

## Objetivos

En esta quincena aprenderás a:

- Comprender la conversión de energía eléctrica en calor.
- Conocer la relación entre fenómenos magnéticos y eléctricos.
- Entender el funcionamiento de algunos aparatos eléctricos de la vida diaria.
- Conocer diferentes sistemas de generación de corriente eléctrica
- Valorar la importancia que tiene la energía eléctrica en las sociedades modernas.

Antes de empezar

1. Efectos térmicos de la corriente  
Midiendo la energía eléctrica  
Efecto Joule
2. Efectos magnéticos de la corriente  
Comportamiento de los imanes  
Experiencias de Öersted  
Experiencia de Faraday  
Generadores de corriente
3. La electricidad en la vida diaria  
La bombilla  
Hornos y calefactores  
El motor eléctrico
4. Las centrales eléctricas  
Hidroeléctricas  
Térmicas convencionales  
Térmicas nucleares  
Otras fuentes alternativas

Ejercicios para practicar

Para saber más

Resumen


Autoevaluación

Actividades para enviar al tutor




## Antes de empezar


**¿Por qué usamos la electricidad?**



Estamos rodeados de aparatos que funcionan con corriente eléctrica: La radio, el alumbrado, el ordenador, cualquier electrodoméstico..... Seguro que podrías nombrar muchos más.



¿Por qué es así?  
¿Qué ventaja tiene para nosotros la electricidad?



**La respuesta está en la facilidad con que la energía eléctrica se transforma en otras energías y la posibilidad de obtenerla y transportarla en grandes cantidades.**

### Recuerda

No olvides repasar, de la quincena anterior, los conceptos de diferencia de potencial, intensidad de corriente y resistencia eléctrica.

Puedes ver, como apoyo, los contenidos de electricidad del Proyecto Newton en URL: <http://newton.cnice.mec.es> en los materiales didácticos para la asignatura de 3º de ESO.

son más complejas y exceden al nivel que nos corresponde.

## 1. Efectos térmicos de la corriente

### Midiendo la energía eléctrica

En una cascada, la potencia del agua depende del desnivel del salto y del caudal del río. En un circuito eléctrico, el "desnivel" es la diferencia de potencial (DDP) o tensión, que se mide en **voltios (V)**. El "caudal" equivale a la intensidad de corriente, medido en **amperios (A)**

La **potencia** del circuito será  **$P = V \cdot I$**  y se medirá en **vatios (w)**, donde **V** es la tensión e **I** la intensidad.

Según la ya estudiada Ley de Ohm:  **$V = R \cdot I$** , así que:  
 **$P = R \cdot I \cdot I$**  o sea  **$P = R \cdot I^2$**

La potencia es la energía consumida cada segundo. Si el circuito trabaja t segundos:

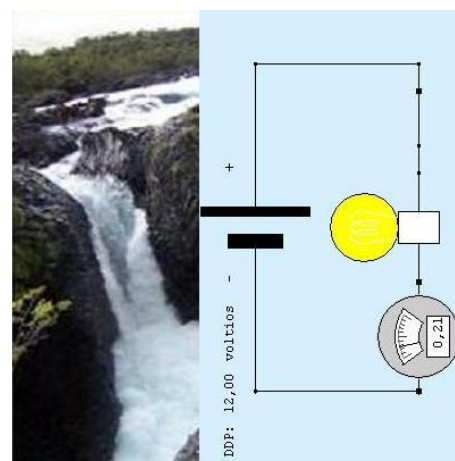
La Energía gastada será:  
 **$W = R \cdot I^2 \cdot t$**  y se mide en **julios (J)** o en **kilovatios-hora (kwh)**.

Llamamos **kilovatio- hora (kwh)** a la energía que gasta la potencia de un kilovatio (1000 vatios) actuando durante 1 hora. Así, si una lavadora gasta una potencia de dos kilovatios a lo largo de 3 horas, su consumo total es de  $W = 2 \text{ kw} \cdot 3 \text{ horas} = 6 \text{ kwh}$ .

Comparado con el julio, **1 kwh = 3.600.000 J**.

Debemos evitar el error habitual de confundir la unidad de potencia, el kilovatio, con la de energía, kilovatio hora. Cuando decimos que un motor tiene 2 kilovatios, nos referimos a la potencia, es decir a la energía que puede consumir cada segundo. Cuando, en el recibo de la luz, observamos que nos cobran 300 kwh nos referimos a la energía total que hemos consumido.

También hay que aclarar que las leyes matemáticas expresadas en esta página sólo son totalmente ciertas en circuitos de corriente continua (los que funcionan con pilas o batería) En otros circuitos las expresiones

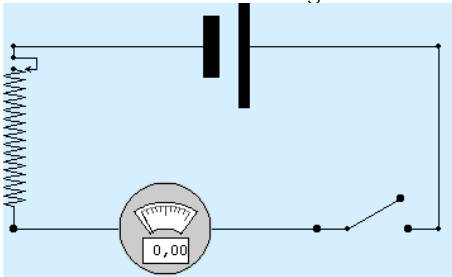


En la imagen vemos a la izquierda una cascada natural. La energía que adquiere cada partícula de agua depende de la altura de la cascada. No obstante, una cascada con muy poco agua no proporcionará mucha energía. Para eso hace falta que el número de partículas de agua en cada segundo, es decir el caudal, sea muy grande.

En el circuito eléctrico, la diferencia de potencial entre los polos de la pila representa la altura del salto eléctrico. De esa magnitud depende la energía que alcanza cada electrón. Para determinar la potencia que consume el circuito hay que saber cuántos electrones pasan cada segundo por un punto del circuito. La cantidad de carga por segundo (intensidad) que pasa por el amperímetro y por la bombilla equivale al caudal eléctrico.

## Efecto Joule

¿En qué se emplea la energía consumida por un circuito eléctrico? El caso más sencillo es el de una resistencia unida a un generador de corriente.



Los electrones que recorren el circuito cuando este se cierra, adquieren energía del generador, pero la pierden en choques con los átomos del conductor, en forma de calor irradiado al ambiente.

**Joule** estudió este fenómeno, observando que siempre se satisfacía la siguiente relación:

$$\text{Ley de Joule: } Q = R \cdot I^2 \cdot t \cdot 0,24$$

donde  $Q$  es el calor emitido por el circuito medido en calorías.

Recordemos, como aprendimos en el curso anterior, que una **caloría** es el calor necesario para que un gramo de agua aumente un grado su temperatura. Podemos comprender esta ley a partir del apartado anterior, en la que determinábamos la energía eléctrica que consumía un circuito.

Como ya sabemos que la energía consumida es:

**$W = R \cdot I^2 \cdot t$**  la ley de Joule nos dice que toda la energía eléctrica se ha disipado en forma de calor, de forma que **cada julio de energía se ha transformado en 0,24 calorías**, su equivalente térmico.

El calor producido puede ser suficiente para elevar mucho la temperatura del conductor. En ese caso es posible que el cuerpo alcance el punto de incandescencia, a partir del cual parte de la energía irradiada es visible en forma de luz. Esto es lo que pasa en aparatos que estudiaremos posteriormente como la bombilla o el hornillo eléctrico.

También existe la posibilidad de que no se irradie toda la energía al exterior, sino que se transforme en otra forma de energía. Éste es el caso que estudiaremos en otro apartado, al abordar el motor eléctrico.

**James P. Joule** (1818 - 1889). Físico inglés, dedicado principalmente al estudio de la Electricidad y la Termodinámica.



Llevó a cabo sus experimentos sobre calor en su laboratorio doméstico, y para asegurar la exactitud de sus mediciones desarrolló su propio sistema de unidades. Su principal línea de trabajo fue la conversión de unas formas de energía en otras y, principalmente, establecer la idea de que el calor es una forma de energía.

Logró descubrir cómo emplear campos magnéticos para producir trabajo.

Trabajó con Lord Kelvin para establecer la escala absoluta de temperatura.

Un célebre experimento suyo permitió comprobar la relación entre el calor y la energía mecánica. Posteriormente encontró una relación entre la energía eléctrica consumida por un circuito y el calor disipado en el mismo (ley de Joule).

En su honor, la unidad de energía mecánica del Sistema Internacional se denomina Julio.

## 2. Efectos magnéticos de la corriente

### Comportamiento de los imanes

Desde la antigüedad sabemos que algunos minerales metálicos son capaces de atraer a otros metales, particularmente al hierro y el acero (como vemos en la primera imagen). Los conocemos como **imanes** (en griego imán significa "piedra amante").

El efecto magnético no es igual en todas las zonas del imán. Observa en la segunda imagen cómo el polvo de hierro se distribuye en las llamadas "**líneas de fuerza**" del imán y alrededor de sus extremos, llamados **polos**, que denominamos **norte** y **sur**. Los polos tienen un comportamiento particular: **Dos imanes se atraen si los acercamos por sus polos opuestos y se repelen si los acercamos por polos idénticos**.

Nos queda ahora por comprender por qué los polos se denominan Norte y Sur y no, por ejemplo, positivo y negativo como en las cargas eléctricas.

### El imán terrestre

**La Tierra se porta como un imán gigante**, con sus polos próximos a los polos geográficos, aunque no coincidentes. En la figura adjunta vemos ese imán planetario con sus líneas de fuerza. Las **brújulas**, imanes ligeros sujetos sólo por su punto central, se adaptan a esas líneas de forma que uno de sus extremos apunta al Norte y otro al Sur, lo mismo que haría cualquier imán con libertad de movimiento.

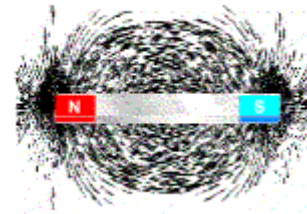
Llamamos **polo norte** de un imán al que señalaría el Norte de la Tierra. Llamamos **polo sur** al que apuntaría hacia el Sur.

Como los imanes se atraen por sus polos opuestos, deducimos que **cerca del Norte de la Tierra se encuentra su polo magnético sur** y viceversa. En el centro de la figura, en azul, vemos representado el imán terrestre.

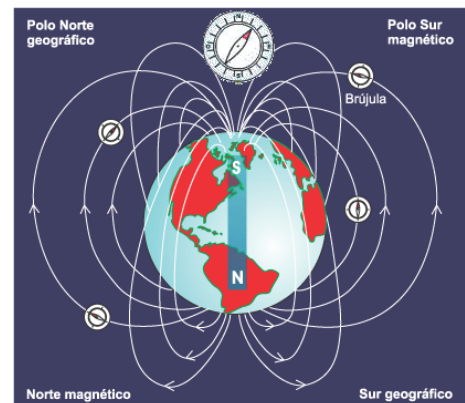
Hay que hacer notar que el magnetismo terrestre no es constante., en periodos irregulares de cientos de miles de años la polaridad se invierte.



Objetos como imperdibles o clavos son fuertemente atraídos por los polos del imán.



Polvo espolvoreado sobre una mesa es atraído por el imán a lo largo de sus líneas de fuerza.



Por simplificación, en la figura se muestran los polos magnéticos y geográficos como coincidentes. En realidad puede haber distancias de cientos de kilómetros entre ellos. La atracción hacia los polos magnéticos de partículas de la alta atmósfera es responsable de las llamadas "auroras boreales".

## Experiencia de Öersted

Öersted trataba de demostrar la existencia de una relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. Lo consiguió con el experimento que se describe en la imagen adjunta.

Vemos un circuito con una bobina y una brújula. Al conectar la corriente vemos que la brújula se desvía como si la bobina fuera un imán con líneas de fuerza como las que aparecen en la segunda imagen.

### Las corrientes eléctricas causan campos magnéticos.

Este descubrimiento, completado por los experimentos de Faraday y los desarrollos teóricos de Ampere y Maxwell, daría pie a que hoy hablemos de electromagnetismo, en lugar de electricidad y magnetismo por separado.

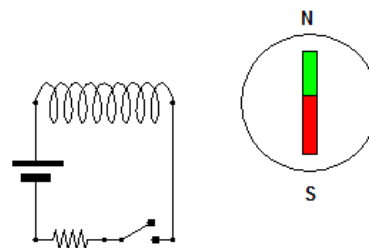
Si son las corrientes eléctricas las que causan los campos magnéticos, **¿cómo podemos explicar el magnetismo de los imanes?**

En un metal normal hay electrones libres moviéndose al azar como vemos en la escena. Observemos que los electrones se mueven en cualquier dirección, sin preferencias (los electrones vienen representados por puntos rojos y la dirección de sus movimientos por trazas grises). En este caso, los campos magnéticos que puedan generar unos electrones se contrarrestan con los creados por otros. El metal no presenta magnetismo apreciable.

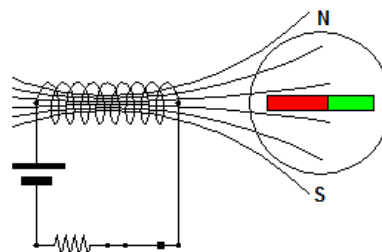
En la siguiente imagen observamos la cara norte de un imán. Vemos que esos mismos electrones ya no se mueven al azar: giran en pequeños círculos como si estuvieran circulando por una bobina.

De hecho, el interior del imán se porta como si estuviera formado por miles de bobinas perfectamente alineadas de forma que sus campos se suman, produciendo lo que llamamos imán natural.

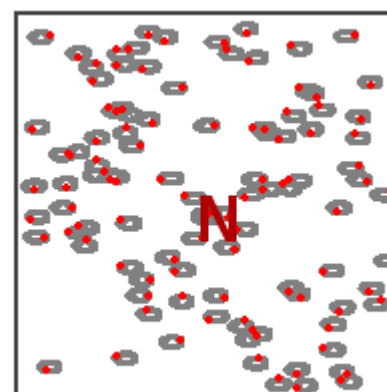
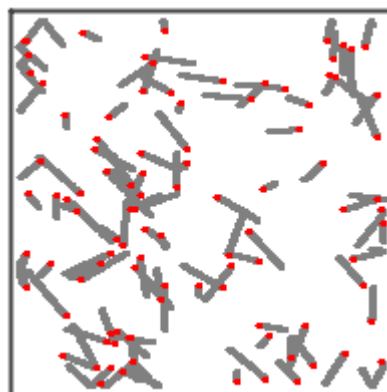
Cuando un trozo de hierro normal se acerca a un imán, sus electrones libres se orientan con el campo magnético. El objeto se convierte en un **imán temporal**. Por eso es posible atraer clavos hacia un imán de forma que formen una cadena. Cada uno atrae al siguiente.



Por el circuito de la figura no pasa corriente. La brújula se mantiene con sus polos orientados hacia el norte y sur magnéticos.



Al conectar la corriente, la bobina se porta como un imán. La brújula es atraída por las líneas de fuerza del imán y se mueve, de forma que su dirección final es perpendicular a la cara de la bobina.





## Experiencia de Faraday

Faraday trataba de descubrir si un campo magnético podía producir corriente eléctrica

Hizo variados experimentos al respecto, siendo el de la imagen adjunta el más sencillo de todos.

También comprobó que obtenía resultados parecidos:

- Si desplazaba el circuito cerca del imán sin mover éste.
- Si hacía girar el circuito cerca del imán.
- Si, utilizando un electroimán, hacía variar la intensidad que circulaba por el mismo.

En conjunto logró demostrar que:

**La variación del campo magnético que atraviesa un circuito crea en él una corriente eléctrica (corriente inducida).**

De esta manera consiguió abrir la puerta a la creación de corrientes eléctricas como veremos en el apartado siguiente.

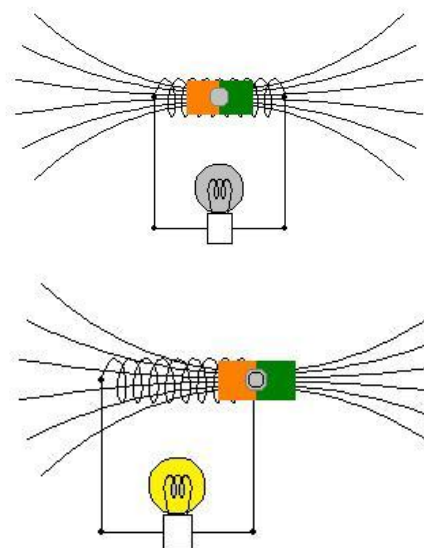
### Biografía:



Michael Faraday (1791 - 1867). Físico y químico inglés. Sus estudios más importantes se relacionan con la electricidad. Por un lado es considerado como el fundador de la electroquímica, al descubrir la relación entre la cantidad de un metal depositado en la electrolisis y la cantidad de carga eléctrica que circula. Por otro lado es también un elemento esencial en el desarrollo

del electromagnetismo. Tras igualar las experiencias de Ørsted que demostraban el poder magnético de la corriente, descubrió la inducción electromagnética; es decir, que los campos magnéticos también podían generar corrientes eléctricas. Este descubrimiento hizo posible la producción de energía eléctrica en grandes cantidades, esencial en una sociedad moderna.

En su honor se designó la unidad de capacidad eléctrica de un conductor como faradio (F).



En la primera de las dos imágenes vemos un circuito y un imán en reposo. Se han visualizado las líneas de fuerza del imán. No hay corriente eléctrica por el circuito.

En la segunda imagen hay un desplazamiento relativo entre el imán y el circuito (no importa si movemos el imán o el propio circuito). Mientras dura el desplazamiento, aparece una corriente en el circuito que ilumina la bombilla. Obsérvese cómo varía la forma en que las diversas líneas de fuerza atraviesan la bobina, mostrando que el campo magnético que la atraviesa está variando.

Al acabar el desplazamiento desaparece la corriente, que vuelve a aparecer si desplazamos el imán en sentido contrario.

Si en lugar de la bombilla hubiéramos colocado un galvanómetro (detector de corriente), habríamos podido comprobar que la corriente cambia de sentido cuando cambiamos también el sentido del movimiento del imán.

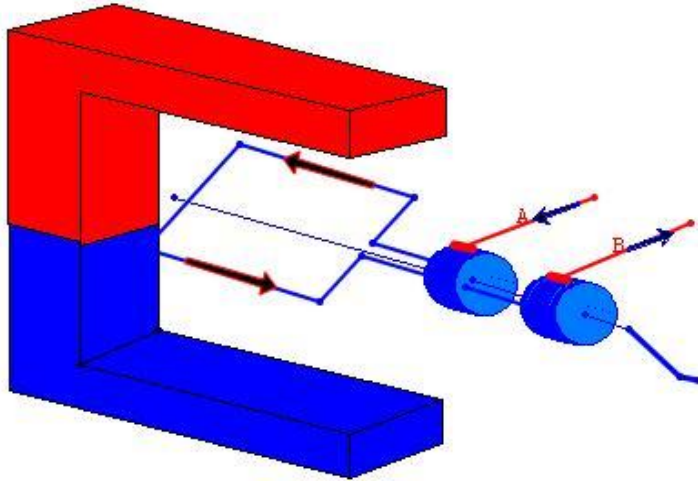


# La electricidad, aplicaciones prácticas

## Generadores de corriente

Las experiencias de Faraday nos permiten producir desde la dinamo de la bicicleta, a los grandes generadores de las centrales eléctricas.

La idea básica es mover un circuito eléctrico en un campo magnético.



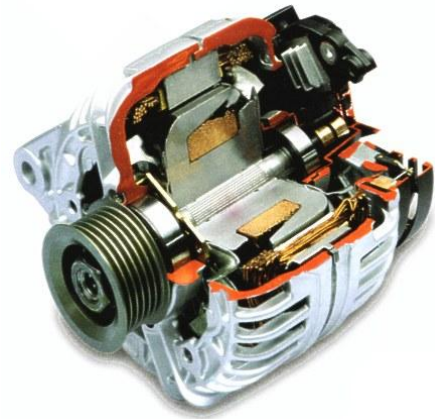
Aunque en este caso hemos representado el generador por una sola espira de forma cuadrada, en realidad se usan bobinas de gran número de espiras. El secreto del generador radica en hacer girar esta bobina en el campo de un imán (en la figura tiene forma de herradura) o de un electroimán. En la figura lo haríamos por medio de una manivela, aunque para usos prácticos puede haber muchos mecanismos que produzcan este efecto.

Como había demostrado Faraday, este movimiento provocaría en la bobina (llamada **inducido**) una corriente cuyo sentido viene mostrado por las flechas negras. Los hilos conductores A y B, en contacto con los extremos de la bobina, transportan la corriente al circuito exterior.

La corriente que se produce cambia de sentido mientras gira el circuito, por eso la corriente producida se llama corriente **alterna**. La corriente que obtenemos en los enchufes de nuestros domicilios es de este tipo.

Como idea más importante, debemos recordar que:

**Los generadores de corriente convierten la energía del movimiento en energía eléctrica.**



En la imagen superior vemos el interior de un alternador real. En este caso el campo magnético es creado por un electroimán exterior (**inductor**) que rodea la bobina giratoria que es el inducido.



En la segunda imagen vemos la dinamo de una bicicleta, accionada por el giro de la rueda. En este caso los bornes de contacto del inducido con el circuito exterior están dispuestos de forma que cambien su polaridad cada media vuelta. De esta forma se consigue que el sentido de la corriente sea siempre el mismo. Las dinamos producen **corriente continua**.

## 3. La electricidad en la vida diaria

### La bombilla

Llamada también **lámpara incandescente**, es bien conocida como instrumento de iluminación y se basa en el efecto Joule. Encerrados en una ampolla de vidrio, contiene:

**Filamento:** Está hecho de wolframio. Al calentarse al paso de la corriente alcanza la incandescencia y proporciona luz y calor.

**Gas enrarecido:** En un vacío casi perfecto hay un poco de gas inerte. El propósito es evitar la combustión del filamento.

**Refrigerante:** Elemento de vidrio que impide que el filamento se caliente demasiado.

Unido a la ampolla de vidrio, el **casquillo** lleva la conexión eléctrica al circuito. Las **bombillas irradian más calor que luz**. No son muy eficientes. Para mejorar su eficiencia hemos diseñado:

Las **lámparas halógenas** utilizan cuarzo en lugar de vidrio y un gas halógeno en su interior que las permite alcanzar altas temperaturas, a las que la energía radiada tiene más proporción de luz que la lámpara normal. En la luz que emiten hay componente ultravioleta. Es mejor que no usemos estas lámparas para iluminarnos mientras leemos.

Los **tubos fluorescentes** se basan en la excitación de los átomos de un gas (normalmente vapor de mercurio) mediante altos voltajes (por eso es peligroso tocar su cebador). Los átomos emiten la luz al volver a su estado normal. En este caso no hay pérdida en calor, por lo que se llama "luz fría" a la que producen.

En las **lámparas de bajo consumo** se optimiza la luz fría, sobre todo cambiando el cebador que proporciona el alto voltaje de los tubos tradicionales por un sistema electrónico rápido y de bajo consumo. Estas lámparas producen luz con un gasto energético que puede ser cinco veces menor que una lámpara tradicional.

Comienzan a desarrollarse **lámparas LED**, basadas en que sustancias semiconductoras emiten luz al pasar por ellas una corriente eléctrica. Se trata también de luz fría, no relacionada con el efecto Joule.



Bombilla tradicional



Lámpara halógena



Tubo fluorescente

Lámpara de bajo consumo.



Linterna LED



## Hornos y calefactores

El hornillo es una sencilla aplicación de la ley de Joule. Una resistencia eléctrica que soporte bien la temperatura alta comunica su calor a una placa conductora que lo transfiere a los alimentos que cocinamos. En este caso no nos interesa la energía luminosa, si bien es normal que la resistencia alcance un color rojizo.

El **horno eléctrico** contiene varias de estas resistencias encerradas en un recipiente hermético. Es el aire del horno, calentado por esas resistencias, el que calentará los alimentos.

El **calefactor eléctrico** contiene muchas resistencias en paralelo y una superficie reflejante que envía el calor producido hacia la habitación.

**Hornillo, horno y calefactor eléctricos utilizan el efecto Joule para darnos calor.** Hoy en día hay versiones mejoradas de todos ellos:

Todas las **cocinas vitrocerámicas** utilizan una lámina de vidrio como transmisora de calor. La fuente de este calor puede ser una resistencia como en los hornillos corrientes o bien un sistema de **inducción**. En este caso el calor se produce por medio de un campo magnético variable que agita los electrones de un recipiente ferromagnético. Es un sistema muy eficaz, pero requiere recipientes especiales, sensibles al campo magnético.

Las **microondas** son ondas electromagnéticas (como la luz o los rayos infrarrojos) de una longitud de onda de varios milímetros hasta algunos centímetros. Son absorbidas por el agua, a la que transmiten su energía. Como todas las formas de vida vegetal y animal contienen mucha agua, los **hornos de microondas** calientan nuestra comida sin calentar directamente el recipiente. El horno debe estar bien aislado del medio ambiente, pues las microondas también nos pueden afectar a los humanos.

En la **bomba de calor** una sustancia de bajo punto de ebullición se evapora en un lado del aparato, absorbiendo calor del aire que la rodea, mientras que se condensa en el otro lado, por acción de un compresor eléctrico. En esta condensación devuelve el calor absorbido antes, expulsándolo al otro lado del aparato. La bomba de calor sirve, por ejemplo, para crear aparatos de **aire acondicionado** que pueden actuar como refrigerantes en verano y como calefactores en invierno.



Alrededor del hornillo vemos aquí el calefactor y el horno eléctricos.



Cocina vitrocerámica.



Horno de microondas.



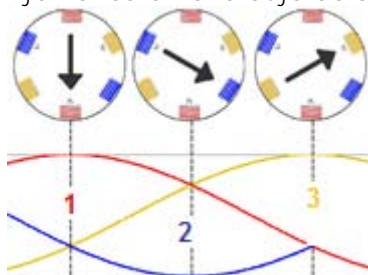
Acondicionador de aire por bomba de calor.



## El motor eléctrico

Como una bobina por la que pasa corriente se porta como un imán, si esta bobina se encuentra en un campo magnético, tenderá a moverse como un imán cualquiera. Esta propiedad se aprovecha para crear **motores eléctricos** que pueden mover lavadoras, lavaplatos o juguetes.

En la imagen vemos un motor eléctrico por dentro: La parte exterior, **estátor**, tiene un electroimán, con el fin de hacer girar el **rotor**. Para comprenderlo, fijémonos en el dibujo de abajo.



Vemos en amarillo, azul y rojo a las bobinas del estátor. Por ellas pasa corriente alterna en diferente fase, como se ilustra en la parte inferior de la imagen.

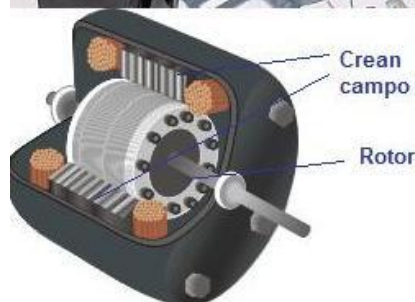
Cuando la corriente alterna roja está en un máximo (1), el campo magnético apunta hacia abajo (en ese momento los campos de las otras dos se contrarrestan). En el punto 2 es la bobina azul la que impone la dirección del campo y en el momento 3 es la bobina amarilla.

De esta forma, la bobina del inducido, que busca alinearse con el campo magnético, debe girar constantemente.

Hay otros motores eléctricos con principios diferentes. En el motor **eléctrico lineal**, se busca que la fuerza magnética produzca un desplazamiento en línea recta, en vez de un giro. En el tren de la figura hay distribuidos por la vía imanes situados entre los raíles que repelen los que lleva el tren. En este caso, la repulsión magnética es la que causa el movimiento.

Hay también motores eléctricos parecidos al de corriente alterna, pero que funcionan con **corriente continua**. En estos casos, hay un sistema de contactos (bornes) que cambian de polaridad a medida que gira el inductor, aunque se mantenga siempre el mismo sentido de la corriente. De esta forma se consigue igualmente una acción giratoria sobre el rotor.

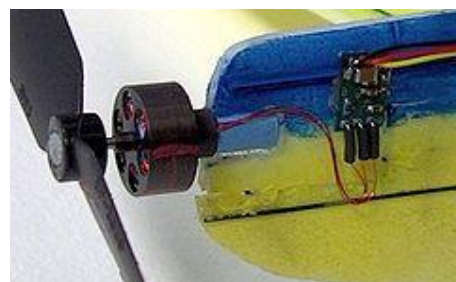
Existen otras posibilidades. Incluso hay motores que funcionan sin apoyarse en campos magnéticos. No obstante, como regla general, podemos afirmar que Los **motores eléctricos** convierten energía eléctrica en energía mecánica gracias al **campo magnético**.



Motor eléctrico en el que podemos ver sus componentes esenciales en el corte inferior. Sólo vemos dos de las bobinas del estator.



Tren japonés de alta velocidad alimentado por un motor lineal.

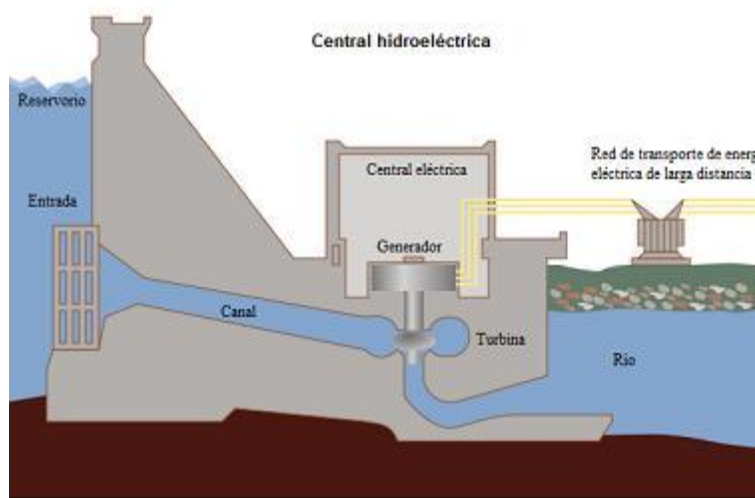


Motor eléctrico de corriente continua para un avión de aeromodelismo.

## 4. Las centrales eléctricas

### Hidroeléctricas

Ya vimos que para generar corriente eléctrica nos bastaba hacer girar una bobina en un campo eléctrico. Las centrales hidroeléctricas hacen esto a gran escala. La **turbina** es el convertidor de la energía del agua en la energía de rotación que necesitamos. Está compuesta por una serie de palas (**álabes**) que son impulsadas por el empuje del agua.



Cuanto más alto sea el nivel del **reservorio**, mayor velocidad cuando llega a la **turbina** tendrá el agua en el canal. Cuanto mayor sea esta velocidad, mayor será la **potencia eléctrica útil** producida en el **generador**.

Las centrales hidroeléctricas convierten **la energía mecánica** del agua en **energía eléctrica**.

Como en los otros métodos de producción de energía, las centrales hidroeléctricas tienen sus **ventajas** (es una energía limpia y renovable); pero también, algún **inconveniente** (necesita grandes desniveles e inmensas superficies para poder acumular mucha energía, además de depender de la meteorología).

La energía eléctrica es aproximadamente la mitad de la energía total consumida en España, y de esa energía eléctrica, la obtenida en las centrales hidroeléctricas representa entre el 15 y el 20% del total. Esta variación se debe, sobre todo, a las diferencias en la cantidad de lluvia recogida entre unos años y otros.



Turbina de una central eléctrica.



En la foto está la que será, cuando se acabe de construir, la presa hidroeléctrica más grande del mundo. Producirá una potencia de 22,5 Gw (es decir, 22.500.000 kw) pero habrá inundado más de 600 kilómetros cuadrados y desplazado a casi dos millones de chinos.

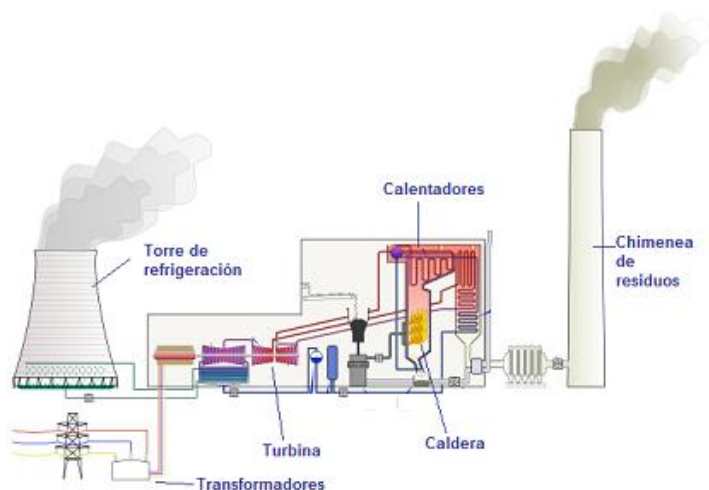
La mayor central hidroeléctrica española, situada en Valencia, (puesta en funcionamiento: año 2012) tendrá una potencia máxima de 2Gw (2.000.000 kw).

Sin embargo, estas presas enormes son difíciles de hacer por la gran extensión que ocupan y su impacto ambiental. En el futuro, la expansión de la energía hidroeléctrica en España se realizará, sobre todo, mediante pequeñas centrales, por lo que, probablemente, el peso de la energía hidroeléctrica se mantenga con un techo del 20%.

# La electricidad, aplicaciones prácticas

## Térmicas convencionales

La energía de origen térmico, quemando carbón, derivados del petróleo o gases, es responsable del 55 al 60% de nuestra energía eléctrica.



En la **caldera** se quema el combustible que hace hervir el agua en los **calentadores**. El vapor de esta agua empuja las **turbinas**, después se condensa y se enfría en la **torre de refrigeración**. Las turbinas, a su vez, ponen en marcha el generador. Un sistema de **transformadores** transporta la energía eléctrica a la red. Los restos de la combustión se expulsan por la **chimenea de residuos**.

Las centrales térmicas tienen la **ventaja** de poder **producir grandes cantidades de energía** en una instalación mucho más pequeña que la presa de una central hidroeléctrica. Además podemos ajustar esa energía a las necesidades **sin dependencia de factores climáticos**.

Uno de sus **inconvenientes** es que **no es una energía renovable** (el petróleo, gas o carbón quemados no pueden ser recuperados). Además, **tampoco es una energía limpia**, sus residuos son altamente contaminantes y el dióxido de carbono que se produce en la combustión contribuye al **calentamiento global del planeta**, circunstancia que se está agravando con el desarrollo económico de los llamados países emergentes.

**Las centrales térmicas transforman la energía química del combustible en energía eléctrica.**



En la foto vemos una gran central termoeléctrica española que funciona en la provincia de Valencia. Aunque resulta espectacular su torre de refrigeración, por ella sólo escapa vapor de agua. Es la delgada chimenea de residuos que vemos en segundo término la que vierte al aire los productos tóxicos.

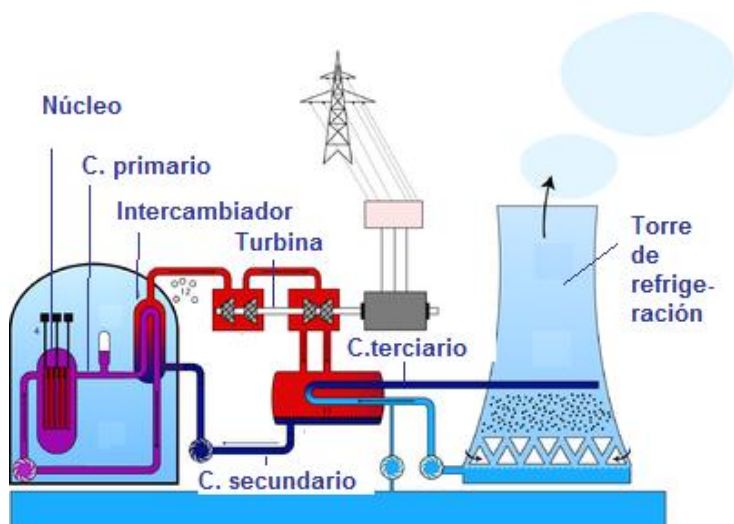


En esta central de Puertollano se utiliza un sistema con menos residuos denominado sistema de **Gasificación Integrada en Ciclo Combinado** o **GICC**. Se basa en la obtención de gas combustible y su depuración antes de quemarlo en la caldera. Como el carbón es más abundante y barato que el petróleo y este tipo de centrales produce menos contaminantes parece gozar de un buen futuro. Sin embargo, hay que indicar que su efecto sobre el calentamiento global, ligado a la obligada emisión de dióxido de carbono no se evita en modo alguno. Actualmente hay investigaciones dirigidas a lograr almacenar este gas en bloques sólidos para aminorar su paso a la atmósfera.



## Térmicas nucleares

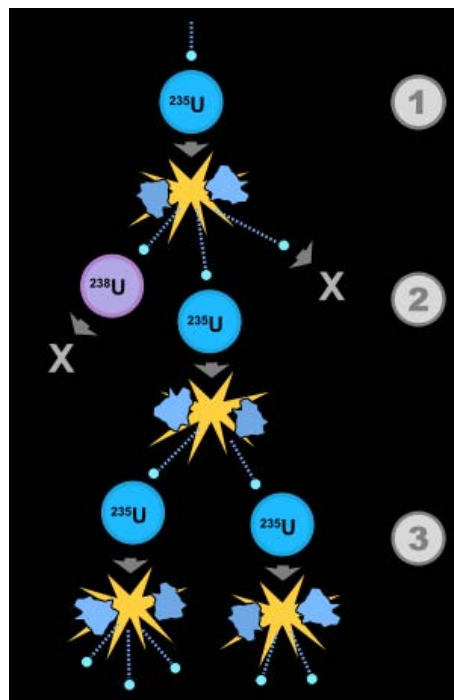
El **uranio-235** y otras sustancias radiactivas tienen la propiedad de que pueden **desintegrarse en cadena**, liberando gran cantidad de energía. Esta energía puede utilizarse igual que en una central térmica convencional. En nuestro país generan alrededor del 20% de la energía eléctrica.



En el **núcleo** se produce la desintegración y se genera calor para calentar el agua del **circuito primario**. En el **intercambiador** se calienta el agua del **circuito secundario** que empuja la **turbina**. El agua del **circuito terciario** libera el calor sobrante en la torre de refrigeración, siendo la única que está en contacto con el ambiente. De esta forma se hace muy difícil el vertido al exterior de los productos de fisión, altamente radiactivos y peligrosos.

Su **ventaja** es que pueden producir **grandes cantidades de energía de forma limpia** (en condiciones normales). Sus **inconvenientes** radican en la muy **pequeña posibilidad de accidentes graves** y en la **dificultad de almacenar sus residuos, muy tóxicos**, durante cientos de miles de años. Además **tampoco es una energía renovable** y el uranio no es un metal abundante. En Francia existen centrales reproductoras, capaces de generar plutonio (que también sirve de combustible) a partir del combustible de uranio ya usado.

Las **centrales nucleares** extraen energía de la desintegración del átomo para obtener **energía eléctrica**.



**Desintegración en cadena:**

1- Un átomo de Uranio-235 absorbe un neutrón, y se divide en 2 nuevos átomos (productos de fisión), dejando libres 3 nuevos neutrones y energía de enlace.

2- Uno de los neutrones es absorbido por un átomo de Uranio-238, y no continúa la reacción. Otro neutrón se pierde y no continúa la reacción. Otro neutrón entra en colisión con un átomo de U-235, que se divide y libera 2 neutrones y energía de enlace.

3- Estos 2 neutrones colisionan con 2 átomos de U-235, que se dividen y emiten neutrones, que continúan con la reacción.

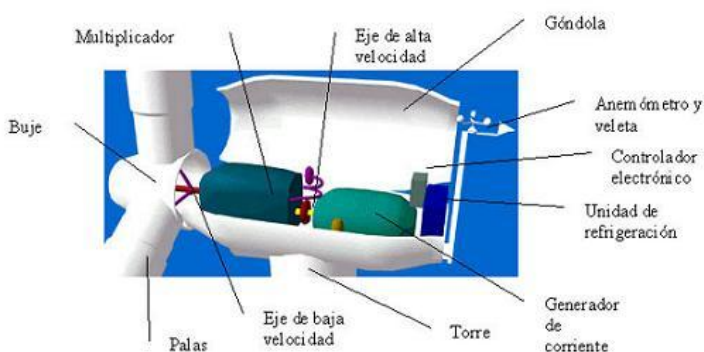
Esta reacción puede ser rapidísima (**bomba atómica**) o lenta (**barras de combustible de las centrales nucleares**), según la riqueza del metal y la presencia de sustancias que absorban los neutrones.



## Otras fuentes alternativas

La inseguridad de las reservas de combustible y el poder contaminante de las centrales térmicas de todo tipo favorecen la busca de **energías alternativas limpias y renovables**. En la imagen adjunta se representan dos de las más extendidas en nuestro país: **eólica** y **fotovoltaica**.

El uso de energía eólica se basa en los **aerogeneradores**, situados normalmente en lo alto de una gran torre. En España tiene un fuerte desarrollo, representando alrededor de un 5-10% de la energía eléctrica.



En la **góndola**, los **ejes de alta y baja velocidad** permiten utilizar generadores diferentes según la velocidad del viento. El **anemómetro y la veleta**, junto con el **controlador electrónico** permiten optimizar la posición del aerogenerador y su funcionamiento. La **unidad de refrigeración** es precisa para evitar el calentamiento de los componentes eléctricos.

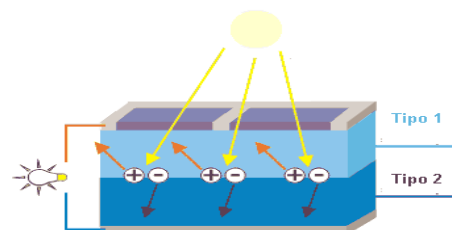
La energía **fotovoltaica** se basa en la conversión directa de la energía de la luz solar en electricidad en **paneles solares**. En España se están promocionando las centrales eléctricas de este tipo, aunque todavía no suponen una cantidad apreciable a escala nacional.

Otra alternativa que parece tener gran futuro es el uso de **biomasa**, es decir, obtener combustible a partir de residuos vegetales o de plantas cultivadas para este fin. Este sistema no contribuye al calentamiento global (devolvemos al aire lo que las plantas han absorbido antes) y contamina menos que el uso de combustibles fósiles, a la vez que es también una energía renovable como lo son la de origen eólico y la fotovoltaica.

Otras posibilidades: energía mareomotriz, de las olas, geotérmica, etc. Tienen una presencia simbólica y difícil desarrollo en España.



Parque de aerogeneradores y panel de una central fotovoltaica.



Interior de un panel solar. Está formado por dos capas semiconductoras de tipos ligeramente diferentes. La energía de la luz es capaz de separar cargas positivas y negativas en la frontera de las dos. La de tipo 1 permite el movimiento de las cargas positivas y la de tipo 2 el de las negativas. Así se origina el equivalente a una pila con sus dos polos. Estos paneles son muy **útiles para atender instalaciones muy alejadas** de la red.

**Todas estas formas de energía son limpias y renovables**, aunque tienen sus inconvenientes: alto coste, bajo rendimiento, dependencia del clima...

Aún queda mucho trabajo de investigación para esta área de gran importancia social.



## Para practicar

### Ejercicios con calculadora

Estos ejercicios pretenden que te familiarices con la aplicación numérica de las leyes que establecían la potencia consumida y el calor producido en una resistencia eléctrica. Debes recordar bien las leyes implicadas, saber despejar la incógnita solicitada y cambiar las unidades de las magnitudes cuando sea preciso.

1. ¿Qué intensidad de corriente pasa por una bombilla de 200 V de diferencia de potencial y 300 w de potencia?
2. Un hornillo tiene una resistencia de 150 ohmios. Si está sometido a una tensión de 250 V, calcula la energía que consume en 100 segundos.
3. Un hornillo eléctrico funciona durante 2 minutos con una tensión de 250 V La resistencia del hornillo es de 110 ohmios. ¿Cuánto calor se produce?
4. ¿Cuánto tiempo necesita una resistencia de 100 ohmios funcionando a 250 V para producir 1010 calorías?
5. Una bombilla funciona a 20 voltios, consumiendo 41w. ¿Qué intensidad de corriente circula por ella?
6. Un motor consume 2000w durante 23 horas. Si cada kwh cuesta 40 céntimos, ¿cuántos euros deberemos pagar?
7. Un hornillo conectado a 220 V consume 1500w. ¿Cuánto vale su resistencia?
8. ¿Cuánto calor desprende una estufa eléctrica conectada a 120 V por la que pasan 5 amperios de corriente durante 40 segundos?
9. Una resistencia que consume 1500 w cuando está sometida a una diferencia de potencial de 40 V emite 1440 calorías en 4 s. ¿Qué intensidad de corriente circula por ella?
10. Un frigorífico posee una potencia de 2000 w. Si cada kilovatio hora cuesta 30 céntimos, cuánto dinero nos costará tenerlo encendido un día completo?

# La electricidad, aplicaciones prácticas

## Ejercicios sin calculadora

En estos ejercicios debes demostrar que entendiste bien los conceptos eligiendo la respuesta correcta, buscando las palabras que faltan o completando ciertas frases.

11. ¿Qué recordamos sobre los imanes

1. ¿Cuál de estas afirmaciones son correctas?

- a) Algunos imanes atraen objetos de plástico
- b) Hay algunos imanes naturales compuestos por sustancias no metálicas
- c) Los polos de los imanes se denominan positivo y negativo
- d) Los polos de los imanes se denominan norte y sur

2. ¿Qué ocurre cuando acercamos dos imanes por sus polos?

- a) Se atraen si acercamos el polo norte de uno al polo sur del otro
- b) Se atraen si acercamos el polo norte de uno al polo norte del otro
- c) Dos imanes se repelen siempre cuando se acercan
- d) Se atraen si acercamos el polo sur de los dos

3. ¿Existen objetos que podamos llamar imanes temporales?

- a) Sí, cualquier objeto atraído por un imán se porta a su vez como un imán
- b) No, los cuerpos son imanes o no, no puede haber medias tintas

12. Completa las siguientes frases:

Con sus experimentos Ørsted demostró que \_\_\_\_\_

Con sus experimentos Faraday demostró que \_\_\_\_\_

Un imán natural se porta como si \_\_\_\_\_

Si movemos un imán cerca de un circuito \_\_\_\_\_

# La electricidad, aplicaciones prácticas

13. ¿Qué hemos aprendido del motor eléctrico? Completa los huecos con las palabras que se encuentran en la lista después del texto.

El motor eléctrico tiene dos componentes importantes, (1)\_\_\_\_\_ y (2)\_\_\_\_\_.  
La misión del primero es crear un campo (3)\_\_\_\_\_ que afecte al segundo.  
La corriente (4)\_\_\_\_\_ que circula por el rotor lo convierte en un (5)\_\_\_\_\_.  
La atracción y repulsión entre los (6)\_\_\_\_\_ magnéticos de estátor y rotor mueven a éste. Cuando el rotor da media (7)\_\_\_\_\_, el sistema de escobillas cambia el (8)\_\_\_\_\_ de la corriente, provocando un cambio en la fuerza (9)\_\_\_\_\_. De esta forma se garantiza el movimiento continuo del motor.  
Si queremos aumentar o disminuir la velocidad del motor, podemos variar el (10)\_\_\_\_\_ eléctrico.

**Lista de palabras para completar los huecos:** eléctrica electroimán estátor magnética magnético polos rotor sentido voltaje vuelta

14. ¿Qué aprendimos sobre las fuentes de energía? Escribe, con pocas palabras, las ventajas y desventajas de cada una de estas formas de energía:

Las centrales hidroeléctricas:

Ventajas:

Inconvenientes:

Las centrales térmicas convencionales:

Ventajas:

Inconvenientes:

Las centrales nucleares:

Ventajas:

Inconvenientes:

Las centrales eólicas:

Ventajas:

Inconvenientes:

Las centrales fotovoltaicas:

Ventajas:

Inconvenientes:

Para completar este ejercicio no debes escribir descripciones largas, sólo las frases imprescindibles que demuestren que tienes claras las ventajas e inconvenientes de cada uno de los métodos indicados de producción de energía eléctrica.

## Para saber más



### Otras formas de utilizar la energía eléctrica

Otras formas de utilizar la energía eléctrica. A lo largo del tema nos hemos preocupado por las aplicaciones que significaban conversiones de energía eléctrica en energía mecánica, o en energía térmica, o en energía luminosa. También existe la posibilidad de convertir energía eléctrica en ondas electromagnéticas que usamos para las telecomunicaciones (radio, televisión, telefonía móvil...). Puedes encontrar información en:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Receptor\\_de\\_radio](http://es.wikipedia.org/wiki/Receptor_de_radio)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Televisión>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Telefonía\\_móvil](http://es.wikipedia.org/wiki/Telefonía_móvil)

También es posible utilizar la energía eléctrica para almacenar información, por ejemplo en forma de partículas metálicas magnetizadas en una dirección o en otra, posibilidad que ha dado pie a la Informática.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Computadora>

Estas aplicaciones han revolucionado las comunicaciones y el manejo de datos en la sociedad moderna.

La energía eléctrica en casa. Puede resultarte muy útil saber cómo se distribuye la energía eléctrica que llega a tu casa. Puedes tener una extensa información en el proyecto Newton, en la unidad didáctica de corriente eléctrica para 3º de ESO, en el apartado de electricidad en el hogar. Puedes también ir directamente:

[http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/electricidad3E/hogar.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/electricidad3E/hogar.htm)

### El gran problema de la energía

Hemos visto diferentes formas de producir energía eléctrica, con las ventajas e inconvenientes asociadas a cada una de ellas. En realidad, el problema de la obtención de energía eléctrica es sólo una parte del problema global de la evolución del consumo de energía a lo ancho de nuestro planeta.

Podemos obtener información en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Consumo\\_y\\_recursos\\_energéticos\\_a\\_nivel\\_mundial](http://es.wikipedia.org/wiki/Consumo_y_recursos_energéticos_a_nivel_mundial) podemos ver cómo evoluciona el consumo de energía en el mundo en todas sus formas y observar:

1- El consumo crece muy rápidamente, particularmente el de los combustibles más contaminantes y con más efecto sobre el calentamiento global (petróleo, carbón, gas). Información sobre estos temas en: <http://wapedia.mobi/es/Contaminación> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global)

2- Países muy pobres, pero en vías de rápido desarrollo y con gran población (China, India) hacen prever que el crecimiento de la demanda mundial de energía seguirá siendo grande a lo largo de muchos años.

3- Hay países muy pobres, con bajo índice de desarrollo y escasísimo consumo de energía, pero con mucha población. En algún momento deberemos contemplar su crecimiento económico y energético.

**¿Cómo podemos resolver el problema de una necesidad creciente de energía, atendiendo a la vez al problema de la contaminación y del calentamiento global?** Este es un problema que nos debe preocupar pues en la respuesta que le de nuestra sociedad puede radicar nuestro futuro bienestar.



## Recuerda lo más importante

### Potencia y energía de una corriente eléctrica

Cuando la corriente eléctrica pasa por un circuito se gasta cierta cantidad de energía. Una corriente continua pasando por un circuito de diferencia de potencial **V** con una intensidad **I** gasta una potencia: **P = V·I** donde **V** se mide en **voltios**, **I** en **amperios** y **P** en **vatios**. Teniendo en cuenta la ley de Ohm, podemos decir que la potencia vale: **P = R·I<sup>2</sup>** donde la resistencia **R** se mide en **ohmios**. La energía total consumida se en un tiempo **t** (segundos) será: **W = R·I<sup>2</sup>·t julios**. También se utiliza como unidad el **kilovatio hora (kwh)**, energía consumida por la potencia de un kilovatio durante una hora. Equivale a 3.600.000 J

### Efecto Joule

Cuando un circuito o una parte de él está compuesto por un conductor de resistencia **R**, la energía eléctrica se convierte en calor, de acuerdo con la ley de Joule:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \cdot 0,24 \text{ calorías.}$$

### El magnetismo

Los imanes atraen a metales como el hierro o el acero principalmente hacia sus polos. **Los imanes se atraen entre si por sus polos opuestos y se repelen por sus polos iguales.** La Tierra se porta como un gran imán- Llamamos **polo norte** de un imán al que es atraído hacia el Norte de la Tierra y **polo sur** al que es atraído hacia el Sur.

### Electricidad y magnetismo

Las corrientes eléctricas crean un campo magnético a su alrededor, de forma que una brújula se orienta siempre de forma perpendicular a la corriente (**experiencias de Öersted**).

El movimiento relativo entre un imán y un circuito crea una corriente eléctrica en el circuito (**experiencia de Faraday**).

### La electricidad en la vida diaria

La **bombilla**: Aprovechando el **efecto Joule**, convierte energía eléctrica en luz y calor. Hoy en día las **lámparas halógenas** y las llamadas de **bajo consumo** mejoran su rendimiento. El **hornillo, el horno y el calefactor eléctricos** aprovechan el efecto Joule para convertir energía eléctrica en calor para cocinar los alimentos o mantener nuestra casa caliente. **Las vitrocerámicas, los hornos microondas y las bombas de calor** suponen mejoras modernas a estos aparatos.

El **motor eléctrico** aprovecha la relación entre campo magnético y corriente para convertir energía eléctrica en mecánica. Es la base de muchas máquinas industriales y muchos electrodomésticos.

### La producción de energía eléctrica

Las **centrales hidroeléctricas** transforman energía mecánica del agua en energía eléctrica. Su energía es limpia y renovable, pero precisa grandes espacios. Las **centrales térmicas** transforman la energía química o nuclear en energía eléctrica. Son muy eficientes, pero su combustible es limitado y son contaminantes. Las térmicas nucleares contaminan menos, pero es muy difícil almacenar sus residuos. **Energías alternativas, como la eólica o la solar**, son inagotables y limpias, pero de bajo rendimiento e irregular producción.



## Autoevaluación

1. Una bombilla consume 90 w con corriente de 60 voltios. ¿Qué intensidad pasa por ella?
2. ¿Qué potencia consume una resistencia de 180 ohmios sometida a 60 voltios?
3. En un horno queremos producir 5240 calorías por minuto con corriente de 2,5 A. ¿Cuánto vale su resistencia?
4. Un aparato funciona a 80 voltios mientras pasan por el 0,5 A ¿Cuántos kwh gastará en 4 horas?
5. ¿Qué cantidad de calor se produce en una resistencia de 240 ohmios a 80V durante 4 minutos?
6. ¿Afecta una corriente a una brújula próxima a ella?  
1.-No la afecta; 2.- Se coloca paralela a la corriente; 3.- Se coloca perpendicular a la corriente; 4.- Gira continuamente
7. ¿En qué caso se creará corriente en un circuito?  
1.-Mientras acercamos un imán; 2.- Si el imán está muy cerca; 3.-Si no hay cerca un imán; 4.-Si acercamos una pila.
8. ¿Qué demuestra la brújula sobre el polo norte magnético de la Tierra?:1.-Está cerca del N geográfico;2.-Coincide con el Polo Norte; 3.-No demuestra nada; 4.- Está cerca del Polo Sur geográfico.
9. Para entender el funcionamiento del motor eléctrico necesitamos: 1.- La experiencia de Faraday; 2.-La ley de Ohm; 3.- La experiencia de Óersted; 4.- El efecto Joule
10. ¿Una central alimentada con biomasa contribuye al aumento del dióxido de carbono terrestre?: 1.- Es neutral; 2.- Disminuye el dióxido de carbono; 3.- Aumenta menos que con una térmica normal



## Soluciones de los ejercicios para practicar

1.  $I = 0,65 \text{ A}$
2.  $W = 41.666,67 \text{ J}$
3.  $Q = 16363,64 \text{ cal}$
4.  $t = 6,73 \text{ s}$
5.  $I = 2,05 \text{ A}$
6. Gasto: 18,4 euros
7.  $R = 32,27 \text{ ohmios}$
8.  $Q = 5760 \text{ cal}$
9.  $I = 37,5 \text{ A}$
10. Gasto: 14,4 euros
11. Respuestas correctas:
  1. (d)
  2. (a)
  3. (a)
  4. (b) (d)
12. Con sus experimentos Öersted demostró que la corriente eléctrica crea un campo magnético.  
Con sus experimentos Faraday demostró que es posible obtener corriente eléctrica a partir de un campo magnético  
Un imán natural se porta como si contuviera infinidad de bobinas con corriente circulando por ellas  
Si conectamos la corriente en un circuito aparece un campo magnético a su alrededor  
Si producimos movimiento relativo entre un circuito y un imán aparece corriente eléctrica inducida en el circuito

## Soluciones de los ejercicios para practicar

13. El texto completo dice:

El motor eléctrico tiene dos componentes importantes, estátor y rotor. La misión del primero es crear un campo magnético que afecte al segundo. La corriente eléctrica que circula por el rotor lo convierte en un electroimán. La atracción y repulsión entre los polos magnéticos de estátor y rotor mueven a éste. Cuando el rotor da media vuelta, el sistema de escobillas cambia el sentido de la corriente, provocando un cambio en la fuerza magnética. De esta forma se garantiza el movimiento continuo del motor. Si queremos aumentar o disminuir la velocidad del motor, podemos variar el voltaje eléctrico.

14. Ventajas e inconvenientes de cada una:

Centrales hidroeléctricas

Ventajas: Limpia y renovable.

Inconvenientes: Requiere grandes superficies y desniveles

Centrales térmicas convencionales

Ventajas: Rentables energéticamente. Menos espacio que las hidroeléctricas.

Inconvenientes: Recursos no renovables. Son muy contaminantes.

Centrales nucleares

Ventajas: Rentables energéticamente. Normalmente poco contaminantes.

Inconvenientes: Recursos no renovables. Problema con los residuos radiactivos.

Centrales eólicas

Ventajas: Limpia y renovable.

Inconvenientes: Impacto en el medio ambiente. Depende del viento.

Centrales fotovoltaicas

Ventajas: Limpia y renovable

Inconvenientes: Cara y de bajo rendimiento. Depende de que haya Sol.

## Soluciones de los ejercicios de autoevaluación

### Soluciones AUTOEVALUACIÓN

1.  $I = 1,5 \text{ A}$
2.  $P = 20 \text{ w}$
3.  $R = 58,22 \text{ ohmios}$
4.  $W = 0,16 \text{ kwh}$
5.  $Q = 1536 \text{ calorías}$
6. Se coloca perpendicularmente a la corriente.
7. Mientras acercamos un imán.
8. Está cerca del Polo Sur geográfico.
9. La experiencia de Öersted.
10. Es neutral.

No olvides enviar las actividades al tutor ►