

Electricidad 2

Versión 1.1

Índice:

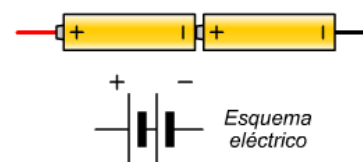
1. Circuitos en serie	1
2. Circuitos en paralelo	2
3. Circuitos mixtos	2
4. Imanes y electroimanes	3
5. Generadores	4
6. El motor eléctrico	4

1. Circuitos en serie

1.1. Conexión en serie de generadores

Se dice que dos o más generadores están en serie cuando están conectados uno detrás del otro. Pero cuidado, ¡no de cualquier manera!, el borne positivo de un generador debe estar conectado al borne negativo del siguiente. Fíjate en la ilustración de la derecha.

2 pilas cilíndricas conectadas en serie



1.2. En serie, se suma la tensión de todos los generadores

Si conectamos varios generadores en serie, la tensión total del conjunto será la suma de las tensiones de cada generador. Es decir: $V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$

1.3. A mayor tensión, mayor potencia

Al aumentar la tensión que se aplica a un circuito, se aumenta también la potencia que éste puede proporcionar. Esto es de gran importancia para diseñar aparatos eléctricos portátiles: sólo tenemos que poner más pilas en serie para obtener un aparato más potente. Una linterna que tiene 3 pilas conectadas en serie iluminará más que una que tenga sólo 2 pilas, ya que es más potente. Otros ejemplos de aparatos portátiles con pilas en serie: aparatos de música, juguetes, calculadoras, etc.

1.4. Algunos generadores tienen trampa

Algunas pilas o baterías que parecen generadores individuales son, en realidad, un grupo de generadores más pequeños conectados en serie. Un ejemplo son las pilas de petaca. En su interior encontramos 3 pilas cilíndricas conectadas en serie. Cada pila cilíndrica tiene una tensión de 1,5 V, por lo que la pila de petaca proporciona 4,5 V.

1.5. Células solares conectadas en serie

Además de pilas y baterías, otro ejemplo común de conexión en serie de generadores son los paneles solares. Una célula solar individual produce muy poca tensión, alrededor de 0,5 V, por lo que es necesario agruparlas en paneles. En un panel solar las células individuales se conectan en serie para obtener mayores tensiones.

1.6. Conexión en serie de receptores

Dos o más receptores (bombillas, motores, zumbadores, etc.) están en serie cuando se conectan uno detrás del otro, compartiendo el mismo cable.

1.7. Conexión de bombillas en serie

Existen varias maneras de conectar correctamente dos o más bombillas en serie, las puedes ver a continuación:



Cuatro maneras posibles de conectar dos bombillas en serie. Todas son correctas. Las flechas indican el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

1.8. Otros ejemplos de circuitos con receptores en serie

Más ejemplos de circuitos con diversos tipos de receptores conectados en serie:

- Dos motores eléctricos conectados en serie, alimentados por una pila de petaca (4,5 V).
- Una bombilla, un motor y un zumbador conectados en serie, alimentados por una pila prismática de 9 V.

1.9. Si un receptor en serie falla, dejan de funcionar todos los demás

En la conexión en serie, la corriente eléctrica debe atravesar todos los receptores para hacer funcionar el circuito. Esto tiene un problema: si uno de los receptores se avería, como una bombilla que se funde, la corriente no puede circular y ninguno de los demás receptores del circuito funciona.

1.10. Los receptores en serie se reparten la tensión del generador

Los receptores en serie se reparten la tensión que proporciona el generador de forma proporcional a su resistencia. Si todos los receptores son iguales, el caso más sencillo, todos estarán sometidos a la misma tensión. Por ejemplo: si conectamos 3 bombillas iguales a una pila de 4,5 voltios, a cada una le corresponderá sólo 1,5 voltios (4,5 voltios divididos entre 3 bombillas). Si son bombillas fabricadas para funcionar con 4,5 voltios, lucirán muy poco. En circuitos con receptores que tengan resistencias diferentes, se deberá aplicar la Ley de Ohm para averiguar la tensión que recibe cada receptor.

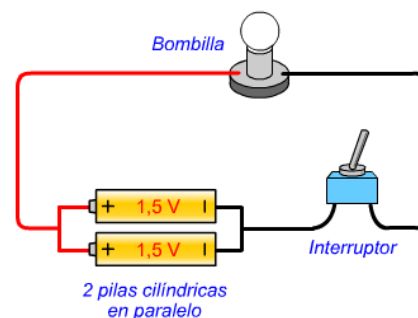
2. Circuitos en paralelo

2.1. Conexión en paralelo de generadores

Dos o más generadores están conectados en paralelo cuando los bornes de la misma polaridad están conectados entre sí. Todos los bornes positivos están conectados a un cable por donde sale la corriente (normalmente de color rojo) y todos los bornes negativos están conectados a un cable por donde entra la corriente (normalmente de color negro).

2.2. Ejemplo de circuito con dos pilas en paralelo

A la derecha puedes ver un ejemplo de circuito que tiene dos generadores, dos pilas cilíndricas, conectadas en paralelo.



2.3. Dos o más generadores en paralelo proporcionan la misma tensión que uno solo

No se deben conectar nunca en paralelo generadores que tengan tensiones diferentes, ya que entonces parte de la corriente que sale del generador de mayor tensión irá hacia el de menor tensión, lo cual disminuye el rendimiento del conjunto. Si conectamos varios generadores en paralelo de forma correcta, es decir, que tengan la misma tensión, la tensión del conjunto será la misma que la de uno solo.

2.4. La conexión en paralelo de pilas y baterías aumenta la autonomía del circuito

Una gran ventaja de la conexión en paralelo de pilas y baterías es que permite aumentar la autonomía (el tiempo que pueden funcionar) de los circuitos que alimentan.

2.5. Las centrales eléctricas se conectan en paralelo entre sí

Las centrales eléctricas se conectan en paralelo entre ellas para inyectar corriente a la red eléctrica. La conexión en paralelo permite que la corriente que proporciona cada central se sume a la que producen las demás. Cuanta más corriente eléctrica, más consumidores de electricidad podrán conectarse a la red.

2.6. Conexión en paralelo de receptores

Para conectar receptores en paralelo, el cable principal que proviene del generador se debe bifurcar en dos o más cables, tantos como receptores.

2.7. La tensión del generador llega a todos los receptores conectados en paralelo

En paralelo, los receptores reciben toda la tensión que proporciona el generador, como si estuvieran conectados directamente. Por ejemplo, si conectamos 2 bombillas a una pila de 4,5 V, cada una estará sometida a una tensión de 4,5 V. Las bombillas lucirán igual que si estuviesen conectadas directamente a la pila.

2.8. Si uno de los receptores se apaga o se estropea, los demás siguen funcionando

En este tipo de circuito, la corriente eléctrica circula por diferentes ramales. Si uno de estos ramales está abierto, como sucede si se funde una bombilla o se apaga un electrodoméstico, la corriente puede circular por los otros ramales sin problemas.

2.9. Un par de ejemplos más de receptores conectados en paralelo

1. Los faros de un automóvil: Los faros de un coche están conectados en paralelo. De esta manera, si uno se funde, los demás siguen funcionando.
2. Los electrodomésticos de una vivienda: Todos los electrodomésticos de una vivienda están conectados en paralelo a la red eléctrica.

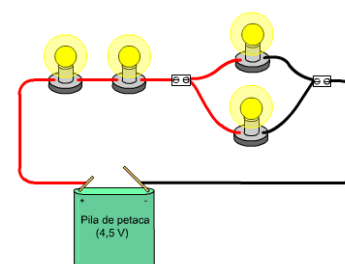
2.10. Cuantos más receptores en paralelo, más rápidamente se descargan las pilas

Cuantos más receptores en paralelo se conecten a un generador, más corriente eléctrica deberá suministrar. En el caso de las pilas y baterías, la consecuencia será que se descargarán antes. Lo podemos comparar con un depósito de agua que tiene un tubo de salida. Si le añadimos nuevas salidas, el depósito se quedará sin agua más rápidamente.

3. Circuitos mixtos

3.1. Conexión mixta o serie-paralelo

Hablamos de conexión mixta, o serie-paralelo, cuando un circuito tiene unos componentes conectados en serie y otros conectados en paralelo. A la derecha puedes ver un ejemplo de circuito con cuatro bombillas en conexión mixta.



3.2. Una linterna con pilas en conexión mixta

Para construir una linterna potente y que pueda funcionar muchas horas, se utilizan pilas conectadas entre sí en serie-paralelo. Una linterna utiliza un grupo de tres pilas conectadas en serie para obtener la tensión que necesita una bombilla potente. Para aumentar el tiempo que puede permanecer encendida, se conectan en paralelo dos de estos grupos de pilas. De esta manera conseguimos potencia y autonomía.

3.3. Las conexiones mixtas son muy comunes en los circuitos electrónicos

Las conexiones mixtas de receptores eléctricos, como bombillas, motores o zumbadores, no son muy comunes. En cambio, la mayoría de los componentes que forman los circuitos electrónicos (resistores, LED, transistores, diodos, etc.) están conectados de esta manera.

4. Imanes y electroimanes

4.1. Magnetismo

Un imán, o imán permanente, es un cuerpo que tiene la propiedad de atraer objetos de hierro (también de níquel y cobalto). A esta propiedad se le denomina magnetismo y a las fuerzas que intervienen fuerzas magnéticas.

El primer ejemplo de magnetismo documentado en la historia viene de la antigua Grecia, hace más de 2 600 años. Los griegos descubrieron un mineral de color negro que atraía objetos de hierro. Este mineral, que hoy llamamos magnetita, se descubrió en un territorio de Asia Menor (la actual Turquía) que los griegos de la antigüedad llamaban Magnesia, de donde proviene el término magnetismo.

Los imanes se fabrican a partir de aleaciones de metales y se pueden hacer con la forma que queramos, en forma de barra, en forma de herradura, etc.

4.2. Los imanes tienen dos polos

Los imanes tienen dos caras diferentes llamadas polos: un polo norte (N) y un polo sur (S). Si colgamos un imán de un hilo y esperamos a que se estabilice, veremos que el polo norte del imán señala hacia el norte geográfico de la Tierra, mientras que el polo sur del imán señala hacia el sur geográfico. La Tierra se comporta como un gigantesco imán, cuyo norte geográfico corresponde con el polo sur magnético de un imán, y el polo sur geográfico con el polo norte magnético. La manera más fácil de identificar los polos de un imán es utilizando una brújula. La brújula no es más que un pequeño imán en forma de aguja que señala el norte de la Tierra. Si acercamos una brújula a un imán, la aguja siempre apuntará hacia el polo sur del imán.

4.3. Campo magnético de un imán

Se llama campo magnético a la zona del espacio de alrededor de un imán en la que se puede apreciar los efectos de su fuerza magnética. Se representa con líneas y flechas que salen del polo norte del imán y van hasta el polo sur. Es posible visualizar la forma del campo magnético de un imán espolvoreando limaduras de hierro a su alrededor. Las limaduras se irán distribuyendo siguiendo las líneas de fuerza del campo magnético.

4.4. La ley de los polos

Cuando dos imanes se acercan, sus campos magnéticos interactúan entre sí creando fuerzas de atracción o de repulsión. La ley de los polos nos dice la manera como se comportan dos imanes cuando los acercamos. Es muy simple: los polos iguales se repelen, los polos diferentes se atraen.

4.5. Aplicaciones de los imanes

Los imanes tienen numerosas aplicaciones tecnológicas: motores eléctricos, generadores, altavoces, aparatos de medida, sujeciones, etc.

4.6. Electromagnetismo

En el año 1820 el físico danés Hans Christian Oersted hizo un descubrimiento sorprendente. Se dio cuenta de que, si acercaba un cable eléctrico a una brújula, la aguja de la brújula (que es un imán) se movía. Un imán sólo se mueve sin tocarlo si hay otro imán cercano, así que la consecuencia lógica es que la corriente eléctrica que circula por un cable es capaz de crear un campo magnético alrededor suyo, igual que un imán permanente. Con este experimento se puso de manifiesto por primera vez que la electricidad y el magnetismo están relacionados. Otros científicos que vinieron después, especialmente James Clerk Maxwell, estudiaron con más profundidad este problema y llegaron a la conclusión que electricidad y magnetismo son diferentes manifestaciones de un mismo fenómeno, por lo que en la actualidad se habla de electromagnetismo.

4.7. Electroimanes

Una de las aplicaciones más frecuentes del electromagnetismo son los electroimanes. Un electroimán es un componente eléctrico que se comporta como un imán cuando circula corriente eléctrica por su interior. Está formado por una bobina de hilo conductor (con aislante) enrollada alrededor de un núcleo de hierro o acero. Los electroimanes, como los imanes permanentes, tienen un polo norte (N) y un polo sur (S), pero, a diferencia de éstos, sólo se manifiestan cuando el electroimán está conectado a la corriente.

4.8. Cambio de la polaridad de un electroimán

Es muy fácil cambiar la polaridad de un electroimán, es decir, la manera como están colocados sus polos. Sólo hay que cambiar la polaridad de la corriente que lo alimenta.

4.9. Aplicaciones de los electroimanes

Los electroimanes tienen muchas ventajas respecto a los imanes permanentes: se pueden conectar y desconectar, cambiar su polaridad y pueden ser mucho más potentes. Estas características los hace útiles en numerosas aplicaciones, algunas de las más importantes son: motores eléctricos, altavoces, sistemas de grabación en soportes magnéticos (como los discos duros de ordenador), aparatos médicos, timbres, etc.

5. Generadores

5.1. Inducción electromagnética

En la miniunidad sobre imanes y electroimanes vimos cómo una corriente eléctrica puede generar un campo magnético (en un electroimán, por ejemplo). Ahora veremos que también es posible hacer lo contrario, es decir, que un campo magnético genere corriente eléctrica. A este fenómeno se le conoce como inducción electromagnética y fue descubierto por el físico inglés Michael Faraday en 1831.

Una definición sencilla de inducción electromagnética: *Inducción electromagnética es generar corriente eléctrica mediante campos magnéticos.*

Faraday descubrió que si movemos un imán cerca de un conductor eléctrico, en el interior del conductor se genera un movimiento de electrones, es decir, corriente eléctrica. La cantidad de corriente será mayor cuanto más rápido sea el movimiento del imán. Si el imán se para, cesa la corriente. Lo que sucede es que parte de la energía mecánica del movimiento del imán se convierte en energía eléctrica. Para entender este fenómeno nos podemos imaginar que el campo magnético del imán "empuja" a los electrones que hay dentro del cable y les obliga a moverse. A la corriente generada mediante inducción electromagnética se le llama corriente inducida.

Si en el experimento anterior se mantiene quieto el imán y se mueve la bobina el efecto es el mismo, ya que lo importante es el movimiento relativo entre el imán y la bobina. También se podría sustituir el imán permanente por un electroimán y de nuevo el resultado no variaría. No importa si el campo magnético proviene de un imán permanente o de un electroimán. La regla general es que se obtiene una corriente inducida en una bobina siempre que se expone a un campo magnético fluctuante (que varíe con el tiempo). Si el campo magnético es siempre igual, no hay inducción electromagnética.

5.2. Generadores eléctricos

La inducción electromagnética es la base del funcionamiento del tipo de generadores eléctricos más utilizados: los generadores dinamoeléctricos. Son generadores que transforman energía mecánica de rotación en energía eléctrica y se utilizan en casi todas las centrales eléctricas: térmicas, eólicas, hidroeléctricas, nucleares, etc. La mayoría de los generadores eléctricos producen corriente alterna, razón por la que también se les llama alternadores. También hay generadores que producen corriente continua, aunque no son tan utilizados, y reciben el nombre de dinamos.

El ejemplo más sencillo de generador dinamoeléctrico es el de la bicicleta. Consiste en una bobina de hilo conductor y un imán giratorio. El imán está unido mediante un eje a una rueda de fricción. Cuando la rueda de fricción se pone en contacto con el neumático de la bicicleta, gira a gran velocidad y hace rotar al imán. El imán en rotación produce un campo magnético fluctuante que induce corriente eléctrica en la bobina. Esta corriente se utiliza para hacer funcionar los faros de la bicicleta. El tipo de corriente que produce este generador es alterna, es decir, es un alternador, aunque muchas veces se le llama "dinamo" de forma coloquial, seguramente porque los primeros generadores usados en la iluminación de bicicletas producían corriente continua.

6. El motor eléctrico

6.1. ¿Qué es un motor eléctrico?

Un motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica de rotación.

6.2. El motor de imanes permanentes

Hay muchos tipos de motores eléctricos. En esta unidad estudiaremos el motor eléctrico de corriente continua de imanes permanentes, el motor eléctrico de funcionamiento más sencillo y uno de los más utilizados.

Estos motores están presentes en un gran número de aparatos eléctricos y electrónicos (mira la lista de la derecha para ver algunos ejemplos). Es posible que hayas utilizado motores de este tipo en el aula de tecnología de tu instituto.

Los motores de corriente continua de imanes permanentes suelen ser pequeños, los más grandes son los que se pueden encontrar en los coches, por ejemplo en el motor del ventilador del radiador o en el limpiaparabrisas. Normalmente se utilizan en aplicaciones de poca potencia. Cuando se requieren motores más

¿Dónde hay motores de corriente continua de imanes permanentes?

En casa:

- juguetes
- cepillos de dientes
- maquinillas de afeitar
- ventiladores a pilas
- cámaras de fotos
- radiocasetes y walkmans
- taladros de batería
- ventiladores de ordenador

En vehículos:

- limpiaparabrisas
- elevadoras eléctricas
- ventilador del motor

Y en muchos más sitios...

potentes, como en la industria, se utilizan otros tipos de motores eléctricos que funcionan con corriente alterna y que no tienen imanes permanentes.

6.3. Un motor eléctrico por dentro

Partes de un motor eléctrico:

- Imanes. Crean fuerzas magnéticas fijas que interactúan con las fuerzas magnéticas variables que generan los electroimanes. El conjunto de los imanes y las demás piezas que no giran se llama estator.
- Rotor. Es el conjunto de las piezas que giran. Básicamente los electroimanes, el colector y el eje.
- Electroimanes. Crean fuerzas magnéticas variables que interactúan con las generadas por los imanes y hacen que el motor gire. Están formados por una bobina de hilo conductor y un núcleo de hierro o acero.
- Eje. Es un cilindro alargado de acero. Hace posible el movimiento giratorio del rotor. En él se instalan engranajes o poleas en el exterior del motor para transmitir la rotación a todo tipo de máquinas.
- Colector. Está formado por unas laminillas de cobre por las que entra la electricidad desde el exterior hasta los electroimanes del rotor. Las laminillas reciben el nombre de delgas.
- Escobillas. Son piezas de grafito o cobre (como en este caso) que rozan continuamente en el colector. Su función es permitir el paso de corriente desde el exterior hasta los electroimanes del rotor.
- Carcasa. La carcasa es la estructura que da rigidez al motor y protege sus piezas delicadas.

6.4. Imanes y electroimanes

El funcionamiento de los motores eléctricos está basado en las propiedades de los imanes y electroimanes. Haremos un repaso rápido de sus características.

6.4.1. Imanes

Un imán (o imán permanente) es un cuerpo que tiene la propiedad de atraer objetos de hierro o acero. Tiene dos polos: un polo norte (N) y un polo sur (S).

La zona del espacio alrededor de un imán en la que se puede apreciar los efectos de la fuerza magnética se llama campo magnético. Se representa con líneas y flechas que salen del polo norte y van hasta el polo sur.

6.4.2. Electroimanes

Un electroimán es un componente eléctrico que se convierte en un imán cuando lo atraviesa la electricidad. Está formado por una bobina de hilo conductor enrollada alrededor de un núcleo de hierro o acero. También tiene un polo norte (N) y un polo sur (S), pero sólo cuando está activado.

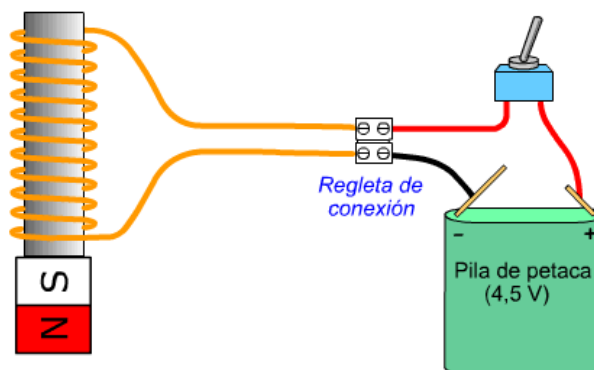
6.4.3. La ley de los polos

Esta ley nos predice el comportamiento que tienen dos imanes cuando los acercamos: los polos iguales se repelen, los polos diferentes se atraen. Los electroimanes también cumplen la ley de los polos.

6.5. ¿Cómo funciona un motor eléctrico?

ELECTROIMÁN CON MOVIMIENTO LINEAL

El movimiento de un motor eléctrico se consigue por la acción de fuerzas de atracción y repulsión que se producen entre imanes y electroimanes. En el experimento de abajo podemos ver este fenómeno. En él conseguimos un movimiento lineal de un electroimán gracias a fuerzas magnéticas de repulsión con un imán.



Si el circuito está apagado, el electroimán está desconectado y su peso le empuja hacia abajo

Si el circuito está encendido, el electroimán está conectado. Se convierte en un imán y aparecen polos N y S

Al ser los dos polos iguales aparecen fuerzas de repulsión que elevan al electroimán

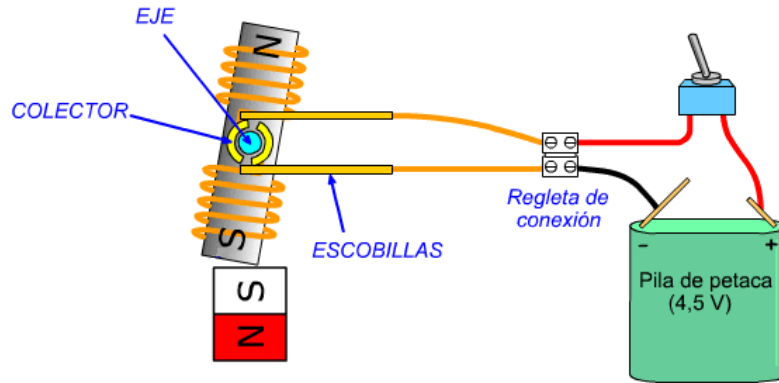
ELECTROIMÁN CON ROTACIÓN PARCIAL

Si, en lugar de dejar que el electroimán levite, ponemos un eje que le permita girar, podemos conseguir un movimiento de rotación parcial. Este movimiento es el primer paso para construir un motor eléctrico.

MOTOR ELÉCTRICO ELEMENTAL

En el experimento anterior hemos conseguido que el electroimán gire 45°. Para construir un motor eléctrico hemos

de poner el eje centrado y un sistema que evite que los cables se enreden. También deberemos hacer que la polaridad de los electroimanes del rotor cambie cíclicamente. Esto se consigue con un sistema de colector y escobillas. De esta manera se producirán movimientos de atracción y repulsión cíclicos que hacen girar al motor.



En esta posición los dos polos sur (el del imán y el del electroimán) están cercanos. Se producen fuerzas de repulsión que hacen girar el rotor.

Cuando el polo norte del electroimán se acerca al polo sur del imán comienzan a atraerse mutuamente. A partir de este momento las fuerzas de atracción serán más importantes que las fuerzas de repulsión.

Justo antes de que los dos polos se junten el colector desconecta el electroimán (las escobillas no tocan al colector y por lo tanto la corriente no puede pasar). Si no fuese así las fuerzas de atracción de dos polos diferentes y muy juntos frenarían el motor.

El colector vuelve a conectar el electroimán del rotor, pero esta vez con la polaridad de la corriente invertida. Esto hace que tengamos de nuevo un polo sur en la parte inferior del electroimán y que se produzcan fuerzas de repulsión. A partir de aquí el ciclo se repite.

Los motores comerciales tienen dos imanes enfrentados, de esta manera las fuerzas magnéticas se duplican y el motor gira mejor. También suelen tener rotores con más de un electroimán.

Un motor eléctrico real gira muy rápidamente. Son frecuentes velocidades de rotación de 10.000 revoluciones por minuto (rpm) e incluso superiores.