

1 La electricidad. Conceptos generales

Contenidos

- 1.1. Producción y consumo de electricidad
- 1.2. Efectos de la electricidad
- 1.3. La electricidad
- 1.4. Electricidad estática
- 1.5. Carga eléctrica
- 1.6. Movimiento de electrones
- 1.7. El circuito eléctrico
- 1.8. Formas de producir electricidad
- 1.9. Intensidad de la corriente eléctrica
- 1.10. Sentido real y convencional de la corriente
- 1.11. Movimiento de electrones en un circuito
- 1.12. Medida de la intensidad de la corriente eléctrica
- 1.13. Corriente continua (C.C.)
- 1.14. Corriente alterna (C.A.)
- 1.15. Tensión eléctrica y fuerza electromotriz
- 1.16. Medida de la tensión

Objetivos

- Entender los procedimientos de producción, transporte y consumo de la electricidad.
- Identificar las partes de un circuito eléctrico.
- Relacionar las magnitudes de un circuito eléctrico con su unidad de medida correspondiente, así como entender el papel de las mismas en el circuito y los aparatos de medida que las miden.
- Diferenciar una C.C. de una C.A.
- Emplear el voltímetro y el amperímetro de una forma adecuada.

La electricidad es una de las formas de energía que más ventajas y comodidades aporta a los seres humanos en la actualidad. Con ella conseguimos que funcionen, entre otras, las siguientes aplicaciones: luz con las lámparas eléctricas; calor con cocinas, hornos y calefacciones; frío con frigoríficos y equipos de aire acondicionado; fuerza motriz con motores (asensores, máquinas herramientas, vehículos eléctricos, electrodomésticos, etc.); sistemas de información, automatización y telecomunicación con ordenadores, microprocesadores, sistemas robotizados, televisores, radio, etc., y muchas otras aplicaciones que con el paso de los años aparecerán.

1.1. Producción y consumo de electricidad

Hoy en día, la electricidad es una de las formas de energía más utilizada por el hombre. Con ella conseguimos hacer funcionar: lámparas eléctricas, calefacciones, cocinas, frigoríficos, ascensores, televisores, ordenadores, máquinas herramientas, lavadoras, aparatos de electromedicina..., ¡y muchas cosas más!

1.1.1. Producción de energía eléctrica

En la naturaleza se encuentran a disposición de las personas energías de muy diferentes tipos. Para realizar el trabajo se necesita gastar energía. La humanidad, durante siglos, hubo de cubrir sus necesidades a base de su propio esfuerzo (utilización de esclavos), animales domésticos, y máquinas de bajo rendimiento. Con el tiempo ha sabido aprovechar la energía, que se encuentra en la naturaleza para realizar el trabajo mas eficazmente y sin tanto esfuerzo.

El paso más importante fue cuando se consiguió transformar estas energías en una de más fácil transporte y consumo. Estamos hablando de la **energía eléctrica**.

1.1.2. Las centrales eléctricas

La electricidad se produce fundamentalmente en las centrales eléctricas. Su misión consiste en transformar cualquier forma de energía primaria (hidráulica, térmica, nuclear, solar, etc.) en energía eléctrica. Dada la facilidad con que se transporta la electricidad, por medio de las líneas eléctricas, la ventaja fundamental que conseguimos con esto es que producimos energía eléctrica en las zonas donde podemos acceder con facilidad a la energía primaria, para luego consumirla en ciudades, empresas o cualquier otro centro de consumo (Figura 1.1).

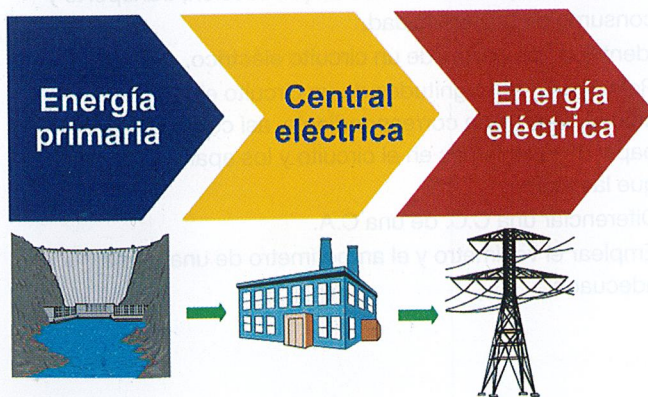


Figura 1.1. Diagrama de una central eléctrica.

Dependiendo de la energía primaria que utilizemos, tendremos los diferentes tipos de centrales eléctricas, tal como se puede apreciar en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1.

Nombre de la central	Energía primaria
Central hidráulica	Salto de agua
Central térmica clásica	Calor producido al quemar carbón, derivados del petróleo, gas natural, residuos urbanos, etc.
Central térmica nuclear	Calor producido en una reacción nuclear de fisión o de fusión
Central eólica	Viento
Central termosolar	Calor producido por el sol
Central solar fotovoltaica	Luz del sol
Central mareomotriz	Mareas
Central geotérmica	Calor de la tierra
Biomasa	Residuos forestales, agrícolas y orgánicos

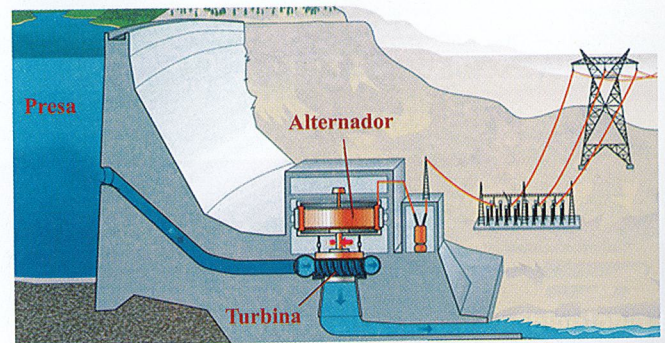


Figura 1.2. Las paletas de la turbina giran cuando el agua se mueve impulsada por la gravedad.

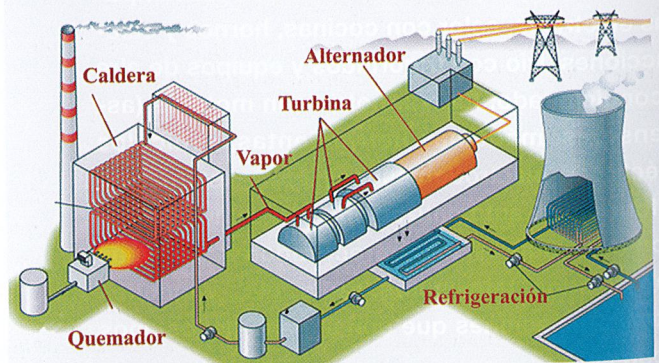


Figura 1.3. Los álabes de la turbina se mueven impulsados por el vapor a presión que se produce en la caldera.

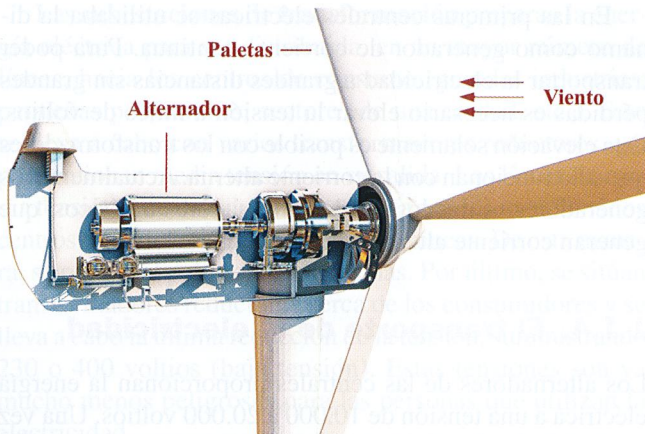


Figura 1.4. En un generador eólico, el viento mueve las paletas que hace girar el alternador.

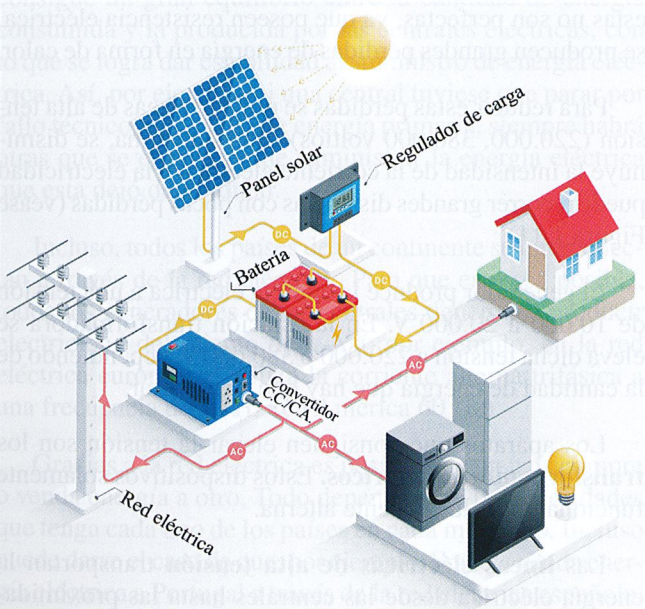


Figura 1.5. En una central fotovoltaica, la luz del sol produce electricidad gracias a los paneles solares.

1.1.3. El generador eléctrico

Los generadores eléctricos que se utilizan habitualmente en una central eléctrica se basan en un fenómeno que fue descubierto en 1820, por Faraday.

«Cuando se mueve un conductor eléctrico (hilo metálico), en el seno de un campo magnético (imán o electroimán) aparece una corriente eléctrica por dicho conductor. Lo mismo ocurre si se mueve el imán y se deja fijo el conductor» (Figuras 1.6 y 1.7).

En un generador eléctrico de corriente continua (dinamo) se hacen girar bobinas dentro del campo magnético producido por imanes o electroimanes. Las bobinas están conectadas a un anillo de cobre (colector) dividido en dos

partes. Las escobillas de grafito se ponen en contacto con el anillo, y extraen la corriente al circuito exterior (Figura 1.8).

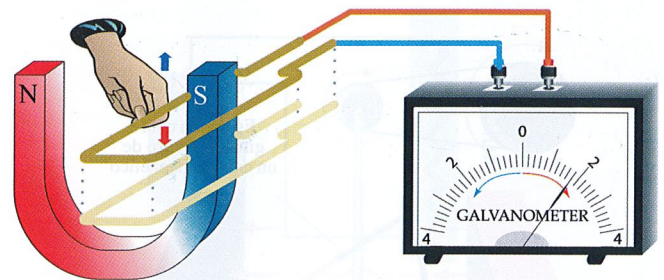


Figura 1.6. Cuando se mueve el conductor dentro de un campo magnético se produce electricidad.

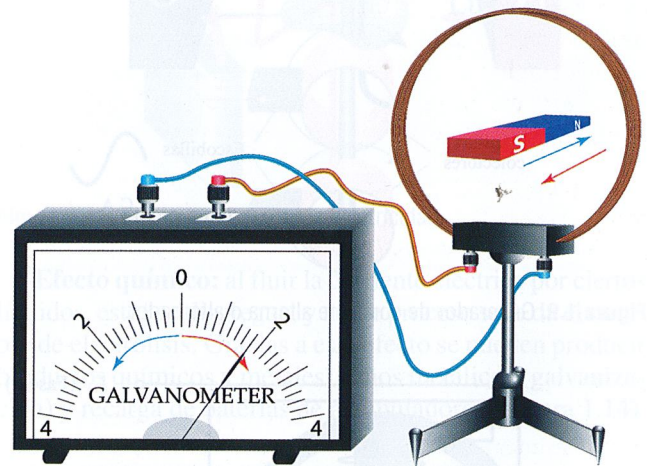


Figura 1.7. Cuando se mueve un imán dentro de un conductor se produce electricidad.

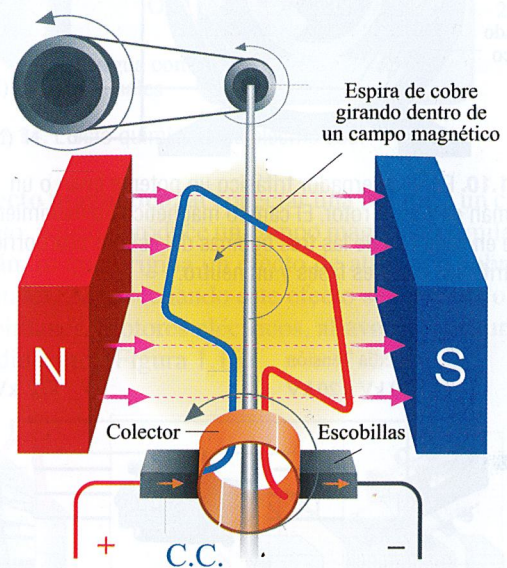


Figura 1.8. Generador de corriente continua o dinamo.

En un generador eléctrico de corriente alterna (alternador elemental) también se hacen girar las bobinas dentro

de un campo magnético, pero en este caso la electricidad producida se recoge mediante dos anillos colectores de cobre (Figura 1.9).

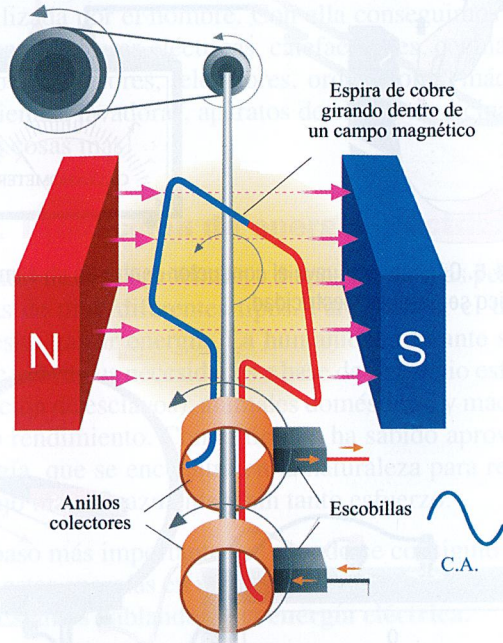


Figura 1.9. Generador de corriente alterna o alternador.

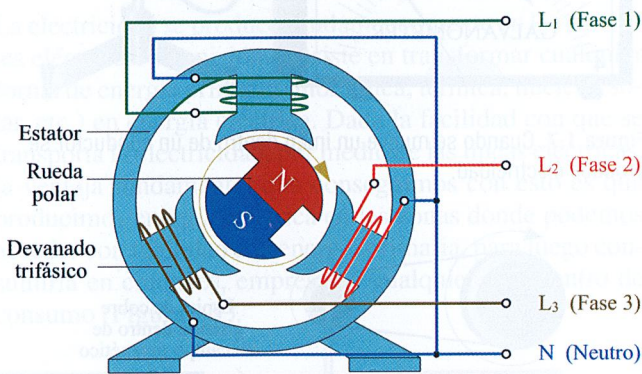


Figura 1.10. En un alternador trifásico un potente imán o un electroimán gira en el rotor. El campo magnético en movimiento produce en cada una de las tres bobinas del estator una corriente alterna trifásica con tres fases y un neutro.

En las primeras centrales eléctricas se utilizaba la dinamo como generador de corriente continua. Para poder transportar la electricidad a grandes distancias sin grandes pérdidas es necesario elevar la tensión a miles de voltios. Esta elevación solamente es posible con los transformadores que solo funcionan con la corriente alterna. Actualmente los generadores utilizados son los alternadores trifásicos, que generan corriente alterna trifásica (Figura 1.10).

1.1.4. El transporte de la electricidad

Los alternadores de las centrales proporcionan la energía eléctrica a una tensión de 10.000 a 20.000 voltios. Una vez producida la electricidad por estos, hay que transportarla hasta las ciudades, industrias, y todo tipo de centros de consumo que, casi siempre, se encuentran a mucha distancia. El transporte se realiza a través de líneas eléctricas. Como estas no son perfectas, ya que poseen resistencia eléctrica, se producen grandes pérdidas de energía en forma de calor.

Para reducir estas pérdidas se utilizan líneas de alta tensión (220.000, 380.000 voltios). De esta forma, se disminuye la intensidad de la corriente eléctrica y la electricidad puede recorrer grandes distancias con pocas pérdidas (véase Figura 1.11).

El generador produce la energía eléctrica a una tensión de 10.000 a 20.000 V. En la estación transformadora se eleva dicha tensión a 220.000 o 380.000 V, dependiendo de la cantidad de energía que hay que transportar.

Los aparatos que consiguen elevar la tensión son los **transformadores eléctricos**. Estos dispositivos solamente funcionan para la corriente alterna.

Las **líneas eléctricas de alta tensión** transportan la energía eléctrica desde las centrales hasta las proximidades de los centros de consumo. Estas líneas constan de tres conductores eléctricos (por lo general son de aluminio reforzados con acero) sujetos a torres metálicas de celosía y de gran altura. Las altas tensiones son muy peligrosas, por eso cuanto mayor es el valor de la tensión de la línea, mayor altura tienen dichas torres.

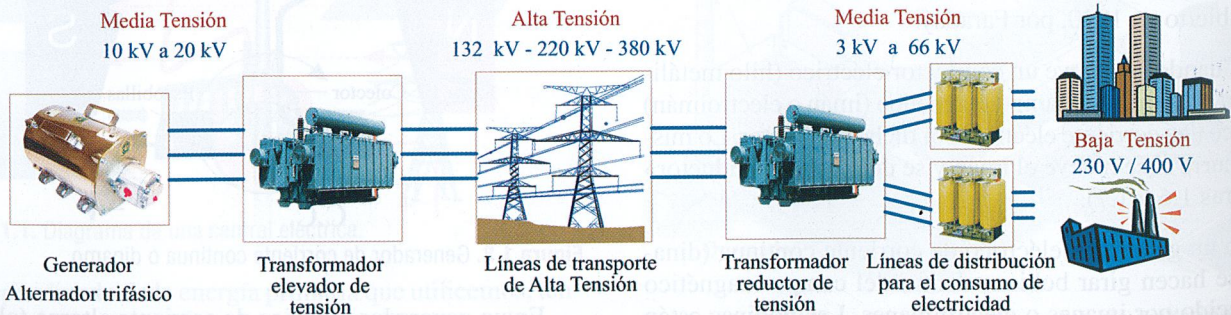


Figura 1.11. Sistema de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica.



Las **subestaciones de transformación** preparan la energía eléctrica para ser distribuida, en un mayor número de líneas, hacia los centros de consumo (grandes industrias, pequeñas poblaciones, sectores de una ciudad, etc.). Esto se lleva a cabo con varios transformadores reductores que proporcionan media tensión en su salida. Las líneas de media tensión, que distribuyen la energía por los mencionados centros de consumo, suelen ser subterráneas. De esta manera, se reduce el peligro de las mismas. Por último, se sitúan transformadores reductores cerca de los consumidores y se lleva a cabo la última reducción de la tensión, suministrando 230 o 400 voltios (baja tensión). Estas tensiones son ya mucho menos peligrosas para las personas que utilizan la electricidad.

La **red eléctrica** une todos los centros generadores de energía con los de consumo de un país. De esta forma, se consigue un gran equilibrio entre la cantidad de energía consumida y la producida por las centrales eléctricas, con lo que se logra dar estabilidad al suministro de energía eléctrica. Así, por ejemplo, si una central tuviese que parar por fallo técnico, o por falta de energía primaria, siempre habrá otras que se encarguen de suministrar la energía eléctrica que esta dejó de producir.

Incluso, todos los países de un continente se interconectan a través de la red eléctrica. Para que esto sea posible, todos los generadores de las centrales tienen que producir electricidad del mismo tipo. Así, por ejemplo, en la red eléctrica europea se utiliza la corriente alterna trifásica a una frecuencia de 50 Hz (en América 60 Hz).

Gracias a la red eléctrica es posible que un país compre o venda energía a otro. Todo dependerá de las necesidades que tenga cada uno de los países en cada momento. Incluso puede darse el caso de que, por ejemplo, Francia venda energía eléctrica a Portugal a través de la red eléctrica española.

1.2. Efectos de la electricidad

Pero ¿qué es exactamente la electricidad? Podríamos decir que es lo que hace girar los motores, lucir las lámparas, etc.; en definitiva, una fuerza que, como tal, es invisible y de la cual solo se notan sus efectos.

Los efectos fundamentales que se conocen de la corriente eléctrica son:

Efecto térmico: al fluir la corriente eléctrica por ciertos materiales conductores, llamados resistivos, como el carbón, se produce calor en ellos, por lo que pueden construirse, gracias a este efecto, calefacciones, cocinas, hornos, calentadores de agua, planchas, secadores, etc. (Figura 1.12).

Efecto luminoso: en una lámpara eléctrica incandescente, al fluir por su filamento resistivo una corriente eléctrica,

este se calienta a altas temperaturas, irradiando luz (Figura 1.13).

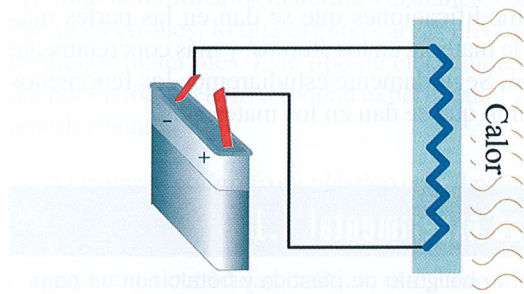


Figura 1.12. Efecto térmico de la electricidad.

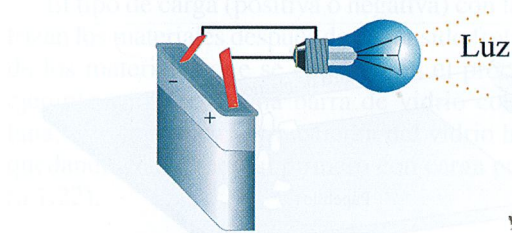


Figura 1.13. Efecto luminoso de la electricidad.

Efecto químico: al fluir la corriente eléctrica por ciertos líquidos, estos se disgregan, y a este proceso se le da el nombre de electrólisis. Gracias a este efecto se pueden producir productos químicos y metales, baños metálicos (galvanización) y recarga de baterías de acumuladores (Figura 1.14).

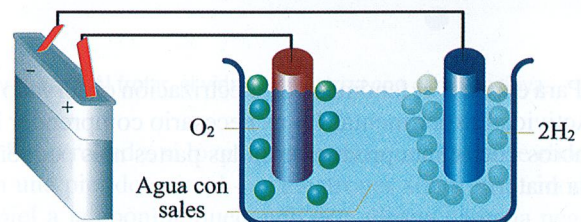


Figura 1.14. Efecto químico de la electricidad.

Efecto magnético: al conectar una bobina a un circuito eléctrico, aquella produce un campo magnético similar al de un imán, lo que origina un efecto de atracción sobre ciertos metales. Aprovechando este efecto se pueden construir electroimanes, motores eléctricos, altavoces, instrumentos de medida, etc. (Figura 1.15).

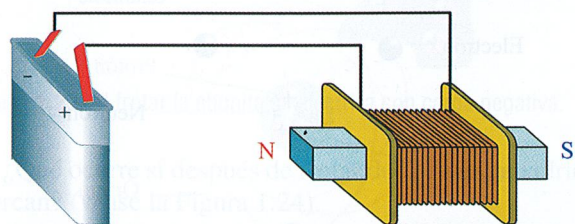


Figura 1.15. Efecto magnético de la electricidad.

1.3. La electricidad

La electricidad es una manifestación física que tiene que ver con las modificaciones que se dan en las partes más pequeñas de la materia, en los átomos, y más concretamente en el electrón. Seguidamente estudiaremos los fenómenos de electrización que se dan en los materiales.

Actividad experimental 1.1

Consigue un bolígrafo de plástico y frótalo con un paño de lana. Seguidamente, acércalo a unos pedacitos de papel (Figura 1.16).

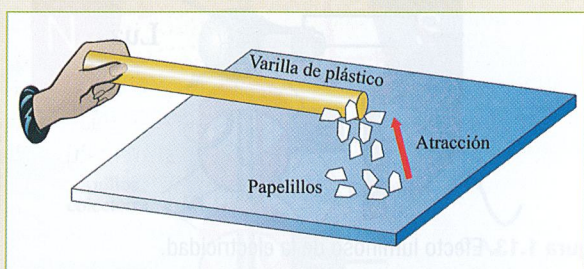


Figura 1.16. Atracción eléctrica por frotamiento.

Después de frotar el bolígrafo los trozos de papel son atraídos por aquel, lo que indica que como consecuencia del frotamiento se han desarrollado determinadas fuerzas debido a las cargas eléctricas, que previamente no existían.

Para explicar el fenómeno de electrización observado en la Actividad experimental 1.1 es necesario comprender los cambios que se han producido en las partes más pequeñas de la materia.

Los materiales están compuestos básicamente por moléculas, siendo estas las partículas más pequeñas que poseen todas las propiedades físicas y químicas del material original. A su vez, estas moléculas se componen de otras partículas más pequeñas, llamadas átomos. Así, por ejemplo, la molécula de agua se compone de dos átomos de hidrógeno y de uno de oxígeno, tal como indica su fórmula química H_2O .

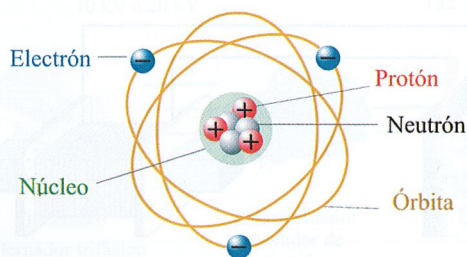


Figura 1.17. Estructura del átomo.

El átomo es muy pequeño, del orden de una diezmillonésima parte de 1 milímetro. Está compuesto de partes todavía más pequeñas, como el núcleo y los electrones. El núcleo del átomo está formado por partículas elementales, tales como los protones y neutrones (Figura 1.17).

Los electrones giran a gran velocidad en órbitas alrededor del núcleo.

Si fuera posible situar un electrón frente a un protón, se podría observar un fenómeno de atracción. Al contrario, si enfrentamos dos electrones o dos protones, estos se repelen (Figura 1.18). Esto nos indica que tanto el electrón como el protón poseen una propiedad que se manifiesta en forma de fuerzas de atracción y de repulsión; nos estamos refiriendo a la carga eléctrica. Esta carga eléctrica es de diferente signo para el electrón y para el protón:

- El protón tiene carga eléctrica positiva.
- El electrón tiene carga eléctrica negativa.

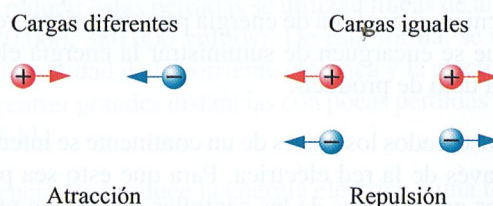


Figura 1.18. Fenómenos de atracción y repulsión en las cargas eléctricas.

En un átomo, los protones se concentran en el núcleo junto a los neutrones y algunas partículas atómicas. A pesar de que los protones poseen carga positiva y entre ellos existe una gran fuerza repulsiva, estos se mantienen confinados y muy próximos entre sí en el núcleo, debido a las enormes fuerzas de carácter nuclear. Los neutrones no poseen carga eléctrica y aportan masa al núcleo del átomo.

Los fenómenos que se dan en un átomo son comparables a los que se dan en el sistema solar. El planeta es el electrón y el sol es el núcleo. En un átomo los electrones giran a gran velocidad dentro de sus respectivas órbitas alrededor del núcleo. La fuerza centrífuga que los electrones desarrollan en su giro se ve compensada por la fuerza de atracción que aparece entre los protones de carga positiva situados en el núcleo y dichos electrones.

El electrón posee una masa muy pequeña, en torno a algo más de la milésima parte de la masa de un protón. Además, los electrones más alejados del núcleo son atraídos con menor fuerza por este, lo que hace posible su movilidad hacia otros átomos.

Átomo con carga neutra: un átomo en estado normal posee el mismo número de electrones que de protones. Esto hace que exista un equilibrio entre las fuerzas de carácter



eléctrico que se dan entre protones y neutrones, y por tanto que dicho átomo permanezca eléctricamente neutro. Así, por ejemplo, un átomo de litio posee 3 protones y 3 electrones: $3(+) + 3(-) = 0$ (Figura 1.19).

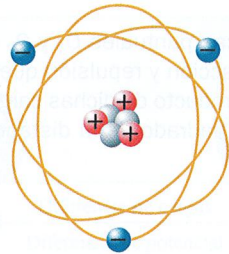


Figura 1.19. Átomo con carga neutra.

Átomo con carga positiva: si por algún medio consiguiésemos arrancar electrones de las últimas órbitas de los átomos, surgiría un desequilibrio entre el número de cargas negativas y positivas; estas últimas serían mayores y conferirían, por tanto, una carga positiva a dicho átomo. Así, por ejemplo, al frotar con un paño el litio, es posible que se arranque un electrón de su última órbita, quedando el átomo cargado positivamente por poseer un defecto de electrones: $3(+) + 2(-) = 1(+)$ (Figura 1.20).

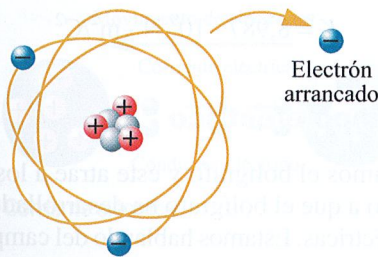


Figura 1.20. Átomo con carga positiva.

Átomo con carga negativa: de la misma manera, si por algún procedimiento conseguimos agregar electrones a un átomo eléctricamente neutro, este exceso de electrones produce una carga negativa en el átomo. En el ejemplo del litio, al añadir un electrón en su última órbita se origina en él una carga negativa: $3(+) + 4(-) = 1(-)$ (Figura 1.21).

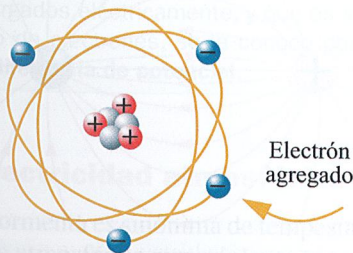


Figura 1.21. Átomo con carga negativa.

1.4. Electricidad estática

Al frotar determinados materiales aislantes, estos pierden o ganan electrones, lo que origina cargas eléctricas estáticas en dichos materiales. Este tipo de electricidad es el que se da, por ejemplo, en la Actividad experimental 1.1, realizada anteriormente.

Al frotar el bolígrafo de plástico con el paño, se transfieren electrones de un elemento a otro, quedando el bolígrafo cargado eléctricamente. Cuando acercamos el bolígrafo, cargado con electricidad estática, este atrae a los papelitos, como es propio de los cuerpos electrizados.

El tipo de carga (positiva o negativa) con la que se electrizan los materiales después de haber sido frotados depende de los materiales que se empleen en el proceso. Así, por ejemplo, si se frota una barra de vidrio con un paño de lana, los electrones se transfieren del vidrio hacia el paño, quedando electrizado el primero con carga positiva (Figura 1.22).

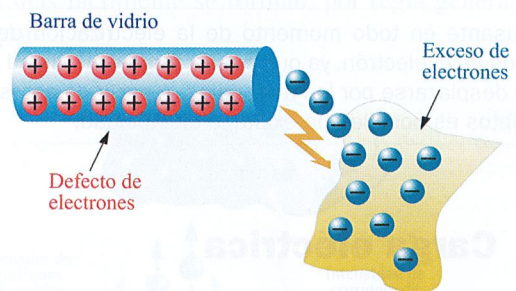


Figura 1.22. Al frotar, el vidrio se electriza con carga positiva.

Por otro lado, si lo que frotamos es una barra de ebonita con una piel de animal, los electrones son transferidos de la piel a la ebonita, quedando esta última cargada negativamente (Figura 1.23).

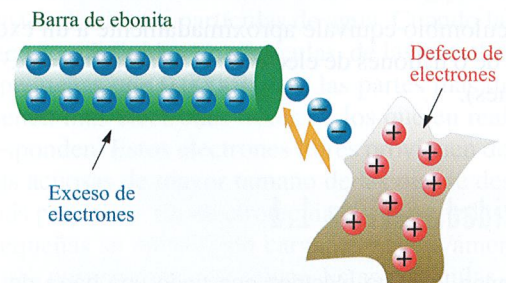


Figura 1.23. Al frotar la ebonita se electriza con carga negativa.

¿Qué ocurre si después de frotar dos barras de vidrio se acercan? (véase la Figura 1.24).

¿Qué ocurre si después de frotar una barra de vidrio y una de ebonita las barras se acercan? (véase la Figura 1.25).

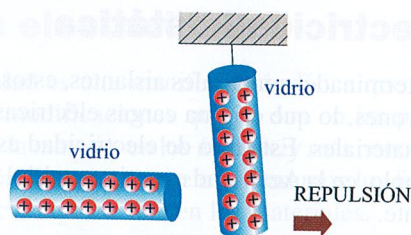


Figura 1.24. Dos barras cargadas positivamente se repelen.

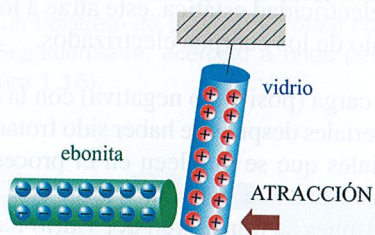


Figura 1.25. Dos barras cargadas con diferente carga se atraen.

El causante en todo momento de la electrización de los cuerpos es el electrón, ya que posee carga y movilidad para poder desplazarse por los materiales. A partir de estos dos conceptos es posible que exista la electricidad.

1.5. Carga eléctrica

Se conoce como carga eléctrica de un cuerpo al exceso o defecto de electrones que este posee:

- Carga negativa significa exceso de electrones.
- Carga positiva significa defecto de electrones.

La unidad de carga eléctrica es el **culombio**.

Un culombio equivale aproximadamente a un exceso o defecto de 6 trillones de electrones (1 culombio = $6,3 \cdot 10^{18}$ electrones).

Actividad resuelta 1.1

Determina la carga eléctrica que tiene una barra de ebonita si una vez frotada posee un exceso de $25,2 \cdot 10^{18}$ electrones:

Solución:

$$Q = \frac{25,2 \cdot 10^{18}}{6,3 \cdot 10^{18}} = 4 \text{ culombios de carga negativa}$$

1.5.1. Ley de Coulomb

Coulomb consiguió medir la fuerza que desarrollan las cargas eléctricas cuando se encuentran muy próximas. De esta forma, dedujo que:

Dos cargas eléctricas puntuales Q_1 y Q_2 ejercen una sobre otra fuerzas de atracción y repulsión que son directamente proporcionales al producto de dichas cargas e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia que las separa (Figura 1.26).

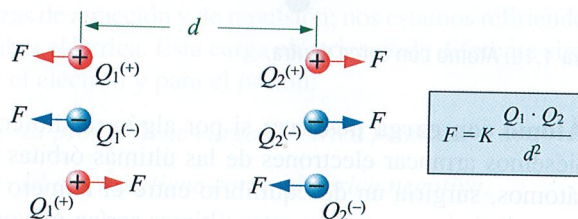


Figura 1.26. Fuerzas de atracción y repulsión entre cargas eléctricas.

Si expresamos la fuerza (F) en newtons, las cargas Q_1 y Q_2 en culombios y la distancia (d) en metros, la constante de proporcionalidad (K) para el vacío o el aire será:

$$K = 8,987 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

1.5.2. Campo eléctrico

Cuando frotamos el bolígrafo y este atrae a los papelillos, ello es debido a que el bolígrafo ha desarrollado un campo de fuerzas eléctricas. Estamos hablando del campo eléctrico. Así, se puede decir que:

Un campo eléctrico es una región del espacio en la que una carga eléctrica está sometida a una fuerza de carácter eléctrico.

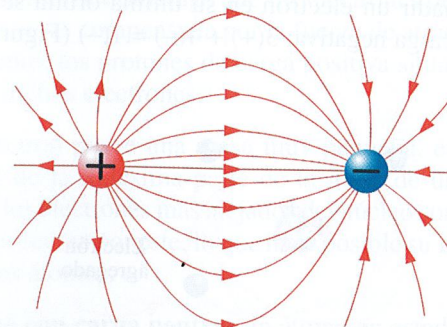


Figura 1.27. Líneas de fuerza del campo eléctrico formado por dos cargas eléctricas de diferente signo.



1.6. Movimiento de electrones

Supongamos que cargamos eléctricamente, por frotamiento, una bola de vidrio y otra de ebonita y las disponemos tal como se indica en la Figura 1.28. Entre ellas aparece una diferencia de carga eléctrica.

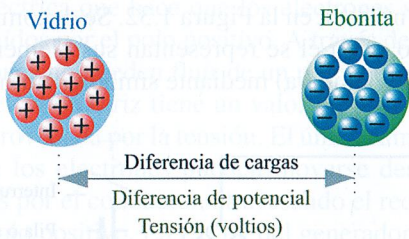


Figura 1.28. Diferencia de cargas o tensión eléctrica.

Si ahora unimos eléctricamente las dos bolas mediante un conductor eléctrico (Figura 1.29), los electrones en exceso de la bola de ebonita cargada negativamente serán atraídos con fuerza por la carga positiva de la bola de vidrio. Dado que existe un camino conductor por donde se pueden desplazar los electrones de una bola a otra, aparece un **movimiento de electrones** por dicho camino hasta que las cargas quedan compensadas, es decir, hasta que la **diferencia de cargas** deja de existir.

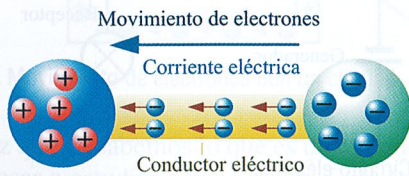


Figura 1.29. Corriente eléctrica.

Al movimiento de electrones que se establece por el conductor eléctrico se le denomina **corriente eléctrica**.

Como se puede observar en la Figura 1.29, el sentido de la corriente eléctrica lo establecen los electrones, es decir, del cuerpo donde hay exceso de electrones hasta el cuerpo donde hay defecto de ellos (del negativo al positivo).

A la diferencia de cargas que se establece entre los dos cuerpos cargados eléctricamente, y que es la causante del movimiento de electrones, se la conoce por otro nombre: **tensión o diferencia de potencial**.

1.6.1. Electricidad atmosférica

La palabra tormenta es sinónima de tempestad; es decir, una perturbación atmosférica muy violenta que va acompañada de fenómenos eléctricos. Es un gran espectáculo de la Na-

turalidad, pues en él se manifiestan la lluvia, el granizo, el viento, los rayos, los relámpagos y los truenos.

El rayo es una descarga eléctrica que salta de una nube a otra, o a tierra, cuando ambas están cargadas de electricidad de diferente signo y hay suficiente proximidad para provocar la chispa. El relámpago es el resplandor que esa misma descarga produce, y el trueno el ruido o estampido que acompaña a las chispas, y que se percibe en último lugar porque, como se sabe, el sonido se transmite a una velocidad de 331,8 m/s, mientras que electricidad y la luz se desplazan a una velocidad infinitamente superior: 300.000 km/s.

La tensión de descarga de un rayo oscila desde los 2 millones de voltios hasta los 100 millones. La intensidad de la corriente suele ser del orden de 10.000 a 20.000 amperios.

La electricidad atmosférica es la primera forma de electricidad que se conoce. Esta forma de producir electricidad no es de utilidad, en ningún caso, y más bien trae desgracias que otra cosa.

Las tormentas dependen del Sol. Cuanto más calor hace, tanto más fácilmente se forman, por regla general (véase la Figura 1.30).

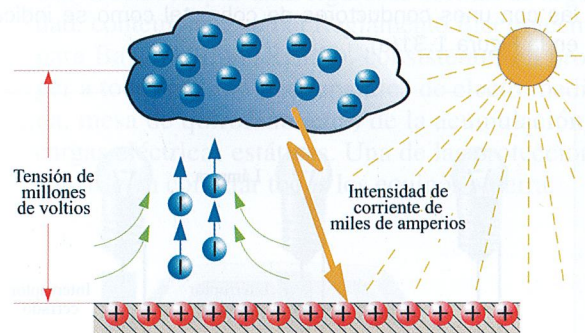


Figura 1.30. El rayo en la tormenta.

El sol calienta el aire en la proximidad de la tierra; el aire caliente tiende a elevarse arrastrando consigo en su rápida ascensión diminutas partículas de agua. Cuando las gotitas de agua se subdividen en partículas, de las que algunas son más pequeñas que 0,00001 mm, las partes más diminutas contienen más electrones libres de los que en realidad les corresponden. Estos electrones libres provienen de las partículas acuosas de mayor tamaño de las que se desgajaron las más pequeñas. En electrotecnia se dice que las partículas pequeñas se encuentran cargadas negativamente y las mayores poseen cargas positivas. Estas partículas acuosas, cargadas negativamente, suben arrastradas por el torbellino. A medida que las partículas se elevan, la temperatura desciende. El descenso es aproximadamente de medio grado por cada cien metros. Debido a esto las partículas gaseosas se condensan y forman nubes. Sobre nosotros flota la nube tempestuosa y entre ella y la tierra una tensión de millones de voltios queriendo reconstruir el equilibrio eléctrico, a lo

que se opone un buen aislante, el aire, contra cuya acción separadora no puede en principio la tormenta. Y no podría nunca si no existieran en el aire algunos electrones libres. Estos quedan sometidos a tensiones gigantescas y son arrastrados hacia la tierra. Su velocidad crece cada vez más bajo el enorme influjo de las gigantescas tensiones. Al golpear estos electrones con átomos neutros, estos pierden algunos de sus electrones, y estos, a su vez, vuelven a chocar con otros átomos, produciéndose siempre la liberación de nuevos electrones. En poquísimo tiempo aumenta en millones el número de elementos conductores de la electricidad. La elevada tensión se ha creado un camino y la nube descarga una gran cantidad de electrones hacia la tierra. La intensidad de la corriente es tan grande que al atravesar el aire, este llega a ponerse al rojo blanco, la temperatura se eleva a 20.000 grados y se produce una explosión: la nube ha descargado en forma de rayo su carga eléctrica.

1.7. El circuito eléctrico

Actividad experimental 1.2

Consigue una pila y una lámpara de linterna y conéctalas con unos conductores de cobre tal como se indica en la Figura 1.31(a).

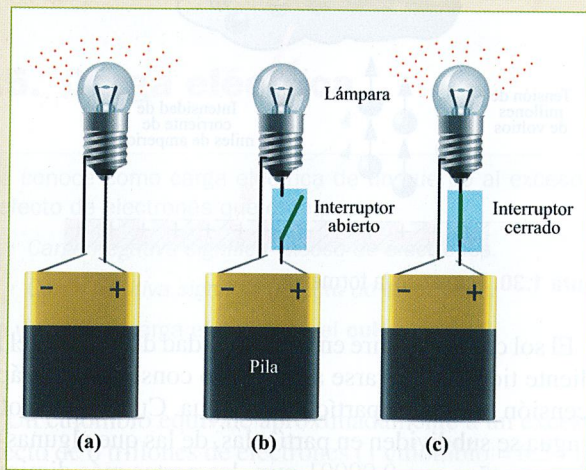


Figura 1.31. Circuito eléctrico simple.

Podrás comprobar que la lámpara se enciende cuando se ponen en contacto los terminales de la lámpara con los bornes de la pila, y se apaga cuando interrumpimos la conexión de uno de los conductores con la pila [Figura 1.31(b)].

La pila contiene energía eléctrica. Al conectarla mediante los conductores a la lámpara, por estos fluye una corriente eléctrica hacia la misma, que hace que esta transforme la energía eléctrica en luminosa.

Ahora conecta un interruptor, tal como se muestra en la Figura 1.31(c), y a continuación ábrelo y ciérralo.

Podrás comprobar que la lámpara solo se enciende cuando el interruptor pone en contacto el borne de la pila con el terminal de dicha lámpara. De esta manera podemos encender y apagar la lámpara a voluntad.

Existe otra forma más fácil de hacer un dibujo eléctrico, tal como se muestra en la Figura 1.32. Se denomina esquema eléctrico, y en él se representan sus elementos (pila, conductores y lámpara) mediante símbolos normalizados.

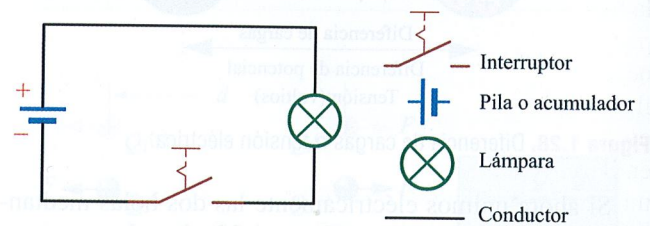


Figura 1.32. Esquema eléctrico.

En la Actividad experimental 1.2 hemos construido un sencillo circuito eléctrico; vamos a estudiar ahora las magnitudes básicas y los fenómenos que se producen en él.

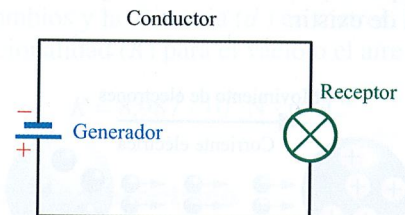


Figura 1.33. Circuito eléctrico.

Las condiciones que se han de dar para que se forme un circuito eléctrico básico como el de la Figura 1.33 son:

- Un **generador**, que se encarga de generar una diferencia de cargas o tensión entre sus dos polos. En la Actividad experimental 1.2 utilizamos como tal una pila de 4,5 voltios de tensión.
- Un **conductor**, que permite que fluyan los electrones de una parte a otra del circuito. En la Actividad experimental 1.2 empleamos conductores de cobre.
- Un **receptor** o aparato eléctrico, que aprovechando el movimiento de electrones consigue transformar la energía eléctrica en energía calorífica, luminosa, motriz, etc. En la Actividad experimental 1.2 usamos una lámpara de linterna.

Estudiaremos ahora detenidamente cómo fluye la corriente eléctrica por el circuito (Figura 1.34). El generador (en este caso una pila), a costa de consumir algún tipo de energía, separa las cargas en el interior del generador gra-



cias a la fuerza electromotriz (f. e. m.), tomando electrones de una placa y depositándolos en otra. La placa donde son arrancados los electrones queda, por tanto, cargada positivamente (defecto de electrones), mientras que la placa donde se depositan se carga negativamente (exceso de electrones), formándose el polo positivo y negativo del generador. Ahora, entre dichos polos aparece una diferencia de cargas o tensión eléctrica que hace que los electrones sean fuertemente atraídos por el polo positivo. A través del generador los electrones no pueden fluir de un polo a otro, dado que la fuerza electromotriz tiene un valor un poco mayor que la fuerza provocada por la tensión. El único camino posible por donde los electrones pueden moverse desde el polo negativo es por el conductor, atravesando el receptor hasta llegar al polo positivo. La f. e. m. del generador se encarga de seguir separando las cargas continuamente, y la tensión en bornes de la pila de reponerlos a través del receptor en un movimiento continuo, de modo que se completa lo que se denomina circuito eléctrico.

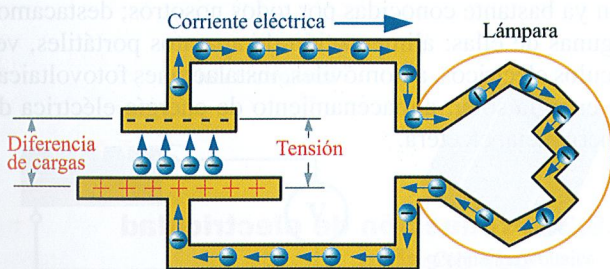


Figura 1.34. Movimiento de electrones con un circuito.

Una vez que ya sabemos lo que es un circuito eléctrico, vamos a pasar a estudiar detenidamente a lo largo de este estudio sobre «Electrotecnia», las partes que forman dicho circuito. Comenzaremos con las formas de producir electricidad, es decir, los diferentes tipos de generadores, para seguir con el estudio de las magnitudes más importantes de un circuito y sus relaciones, así como el de los conductores y aislantes, elementos que producen calor, propiedades químicas y magnéticas de la electricidad, pilas, acumuladores, lámparas y motores.

1.8. Formas de producir electricidad

El encargado de producir la electricidad es el generador, que aprovechando algún fenómeno físico es capaz de desarrollar una determinada fuerza electromotriz que separa las cargas entre sus polos y crea una diferencia de potencial o tensión.

Existen varias formas de producir electricidad, de las cuales se construyen los diferentes tipos de generadores.

1.8.1. Producción de electricidad por frotamiento

Esta forma de producir electricidad es ya conocida por todos nosotros. ¿Has sentido alguna vez un calambrazo y oído un chisporroteo al quitarte un jersey o al mover una alfombra?

Fíjate bien en la siguiente explicación: al andar sobre una alfombra se produce un frotamiento entre esta y los pies, lo cual genera una acumulación de cargas eléctricas en la superficie de la alfombra. Esta carga eléctrica puede originar tensiones del orden de algunos miles de voltios y se la denomina «carga electrostática». Esta acumulación de cargas puede ser peligrosa, ya que se pueden descargar, en cualquier momento, a través de las personas y ocasionar accidentes. A continuación se exponen dos ejemplos:

- ¿Por qué razón crees que los coches a veces llevan colocada una cinta antimareo en la parte trasera de la carrocería, haciendo contacto entre esta y tierra? ¿Tendrá que ver algo esto con el peligro de las cargas estáticas?
- Dentro de las instalaciones sanitarias, los quirófanos deben cumplir unas rigurosas normas de seguridad, contempladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), consistentes en proteger a todos los equipos (aparatos de electromedicina, mesa de quirófano, etc.) de la acumulación de cargas eléctricas estáticas. Una de las protecciones consiste en conectar todos los equipos a tierra.

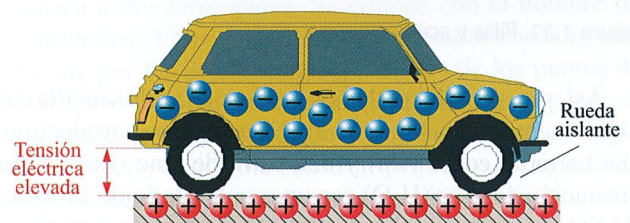


Figura 1.35. Carga electrostática acumulada en un automóvil.

¿Qué razones crees que han llevado a tomar estas medidas de seguridad tan rigurosas en los quirófanos?

Aprovechando las fuerzas que aparecen entre las cargas eléctricas se pueden construir dispositivos que aprovechen estas propiedades, como por ejemplo:

- Las impresoras láser y las fotocopiadoras (Figura 1.36).
- Las máquinas de pintura por rociado.
- La recogida de polvo mediante precipitadores electrostáticos.

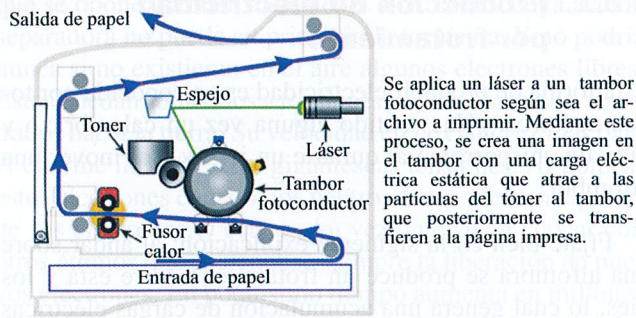


Figura 1.36. Fundamento de la impresión láser.

1.8.2. Producción de electricidad por reacción química

Las pilas y acumuladores son generadores que, aprovechando la energía que se desarrolla en determinadas reacciones químicas, producen electricidad (Figura 1.37).



Figura 1.37. Pilas y acumuladores.

Así, por ejemplo, podemos fabricar una pila sencilla con los elementos de la Figura 1.38. En este caso, introducimos una barra de cobre (Cu) y una barra de cinc (Zn) en una disolución de agua (H_2O) con unas gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Los terminales de ambas barras se conectan a un voltímetro.

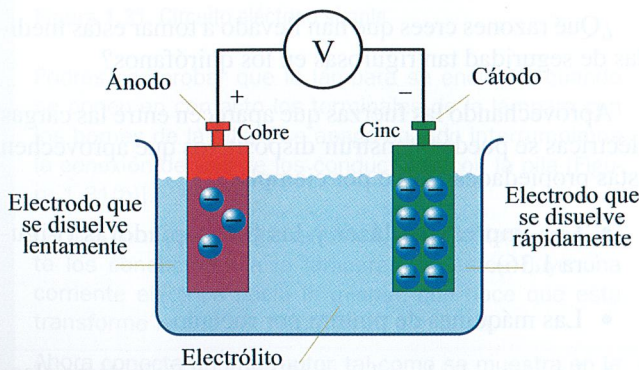


Figura 1.38. Pila eléctrica elemental.

El ácido sulfúrico disuelve las barras de cinc y de cobre, pasando sus átomos a la disolución. Por un lado, el cinc cede átomos a la disolución y deja acumulados gran cantidad de sus electrones en la barra de cinc. Con la barra de cobre pasa algo similar, pero en ella se acumulan muchos menos electrones. El resultado es que la barra de cinc se hace mucho más negativa que la barra de cobre, apareciendo una diferencia de cargas, o tensión eléctrica, entre las dos barras.

Mientras exista material activo en las barras para disolverse, esta pila elemental producirá fuerza electromotriz, pero la pila deja de ser útil cuando se agotan dichos materiales.

Sin embargo, los acumuladores eléctricos, como los que constituyen las baterías de los automóviles, se pueden recargar una vez agotados. Para ello basta con hacerles pasar una corriente eléctrica cuando están descargados. Esto se consigue conectándolos a una fuente de energía eléctrica.

Las aplicaciones prácticas de las pilas y acumuladores son ya bastante conocidas por todos nosotros; destacamos algunas de ellas: alimentación de aparatos portátiles, vehículos eléctricos, automóviles, instalaciones fotovoltaicas de energía solar, almacenamiento de energía eléctrica de emergencia, etcétera.

1.8.3. Producción de electricidad por presión

Existen ciertos materiales, como los cristales de cuarzo, que cuando son golpeados o presionados, entre sus caras aparece una tensión eléctrica (Figura 1.39).

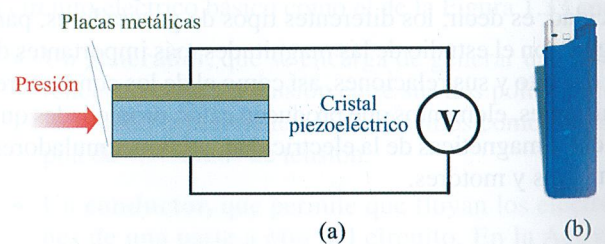


Figura 1.39. (a) Al ser presionados ciertos materiales se produce electricidad. (b) Mechero piezoeléctrico.

En cierta manera lo que ocurre es que al presionar el cristal los electrones salen desplazados de una de las caras a la otra, lo que origina una diferencia de cargas. Esta propiedad se denomina «piezoelectricidad».

Dado que la diferencia de potencial que aparece entre las caras de estos materiales es proporcional a la presión ejercida, con ellos pueden construirse agujas para tocadis-cos, micrófonos piezoeléctricos, etcétera.



Ciertos encendedores de cocina aprovechan el efecto piezoeléctrico para su funcionamiento. En estos casos, un percutor golpea con fuerza un cristal, lo que provoca una fuerte diferencia de potencial entre sus caras (del orden de algunos miles de voltios). Al aplicar esta fuerte tensión entre dos electrodos, surge una chispa eléctrica entre ellos.

1.8.4. Producción de electricidad por acción de la luz

Mediante la células fotovoltaicas es posible transformar directamente la energía luminosa en energía eléctrica.

La célula fotovoltaica se construye con materiales semiconductores sensibles a la luz. Al incidir energía luminosa en estos semiconductores, se produce el desprendimiento de electrones en las últimas órbitas de sus átomos, provocando una diferencia de cargas entre sus caras (Figura 1.40).

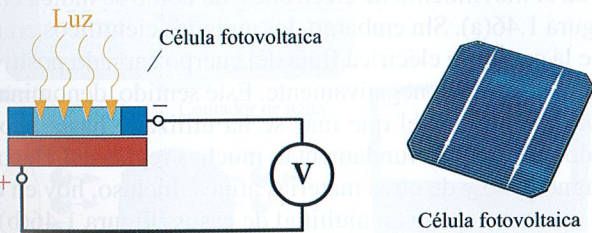


Figura 1.40. Las células fotovoltaicas transforman la luz en electricidad.

Las aplicaciones de esta forma de producir electricidad son cada vez más grandes: centrales eléctricas, huertos solares, producción de energía eléctrica por parte de pequeños usuarios que luego es vendida a la red eléctrica, generadores de energía eléctrica para satélites espaciales, suministro autónomo de energía en instalaciones apartadas de la red eléctrica, alimentación de pequeños aparatos portátiles, etcétera.

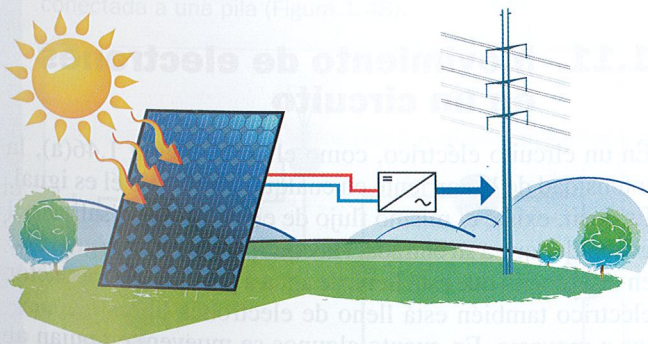


Figura 1.41. La producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos se presenta como una gran apuesta de futuro por las energías renovables no contaminantes.

1.8.5. Producción de electricidad por acción del calor

Algunos cuerpos poseen propiedades termoeléctricas, y con ellos se pueden construir pares termoeléctricos. Estos constan de dos metales distintos y unidos, que al ser calentados manifiestan una diferencia de potencial entre sus extremos (Figura 1.42).

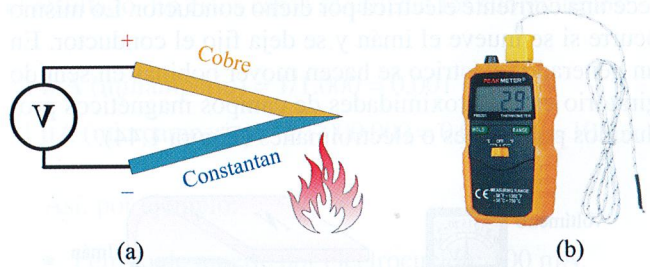


Figura 1.42. (a) Par termoeléctrico. (b) Termómetro con termopar.

Este fenómeno se debe a que uno de los metales desprende más electrones que el otro, por efecto del calor, de modo que se genera una pequeña diferencia de cargas entre sus extremos que es proporcional a la temperatura de la unión.

La energía eléctrica que se produce mediante este sistema es muy pequeña. Mediante este fenómeno se fabrican termopares para la construcción de **termómetros** (especialmente para medir temperaturas en hornos).

Este efecto se puede revertir si aplicamos una tensión eléctrica a dos termopares. Se conoce con el nombre de efecto Peltier (Figura 1.43). Al hacer circular una corriente continua por los dos termopares, en uno de los puntos de unión aparece un aumento de temperatura, mientras que en el otro aparece una disminución de la misma. Aprovechando este fenómeno es posible construir pequeños elementos de refrigeración, tales como neveras portátiles para conectar al automóvil, refrigeración de equipos electrónicos (ordenadores), etcétera.

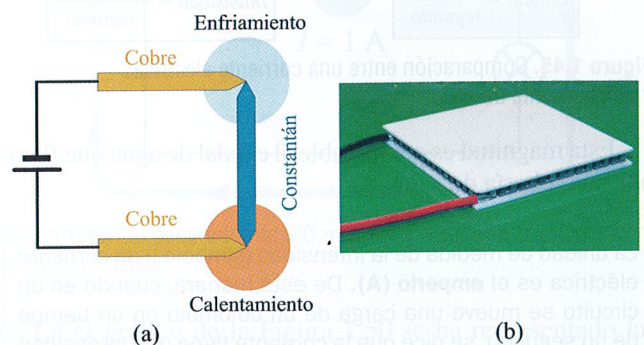


Figura 1.43. (a) Efecto Peltier. (b) Célula Peltier.

1.8.6. Producción de electricidad por acción magnética

Esta forma de producir electricidad ya es conocida por todos nosotros. Se basa en el principio de Faraday, y es de esta forma como se produce la energía en las grandes centrales eléctricas mediante los alternadores o, en otros casos, con las dinamos en forma de corriente continua.

Cuando se mueve un conductor eléctrico (hilo metálico) en el seno de un campo magnético (imán o electroimán) aparece una corriente eléctrica por dicho conductor. Lo mismo ocurre si se mueve el imán y se deja fijo el conductor. En un generador eléctrico se hacen mover bobinas en sentido giratorio en las proximidades de campos magnéticos producidos por imanes o electroimanes (Figura 1.44).

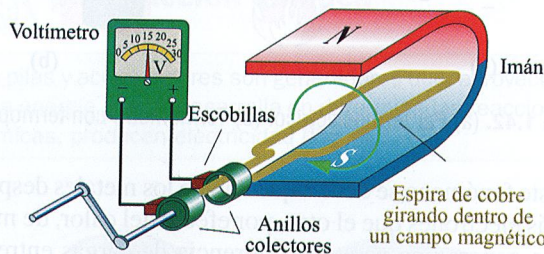


Figura 1.44. Al mover conductores dentro de un campo magnético se produce electricidad.

1.9. Intensidad de la corriente eléctrica

La intensidad de la corriente eléctrica es la cantidad de electricidad que recorre un circuito en la unidad de tiempo (Figura 1.45).

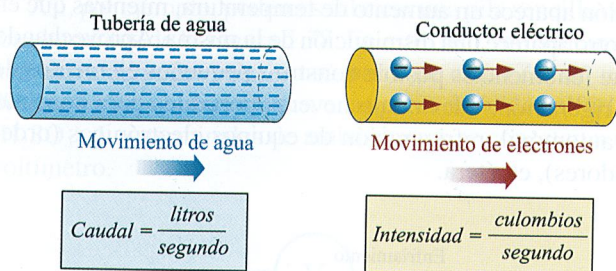


Figura 1.45. Comparación entre una corriente eléctrica y una corriente de agua.

Esta magnitud es comparable al caudal de agua que fluye por una tubería de agua.

La unidad de medida de la intensidad (símbolo I) de corriente eléctrica es el **amperio (A)**. De esta manera, cuando en un circuito se mueve una carga de un culombio en un tiempo de un segundo, se dice que la corriente tiene una intensidad de un amperio.

$$I = \frac{Q}{t} \quad 1 \text{ amperio} = \frac{1 \text{ culombio}}{1 \text{ segundo}}$$

Actividad resuelta 1.2

Determina la intensidad de corriente que se ha establecido por un conductor eléctrico si por él ha fluido una carga de 4 culombios en un tiempo de 2 segundos.

Solución:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{4 \text{ C}}{2 \text{ s}} = 2 \text{ A}$$

1.10. Sentido real y convencional de la corriente

En un circuito, el sentido de la corriente eléctrica lo determina el movimiento de electrones, tal como se indica en la Figura 1.46(a). Sin embargo, los antiguos científicos creían que la corriente eléctrica fluía del cuerpo cargado positivamente al cargado negativamente. Este sentido, denominado *convencional*, es el que más se ha utilizado hasta ahora, dado que en él se fundamentan muchas reglas del electromagnetismo y de otras materias afines. Incluso, hoy en día se sigue utilizando en multitud de casos [Figura 1.46(b)].

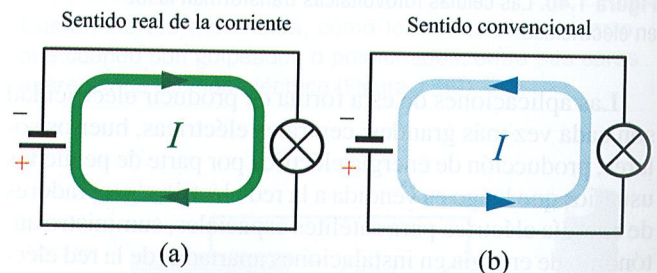


Figura 1.46. Sentido real y convencional de la corriente eléctrica.

1.11. Movimiento de electrones en un circuito

En un circuito eléctrico, como el de la Figura 1.46(a), la intensidad de la corriente en cualquier punto de él es igual. Es decir, existe el mismo flujo de electrones a la salida del generador que a su entrada. Hay que pensar que, al igual que en una tubería que está llena de agua a presión, un conductor eléctrico también está lleno de electrones libres dispuestos a moverse. En cuanto algunos se mueven, empujan al resto, estableciéndose un efecto de traslación uniforme de electrones en todo el conductor. Este efecto de traslación se comunica a la velocidad de 300.000 km/s.



Sin embargo, los electrones se mueven lentamente, dependiendo su velocidad de la intensidad de la corriente y de la sección del conductor. Por lo general, esta velocidad está en torno a algunos milímetros por segundo. Aunque al conectar, por ejemplo, una lámpara a una fuente de energía eléctrica, se enciende prácticamente al instante, ya que todos los electrones libres del conductor entran en movimiento a la vez.

1.12. Medida de la intensidad de la corriente eléctrica

Para medir la intensidad de la corriente eléctrica utilizamos un aparato de medida llamado amperímetro. Para medir el caudal de agua intercalamos en la tubería un contador. De la misma manera, para medir la cantidad de cargas que se mueven por un circuito en la unidad de tiempo, el amperímetro deberá estar intercalado en el conductor (Figura 1.47). Dado que la intensidad de la corriente es igual en todos los puntos del circuito, es indiferente dónde conectemos el amperímetro.

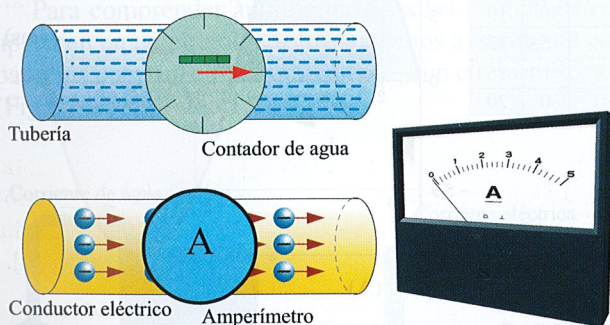


Figura 1.47. El amperímetro se intercala en serie con el circuito.

A esta forma de conectar el amperímetro se la denomina «en serie».

Actividad experimental 1.3

Toma un amperímetro (o en su defecto un polímetro) y mide la intensidad que fluye por una lámpara al ser conectada a una pila (Figura 1.48).

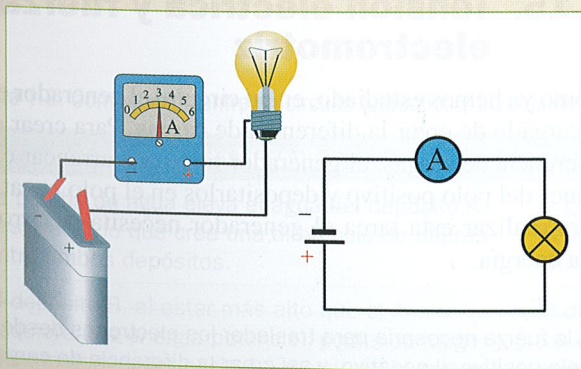


Figura 1.48. Medida de intensidad con el amperímetro.

Al hacer el montaje cuida de que el aparato de medida sirva para medir corriente continua, que las polaridades sean las correctas y que la escala elegida sea la adecuada con la magnitud a medir, ya que de otra manera podríamos estropear el instrumento medidor.

Gracias a la Actividad experimental 1.3, habrás podido observar que el amperio no es una unidad de medida adecuada, ya que resulta excesivamente grande para expresar el resultado. En estos casos se utilizan los submúltiplos:

$$1 \text{ mA (miliamperio)} = 1/1.000 = 0,001 = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \text{ } \mu\text{A (microamperio)} = 1/1.000.000 = 0,000001 = 10^{-6} \text{ A}$$

Así, por ejemplo:

- Peligro de muerte por electrocución: 100 mA.
- Umbral de sensación del cuerpo humano: 3.000 μA .

1.13. Corriente continua (C.C.)

Corriente continua es la que proporcionan las baterías de acumuladores, pilas, dinamos y células fotovoltaicas. Su símbolo de representación es — .

Una corriente continua se caracteriza porque los electrones libres siempre se mueven en el mismo sentido por el conductor con una intensidad constante.

En el circuito de la Figura 1.49 la pila proporciona C.C. a la lámpara. El amperímetro indicará siempre la misma corriente, por ejemplo, 1 A. La aguja del aparato de medida se desviará siempre hacia la derecha de la escala. Si invirtiésemos la polaridad de la pila, la aguja indicadora intentaría desviarse hacia la izquierda.

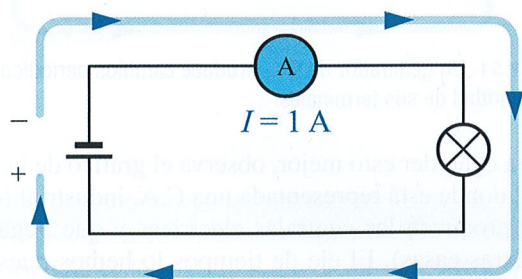


Figura 1.49. Un generador de C.C. mantiene invariable la polaridad de sus terminales.

En el gráfico de la Figura 1.50 se ha representado la C.C. de 1 A. Observa que este valor se mantiene invariable con el paso del tiempo.

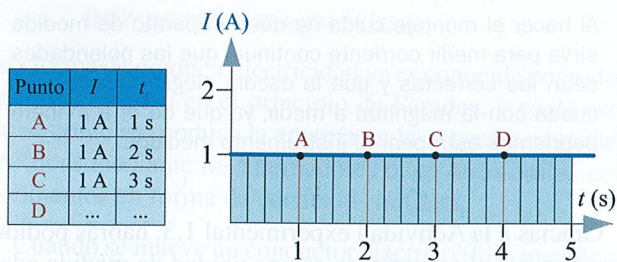


Figura 1.50. Representación gráfica de una C.C.

Los usos que se hacen de la C.C. son muy variados: baños electrolíticos, alimentación de aparatos electrónicos, tracción eléctrica (coches, tranvías, etc.) y muchos otros.

1.14. Corriente alterna (C.A.)

La corriente alterna es la que producen los alternadores en las centrales eléctricas. Es la forma más común de transportar la energía eléctrica y de consumirla en nuestros hogares y en la industria en general. Su símbolo es ~.

Una corriente alterna se caracteriza porque el flujo de electrones se mueve por el conductor en un sentido y en otro, y además, el valor de la corriente eléctrica es variable.

Se podría decir que en este caso el generador produce periódicamente cambios en la polaridad de sus terminales de salida (Figura 1.51).

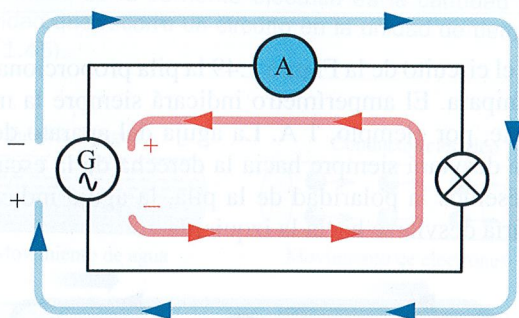


Figura 1.51. Un generador de C.A. produce cambios periódicos en la polaridad de sus terminales.

Para entender esto mejor, observa el gráfico de la Figura 1.52 donde está representada una C.A. industrial (como la que producen las centrales eléctricas y que llega hasta nuestras casas). El eje de tiempos lo hemos puesto en milisegundos, ya que los cambios de corriente son muy rápidos (para una C.A. industrial, la señal representada en la Figura 1.52 se repite 50 veces en un segundo).

Supongamos que conectamos un amperímetro de C.C. en un circuito alimentado por un generador de C.A. Si la aguja del aparato pudiera desviarse en ambos sen-

tidos y seguir las rápidas variaciones de la corriente, se nos presentarían los casos de la tabla representada en la Figura 1.52.

La corriente circula en un sentido durante los primeros 10 ms, y en el contrario (valores negativos) durante los siguientes 10 ms. Este mismo proceso se repetiría continuamente mientras el generador estuviese suministrando corriente eléctrica al circuito.

En un principio cabría pensar que veríamos a la lámpara encenderse y apagarse rápidamente, siguiendo los cambios rápidos de la corriente. Pero en realidad no podemos ver este fenómeno, ya que el ojo humano no es capaz de percibirlo.

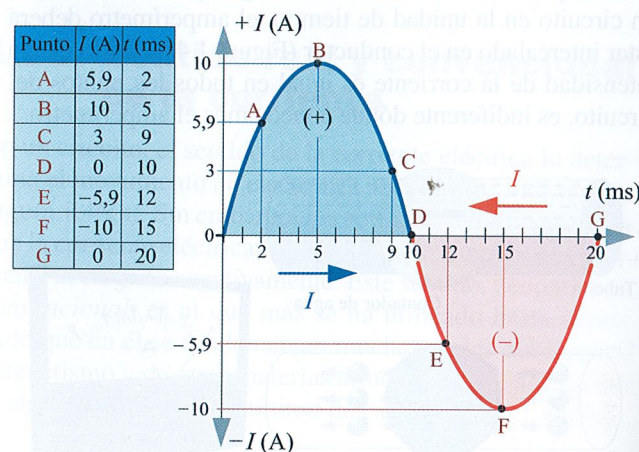


Figura 1.52. Representación gráfica de una C.A.

Dado que la corriente alterna es más fácil de producir, y que posee una serie de características que hacen más fácil su transporte, su campo de aplicación es muy amplio.

Dada la importancia que posee la C.A. nos dedicaremos a su estudio en profundidad en la Unidad 12.

1.15. Tensión eléctrica y fuerza electromotriz

Como ya hemos estudiado, en un circuito el generador es el encargado de crear la diferencia de cargas. Para crear esta diferencia de cargas, el generador tiene que arrancar electrones del polo positivo y depositarlos en el polo negativo. Para realizar esta tarea el generador necesita desarrollar una energía.

A la fuerza necesaria para trasladar los electrones desde el polo positivo al negativo, y así crear la diferencia de cargas, se la denomina **fuerza electromotriz (f. e. m.)**.



Es la f. e. m. la que permite la circulación de electrones; la propia expresión lo indica: fuerza electromotriz, que mueve los electrones. La f. e. m. se mide en voltios y en realidad es la tensión interna o de vacío que posee el generador.

A la diferencia de cargas se la llama de otra forma: diferencia de potencial o tensión eléctrica (símbolo U o V), y su unidad de medida es el voltio (V).

En este texto utilizaremos el símbolo U para referirnos a la tensión, ya que esta es la nomenclatura que se utiliza en el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1 milivoltio = 1 mV = 0,001 V

1 kilovoltio = 1 kV = 1.000 V

Para comprender aún mejor todas las magnitudes que aparecen en un circuito eléctrico, vamos a hacer una comparación entre un circuito hidráulico y un circuito eléctrico (Figura 1.53 y Tabla 1.2).

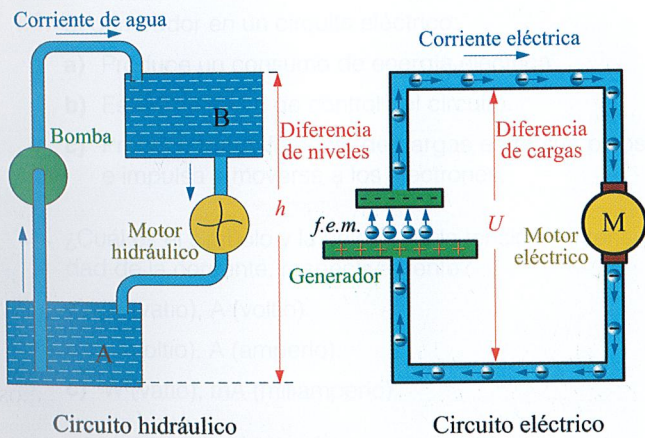


Figura 1.53. Comparación entre un circuito hidráulico y un circuito eléctrico.

1.16. Medida de la tensión

Para medir la tensión eléctrica se precisa un aparato de medida que sea capaz de captar el desnivel eléctrico o diferencia de cargas entre un punto y otro.

El voltímetro se conecta siempre entre los dos puntos entre los que se quiere determinar la tensión.

Esta forma de conectar el voltímetro se denomina «conexión en paralelo o derivación» (Figura 1.54).

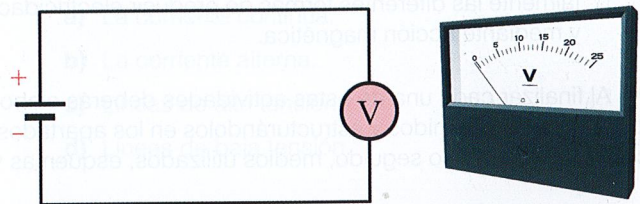


Figura 1.54. El voltímetro se conecta en paralelo.

Actividad experimental 1.4

Toma un voltímetro (o en su defecto un polímetro) y mide la tensión que aparece entre los polos de una pila (Figura 1.55). De la misma manera que se hizo al medir la intensidad de la corriente, al hacer las conexiones cuida de que el aparato de medida sirva para medir corriente continua, que las polaridades sean las correctas y que la escala elegida sea la adecuada con la magnitud que vamos a medir.

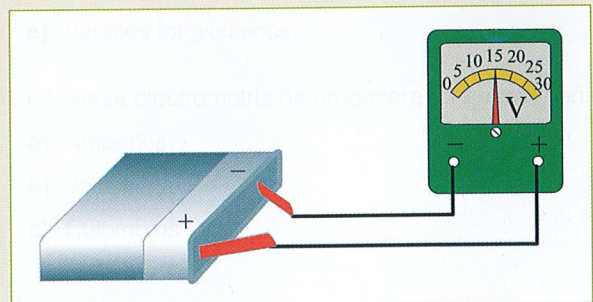
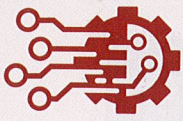


Figura 1.55.

Tabla 1.2. Comparación entre un circuito hidráulico y un circuito eléctrico

Circuito hidráulico	Circuito eléctrico
La bomba de agua eleva el agua del depósito A hasta el B, lo que crea una diferencia de alturas entre ambos depósitos.	El generador eléctrico arranca los electrones de la placa positiva y los deposita en la negativa, lo que crea una diferencia de cargas o tensión entre los bornes de la lámpara.
El depósito B, al estar más alto que el A, adquiere una energía potencial, pudiendo luego el agua descender hacia A y mover así el motor hidráulico.	El defecto de cargas negativas del polo positivo atrae con fuerza a los electrones en exceso del polo negativo, a través del circuito, y se produce un movimiento de electrones o corriente eléctrica por el filamento de la lámpara, que la hace lucir.



Comprobación práctica en el laboratorio

- 1.1. Comprobación práctica de los efectos de la electricidad.** Consigue los elementos necesarios y comprueba experimentalmente los efectos de la corriente eléctrica: térmico, luminoso, químico y magnético.
- 1.2. Comprobación práctica de las formas de producir energía.** Consigue los elementos necesarios y comprueba experimentalmente las diferentes formas de producir electricidad: acción química, acción de la luz, por presión, mediante termopar y mediante acción magnética.

Al finalizar cada una de estas actividades deberás elaborar un informe-memoria sobre la actividad desarrollada, indicando los resultados obtenidos y estructurándolos en los apartados necesarios para una adecuada documentación de aquellas (descripción del proceso seguido, medios utilizados, esquemas y planos utilizados, cálculos, medidas, etc.).

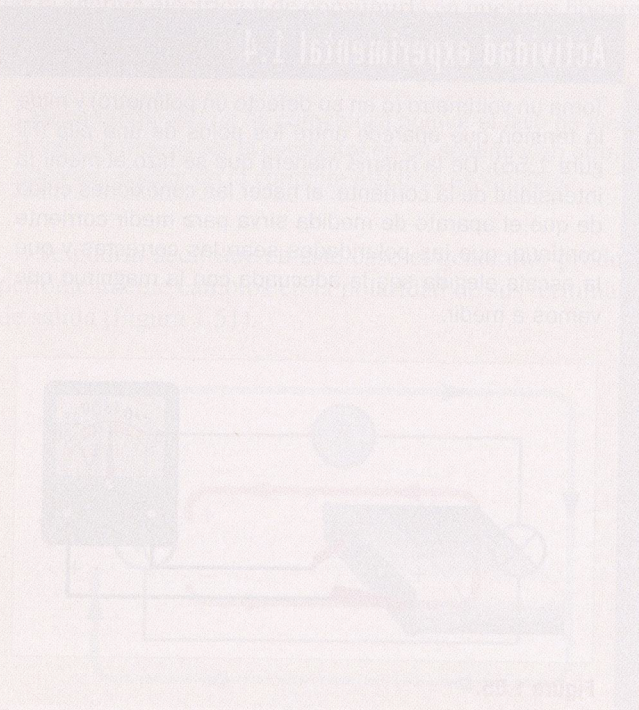


Figura 1.14. Un generador de C.A. produce corriente alterna en la polaridad de sus terminales.

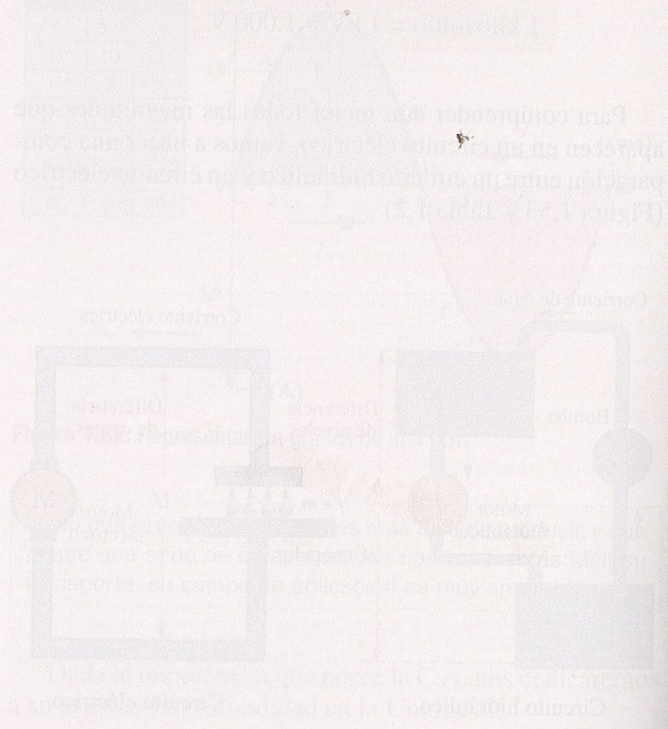


Figura 1.15. Composición entre un circuito eléctrico y un circuito hidráulico.

1.15. Trabajo eléctrico y fuerza electromotriz



Actividades de comprobación

- 1.1.** ¿Qué ocurre si se acercan un elemento de ebonita y otro de vidrio una vez frotados?
- Se repelen.
 - Se atraen.
 - Se cargan de electricidad.
- 1.2.** ¿Qué ocurre cuando se conectan por un conductor dos cuerpos cargados de electricidad de diferente polaridad?
- Se atraen.
 - Se repelen.
 - Aparece un flujo de electrones por el conductor hasta que se descargan.
- 1.3.** La electricidad existe gracias a que:
- El electrón posee carga y movilidad.
 - El protón posee carga y movilidad.
 - Los electrones poseen carga positiva.
- 1.4.** El generador en un circuito eléctrico:
- Produce un consumo de energía eléctrica.
 - Es un elemento de control del circuito.
 - Produce una diferencia de cargas entre sus polos e impulsa a moverse a los electrones.
- 1.5.** ¿Cuál es el símbolo y la unidad de la tensión e intensidad de la corriente, respectivamente?
- W (vatio), A (voltio).
 - V (voltio), A (amperio).
 - W (vatio), mA (miliamperio).
- 1.6.** Calcula la intensidad de corriente que ha fluido por un conductor si, en 2 minutos y 20 segundos, se han trasladado $18,9 \cdot 10^{18}$ electrones.
- 1.7.** Para el transporte de electricidad a grandes distancias se utiliza:
- La corriente continua.
 - La corriente alterna.
 - Líneas de alta tensión.
 - Líneas de baja tensión.
- 1.8.** Indica cuál de estas afirmaciones es cierta:
- Los conductores empleados en las líneas de alta tensión suelen ser de cobre.
 - Los generadores utilizados habitualmente en las centrales eléctricas son los alternadores trifásicos.
 - Los transformadores eléctricos pueden funcionar tanto en corriente continua como alterna.
- 1.9.** El sistema que convierte la luz solar en energía eléctrica se realiza mediante:
- Cristal piezoeléctrico.
 - Paneles termosolares.
 - Paneles fotovoltaicos.
- 1.10.** La fuerza electromotriz de un generador se mide en:
- Amperios.
 - Voltios.
 - Culombios.

Actividades de ampliación



- 1.1.** Consulta en el MATERIAL WEB que se ha elaborado para este texto el documento: «**Simbología eléctrica**», donde podrás encontrar los símbolos más utilizados en el sector eléctrico y pertenecientes a las normas UNE e IEC.



- 1.2.** Busca en internet información sobre los diferentes tipos de centrales eléctricas. Realiza una clasificación de ellas, explica brevemente su funcionamiento y ordénalas por orden de importancia.

1.3. Consulta en el MATERIAL WEB que se ha elaborado para este texto el documento: «**Magnitudes y unidades de medida**», donde podrás encontrar un cuadro resumen de la denominación de las magnitudes del Sistema Internacional con sus símbolos y sus unidades de medida.

Una vez leído dicho documento, realiza un cuadro resumen de las magnitudes de tipo eléctrico y magnético más utilizadas en este texto.

En la Tabla 1.3 se muestra, como ejemplo, cómo podría ser dicho cuadro resumen.

Tabla 1.3. Cuadro resumen de las magnitudes de tipo eléctrico y magnético

Magnitud	Símbolo	Unidad de medida	Símbolo
Capacidad condensador	C	Faradio	F
Capacidad acumulador	Q	Amperio hora	Ah
Carga eléctrica	Q	Culombio	C
Conductancia	G	Siemens	S
Conductividad	γ	Siemens por metro	S/m
Energía	E	Julio	J
Flujo magnético	Φ	Weber	Wb
Fuerza electromotriz	E	Voltio	V
Frecuencia	f	Hercio	Hz
Impedancia	Z	Ohmio	Ω
Inductancia	L	Henrio	H
Inducción magnética	B	Tesla	T
Intensidad campo magnético	H	Amperio por metro	A/m
Intensidad de corriente	I	Amperio	A
Periodo	T	Segundos	s
Potencia activa	P	Vatios	W
Potencia aparente	S	Voltioamperio	VA
Potencia reactiva	Q	Voltioamperio reactivo	VAR
Reactancia	X	Ohmio	Ω
Reactancia inductiva	X_L	Ohmio	Ω
Reactancia capacitiva	X_C	Ohmio	Ω
Reluctancia	R	Amperio por Weber	A/Wb
Rendimiento	η	%	
Resistencia eléctrica	R	Ohmio	Ω
Resistividad	ρ	Ohmio por metro/metro cuadrado	$\Omega \cdot m/m^2$
Tensión eléctrica	U	Voltios	V
Velocidad angular	ω	Radián por segundo	rad/s
Velocidad lineal	V	Metros por segundo	m/s