El efecto debería ser el mismo. Esto confirma que la bobina generaba magnetismo.

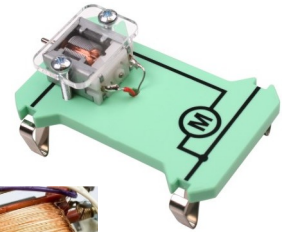
# Efectos magnéticos



Una corriente eléctrica SIEMPRE va acompañada de un campo magnético.

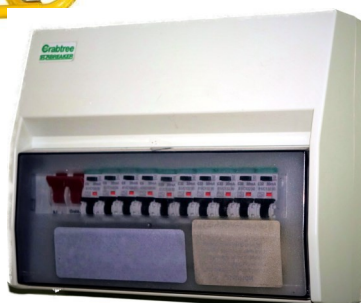
La principal aplicación de este motor eléctrico de efecto es el magnético.

Hay muchos ejemplos de su uso en el hogar. (Algunos implican calefacción además de efectos magnéticos).



Otras aplicaciones del electromagnetismo son:

- Transformadores: en fuentes de alimentación, como cargadores de teléfonos móviles;
- Generadores: se utilizan para alimentar herramientas o como reserva en caso de cortes de electricidad;
- altavoces: en radios, televisores, ordenadores y teléfonos móviles;
- Disyuntores: otra protección contra la sobrecarga de corriente y el sobrecalentamiento.



## Efecto motor - 1

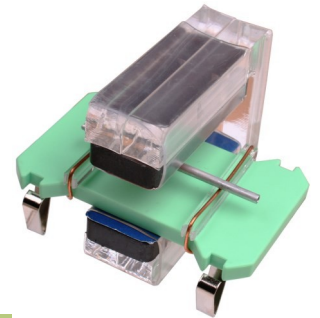
Una corriente eléctrica produce un efecto magnético.

Los imanes ejercen fuerzas entre sí.

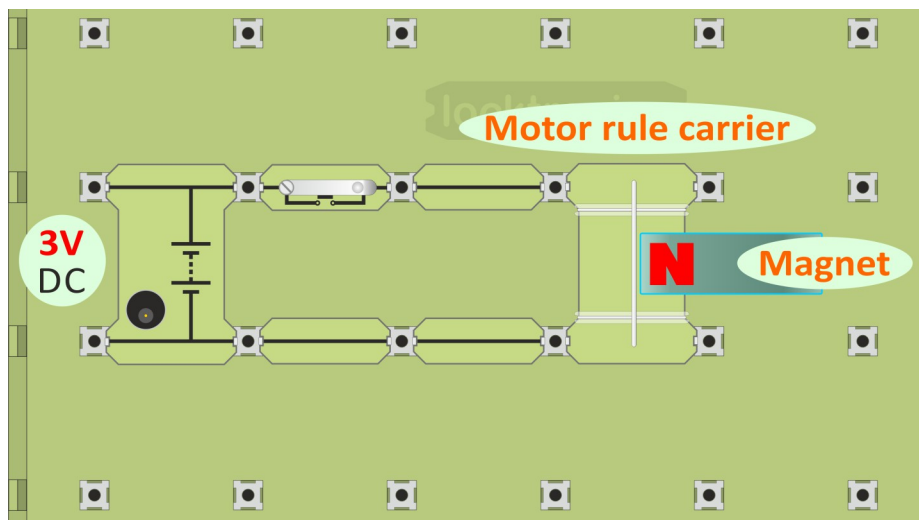
No es de extrañar, pues, que cuando se coloca un imán cerca de una bobina conductora de corriente, ésta se mueva: ¡es un motor eléctrico!

En esta investigación se utiliza el portador de efecto motor, que se muestra al lado.

Tiene dos conductores fijos, con una varilla metálica móvil en la parte superior que los conecta.



1. Construye el sistema que se muestra en la siguiente imagen.



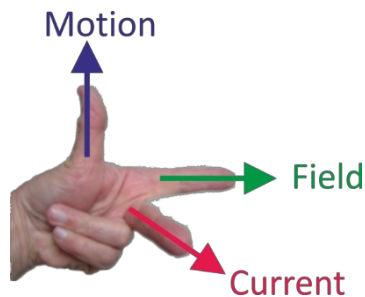
Para mayor claridad, el imán no se ha colocado justo encima de la varilla metálica. Empújalo hacia la derecha, de modo que la varilla móvil quede justo debajo del imán.

**Aviso - ¡La fuente de alimentación está ajustada inicialmente a 3V!**

2. Pulsa el interruptor y observa lo que ocurre.
3. A continuación, dale la vuelta al imán para que el polo sur quede arriba.
4. Vuelve a pulsar el interruptor.  
¿Cuál es la diferencia?
5. Invierta el sentido de la corriente: gire el soporte de la fuente de alimentación de modo que el extremo negativo (línea corta en el símbolo) quede arriba.  
¿Qué ocurre ahora al pulsar el interruptor?
6. Aumentar la tensión de alimentación a 12V, para aumentar la corriente que circula por la varilla.  
¿Se aprecia alguna diferencia al cerrar el pulsador?

### La regla de la mano izquierda de Fleming:

John Ambrose Fleming ideó una forma de calcular la dirección en la que se moverá un cable (también conocida como la *regla del motor*):



- Sujeta **la mano izquierda** a la esquina de una caja imaginaria, de forma que el pulgar, el índice y el dedo corazón queden en ángulo recto entre sí.
- Alinee el dedo índice de modo que apunte a lo largo del campo magnético (del polo norte al polo sur).
- Alinee el dedo central con la dirección de la corriente (del borne positivo de la batería al negativo).
- El **thUMB** apunta ahora en la dirección del Movimiento resultante.

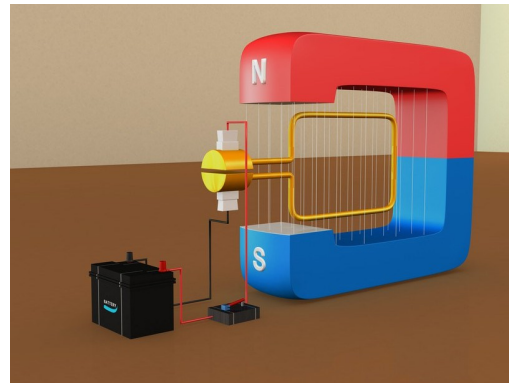
El principio de un motor de corriente continua de bobina simple se muestra al lado.

**Reto:** Utiliza la regla del motor izquierdo de Fleming para obtener el sentido de giro de la bobina.

(Debería ver que gira en sentido contrario a las agujas del reloj, visto desde la batería).

En la práctica, los motores de corriente continua utilizan varias bobinas para suavizar el par.

También pueden utilizar un electroimán en lugar de un imán permanente.



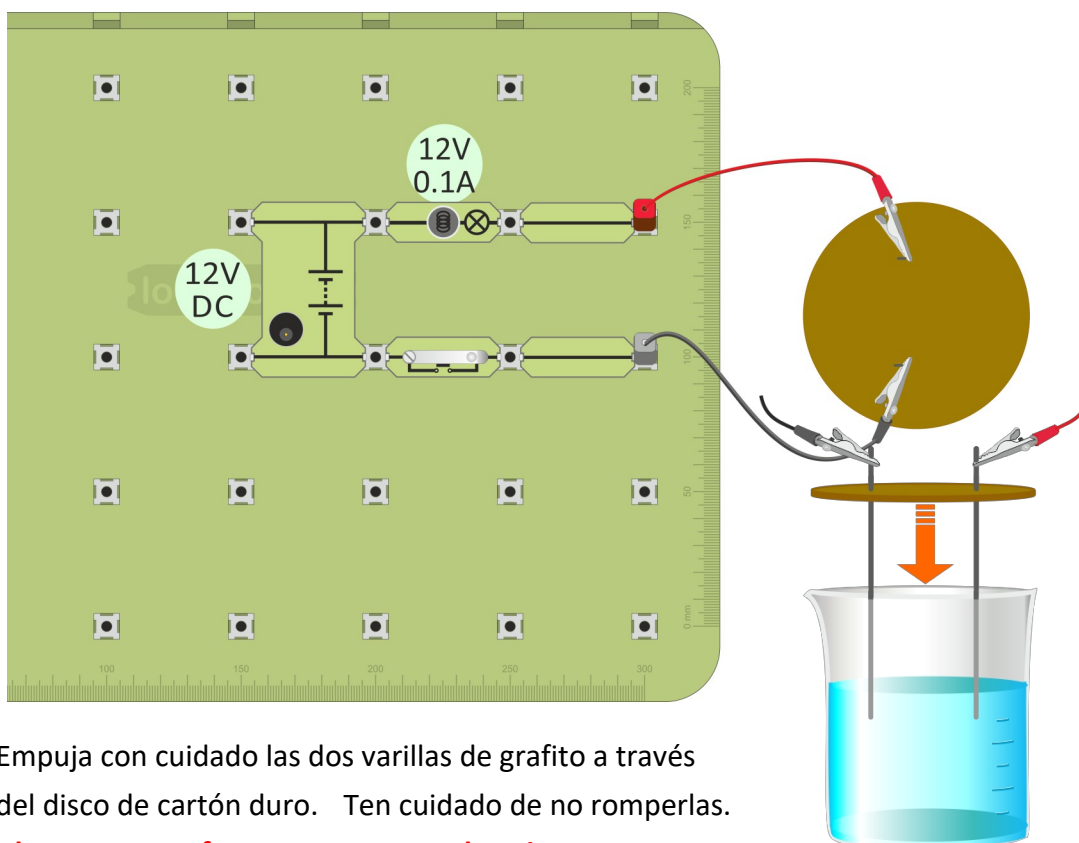
## Efectos de las corrientes eléctricas - 3

### Efecto 3 - Efecto químico

#### (Experimento opcional)

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.  
La lámpara se incluye para que puedas ver cuando fluye una corriente eléctrica.
2. Conecte la alimentación de 12 V CC y enciéndala.



3. Empuja con cuidado las dos varillas de grafito a través del disco de cartón duro. Ten cuidado de no romperlas.  
**Ahora ponte gafas para protegerte los ojos.**
4. Vierte unos 200 ml de la solución de sulfato de cobre en un vaso de precipitados de 250 ml.  
Esta concentración de sulfato de cobre no es peligrosa, pero asegúrate de que lávate las manos al final de la investigación.
5. Introduce las varillas en el vaso de precipitados, de forma que el disco quede en la parte superior del vaso.
6. Conecta las varillas al resto del circuito utilizando pinzas de cocodrilo.
7. Cierra el interruptor y observa atentamente lo que ocurre en el vaso de precipitados.  
**Se está produciendo una reacción química impulsada por la corriente eléctrica.**

#### **Advertencia sobre la solución de sulfato de cobre:**

Nocivo por ingestión. Irrita los ojos y la piel. Muy tóxico para los organismos acuáticos  
organismos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

**Para más información, véase la Hazard 27C de CLEAPSS.**

## Efectos químicos

**Una corriente eléctrica puede crear/ser creada por una reacción química.**

Una corriente eléctrica es un flujo de electrones (pequeñas partículas que se encuentran en todos los átomos).

Una reacción química implica la transferencia de electrones entre átomos. No es de extrañar que las corrientes eléctricas y los cambios químicos estén relacionados.

El ejemplo más evidente de este vínculo es la batería.

En las pilas "secas", una reacción química genera una tensión que puede conducir una corriente eléctrica.

En las baterías recargables, este proceso puede invertirse: una corriente que fluye en la forma 'incorrecta' puede invertir la reacción química, almacenando energía para su uso posterior.



Otro ejemplo es la técnica conocida como galvanoplastia. En ella, una corriente eléctrica que fluye a través de una solución química deposita un metal en uno de los electrodos.

Esto puede hacerse:

- de protección: los objetos de hierro pueden protegidos de la corrosión mediante un revestimiento de zinc (galvanización);
- para decorar: los objetos fabricados con un metal más barato pueden chaparse con uno más caro, como oro o plata.



La electrólisis es una técnica afín.

Aquí, la corriente eléctrica se utiliza para extraer o purificar sustancias químicas como el cloro y el cobre.

## Conectar en serie

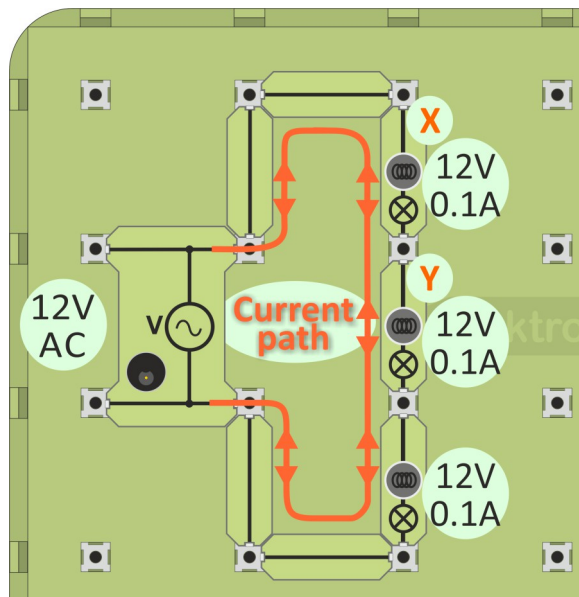
Series:

- dispositivos conectados uno tras otro en línea;
- sin rutas alternativas, sin ramificaciones;
- sólo un camino para la corriente a través de la conexión.

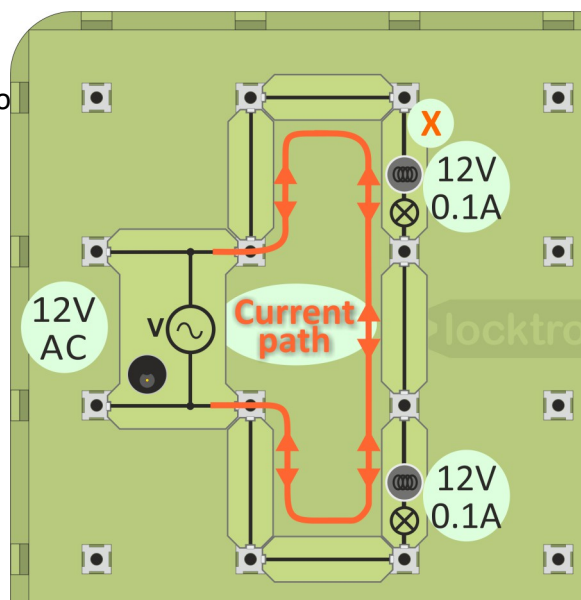
**Recuerda - ¡cuanto más brillante es la bombilla, mayor es la corriente!**

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra al lado. Se trata de un circuito en serie: las lámparas están conectadas en línea y sin empalmes.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V.
3. Enciéndelas. ¿Qué notas en la luminosidad de las tres lámparas?
4. ¿Qué ocurre si desenroscas una de las bombillas (la bombilla "X", por ejemplo)?



5. Ahora sustituye la bombilla 'Y' por un eslabón de conexión, como se muestra al lado.
6. Conecta la fuente de alimentación.
7. ¿Y la luminosidad de las dos lámparas? ¿Cómo se compara con la luminosidad de las lámparas del primer circuito?
8. ¿Qué muestra esto sobre la corriente que circula por el circuito?
9. Desenrosque una de las bombillas. ¿El efecto es el mismo que antes?



10. Escribe todas tus conclusiones en el Manual del Estudiante.

Si las lámparas tienen diferente luminosidad, fíjate en

**Bombillas MES**

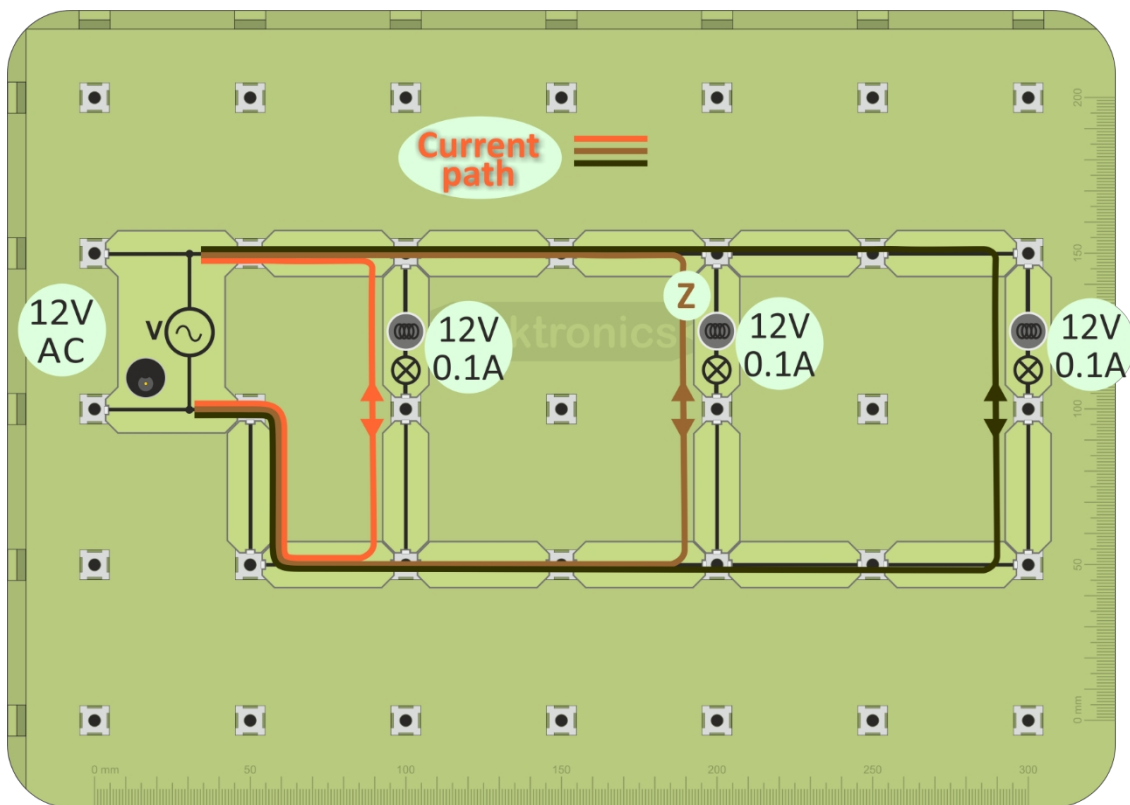
y luego vuelve a la siguiente hoja de ejercicios.

## En paralelo:

- dispositivos tienen su propio "ramal" independiente;
- los extremos de un dispositivo se conectan a los extremos correspondientes de todos los demás dispositivos;
- cada dispositivo tiene su propio camino para la corriente a través de la conexión.

## Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.  
Se trata de un circuito en paralelo: cada lámpara está conectada a su propio ramal.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



3. ¿Qué notas en el brillo de las tres lámparas?
4. ¿Qué ocurre si desenroscas una de las bombillas (la bombilla "Z", por ejemplo)?
5. Fíjate en que la trayectoria de la corriente difiere de la del circuito en serie.
6. Responde a las preguntas del Material para el alumno.

Si las lámparas tienen diferente luminosidad, fíjate en

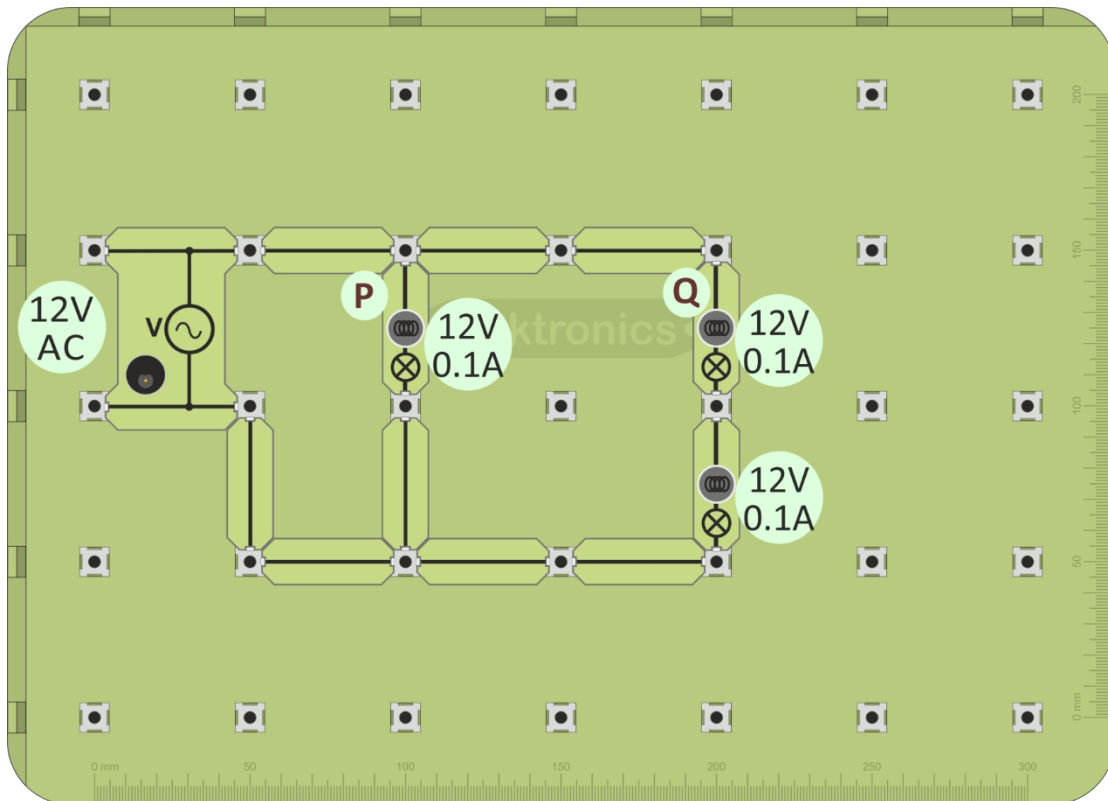
**Bombillas MES**

y luego vuelve a la siguiente hoja de ejercicios.

A menudo, algunas partes de un circuito están conectadas en serie, mientras que otras lo están en paralelo. Las reglas que has observado en los circuitos anteriores siguen siendo válidas.

### A su disposición: AC/DC

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.  
¿Qué bombillas están en serie y cuáles en paralelo?  
(¡Intenta imaginarte los recorridos de la corriente a través de las bombillas!)
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



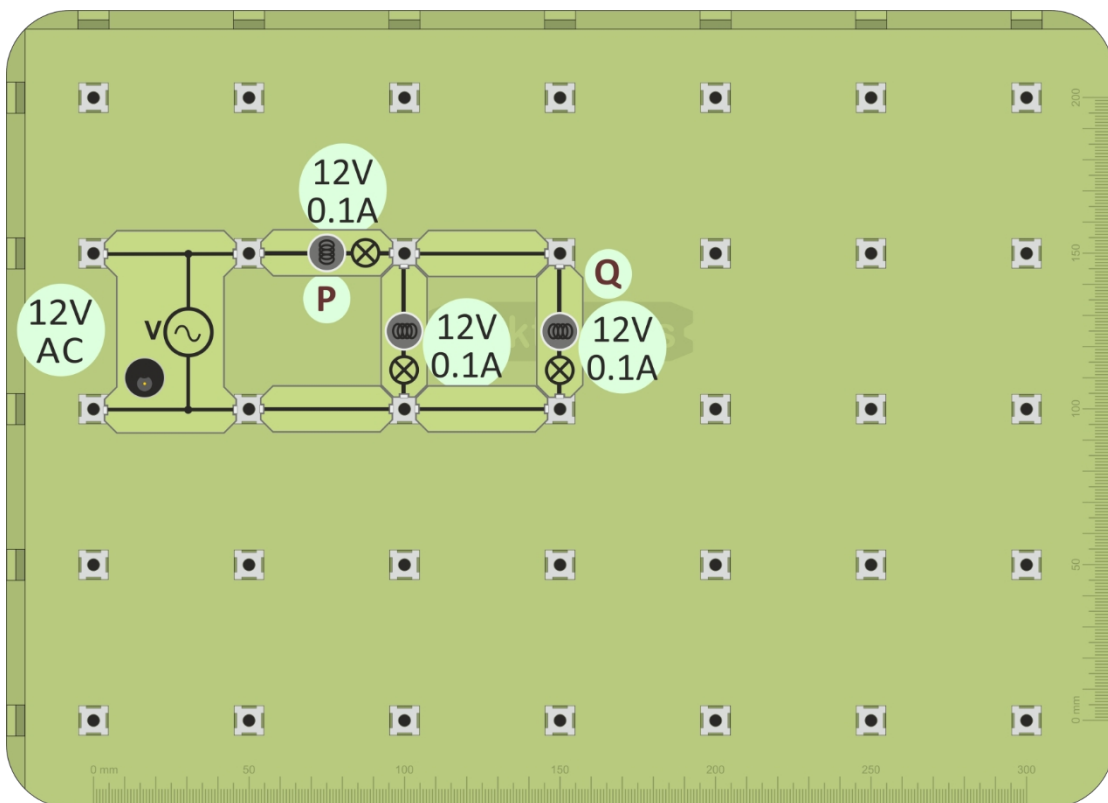
3. ¿Qué notas ahora en el brillo de las tres lámparas?
4. Qué pasa si desenroscas:
  - bulbo "P";
  - ¿bulbo 'Q' ?
5. ¿Puede explicar estas diferencias?
6. Responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

He aquí otro circuito con una mezcla de conexiones en serie y en paralelo.

- Decide dónde están las conexiones en serie y en paralelo. (Una vez más, ¡imagina los recorridos de la corriente!)
- Predice qué bombilla brillará más y comprueba si has acertado.

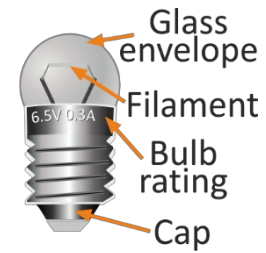
Over to you **DC/AC**

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



3. ¿Comparaste el brillo de las tres lámparas? ¿Has acertado?
4. Ahora qué pasa si desenroscas:
  - bulbo "P";
  - ¿bulbo 'Q' ?
5. ¿Intenta explicar estas diferencias?
6. Responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

- Las bombillas MES se fabrican en serie para reducir costes.
- Como resultado, no son del todo idénticos: pueden tener:
  - diferentes longitudes de filamento;
  - diferentes diámetros de filamento;
  - diferentes pérdidas de calor.



En condiciones idénticas, no darán la misma luminosidad.

Has accedido a esta hoja de ejercicios porque las lámparas de tu circuito no tienen la misma luminosidad.

Esto puede deberse a dos motivos:

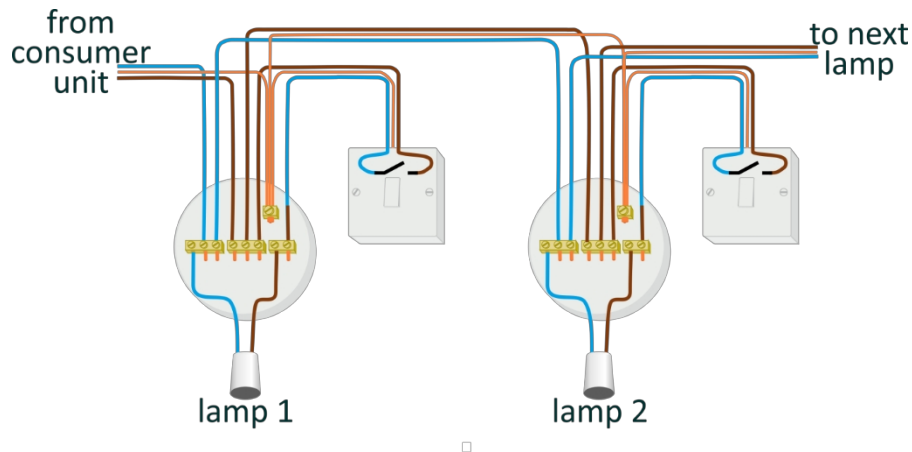
- las bombillas no son idénticas;
- diferentes corrientes fluyen a través de ellos.

**Reto:** Haz la siguiente prueba:

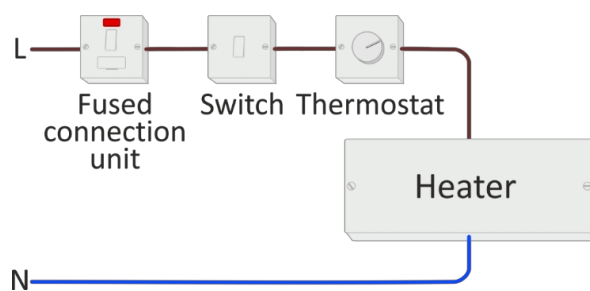
- intercambia las lámparas.
- Si el patrón de brillo es el mismo que antes, entonces las corrientes son diferentes.
- Si la bombilla más brillante sigue siendo la más brillante, entonces las bombillas son diferentes.

¿Qué muestra su prueba?

En la iluminación doméstica, es importante que las bombillas funcionen de forma independiente, sobre todo cuando una de ellas se funde. Por eso se conectan en paralelo, como muestra el diagrama.



Los controles, como fusibles, interruptores y termostatos, deben ser capaces de "interrumpir" el circuito y detener el flujo de corriente al dispositivo de carga, como un calentador. Por eso se conectan en serie con la carga.

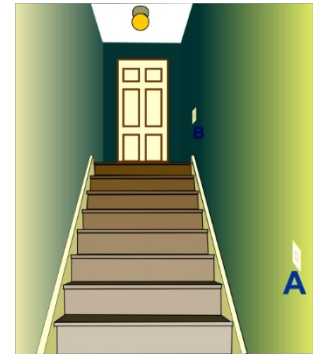


## Circuito de escaleras - 1

Este es un circuito común - un circuito de conmutación de dos vías utilizado para accionar una luz utilizando el interruptor **A** o el interruptor **B**. La luz puede estar en la parte superior de una escalera, con un interruptor en la parte inferior de la escalera.

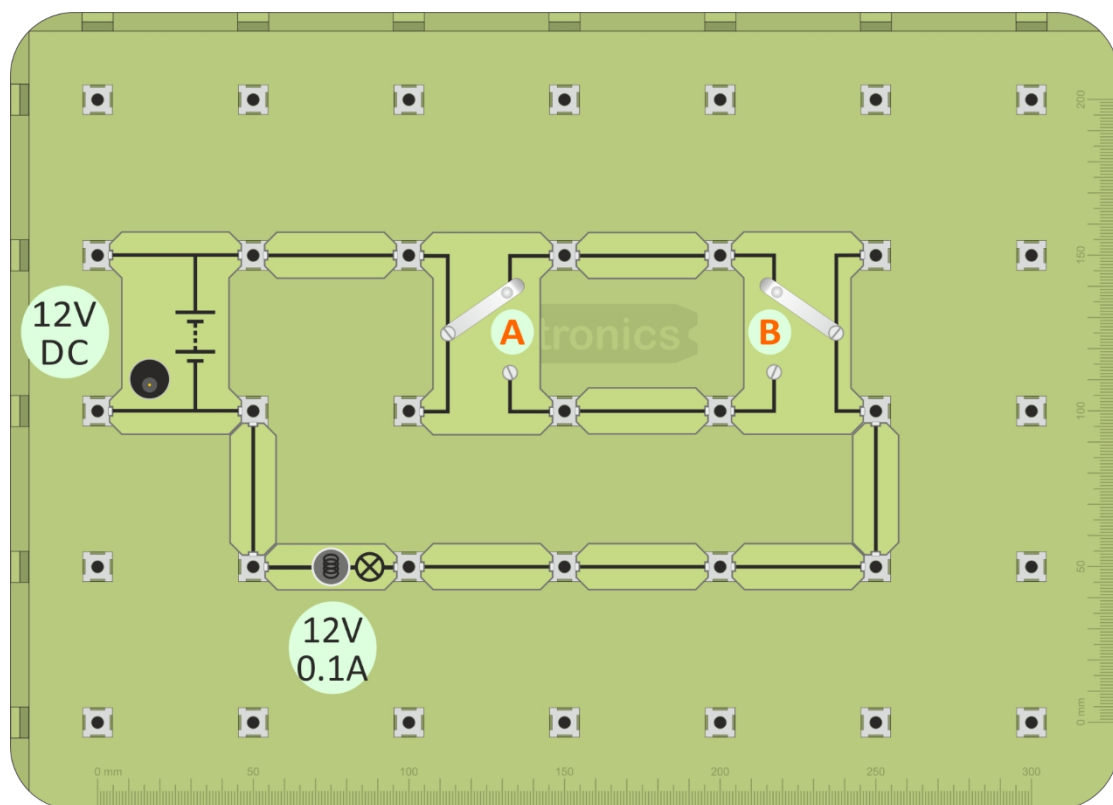
la escalera y el otro en la parte superior. Utiliza dos conmutadores interruptores para **A** y **B**. A veces se denominan interruptores unipolares de doble efecto o SPDT y se conectan mediante dos cables.

Este método se denomina a veces "control de 2 hilos".



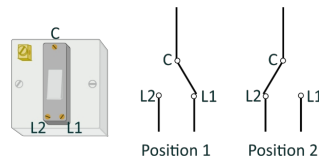
### Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación, utilizando dos conmutadores "A" y "B".
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



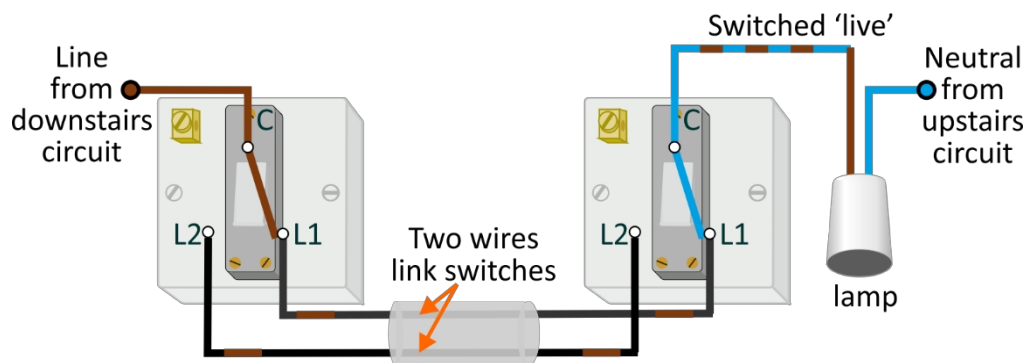
3. Mueve el interruptor **A** a la otra posición. ¿Qué ocurre?
4. Ahora mueve el interruptor **B** a la otra posición. ¿Qué ocurre?  
Deberías poder encender y apagar la lámpara con cualquiera de los dos interruptores.
5. Para ambos, traza las trayectorias actuales.
6. Complete el diagrama del Manual del Estudiante añadiendo la ruta actual para el disposición que se muestra allí.

El circuito utiliza dos conmutadores como el que se muestra. Cada uno tiene tres terminales, **C** (para Común), **L1** y **L2**.



Al accionar el interruptor, **C** se conecta a **L1** o **L2**.

El sistema de "control a 2 hilos" se muestra en el siguiente diagrama.



Funciona, **pero** puede haber problemas de seguridad.

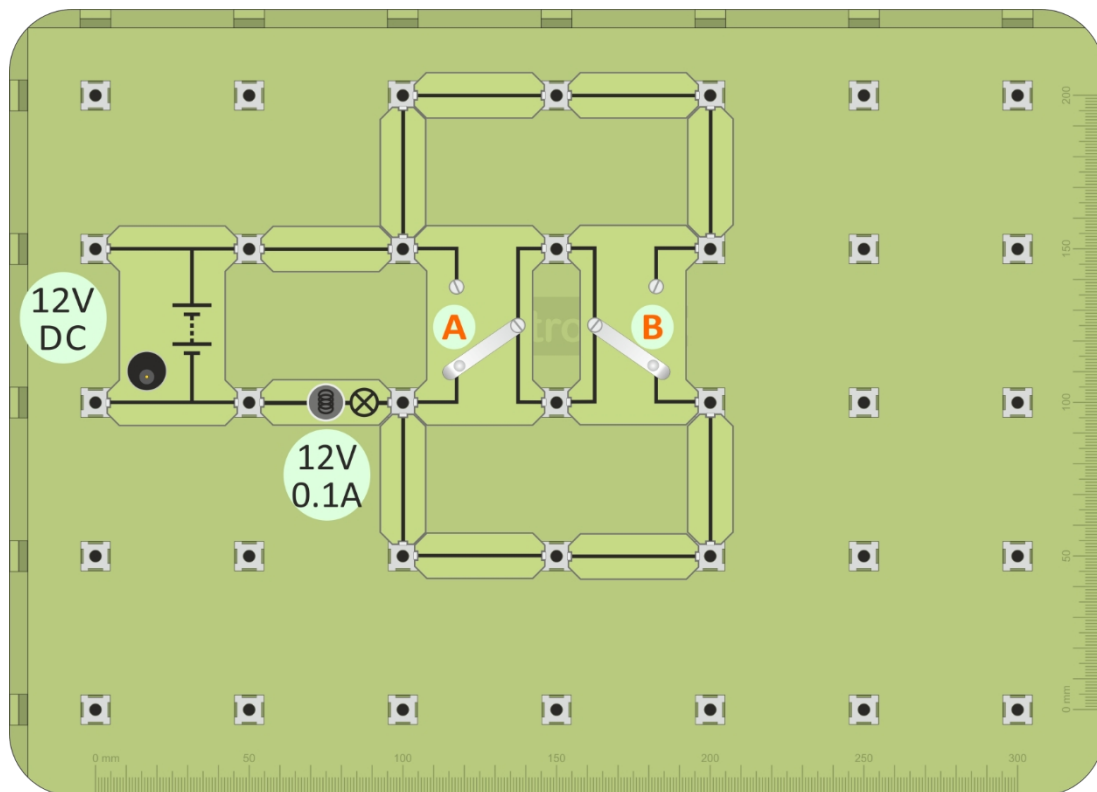
- Un electricista que trabaje en un circuito puede desconectar el circuito de iluminación del piso de arriba y pensar que es seguro trabajar en él. Sin embargo, es posible que algunas partes sigan "vivas" porque el circuito de abajo sigue encendido.
- Un RCD que controle el circuito de la planta baja puede dispararse innecesariamente porque las corrientes de línea y neutro de la planta baja pueden ser diferentes. Del mismo modo, un RCD que vigile el circuito de arriba puede no ser fiable.  
(Los RCD se investigan dentro de unas páginas).

Te toca a ti:

El siguiente esquema muestra el sistema más seguro de "control a 3 hilos". En esta ocasión, las conexiones de línea y neutro pueden tomarse del mismo circuito, ya sea en el piso de abajo o en el de arriba.

Se evitan los problemas potenciales creados por el sistema de "control a 2 hilos".

1. Construye el esquema que se muestra a continuación, utilizando de nuevo dos conmutadores.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.

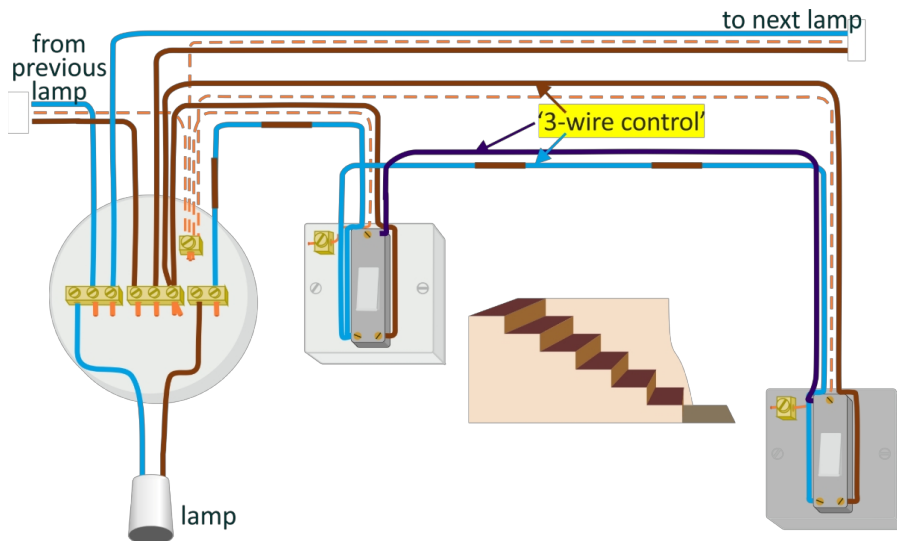


3. Como antes, deberías poder encender y apagar la lámpara con cualquiera de los dos interruptores.
4. Completa los diagramas del Manual del alumno.

El siguiente diagrama muestra una forma práctica del sistema de "control de 3 hilos", llamado así porque tres cables unen los dos interruptores.

Para mayor claridad:

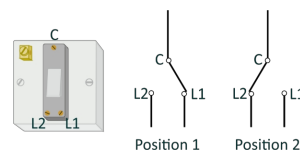
- las conexiones a tierra se muestran como líneas de puntos;
- el cable que conecta las dos conexiones comunes se muestra en púrpura.



Puntos a tener en cuenta:

- Los terminales **L1** están conectados entre sí y a la conexión de "línea" entrante;
- Terminales **L2** conectados entre sí y al "cable conmutado";
- Los terminales **C** están conectados entre sí.

**Reto:** Partiendo de la conexión "viva" (marrón) de la lámpara anterior, trace el circuito.



Fíjate:

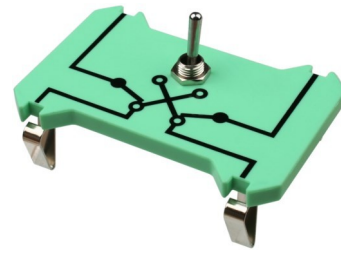
- cuando el interruptor de la izquierda está en la posición 1, **L1** está conectado a **C**, lo que lo convierte en "vivo";
- el terminal **C** del otro interruptor está conectado a él y, por lo tanto, también tiene tensión;
- con el interruptor de la derecha en la posición 2, **L2** está conectado a **C** y, por lo tanto, tiene tensión;
- Esto hace que el cable marrón de la lámpara tenga corriente y la lámpara se encienda.

A continuación, trace de la misma manera el circuito con los interruptores en otras posiciones.

## Mando de 3 vías - 1

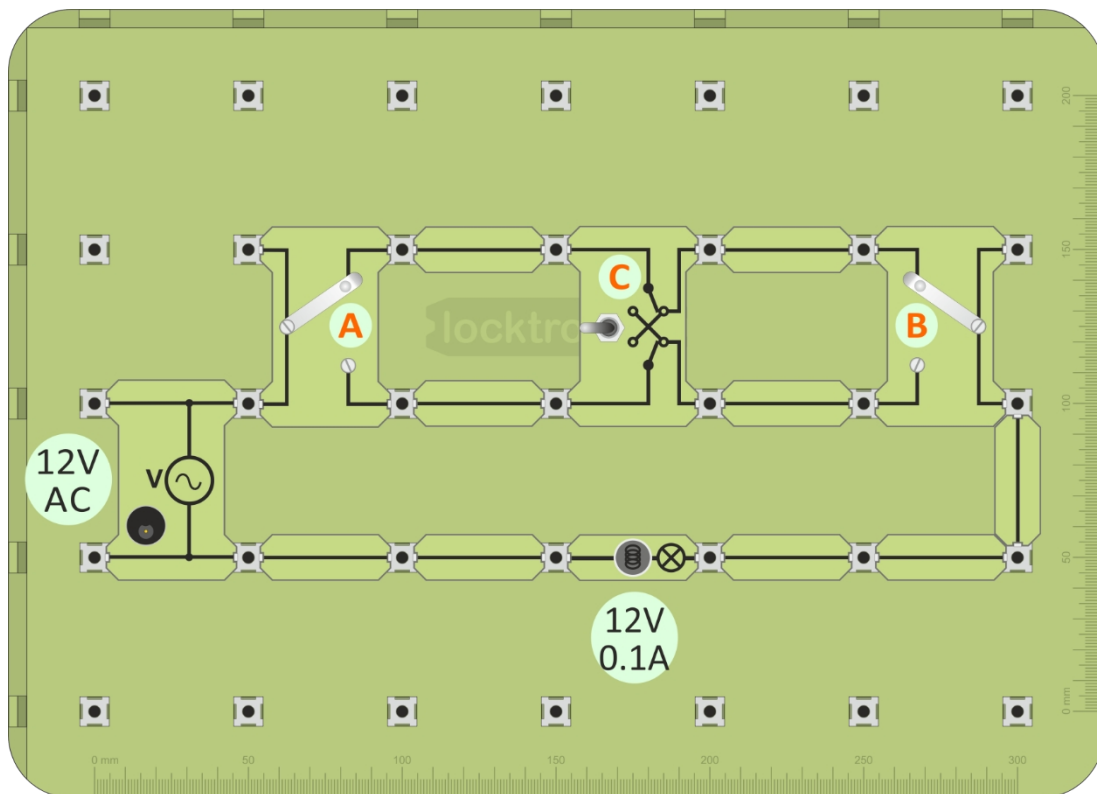


Se trata de una modificación del circuito anterior. Añadiendo un tercer interruptor, un interruptor intermedio (también llamado inversor o interruptor de doble polo y doble tiro), la lámpara puede controlarse mediante tres interruptores, **A**, **B** o **C**.



### Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación, utilizando dos conmutadores "A" y "B". y un interruptor intermedio 'C' (o modificar el circuito anterior añadiendo 'C' .)
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala. (El esquema muestra la alimentación de CA, que refleja el suministro eléctrico doméstico).

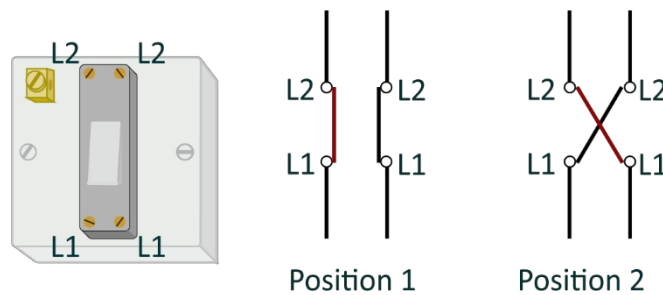


3. Compruebe que la lámpara puede controlarse con todos los interruptores.
4. Para las ocho combinaciones de posiciones de los interruptores, traza los recorridos de la corriente.
5. Complete el diagrama del Manual del alumno añadiendo la ruta actual para la disposición que allí se muestra.

Este es otro "sistema de control de 2 hilos" y sufre los mismos problemas potenciales que el sistema de 2 vías (escalera).

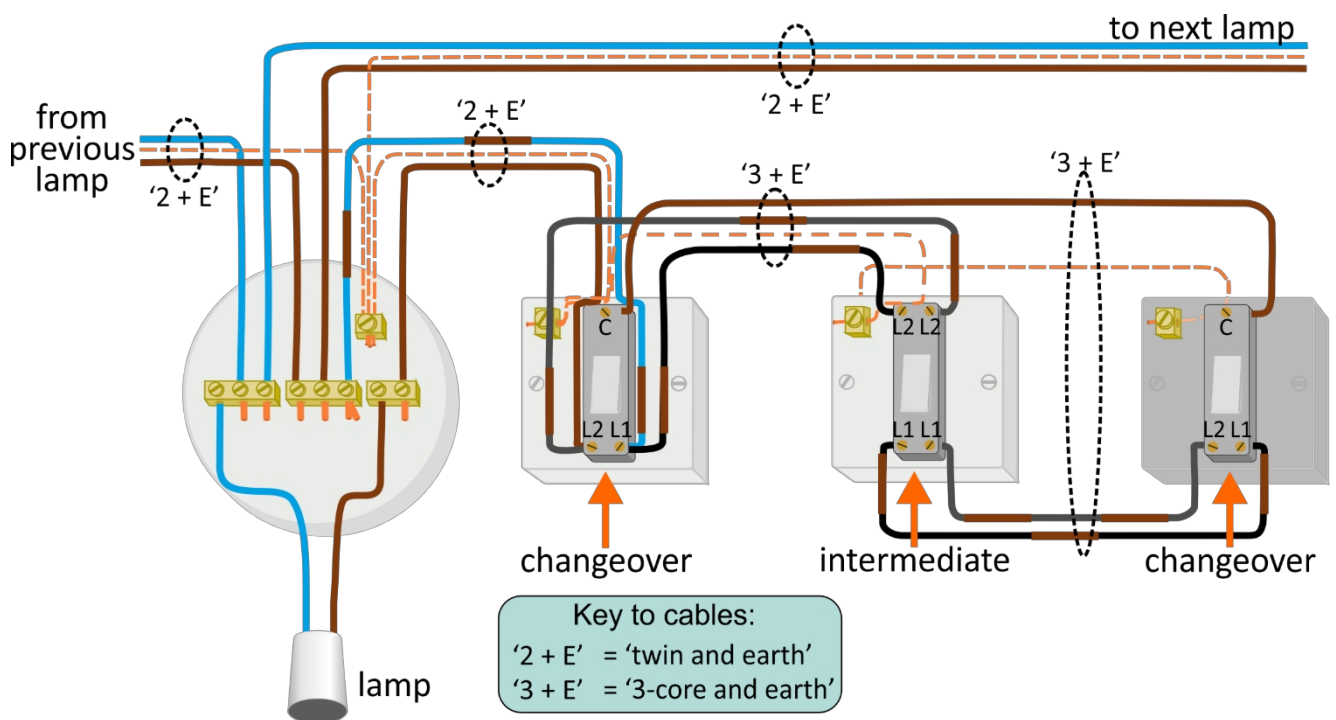
## Mando de 3 vías - 2

El tercer conmutador se conoce (en el Reino Unido) como conmutador intermedio.



Tiene cuatro terminales, dos denominados **L1** y dos denominados **L2**. Su funcionamiento permite realizar las conexiones indicadas más arriba.

A continuación se muestra la versión "control de 3 hilos" del circuito de conmutación de tres vías.



### Desafío:

Compara este circuito con el que acabas de construir con 'Locktronics'.



La imagen muestra un tipo de multímetro. Tiene una amplia gama de usos (varía de un modelo a otro), pero normalmente incluye la medición de tensión y corriente alterna y continua.

Cuando utilices un multímetro, antes de encenderlo:

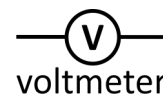
- tenga cuidado de enchufar las sondas en las tomas correctas;
- seleccione la gama correcta.

(Las versiones "Auto-ranging" seleccionan automáticamente el mejor alcance).

## Tensión:

- es una medida de la fuerza que empuja a los electrones por el circuito;
- mide la energía perdida o ganada cuando un electrón se desplaza por parte de un circuito
- se mide con un voltímetro conectado en paralelo con el componente.

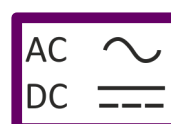
El símbolo del circuito de un voltímetro se muestra en el diagrama.



## Utilizar un multímetro para medir la tensión:

Los multímetros pueden medir tanto CA como CC.

Los siguientes símbolos los distinguen:



- Enchufa un cable en la toma negra "COM".
- Enchufa otro en la toma roja "V".
- Seleccione el rango de 20V DC girando el dial a la posición '20' junto al símbolo 'V $\overline{\text{---}}$ '.

(Es una buena práctica ajustar el medidor en un rango mucho más alto que la lectura que se espera.

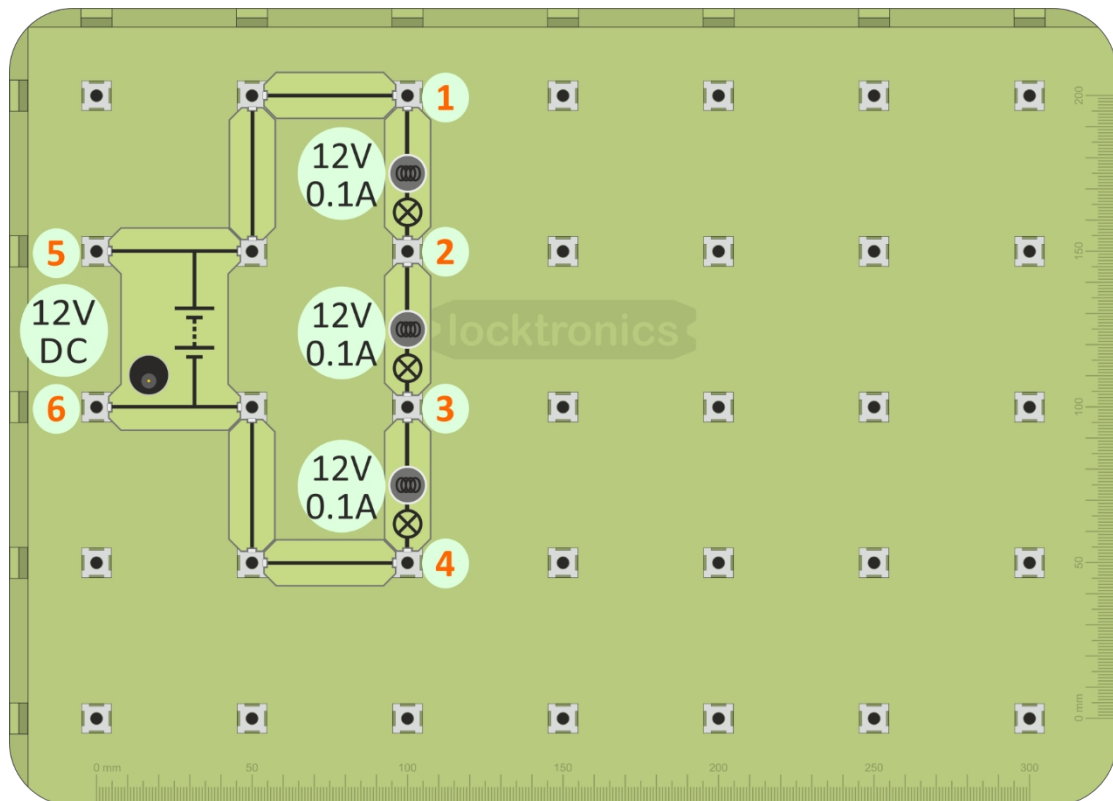
A continuación, refínalo eligiendo un rango inferior que se adapte a la tensión que encuentres).

- Enchufe los cables en las tomas situadas en los extremos del componente investigado.
- Encienda el multímetro cuando esté listo para tomar una lectura.
- Un signo "-" delante de la lectura significa que los cables del contador están conectados al revés. Cámbialos para deshacerte de él.



Te toca a ti:

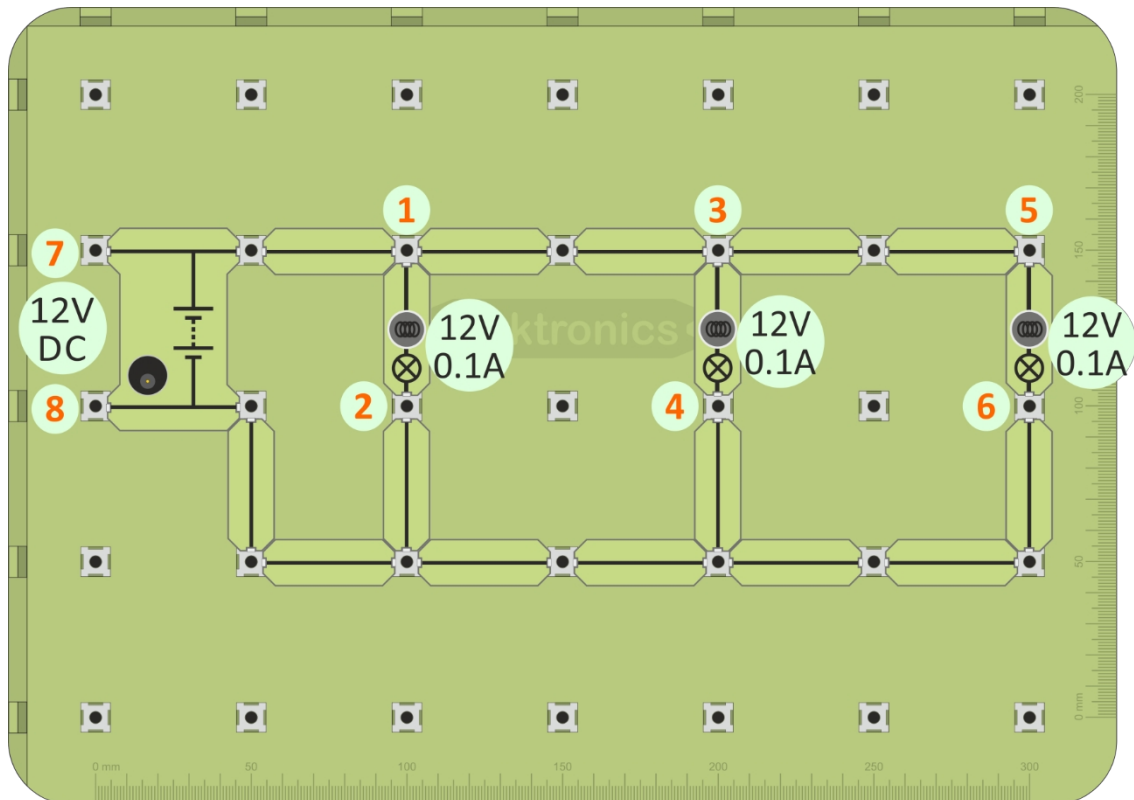
1. Construye el esquema que se muestra a continuación: un circuito en serie con una sola ruta a su alrededor.
2. Conecte la fuente de alimentación, ajústela a 12 V y enciéndala.



3. Configure el multímetro para leer tensiones de hasta 20 V CC (consulte la página anterior).
4. Mida la tensión en la bombilla superior conectando los cables del multímetro a los bornes "1" y "2".
5. A continuación, mide la tensión a través de la bombilla central, utilizando los postes '2' y '3'.
6. A continuación, mide la tensión a través de la tercera bombilla, utilizando los postes '3' y '4'.
7. Por último, mide la tensión de alimentación, utilizando los postes '5' y '6'.
8. Suma las tensiones en las tres bombillas y compáralas con la tensión de alimentación. ¿Qué observas?
9. Introduce todos tus resultados en la tabla del Manual del alumno y responde a la pregunta.

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación, esta vez un circuito en paralelo.
2. Conecte la fuente de alimentación, ajústela a 12 V y enciéndala.

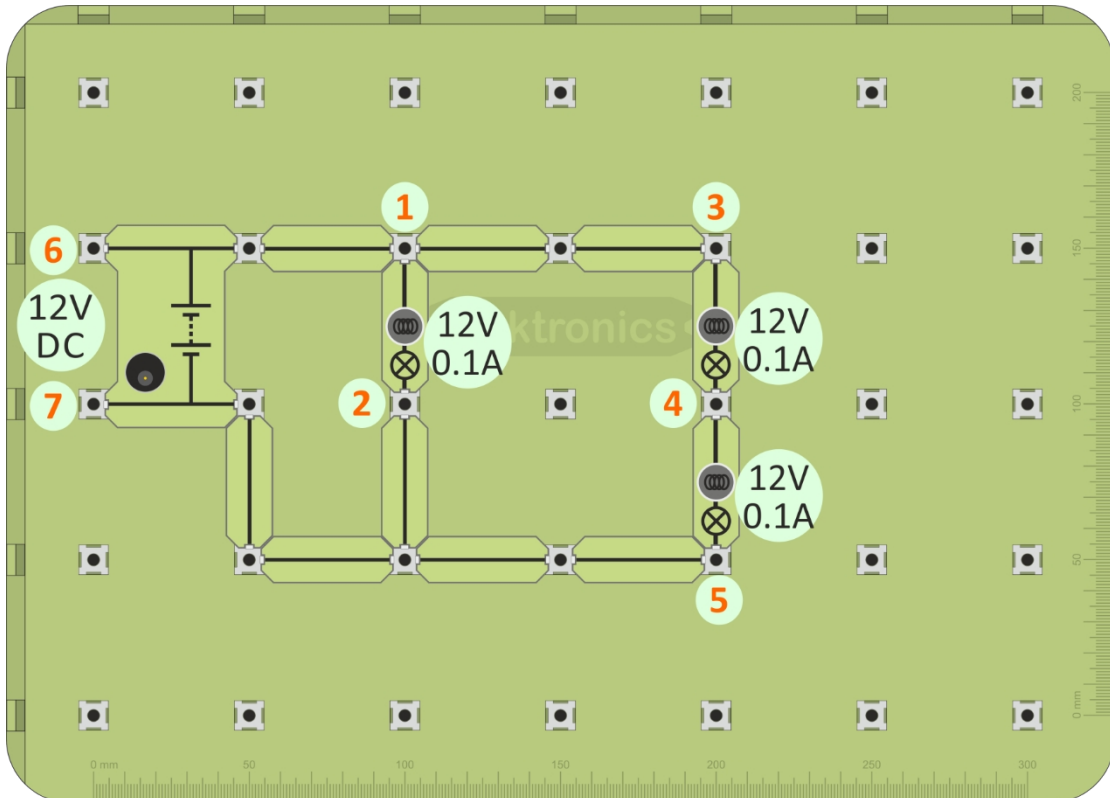


3. Configure el multímetro para leer tensiones de hasta 20 V CC.
4. Mida la tensión en la primera bombilla conectando los cables del multímetro a los bornes "1" y "2".
5. A continuación, mide la tensión a través de la bombilla central, utilizando los postes '3' y '4'.
6. A continuación, mide la tensión a través de la tercera bombilla, utilizando los postes '5' y '6'.
7. Por último, mide la tensión de alimentación, utilizando los postes '7' y '8'.
8. Observa las tensiones en las tres bombillas y en la tensión de alimentación. ¿Qué observas?
9. Introduce todos tus resultados en la tabla del Manual del alumno y responde a la pregunta.

Ahora volvemos a uno de los circuitos que tienen conexiones tanto en serie como en paralelo para ver por qué las bombillas tienen el brillo que observamos antes.

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación y enciende la fuente de alimentación.




2. Mide la tensión a través de la primera bombilla, utilizando los postes '1' y '2'.
3. A continuación, mide las tensiones a través de las otras dos bombillas, utilizando los postes '3' y '4' y luego '4' y '5'.
4. Por último, mide la tensión de alimentación, utilizando los postes '6' y '7'.
5. Mira los voltajes a través de las bombillas. ¿Explica esto las diferencias de luminosidad?
6. ¿Qué observas en la tensión de alimentación y en las tensiones a través de las bombillas?
7. Introduce todos tus resultados en la tabla del Manual del alumno y responde a la pregunta.

**Reto:** Investiga el otro circuito mixto que has construido antes.



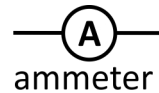
Cuando utilice un multímetro para medir la corriente, conecte las sondas en las tomas "A" y "COM", o equivalentes.

A continuación, seleccione el rango correcto, ya sea en la sección 'A~', para corriente alterna, o en la sección 'A 


Por último, enciéndelo.

### Actual:

- mide el número de electrones que pasan por cualquier punto del circuito cada segundo;
- mide la velocidad de flujo de la carga eléctrica en el circuito;
- se mide con un amperímetro conectado en serie con el componente. El símbolo del circuito para un amperímetro se muestra en el diagrama.

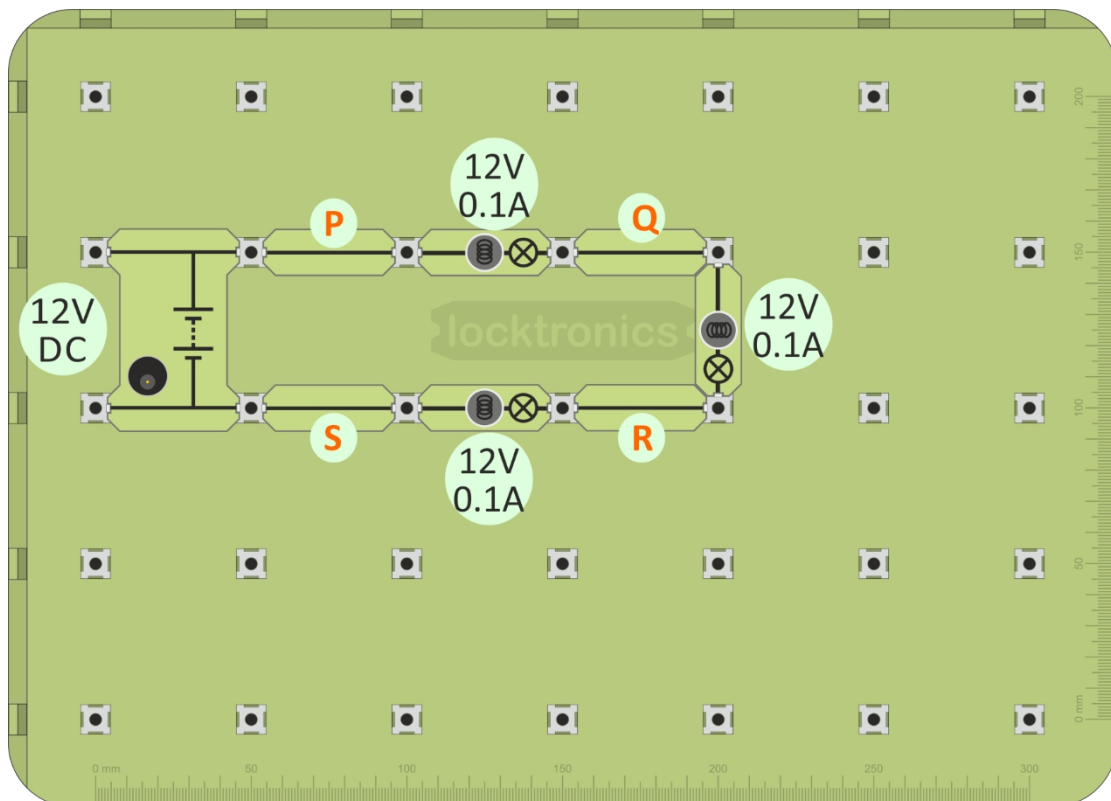


### Utilizar un multímetro para medir la corriente:

- Enchufa un cable en la toma negra "COM".
- Enchufa otro en la toma roja "mA".
- Seleccione el rango de 200mA DC girando el dial hasta la marca '200m' junto a el símbolo 'A 

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación: un circuito en serie de tres lámparas, pero esta vez separadas para facilitar la inserción del amperímetro cuando sea necesario.
2. Conecte la fuente de alimentación de CC, ajústela a 12 V y enciéndala.



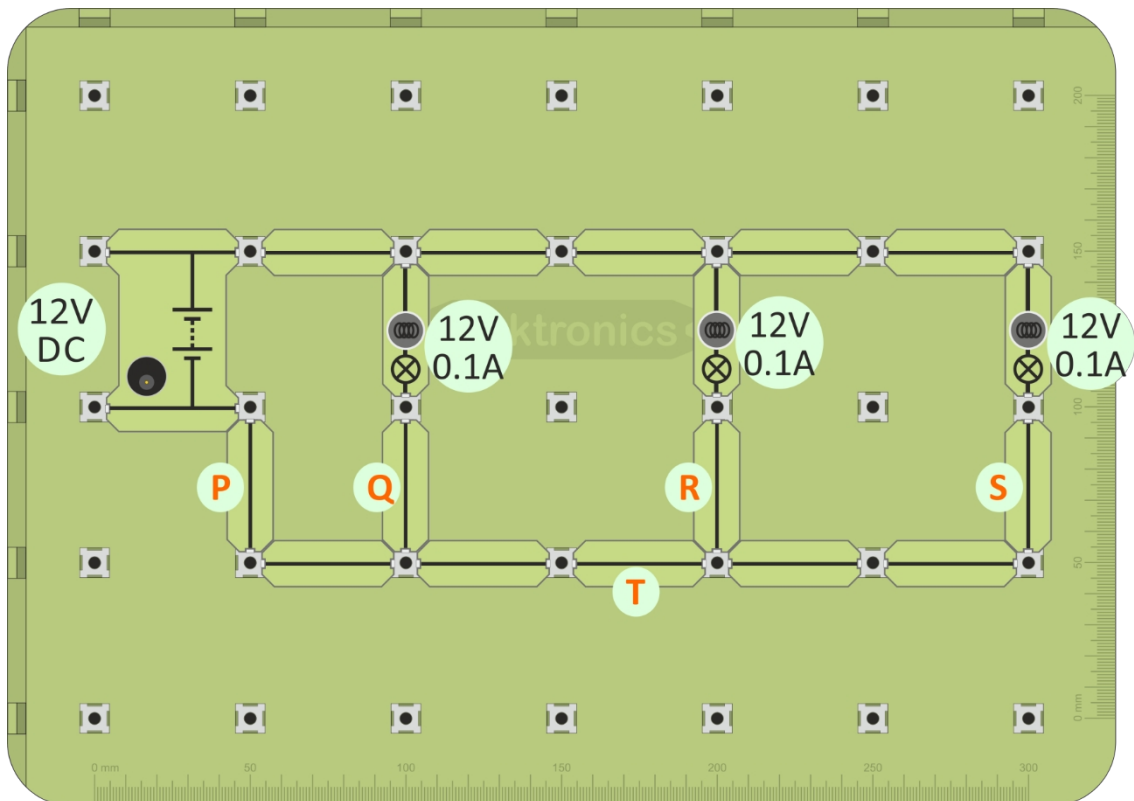
3. Configure el multímetro para leer corrientes de hasta 200 mA CC - véase la página anterior.
4. Mida la corriente en el punto "P", retirando el eslabón de conexión y enchufando los cables del multímetro en los bornes situados a ambos extremos del mismo.
5. Del mismo modo, mide la corriente en los puntos "Q", "R" y "S".

Se podría decir que la corriente en "P" es la corriente suministrada por la fuente de alimentación, o la corriente que fluye hacia la primera bombilla. Del mismo modo, la corriente en "Q" es la que sale de la primera bombilla o la que entra en la segunda, y así sucesivamente.

6. ¿Qué nota en todas las lecturas actuales?
7. Introduce todos tus resultados en la tabla del Manual del alumno y responde a la pregunta.

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación: un circuito en paralelo de tres lámparas, de nuevo repartidas para permitir una fácil inserción del amperímetro cuando sea necesario.
2. Conecte la fuente de alimentación de CC, ajústela a 12 V y enciéndala.



3. Configure el multímetro para leer corrientes de hasta 200 mA CC como antes.
4. Mida la corriente en los puntos "P", "Q", "R" y "S", retirando los enlaces de conexión correspondientes.
5. Introduce tus resultados en la tabla del Manual del alumno y responde a las preguntas.

Desafío:

6. Utiliza tus resultados para estimar la corriente que circula por el punto "T".
7. Ahora mídelo. ¿Ha acertado?

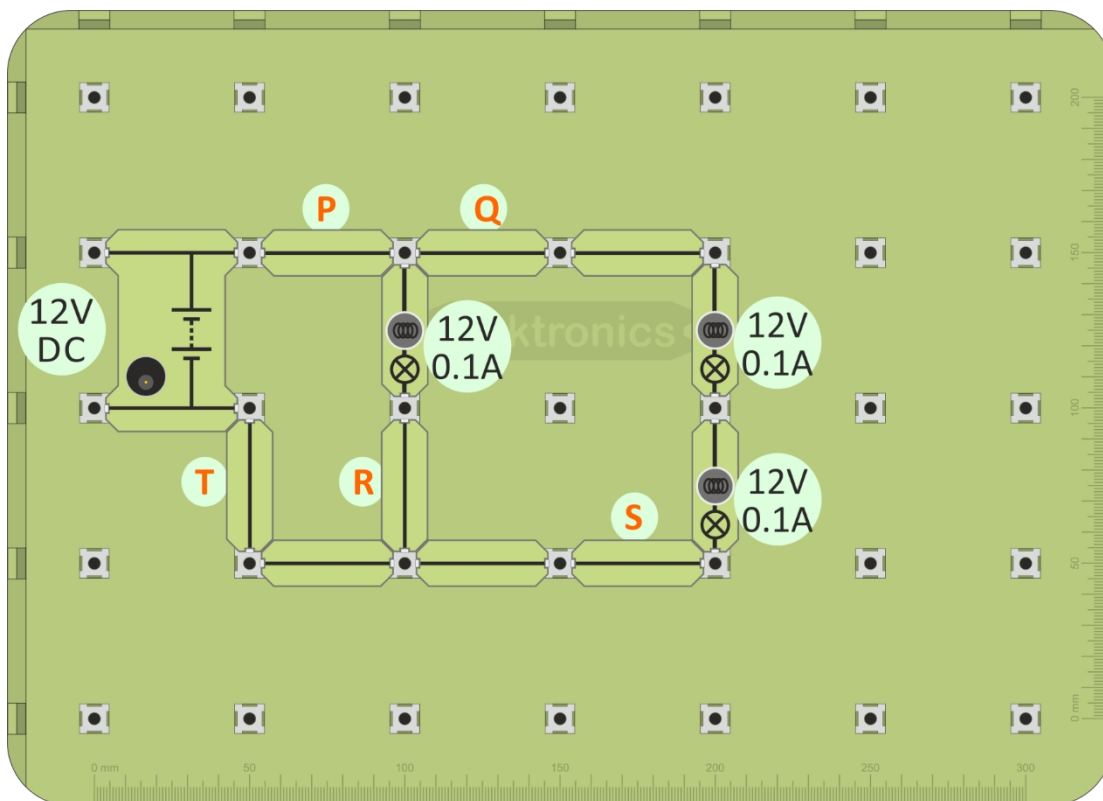
Anota su valor en el Manual del Estudiante.

## Medición de la corriente - 4

Ahora observamos las corrientes que circulan en uno de los circuitos que tienen ambas series y conexiones paralelas.

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de CC, ajústela a 12 V y enciéndala.



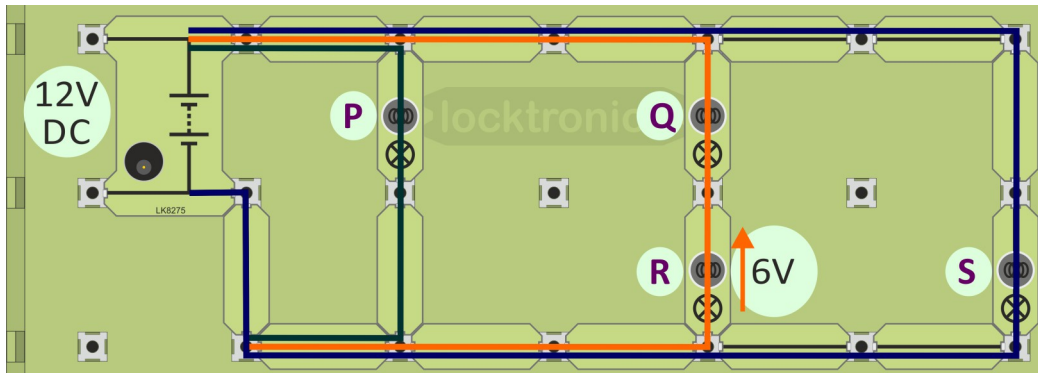
3. Mida la corriente en los puntos "P", "Q", "R", "S" y "T".
4. Introduce todos tus resultados en el Manual del Estudiante.
5. Explica por qué las lecturas de corriente en los puntos "P" y "T" son iguales.
6. Explica por qué las lecturas de corriente en los puntos "Q" y "S" son iguales. ¿Qué implica esto para la luminosidad de las dos bombillas entre estos puntos?
7. Compara estas lecturas con la corriente en el punto "R". ¿Qué significa esto para la luminosidad de las bombillas cercanas?

**Desafío:** Realiza una investigación similar en el otro circuito mixto, construido anteriormente.

# Ley de tensión de Kirchhoff

**La ley de la tensión:** la suma de las tensiones alrededor de cualquier bucle del circuito es igual a la tensión de alimentación en ese bucle.

**Las implicaciones** - En el circuito que sigue hay una serie de "bucles".



En el bucle **verde**:

- tensión total de alimentación en el bucle= 12V;
- sólo una bombilla en el bucle, por lo que la tensión a través de la bombilla **P**= 12V.

En el bucle **azul**:

- tensión total de alimentación en el bucle= 12V;
- sólo una bombilla en el bucle, por lo que la tensión a través de la bombilla **S**= 12V.

En el bucle **naranja**:

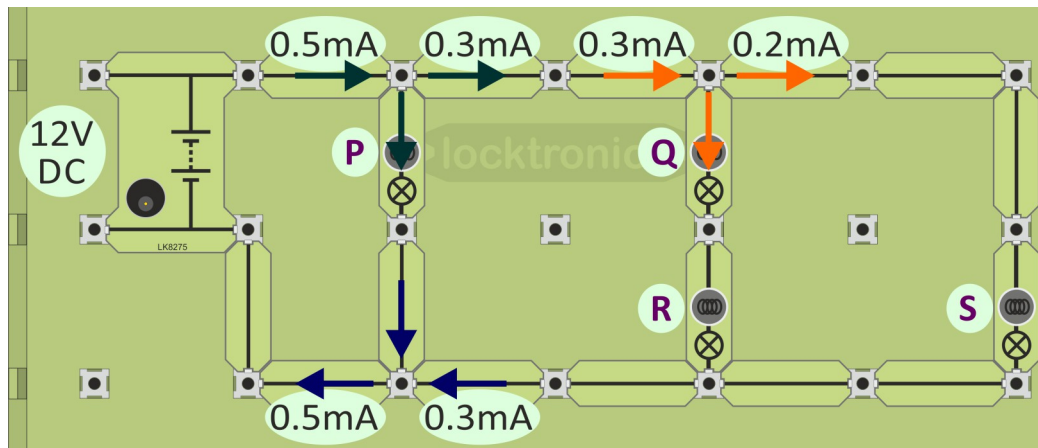
- tensión total de alimentación en el bucle= 12V;
- dos bombillas en el bucle, por lo que los voltajes a través de ellos deben sumar 12V;
- tensión a través de la bombilla **R**= 6V, (se nos dice);
- por lo que el voltaje a través de **Q** debe ser  $12 - 6 = 6V$ .

**Reto:** Si no estás seguro de estos resultados, ¡construye el circuito y compruébalos!

Responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

**La ley de la corriente:** la corriente total que entra en cualquier unión del circuito es igual a la corriente total que sale de esa unión.

**Las implicaciones** - En el circuito que sigue hay una serie de "cruces".



En el cruce de **la flecha verde**:

- corriente total que fluye en la unión =  $0,5\text{mA}$ ;
- corriente total que sale de la unión =  $0,3\text{mA}$  + corriente a través de la lámpara **P**;
- por lo que la corriente a través de la bombilla **P** =  $0,2\text{mA}$ .

En el cruce de **la flecha naranja**:

- corriente total que fluye en la unión =  $0,3\text{mA}$ ;
- corriente total que sale de la unión =  $0,2\text{mA}$  + corriente a través de la lámpara **Q**;
- por lo que la corriente a través de la lámpara **Q** =  $0,1\text{mA}$ .

En el cruce de **la flecha azul**:

- corriente total que fluye en la unión =  $0,3\text{mA}$  + corriente a través de la lámpara **P** =  $0,5\text{mA}$ ;
- por lo que la corriente que fluye fuera de la unión =  $0,5\text{mA}$ .

Las lámparas **Q** y **R** están en serie, por lo que por ellas circula la misma corriente.

Por lo tanto, la corriente a través de **R** =  $0,1\text{mA}$

**Desafío:**

Si no estás seguro de estos resultados, ¡construye el circuito y compruébalos!

Responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

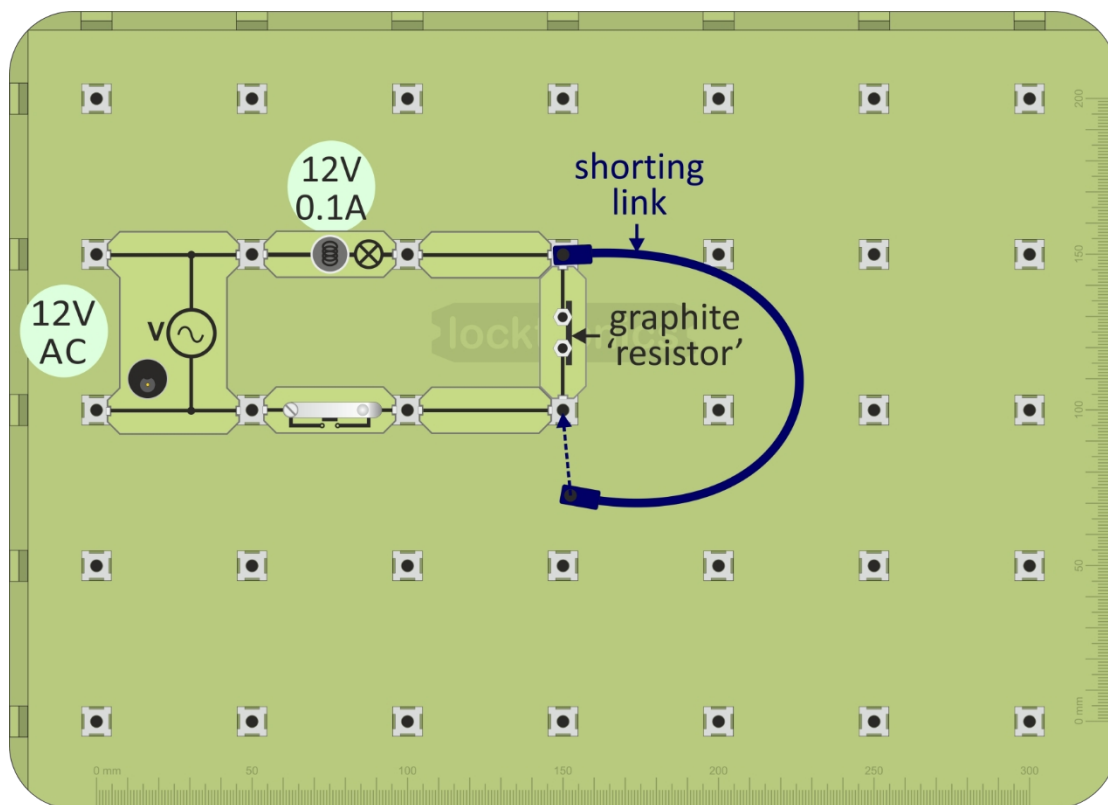
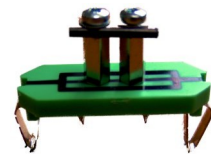
Hasta ahora se ha tratado del control on/off de corrientes eléctricas, utilizando conductores o aislantes. Ahora queremos un control más sutil. Con un grifo, podemos cambiar el caudal de *agua*.



Con *la electricidad*, cambiamos el flujo utilizando una **resistencia**.

## Te toca a ti:

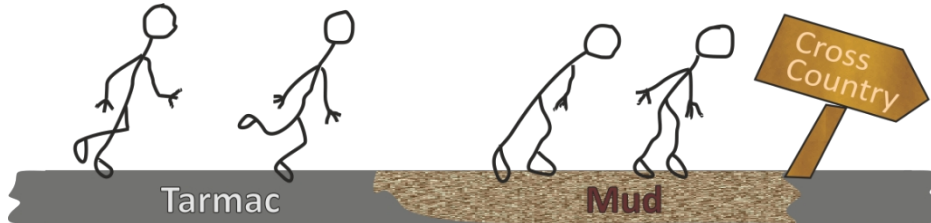
1. Crea tu resistencia, utilizando un trozo corto de grafito (mina de lápiz) en el portacomponentes universal.
2. Construye el esquema que se muestra a continuación.
3. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



4. Cierra el interruptor y observa lo brillante que se ve la bombilla. Recuerda: cuanto más brillante es la bombilla, mayor es la corriente que circula.
5. A continuación, "cortocircuita" la resistencia uniendo ambos extremos con un alambre, como se muestra en la figura. ¿Qué observas en la bombilla? ¿Qué te dice esto sobre la corriente eléctrica cuando añades la resistencia?

Ahora responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

Para los electrones, añadir resistencia es como pedirles que corran por el barro. ¡Se necesita más energía!

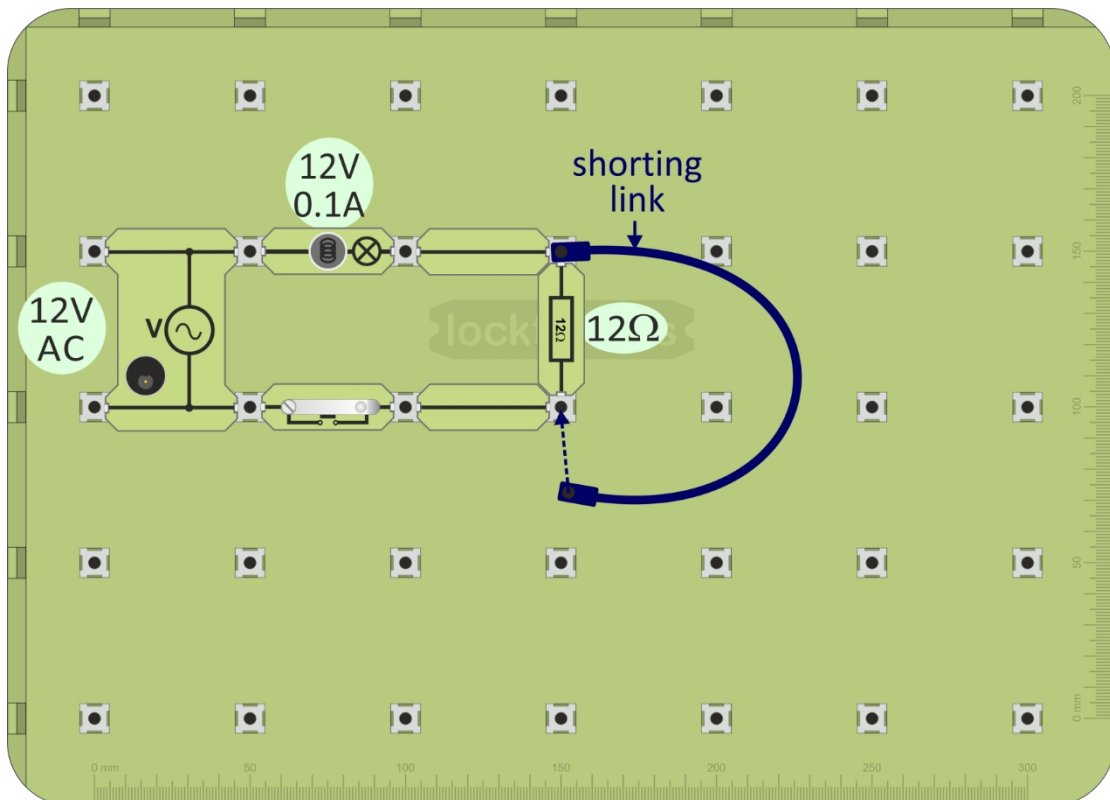


Las resistencias de fabricación comercial suelen tener el aspecto de la de al lado. El color de las rayas es importante, pero eso lo veremos más adelante.



### A su disposición

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



3. Cierra el interruptor y observa lo brillante que se ve la bombilla.
4. A continuación, "cortocircuita" la resistencia con el cable. ¿Qué le ocurre a la bombilla? ¿Qué te dice eso sobre la corriente?

## La ley de Ohm:

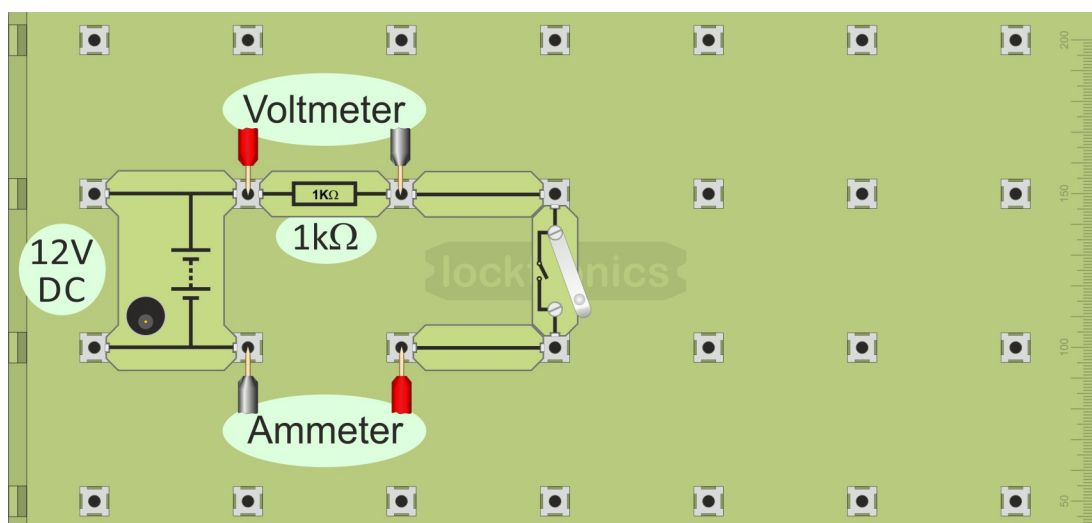
- relaciona la corriente, **I**, a través de una resistencia, **R**, con la tensión, **V**, a través de ella;
- resulta la fórmula  $V = I \times R$  ( o  $I = V / R$ , o  $R = V / I$ ),  
utilizando voltios / amperios / ohmios o voltios / miliamperios / kilohmios;
- sólo se aplica cuando la temperatura del conductor se mantiene constante.

Al idear un nuevo procedimiento de prueba, es tranquilizador partir de una situación ¡donde usted conoce la respuesta!

En este caso, ¡vamos a calcular la resistencia de una resistencia de  $1k\Omega$ !

## A su disposición

1. Construye el siguiente esquema, utilizando multímetros para el voltímetro y el amperímetro. Ajustes:  
**voltímetro** - superior a 12V,                      **amperímetro** - alrededor de 20mA.
2. Ajuste la fuente de alimentación a 12 V, conéctela al circuito y enciéndala.



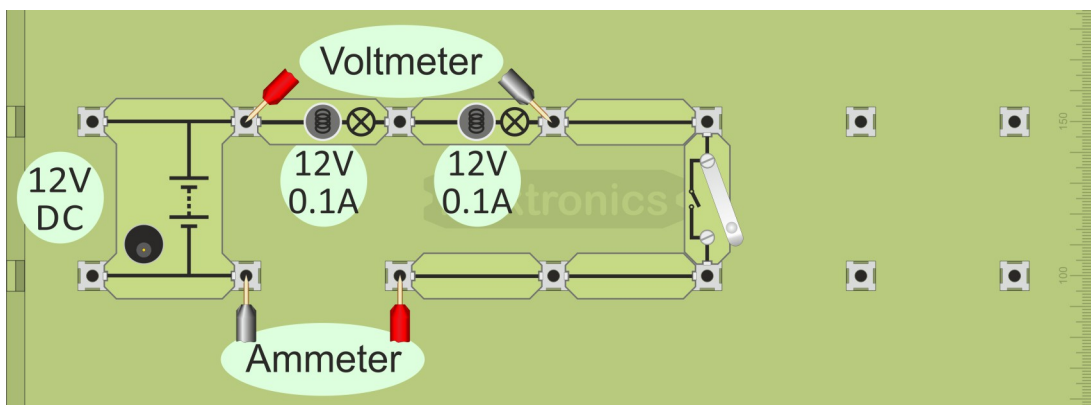
3. Cierra el interruptor.
4. Mide la tensión a través de la resistencia y la corriente que circula por ella.
5. Anota los resultados en el Manual del alumno y calcula la resistencia del resistor.
6. Repite el proceso con la tensión de alimentación a 6V.
7. Sustituye la resistencia de  $1k\Omega$  por una lámpara de 12V y 0,1A. Del mismo modo, calcula su resistencia a 12V y a 6V. Anota tus resultados en el Manual del alumno.

Ahora, observa lo que ocurre cuando combinamos resistencias.

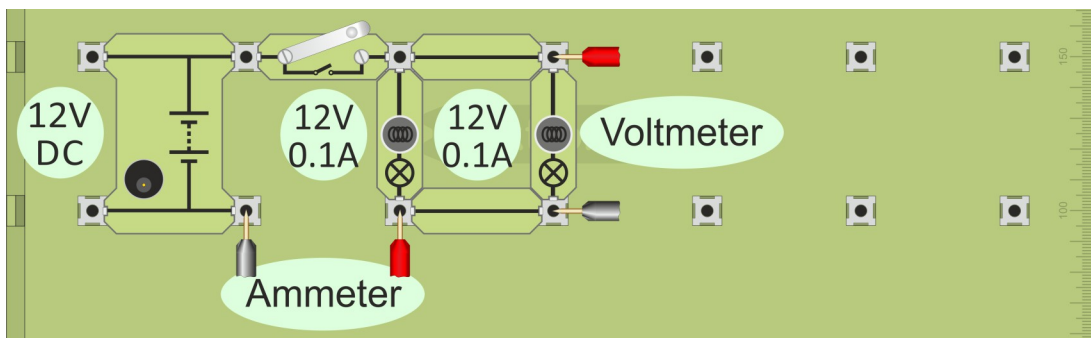
En la última actividad has calculado la resistencia de una bombilla de 12 V y 0,1 A, a 6 V y a 12 V. En esta actividad se utilizan dos de ellas, primero en serie y luego en paralelo.

**Te toca a ti:**

1. Construye el esquema que se muestra a continuación. Las dos lámparas están en serie.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.



3. Cierra el interruptor.
4. Mida la tensión a través de la combinación de lámparas y la corriente que la atraviesa.
5. Anota tus lecturas en el Manual del alumno y calcula la resistencia de las dos lámparas en serie.
6. Responde a las preguntas sobre tus resultados.



7. Modifica el circuito, como se muestra, para que las lámparas estén conectadas en paralelo.
8. Mide la tensión a través de la combinación y la corriente que la atraviesa.
9. Una vez más, anota tus lecturas en el Manual del alumno y calcula la resistencia de las lámparas en paralelo. Responde a las preguntas sobre tus resultados.



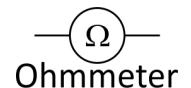
**Cuando se utiliza un multímetro para medir la resistencia, el componente debe retirarse primero del circuito.**

Como antes, antes de encender:

- tenga cuidado de enchufar las sondas en las tomas correctas, las tomas ' $\Omega$ ' y '**COM**';
- seleccione la gama correcta.

## Resistencia:

- es un obstáculo para el flujo de electrones alrededor del circuito;
- quita energía a cada electrón cuando se mueve a través de la resistencia;
- convierte esta energía en calor;
- se mide en unidades denominadas "ohmios" (símbolo - " $\Omega$ ") o kilohmios ( $k\Omega$ ), mediante un óhmetro. (1 kilohmio = 1 000 ohmios).



Ohmmeter

## Utilizar un multímetro para medir la resistencia:

- Enchufa un cable en la toma negra "**COM**".
- Enchufa otro en la toma roja " $\Omega$ ".
- Gire el dial para seleccionar un rango de resistencia, como  $200k\Omega$ .  
(Al igual que antes, es una buena práctica ajustar el medidor en un rango superior a la lectura que se espera y luego afinarlo a un rango inferior).
- Asegúrese de que el componente investigado no está conectado a ningún otro.
- Enchufa los cables en las tomas situadas en los extremos del componente.
- Encienda el multímetro cuando esté listo para tomar una lectura.

### Te toca a ti:

La primera tarea consiste en medir la resistencia de la portadora de  $12\Omega$ .

Aunque sepamos qué respuesta esperar, es poco probable que el valor mostrado sea exactamente  $12\Omega$ , ¡y mostrará que el multímetro funciona!

1. Ajuste el multímetro en el rango de  $200\Omega$ .
2. Asegúrese de que las sondas están enchufadas en el ' $\Omega$ ' y enchufes "COM".
3. Presione las puntas de las sondas contra los clips metálicos del soporte, como se muestra en el diagrama.
4. Lea el valor de la resistencia que aparece en el multímetro.
5. Registre este valor en el Manual del alumno.

(¡Es poco probable que la medida sea exactamente  $12\Omega$ !

El dilema: ¿hay alguna imprecisión en la resistencia o el multímetro no es del todo preciso?

(¡La respuesta es probablemente un poco de ambas!)

A continuación, haz lo mismo con la resistencia casera.

Esperamos que tenga una resistencia bastante baja, a juzgar por su efecto sobre la bombilla.

No obstante, mantén el medidor en el rango de  $200\Omega$ , al menos al principio.

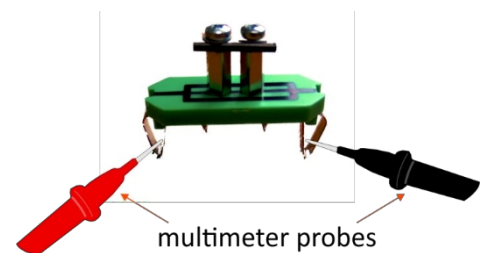
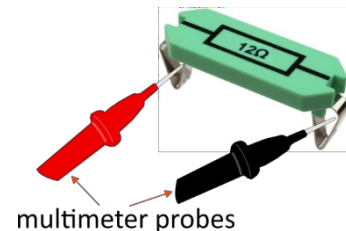
Registre también su valor en el Manual del Estudiante.

Por último, utiliza el mismo procedimiento para medir la resistencia de la bombilla de 12 V y 0,1 A. Una vez más, registre su valor en el Manual del Estudiante.

Obviamente, esta medición se realiza con el filamento a temperatura ambiente.

En la actividad "Ley de Ohm - 1", has medido su resistencia cuando brillaba débilmente (6 V) y brillantemente (12 V). La diferencia entre las medidas de resistencia se debe a la temperatura.

Responde a la pregunta del Manual del Estudiante.



La resistencia de un hilo depende de tres factores: su **longitud**, su **sección transversal** y la **resistividad** del material del que está hecho.

Se mide en unidades denominadas  $\Omega$  m (ohm metros).

"¿Qué pesa más, una tonelada de plomo o una tonelada de plumas?"

Qué pregunta más tonta, ambos pesan lo mismo.



La siguiente pregunta es igual de mala -

"¿Qué tiene mayor resistencia, una resistencia de cobre de  $1k\Omega$  o una resistencia de nicromo de  $1k\Omega$ ?"

(**Nicromo**: aleación de níquel y cromo diseñada para su uso en resistencias).

Ambos son iguales -  $1k\Omega$ , pero el de cobre sería enorme en comparación.

¿Por qué?

La respuesta - **Resistividad**

(la fuerza con la que un material se opone al paso de la corriente eléctrica a través de él).

La resistividad del nicromo es 60 veces superior a la del cobre.

En igualdad de condiciones, la resistencia de cobre tendría que ser 60 veces mayor.

## Imagínatelo:

El flujo de electricidad se compara a menudo con el flujo de agua: cuanto más ancha es la tubería, mayor es el flujo de agua, cuanto más grueso es el cable, mayor es la corriente, etc.

Para imaginar la resistividad, piense en el agua que fluye por una tubería vacía y compárelo con el agua que fluye por una tubería del mismo tamaño llena de arena.

El primero= cobre; el segundo



ond= nicromo.

Los cuatro portadores de resistividad Locktronics se describen en la tabla siguiente:

Sam- ple	Material	Longitud L en m	Sección transversal A en mm <sup>2</sup>
A.	Nichrome	0.5	0.075
B.	Nichrome	0.25	0.075
C.	Nichrome	0.5	0.21
D.	Constantan	0.5	0.075

(*Constantan* - una aleación de cobre y níquel diseñada para su uso en resistencias).

### Te toca a ti:

1. Utiliza un multímetro para medir la resistencia de cada una de las muestras.
2. Anota tus resultados en el Manual del alumno.

Responde a las preguntas planteadas en el Manual del Estudiante.



Comparación de los resultados, siguiendo el planteamiento que figura a continuación, muestra el efecto de los factores que afectan a la resistencia.

### La lógica de este planteamiento:

#### A y B:

- el mismo material;
- la misma sección transversal;
- **longitud diferente.**

Su comparación muestra el efecto de la **longitud** sobre la resistencia.

#### A y C:

- mismo material;
- misma longitud;
- **sección transversal diferente .**

Su comparación muestra el efecto de la **sección transversal** en la resistencia.

#### A y D:

- misma longitud;
- misma sección transversal;
- **diferentes materiales.**

Su comparación muestra el efecto de la **resistividad** sobre la resistencia.

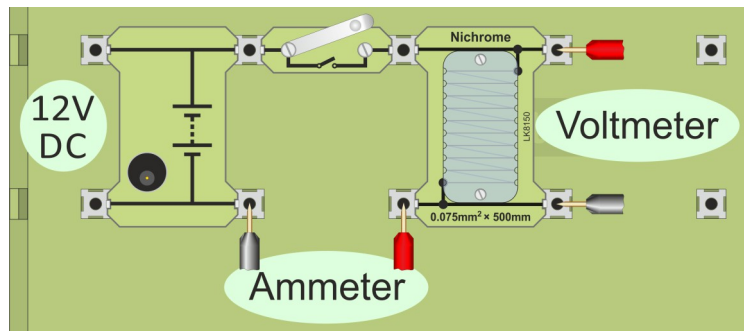
## Resistividad - 3

Te toca a ti: ¡Mide las resistividades del nicromo y el constantán!

1. Construye el esquema que se muestra a continuación, utilizando el soporte de nicromo.
2. Asegúrese de que la fuente de alimentación de CC está ajustada a 6 V.

Amperímetro: configura un multímetro para leer corrientes de hasta 200 mA de CC.

Voltímetro: configura un multímetro para leer corrientes de hasta 6 V CC.



3. Conecte la fuente de alimentación y enciéndelo.

4. Cierra el interruptor.
5. Mide la tensión  $V$  a través del nicromo y la corriente  $I$  que circula por él.
6. Calcula la resistencia  $R$  del nicromo mediante la fórmula:

$$R = \frac{V}{I}$$

7. Anota tus resultados en la tabla que figura en el Manual del alumno.

### Resistividad del nicromo:

Los resultados también nos permiten calcular la resistividad del nicromo, utilizando la fórmula:

$$\text{Resistividad } \rho = \frac{R \times A}{L} \quad \text{donde } R \text{ es la resistencia de la muestra}$$

Por ejemplo:

Una muestra de cobre de longitud  $L = 1,5\text{m}$ , sección transversal  $A = 0,01 \text{ mm}^2 (= 0,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2)$  tiene una resistencia  $R = 2,5\Omega$ .

Utilizando estos valores, el cobre tiene una resistividad de:  $\rho = \frac{2,5 \times 0,01 \times 10^{-6}}{1,5} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$

Siguiendo los mismos pasos, utiliza tus resultados para la resistencia de la muestra de nicromo para calcular la resistividad del nicromo. Escribe tu resultado en el Manual del alumno.

Ahora repite el proceso, sustituyendo el soporte de nicromo por el soporte de constantano. Una vez más, anota tus resultados en el Manual del alumno.



La electricidad es **peligrosa**.

Nuestro cuerpo puede percibir corrientes eléctricas tan pequeñas como 1 mA.

Una corriente de 10 mA CC puede provocar contracciones musculares que impidan a la víctima soltar el objeto electrizado.

La tensión necesaria para suministrar estas corrientes depende de varios factores incluida la resistencia eléctrica del cuerpo humano.

Esto, a su vez, depende de factores como:

- la presencia de sudor en la piel;
- el nivel de hidratación del organismo: entre el 45 y el 70% del peso del cuerpo es agua;
- el contenido de grasa corporal;
- en qué parte del cuerpo se produce el contacto eléctrico:
  - La piel tiene una gran resistencia, a menos que presente cortes o ampollas;
  - La corriente que fluye de la mano al pie experimenta más resistencia que la corriente que fluye de un dedo a otro.

La resistencia del cuerpo humano suele estar entre  $1k\Omega$  y  $100k\Omega$ .

Dispositivos de seguridad analizados en las próximas secciones:



**Los fusibles y disyuntores (MCB)** protegen el aparato y el cableado que lo conecta, pero **NO** al usuario.

Un fusible puede pasar alegremente una corriente de 10 A sin "fundirse".

Un cuerpo humano no estaría contento con una corriente de 10 A.



**El RCD** (dispositivo de corriente residual) compara la corriente que suministra al aparato con la corriente que fluye **de** vuelta **desde** el aparato. Un desequilibrio puede indicar un fallo, como una corriente eléctrica que fluye a tierra a través del usuario. El RCD se "dispara", cortando el suministro eléctrico al aparato y al usuario.



La electricidad es **peligrosa**.

Los "cortocircuitos" son un efecto potencialmente dañino del calentamiento eléctrico. Un aislamiento desgastado o dañado permite que los cables  
contacto, permitiendo que fluyan corrientes muy grandes. Estas pueden generar mucho calor y provocar incendios.



Una solución es una aplicación de calefacción eléctrica, el fusible, un cortocircuito Longitud de alambre fabricado con un metal de bajo punto de fusión. Actúa como punto más débil del circuito. Una gran corriente que circula por él lo calienta tanto que se funde. Esto interrumpe el circuito, deteniendo la corriente antes de que cause daños.

La imagen muestra las conexiones de un enchufe británico de 13 A. El fusible de cartucho protege la instalación eléctrica y el aparato. Es importante utilizar el fusible adecuado para el aparato. Estos fusibles de cartucho suelen tener valores de 3 A, 5 A y 13 A.



### Cálculo de los valores de los fusibles:

Necesitamos:

- la potencia nominal, **P**, del aparato;
- la tensión, **V**, para la que está diseñado.

A partir de ellas, utilizamos primero la fórmula  $P = I \times V$  (o  $I = P / V$ ) para calcular la normal corriente, **I**, que circula por el aparato. Esta corriente es correcta: no se producirá sobrecalentamiento. Entonces elegimos un valor de fusible justo superior a éste para que el fusible "salte" cortando toda la corriente cuando se produzca un problema.

Por ejemplo:

Un televisor moderno - potencia nominal (**P**) 200W en una fuente de alimentación de 240V (**V**).

Corriente normal (**I**)=  $200 / 240 = 0,8A$ .

**El mejor fusible de cartucho es de 3 A.**

**Desafío:**

Calcule la corriente normal y el mejor valor del fusible del cartucho para los aparatos enumerados en el Manual del alumno.

## El disyuntor

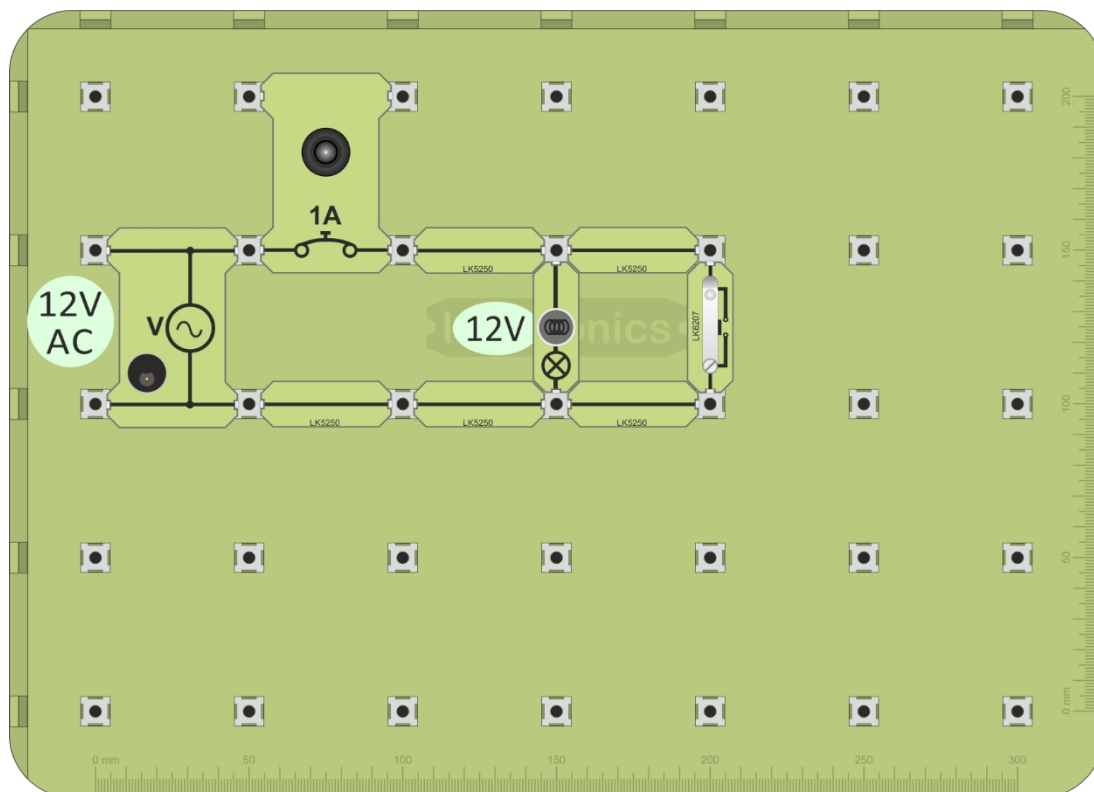


La unidad de consumo moderna contiene tanto MCB (disyuntores en miniatura) como RCD.

Sin embargo, tienen funciones diferentes.

El disyuntor corta la corriente cuando detecta un fallo. Como el fusible, protege el aparato y el cableado conectado a él. Sin embargo, un fusible debe ser recableado o sustituido antes de que pueda reanudarse el funcionamiento normal, mientras que el mcb puede restablecerse, pulsando un botón de reinicio o accionando un interruptor.

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.

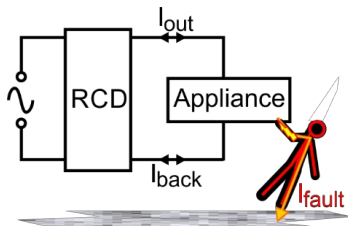


2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V CA y enciéndala.
3. Si es necesario, pulse el botón "Reset" del disyuntor. La lámpara debería encenderse.
4. Pulse el interruptor. El disyuntor debe dispararse al superarse su corriente nominal.
5. Restablece el suministro pulsando de nuevo el botón "Reiniciar".

**Desafío:** Añade un amperímetro para medir la corriente que provoca el "disparo" del disyuntor. Registra tus resultados en el Manual del alumno.

## El RCD

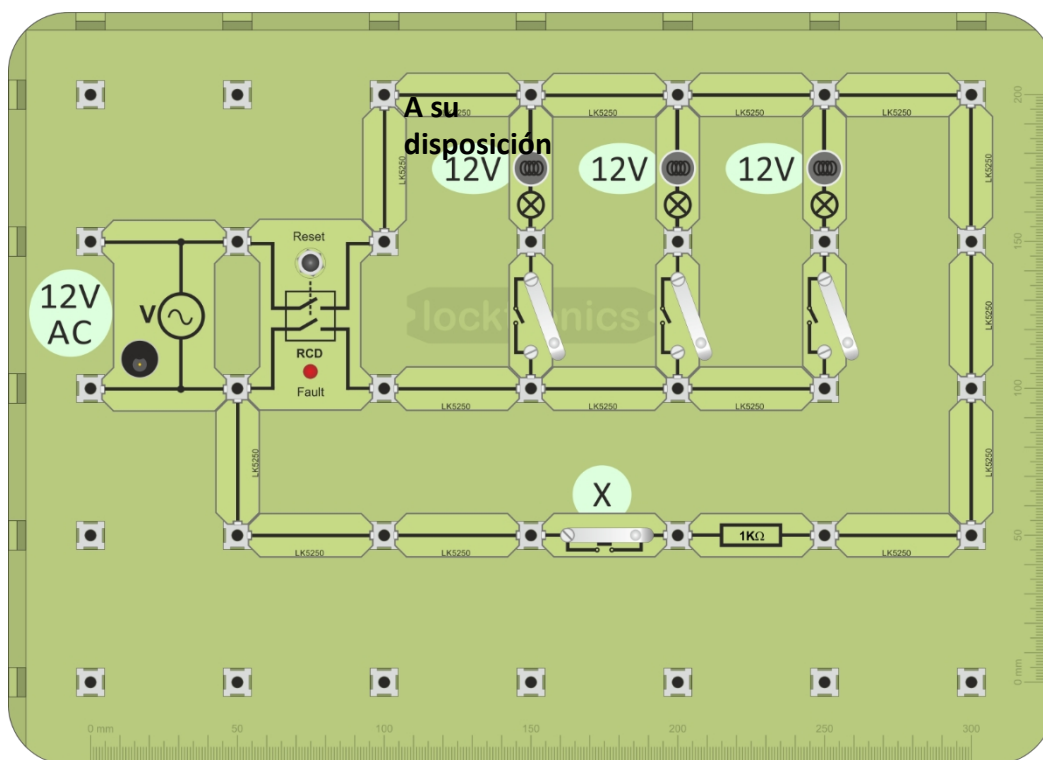
Un aparato eléctrico defectuoso puede provocar al usuario una descarga eléctrica, con corriente,  $I_{\text{fallo}}$ , que fluye a tierra a través del usuario. El RCD compara la corriente ( $I_{\text{out}}$ ) que fluye **hacia** con la que ( $I_{\text{back}}$ ) regresa **de** un aparato. Si la diferencia



( $I_{\text{out}} - I_{\text{back}}$ ) alcanza un valor establecido (normalmente 30mA), el RCD se "dispara", cortando el suministro eléctrico.

Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V CA y enciéndala.



3. Si es necesario, pulse el botón "Reset" del RCD. Las tres lámparas pueden controlarse ahora por separado mediante los interruptores de encendido y apagado.
4. Simule una avería pulsando el interruptor "X". Esto desvía parte de la corriente alrededor del RCD, produciendo un desequilibrio en las corrientes que salen y vuelven a él.
5. El RCD se "dispara", desconectando el suministro y encendiendo el LED "Fallo" del RCD.
6. Restablece el suministro pulsando de nuevo el botón "Reiniciar".

**Desafío:** Sustituya la resistencia de  $1k\Omega$  por una resistencia variable de  $250\Omega$ . Mida la corriente de defecto que provoca el disparo del RCD. Anota tu resultado en el Manual del alumno.

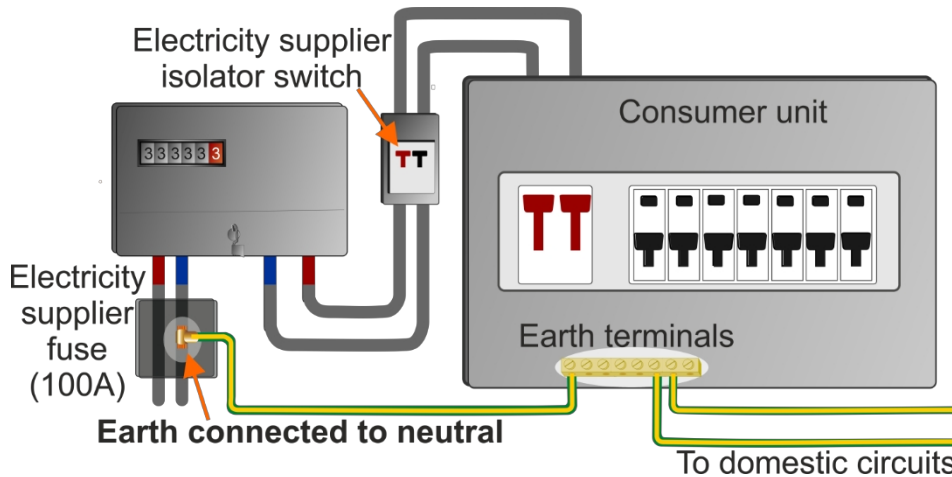


La electricidad es **peligrosa**.

A veces, parte de un aparato eléctrico, como la carcasa metálica exterior, puede quedar "bajo tensión" (mal conectada a la red eléctrica). Cualquier persona que lo toque recibirá una descarga eléctrica que puede causar lesiones graves o la muerte.

La toma de tierra es el procedimiento utilizado para garantizar que, cuando una parte de un aparato se pone en tensión, fluya una gran cantidad de corriente que haga saltar un fusible, un disyuntor o un RCD. De este modo, se protege al usuario de una descarga eléctrica. Un cable, el conductor de tierra, conecta las partes vulnerables del aparato a tierra.

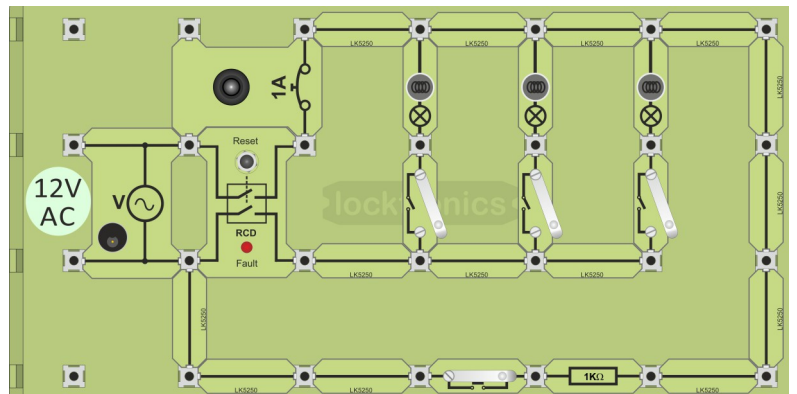
El siguiente diagrama muestra una forma habitual de hacerlo, utilizando el sistema TN-C-S.



Todos los cables de tierra se conectan al cable neutro de entrada, normalmente dentro del fusible del proveedor de electricidad, donde los cables de suministro eléctrico entran en el edificio.

**Reto:** El siguiente esquema combina las ventajas de un disyuntor y un RCD. Investígalo:

- cortocircuitar una bombilla;
- desequilibrar las corrientes en el cables "línea" y "neutro".



Asegúrate de que tienes claras las diferentes funciones del disyuntor y del RCD.

### Energía:

- muchas formas: calor, luz, sonido, electricidad, etc;
- medido en julios (J) o kilovatios-hora (kW-h);
- lo que pagamos, en las gasolineras, en las facturas de electricidad y gas, etc.

### Poder:

- energía utilizada (o convertida) por segundo;
- medido en vatios (W), o kilovatios (kW). (1 kilovatio= 1 000 vatios.)

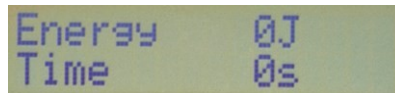
### El energímetro: **(Experimento opcional)**



- mide la tensión, la corriente, la potencia y el consumo de energía;
- medición elegida pulsando el botón de función;
- Los botones "Inicio / Pausa" y "Reinicio" permiten medir el consumo de energía durante un periodo de tiempo;
- la pantalla se ajusta para mostrar las unidades adecuadas.

### Utilización del energímetro para medir el consumo de energía:

1. Conecte la fuente de energía (batería, fuente de alimentación, generador de CC, etc.) al Terminales "Fuente".
2. Conecte la carga (bombilla, resistencia, motor, etc.) a los terminales "Carga".
3. Enchufe la fuente de alimentación del energímetro y enciéndalo. La pantalla muestra la palabra 'Inicializando...' durante unos segundos y luego se parece a la imagen de al lado.
4. Pulse el botón "Inicio / Pausa". El energímetro comienza a registrar la energía de la fuente a la carga. La flecha "►" en la esquina inferior derecha de la pantalla indica que el medidor sigue midiendo.
5. Pulse de nuevo el botón "Inicio / Pausa". La pantalla se congela y la flecha se convierte en una 'P' para mostrar que el medidor se ha detenido.
6. Para borrar las lecturas, pulse el botón "Reiniciar".

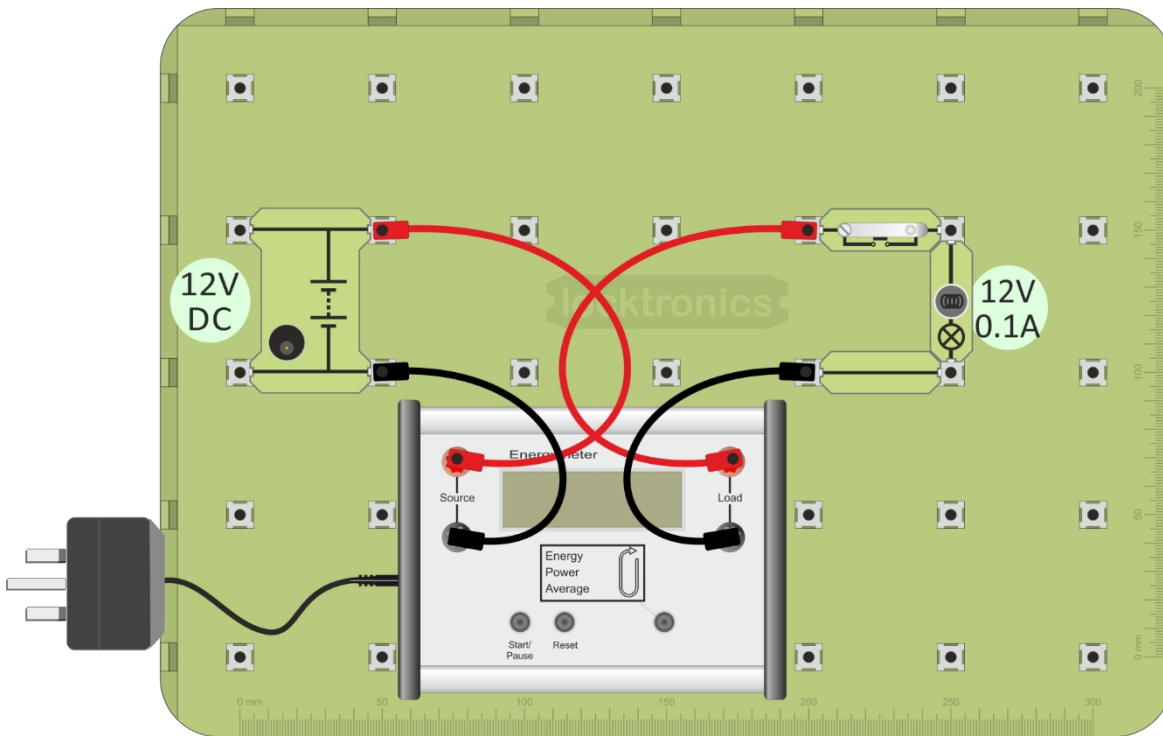


## Medición de la potencia

Te toca a ti:

(Experimento opcional)

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V y enciéndala.  
Enchufe la fuente de alimentación del energímetro y enciéndalo.



3. Pulse el botón "Función" hasta que la pantalla muestre
4. Presiona el pulsador para que se encienda la bombilla.
5. La pantalla muestra ahora la potencia consumida por la bombilla.
6. Registre la lectura en el Manual del alumno.

**Reto:** Modificar el circuito para medir el consumo de energía combinado de dos bombillas, conectadas:

- en paralelo;
- en serie.

En cada caso, anota tus resultados en el Manual del alumno. Comenta tus resultados.

## Energía:

- procede de fuentes como los combustibles fósiles, el Sol o la fisión nuclear;
- aparece en muchas formas, calor, luz, sonido, electricidad, etc;
- se mide en unidades denominadas julios (J) o kilovatios-hora (kW-h).

## Poder:

- mide cuánta energía utilizamos (o convertimos) cada segundo;
- se mide en vatios (W) o kilovatios (kW). (1 kilovatio= 1 000 vatios.)

Por ejemplo:

- una lámpara de 100 W es mucho más brillante que una de 40 W: convierte más energía eléctrica en luz cada segundo;
- un calefactor de 3 kW genera el triple de calor que uno de 1 kW.

## Cálculo de la potencia eléctrica:

Utiliza la fórmula:

$$P = I \times V$$

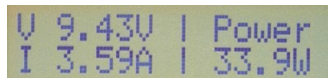
significado :

**potencia= corriente x tensión.**

Ejemplo 1: ¿Cuál es la potencia nominal de una bombilla que toma una corriente de 0,25 A de la red de 240 V?

$$\text{Potencia} = \text{corriente} \times \text{tensión} = 0,25 \times 240 = 60W.$$

Ejemplo 2: El contador de energía muestra las lecturas que aparecen en la imagen.



V 9.43V | Power  
I 3.59A | 33.9W

La medida de potencia = corriente x tensión = 3,59 x 9,43 = 33,9W En el Reino

Unido se anima a los consumidores a utilizar contadores "inteligentes", que

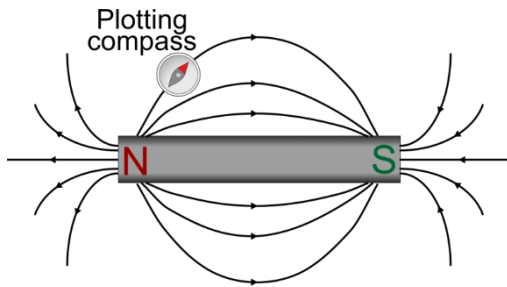
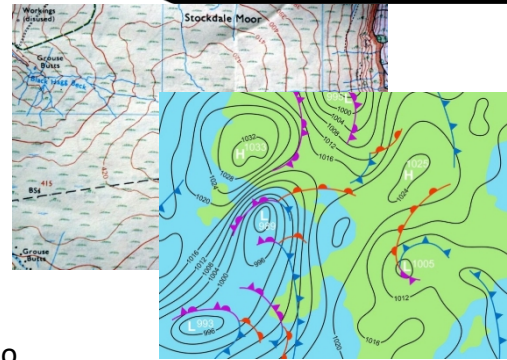
ofrecen

una serie de funciones que incluyen la visualización de la potencia disipada en aparatos individuales o en toda la instalación doméstica.



Los mapas del "Ordnance Survey" utilizan "curvas de nivel" para mostrar la inclinación de las pendientes.

En los mapas meteorológicos, las "isobaras" muestran los patrones meteorológicos. Los vientos son más fuertes donde las isobaras están más próximas.



Del mismo modo

cartografiar los campos magnéticos mediante "líneas de fuerza" o "líneas de flujo".

La fuerza magnética es mayor allí donde están más apretados.

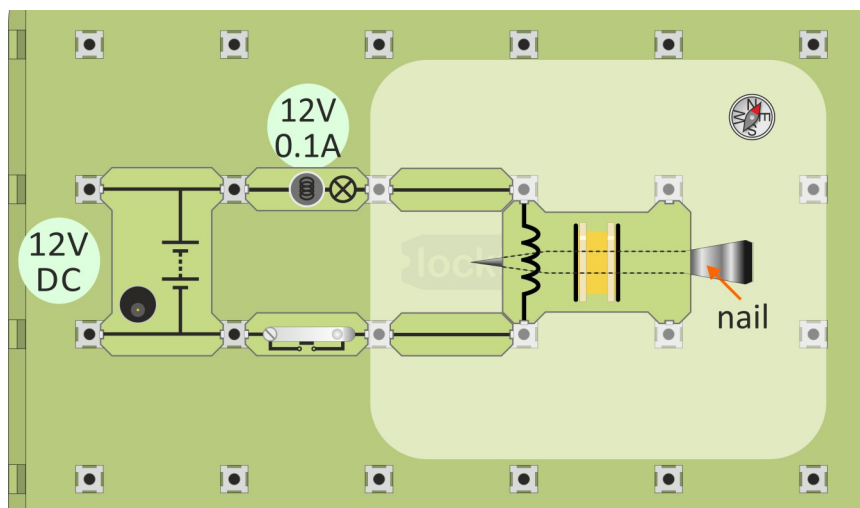
Una línea de fuerza es la trayectoria que seguiría un polo norte libre (¡que tampoco existe!).

Un polo sur libre, si existiera, iría en la otra dirección.

En la práctica, la aguja de un compás de trazar indica una línea de fuerza, como se muestra.

No se tropieza con las curvas de nivel cuando se sube una colina. Las curvas de nivel, las isobaras y las líneas de fuerza no existen. Sólo son herramientas que se utilizan para crear distintos tipos de mapas. **A su disposición:**

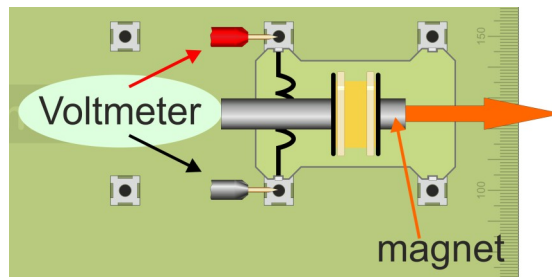
1. Construye el esquema que se muestra. Es similar al utilizado en la actividad de la página 18.
2. Conecte la fuente de alimentación de 12 V CC y enciéndala.



3. Mueve el compás de trazar alrededor de la zona mostrada en el tono más claro. Visualiza las "líneas de fuerza" alrededor del electroimán.
4. Esboce un patrón de campo magnético para el electroimán en la plantilla dada en el Manual del estudiante.

Te toca a ti:

1. Construye el trazado mostrado.
2. Para empezar, el imán cilíndrico se asienta dentro de la bobina, como se muestra.
3. Ahora, retira el imán de la bobina lo más rápidamente posible, observando el voltímetro mientras lo haces.
4. El efecto que buscas dura muy poco. Un voltímetro digital muestrea su entrada a intervalos, por lo que es posible que no lo haya detectado y la lectura se haya quedado a cero. En ese caso, repite los pasos varias veces hasta que captas el efecto resultante en el medidor.



5. A continuación, gira el imán al revés y repite el proceso.
6. Investiga el efecto de la velocidad de movimiento sobre la magnitud de la tensión producida.

Se puede demostrar que la tensión generada tiene :

- un **tamaño** que depende de la velocidad de movimiento y del número de vueltas de alambre de la bobina;
- una **dirección** que depende de la dirección del movimiento.

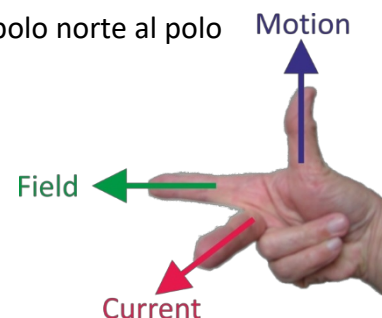
**Regla de la mano derecha de Fleming** (también conocida como *regla de la dinamo*):

Fleming ideó un segundo gesto, igual de doloroso, para predecir la dirección de la corriente generada, esta vez utilizando la mano **derecha**.

Coloque el dedo índice en la dirección del campo magnético (del polo norte al polo sur) y el dedo **pulgar** en la dirección del movimiento.

El dedo central apunta ahora en la dirección de la corriente resultante.

Esto se ilustra en el diagrama.



# Generación de electricidad - 1

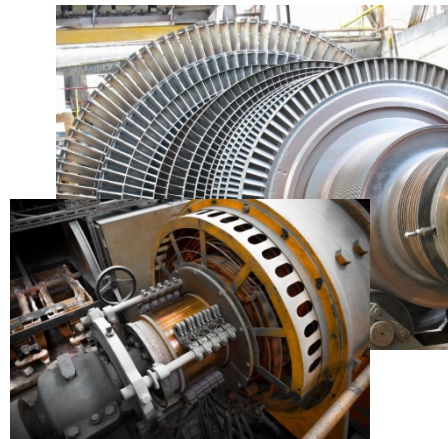


Los requisitos para generar electricidad utilizando el electromagnetismo son:

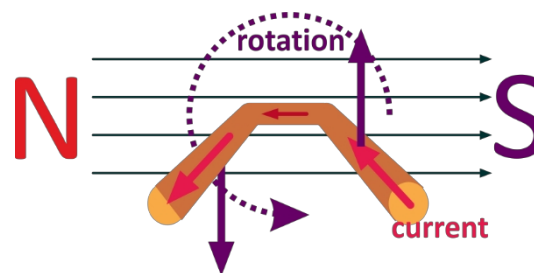
- un campo magnético;
- un director de orquesta;
- movimiento relativo entre ellos. La

mayoría de los generadores giran, a menudo accionados por turbinas como la que se muestra, accionadas por vapor a alta presión

procedentes de centrales de carbón, gas o nucleares.



El principio se ilustra observando una bobina de alambre que gira en un campo magnético. El diagrama muestra esta bobina, cortada y desapareciendo en la hoja de papel. El campo magnético se extiende de izquierda a derecha.



La bobina es accionada por una turbina o dispositivo similar. Cuando un lado de la bobina se mueve hacia arriba, el otro se mueve hacia abajo, ambos en el mismo campo magnético. Las corrientes inducidas en los dos lados fluyen en direcciones opuestas, una hacia el papel, la otra fuera de él. En otras palabras, la corriente inducida fluye alrededor de la bobina.

**Desafío:** Aplicar la regla de la mano derecha de Fleming para comprobar la dirección del flujo de corriente en la dos brazos de la bobina.

Invierta el sentido de giro e invertirá el sentido del flujo de corriente. Conexión eléctrica a la bobina

giratoria se puede hacer de dos maneras usando:

- un conmutador - produce una salida de corriente continua;
- anillos colectores - da una salida de CA.

**Desafío:** Averigua la diferencia entre colectores y anillos colectores.

Escribe una explicación en el Manual del Estudiante.

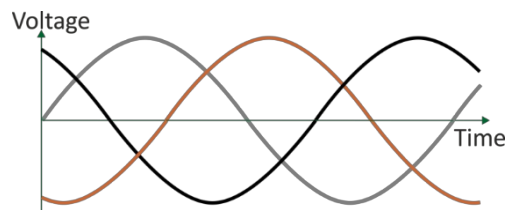
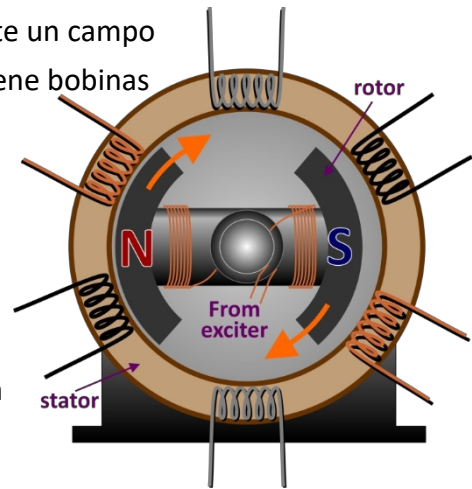
## Generación de electricidad - 2

La mayor parte de la electricidad se genera mediante un campo magnético giratorio dentro de un estator que contiene bobinas de alambre.

El campo magnético puede producirse haciendo girar un imán. Sin embargo, lo más habitual es que se produzca mediante un electroimán giratorio, utilizando una pequeña corriente continua procedente de un "excitador".

En los sistemas modernos, esta corriente se toma de la salida del generador principal, se rectifica a CC y se alimenta al electroimán a través de "anillos rozantes".

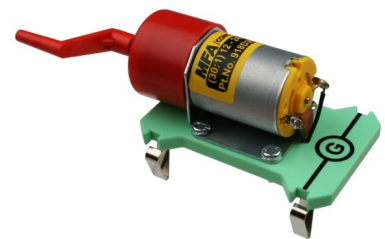
El diagrama muestra los fundamentos de un alternador trifásico, que genera tres salidas de CA, desfasadas entre sí. El gráfico muestra esta salida.



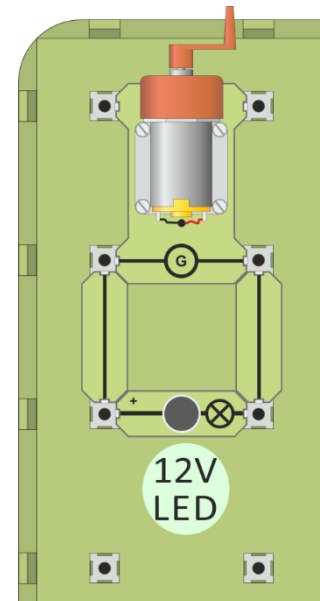
### Te toca a ti:

Es hora de generar electricidad.

El hardware: un generador manual:



1. Construye el esquema que se muestra al lado. Asegúrate de utilizar un portalámparas LED de 12 V. (Busca el signo "+" en uno de los extremos).
2. **Suavemente**, gire la manivela del generador. La bombilla LED debería encenderse. Si no es así, gírelo en sentido contrario. (El generador emite CC. Algunas bombillas LED son polares: hay que conectarlas al revés).
3. Sustituya el portalámparas LED por un portalámparas MES que contenga una lámpara de filamento de 12 V y 0,1 A. Vuelve a girar la manivela. ¿Cuál es más fácil de girar?



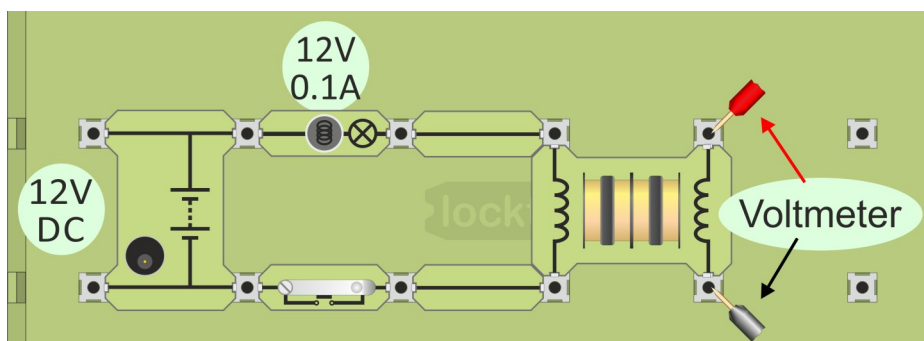
(Esto está relacionado con la eficiencia de la lámpara de filamento y el LED, comentada anteriormente).

La generación de electricidad en CA nos permite utilizar transformadores para cambiar el "formato" del suministro eléctrico. Pueden pasar de alta a baja tensión, o al revés, sin perder mucha energía en forma de calor en el proceso.

Al mover un imán dentro de una bobina de alambre se genera electricidad. Esta actividad comienza sustituyendo el imán por un electroimán, utilizando un soporte del transformador. Contiene dos bobinas de alambre separadas, sin conexión eléctrica entre ellas. Una varilla de ferrita, un material magnético, puede deslizarse entre las bobinas. **A su disposición:**

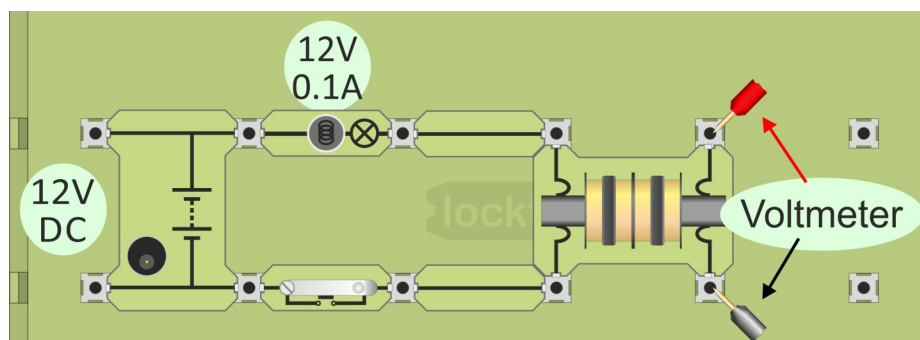


1. Construye el primer trazado que se muestra a continuación.



La barra de ferrita aún no se ha utilizado. La bobina de la izquierda es el electroimán. Un voltímetro, conectado a la otra bobina, detecta cualquier electricidad generada en ella. Si utiliza un multímetro para ello, ajústelo en su rango de CC más sensible. La lámpara de 12 V indica la presencia de corriente y la limita para proteger la bobina.

2. En este momento, el voltímetro marca cero. Mantenga pulsado el interruptor y observe el medidor. Deberías ver un breve pulso de electricidad.
3. Coloca ahora la barra de ferrita en el centro de las bobinas.



4. Repita el procedimiento. ¿Genera esto una tensión mayor?

Los requisitos para generar electricidad utilizando el electromagnetismo son:

- un campo magnético;
- un director de orquesta;
- movimiento relativo entre ellos.

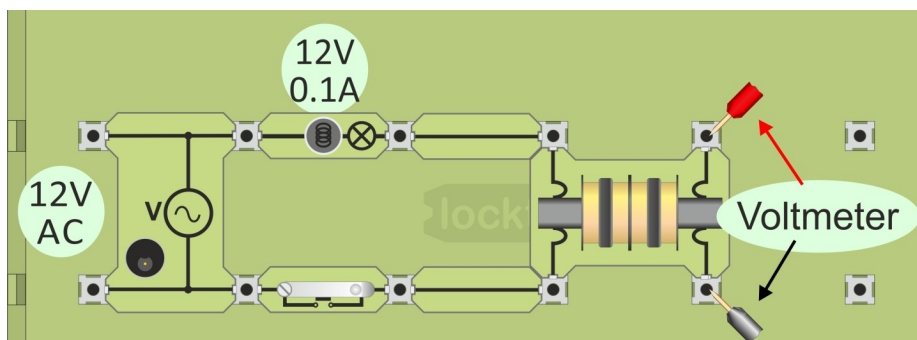
En la última actividad, conseguimos generar electricidad, pero sólo en impulsos cortos.

Teníamos un campo magnético y un conductor, pero ¿dónde estaba el movimiento relativo? Esto lo proporcionaba el interruptor. Cuando estaba apagado, no había campo magnético. Al encenderlo, se creaba un campo magnético en la bobina. Se movía a través de las vueltas de alambre a medida que se acumulaba.

Ahora pretendemos generar un suministro continuo de electricidad, conectando el electroimán a la corriente alterna.

### Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación. Es el mismo que en la actividad anterior, salvo que utiliza una fuente de alimentación de CA. El voltímetro debe ser capaz de medir CA. Si utiliza un multímetro, ajústelo en el rango de tensión alterna más sensible.



2. Como antes, presione y mantenga presionado el interruptor, observando el medidor mientras lo hace. Esta vez, debe haber una lectura constante en el voltímetro durante el tiempo que el interruptor está cerrado.

Aunque no podamos verlo, el campo magnético se acumula y colapsa al ritmo de la corriente alterna, proporcionando el movimiento que necesitamos para generar electricidad.

La función de la barra de ferrita es intensificar el campo magnético en la segunda bobina.

Observe que el rendimiento de este transformador es muy bajo. La bobina de la izquierda, llamada primaria, recibe 12 V CA. Sin embargo, la salida de la otra bobina, llamada secundaria, es mucho menor.

3. Responde a las preguntas del Manual del Estudiante.

# Transformador reductor

Perfeccionemos un poco el transformador.

La intensidad del campo magnético en el primario depende de factores como:

- el número de espiras de la bobina primaria,
- la corriente que circula por él y, por tanto, la tensión que se le aplica.

La tensión generada en la bobina secundaria depende de factores como:

- la intensidad del campo magnético generado por el primario;
- el número de vueltas de alambre de la bobina secundaria;
- la eficacia con la que el campo magnético del primario enlaza con él.

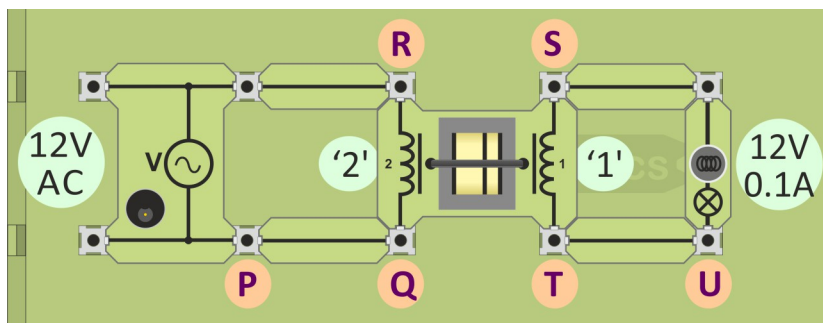
En un transformador reductor, la bobina primaria, la que recibe la corriente alterna, tiene más vueltas de alambre que la secundaria, la que genera la corriente alterna. de la tensión de salida.

En esta actividad, utilizamos un transformador comercial, pero no muy eficiente, con una relación de vueltas de 2:1, lo que significa que una bobina

tiene el doble de vueltas que el otro. El primario será el bobina '2', y el secundario la bobina '1'.

## Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación.



2. Conecte un multímetro, ajustado para medir tensión alterna, a los puntos Q y R para medir la tensión,  $V_p$ , a través de la bobina primaria (la "2").
3. Conéctelo a través de los puntos S y T para medir la tensión,  $V_s$ , a través del secundario.
4. Cambie el rango y las conexiones del multímetro para leer corrientes de CA.
5. Retire el eslabón de conexión entre los puntos P y Q y sustitúyalo por las sondas del multímetro para medir la corriente primaria  $I_p$ . A continuación, vuelva a colocar el enlace.
6. Retire el enlace de conexión entre los puntos T y U y utilice el multímetro para medir la corriente secundaria  $I_s$ .
7. Registre todas las lecturas en la tabla del Manual del alumno.



# Transformador elevador



En un transformador elevador, la bobina primaria tiene menos espiras que la secundaria.

La National Grid utiliza transformadores elevadores y reductores. En una central eléctrica, la tensión de salida se eleva (normalmente a 11 kV o más). De este modo, se necesita menos corriente para transmitir una determinada cantidad de energía eléctrica y se desperdicia menos energía en los cables de transmisión. En la subestación, un transformador reductor baja la tensión, normalmente a 440 V y 240 V.

En el hogar, son habituales los transformadores reductores, utilizados como eliminadores de baterías para dispositivos electrónicos como ordenadores, televisores, teléfonos móviles (¡y circuitos Matrix Locktronics!) El transformador reductor emite una tensión alterna que luego necesita

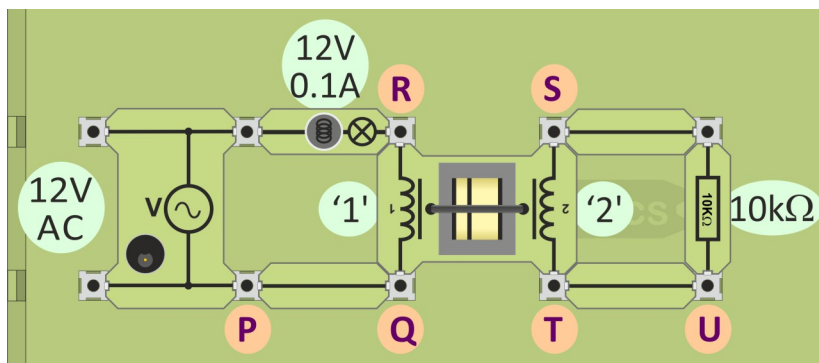


rectificación a CC y suavizado antes de ser utilizado como fuente de alimentación.

En esta actividad utilizaremos el mismo transformador conectado al revés, de forma que el primario será la bobina "2" y el secundario la bobina "1".

## Te toca a ti:

1. Construye el esquema que se muestra a continuación. Es similar al utilizado en la actividad anterior, excepto que la lámpara de 12 V se utiliza en el circuito primario para reducir la tensión aplicada a la bobina primaria. Como carga se utiliza una resistencia de



10k $\Omega$ .

2. Conecta un multímetro a los puntos **Q** y **R** para medir la tensión del primario,  $V_p$ .
3. Conéctalo a los puntos **S** y **T** para medir la tensión secundaria,  $V_s$ .
4. Cambie a un rango de corriente alterna. Eliminar el enlace de conexión entre **P** y **Q** y mida con el multímetro la corriente primaria  $I_p$ . A continuación, sustituya el enlace.
6. Retire el enlace entre **T** y **U** y mida la corriente secundaria  $I_s$ .
7. Registre todas las lecturas en la tabla del Manual del alumno.

La primera versión del portatransformador mostraba los principios del transformador, pero era muy ineficiente.

La segunda versión, el transformador comercial, supuso una gran mejora: dos bobinas situadas una al lado de la otra, como en el prototipo, pero ahora unidas por un núcleo más elaborado, que pasa por el centro de las bobinas y envuelve también el exterior. El resultado es una vinculación efectiva del campo magnético entre las bobinas.



Lo que muestran los resultados:

- La relación  $V_p: V_s$  para ambos tipos de transformador está relacionada con la relación de vueltas.
- La relación de transformación dice que para un transformador ideal:

$$V_p / V_s = N_p / N_s$$

donde  $N_p$  es el número de espiras de la bobina primaria;  
y  $N_s$  es el número de espiras de la bobina secundaria.

En términos generales:

- un transformador elevador "sube" la tensión (en este caso, prácticamente la duplica), pero "baja" la intensidad: la intensidad del primario es mucho mayor que la del secundario.
- un transformador reductor "disminuye" la tensión, pero suministra la misma corriente secundaria que antes para una corriente primaria mucho menor.
- Para un transformador ideal (100% de eficiencia):

$$P_{IN} = P_S$$

donde  $P_{IN}$  es la potencia entregada al primario, y  $P_{OUT}$  es la potencia entregada por el secundario;

$$y \quad I_s / I_p = N_p / N_s$$

## Veredicto:

El transformador no tiene nada de mágico. Cambia el "formato" del suministro eléctrico, pero con un coste en términos de energía desperdiciada.

**Instalación  
eléctrica  
Nivel 2**

**Manual del  
estudiante**

-

**Para su información**

# Manual del estudiante

## Página 4 - Entrenamiento en circuito:

Complete la tabla, que compara los componentes Locktronics con los utilizados en las instalaciones eléctricas domésticas.

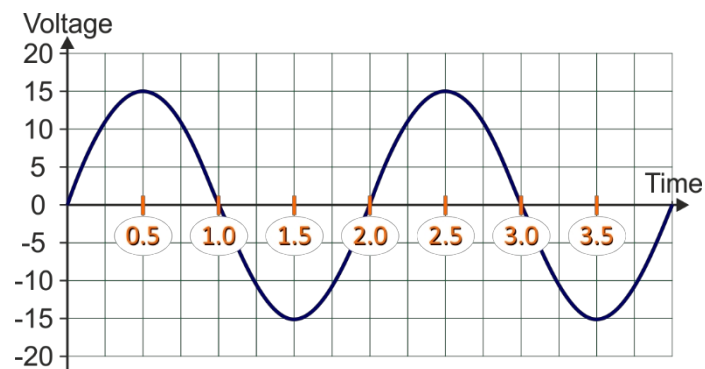
Locktronics	Electricidad doméstica
	como una bombilla doméstica, pero diseñada para menor tensión y corriente.
Enlaces de conexión	
	la unidad de consumo, donde los circuitos domésticos se conectan a la red nacional.

## Página 8 - CA vs CC - 2:

La fuente de alimentación de 12 V CA tiene una tensión eficaz de .....

## Página 9 - Medición de CA:

Este es el gráfico tensión / tiempo para una señal de corriente alterna.



Completa las siguientes afirmaciones al respecto:

Tensión de pico V=.....

Tensión pico a pico V= .....

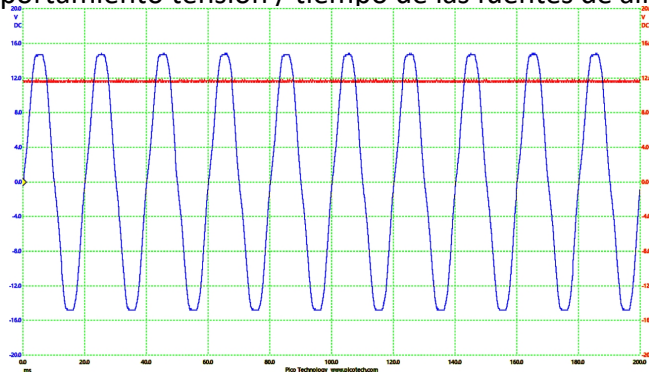
Tiempo periódico s=.....

Frecuencia=..... Hz

# Manual del estudiante

Página 10 - CA y CC de nuevo:

El gráfico compara el comportamiento tensión / tiempo de las fuentes de alimentación de CA y CC.



Marca el valor eficaz de la señal de corriente alterna.

En el Reino Unido, la red eléctrica de corriente alterna tiene una tensión eficaz de 140V. ¿Cuál es la tensión de pico de este suministro? .....

Completa la tabla para mostrar las tensiones pico y las tensiones eficaces correspondientes.

¿Qué ejemplo, **A**, **B**, **C** o **D**, tiene un pico a una tensión de pico de 40 V? .....

	Pico de tensión	Tensión eficaz
A	10V	
B		14V
C	18V	
D		28V

Página 11 - Conductores y aisladores:

Materiales que conducen	Materiales que no conducen

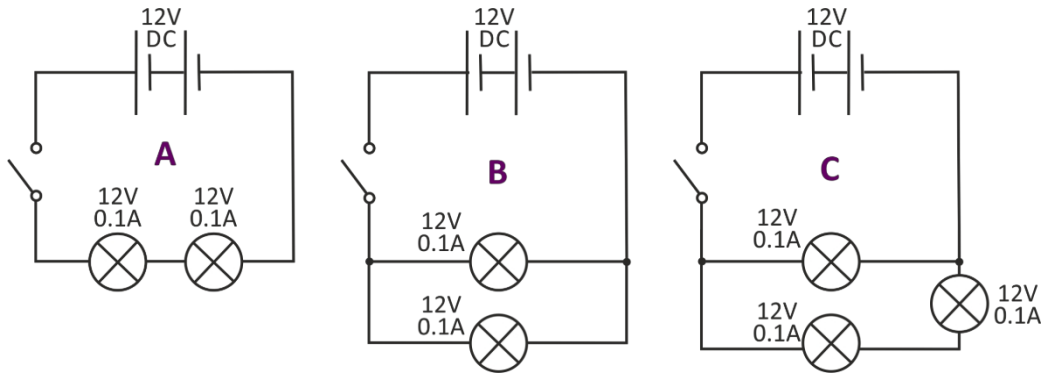
¿Qué notas en las sustancias que son metales en esta lista?

.....  
 .....

Página 12 - Esquemas de conexiones:

Símbolos de circuitos comunes:

AC power supply	Battery or DC power supply	Toggle switch	Push switch	Lamp	Resistor



Circuito .....consume la mayor corriente de la fuente de alimentación.

Página 13 - Trayectoria actual - 1:

**Fuente de alimentación:**

- conduce la corriente por el circuito;
- tiene dos terminales (puntos de conexión), uno "positivo" y otro "negativo";
- la corriente fluye de positivo a negativo.

**Enlaces de conexión:** permiten que la corriente fluya libremente.

**Circuito:** Longitud continua del conductor que une los terminales de alimentación.

Cuál es el efecto de:

- cambiar la forma del circuito;

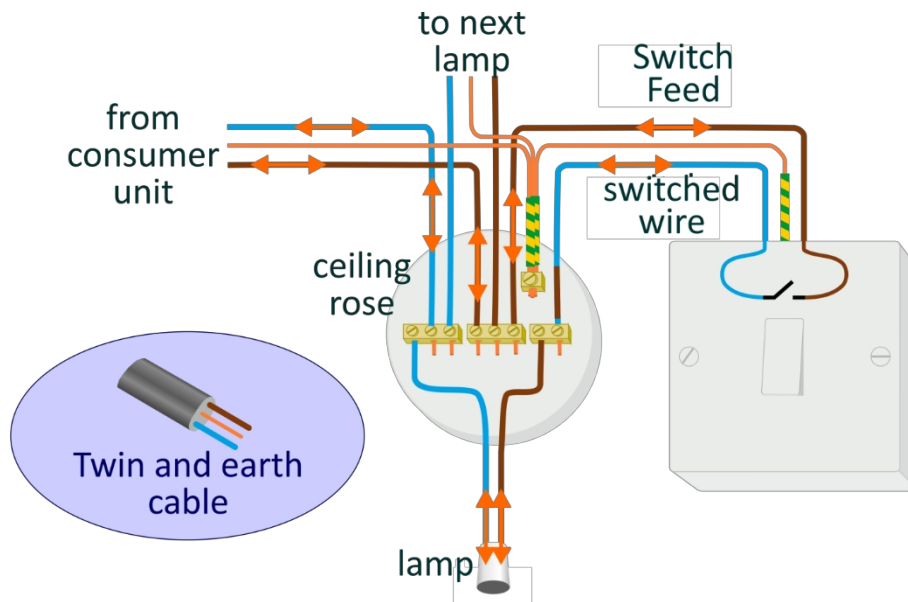
.....  
 .....

- ¿cambiar de una fuente de alimentación de CA a una de CC?

.....  
 .....

## Página 14 - Trayectoria actual - 2:

El diagrama muestra cómo conectar una lámpara colgante a un rosetón y controlarla con un interruptor.



## Página 16 - Efectos del calentamiento:

**Cuando circula una corriente eléctrica, su energía se transforma en calor.**

En una lámpara de filamento, el filamento, normalmente de tungsteno, se calienta a una temperatura tan alta que se vuelve amarillo y emite luz. Sin embargo, normalmente sólo ~5% de la energía eléctrica aparece como luz.

La iluminación mediante LED (**diodos** emisores de luz) puede ser 10 veces más eficiente.

El proceso inverso tiene lugar en un termopar. Cuando se calienta su unión de metales diferentes, genera una tensión continua. Se utiliza para medir la temperatura.

## Página 18 - Efectos magnéticos:

**Una corriente eléctrica SIEMPRE va acompañada de un campo magnético.**

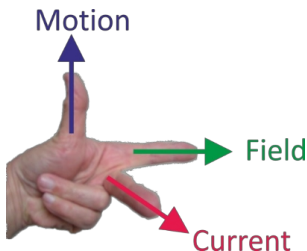
La principal aplicación del efecto magnético de la electricidad es el motor eléctrico, muy utilizado en electrodomésticos. Otras aplicaciones del electromagnetismo son:

- transformadores - en fuentes de alimentación, como cargadores de teléfonos móviles;
- generadores de electricidad; - utilizados para alimentar herramientas o como reserva en caso de cortes de electricidad;
- altavoces - en radios, televisores, ordenadores y teléfonos móviles;
- disyuntores - protección contra sobrecarga de corriente y sobrecalentamiento.

## Página 20 - Efecto motor - 2:

### La regla de la mano izquierda de Fleming:

John Ambrose Fleming ideó una forma de calcular la dirección en la que se moverá un cable (también conocida como la *regla del motor*):



- Sujeta **la mano izquierda** a la esquina de una caja imaginaria, de forma que los dedos pulgar, índice y corazón formen un ángulo recto entre sí.
- Alinee el dedo índice de modo que apunte a lo largo del imán Campo (del polo Norte al polo Sur,)
- Alinee el dedo central con la dirección de la corriente (del borne positivo de la batería al negativo).
- El thumb apunta ahora en la dirección del Movimiento resultante.

## Página 22 - Efectos químicos:

### Una corriente eléctrica puede crear/ser creada por una reacción química.

Una **reacción química** implica la transferencia de electrones entre átomos.

Las pilas ilustran la relación entre ambos. En una pila "seca", una reacción química genera una tensión que puede conducir una corriente eléctrica. En las pilas recargables, este proceso puede invertirse: una corriente que fluya en la dirección "equivocada" puede invertir la reacción química, almacenando energía para su uso posterior.

En galvanoplastia, una corriente eléctrica a través de una solución química deposita un metal en una de los electrodos para protegerlos de la corrosión o mejorar su aspecto.

## Página 23 - Conectar en serie:

En una conexión en serie:

- los dispositivos se conectan uno tras otro en línea;
- no hay rutas alternativas, no hay ramificaciones;
- sólo existe un camino para la corriente a través de la conexión.

¿Qué observas en la luminosidad de las **tres** lámparas conectadas en serie?

.....

¿Qué ocurre si desenroscas una de las bombillas?

.....

¿Cómo se compara la luminosidad de las **dos** lámparas con la del circuito anterior?

.....

¿Qué indica esto sobre la corriente que circula por este circuito?

.....

¿Desenroscar una bombilla tiene el mismo efecto que en el circuito anterior?

.....

## Página 24 - Conectar en paralelo:

En una conexión en paralelo:

- dispositivos tienen su propio "ramal" independiente;
- los extremos de un dispositivo se conectan a los extremos correspondientes de todos los demás dispositivos;
- cada dispositivo tiene su propio camino para la corriente a través de la

conexión. ¿Qué observas en la luminosidad de las tres lámparas?

.....

.....

¿Cómo es su luminosidad en comparación con la de las tres lámparas conectadas en serie?

.....

.....

¿Qué ocurre si desenroscas una de las bombillas?

.....

Página 25 - Serie / paralelo - 1:

¿Qué notas en el brillo de las tres lámparas?

.....

¿Qué ocurre al desenroscar la bombilla "P"?

.....

¿Qué ocurre al desenroscar la bombilla "Q"?

.....

Explique estas diferencias:

.....

.....

.....

Página 26 - Serie / paralelo - 2:

¿Qué notas en el brillo de las tres lámparas?

.....

¿Qué ocurre al desenroscar la bombilla "P"?

.....

¿Qué ocurre al desenroscar la bombilla "Q"?

.....

Explique estas diferencias:

.....

.....

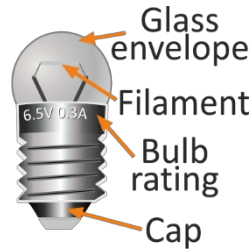
.....

## Página 27 - Bombillas MES:

Las bombillas MES se fabrican en serie para reducir costes. Por ello, no son idénticas.

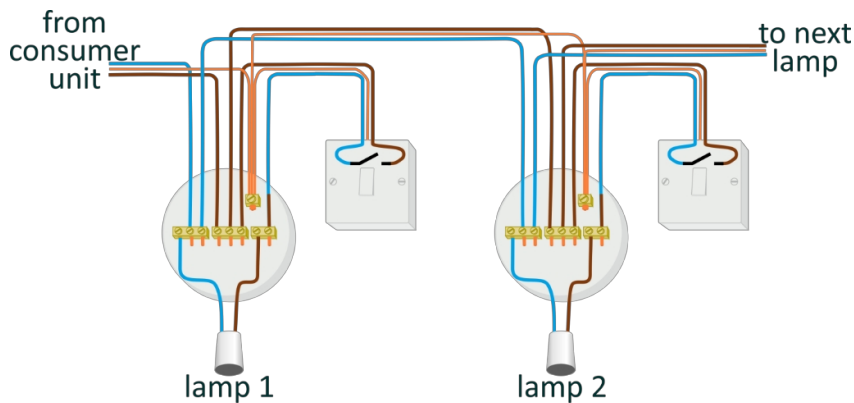
Pueden tener diferentes longitudes o diámetros de filamento o experimentar diferentes pérdidas de calor.

En condiciones idénticas, no darán la misma luminosidad.

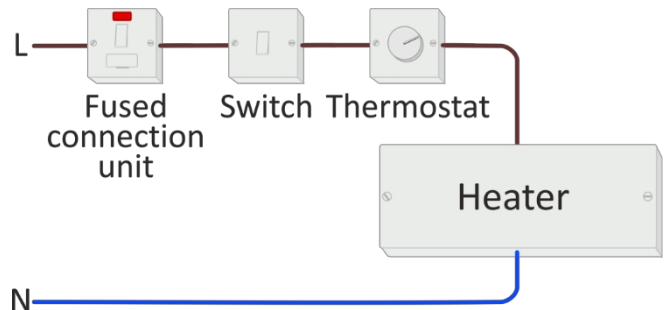


## Página 28- Aplicaciones serie / paralelo:

En la iluminación doméstica, es importante que las bombillas funcionen de forma independiente, sobre todo cuando una de ellas se funde. Por eso se conectan **en paralelo**, como muestra el diagrama.



Controles, como fusibles, interruptores y los termostatos, deben ser capaces de "interrumpir" el circuito y detener el flujo de corriente hacia el dispositivo de carga, como un calefactor. Por ello, se conectan **en serie** con la carga.



## Página 29 - Circuito de escaleras - 1:

Con el interruptor A y el interruptor B en las posiciones indicadas, ¿está encendida la bombilla?

.....

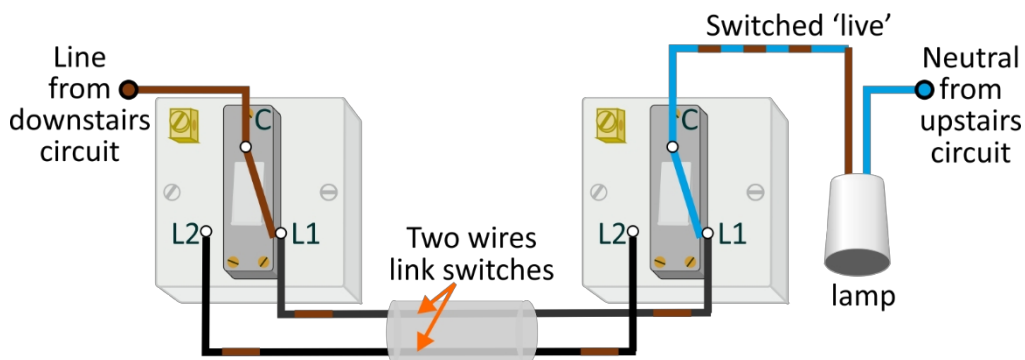
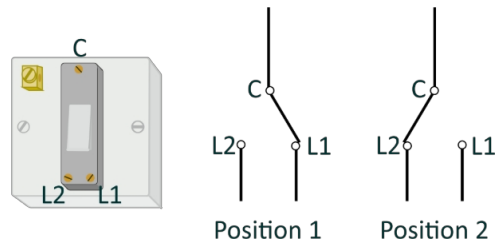
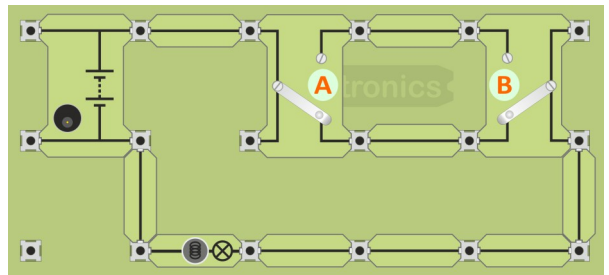
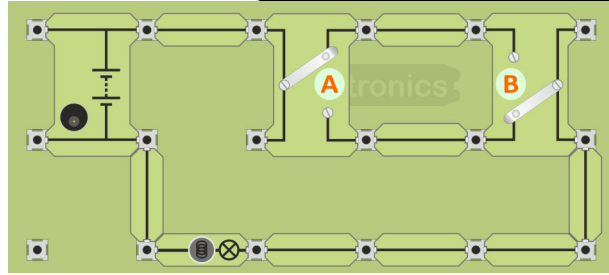
El interruptor A se mueve a la otra posición, como muestra el siguiente diagrama.

Dibuja la nueva trayectoria de la corriente en el diagrama.

## Página 30 - Circuito de escalera - 2:

Un conmutador, también llamado interruptor SPDT (unipolar-simple tiro), tiene tres terminales: **C** (para común), **L1** y **L2**. Al accionarlo se conecta **C** a **L1** o **L2**.

El sistema de "control a 2 hilos" se muestra en el siguiente diagrama.



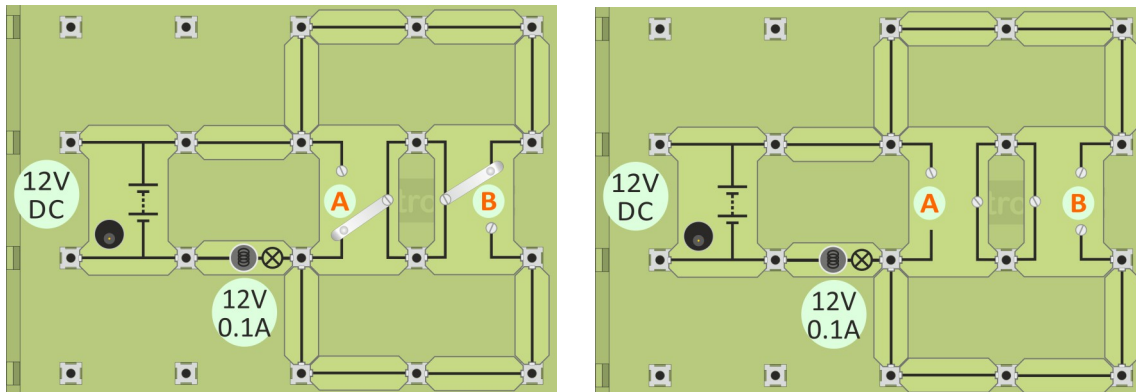
Funciona, **pero** puede haber problemas de seguridad.

- Un electricista que trabaje en un circuito puede desconectar el circuito de iluminación del piso de arriba y pensar que es seguro trabajar en él. Sin embargo, es posible que algunas partes sigan "vivas" porque el circuito de abajo sigue encendido.
- Un RCD que controle el circuito de la planta baja puede dispararse innecesariamente porque las corrientes de línea y neutro de la planta baja pueden ser diferentes. Del mismo modo, un RCD que vigile el circuito de arriba puede no ser fiable.

## Página 31 - Control de escaleras - 3:

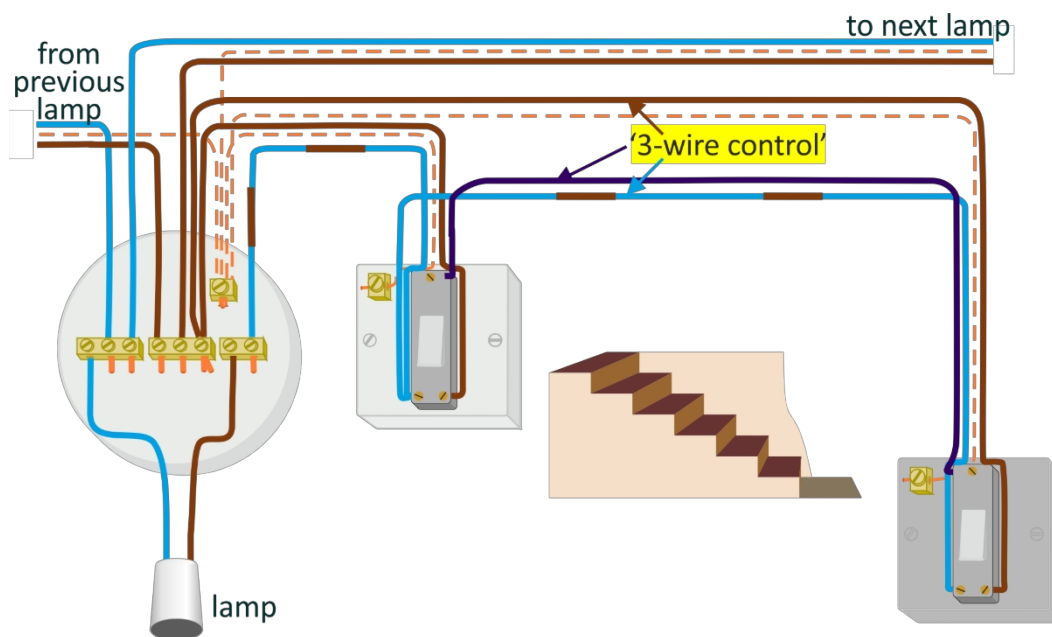
El diagrama de la izquierda muestra un conjunto de posiciones de interruptor que hacen que se encienda la lámpara. Dibuja en el diagrama el recorrido que hace la corriente por este circuito.

En el diagrama de la derecha, completa las imágenes de los interruptores para mostrar otro conjunto de posiciones de interruptor que harían que la lámpara se encendiera.



## Página 32 - Circuito de escaleras - 4:

El siguiente diagrama muestra una forma práctica del sistema de "control de 3 hilos", llamado así porque tres hilos unen los dos interruptores.

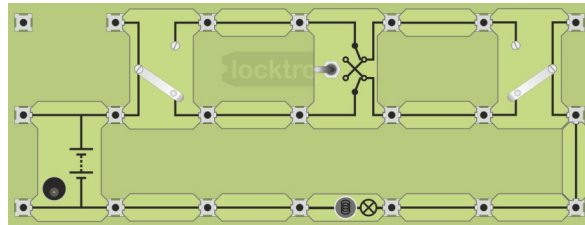


Puntos a tener en cuenta:

- Los terminales **L1** están conectados entre sí y a la conexión de "línea" entrante;
- Terminales **L2** conectados entre sí y al "cable conmutado";
- Los terminales **C** están conectados .

Página 33 - Control de 3 vías - 1:

Con un tercer interruptor - un interruptor intermedio, (también llamado 'inversor' o 'DPDT', (doble polo-doble tiro,) la lámpara puede ser controlada por los tres interruptores. Con los interruptores en las posiciones indicadas y el interruptor intermedio realizando las conexiones indicadas en el soporte, dibuje la trayectoria de la corriente en el diagrama.

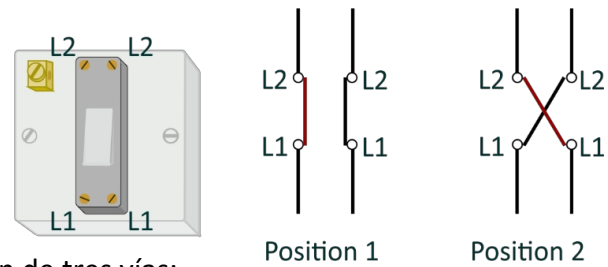


Este es otro "sistema de control de 2 hilos" y sufre los mismos problemas potenciales que el sistema de 2 vías (escalera).

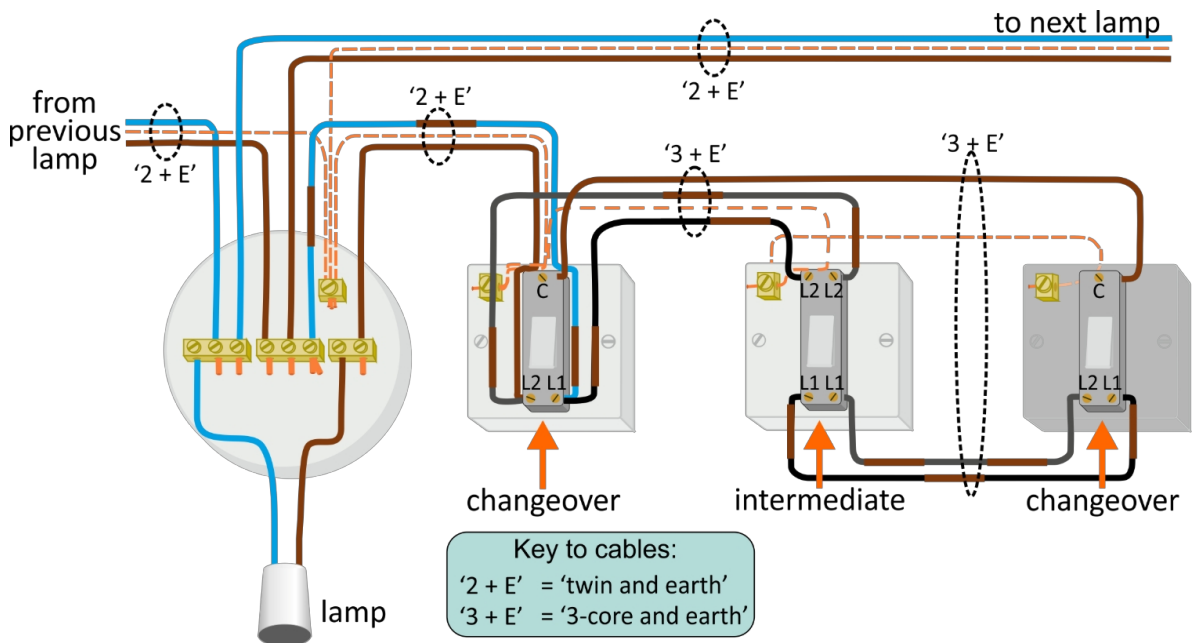
Página 34 - Mando de 3 vías - 2:

Un interruptor intermedio tiene cuatro terminales, dos denominados **L1** y dos denominados **L2**.

Su funcionamiento realiza las conexiones indicadas.



A continuación se muestra el circuito de conmutación de tres vías:



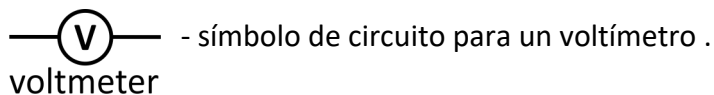
Rastrea las conexiones y compáralas con el sistema de "control de 2 hilos" del inicio de la página.

## Manual del estudiante

### Página 35 - Medición de la tensión - 1:

Tensión:

- es una medida de la fuerza que empuja a los electrones por el circuito;
- mide la energía perdida o ganada cuando un electrón se desplaza por parte de un circuito;
- se mide con un voltímetro conectado en paralelo con el componente.



Cuando utilices un multímetro, **antes de encenderlo:**

- tenga cuidado de enchufar las sondas en las tomas correctas;
- seleccione la gama correcta.

Utilizar un multímetro para medir la tensión:

- Enchufa un cable en la toma negra "COM" y el segundo en la toma roja "V".
- Seleccione el rango de 20V CC, (o un rango superior a la lectura que espera.)
- Enchufa los otros extremos de los cables en las tomas de los extremos del componente investigado.
- Encienda el multímetro cuando esté listo para tomar una lectura.
- Un signo "-" delante de la lectura significa que los cables del contador están conectados al revés. Cámbialos para deshacerte de él.
- Seleccione ahora una gama inferior si le parece adecuado.



### Página 36 - Medición de la tensión - 2:

Tensión entre puntos	Lectura
1 y 2 (Lámpara 1)	
2 y 3 (Lámpara 2)	
3 y 4 (Lámpara 3)	
5 y 6 (Alimentación)	

¿Qué observas en la suma de las tensiones en las tres lámparas?

.....

Página 37 - Medición de la tensión - 3:

Tensión entre puntos	Lectura
1 y 2 (Lámpara 1)	
3 y 4 (Lámpara 2)	
5 y 6 (Lámpara 3)	
7 y 8 (Alimentación)	

Comente estos resultados:

.....

Página 38- Medición de la tensión - 4:

Tensión entre puntos	Lectura
1 y 2 (Lámpara 1)	
3 y 4 (Lámpara 2)	
4 y 5 (Lámpara 3)	
6 y 7 (Alimentación)	

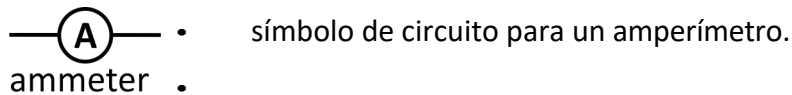
Comente estos resultados:

.....  
.....  
.....

## Página 39 - Medición de la corriente - 1:

Actual:

- mide el número de electrones que pasan por cualquier punto del circuito cada segundo;
- mide la velocidad de flujo de la carga eléctrica en el circuito;
- se mide con un amperímetro conectado en serie con el componente.



Utilizar un multímetro para medir la corriente:

- Enchufa un cable en la toma negra "**COM**" y otro en la toma roja "**mA**".
- Seleccione el rango de 200 mA CC, (o un rango superior a la lectura que espera.)
- Interrumpa el circuito en el que desea medir la corriente, retirando un enlace o componente y enchufe los dos cables del multímetro en su lugar.
- Encienda el multímetro cuando esté listo para tomar una lectura.
- Seleccione ahora una gama inferior si le parece adecuado.
- Cuidado - El rango del amperímetro está protegido por un fusible situado en el interior del cuerpo del multímetro. Es posible que se haya "fundido", en cuyo caso el amperímetro no funcionará.

## Página 40 - Medición de la corriente - 2:

Corriente en el punto:	Lectura
P	
Q	
R	
S	

Comente estos resultados:

.....

.....

.....

.....

## Página 41 - Medición de la corriente - 3:

Corriente en el punto:	Lectura
P	
Q	
R	
S	

Comente estos resultados:

.....  
.....

Estimación de la corriente en el punto **T**: .....

¿Cómo ha obtenido esta estimación?

.....  
.....

## Página 42 - Medición de la corriente - 4:

Corriente en el punto:	Lectura
P	
Q	
R	
S	
T	

¿Por qué son iguales las lecturas en los puntos "P" y "T"?

.....  
.....

¿Por qué son iguales las lecturas en los puntos "Q" y "S"?

.....  
.....

¿Qué implica esto para la luminosidad de las dos bombillas entre estos puntos?

.....  
.....

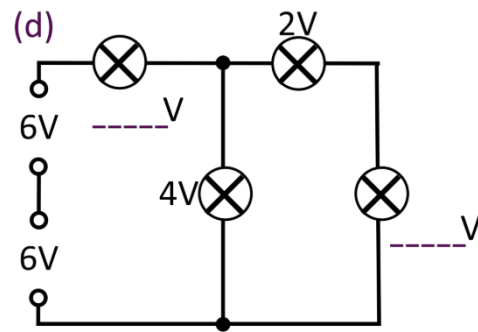
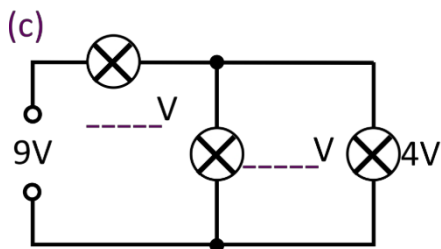
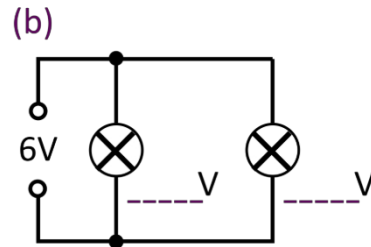
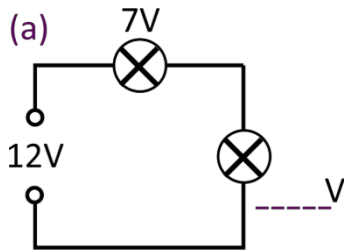
¿Qué bombilla es la más brillante?

.....  
.....

Página 43 - Ley de tensión de Kirchhoff:

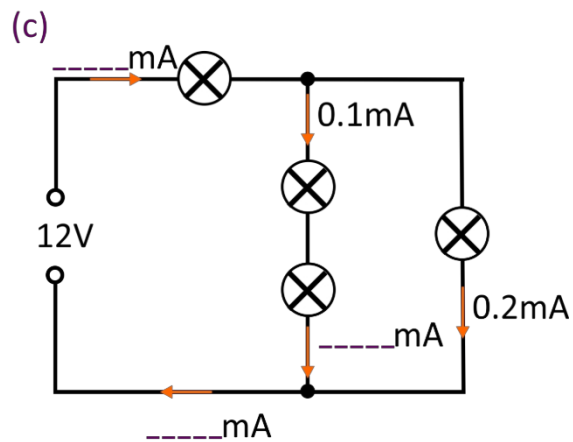
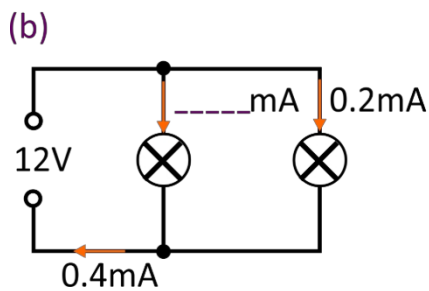
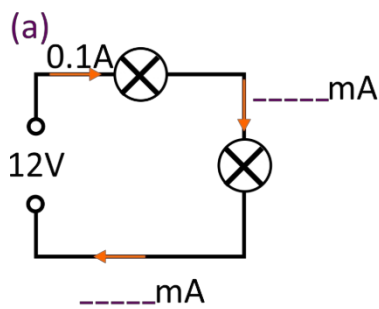
Aquí tienes los esquemas de cuatro circuitos de alumbrado.

Utiliza la ley de Kirchhoff para completar las tensiones que faltan:



Página 44 - Ley de la corriente de Kirchhoff:

En los tres circuitos de alumbrado que se muestran a continuación, se indican algunas de las corrientes. Utiliza la ley de corrientes de Kirch-Hoff para completar las corrientes que faltan.



Página 45- Resistencia - 1:

Controlamos el flujo de electricidad mediante una **resistencia**.

¿Qué efecto tiene añadir la resistencia en la luminosidad de la bombilla?

.....

¿Qué te dice esto sobre el efecto de añadir la resistencia en la corriente?

.....

Página 47- Ley de Ohm - 1:

**La ley de Ohm:**

- relaciona la corriente, **I**, a través de una resistencia, **R**, con la tensión, **V**, a través de ella;
- resulta la fórmula **V= I x R** ( o **I= V / R**, o **R= V / I**)  
utilizando voltios / amperios / ohmios o voltios / miliamperios / kilohmios;
- sólo se aplica cuando la temperatura del conductor se mantiene constante.

Componente	Tensión de alimentación	Tensión en el componente	Corriente en mA	Resistencia en kΩ
Resistencia de 1kΩ	12V			
	6V			
Bombilla de 12 V y 0,1 A	12V			
	6V			

Escribe la resistencia de la resistencia de 1kΩ en ohmios.....Ω.

Página 48- Ley de Ohm - 2:

Combinación de dos lámparas	Tensión a través de componente	Actual en mA	Resistencia en kΩ
En serie			
En paralelo			

Con las lámparas **en serie**, ¿cuál es la tensión a través de cada lámpara?.....V.

De la actividad anterior, ¿cuál es la resistencia de una bombilla a este voltaje? .....Ω

Comenta la resistencia de la combinación en serie comparada con este valor.

.....

Con las lámparas **en paralelo**, ¿cuál es la tensión a través de cada lámpara?.....V.

De la actividad anterior, ¿cuál es la resistencia de una bombilla a este voltaje? .....Ω

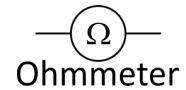
Comenta la resistencia de la combinación en paralelo comparada con este valor.

.....

## Página 49 - Medición de la resistencia - 1:

Resistencia:

- es un obstáculo para el flujo de electrones alrededor del circuito;
- quita energía a cada electrón cuando se mueve a través de la resistencia;
- convierte esta energía en calor;
- se mide en unidades denominadas "ohmios" (símbolo - " $\Omega$ ") o kilohmios ( $k\Omega$ ), mediante un óhmetro. (1 kilohmio = 1 000 ohmios).



**Quando se utiliza un multímetro para medir la resistencia, ¡primero se debe retirar el componente del circuito!**

Utilizar un multímetro para medir la resistencia:

- Enchufa un cable en la toma negra "**COM**" y el otro en la toma roja " **$\Omega$** ".
- Gire el dial para seleccionar un rango de resistencia, como  $200k\Omega$  (o un rango superior a la lectura que espera).
- Asegúrese de que el componente no está conectado a ningún otro.
- Enchufa los cables en las tomas situadas en los extremos del componente.
- Encienda el multímetro cuando esté listo para tomar una lectura.
- Seleccione ahora una gama inferior si le parece adecuado.

## Página 50 - Medición de la resistencia - 2:

Resistencia del portador de resistencia Locktronics=.....  $\Omega$ .

Resistencia de la resistencia 'casera'= .....  $\Omega$ .

Resistencia de la bombilla de 12V 0,1A a temperatura ambiente= .....  $\Omega$ .

¿Qué ocurre con la resistencia del filamento de la bombilla al aumentar la temperatura?

.....

## Página 51 - Resistividad - 1:

La resistencia de un cable depende de tres factores:

- su longitud;
- sección transversal;
- la resistividad del material del que está hecho. Se

mide en unidades denominadas  $\Omega$  m (ohmios metro).

Página 52 - Resistividad - 2:

Completa la tabla añadiendo tus medidas de resistencia:

Sample	Material	Longitud L en m	Sección transversal A en mm <sup>2</sup>	Resistencia R en $\Omega$
A.	Nichrome	0.5	0.075	
B.	Nichrome	0.25	0.075	
C.	Nichrome	0.5	0.21	
D.	Constantan	0.5	0.075	

Comparación de A y B:

Resistencia .....(aumenta / se mantiene / disminuye) al aumentar la longitud.

Comparación de A y C:

Resistencia .....(aumenta / se mantiene / disminuye) al aumentar la sección transversal.

Comparación de A y D:

Resistencia .....(aumenta / se mantiene / disminuye) al aumentar la resistividad.

Página 53 - Resistividad - 3:

Tensión, V, a través de la muestra de nicromo = .....V

Corriente, I, a través de la muestra de nicromo.....= mA

Resistencia de muestra de cromo=  $V / I$ =..... k $\Omega$

Resistividad  $\rho = \frac{R \times A}{L}$  donde R es la resistencia de la muestra.

Resistividad del nicromo= .....  $\Omega m$

Tensión, V, a través de la muestra constantan = .....V

Corriente, I, a través de la muestra constantan = .....mA

Resistencia de la muestra constantan=  $V / I$  = .....k $\Omega$

Resistividad del constantan= .....  $\Omega m$

## Página 54 - Seguridad eléctrica:

Nuestro cuerpo puede percibir corrientes eléctricas tan pequeñas como 1 mA.

Una corriente de 10 mA CC puede provocar contracciones musculares que impidan a la víctima soltar el objeto electrizado.

La tensión necesaria para suministrar estas corrientes depende de varios factores incluida la resistencia eléctrica del cuerpo humano.

Esto, a su vez, depende de factores como:

- la presencia de sudor en la piel;
- el nivel de hidratación del organismo: entre el 45 y el 70% del peso del cuerpo es agua;
- el contenido de grasa corporal;
- en qué parte del cuerpo se produce el contacto eléctrico:
  - La piel tiene una gran resistencia, a menos que presente cortes o ampollas;
  - La corriente que circula de la mano al pie experimenta más resistencia que la que circula de un dedo al siguiente.

La resistencia del cuerpo humano suele estar entre 1kΩ y 100kΩ.

Dispositivos de seguridad :

### **Fusibles y disyuntores:**

proteger el aparato y el cableado que lo conecta, ¡pero **NO** al usuario!

Un fusible puede pasar alegremente una corriente de 10 A sin "fundirse".

Un cuerpo humano no estaría contento con una corriente de 10 A.

El **RCD** (dispositivo de corriente residual):

compara la corriente que **suministra** al aparato con la corriente , que fluye de vuelta del aparato.

Un desequilibrio puede indicar un fallo, como una corriente eléctrica que fluye a tierra a través del usuario. El RCD se "dispara", cortando el suministro eléctrico al aparato y al usuario.

## Página 55 - El fusible:

En un "cortocircuito", el aislamiento desgastado o dañado permite que los cables se toquen, pueden fluir grandes corrientes y provocar mucho calor.



Una solución es el fusible, un cable corto con un punto de fusión bajo que actúa como punto débil del circuito. Una gran corriente que circula por él lo calienta tanto que se funde, rompiendo el circuito y deteniendo la corriente antes de que cause daños.

En el Reino Unido, los enchufes "13A" contienen fusibles de cartucho de 3A, 5A y 13A.



### **Cálculo de los valores de los fusibles:**

Utilice la fórmula  $P = I \times V$  (o  $I = P / V$ ) para calcular la corriente normal del aparato,  $I$ . A continuación, elija un valor de fusible ligeramente superior.

Calcule la corriente normal y, a continuación, elija el mejor valor de fusible para lo siguiente:

Electrodomésticos	Potencia nominal (W)	Normal corriente (A)	Fusible
Lámpara de lectura	60		
Hervidor	2000		
Fuego	3000		
Aspiradora	1200		

## Página 56 - El disyuntor:

El disyuntor corta la corriente cuando detecta un fallo.

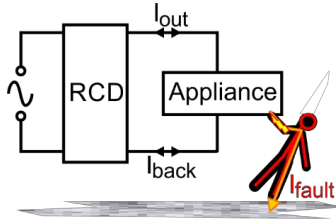
Al igual que el fusible, protege el aparato y el cableado conectado a él. Sin embargo, un fusible debe ser recableado o sustituido antes de que pueda reanudarse el funcionamiento normal. El mcb puede restablecerse, normalmente pulsando un botón de restablecimiento o accionando un interruptor.



Corriente de disparo del disyuntor A=.....

Página 57 - El RCD:

Un aparato eléctrico defectuoso puede provocar al usuario una descarga eléctrica, con corriente,  $I_{fallo}$ , que fluye a tierra a través del usuario. El RCD compara la corriente ( $I_{out}$ ) que fluye **hacia** con la que ( $I_{back}$ ) regresa **de** un aparato. Si la diferencia



( $I_{(out)} - I_{(back)}$ ) alcanza un valor establecido (normalmente 30mA), el RCD se "dispara", cortando el suministro eléctrico.

El RCD se "dispara" cuando las corrientes  $I_{salida}$  e  $I_{retorno}$  difieren en unos 30 mA o más. En esta investigación, esto se debe a que una parte de la corriente se salta el RCD. Explica cómo se crea este desequilibrio:

.....

.....

.....

.....

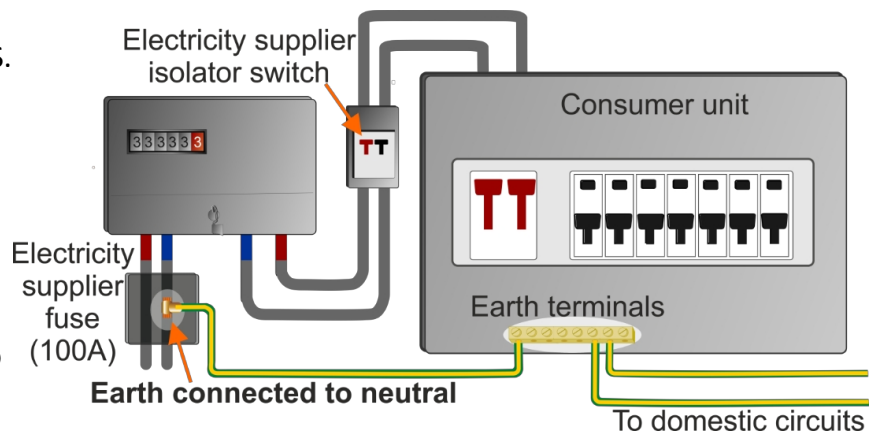
Corriente de defecto que ha provocado el disparo del RCD= ..... mA

Página 58 - Toma de tierra:

A veces, parte de un aparato eléctrico, como la carcasa metálica exterior, puede volverse cualquier persona que lo toque recibirá una descarga eléctrica que puede causar lesiones graves o incluso la muerte.

La toma de tierra es el procedimiento utilizado para garantizar que, cuando una parte de un aparato se pone en tensión, fluya una gran cantidad de corriente que haga saltar un fusible, un disyuntor o un RCD. De este modo, se protege al usuario de una descarga eléctrica. Un cable, el conductor de tierra, conecta las partes vulnerables del aparato a tierra.

El diagrama muestra una forma de hacerlo, denominada sistema TN-C-S. Todos los conductores de tierra están conectados al conductor neutro de entrada, normalmente dentro del fusible del proveedor de electricidad, donde el entran cables de suministro eléctrico el edificio.



## Página 59 - El energímetro:

### **Energía:**

- procede de fuentes como los combustibles fósiles, el Sol o la fisión nuclear;
- aparece en muchas formas, calor, luz, sonido, electricidad, etc;
- se mide en unidades denominadas julios (J) o kilovatios-hora (kW-h).

### **Poder:**

- mide cuánta energía utilizamos (o convertimos) cada segundo;
- se mide en vatios (W) o kilovatios (kW). (1 kilovatio= 1 000 vatios.)

Por ejemplo:

- una lámpara de 100 W es mucho más brillante que una de 40 W: convierte más energía eléctrica en luz cada segundo;
- un calefactor de 3 kW genera el triple de calor que uno de 1 kW.

## Página 60 - Medición de la potencia:

Potencia consumida por una lámpara= .....

Potencia consumida por dos lámparas en paralelo= .....

Potencia consumida por dos lámparas en serie = .....

Comenta estos resultados:

.....  
.....

## Página 61 - Energía y potencia:

Para calcular la potencia eléctrica, utiliza la fórmula

$$P = I \times V \quad (\text{es decir, potencia} = \text{corriente} \times \text{tensión}).$$

$$\text{Alternativamente: } I = P / V \text{ o } V = P / I$$

Ejemplo:

Calcula la potencia nominal de una bombilla que toma una corriente de 0,25 A de la red de 240 V.

$$\text{Potencia} = \text{corriente} \times \text{tensión} = 0,25 \times 240 = 60\text{W. Utiliza}$$

esta fórmula para completar la siguiente tabla:

	Potencia	Tensión	Actual
A		250V	4A
B	750W	250V	
C	48W		4A
D		12V	200 mA

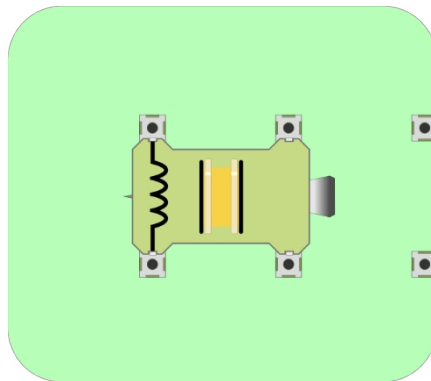
## Página 62 - Electromagnetismo - 1:

Los campos magnéticos se representan mediante "líneas de fuerza", también llamadas "líneas de flujo". La fuerza magnética es mayor allí donde están más apretados. Una línea de fuerza es la trayectoria que seguiría un polo norte libre.

Un polo sur libre iría en dirección contraria.

En realidad, un **solo** polo magnético, ya sea "norte" o "sur", no puede existir solo.

En la práctica, la aguja de un compás de trazado apunta a lo largo de una línea de fuerza. Las "líneas de fuerza" tampoco existen, sólo son herramientas utilizadas para ilustrar las características de un campo magnético. Utiliza tus resultados para dibujar el campo magnético alrededor del electroimán.



## Página 63- Electromagnetismo - 2:

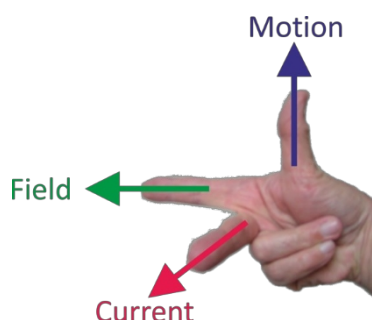
Cuando un campo magnético se mueve a través de un conductor, genera una tensión. Se puede demostrar que este voltaje:

- tiene un **tamaño** que depende de la velocidad de movimiento y del número de vueltas de alambre de la bobina;
- una **dirección** que depende de la dirección del movimiento.

### **Regla de la mano derecha de Fleming** (también conocida como *regla de la dinamo*):

predice la dirección de la corriente generada, utilizando la mano **derecha** para producir el gesto mostrado:

Con el dedo índice en la dirección del campo magnético (es decir, del polo norte al polo sur) y el dedo pulgar en la dirección del movimiento, el dedo central apunta en la dirección de la corriente resultante.

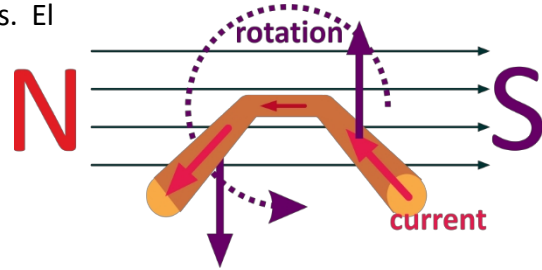


## Página 64- Generación de electricidad - 1:

Los requisitos para generar electricidad utilizando el electromagnetismo son:

- un campo magnético;
- un conductor;
- movimiento relativo entre ellos. El

El diagrama representa una sola bobina de alambre, girando en un campo magnético. Cuando un lado se mueve hacia arriba, el otro se mueve hacia abajo, pero ambos en el mismo campo magnético.



Las corrientes inducidas en las dos caras fluyen en direcciones opuestas, una hacia la otra.

En otras palabras, la corriente inducida fluye alrededor de la bobina.

Aplica la regla de Fleming de la mano derecha para comprobar el sentido de la corriente en los dos lados de la bobina.

La conexión eléctrica a la bobina giratoria se puede realizar de dos maneras utilizando:

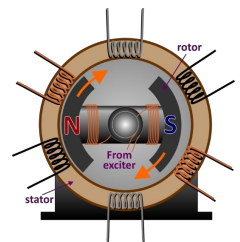
- un conmutador para producir una salida de corriente continua;
- anillos colectores para dar una salida de CA.

Explique la diferencia en la construcción de anillos colectores y conmutadores.

.....

.....

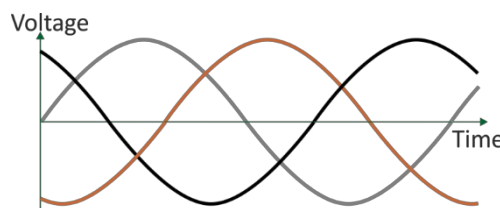
.....



## Página 65- Generación de electricidad - 2:

La mayor parte de la electricidad se genera por un campo magnético giratorio en el interior de un estator que contiene bobinas de alambre. Este campo magnético puede ser producido por la rotación de un imán. Sin embargo, lo más frecuente es producido por un electroimán giratorio, utilizando una pequeña corriente continua procedente de un "excitador".

El diagrama muestra los fundamentos de un alternador trifásico, que genera tres salidas de CA, desfasadas entre sí, como muestra el gráfico.



## Página 66 - Transformador - 1:

Una gran ventaja de generar electricidad como CA es que permite utilizar transformadores para cambiar el "formato" del suministro eléctrico. Pasan de alta a baja tensión, o al revés, sin perder mucha energía en forma de calor en el proceso.

## Página 67 - Transformador - 2:

En la bobina primaria (electroimán), el campo magnético aumenta y disminuye al ritmo de la corriente alterna. Esto proporciona el movimiento necesario para generar electricidad en la otra bobina, llamada secundaria.

¿Qué es la ferrita? .....

¿Cuál es el papel de la barra de ferrita en esta actividad?

.....

¿La tensión generada en el secundario es alterna o continua? .....

## Página 68 - Transformador reductor:

La intensidad del campo magnético en el primario depende de factores como:

- el número de espiras de la bobina primaria,
- la corriente que circula por ella y, por tanto, la tensión que se le aplica.

La tensión generada en la bobina secundaria depende de factores como:

- la intensidad del campo magnético generado por el primario;
- el número de vueltas de alambre de la bobina secundaria;
- la eficacia con la que el campo magnético del primario enlaza con él.

Resultados de la reducción gradual	
V <sub>P</sub>	
V <sub>S</sub>	
I <sub>P</sub>	
I <sub>S</sub>	

En un transformador reductor, la bobina primaria, la que recibe la corriente alterna, tiene más vueltas de alambre que la secundaria, la que genera la tensión de salida. Registra tus medidas en la siguiente tabla:

Utilízalos para responder a estas preguntas:

¿Qué es la "reducción" en este transformador? .....

¿Qué es el "escalonamiento" en este transformador? .....

Utilice la fórmula  $P_{IN} = V_P \times I_P$  para calcular la potencia suministrada al transformador  $P_{IN} =$

.....

Utilice la fórmula  $P_{OUT} = V_S \times I_S$  para calcular la potencia suministrada **por** el transformador:  $P_{IN} =$

.....

¿El transformador aumenta la potencia? .....

## Página 69 - Transformador elevador:

En un transformador elevador, la bobina primaria tiene menos espiras que la secundaria.

La National Grid utiliza transformadores elevadores y reductores. En una central eléctrica, la tensión de salida se eleva (normalmente a 11 kV o más). De este modo, se necesita menos corriente para transmitir una determinada cantidad de energía eléctrica y se desperdicia menos energía en los cables de transmisión. En la subestación, un transformador reductor baja la tensión, normalmente a 440 V y 240 V.

En el hogar, son habituales los transformadores reductores, utilizados como eliminadores de batería para aparatos electrónicos como ordenadores, televisores, teléfonos móviles (y para Matrix circuitos Locktronics) El transformador reductor genera una tensión alterna que debe rectificarse a continua y suavizarse antes de utilizarse como fuente de alimentación.

Registra tus mediciones en la siguiente tabla:

Utilízalos para responder a estas preguntas:

¿Qué es el "escalonamiento" en este transformador? .....

Qué es "escalonado" en este transformador .....

Resultados del Step-up	
$V_p$	
$V_s$	
$I_p$	
$I_s$	

Utilice la fórmula  $P_{IN} = V_p \times I_p$  para calcular la potencia suministrada al transformador:  $P_{IN} =$

.....

Utilice la fórmula  $P_{OUT} = V_s \times I_s$  para calcular la potencia suministrada **por** el transformador:  $P_{IN} =$

.....

¿El transformador aumenta la potencia? .....

Debería comprobar que ninguno de los dos tipos de transformador aumenta la potencia. Eso equivaldría a crear energía de la nada, algo que las leyes de la física no permiten. Cambian el formato de alta tensión-baja corriente a baja tensión-alta corriente, o viceversa, para adaptarse a la aplicación.

## Página 70 - Relaciones entre transformadores:

El transformador comercial supuso una gran mejora con respecto al primer transformador.

Las dos bobinas, una al lado de la otra, están unidas por un núcleo más elaborado, que atraviesa el centro de las bobinas y envuelve también el exterior.

El resultado es un enlace de campo magnético mucho más eficaz entre las bobinas. entre la bobina secundaria y el campo magnético generado en la primaria.

Lo que muestran los resultados:

- La relación  $V_p: V_s$  para ambos tipos de transformador está relacionada con la relación de vueltas.
- La relación de transformación dice que para un transformador ideal:

$$V_p / V_s = N_p / N_s$$

donde  $N_p$  es el número de espiras de la bobina primaria; y  $N_s$  es el número de espiras de la bobina secundaria.

En términos generales:

- un transformador elevador "sube" la tensión (en este caso, prácticamente la duplica), pero "sube" la tensión.  
hacia abajo" la corriente - la corriente primaria es mucho mayor que la secundaria.
- un transformador reductor "disminuye" la tensión, pero suministra la misma corriente secundaria que antes para una corriente primaria mucho menor.
- Para un transformador ideal (100% de eficiencia):

$$P_{IN} = P_S$$

donde  $P_{IN}$  es la potencia entregada al primario, y  $P_{OUT}$  es la potencia entregada por el secundario;

$$y \quad I_s / I_p = N_p / N_s$$

## **Veredicto:**

El transformador no tiene nada de mágico. Cambia el "formato" del suministro eléctrico, pero con un coste en términos de energía desperdiciada.