

## Table of Contents

1	Coceptos básicos.....	2
1.1	Electricidad estática.....	2
1.2	Conductores, aislantes y corriente de electrones.....	4
1.3	El circuito eléctrico.....	7
1.4	Voltaje y corriente.....	9
1.5	Resistencia.....	12
1.6	Medición de voltaje y corriente.....	14
1.7	Dirección convencional de la corriente y flujo de electrones.....	16
1.8	Soluciones.....	18

# 1 Coceptos básicos

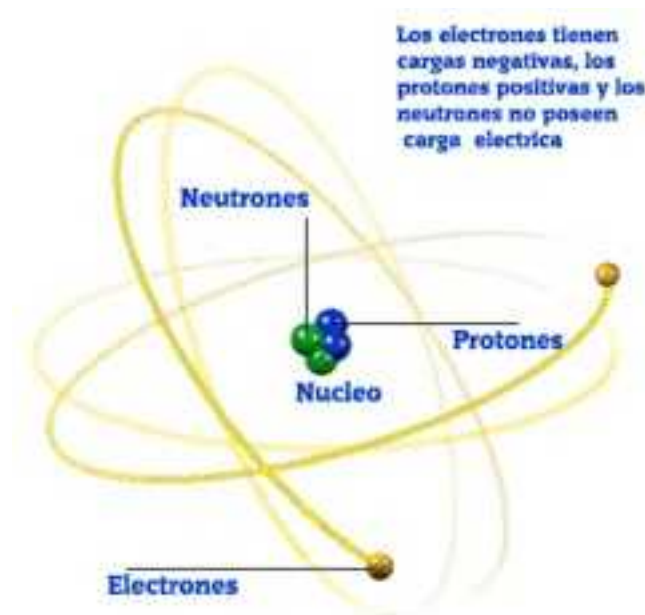
## 1.1 Electricidad estática

Posiblemente, las primeras manifestaciones de fenómenos eléctricos que llamaron la atención humana, fuera rayos, truenos y la atracción y repulsión de ciertos materiales tras ser frotados. Si por ejemplo se frota una prenda de seda contra un vidrio, se percibirá una atracción entre ambos materiales.

Video

<https://youtu.be/jLgSXryMxwM?si=rTeYs0HGzSii-KdG>

Para explicar la atracción entre la seda y el vidrio, se recurre a los átomos, que son las partículas elementales de los que está formada la materia. El núcleo de un átomo está compuesto por protones, partículas de carga positiva, y generalmente de neutrones, que no presentan carga. Alrededor de este núcleo se mueven electrones, que presentan carga negativa. Un átomo tiene el mismo número de protones en su núcleo, que de electrones en su exterior y por tanto se dice que es neutral. Sus cargas positivas y negativas se compensan.



Frotando la seda contra el cristal, algunos electrones pasan de un material a otro, produciéndose un exceso de electrones en uno de los materiales, que tendría una carga negativa, y una falta de electrones en el otro material, que tendría una carga positiva. Esta separación de carga produce una fuerza que hace que la seda y el cristal se atraigan.

## 1.2 Conductores, aislantes y corriente de electrones

Los electrones de los distintos tipos de átomos tienen diferentes grados de libertad para moverse. En algunos tipos de materiales, como los metales, los electrones más externos de los átomos están tan poco ligados que se mueven en el espacio entre los átomos de ese material a causa de la energía térmica que tienen a temperatura ambiente. Estos electrones no ligados son libres de abandonar sus átomos y flotar en el espacio entre átomos vecinos.

En otros tipos de materiales, como el vidrio, los electrones de los átomos tienen muy poca libertad de movimiento. Aunque fuerzas externas, como el roce físico, pueden provocar que algunos de estos electrones abandonen sus átomos respectivos y pasen a otro material.

La movilidad relativa de los electrones dentro de un material se conoce como conductividad eléctrica. La conductividad viene determinada por los tipos de átomos de un material. Los materiales con alta movilidad de electrones (muchos electrones libres) se denominan conductores, mientras que los materiales con baja movilidad de electrones (pocos o ningún electrón libre) se denominan aislantes.

La tabla muestra algunos ejemplos comunes de conductores y aislantes:

Conductores	Aislantes
<ul style="list-style-type: none"><li>• plata</li><li>• cobre</li><li>• oro</li><li>• aluminio</li><li>• hierro</li><li>• acero</li><li>• latón</li><li>• bronce</li><li>• mercurio</li><li>• grafito</li><li>• agua sucia</li><li>• hormigón</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• vidrio</li><li>• goma</li><li>• aceite</li><li>• asfalto</li><li>• fibra de vidrio</li><li>• porcelana</li><li>• cerámica</li><li>• cuarzo</li><li>• algodón (seco)</li><li>• (seco) papel</li><li>• (seco) madera</li><li>• plástico</li><li>• aire</li><li>• diamante</li><li>• agua pura</li></ul>

Las propiedades de conductividad y aislamiento varían dentro de las dos categorías.

Por ejemplo, la plata es el mejor conductor en la lista de "conductores", conduciendo mejor los electrones que cualquiera de los otros materiales. El agua sucia y el hormigón también figuran como conductores, pero son peores conductores que cualquier metal.

El movimiento normal de los electrones "libres" en un conductor es aleatorio, sin una dirección o velocidad particular. Sin embargo, los electrones pueden ser influenciados para moverse de forma coordinada a través de un conductor. Este movimiento uniforme de los electrones es lo que llamamos electricidad o corriente eléctrica. Para ser más precisos, podría llamarse electricidad dinámica, en contraste con la electricidad estática, que es una acumulación inmóvil de carga eléctrica.

Al igual que el agua fluye por un tubo, los electrones pueden moverse por el espacio entre los átomos de un material conductor. El conductor parece sólido a nuestros ojos, pero cualquier material compuesto de átomos es, en su mayor parte, espacio vacío. La analogía líquido-fluido es tan adecuada, que el movimiento de los electrones a través de un conductor se denomina a menudo "flujo".

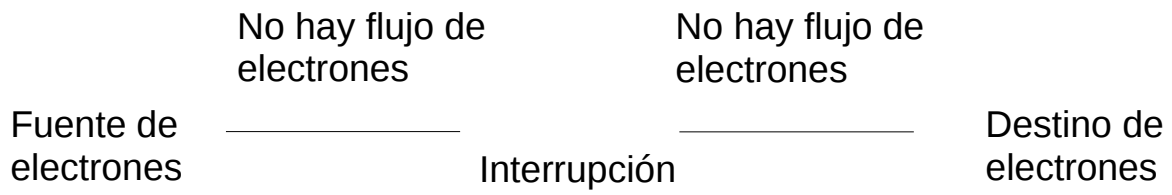
---

Una línea continua (como la mostrada arriba) es el símbolo convencional de un trozo continuo de cable. Como el cable está hecho de un material conductor, como el cobre, sus átomos tienen muchos electrones libres que pueden moverse fácilmente a través del cable. Sin embargo, nunca habrá un flujo continuo o uniforme de electrones dentro de este cable a menos que tengan un lugar de donde venir y un lugar a donde ir. Añadamos una hipotética "Fuente" y "Destino" de electrones:



Ahora, con la fuente de electrones empujando electrones hacia el cable conductor, se produce un flujo de electrones de la fuente al destino (como indican las flechas que apuntan de izquierda a derecha).

Sin embargo, el flujo se detiene si se interrumpe el cable conductor:



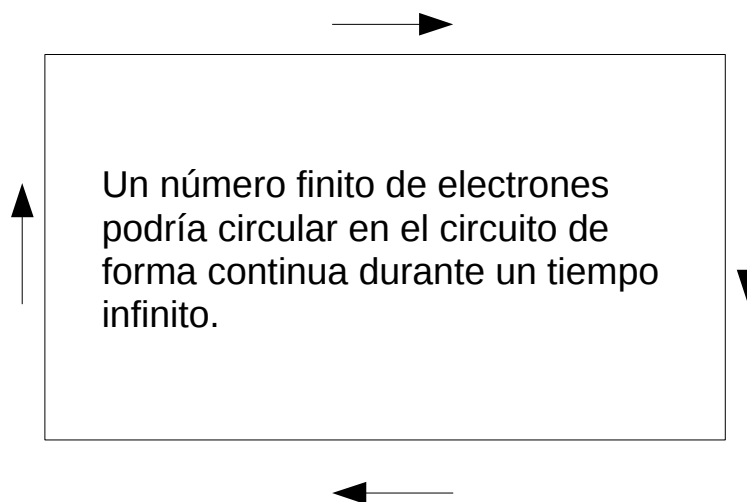
#### Ejercicio 1.2-1

Haz un resumen de los principales conceptos presentados en los apartados anteriores

### 1.3 El circuito eléctrico

Para mantener un flujo continuo de electrones entre una fuente y un destino, se necesitaría una fuente inagotable de electrones. ¿Existen fuentes inagotables?

La solución a esta paradoja la da el circuito eléctrico. Si tomamos un cable conductor, o varios cables y los unimos de manera que forme un camino continuo, permitimos un flujo continuo de electrones sin tener que recurrir a fuentes inagotables:



Todo lo que necesitamos es una fuente de energía para mantener en movimiento el flujo (la corriente) de electrones.

Hay que tener en cuenta que la continuidad es tan importante en un circuito como en un cable. Al igual que en el ejemplo del cable entre la fuente y el destino de electrones, cualquier interrupción en este circuito impedirá que los electrones fluyan a través de él.

Un principio importante es que no importa dónde se produzca la interrupción. Cualquier discontinuidad en el circuito impedirá el flujo de electrones a través de todo el circuito.

A menos que haya un bucle continuo e ininterrumpido de material conductor por el que fluyan los electrones, no se puede mantener un flujo.

## Resumen

- Un circuito es un bucle ininterrumpido de material conductor que permite el paso de electrones continuamente sin principio ni fin.
- Si un circuito está "interrumpido", significa que sus elementos conductores ya no forman un camino completo y que en él no puede producirse un flujo continuo de electrones.
- La ubicación de una rotura en un circuito es irrelevante para su incapacidad de mantener un flujo continuo de electrones. Cualquier rotura, en cualquier lugar de un circuito, impide el flujo de electrones en todo el circuito.

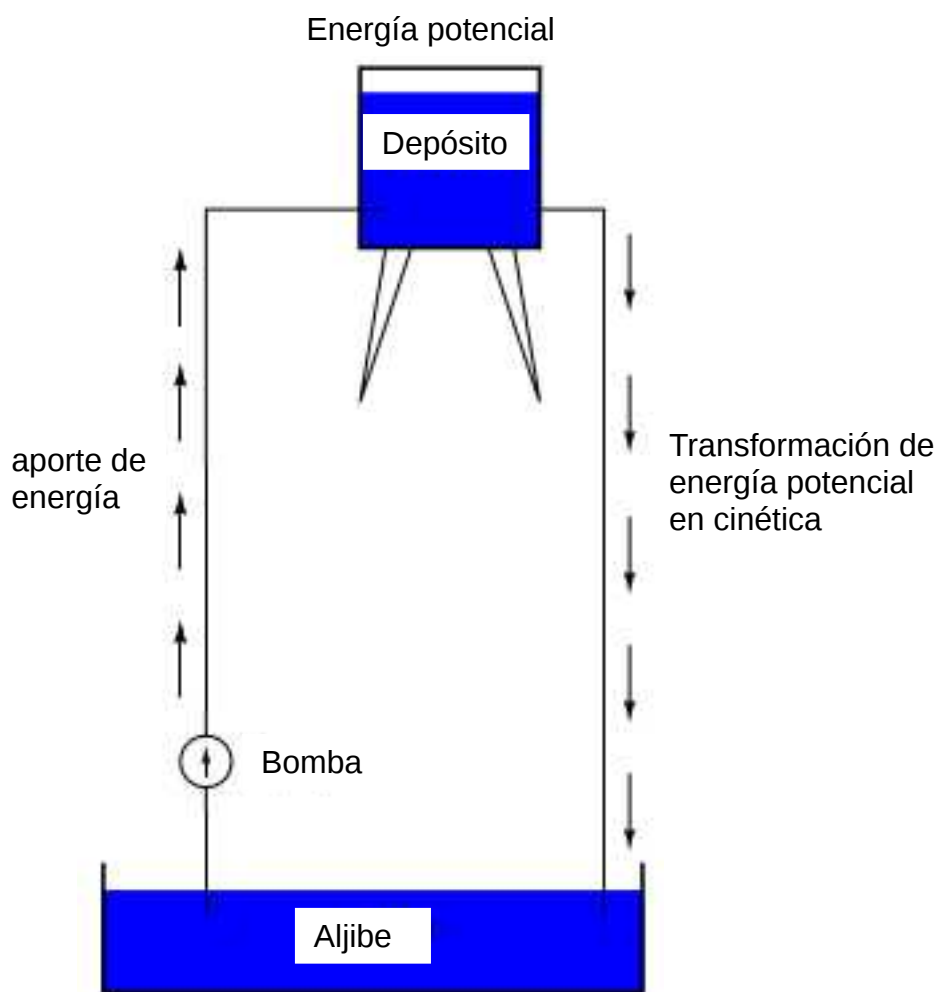


## 1.4 Voltaje y corriente

Para generar una corriente eléctrica en un circuito, se necesita una fuente de energía (fuente de alimentación), un generador.

En un circuito hidráulico, el generador es una bomba y causa el flujo de agua en el circuito.

En el esquema, la bomba conduce el agua del aljibe al depósito. Si el depósito se encontrara a un nivel por debajo del aljibe, la corriente de agua que lo llena, fluiría por gravedad, sin necesidad de utilizar una bomba, pero como se encuentra a un nivel superior, es necesaria la bomba que aporta al agua la energía necesaria para superar el desnivel entre aljibe y depósito. Para elevar el agua del aljibe al depósito se le ha aportado energía. El agua del depósito tiene una energía potencial mayor que el agua del aljibe, al encontrarse a mayor altura. Se dice “potencial”, porque dejando caer el agua del depósito a un nivel inferior, se puede aprovechar la energía “potencial” del agua y transformarla en otro tipo de energía (mecánica, eléctrica, ...).

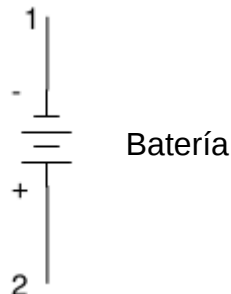


Otro ejemplo de aportación y transformación de energía potencial es la de la ciclista que sube la pendiente de una montaña. Durante la subida, la ciclista va ganando energía potencial con cada pedalada. Necesita hacer un esfuerzo. En el momento en que llega a la cima, el esfuerzo se reduce a cero, comienza la bajada. Ya no necesita pedalear para coger velocidad, la energía potencial que tenía en la cima se transforma en energía de movimiento (cinética), gracias a la fuerza de gravedad.

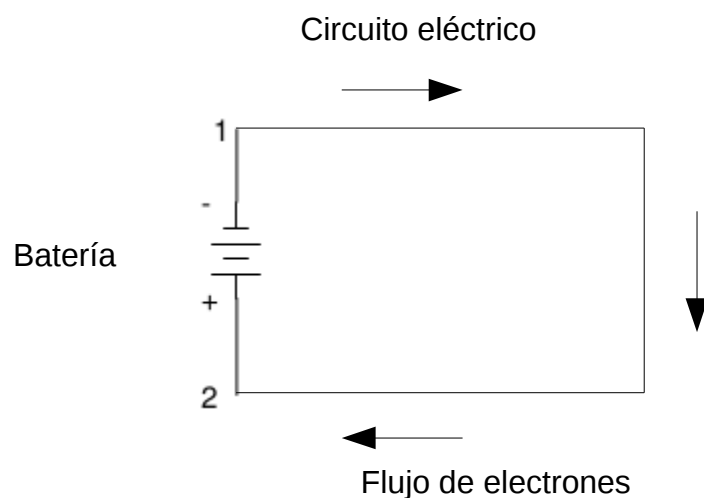


En un circuito eléctrico, la fuente de alimentación puede ser una batería. Es el caso en muchos tipos de embarcación.

El símbolo de la batería es el siguiente:



La batería aporta la energía necesaria para crear una corriente eléctrica. Pero sin circuito eléctrico, no hay corriente. En este caso, la batería está dispuesta para aportar energía, pero no la está aportando. La batería dispone de energía potencial, que podrá aportar a los electrones, en cuanto sea conectada a un circuito.



Una de las características principales de una batería es su voltaje. El voltaje indica la fuerza con la que la batería puede acelerar los electrones y corresponde a la altura del depósito de agua en el símil hidráulico. Otra característica es su capacidad, es decir, la cantidad de carga que puede acumular. Conociendo el voltaje y la capacidad de carga, se puede calcular la energía que almacena la batería. En el caso de la batería, la corriente de electrones se mueve siempre del polo negativo al polo positivo de la batería. La dirección de la corriente no cambia, a esto se le llama corriente continua CC (DC).

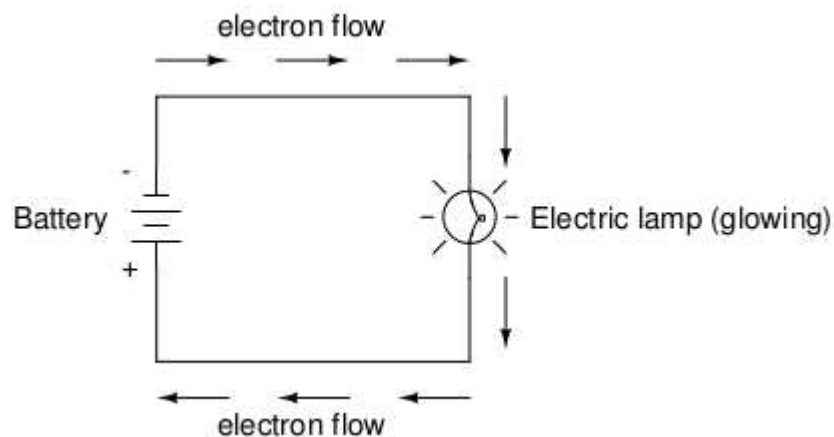
## 1.5 Resistencia

El circuito del esquema anterior no es práctico. De hecho, puede ser bastante peligroso puentear los polos de una fuente de tensión con un cable. La corriente eléctrica puede ser muy grande en un cortocircuito de este tipo, y la liberación de energía grande, normalmente en forma de calor.

Por lo general, los circuitos eléctricos se realizan de manera que se pueda hacer un uso práctico de esa energía liberada, de la forma más segura posible. Un uso práctico y habitual de la corriente eléctrica es dar iluminación mediante una lámpara.

La lámpara, al igual que la pila, tiene dos puntos de conexión conductores, uno para que entren los electrones y otro para que salgan.

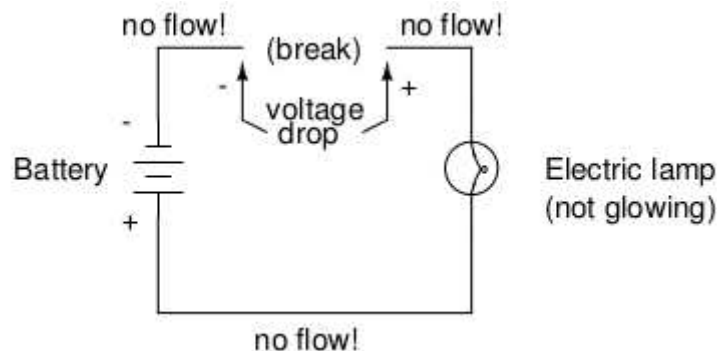
Conectado a una fuente de tensión, el circuito de una lámpara eléctrica es el siguiente:



Los electrones que forman la corriente eléctrica circulan con facilidad por los cables conductores que unen la lámpara a la batería, pero para atravesar el filamento de la lámpara precisan una fuerza mayor. Esta oposición a la corriente eléctrica del filamento de la lámpara depende del tipo de material, de su sección transversal y de su temperatura. Técnicamente se denomina resistencia. Se puede decir que los conductores tienen poca resistencia y los aislantes, mucha. La resistencia (lámpara) limita la cantidad de corriente a través del circuito, evitando el "cortocircuito" que produciría el cable conductor al unir los polos de la batería.

Cuando los electrones circulan a través de la resistencia, se genera "fricción". Al igual que la fricción mecánica, la fricción producida por los electrones a través de la resistencia se manifiesta en forma de calor.

Si la continuidad del circuito se rompe en cualquier punto, el flujo de electrones se detiene en todo el circuito. En el caso de una lámpara, esto significa que dejará de brillar:



Sin flujo de electrones, todo el potencial (voltaje) de la batería está disponible entre los extremos del conductor interrumpido. Se llama circuito abierto, a una interrupción en la continuidad del circuito que impide que circule la corriente. Una única interrupción de la continuidad es suficiente para "abrir" un circuito. Se denomina circuito cerrado a un circuito sin interrupciones, en el que la corriente puede fluir.

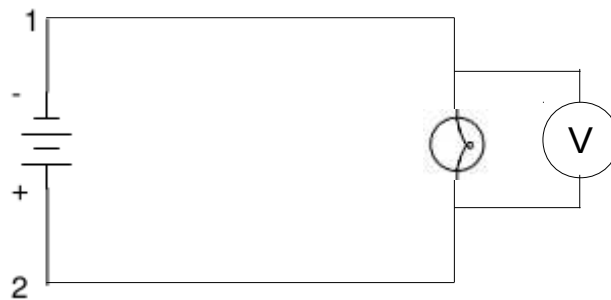
### Resumen

- La resistencia es la medida de la oposición a la corriente eléctrica.
- Un cortocircuito es un circuito eléctrico que ofrece poca o ninguna resistencia al flujo de electrones. Los cortocircuitos son peligrosos con fuentes de alimentación de alto voltaje porque generan altas corrientes que pueden liberar grandes cantidades de energía térmica.
- Un circuito abierto es aquel en el que la continuidad se ha roto por una interrupción que impide el flujo de electrones.
- Un circuito cerrado es un circuito por el que los electrones pueden circular sin interrupción.
- Un dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito en condiciones controladas se denomina interruptor.
- Los términos "abierto" y "cerrado" se refieren tanto a interruptores como a circuitos completos.
- Un interruptor abierto es aquel que no tiene continuidad, los electrones no pueden fluir a través de él.
- Un interruptor cerrado es aquel que proporciona un camino directo (de baja resistencia) para que los electrones fluyan a través de él.

## 1.6 Medición de voltaje y corriente

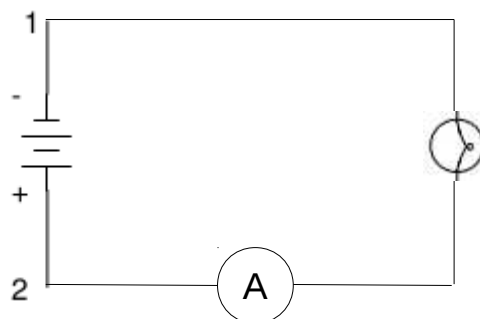
Es necesario aportar energía a los electrones, para que estos puedan fluir a través de una resistencia. Los electrones “perderán” su energía en parte, o por completo, al pasar por una resistencia. A esto se le llama una caída de tensión. Significa que la energía de los electrones es mayor a la entrada de la resistencia que a la salida. Con un voltímetro se puede medir la diferencia de energía causada por la resistencia, tocando los extremos de la resistencia.

Esquema de un circuito con voltímetro, midiendo la tensión que cae en una resistencia (lámpara):



Recordemos que la corriente (intensidad) eléctrica en nuestro circuito de ejemplo es igual en cualquier punto del circuito, mientras que la caída de tensión que podemos medir, depende del lugar en el que la midamos.

Esquema de un circuito con amperímetro, midiendo la corriente que circula:



La tensión entre dos puntos del circuito se mide seleccionando V en el polímetro (multímetro), y tocando con las puntas los dos puntos del circuito entre los que se quiere medir la caída de tensión.

***Foto polímetro midiendo V de una lámpara en serie con otra***

La corriente se mide seleccionando A en el polímetro, interrumpiendo el circuito (la lámpara se apaga) y reestableciendo la continuidad del circuito puenteando la interrupción con las puntas de medición del polímetro (la lámpara vuelve a encenderse).

***Foto polímetro midiendo A de dos lámparas en serie***

Se deduce, que el polímetro ha de tener una resistencia muy alta al medir tensión y una resistencia muy baja al medir corriente.

La resistencia del polímetro debe ser muy alta al medir tensión, porque si no lo fuera, la corriente que pasa por la lámpara en la que estamos midiendo disminuiría, ya que una parte pasaría por el polímetro. La lámpara luciría con menos intensidad.

**Imagen de ds lámparas en serie. A una de ellas se conecta otra en paralelo, que equivale a un polímetro de baja resistencia.**

Al medir corriente, la resistencia del polímetro ha de ser muy baja, porque si no lo fuera, limitaría la cantidad de corriente que pasa por la lámpara y esta luciría con menos intensidad.

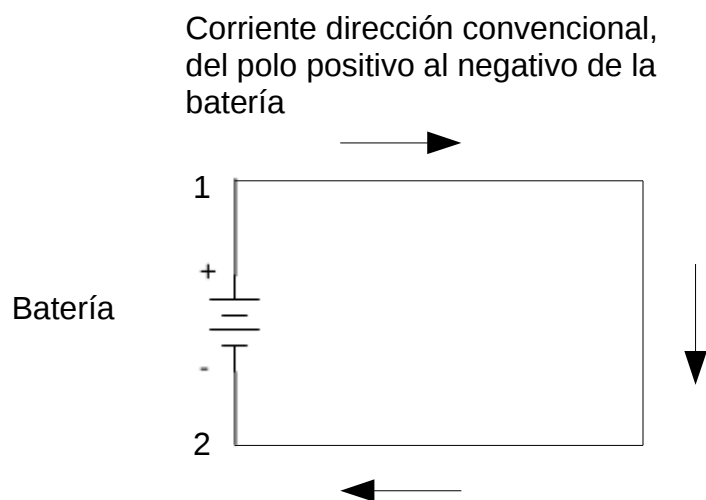
**Imagen de tres lámparas en serie. Una de ellas equivale a un polímetro con resistencia alta.**

**Comentar practica\_00.pdf**

## 1.7 Dirección convencional de la corriente y flujo de electrones

En el siglo XVIII, cuando Bernjamín Franklin hizo descubrimientos fundamentales sobre la naturaleza de los fenómenos eléctricos, se determinó que la carga eléctrica fluiría del polo de más carga (exceso de carga, positivo) al polo de menos carga (negativo). La teoría de los átomos para explicar la corriente eléctrica mediante electrones se utilizaría en tiempos posteriores.

Por esta razón, aun hoy en día, en muchos libros de texto y publicaciones relacionadas con la tecnología eléctrica se aplica este sentido de flujo, que es contrario al del flujo de los electrones.



En estos apuntes se indicará la corriente en sentido convencional, ya que coincide con la simbología de componentes semiconductores, como diodos o transistores.

Un diodo es un componente de material semiconductor, que permite el paso de la corriente en un sentido, pero no en el contrario. Su símbolo es:

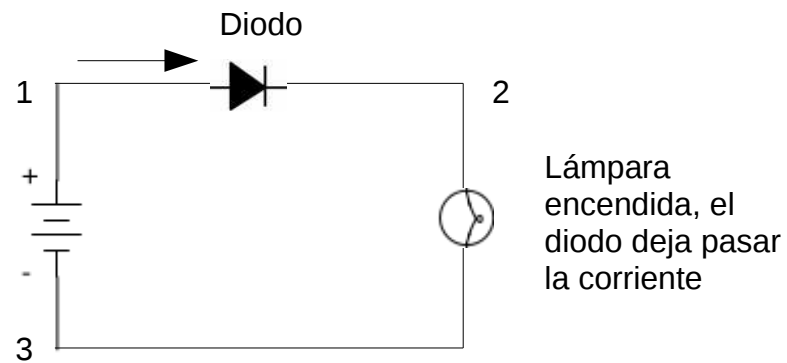


La flecha indica el sentido en el que deja pasar la corriente, si se aplica el sentido convencional.

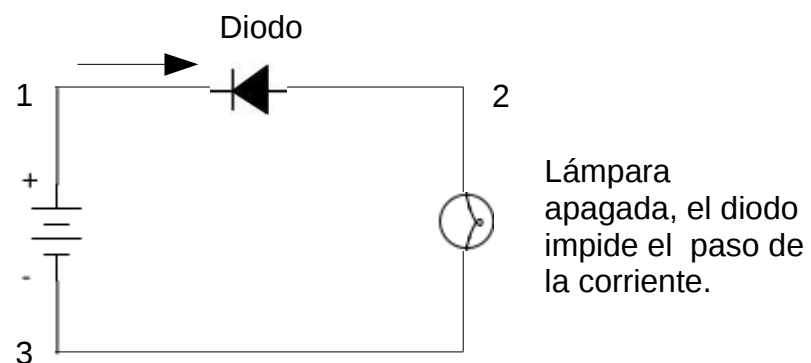


En el siguiente esquema se observa un circuito en el que el diodo está conectado de forma que deja pasar la corriente. Por tanto, la lámpara se enciende.

La dirección de la corriente convencional coincide con la dirección indicada por la flecha del símbolo del diodo.



Si el diodo se conecta a la inversa, la lámpara quedaría apagada, porque el diodo bloquea el paso de la corriente.



## 1.8 Soluciones

### Ejercicio 1.2-1

Haz un resumen de los principales conceptos presentados en los apartados anteriores

#### Resumen

- En los materiales conductores, los electrones exteriores de cada átomo se pueden mover fácilmente, y se denominan electrones libres.
- En los materiales aislantes, los electrones exteriores no tienen tanta libertad de movimiento.
- Todos los metales son conductores de la electricidad.
- La electricidad dinámica, o corriente eléctrica, es el movimiento uniforme de los electrones a través de un conductor.
- La electricidad estática es una carga acumulada e inmóvil (si se encuentra en un aislante) formada por un exceso o una falta de electrones. Se produce por separación de cargas por una fuerza mecánica durante el contacto en materiales distintos.
- Para que los electrones fluyan continuamente (indefinidamente) a través de un conductor, debe existir un
- Para que los electrones fluyan a través de un conductor, debe haber un camino ininterrumpido para que entren y salgan del conductor.

Estos apuntes son una adaptación de “[Lessons in electric circuits volume 1 DC](#)”, autor Tony R. Kuphaldt.

Traducción y adaptación Paulino Posada

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator)