

Fundamentos de electricidad y electrónica

INTRODUCCION

Generalmente no prestamos atención a las comodidades de nuestra vida cotidiana. Estamos acostumbrados a considerar algo natural el hecho de despertarse con música, encender la luz, ducharnos con agua caliente, tomar el desayuno, ir al trabajo en coche, autobús o metro, manejar una máquina eléctrica de escribir, una calculadora, una máquina automática,... Ni siquiera damos importancia a la televisión en color, al videotexto, a las ventajas del video y al disfrute del sonido en alta fidelidad. En verano podemos saborear mejor los alimentos o las bebidas si los tenemos guardados en el refrigerador e incluso podemos almacenarlos en el congelador durante muchos meses. Por otro lado, los hornos de microondas cuecen en pocos minutos un exquisito plato que, siguiendo los métodos tradicionales tardaría en estar listo algunas horas. Tampoco las conquistas espaciales suscitan ya un interés especial como no sea en el sentido de confirmar los planes y los objetivos ya anticipados por los países que los dirigen, aunque es de destacar las mejoras logradas en la recepción del sonido y de la imagen en este campo.

Pero, a pesar de todo, el hombre aspira a ampliar sus conocimientos y sus movimientos, no se conforma con ser un sujeto pasivo al que «se lo dan todo hecho» y no tiene más que acomodarse y esperar a percibir los avances tecnológicos con sólo apretar un botón. Una de las maneras de lograrlo es la participación directa en las comunicaciones, básicamente en dos campos: la *banda ciudadana* y la *radiocomunicación*. Mientras el primero se mueve en un radio de acción relativamente reducido, el segundo se comunica con cualquier punto del globo mediante ondas de radiofrecuencia directamente en unos casos, aprovechando la reflexión que sufren las ondas en la atmósfera o indirectamente, empleando los satélites destinados a favorecer este tipo de telecomunicaciones.

Esto que parece lo más normal no ha sido así siempre, desde que el hombre comenzó a utilizar el fuego hasta nuestros días han tenido lugar una serie de descubrimientos que han hecho evolucionar considerablemente la vida y las posibilidades de adaptarse al medio que nos rodea.

LA ELECTRICIDAD Y LA ELECTRONICA

Si en unas primeras etapas de la vida los pueblos necesitaban de los esclavos para mejorar sus condiciones de existencia, en la actualidad son la Electricidad y la Electrónica las que están «a las órdenes» del hombre, haciéndole más cómoda su vida sobre la Tierra.

Hagamos un poco de historia.

Aunque la electricidad es algo que se conoce desde mucho antes de J.C. su aprovechamiento a nivel industrial y doméstico comenzó a finales del pasado siglo cuando la electricidad y los motores sustituyeron paulatinamente a la máquina de vapor.

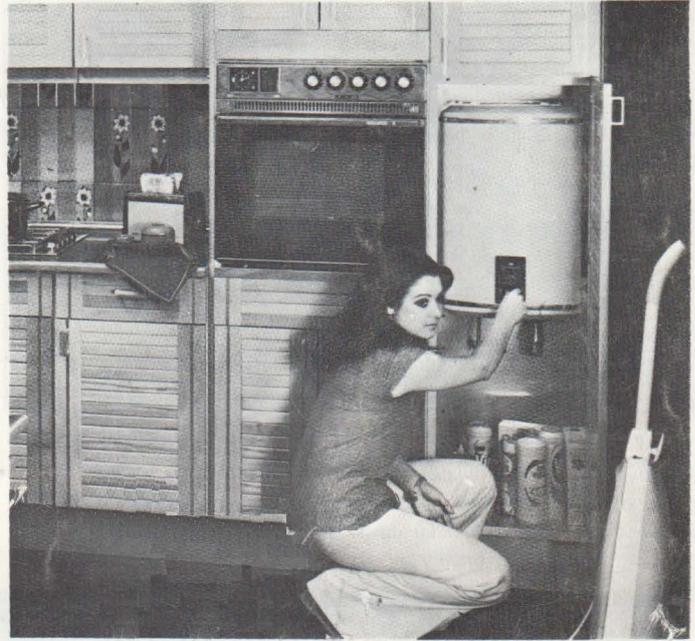


Figura 94. La diversidad de electrodomésticos que usamos habitualmente es enorme. Todos ellos tienen una cosa en común: deben ser alimentados con energía eléctrica. Por lo general se trata de corriente alterna de 220 voltios, cuya generación estudiaremos en una próxima lección.

El ámbar es una resina fósil que presenta la propiedad de atraer pequeños objetos tales como corcho y saúco cuando ha sido frotado. Tales de Mileto descubrió esta propiedad en el siglo VI antes de J.C. pero el conocimiento moderno arranca del siglo XVI cuando Gilbert encontró esta misma propiedad en otras sustancias como el vidrio, el lacre y el azufre.

En la antigüedad, los griegos conocían el ámbar con el nombre de *elektron* y de ahí deriva la palabra *electricidad* que significa la fuerza contenida en el ámbar y que es capaz de atraer objetos de poco peso.

El que la electricidad pasara de ser una curiosidad atrayente a motor de la civilización ha supuesto el esfuerzo de un gran número de hombres de ciencia en los últimos trescientos años.

Galvani observó en 1791 la contracción que sufrían las patas traseras de una rana muerta al frotar determinados músculos, debido a la corriente eléctrica generada por el roce de estos músculos. De ahí surgió el apoyo de Volta para verificar que existía una *diferencia de potencial* entre dos placas de metales y diferentes, lo que daba paso al primer *generador eléctrico* y a la posibilidad de establecer una *corriente eléctrica*.

Una vez que el hombre es capaz de generar una corriente eléctrica se suceden las investigaciones hacia los diferentes campos de aplicación haciendo que nuevos descubrimientos se sumen a los ya efectuados. En 1800, von Ritter

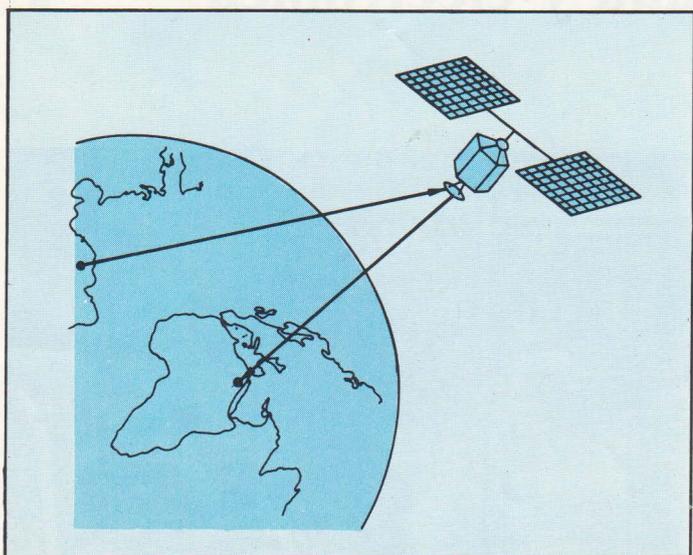


Figura 95. Los satélites permiten las comunicaciones a larga distancia, incluso entre los extremos opuestos del planeta.

observa los efectos químicos de la electricidad. Faraday descubre en 1833 la inducción eléctrica y con ello se sienta el principio de los motores eléctricos.

La transformación de la luz en calor fue descubierta por Joule, lo que dará paso a la utilización de agua caliente a voluntad, estufas, etc.

En 1867 Siemens construye la primera dinamo, hecho que permite a Edison comprobar el funcionamiento de la lámpara de incandescencia en 1879. Con anterioridad Goebel había desarrollado un tipo de lámpara de incandescencia, pero en aquella época no era factible disponer de una fuente de corriente suficientemente importante y de una forma continuada.

Siguen apareciendo investigadores que estudian los fenómenos conocidos y aparecen las leyes de Coulomb, Ohm, Lenz, Faraday, denominadas así en honor de quienes las formularon inicialmente.

A partir de este punto surgen los descubrimientos que iban a propiciar la aparición de la radio. Maxwell formuló en 1860 la teoría electrónica de la luz, teoría en la que se apoyó Hertz para demostrar en 1886 que las vibraciones eléctricas se propagan en forma de *ondas electromagnéticas* —ondas hertzianas— sin ningún soporte metálico cuando la frecuencia alcanza un valor determinado.

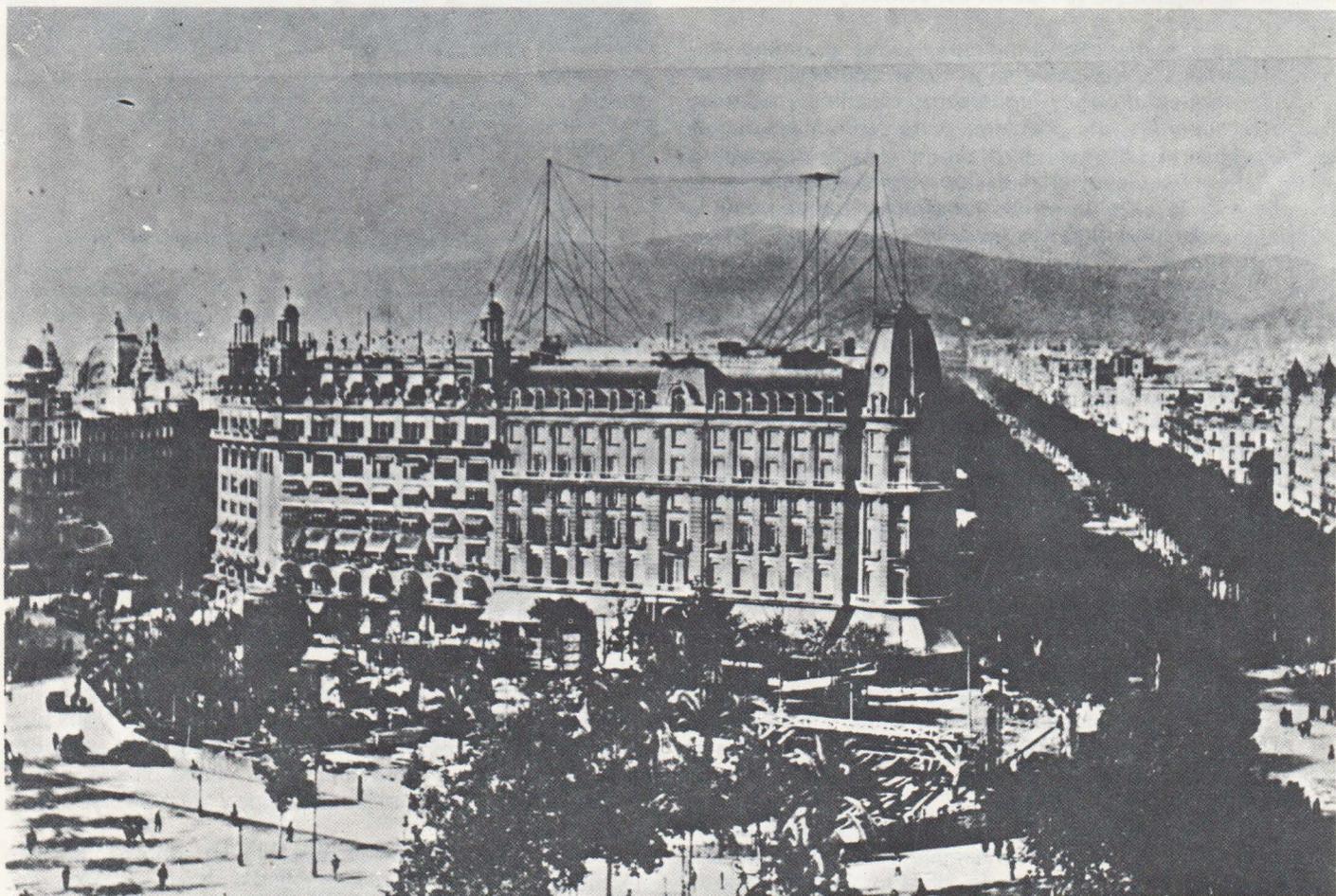


Figura 96. Edificio del hotel Colón, en la Plaza de Cataluña de Barcelona, donde el día 14 de noviembre de 1924 se inauguró la primera emisora de España: EAJ1. Puede observarse el complejo arriostrado de los postes, de 30 metros de altura que soportan la antena.

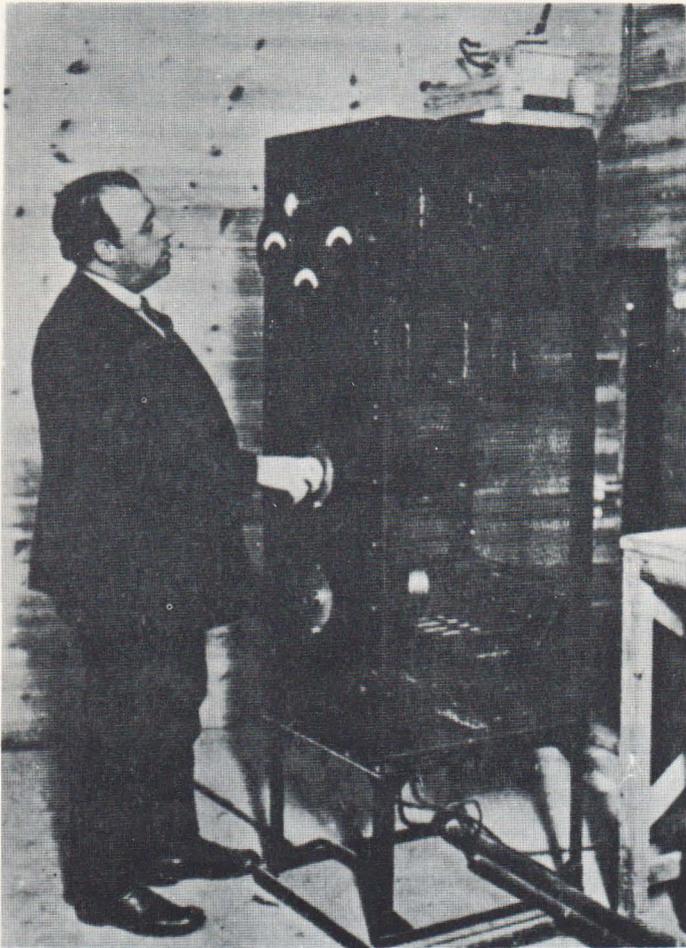


Figura 97. El ingeniero D. José M.^a de Guillén-García, fundador y primer director de Radio Barcelona, manipulando la primera emisora, un equipo Wester de 100 vatios.

Marconi perfeccionó la técnica de Hertz inventando la antena transmisora en 1895 y consigue transmitir a grandes distancias vibraciones de alta frecuencia con lo que nace la transmisión telegráfica.

Fueron los aficionados a la radio quienes inauguraron el campo de ondas cortas en 1920, lo que permitió la comunicación entre los continentes en 1927. Este paso fue posible gracias a la aparición de la válvula termoiónica diodo en 1904 y, sobre todo, del triodo en 1906 por De Forest. A las primeras estaciones emisoras de pocos vatios de potencia suceden emisoras de varios cientos, incluso miles de kilovatios, capaces de aportar a las ondas de radio la energía suficiente para alcanzar los puntos más distantes del globo.

El primitivo aficionado a la escucha de la radio ha pasado del histórico receptor de galena, limitado y que captaba una gran cantidad de ruidos, a manejar unos cómodos botones de mando en unos nuevos receptores capaces de sintonizar muchas emisoras y con una fidelidad creciente día a día.

Es entonces cuando surge la pregunta ¿por qué no transmitir también la imagen? La respuesta no se hace esperar y cuando es posible la exploración y reproducción de

una imagen por medios electrónicos, la televisión ya es un hecho.

Las investigaciones en el campo de la Electrónica se suceden ininterrumpidamente. Inventos como el *radar*, *sonar*, *videoteléfono*, *automatismos industriales*, *ordenadores*, por citar algunos de los muchos ejemplos posibles, han ido apareciendo sucesivamente con el desarrollo de los componentes, especialmente de los semiconductores y, de entre ellos, los *circuitos integrados*.

La Electrónica ha hecho posible la aparición de sofisticados emisores y receptores de corto alcance para emplearlos dentro del campo de la banda ciudadana. En otro campo, la radioafición ha mantenido un incremento notable desde sus orígenes hasta la actualidad. Los primeros receptores con detección por galena requerían del radioaficionado una gran pericia para funcionar y éste llegaba incluso a fabricarlos. Naturalmente, la técnica ha ido evolucionando desde los tipos de antenas hasta la calidad y potencia del equipo. El radioaficionado, en su afán de ir más lejos llega a apoyarse incluso en satélites preparados especialmente para este tipo de transmisión.

Acabamos de dar un breve repaso a lo que supone la Electrónica en estos últimos años y si hemos hablado de la existencia de máquinas y equipos esto supone disponer de medios para obtener la energía necesaria para alimentarlos, lo que obliga a producirla, almacenarla y distribuirla hacia los diferentes lugares en donde sea necesaria. Es precisamente en este punto donde interviene la Electricidad.

Ya tenemos una primera aproximación de lo que es la Electricidad, ahora trataremos de ampliar estos conceptos para que pueda comprenderse mejor la forma de producirla y los canales o formas de distribución, desde los puntos en donde se genera hasta llegar al enchufe en el que conecta el receptor.

La electricidad es una forma de energía debida al movimiento de los electrones, que se produce por diversos medios y que se manifiesta por medio de fenómenos químicos, mecánicos o caloríficos.

LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

La energía existe en la naturaleza de muy diversas formas. Para convertir en electricidad los diferentes tipos de energía es necesario actuar sobre ellos y efectuar la transformación. Fijémonos en el siguiente cuadro en donde resumimos los principales sistemas actuales de obtención de electricidad y en donde la denominación viene determinada por el origen o fuente empleada para conseguirla.

Fuente	Tipo de energía
Agua	{ Hidroeléctrica Mareomotriz

(Sigue en la página siguiente)

Fuente	Tipo energía
Combustión térmica	{ Carbón Fuel oil
Calor del subsuelo	Geotérmica
Viento	Eólica
Transformaciones atómicas	{ Fisión nuclear Fusión nuclear
Sol	Solar

Hagamos una breve semblanza de estos tipos de energía.

Agua

El agua permite obtener energía eléctrica mediante dos procedimientos, transformando la energía que posee una masa de agua al caer desde una cierta altura: *energía hidroeléctrica* (figura 98), o aprovechando el movimiento del mar y la diferencia de niveles que ocupa el agua según las mareas: *energía mareomotriz* (figura 100). De todos son conocidos los embalses que retienen el agua de los ríos y cómo existen en la mayoría de ellos centrales hidroeléctricas que aprovechan la energía mecánica del agua cuando, en su caída, hace girar unas turbinas asociadas a unos alternadores. Sucede lo propio en una central mareomotriz. El flujo y reflujo de la marea hace girar las paletas de unas turbinas

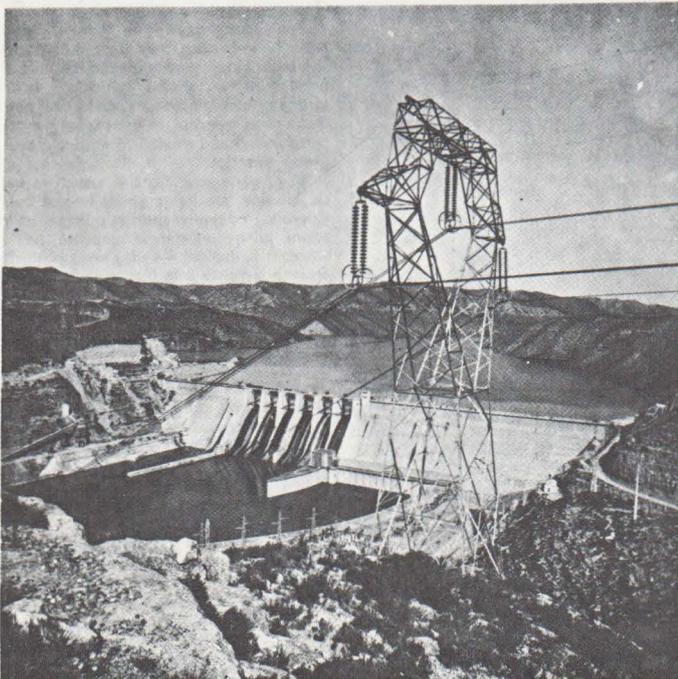


Figura 98. Aspecto que presenta una central hidroeléctrica. Detalle de la sección de la presa. El agua a presión acciona la turbina para producir energía eléctrica.

que comunican su giro a los alternadores. Mediante los sistemas de conmutación necesarios puede aprovecharse el giro de las paletas en un sentido u en otro y así aprovechar tanto la subida como la bajada de la marea. Una de las centrales más importantes de este tipo es la representada en la figura 100.

Ambos casos presentan similitudes, se ha transformado la energía mecánica de la caída o del movimiento del agua en energía eléctrica.

Combustión

La presión de los gases procedentes de la combustión también puede accionar las paletas de una turbina y con ello obtener energía eléctrica en los alternadores (figura 99). Básicamente son dos los combustibles empleados: el carbón y el *fuel oil*. Las centrales térmicas que utilizan carbón se suelen instalar cerca de la boca de la mina, aprovechando el de menor calidad y que ordinariamente no admite otras aplicaciones industriales. El *fuel oil* obtenido como subproducto de la destilación del petróleo se utiliza por su gran poder calorífico, quemándose solo o mezclado con carbón.

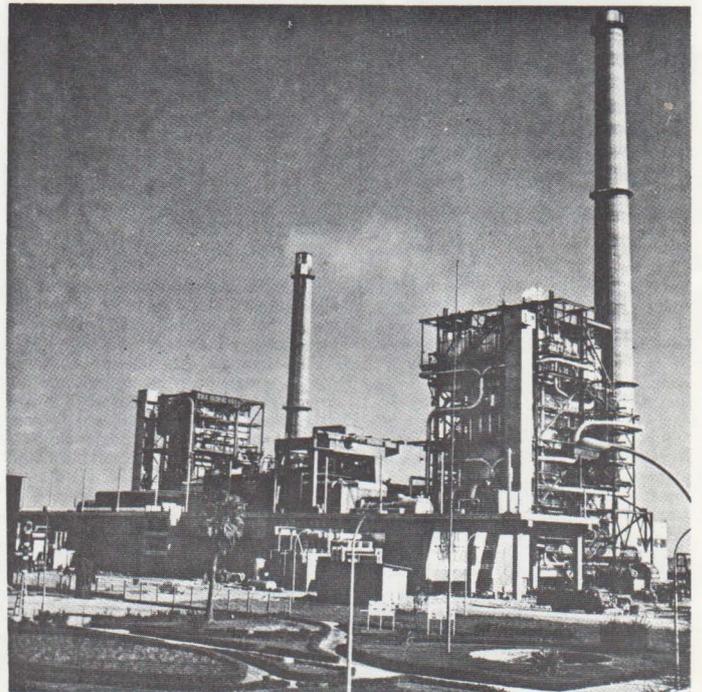


Figura 99. La energía eléctrica puede obtenerse de diferentes maneras: entre ellas hay que citar las centrales térmicas, en las que se aprovecha el vapor de agua producido como consecuencia de la combustión del carbón o del petróleo. La ilustración de esta fotografía corresponde a la central térmica del Besós, en las proximidades de Barcelona.

Calor del subsuelo

El interior de la Tierra alberga materiales en estado de fusión que alcanzan temperaturas muy elevadas. Existen

zonas en las áreas volcánicas en las que esas temperaturas pueden alcanzarse muy cerca de la superficie y son accesibles mediante perforaciones en la corteza. Aunque la cantidad de calor es considerable, y su empleo se localiza en lugares muy determinados, su aprovechamiento queda justificado porque suelen ser lugares aislados y alejados de los centros de producción de energía eléctrica.

Viento

La fuerza mecánica del viento ya se ha utilizado desde hace muchísimo tiempo, sin embargo, hasta la aparición del alternador no se aprovecha con fines de producción de energía eléctrica. Basta asociar el eje solidario con las aspas al elemento móvil del alternador y el giro de éstas produce corriente alterna (figura 101). Estas centrales eléctricas se denominan *eólicas*.

Transformaciones atómicas

El futuro avanza a pasos agigantados y las principales fuentes de energía, carbón y petróleo, se están agotando con el transcurso de los años. Las investigaciones han progresado enormemente en el campo de la energía nuclear en dos

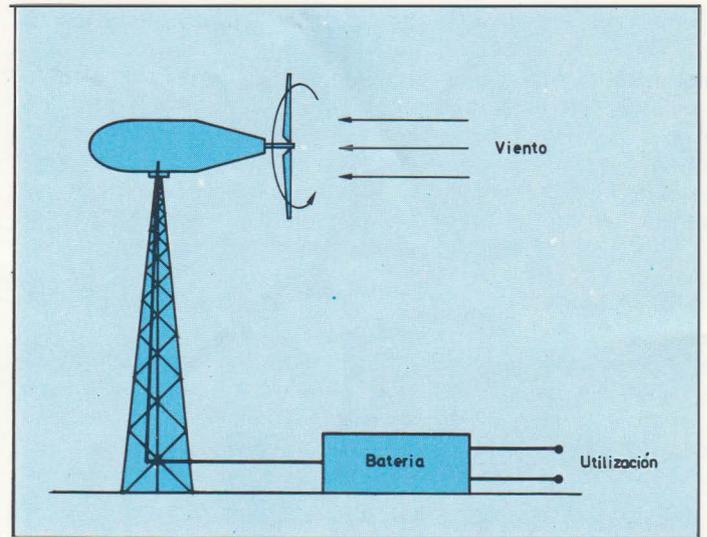


Figura 101. Dibujo esquemático de una central eólica.

caminos diferentes: *fisión* y *fusión* nuclear. Aunque por su nombre ambos conceptos parecen similares, en realidad re-

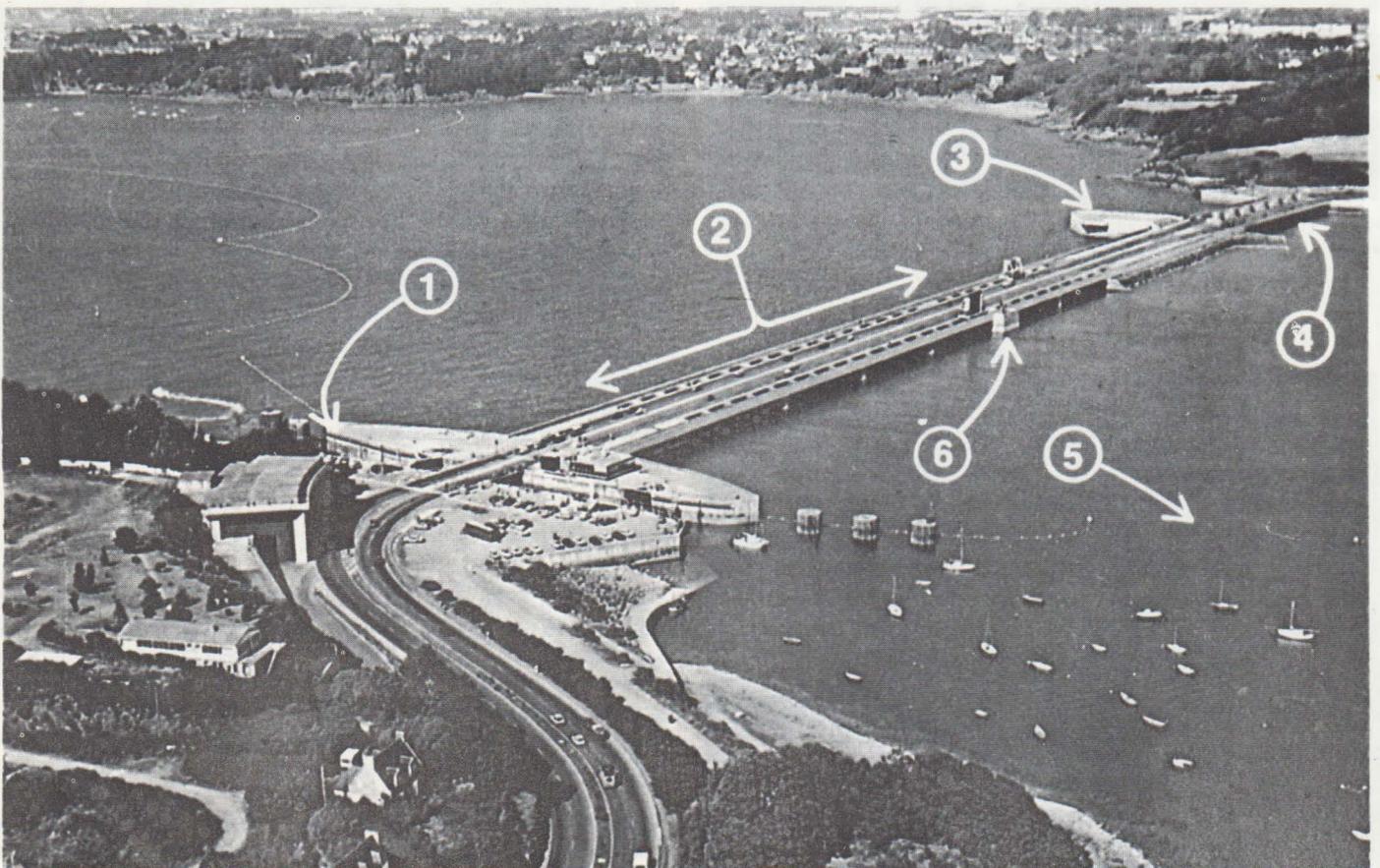


Figura 100. Vista aérea de la disposición general de una central mareomotriz (Francia). En el proyecto para hacerla navegable se incluye una esclusa de 65 m de largo por 13 de ancho (1), la planta en sí que comprende 24 turbogeneradores axiales de flujo (2), un dique relleno de roca de 163 m de longitud (3) y una sección de compuertas con seis puertas de 15 x 10 m que le confieren una capacidad total de descarga de 9.600 m³/s bajo un nivel de 5 m (4), la dársena de almacenamiento (5) y una bahía de control (6).

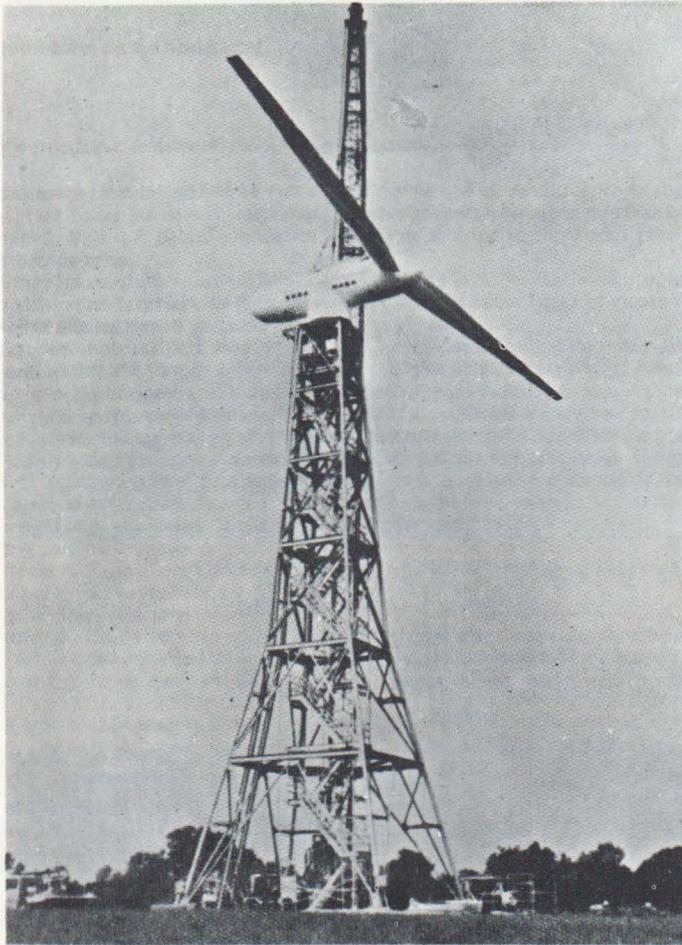


Figura 102. El viento permite obtener energía eléctrica porque mueve las aspas y éstas arrastran el eje de un alternador (centrales eólicas).



Figura 103. Las centrales nucleares obtienen electricidad a partir de la transformación de la materia en energía. La central nuclear de Vandellós (Tarragona), a orillas del Mediterráneo, es un ejemplo de instalación para obtener energía por este medio.

presentan métodos opuestos, como veremos seguidamente.

La fisión nuclear *descompone* el átomo y transforma en energía la materia sobrante. La fusión nuclear *agrupa* átomos y transforma en energía el excedente de materia (figura 103).

Solar

Ultimamente está tomando un auge considerable la energía eléctrica obtenida por transformación de la energía recibida del Sol (energía solar fotovoltaica). La fuente de energía es prácticamente inagotable y el hecho de que su obtención no sea contaminante ni peligrosa hacen que se esté generalizando su empleo a la par que aumenta el rendimiento de los generadores.

A diferencia de los métodos citados que están adecuados, en principio, para generar corriente alterna, las centrales de energía solar producen corriente continua que luego puede transformarse en corriente alterna si las necesidades así lo exigen (figura 104).

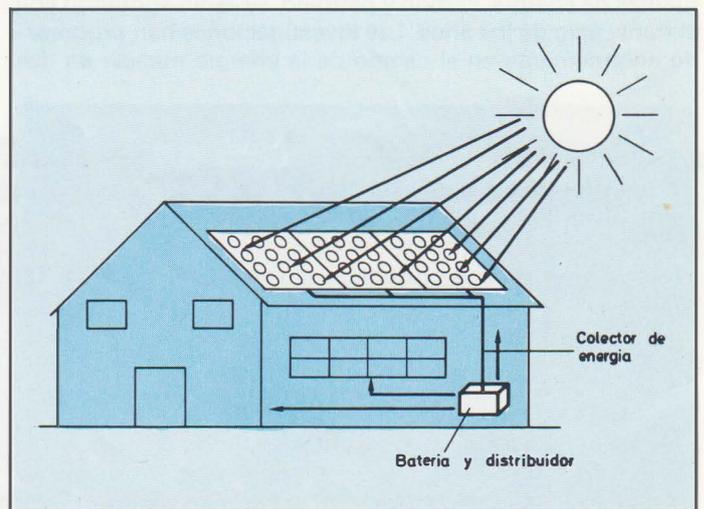


Figura 104. Cada día está tomando un auge mayor la energía fotovoltaica que transforma en energía eléctrica la energía que recibimos del Sol. En este dibujo puede verse una aplicación en una vivienda de fin de semana.

EL TRANSPORTE DE LA ENERGIA ELECTRICA

Cualquiera de los métodos citados produce energía eléctrica de valores de tensión muy bajos, prácticamente los que necesitamos para el consumo, pero la corriente eléctrica sufre unas pérdidas considerables en el transporte, de ahí que sea necesario transformarla en otra corriente de tensión muy elevada —algunas decenas de miles de voltios— que apenas tiene pérdidas en su traslado a distancias de cientos de kilómetros.

Esta primera operación, paso de la baja tensión (BT) o alta tensión (AT) se realiza en las *estaciones transformadoras* existentes en los mismos centros productores de energía. A partir de la baja tensión proporcionada por la fuente de energía, los *transformadores elevadores* proporcionan la alta tensión que se aplica a los cables conductores, quienes

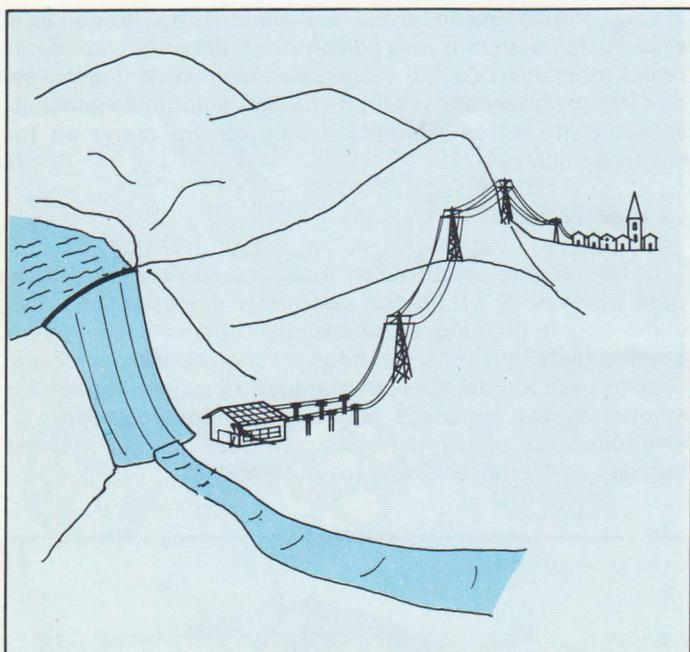


Figura 105. La energía eléctrica ha de llevarse desde los centros de producción, las centrales eléctricas, hasta los centros de consumo.

soportados por las clásicas torres y postes que observamos en nuestros campos y bosques, llevan la energía eléctrica a los centros de consumo (figura 105). Allí otros *transformadores reductores* dejan la tensión a los valores que necesita la industria y el consumo doméstico (normalmente 380 y 220 voltios, respectivamente).

EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

La electricidad ha llegado a todos los puntos en los que es necesaria, ahora bien, para cualquiera de nosotros su utilidad está en función de las aplicaciones para las que está destinadas. Observemos la siguiente clasificación de las principales aplicaciones de la electricidad según el tipo de efectos considerados.

Efecto {
 Calor
 Luz
 Magnetismo
 Electrólisis
 Alimentación

La figura 106 presenta una idea gráfica de las aplicaciones en las que se centra principalmente la energía eléctrica.

Efecto calorífico

El simple hecho de que circule una corriente por un hilo conductor ya ocasiona un aumento de temperaturas en el mismo. Este fenómeno se aprovecha de muy variadas formas pero las que son más comunes a nuestra vida son: estufas, cocinas, calentadores de agua, planchas, soldador, etc.

Efecto luminoso

Es la aplicación más conocida de la electricidad. De todos es conocido este tipo de efecto, las lámparas incandescentes, las fluorescentes, las de vapor de sodio, mercurio u otro tipo de gas, etc., están presentes en nuestro trabajo, en la vivienda o en nuestros momentos de ocio. Gracias a este fenómeno podemos decir que las noches se han convertido en días con sólo accionar un interruptor.

Efecto magnético

Un conductor recorrido por una corriente eléctrica actúa como un imán; se denomina *electroimán* porque cuando cesa el paso de corriente también desaparece este efecto. Las aplicaciones de los electroimanes pueden generalizarse en un inmenso campo, del que destacamos: los motores eléctricos, los relés, contactores, etc.

La alimentación

Entendamos que el término no se refiere a la nutrición en cualquiera de los campos en que ésta interviene, sino al suministro de energía a los diferentes equipos y aparatos. En este apartado pueden incluirse todos los emisores y

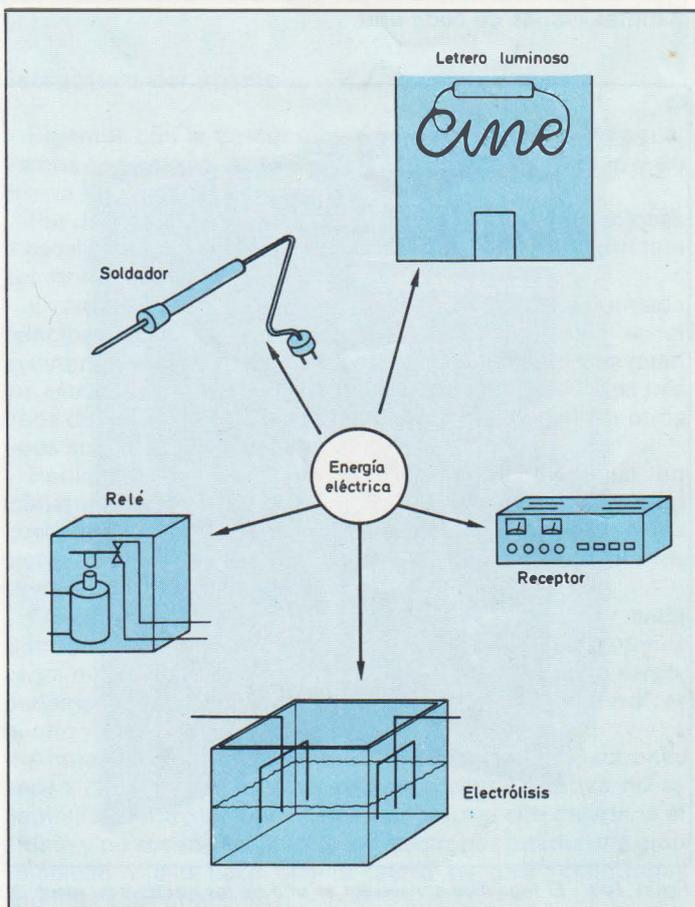


Figura 106. Este grupo de figuras resume algunos de los efectos más importantes de la corriente eléctrica.

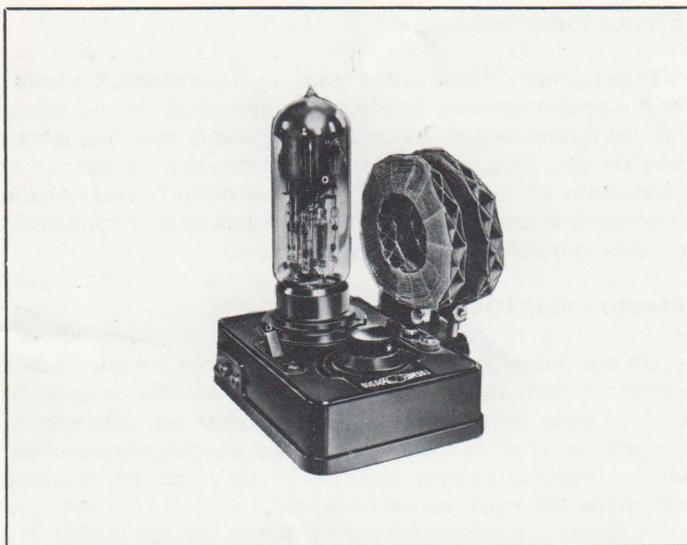


Figura 107. Los primeros receptores de «galena» dieron paso a una segunda generación de aparatos igualmente muy simples, que utilizaban válvulas termoiónicas y voluminosas bobinas de sintonía.

receptores de radio, electrodomésticos, máquinas herramientas, etc., todos ellos llevan una etapa preparada para proporcionar las tensiones y corrientes necesarias a las distintas etapas de cada uno.

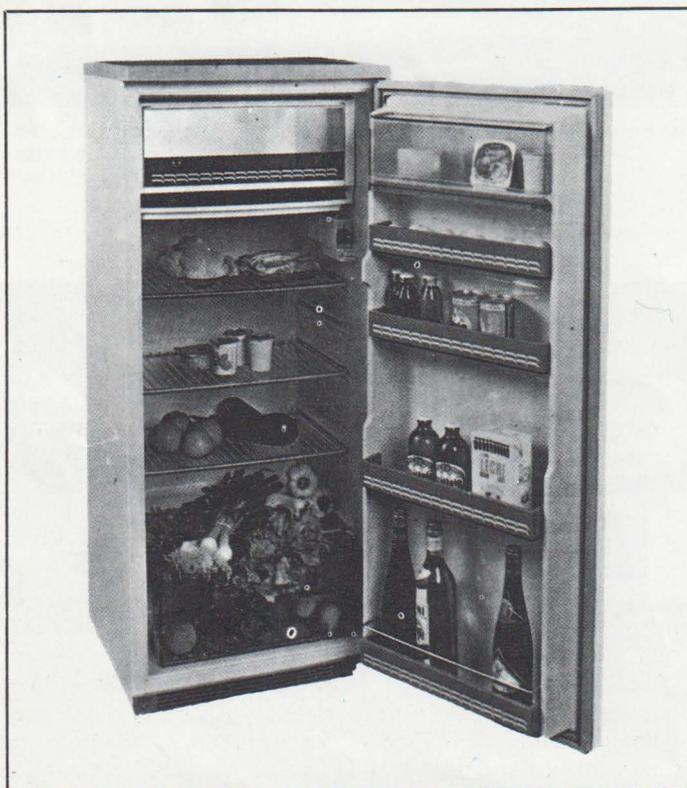


Figura 108. El frigorífico-congelador es uno de los electrodomésticos de mayor consumo en nuestro país, con unos índices de saturación de mercado próximos al 90 %. También estos aparatos necesitan energía eléctrica para poder funcionar.

Esta amplia visión sobre los efectos de la corriente eléctrica la trataremos más adelante con detenimiento. Basta por el momento que Vd. tenga una idea clara del concepto de electricidad y de los campos de aplicación más generalizados, tanto en lo referente a la industria como en los electrodomésticos.

La electrólisis

Si la corriente eléctrica, en forma de corriente continua, pasa a través de un líquido conductor es capaz de actuar como agente químico, descomponiendo sustancias y recubriendo metales. Como ejemplos prácticos podemos citar la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno; entre los recubrimientos metálicos el cromado, niquelado, etc. La electrólisis se utiliza también para recargar las clásicas baterías de plomo-ácido de los automóviles.



Figura 109. Los clásicos secadores de cabello son otro más de los electrodomésticos de uso frecuente que precisan de la energía eléctrica para su funcionamiento.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Todos los objetos y sustancias que nos rodean están constituidos por materia. El agua, el aire, un libro, un lápiz, un cristal, etc., son diferentes formas que toma la materia ya que ésta se presenta ante nosotros de tres modos o estados diferentes: *sólido, líquido o gaseoso*.

Demócrito, cinco siglos antes de J.C., dio una primera idea acerca de la constitución de la materia. Tomó en sus manos una porción de tierra, un terrón, y fue desmenuzándolo en trozos cada vez más pequeños hasta reducirlos a polvo. El polvo seguía conservando las propiedades de la tierra porque agrupando muchas partículas de éste podía reconstruirse el primitivo terrón. Este polvo podía hacerse de tamaños más reducidos hasta que por procedimientos

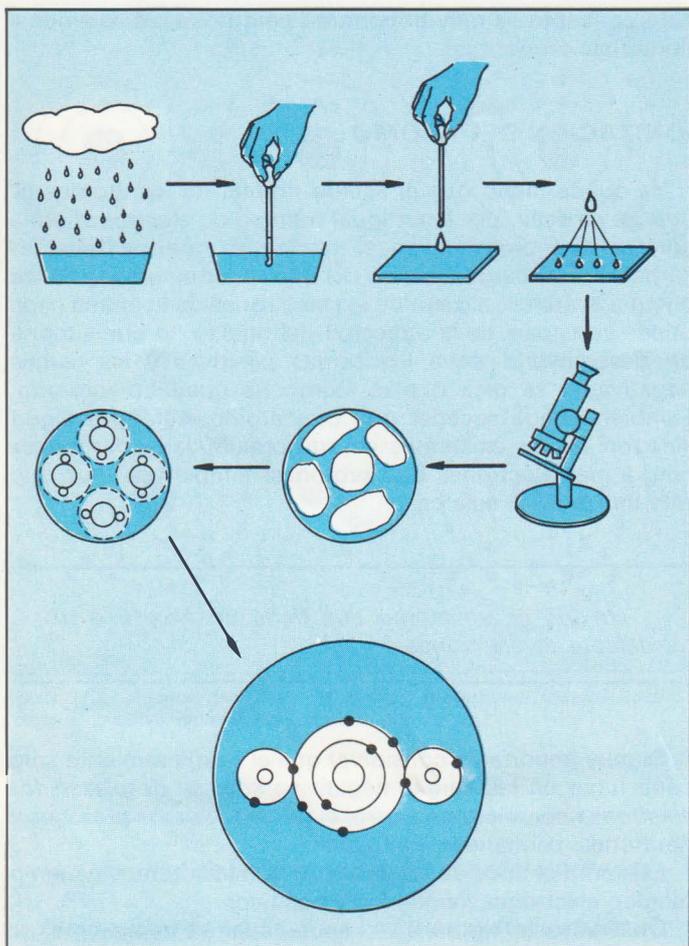


Figura 110. Estudio de la estructura de la materia.

físicos se hubiese llegado al límite de la división. A estas últimas partículas las llamó *átomos*, que en griego significa *indivisible*.

Las modernas técnicas permiten reconstruir este experimento con cualquier sustancia.

Molécula

Recojamos una cantidad de agua de lluvia (agua pura, libre de sales minerales y de cloro) y realicemos sucesivas divisiones por medios físicos. Separaríamos gotitas de agua cada vez más pequeñas hasta que ya no hubiera medio de conseguir una nueva subdivisión, estaríamos ante lo que conocemos por la denominación de *molécula*.

La figura 110 muestra una hipotética descomposición de una gota de agua hasta llegar a observar la molécula de ésta. Todas las moléculas de un mismo cuerpo puro son iguales.

Atomo

Si seguimos aumentando el poder visual de un microscopio electrónico llegaríamos a ver que las moléculas de agua están aisladas entre sí y que están formadas por tres

partículas, dos iguales más pequeñas y una de mayor tamaño diferente de las anteriores. Estas partículas que pueden aislarse por medios químicos las conocemos por la denominación de *átomos*.

En la actualidad se conocen 106 elementos simples o átomos diferentes.

Las diferentes combinaciones de átomos dan lugar a todos los compuestos y, en definitiva, a la materia tal como la vemos a nuestro alrededor.

Los cuerpos pueden ser simples o compuestos según que sus moléculas estén formadas por átomos iguales o diferentes. Por ejemplo, el cobre, la plata, el aluminio, son cuerpos simples; la sal, el azúcar, el papel, son elementos compuestos.

Molécula es la parte más pequeña en que podemos dividir la materia por medios físicos de modo que conserve todas sus propiedades.

Atomo o elemento es la partícula, o partículas, que forman la molécula.

Estructura del átomo

Sigamos con la descomposición de la molécula de agua. Vemos que está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.

Por deducciones lógicas y mediante grandes ampliaciones a escala microscópica, llegaríamos a conocer la estructura del átomo.

El átomo posee en su interior una zona densa formada principalmente por los *protones* y los *neutrones* y en el exterior una serie de capas que lo envuelven en las que giran los *electrones*. Electrones, protones y neutrones son los tres tipos de partículas más importantes, y aunque existen otros tipos su estudio no compete a esta obra.

Podíamos asimilar el átomo a un sistema solar en miniatura. En el centro, lugar del Sol, colocaríamos el núcleo que contiene los protones y neutrones mientras que los planetas que giran alrededor estarían representados por los electrones. Véase a este respecto la figura 111.

En cada átomo normalmente hay un protón por cada electrón. Los *electrones tienen carga negativa* y los *protones carga positiva* y como los neutrones son partículas sin carga, podemos afirmar que *el átomo en su estado normal es neutro*.

Ahora bien, surge una pregunta, ¿por qué si los electrones tienen carga negativa y los protones carga positiva no se neutralizan entre sí? Sencillamente, porque ello destruiría el átomo y no sucede así porque los electrones giran a una gran velocidad y ello hace que la fuerza de giro (centrífuga) equilibre esta atracción.

Todos los electrones de los átomos no giran alrededor del núcleo a una misma distancia, ni siquiera lo hacen todos en

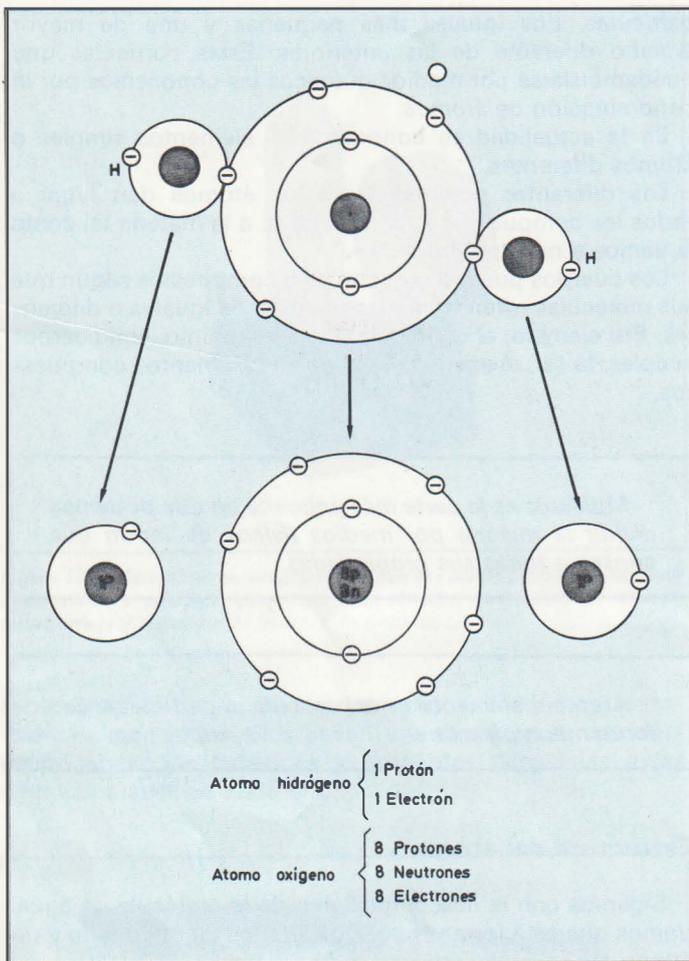


Figura 111. La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.

órbitas iguales, unos electrones describen órbitas circulares otros órbitas elípticas y siempre agrupados por capas según la energía que poseen.

Con el fin de facilitar la comprensión hemos simplificado el esquema del átomo representando el núcleo con unos números (el de los protones *P*, y el de los neutrones *N*) y cada una de las órbitas o «niveles de energía», por circunferencias concéntricas en las que se distribuyen todos los electrones que tiene cada uno de los átomos (figura 112). Las diferentes capas en las que podemos localizar los electrones de los átomos se representan por las letras K, L, M, N, O, P, Q, siguiendo un orden de alejamiento a partir del núcleo, tal como se representa en la figura 112.

Ya conocemos la configuración atómica de los dos elementos del agua, el hidrógeno y el oxígeno. Para abundar en ejemplos, exponemos en la figura 113 la configuración que presentan algunos de los átomos que serán familiares en su estudio: carbono, aluminio, cobre, germanio y silicio.

Los electrones permanecen en las órbitas definidas en función de la energía que poseen y no pueden saltar de una órbita a otra sin que medie una aportación de energía. Así, un electrón próximo al núcleo está más sujeto a la atracción de éste que un electrón de alguna de las capas más alejadas.

Este concepto es muy importante para nosotros; veamos a continuación por qué.

IONIZACION DEL ATOMO

Ya queda dicho que el estado normal de los átomos es *neutro*, es decir, por tener igual número de electrones en la corteza que protones en el núcleo se «neutralizan» las cargas. Sin embargo, cuando por una causa externa se aplica energía al átomo, alguno de los electrones de la última capa puede «escapar» de la atracción del núcleo, lo que supone un desequilibrio entre las cargas positivas y las cargas negativas y se dice que el átomo ha quedado *ionizado*. También puede suceder que otro átomo «retenga» algún electrón de los existentes en sus proximidades, entonces tendrá más electrones que protones; también se dice que está ionizado en este caso.

Un ion es un átomo que tiene un exceso o un defecto de electrones.

Es muy importante considerar que el desplazamiento sólo tiene lugar en las cargas negativas: *sólo se desplazan los electrones* de un átomo a otro; el núcleo, con los protones y neutrones, permanece inalterable.

Existen dos tipos de iones según que los átomos ganen o pierdan electrones: negativos y positivos.

Obsérvese la figura 114, en la cual se representa un átomo neutro (a), un ion negativo (b) y un ion positivo (c).

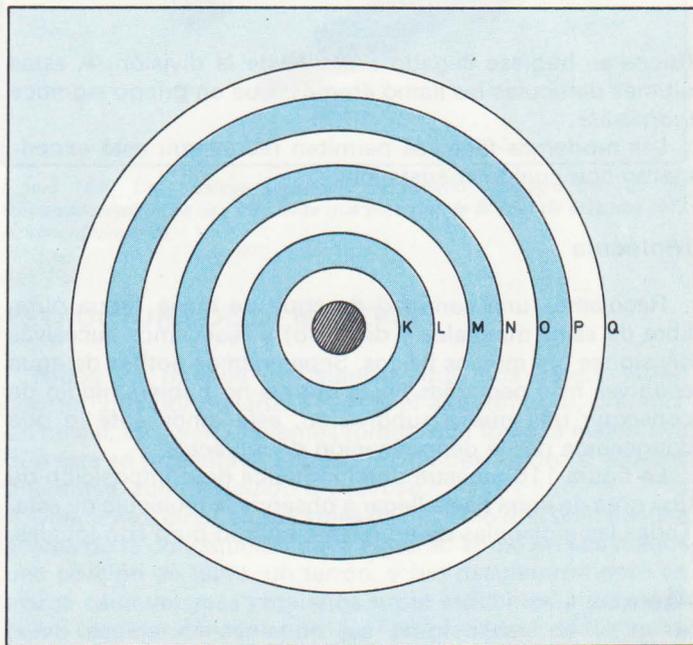


Figura 112. Dibujando todas las órbitas iguales, las capas donde se encuentran los átomos quedan representadas por las letras K, L, M, N, O, P y Q.

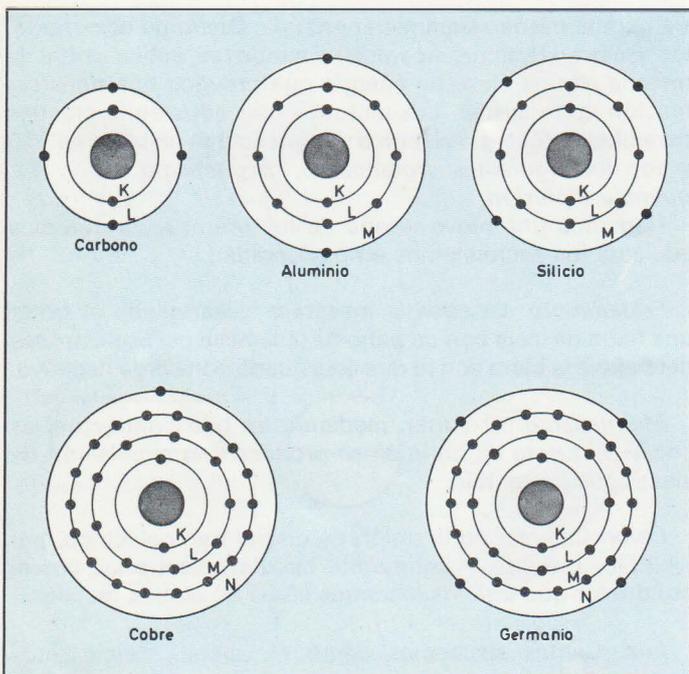


Figura 113. Representación de los átomos de carbono, aluminio, cobre, germanio y silicio. Nótese la distribución por cargas.

Ion negativo es un átomo que ha ganado electrones.

Ion positivo es un átomo que ha perdido electrones.

EL DESPLAZAMIENTO DE LOS ELECTRONES: CORRIENTE ELECTRICA

Los iones negativos se producen cuando un átomo capta algún electrón procedente de un átomo vecino. El átomo que ha perdido algún electrón se convierte en un ion positivo y queda en disposición de retener a su vez algún electrón libre o que pueda arrebatárselo a sus átomos vecinos. Si sucede esto último, el átomo que ha cedido un electrón tiende a cogerlo, a su vez, de otro átomo, lo que provoca un «desplazamiento continuo» de electrones.

Este proceso tiene lugar en una gran cantidad de cuerpos, especialmente los que conocemos con la denominación de *metales*, por ejemplo, cobre, plata, aluminio, etc.

Supongamos que a los extremos de un hilo de metal conductor, por ejemplo cobre, conectamos los bornes positivo y negativo de una pila. Un instrumento de medida acusaría una circulación de corriente, es decir, un trasiego de electrones a lo largo del conductor, que se interrumpe cuando separamos uno de los bornes de la pila ¿Seríamos capaces de imaginar qué ha sucedido?

Supongamos que podemos ampliar un pequeño fragmento de conductor hasta llegar a la escala atómica y que llegamos a ver cuatro átomos consecutivos, referenciados 1,

2, 3, 4, en la figura 115. El polo positivo de la pila atrae un electrón del átomo más próximo, el número 4, con lo que éste queda a falta de un electrón, se convierte en un ion positivo y tiende a robar otro electrón a su átomo más próximo, el número 3, con lo que, a su vez, éste queda con un electrón de menos y lo toma del átomo número 2 quien hace lo propio con el átomo número 1 y éste, al quedar en forma de ion positivo, tenderá a robarlo del átomo que quede a su izquierda. Repitiendo este proceso con todos los átomos, sería el polo negativo de la pila quien cedería un electrón al último átomo para que tomara de nuevo su estado neutro.

Fijémonos en el dibujo de la figura 115, donde resumimos lo sucedido en el interior del conductor. Un electrón que ha entrado por un extremo del conductor pasa sucesivamente de átomo en átomo hasta que sale por el extremo opuesto y regresa a la pila por el polo positivo. No es exactamente el mismo electrón el que circula por el interior del conductor de un extremo a otro, lo que sí sucede es que «entra» un

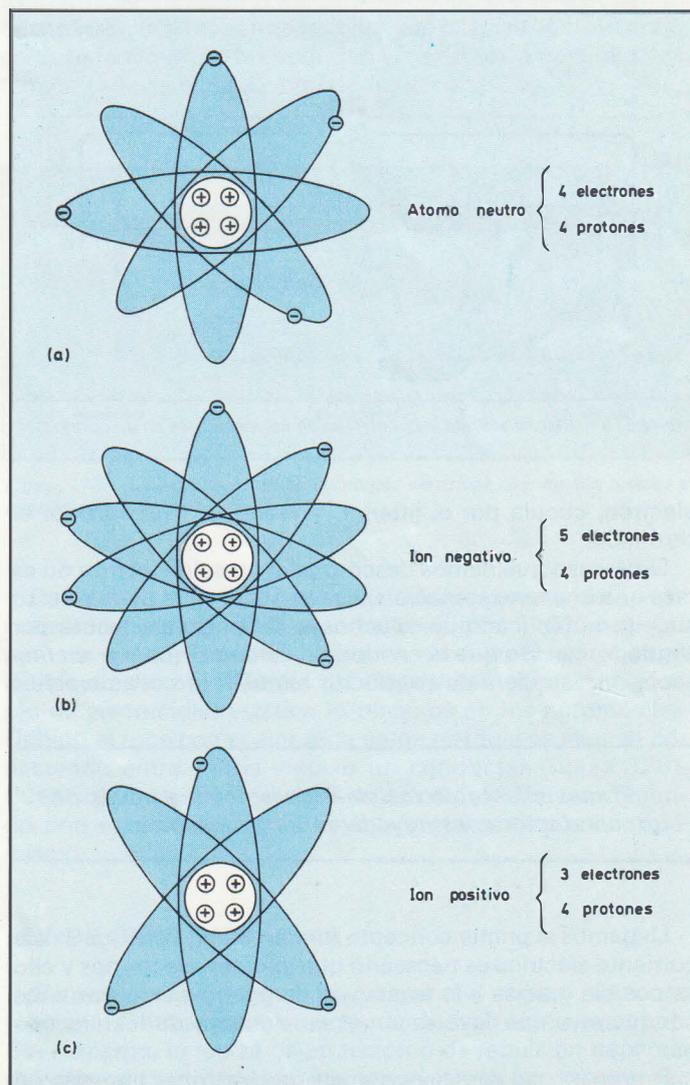


Figura 114. a) Representación de un átomo neutro; b) de un ion negativo; c) de un ion positivo.

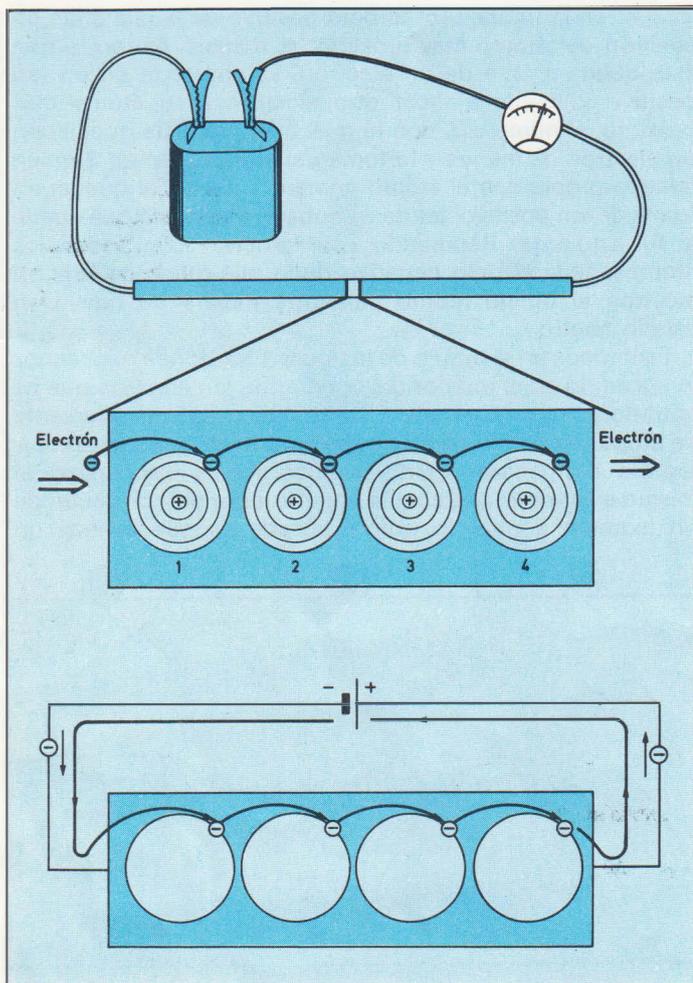


Figura 115. Mecanismo de la circulación de los electrones en un conductor.

electrón, circula por el interior, y «sale» un electrón por el otro lado.

El proceso que hemos descrito para un solo electrón no es más que una representación esquemática, en la práctica esto sucede multiplicado por muchos millones de electrones por segundo, puesto que la cantidad de átomos que hay en una sección cualquiera de conductor también es considerable.

El movimiento de los electrones libres a través de un conductor constituye la corriente eléctrica.

Llegamos al primer concepto fundamental: Para que exista corriente eléctrica es necesario que circulen electrones y ello es posible gracias a la existencia de agentes externos a los conductores que favorezcan el movimiento de los electrones.

El primer paso para la existencia de electrones libres en un conductor que den lugar a una corriente eléctrica puede conseguirse de muy diversas maneras aunque la finalidad es

siempre la misma, suministrar energía. Dicho de otro modo: los electrones libres aparecen cuando se aplica sobre la materia alguna clase de energía que provoca una transformación en la misma. Los métodos utilizados en la práctica para obtener energía eléctrica se representan en la figura 116 y son los siguientes: *frotamiento, magnetismo, calor, luz, química y presión.*

Hagamos una breve reseña de los mismos, ya que más adelante los estudiaremos en profundidad.

Frotamiento: La energía mecánica desarrollada al frotar una barra de lacre con un paño de lana hace pasar electrones del paño a la barra con lo que ésta queda con carga negativa.

Magnetismo: Al cortar, mediante un hilo conductor, las líneas de fuerza de un imán se produce una circulación de electrones por el hilo.

Calor: Calentando la unión de un par termoelectrónico, por ejemplo, bismuto y antimonio, circulan electrones por el conductor que une los extremos libres de ambos metales.

Luz: Ciertas sustancias como el selenio, silicio, etc., desprenden electrones al estar expuestas a la luz. Este fenómeno se aplica en las células fotoeléctricas y las fotovoltaicas.

Química: Dos metales diferentes, cinc y cobre, por ejemplo, separados por un medio ácido, pueden crear entre ellos una circulación de electrones.

Presión: Este método es menos utilizado a gran escala industrial aunque se emplea con pequeños utensilios, como mecheros manuales, encendedores de cocina, etc.

ELECTROSTATICA

Quando hemos citado los métodos para producir electrones libres, hemos comenzado por el más antiguo de todos ellos: la electricidad por frotamiento. Mediante este procedimiento conseguimos unos cuerpos con exceso de electrones (carga negativa) y otros cuerpos con falta de electrones (carga positiva).

Al frotar una barra de lacre con un paño de lana, esta última pierde electrones que gana el lacre, y de este modo tendremos dos cuerpos con diferentes cargas; el lacre con carga negativa y el paño de lana con carga positiva (figura 117).

Haciendo esta prueba con otras sustancias observaremos comportamientos similares. Frotando una barra de vidrio con un paño de seda, ésta «arranca» electrones del vidrio dejándolo con carga positiva y la seda queda, a su vez, con un exceso de electrones, o lo que es lo mismo, con carga negativa.

Si en cualquiera de las dos experiencias citadas ponemos en contacto el lacre con la lana y el vidrio con la seda, los electrones desplazados vuelven al lugar de origen y con ello se restablece el equilibrio inicial de cargas.

Hemos dado por sentado que tanto el lacre y la lana como el vidrio y la seda quedan con cargas diferentes, pero no lo

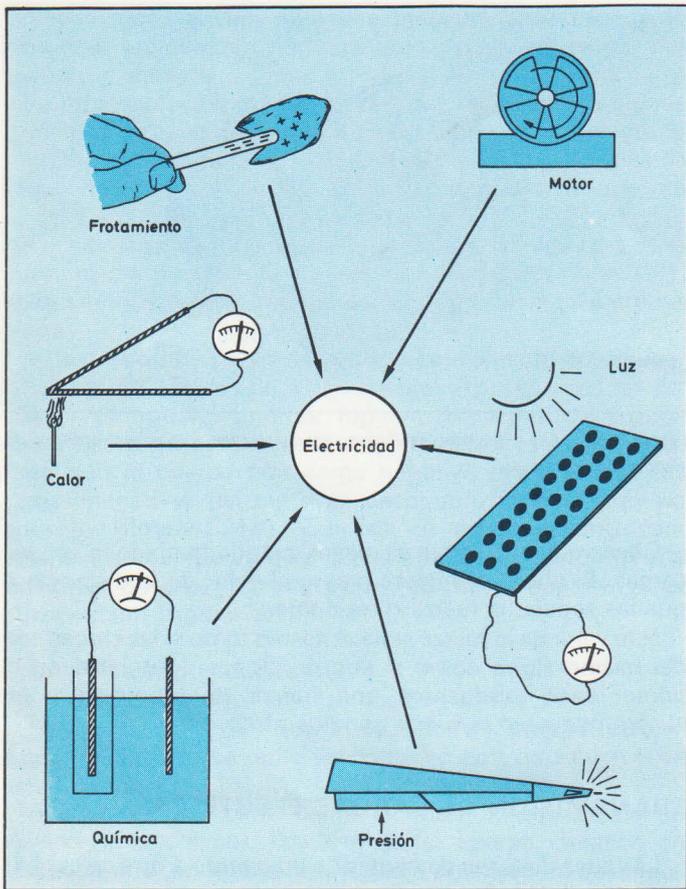


Figura 116. Obtención de electricidad por frotamiento, magnetismo, calor, luz, química y presión.

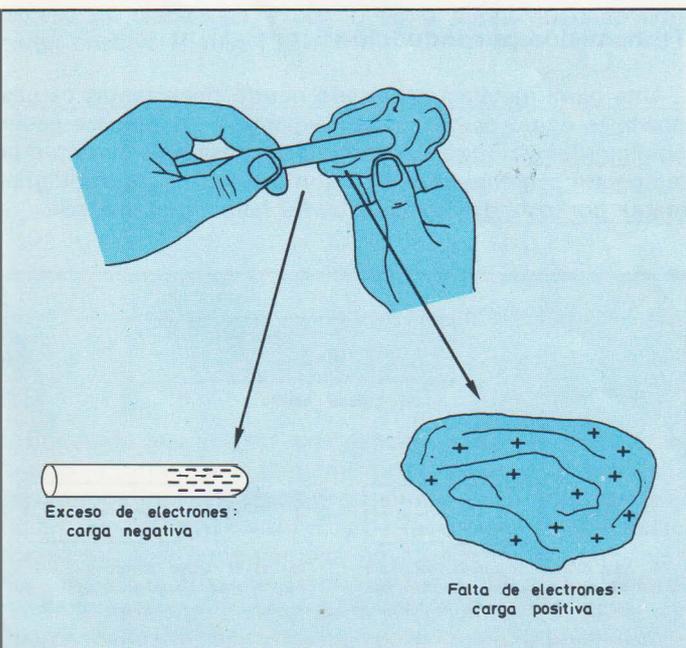


Figura 117. Frotando con lana una barra de laca, éste toma electrones de la barra.

hemos comprobado. Podemos hacerlo transmitiendo por contacto esta carga a unas bolitas próximas colgadas de un hilo aislante.

En el primer caso se observará que las bolitas están inmóviles, esto es así porque las bolitas están en estado neutro, sin carga (figura 118a). En la figura 118b las bolitas tienden a separarse y lo hacen porque las *cargas de igual signo se repelen*. Sucedería lo mismo si las bolitas fuesen las dos de signo negativo. Finalmente, en la figura 118c las bolitas se juntan porque tienen cargas diferentes (las *cargas de signos diferentes se atraen*).

Estos conceptos que relacionan el comportamiento de los cuerpos según el signo de la carga que poseen, son estudiados por la parte de la electricidad conocida con el nombre de *Electrostática*.

En la vida diaria aparecen gran cantidad de ejemplos de este tipo. Por citar los más conocidos, tenemos el crepitar de los cabellos cuando los peinamos en seco y con fuerza, el chasquido que tiene lugar en jerseys que contienen mucha fibra cuando nos los quitamos bruscamente, las prendas de seda que se adhieren a las otras prendas próximas cuando tienen un roce continuado con las mismas. Observando estos fenómenos en la oscuridad llegaríamos a percibir unas tenues chispas en cada uno de los chasquidos.

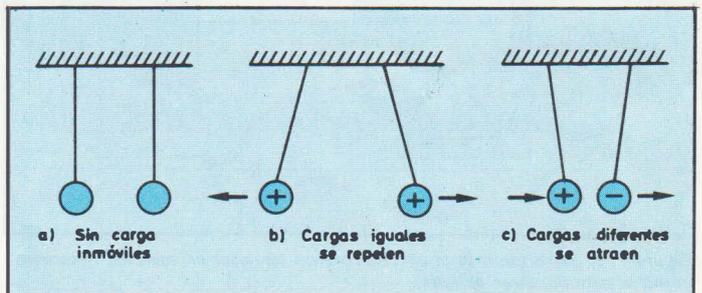


Figura 118. Comportamiento de las cargas eléctricas cuando son iguales y cuando son diferentes.

Probemos a acercarnos al televisor cuando éste está conectado: atraerá nuestros cabellos (figura 119) porque la pantalla queda electrizada debido a la influencia que ejercen los electrones procedentes del cátodo del tubo. Otro ejemplo de electricidad estática lo tenemos en los automóviles. Debido al roce con el aire, esta carga residual se elimina conectando entre chasis y suelo un conductor (figura 120). Puede observarse como algunos automóviles llevan colgando una especie de correa flexible en la parte posterior del mismo.

LEY DE COULOMB

Hemos observado que las cargas del mismo signo se repelen mientras que las cargas de distinto signo se atraen. Sin embargo, la fuerza de atracción o de repulsión depende del valor y cantidad de estas cargas y de lo alejadas que estén entre sí.

Coulomb observó que la atracción era mayor cuando

aumentaba el valor de las cargas y menor cuando las cargas quedaban más distantes. Esto le llevó a enunciar la ley que lleva su nombre y que dice:

La fuerza con que se atraen o repelen dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de éstas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Podemos representar esta ley con la fórmula siguiente:

$$f = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

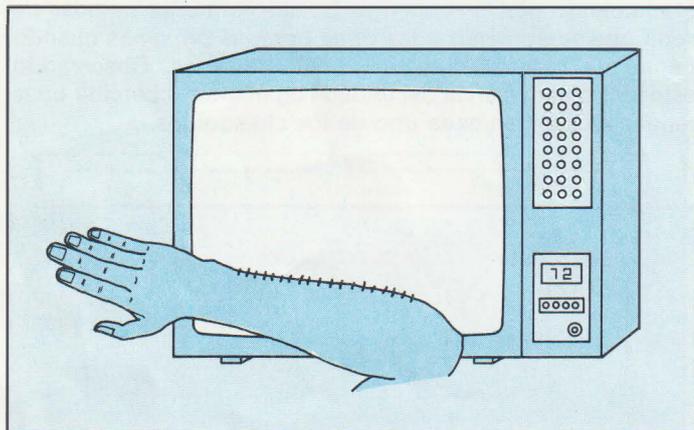


Figura 119. Acercamos el antebrazo a un televisor en marcha, notaremos como la pantalla atrae al vello.

Naturalmente, aunque la fórmula no lo representa, es necesario tener en cuenta el medio, es decir, el lugar en donde situamos las cargas ya que éste puede influir favoreciendo o impidiendo el movimiento de las cargas en un sentido u otro.

Supongamos que tenemos dos cargas de valor 4 separadas a una distancia de 2 m.

Aplicando la fórmula, tendremos:

$$f = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

$$f_1 = \frac{4 \cdot 4}{2^2} = \frac{16}{4} = 4$$

Si las cargas valen solamente 3 unidades, aplicando la misma fórmula tendremos el valor f_2

$$f_2 = \frac{3 \cdot 3}{2^2} = \frac{9}{4} = 1,25$$

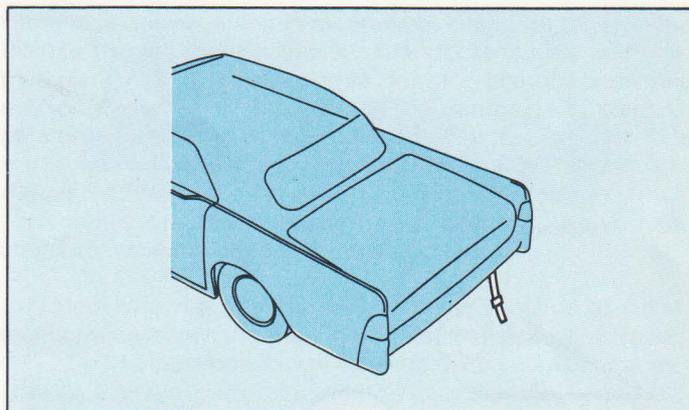


Figura 120. Los automóviles llevan, en ocasiones, un «descargador» de electricidad estática.

Observe que la fuerza es mayor cuando también lo son las cargas. Si ahora se hiciese mayor el valor de la distancia d que las separa, la fuerza disminuiría.

Este valor de la fuerza sería el mismo tanto si las cargas son del mismo signo como si son de signos contrarios, en el primer caso tendríamos una fuerza de repulsión y en el segundo caso la fuerza sería de atracción.

TRANSMISION DE CARGAS ELECTRICAS

La causa del paso de cargas de un cuerpo a otro se explica por la facilidad con que los átomos tienden a recuperar el estado neutro que los caracteriza.

El movimiento de cargas en el interior de un metal puede tener lugar principalmente mediante dos procedimientos: por *inducción* y por *contacto*.

Transmisión por inducción

Una barra metálica en estado neutro tiene tantas cargas positivas como cargas negativas, todos los átomos están equilibrados y aunque existan electrones libres debido a la temperatura ambiente, éstos son neutralizados continuamente por los átomos a los que les falta algún electrón.

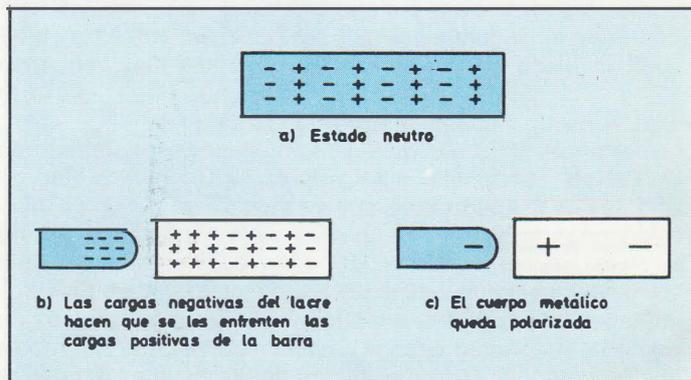


Figura 121. Aproximando un cuerpo cargado a otro cuerpo en estado neutro tiene lugar un desplazamiento de cargas en el interior de este último.

Veamos que sucede si a una barra metálica en estado neutro le acercamos un cuerpo con exceso de carga, por ejemplo, negativa.

La representación gráfica del cuerpo neutro es la de signos (+) y (-) asociados que representan de un modo simplificado la falta de algún electrón (+) o la existencia de electrones libres en exceso (-), tal como indica la figura 121a.

La cantidad de huecos (+) o lugares en los que falta algún electrón es idéntica a la de los electrones libres (-), ya que en los cuerpos neutros existe un equilibrio entre las cargas.

Acercando un cuerpo cargado negativamente tiene lugar la aplicación de la ley de la electrostática que ya conocemos: cargas de igual signo se repelen y cargas de signos diferentes se atraen. Sucederá que las cargas positivas se acercarán al cuerpo con carga negativa mientras que las cargas negativas del metal se desplazan hacia el extremo opuesto (figura 121b). Este es un procedimiento para polarizar un cuerpo ya que, de este modo, el cuerpo queda con carga positiva en un extremo y con carga negativa en el otro extremo (figura 121c).

Transmisión por contacto

Fijémonos lo que sucede cuando un cuerpo eléctricamente cargado se pone en contacto con otro cuerpo en estado neutro.

Acercando una barra como la anterior, que posea un exceso de electrones, hasta tocar un cuerpo metálico en estado neutro, primero tendrá lugar la polarización de cargas en el metal al aproximar la barra cargada, pero en el momento en que tenga lugar el contacto pasarán electrones de la barra al metal neutralizando las cargas positivas existentes en las proximidades del punto de contacto. Cuando retiremos la barra, el metal ha quedado con un exceso de electrones, y por lo tanto habrá quedado con carga positiva (figura 122).

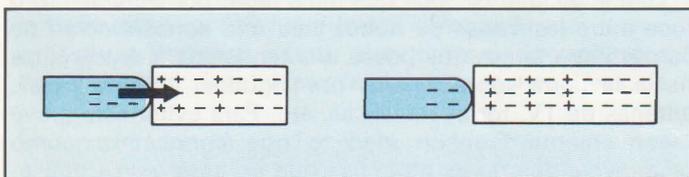


Figura 122. Un cuerpo con exceso de carga cede parte de ésta a otro cuerpo neutro si se ponen en contacto.

Podemos repetir esta experiencia acercando un cuerpo neutro a una barra cargada positivamente. Sucede lo contrario a lo explicado en el párrafo anterior: el cuerpo neutro se polariza de modo que las cargas negativas se aproximan a la barra cargada positivamente, mientras que las cargas positivas se desplazan hacia el extremo opuesto. En el momento de establecer el contacto, electrones del cuerpo neutro pasan a neutralizar las cargas positivas de la barra, con lo que el cuerpo neutro pasa a tener carga positiva.

DESCARGAS ELECTRICAS

Veamos ahora que sucede cuando ponemos en comunicación dos cuerpos que tienen cargas diferentes. Podemos suponer que se trata de dos cuerpos, en principio neutros, y a los que hemos puesto en contacto con dos barras cargadas. Recuerde que uno de los cuerpos quedaba con carga negativa y el otro con carga positiva. Al juntar estos cuerpos, los electrones que le sobran al que tiene carga negativa pasarán al cuerpo que tiene carga positiva hasta que sus cargas eléctricas se equilibran. El trasiego de cargas puede tener lugar de tres modos diferentes: por *contacto*, por *conductor* y por *arco*.

Descarga por contacto

Esta descarga ya la conocemos puesto que es el procedimiento utilizado para introducir cargas de un cuerpo a otro. Basta poner los dos cuerpos cargados uno junto a otro para que los electrones puedan circular entre ellos por la zona de la unión (figura 123).

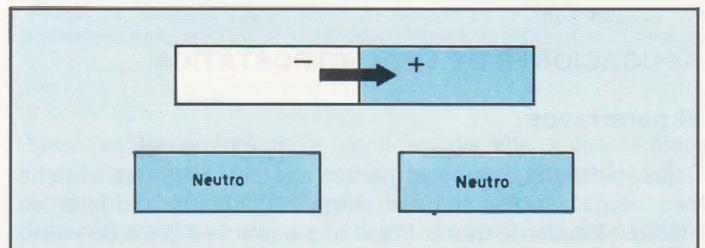


Figura 123. Descarga por contacto.

Descarga por conductor

Si no podemos aproximar los cuerpos cargados o estos son muy voluminosos, bastará con unirlos mediante un hilo conductor. En estas condiciones las cargas negativas circularán hacia el cuerpo cargado positivamente hasta neutralizarlo (figura 124).

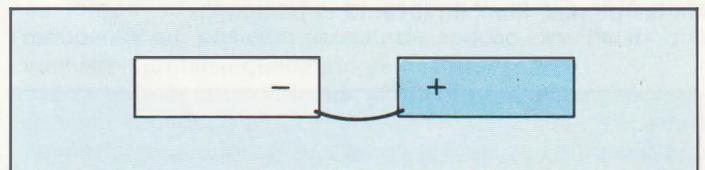


Figura 124. Descarga por conductor.

Descarga por arco

Quando los cuerpos están muy cargados eléctricamente no es necesario que lleguen a tocarse para que tenga lugar la descarga, la excesiva concentración de cargas hace que salte una chispa o arco eléctrico entre los puntos próximos,

chispa que se mantiene hasta que tiene lugar el equilibrio de cargas (figura 125). Este mismo fenómeno es el que tiene lugar entre las nubes y entre éstas y la tierra durante las tormentas (rayos y relámpagos).

Los cuerpos entre los que ha tenido lugar la descarga quedan eléctricamente equilibrados, y aunque repitamos el experimento por segunda vez ya no vuelve a producirse el fenómeno salvo en una pequeña medida debido a que durante este intervalo han podido quedar más cargas libres, pero no las suficientes como para tener la importancia de la primera descarga.

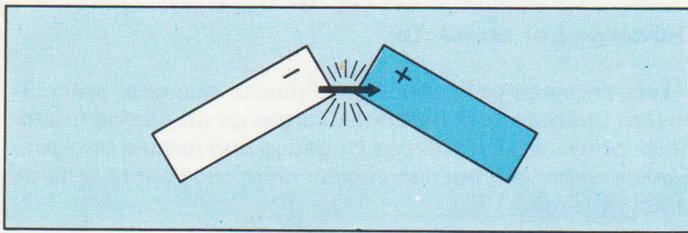


Figura 125. Descarga por arco.

APLICACIONES DE LA ELECTROSTÁTICA

El pararrayos

En apartados anteriores hemos descrito cómo se obtiene una carga positiva o una carga negativa por diferentes medios. Recuerde que al frotar una barra de lacre o de vidrio podíamos tener una concentración de cargas negativas o positivas. Estas cargas no se distribuyen por igual a lo largo de toda la barra, sino que se localizan con preferencia en la punta y en la parte externa de la barra.

La figura 126 muestra cómo se distribuyen las cargas negativas en una barra electrizada; podíamos decir lo mismo de la distribución de las cargas positivas. Las cargas eléctricas se concentran en el exterior y, sobre todo, en las puntas. Así, un cuerpo de forma puntiaguda y muy cargado es capaz de desviar la llama de una cerilla; este fenómeno es lo que se conoce con la denominación de *viento eléctrico* (figura 126c).

Apoyándose en este efecto de la concentración de carga en las puntas, Franklin inventó el pararrayos.

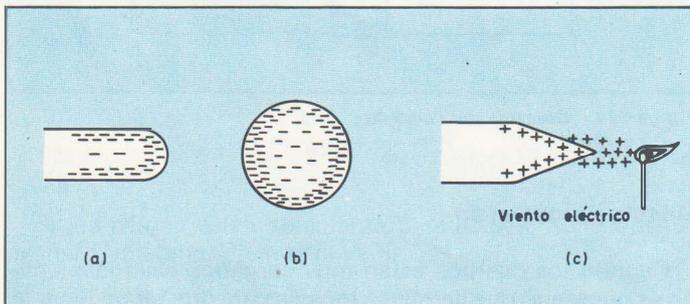


Figura 126. La concentración de cargas eléctricas es mayor en la parte externa de la barra y en la punta.

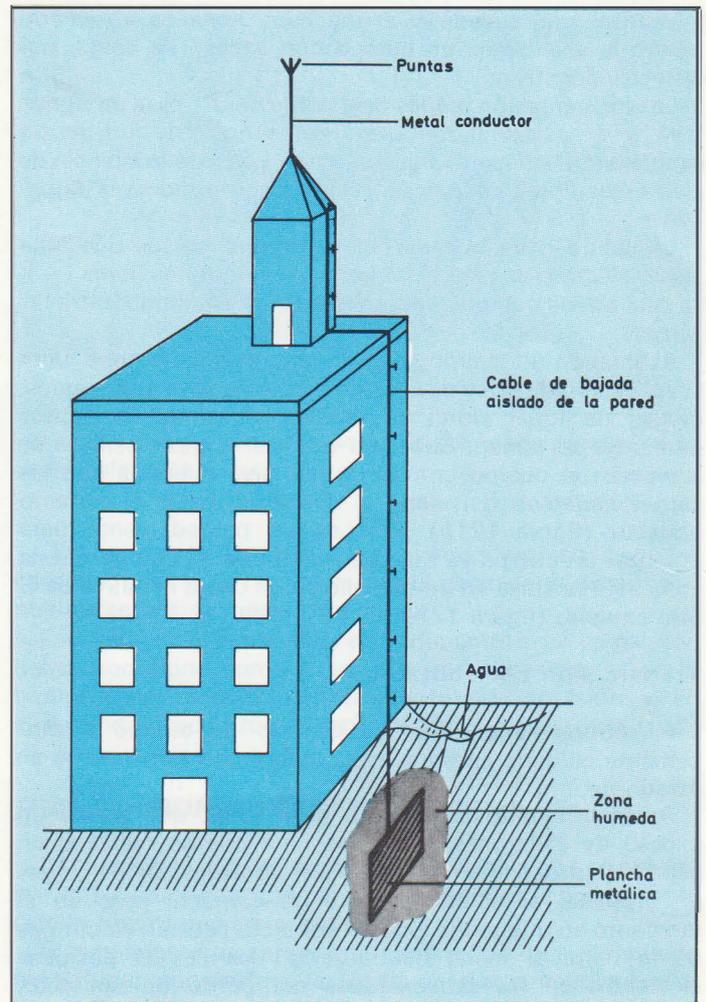


Figura 127. Detalle de la instalación de un pararrayos.

La electricidad estática que tiene lugar por frotamiento o roce entre las masas de nubes crea una concentración de cargas importantes que posee una tendencia a descargarse hacia la tierra sobre objetos puntiagudos, árboles, casas, antenas de TV, torres metálicas, etc. Para evitar este grave inconveniente Franklin ideó lo que conocemos como pararrayos, que no es otra cosa que un *atrae-rayos* puesto que en lugar de evitarlos los provoca. Con esto se consigue que la carga eléctrica de una tormenta se descargue en puntos controlados, de modo que no pueda provocar daño alguno.

El pararrayos actúa de la siguiente manera: Las puntas metálicas de éste concentran cargas y atraen a las de signo contrario que están contenidas en las nubes más próximas. El rayo en su descarga circula por el cable metálico de bajada, aislado de la pared y se descarga en la tierra sobre una plancha metálica (figura 127). Para que esta descarga sea efectiva, la plancha metálica debe quedar en un perfecto contacto eléctrico con la tierra, lo que se consigue colocándola en una zona siempre húmeda o practicando un orificio de comunicación desde el exterior que permita añadirle agua cuando el terreno queda seco.

No perdamos de vista este concepto de *toma de tierra* efectiva; nos referiremos a él a menudo puesto que resulta imprescindible para el correcto funcionamiento de máquinas y equipos.

El electroscopio

Es un instrumento simple que permite conocer el tipo de electricidad estática de un cuerpo e incluso da una idea de la concentración de esta carga.

Observemos en la figura 128 la configuración de un sencillo electroscopio. En el interior de un recipiente cerrado colocamos dos finas láminas metálicas de oro, cobre, papel de estaño o de aluminio, por ser sustancias muy conductoras de las cargas eléctricas, y se sujetan a una varilla metálica, un clavo u otro metal también conductor. Dado que el cuerpo del electroscopio no debe tocar las paredes del recipiente y debe quedar cerrado, puede centrarse mediante un tapón hecho con cualquier sustancia que no sea conductora de la electricidad, cera o goma, por ejemplo.

El electroscopio actúa del siguiente modo. Aproximando —sin tocar— un cuerpo cargado al extremo de la varilla metálica, por ejemplo una barra con carga negativa, por inducción aparecen cargas positivas en el extremo superior de la varilla y como estas cargas proceden de la propia varilla, en el extremo opuesto quedan concentradas las cargas negativas. En este punto están colocadas las dos finas láminas metálicas y como éstas quedan con idéntica carga (cargas del mismo signo se repelen) tiene lugar una separación de estas láminas. Cuanto mayor sea el número de cargas inductoras en la barra, mayor será el número de cargas en las láminas y, por consiguiente, mayor será la abertura o distancia entre los extremos de las láminas. Si colocamos al final de las láminas una escala graduada, tendremos una magnitud aproximada de la carga eléctrica ya que dicho valor provoca la mayor o menor separación de las láminas, tal como indica la figura 129.

Cuando alejamos la barra cargada desaparece la influencia de las cargas externas y las láminas retornan a la posición de reposo, quedan verticales, ello es debido a que las cargas de la barra recuperan su lugar inicial de equilibrio.

Si ahora llegamos a tocar el extremo de la varilla con la barra cargada negativamente, las cargas negativas de la

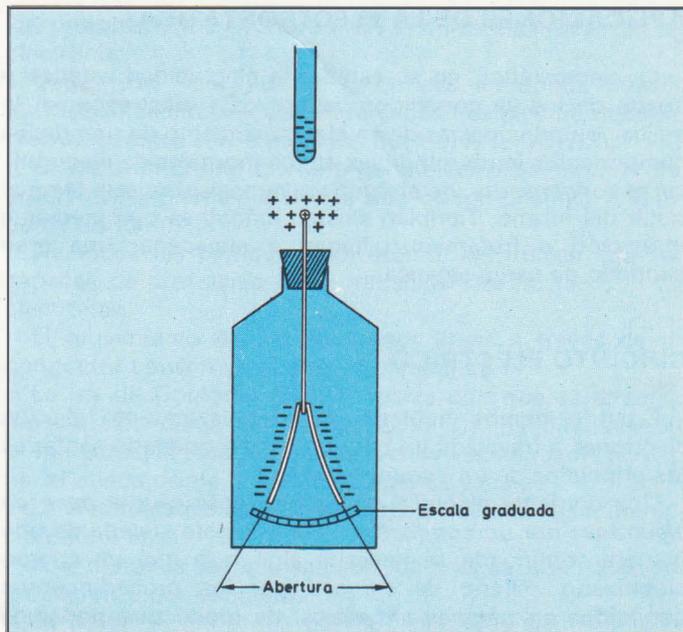


Figura 129. Acercando un cuerpo cargado al extremo de la varilla, las láminas del electroscopio se abren en función de la carga inducida que adquieren.

barra se transmiten a la varilla y de ella a las láminas metálicas que se separan, una amplitud que dependerá de la carga que han adquirido. Al retirar la varilla cargada, las láminas metálicas no recuperan su posición de reposo, ello se debe a que las láminas retienen la carga negativa que les ha llegado. Solamente llegarán a recuperar la carga neutra cuando vayan perdiendo con el tiempo la carga o cuando toquemos la varilla con un cuerpo cargado positivamente puesto que este último absorberá los electrones sobrantes.

El electroscopio, por lo tanto, nos permite conocer el tipo de carga de un cuerpo. Nos basamos para ello en que conocemos la carga adquirida por una barra de lacre al frotarla con un paño de lana (carga negativa), ¿de qué nos servirá esto?

Si tocamos la varilla de un electroscopio cargado con una carga desconocida con la barra de lacre electrizada, pueden suceder dos cosas. Primero, que las láminas ya separadas aumenten su separación y, segundo, que las láminas recuperen su posición inicial de reposo, es decir, que vuelvan a juntarse quedando verticales.

En el primer caso podemos afirmar que la carga desconocida era negativa y al tocar con el lacre lo único que hemos hecho ha sido reforzar esta carga, de ahí que aumente aún más la separación de las láminas.

El que las láminas recuperen la posición de reposo en el segundo caso, se debe a que estaban cargadas positivamente y esta carga ha sido neutralizada por la carga negativa contenida en el lacre.

Así pues, podemos generalizar diciendo que aplicando a la varilla del electroscopio una carga idéntica a la existente en las láminas, éstas aumentan la separación y cuando la carga aplicada es de signo contrario, las láminas se neutralizan y quedan en posición vertical o de reposo.

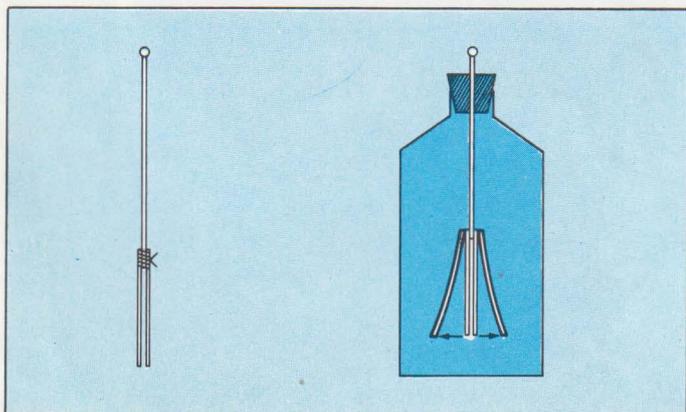


Figura 128. El electroscopio. Detalle de la varilla central conductora y de las láminas metálicas.

APLICACIONES DE LA ELECTROSTATICA

La electostática, en sí, estudia la electricidad estática y aparte de los ya conocidos pararrayos y electroscopio, la aplicación principal reside en el conocimiento de uno de los componentes imprescindibles en los montajes de electrónica: *el condensador*, de ahí que volvamos sobre este tema al tratar del mismo. También existen máquinas que mediante inducción o frotamiento llegan a almacenar una gran cantidad de carga estática.

CIRCUITO ELECTRICO

Cuando hemos hablado del desplazamiento de los electrones a través de un conductor han quedado sentados los principios de un circuito eléctrico.

Una corriente eléctrica no es otra cosa que el *paso de electrones por un conductor*. Para que esto suceda de una manera continuada se necesita algo más que un cuerpo electrizado —lleno de carga— por los procedimientos conocidos en páginas anteriores, de modo que podamos hablar de un circuito eléctrico.

Un circuito eléctrico es un conjunto formado por un generador y por elementos de consumo, unidos entre sí mediante conductores (figura 130).

Aunque tendremos oportunidad de conocer extensamente los tres elementos fundamentales que componen los circuitos, daremos una breve idea de los mismos que servirá de primera toma de contacto con ellos.

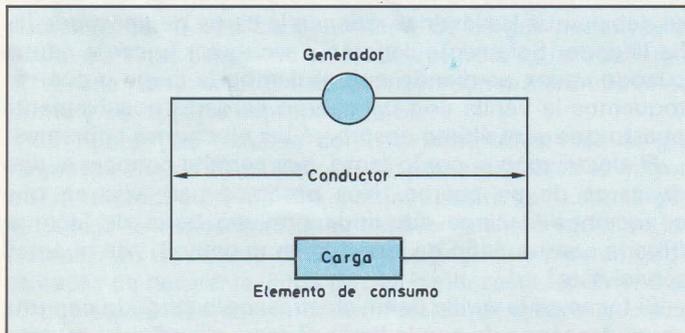


Figura 130. Representación simbólica de un circuito eléctrico elemental.

Generador

Es la fuente que suministra la energía necesaria para la circulación de los electrones. Este elemento impulsa electrones por uno de sus bornes y los absorbe por el otro, de manera que obliga el paso de éstos a través de los conductores que unen la carga con el generador. Vea los ejemplos de la figura 131 (acumulador, alternador, dinamo, pila, etc.).

Elemento de consumo

También se le conoce con la denominación de *carga*. Es el elemento de utilización para el que se ha proyectado o

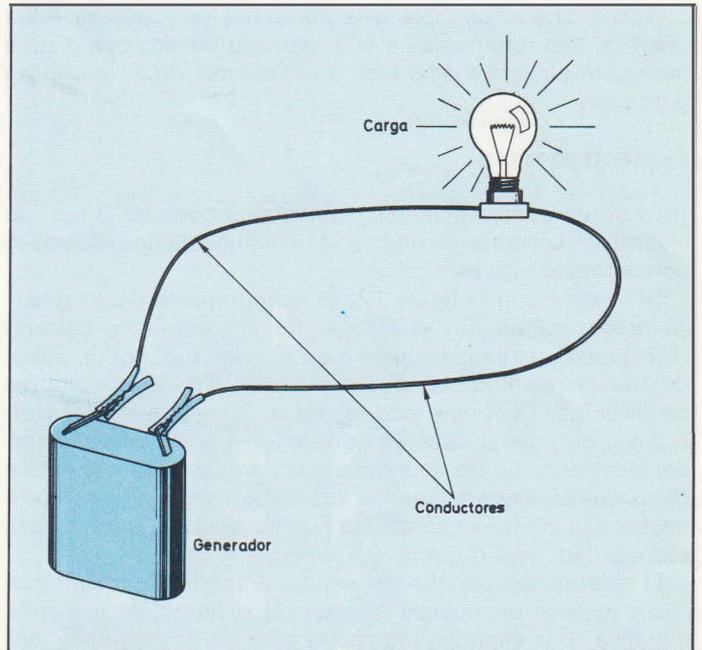


Figura 131. Circuito eléctrico práctico en el que se destacan los conductores.

establecido un circuito eléctrico. Un elemento de consumo puede ser, por ejemplo, una bombilla, un ventilador, una batidora, un relé, etc., de los que la figura 106 presenta una muestra.

Conductor

Los conductores o hilos de corriente unen las fuentes de energía con los elementos de utilización de esta energía. Basta observar una instalación eléctrica para darse cuenta de que entre una bombilla y el generador de energía —la central eléctrica en este caso— existe un variado entramado de hilos por los que circula la energía necesaria para que pueda mandarse la bombilla.

A escala más reducida, en un automóvil, por ejemplo, tenemos la batería a la que van conectados todos los

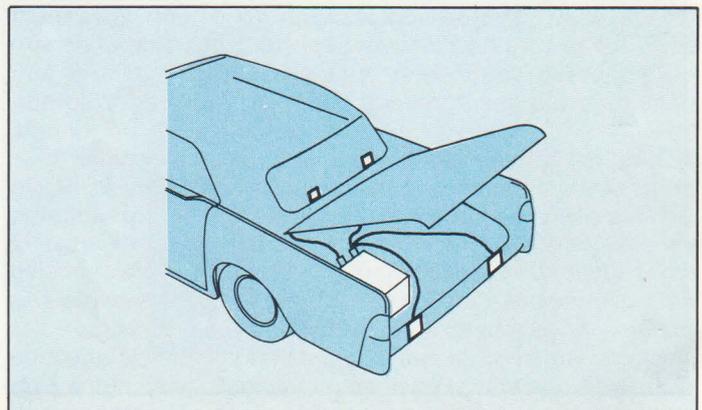


Figura 132. Detalle de los conductores eléctricos de un automóvil (batería).

elementos de consumo eléctrico en el vehículo, luces de posición, luces de cruce, luces de frenos, limpiaparabrisas, aparato radiocassette, emisor-receptor, etc. Puede verse en la figura 132 un aspecto práctico de la distribución del cableado en un vehículo automóvil.

Otro cableado muy importante a tener en cuenta y que resulta imprescindible en los montajes actuales es el circuito impreso, del que naturalmente nos ocuparemos en su momento con todo detalle (figura 133).

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES CONCEPTOS EXPUESTOS

La electricidad es una forma de energía debida al movimiento, al traslado de los electrones de unos átomos a otros y se manifiesta principalmente por medio de fenómenos químicos, mecánicos o caloríficos.

Las fuentes mas importantes de producción de energía eléctrica son: aprovechar el agua en movimiento, la combustión de sustancias, el calor almacenado en el subsuelo, el viento, las transformaciones atómicas y la energía solar.

La molécula es la parte más pequeña en que se divide la materia, empleando procedimientos físicos, y que conserva todas las propiedades de la misma; las moléculas están formadas por varios átomos.

El átomo está formado, principalmente, por dos partes bien diferenciadas: el núcleo y la corteza. El núcleo contiene un gran número de partículas de las que son más conocidas

los protones y los neutrones. En la corteza se localizan los electrones.

Capas son las zonas de la corteza en donde pueden localizarse electrones. Las siete capas posibles de distribución electrónica son, a partir del núcleo, K, L, M, N, O, P y Q.

Cuando un átomo pierde o gana electrones se convierte en un ion; si pierde electrones será un ion positivo y, si los gana, un ion negativo.

De todas las partículas del átomo, las únicas que son capaces de sustraerse de la atracción del núcleo son los electrones.

El movimiento de los electrones libres a través de un conductor constituye la corriente eléctrica.

La ley de Coulomb dice: la fuerza con que se atraen o repelen dos cargas eléctricas, Q_1 y Q_2 , es directamente proporcional al producto de éstas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

La electrostática estudia las cargas eléctricas y la interacción entre ellas.

Los métodos de transmisión de cargas son dos: por inducción y por contacto.

La descarga entre dos cuerpos cargados eléctricamente puede hacerse por contacto, por medio de un conductor o por arco.

Un circuito eléctrico es el camino que recorre la corriente eléctrica desde el generador o elemento que suministra la energía hasta el receptor o carga en donde se consume la energía, a través de los conductores.

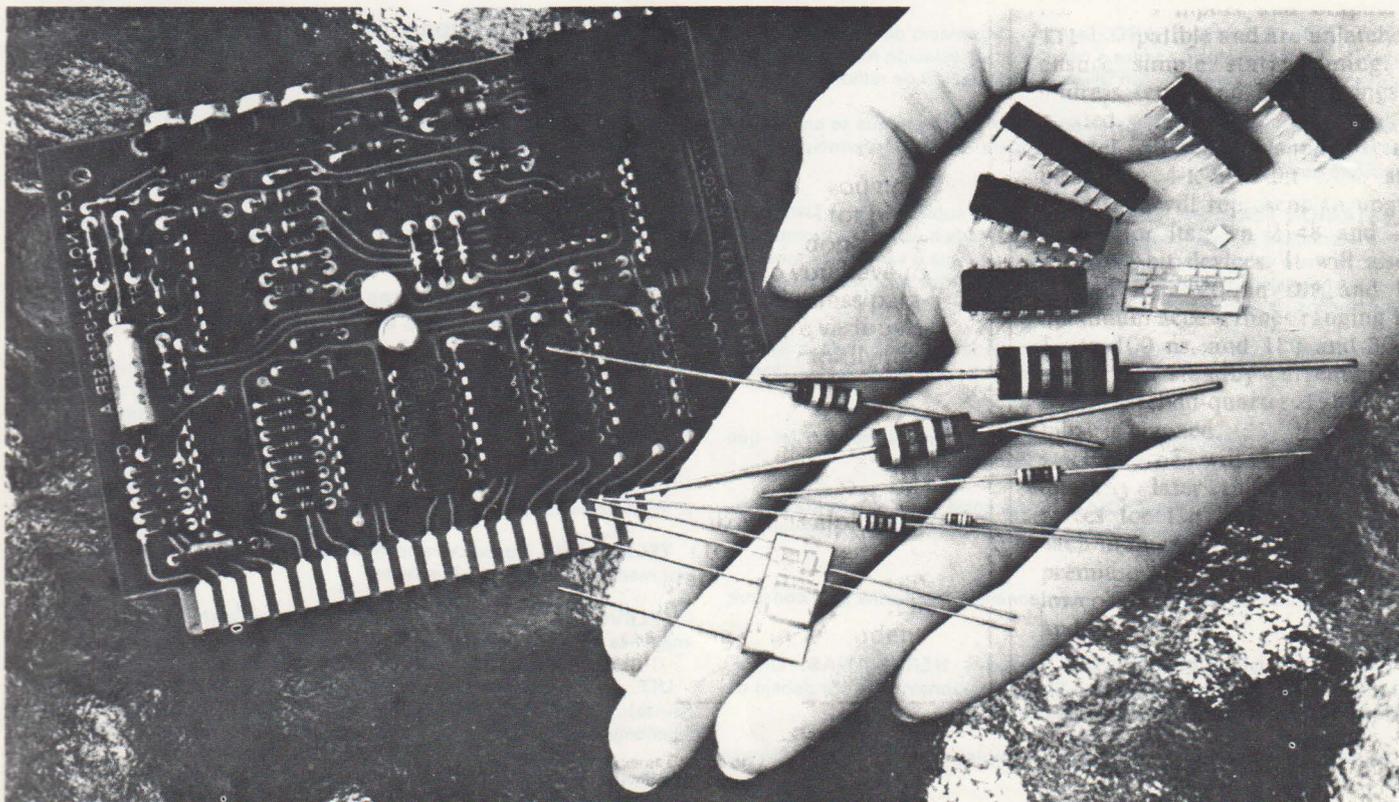


Figura 133. En los circuitos electrónicos de los modernos equipos, cada vez es más frecuente el uso de los llamados «circuitos impresos», cuya principal ventaja es la de eliminar conexiones y cables.

GLOSARIO DE TERMINOS

ATRIBUCION (DE UNA BANDA DE FRECUENCIAS). Inscripción en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, de una banda de frecuencias determinada, para que sea utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación.

ASIGNACION (DE UNA FRECUENCIA O DE UN CANAL RADIOELECTRICO). Autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

BROADCASTING. Radiodifusión. Servicio de radio destinado al público con contenido informativo y de distracción.

CANAL DE COMUNICACION. Frecuencia de emisión de un transmisor y ancho de banda ocupado por su emisión.

CEPT. Conference Europeenne des Postes y Telecomunications (Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones). Organismo que reúne las Administraciones de los países europeos. Publica recomendaciones que no son vinculantes.

ENLACE DE CONEXION. Enlace radioeléctrico establecido desde una estación terrena situada en un punto fijo determinado hacia una estación espacial, o viceversa por lo que se transmite información para una radiocomunicación espacial de un servicio distinto del servicio fijo por satélite.

ESTACION. Uno o más transmisores o receptores, o una combinación de transmisores y receptores, incluyendo las instalaciones accesorias, necesarios para asegurar un servicio de radiocomunicación, o el servicio de radioastronomía en un lugar determinado.

ESTACION DE RADIOFARO. Estación del servicio de radionavegación cuyas emisiones están destinadas a permitir a una estación móvil determinar su marcación o su dirección con relación a la estación de radiofaro.

ESTACION ESPACIAL. Estación situada en un objeto que se encuentra, que está destinado a ir o que ya estuvo, fuera de la parte principal de la atmósfera de la Tierra.

ESTACION TERRENA. Estación situada en la superficie de la Tierra o en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales, o con una o varias estaciones de la misma naturaleza, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio.

FACSIMIL. Forma de telegrafía que permite la transmisión de imágenes fijas, con o sin medios tonos, con miras a su reproducción en forma permanente.

FCC. Federal Communications Commission. Organismo federal que administra las telecomunicaciones en Estados Unidos.

INTERFERENCIA PERJUDICIAL. Interferencia que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación.

KIT. Conjunto de los materiales y componentes necesarios para construir un aparato.

ONDAS RADIOELECTRICAS Y ONDAS HERTZIANAS. Ondas electromagnéticas, cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3.000 GHz, que se propagan por el espacio sin guía artificial.

RADIO. Término general que se aplica al empleo de las ondas radioeléctricas.

RADIOCOMUNICACION. Toda telecomunicación transmitida por medio de las ondas radioeléctricas.

RADIODETERMINACION. Determinación de la posición, velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas.

RADIONAVEGACION. Radiodeterminación utilizada para fines de navegación, inclusive para señalar la presencia de obstáculos.

RADIOLOCALIZACION. Radiodeterminación utilizada para fines distintos de los de radionavegación.

RADIOGONIOMETRIA. Radiodeterminación que utiliza la recepción de ondas radioeléctricas para determinar la dirección de una estación o de un objeto.

RADIOASTRONOMIA. Astronomía basada en la recepción de ondas radioeléctricas de origen cósmico.

SERVICIO DE AFICIONADOS. Servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuados por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotecnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

SERVICIO DE AFICIONADOS POR SATELITE. Servicio de radiocomunicación que utiliza estaciones espaciales situadas en satélites de la Tierra para los mismos fines que el servicio de aficionados.

SERVICIO DE RADIOCOMUNICACION. Servicio que implica la transmisión, la emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación.

SERVICIO DE RADIODIFUSION. Servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género.

SERVICIO DE RADIODIFUSION POR SATELITE. Servicio de radiocomunicación en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.

SERVICIO DE SEGURIDAD. Todo servicio radioeléctrico que se explote de manera permanente o temporal para garantizar la seguridad de la vida humana y la salvaguardia de los bienes.

SERVICIO ESPECIAL. Servicio de radiocomunicación no definido en otro lugar de la presente sección, destinado exclusivamente a satisfacer necesidades determinadas de interés general y no abierto a la correspondencia pública.

SERVICIO FIJO. Servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados.

SERVICIO MOVIL TERRESTRE. Servicio móvil entre estaciones de base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.

TELECOMUNICACION. Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

TELEFONIA. Forma de telecomunicación para la transmisión de la palabra o, en algunos casos, de otros sonidos.

TELEGRAFIA. Forma de telecomunicación para la transmisión de escritos por medio de un código de señales.

TELEVISION. Forma de telecomunicación que permite la transmisión de imágenes no permanentes de objetos fijos o móviles.

UIT. Unión Internacional de Telecomunicaciones con sede en Ginebra (Suiza). Organismo especializado de las Naciones Unidas en materia de Telecomunicaciones.

WARC. World Administrative Radio Conference (Conferencia Administrativa de Radio Mundial). Es la reunión de los países miembros de la UIT para abordar nuevos aspectos y actualizar el Reglamento de Comunicaciones cuyo contenido es vinculante.