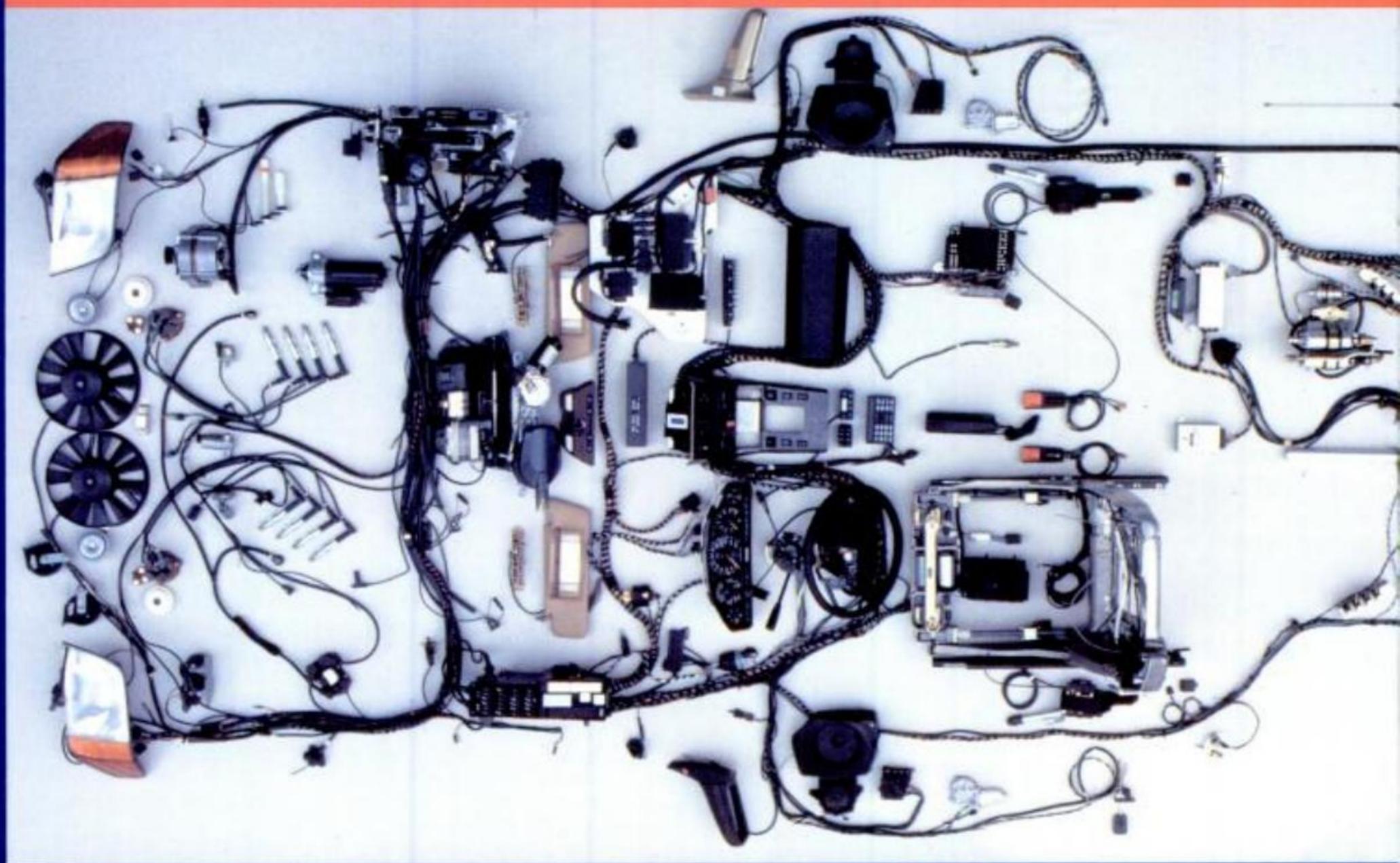


Nueva Enciclopedia del Automóvil



Electricidad del automóvil 1 Alimentación y arranque

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni el registro en un sistema informático, ni la transmisión bajo cualquier forma o a través de cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación o por otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Diseño de cubierta: Víctor Viano

© Grupo Editorial Ceac, S.A., 1999
Para la presente versión y edición en lengua castellana
Ediciones CEAC es marca registrada por Grupo Editorial Ceac, S.A.
ISBN: 84-329-1191-7 (cartoné)
ISBN: 84-329-1183-6 (rústica)
Depósito legal: B. 6.293-1999
Gráficas y Encuadernaciones Reunidas, S.A.
Impreso en España - *Printed in Spain*
Grupo Editorial Ceac, S.A. Perú, 164 - 08020 Barcelona
Internet: <http://www.ceacedit.com>

CONTENIDO

1. Generalidades.....	7
2. Fundamentos de electricidad.....	41
3. Electromagnetismo	79
4. Circuito de alimentación. La batería	127
5. Circuito de alimentación. El generador. Parte teórica.....	187
6. El alternador	211
7. La dinamo.....	263
8. El regulador	287
9. El circuito de arranque	329
Índice.....	391

1

GENERALIDADES

El estudio de la electricidad aplicada al automóvil ha venido a convertirse, con el tiempo, en una necesidad absolutamente indispensable para un mecánico. A lo largo de las últimas décadas la electricidad ha ido ganando una tan privilegiada posición con respecto a la misma mecánica que bien puede decirse que, en la actualidad, la electricidad y todo su conjunto de circuitos, componen no solamente una parte sustancial del automóvil sino también una parte absolutamente básica para hacer posible su funcionamiento.

El presente libro está dedicado de una forma muy amplia, al estudio de este conjunto eléctrico del automóvil en lo que respecta a la creación autónoma de la electricidad a partir de energía sacada del motor térmico y al almacenamiento de la electricidad para que determinados e importantes circuitos del automóvil se mantengan alimentados mientras el motor térmico no está en marcha y también se estudia, con todo detalle, el circuito de arranque o puesta en marcha del motor, factores todos ellos de la mayor importancia en cualquier automóvil actual.

El conocimiento de la electricidad, desde el punto de vista físico, requiere la comprensión previa de ciertos fenómenos que no están exentos de cierta complejidad. Estos estudios los desarrollamos también extensamente en el presente volumen. Se trata de que el mecánico pueda comprender la variedad de fenómenos físicos que dan lugar a la creación de la electricidad y a la forma de aprovecharla, es decir, conseguirla, almacenarla, dirigirla y utilizarla según la necesidad que se presente en cada caso concreto.

Por si ello fuera poco, la presencia de la electricidad en el automóvil ha tomado unas directrices mucho más complejas con la incorporación de numerosos aparatos electrónicos: no se trata ya de utilizar la electricidad como fuerza motriz de determinados motores para el accionamiento de accesorios o, como en el mismo caso del motor de arranque, para la puesta en marcha del mismo motor térmico. Con la inclusión de la electrónica el automóvil se ha vuelto cada día más *inteligente*, es decir, más autónomo e independiente de los cuidados especiales que en los modelos antiguos debía llevar a cabo su conductor ya que puede regularse a sí mismo, optar por decisiones complejas para tomar la más adecuada en el momento más oportuno, hacerse un constante chequeo de su estado y dar la voz de alarma si alguna cosa no funciona debidamente. El campo de la electrónica resulta tan complejo como apasionante y de él nos ocupamos con la debida extensión en otro volumen de nuestra enciclopedia.

Por otro lado, también es necesario indicar que el tema de la electricidad aplicada al automóvil precisa de dos volúmenes de nuestra enciclopedia para desarrollarse tal como es debido. En el presente tomo, número 1 de electrici-

dad, vamos a centrar nuestro estudio especialmente en los circuitos de *alimentación y arranque*, es decir, en el circuito de creación de la corriente (alternador), almacenamiento (batería de acumuladores) y de puesta en marcha (motor de arranque). Estos temas son lo suficientemente amplios como para requerir todo el espacio de este tomo (aunque también es verdad que aprovechamos esta entrada del lector al mundo de la electricidad para exponer en este volumen las principales leyes físicas que determinan la creación y control de este maravilloso fluido).

Hechas ya estas advertencias previas creemos importante pasar a comenzar el estudio general de la electricidad aplicada al automóvil. Será conveniente echar un vistazo a la implantación de la electricidad en el conjunto general de mecanismos y dispositivos que componen esta complicada máquina que es el automóvil moderno.

Necesidad de la electricidad en el automóvil

La primera y más importante de las necesidades eléctricas que tiene un motor de automóvil de explosión es, sin duda, la solución de sus problemas de encendido. Para que se produzca el funcionamiento de este motor de explosión es necesario tener un control muy preciso del punto en que se produce la inflamación de la mezcla *aire/gasolina*. Todo mecánico sabe que cuando esta mezcla se halla totalmente comprimida en el interior de la cámara de combustión es el momento adecuado para que *algo* inicie su proceso de inflamación. Desde hace muchos años se vio que se precisaba para este trabajo la ayuda de un elemento muy particular, que fuera extraordinariamente rápido, dispusiera de una energía en sí mismo y pudiera reproducirse de una forma infinita sin el más mínimo desgaste. Tal elemento sólo lo podía proporcionar la electricidad. Así pues, se vio que para la inflamación de la mezcla nada tan perfecto y adecuado como una chispa eléctrica. Porque la presencia de este elemento que iniciaba la inflamación de la mezcla tenía que tener algunas cualidades nada comunes. En primer lugar debería tener en cuenta que la velocidad de giro de un motor normal, a un régimen tranquilo, necesita una abundante producción de chispas (del orden de 4.000 a 8.000 chispas por minuto o más) y, por otra parte, estas chispas deben proporcionarse con una regularidad y exactitud automáticas. Tanto la primera como la segunda característica la resuelve a plena satisfacción la electricidad, por lo cual no será fácil que este fluido sea sustituido en el futuro para cumplir la función del encendido en los motores de explosión por la eficacia con la que cumple su cometido.

Además de esta necesidad básica para el funcionamiento del motor, existen otras necesidades muy importantes tales como la del arranque del motor. Cuando un motor de explosión no está en funcionamiento y se desea su puesta en marcha, es necesario disponer de un fuerza exterior que le proporcione los primeros giros hasta conseguir su arranque. Para llevar a cabo esta función nada más apropiado que un motor eléctrico que inicie estos primeros giros y con ello la puesta en marcha.

Pero todavía hay mucho más. La cuestión del alumbrado del vehículo es un punto de la mayor importancia. Resulta obvio la necesidad que tiene un automóvil de poder disponer de unos focos que alumbren durante la noche el cami-

no que recorre. Sin esta particularidad el automóvil sólo se podría utilizar durante el día.

Y aún hay más: no menos importante que el alumbrado es el conjunto de los accesorios que en nuestro vehículo trabajan gracias a la electricidad. Las luces de posición, de freno, de intermitencia, de alumbrado interior, del panel de instrumentos, las señales acústicas, etc., se unen a los servicios que presta la electricidad para permitir la instalación del autorradio, climatización, elevavinas eléctricos, limpiaparabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, cierre centralizado, alarmas, etc.

Todo esto obliga al automóvil a estar provisto de un completo y nada sencillo equipo de creación y distribución de la corriente eléctrica, una verdadera central generadora que le facilite la suficiente electricidad como para abastecer a todos estos accesorios consumidores, algunos de ellos, por cierto, muy voraces.

En este primer capítulo del presente libro vamos a hacer un estudio muy general y simplificado del conjunto de la instalación eléctrica de un automóvil, sin entrar en detalles, con el fin de que el lector se haga cargo del problema y tenga una idea global de la importancia que la electricidad presenta en un automóvil actual. Más adelante estudiaremos por separado cada uno de los elementos que entran a formar parte del circuito general, así como todos sus componentes y las reparaciones que en ellos pueden llevarse a cabo ante la presencia de averías que serán también debidamente indicadas.

Circuitos eléctricos del automóvil

A medida que, a través de los años, el automóvil se ha ido perfeccionando se ha observado la cada vez mayor presencia de la electricidad y de los accesorios accionados por este tipo de energía formando parte de su equipo. En la actualidad el conjunto de la instalación eléctrica de un automóvil tiene un alto grado de complejidad precisamente por la gran cantidad de funciones que se le encomiendan.

Para realizar un estudio simplificado y lógico de la forma como están distribuidos todos los aparatos se acude tradicionalmente a establecer una división de las diferentes funciones de que consta la instalación dándose con ello origen al estudio de los circuitos que cumplen un trabajo bien determinado y en el que todos los elementos de que constan colaboran a un mismo fin. Así tenemos, por ejemplo, el llamado *circuito de arranque* en el que se integran solamente todos aquellos aparatos y dispositivos que tienen como objetivo el arranque del motor. Este circuito forma parte de la instalación a la que se halla completamente integrado, pero su estudio por separado nos permitirá conocer, con una mayor atención, los problemas que debe resolver y la forma como conseguir los objetivos que persigue.

En el presente capítulo, que lo es de introducción al tema de la electricidad en general, vamos a establecer una primera clasificación de la instalación eléctrica. Todos los aparatos, piezas y elementos que vamos a mencionar de pasada ahora, serán objeto más adelante de un estudio particularizado lo suficientemente profundo como para que el profesional disponga de todos

los conocimientos necesarios para efectuar su desmontaje y montaje, reparación y ajuste y la investigación de sus averías a través de sus síntomas de mal funcionamiento.

De momento sólo vamos a enumerar la composición de cada uno de los circuitos de que consta un automóvil. Estos circuitos principales, dentro de los cuales se encuentran todos los elementos y accesorios eléctricos de un automóvil, son los siguientes:

1. Circuito de alimentación.
2. Circuito de arranque.
3. Circuito de encendido.
4. Circuito de alumbrado.
5. Circuito de accesorios.

Pasemos a hacer un comentario general de cada uno de estos circuitos y de su composición con los elementos básicos.

Circuito de alimentación

Resulta incuestionable que si el automóvil necesita electricidad y dado el hecho de que es un vehículo que se desplaza, debe llevar incorporado un sistema de creación autónomo de la corriente para hacer frente a todos los gastos de este fluido que el conjunto de la máquina va a precisar. Dado el hecho de que el vehículo dispone de un motor y de que de éste puede sacarse la suficiente energía (y, por supuesto, muchísima más) para mover una máquina capaz de proporcionar electricidad, se recurre al sistema de instalar un *generador* que es una máquina capaz de transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica. De esta forma se dispone de la suficiente energía eléctrica que permita a la instalación hacer frente a todos los requerimientos que precise. Sin embargo, la presencia de un generador no sería totalmente satisfactoria ya que esta máquina sólo puede proporcionar electricidad mientras esté en movimiento lo que se traduciría en que, en cuanto el motor térmico se detuviera, toda alimentación de electricidad a cualquier circuito cesaría, al mismo, al momento. En este caso, el circuito debe disponer también de un sistema capaz de almacenar la electricidad, y este aparato es el que recibe el nombre de *batería de acumuladores*.

La batería puede compararse a un depósito en el que se puede guardar la electricidad y utilizarla en aquellos momentos en los que, estando el motor parado, existe algún tipo de consumidor que precisa de esta energía.

Gracias a la batería se puede poner el motor térmico en marcha, con la ayuda de un motor de arranque; se pueden mantener encendidas las luces de posición estando el motor parado y, en general, se puede tener en funcionamiento eléctrico cualquier consumidor siempre y cuando su consumo no sea muy superior y el tiempo de esta prueba sea limitada. En caso contrario es necesario que el generador intervenga para conseguir la máxima eficacia sin agotar las reservas de almacenamiento de la batería.

El conjunto de generador/batería forma parte del circuito de alimentación que, como se deduce de lo que acabamos de decir, se trata de un circuito básico de la instalación eléctrica del automóvil.

En la figura 1 tenemos un esquema que nos muestra, de la forma más simple posible, la composición de un *circuito de alimentación*.

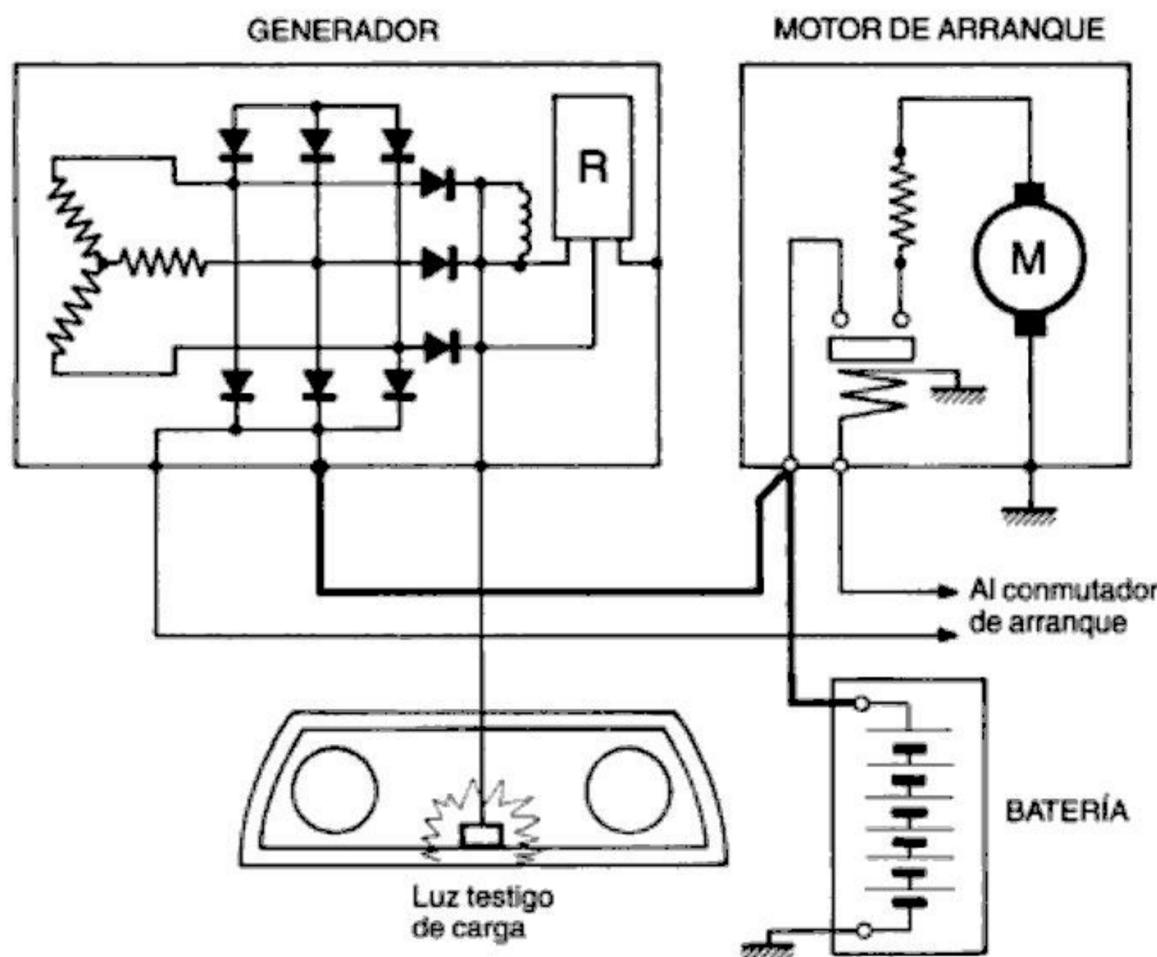


Figura 1. Esquema básico de un circuito de alimentación. Es el circuito creador de la corriente eléctrica para atender a todo el consumo de la instalación.

Para profundizar un poco más sobre este tema vamos a considerar por separado los principales elementos que forman este circuito, elementos que son los siguientes:

1. Alternador.
2. Regulador.
3. Batería de acumuladores.
4. Elementos de control.

Alternador

El componente más importante del circuito de alimentación es, sin duda, el aparato generador de corriente. Antiguamente se empleaba la máquina eléctrica llamada *dinamo*, pero hace ya muchos años que esta máquina se sustituyó por el *alternador* que es una máquina parecida a la anterior pero mucho más simple a la vez que más efectiva.

El alternador produce corriente eléctrica alterna que es un tipo de corriente en la que se está cambiando constante y rítmicamente de polaridad, tal como ya estudiaremos más adelante, en el próximo capítulo 2. Esta corriente alterna debe ser convertida en corriente continua para que pueda ser almacenada en la batería de acumuladores, de modo que la corriente generada por el alternador debe sufrir un proceso de *rectificación*, es decir, esta máquina eléctrica debe estar provista de un dispositivo rectificador que convierta la corriente alterna generada en corriente continua. Ello, como veremos más adelante, no es ningún problema.

El dibujo de un alternador seccionado puede verse en la figura 2. Aunque en los capítulos correspondientes (capítulo 5 y siguientes) realizamos un estudio

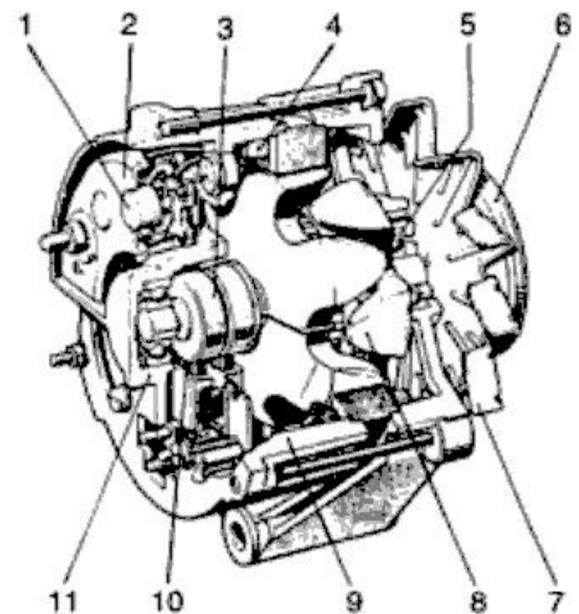


Figura 2. Alternador típico de automóvil. 1, diodo. 2, chapa de refrigeración y soporte de los diodos. 3, anillo rozante. 4, devanado del estator. 5, cojinete del lado de accionamiento. 6, polea de accionamiento. 7, ventilador. 8, rotor de polos intercalados. 9, carcasa polar. 10, escobilla. 11, tapa lado anillos.

muy extenso de esta máquina eléctrica, en la figura 2 podemos ver las piezas de que consta en su interior. De los números con los que se han señalado sus componentes principales hay que destacar la pieza giratoria (8) o *rotor*, que gira accionada por la polea (6) la cual recibe el impulso por medio de una correa que la une a una toma de fuerza procedente del mismo cigüeñal del motor. También es destacable, en 4, el *devanado del estator*, portador de las bobinas en las que se generará la corriente eléctrica por la acción del electroimán que se halla montado en el rotor.

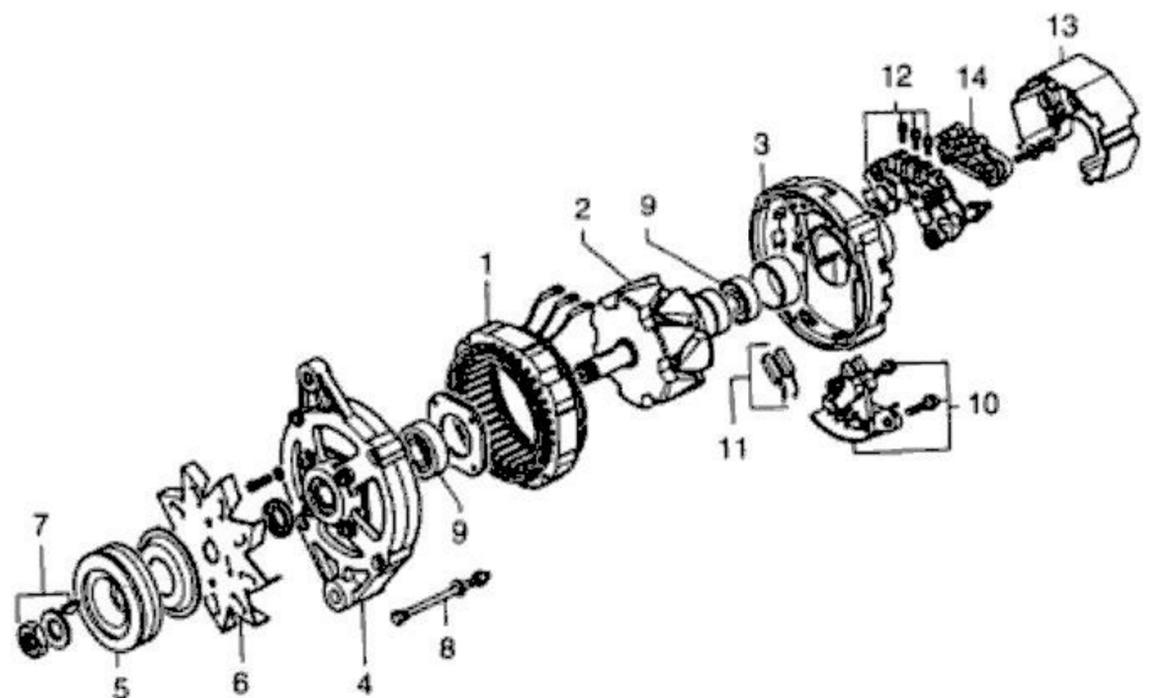
La corriente así generada es corriente alterna. Para ser aprovechada en la instalación del automóvil (que tiene diseñado el retorno al polo negativo por *masa*) es necesario proceder a *rectificarla*, es decir, a convertir la corriente alterna en corriente continua. De este trabajo se hace cargo un puente de diodos rectificadores (1) cuyo funcionamiento se explica con mucho detalle en los capítulos dedicados a esta máquina eléctrica.

En la figura 3 se muestra un despiece general de un alternador y en el texto que acompaña a esta figura se indican los nombres de cada una de sus principales piezas.

De una forma muy simplificada y breve puede decirse que el funcionamiento del alternador se produce en cuanto el motor térmico del automóvil se pone en marcha. Previamente, al dar el *contacto*, la corriente procedente de la batería pasa a unas bobinas de excitación, que se hallan en el rotor, y por medio de ellas se crea un potente campo magnético entre las espiras del bobinado del estator. Al verse obligado el rotor a su giro debido al inevitable arrastre que el conjunto correa/polea le proporciona, este campo magnético corta las espiras inmóviles del estator e inmediatamente se produce una creación de corriente eléctrica que muy pronto adquiere la *tensión* o voltaje necesaria para atender a todo el gasto de corriente que se produce en el automóvil e incluso acudir a reponer en la batería de acumuladores la corriente eléctrica que cedió para la puesta en marcha del motor térmico y las primeras cesiones de electricidad a las bobinas de excitación del rotor del mismo alternador.

El alternador actual es una máquina perfecta para su utilización en la instalación del automóvil, pero ello ha sido posible gracias a la presencia de la electrónica. El puente de diodos rectificadores, de gran eficacia y mínimo tamaño,

Figura 3. Despiece completo de un alternador. 1, estator. 2, rotor. 3, tapa lado diodo. 4, tapa lado arrastre. 5, polea de arrastre. 6, ventilador. 7, tuerca, arandela y chaveta de fijación. 8, espárragos de sujeción. 9, cojinetes. 10, portaescobillas. 11, juego de escobillas. 12, placa portadiodos. 13, tapa del portadiodos. 14, regulador electrónico.



ha hecho posible el diseño y construcción de máquinas muy ligeras, rápidas y capaces de alcanzar su nivel de tensión a muy pocas revoluciones de su rotor. Cuando el motor térmico está girando al ralentí, el alternador ya está proporcionando una buena cantidad de corriente eléctrica. Si a ello se añade la integración, en la misma máquina, del *regulador* de tipo también electrónico, se tiene un conjunto muy equilibrado que puede asistir en todo momento a cubrir las necesidades propias de la instalación eléctrica que un automóvil precisa y el enorme consumo de todos sus muchos accesorios.

Quizá sea conveniente indicar al lector que en la antigüedad, cuando los conocimientos de electrónica eran muy rudimentarios o prácticamente nulos, el problema de la rectificación de la corriente por procedimientos eléctricos resultaba muy complicado y nada práctico para una máquina eléctrica autónoma como debía ser la que equipara a un automóvil. Los ingenieros de la época diseñaron una máquina en la que el rectificado de la corriente se hacía por un procedimiento que tenía más de mecánico que de eléctrico, mediante una inversión de la polaridad coincidente con la inversión del giro del rotor. Esta máquina recibió el nombre de *dinamo* o *dinamo*, y se utilizó masivamente en todos los automóviles hasta bien entrados los años de la década de los setenta. Pero a partir de la década siguiente la dinamo fue totalmente sustituida por el alternador, de modo que hoy la podemos considerar una máquina totalmente obsoleta en el mundo de la técnica del automóvil.

Las características principales de la dinamo hemos de encontrarlas en que poseía en el rotor los bobinados creadores de corriente mientras en el estator se encontraban las bobinas de excitación o magnéticas, es decir, exactamente al revés de lo que ocurre en el alternador. La rectificación de la corriente la llevaban a cabo por medio de un *colector* en el que afluía toda la corriente generada en cada uno de los diferentes departamentos o *delgas* de que esta pieza disponía. La corriente era recogida por medio de unas escobillas que la tomaban de cada par de delgas colocadas de forma diametralmente opuesta, de tal forma que, en virtud del giro propio de la máquina, la corriente de salida se convertía automáticamente en corriente continua.

En la figura 4 tenemos una vista seccionada de una dinamo de último diseño en la época en que ya dejó de fabricarse para los automóviles. Como puede apreciarse resulta una máquina bastante más pesada que el alternador a igualdad de potencia, pero al margen de ello necesitaba alcanzar un buen régimen de giro para poder obtener la cantidad de corriente mínima de alimentación. A régimen de ralentí del motor la dinamo estaba lejos de poder atender a los mínimos requerimientos de la instalación eléctrica muy simple de los automóviles de la época. Necesitaba del orden de las 1.500 r/m para comenzar a dar corriente de alimentación aceptable. De esta forma, todo motor girando al ralentí estaba consumiendo corriente de la batería de acumuladores. Más por su interés pedagógico (ya que el conocimiento del funcionamiento eléctrico de una dinamo nos servirá muy bien para comprender el funcionamiento de un alternador y las soluciones que aporta) nos ocuparemos en lo sucesivo de esta máquina eléctrica, hoy prácticamente en desuso en la instalación de nuestro vehículo.

Regulador

Toda máquina eléctrica que está sometida a una amplia variación en su régimen de giro precisa de la presencia de un *regulador*.

La misión del regulador consiste en velar para que en la red se establezcan

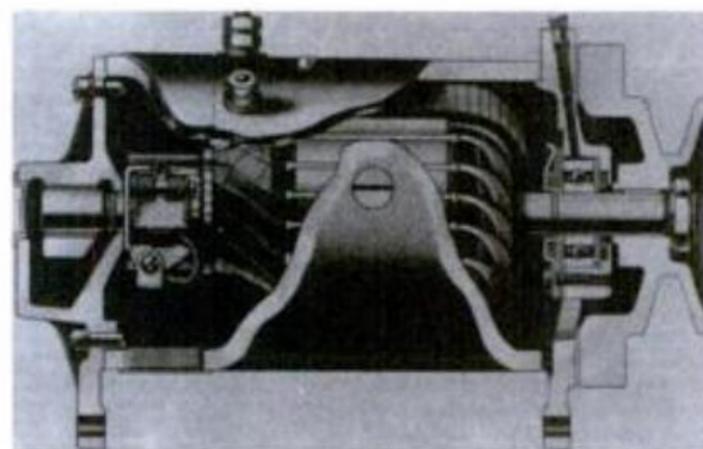


Figura 4. Vista de una dinamo seccionada. Este tipo de generador, que fue muy utilizado antiguamente, hoy está obsoleto en la técnica del automóvil.

unos valores de tensión e intensidad constantes, dentro de unos límites relativamente estrechos. Por ejemplo, si la instalación es de 12 voltios todos los aparatos consumidores de corriente se fabrican de esta misma tensión y con ella, y sólo con ella, trabajan en buenas condiciones. Si en una instalación de luces, por ejemplo, de 12 voltios nominales, colocamos una lámpara de 6 voltios nominales veremos que el filamento de esta lámpara se funde inmediatamente después de que se le establezca el circuito. Esto nos pone de manifiesto que los aparatos consumidores deben trabajar con valores de tensión e intensidad muy estrechos.

Ahora bien: dado el principio de funcionamiento de un generador como el alternador veremos que la corriente eléctrica generada depende de la cantidad de líneas magnéticas que cortan unos bobinados. A mayor cantidad de líneas magnéticas mayor es la producción de corriente a cada giro del rotor de la máquina. De esto mismo se deduce que, a igualdad de líneas magnéticas, si el número de giros del rotor es mayor también será mayor el corte de líneas magnéticas. Así pues, cuanto mayor sea la velocidad del generador mayor será el número de líneas magnéticas cortadas por minuto y mayores serán también los valores resultantes de tensión e intensidad proporcionados por la máquina.

Esto es precisamente lo mismo que ocurre en un generador aplicado al automóvil. Como quiera que su fuente de energía proviene del motor térmico del automóvil y éste gira, necesariamente, de una forma muy variable, con enormes oscilaciones (oscilaciones que pueden encontrarse nada menos que entre las 600 r/m del régimen mínimo de giro del ralentí hasta valores de 6.000 r/m, o más, en la posición de régimen máximo) el generador produce unos valores muy variables de corriente que es necesario contener dentro de unos límites que no sean perjudiciales para los aparatos consumidores. De esta misión de obtener valores estables en la red independientemente del más o menos acelerado régimen de giro del generador, es de lo que se encarga el regulador.

Todos los reguladores actuales son electrónicos y se presentan integrados en el mismo alternador aunque, realmente, el regulador es un dispositivo independiente. En la figura 5 tenemos, junto al despiece general de un alternador, la presencia de un regulador (R). En el montaje general del alternador moderno, el regulador se incorpora a la carcasa y se conecta al circuito eléctrico del alternador como ya veremos con detalle más adelante.

El funcionamiento eléctrico de este dispositivo se produce de la siguiente forma: el regulador actúa controlando la corriente eléctrica que pasa a las bobinas inductoras del alternador, es decir, tiene el control absoluto de la corriente a través de la cual se crean más o menos número de líneas magnéticas en los bobinados del rotor que son los de excitación. En estas condiciones, cuando la velocidad de giro del rotor se eleva por encima de ciertos márgenes, el regulador está facultado para enviar a las bobinas encargadas de producir el campo magnético una corriente tanto menor como sea necesario para que la creación de líneas magnéticas y su consiguiente corte sea tanto más reducido cuanto mayor sea la velocidad de la máquina de forma que la corriente de magnetización mandada a las bobinas disminuye considerablemente. Ello hace que la producción de corriente también se derrumbe, es decir, disminuya a medida que el giro del alternador es más rápido de modo que los valores resultantes vengán a ser equilibrados y constantes durante todo el período de creación de la corriente a altas velocidades de giro.

Por el contrario, cuando la velocidad de giro del rotor es baja, como puede ser la proporcionada durante el régimen de ralentí, la entrada de corriente a los bobinados del rotor es máxima porque el regulador aumenta el paso de la

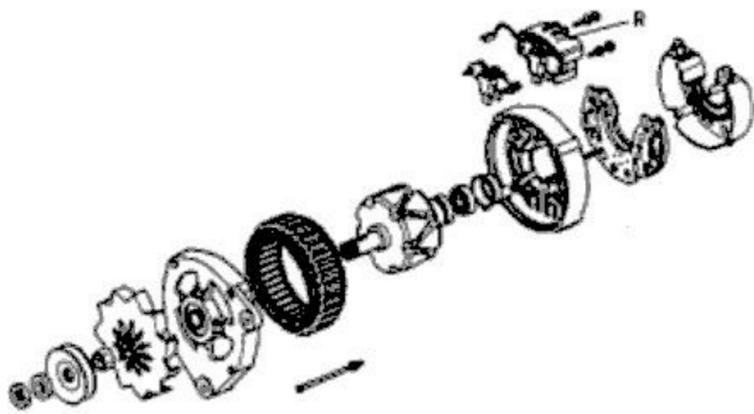


Figura 5. En los alternadores modernos el regulador de tensión (R) se instala integrado en el mismo cuerpo del alternador que aquí vemos despiezado.

corriente hacia estos bobinados, y el resultado es que la corriente generada también aumenta porque las líneas magnéticas son muy numerosas y compensan el rápido giro de otros estados de máximo régimen, en los cuales la magnetización de los bobinados del rotor es mínima.

De esta forma, el regulador consigue mantener la instalación bajo valores que pueden encontrarse entre los 12 y los 13,50 o 14 voltios aproximadamente, que son los valores aceptables para todos los consumidores eléctricos del automóvil.

Antiguamente, cuando la electrónica se utilizaba sólo en los circuitos de radio, esta tecnología no podía ofrecer las prácticas soluciones que presentó, bastantes años después, la miniaturización de sus componentes cosa que se produjo gracias al importante descubrimiento de los diodos construidos a base de semiconductores, y del transistor. Hasta este momento, los diseñadores tuvieron que utilizar procedimientos electromagnéticos para atender a realizar las funciones que hemos descrito para el regulador. Hoy en día estos reguladores están completamente en desuso pero es conveniente saber cómo actuaban para comprender mejor el funcionamiento de los reguladores electrónicos modernos. Por eso nos ocuparemos de ellos en su momento, aunque más con fines pedagógicos que prácticos. En la figura 6 tenemos el conjunto de elementos que solía formar parte de un regulador. Vemos que se trata de un conjunto de relés que resultaba indispensable tanto en la instalación de una dinamo como de los más antiguos alternadores. Consta, en 1, del dispositivo llamado *disyuntor*; en 2 encontramos el entonces llamado *regulador de intensidad* y en 3 tenemos el *regulador de tensión*.

El primero de estos dispositivos, el disyuntor, solamente se utilizaba en las instalaciones provistas de dinamo, pero nunca se empleó en el caso del alternador ya que esta máquina no precisaba de este dispositivo. Su misión consistía en impedir que la corriente de la batería pudiera entrar en la dinamo cuando ésta se encontraba parada o girando a un régimen de *r/m* tan pequeño que los valores de producción de corriente estaban por debajo de los valores contenidos en la batería de acumuladores. En este tipo de instalación, de no existir el disyuntor, la corriente de la batería se descargaría sobre los bobinados de la dinamo produciendo al mismo tiempo la descarga de la batería y el deterioro de los bobinados por exceso de calor. En realidad, un disyuntor quedaba perfectamente sustituido por un diodo y se pasaba así de un dispositivo más grande que un relé corriente a una pieza de insignificante tamaño como es un diodo rectificador. Precisamente porque el alternador poseía un puente de diodos era imposible que la corriente invirtiera su camino desde la batería, y los alternadores más antiguos para automóvil no precisaron de este elemento desde el mismo momento de su creación.

En cuanto a los reguladores de tensión y de intensidad podemos definir su funcionamiento de la manera más breve posible diciendo que estaban provistos de una bobina por la que circulaba la corriente generada. Cuando el valor de esta corriente resultaba suficiente para proporcionar unos valores demasiado altos, aumentaba el magnetismo y los contactos de este relé se abrían. El paso de la corriente quedaba interrumpido y el valor bajaba instantáneamente. Al producirse esta caída, el magnetismo del relé se hundía y los contactos volvían a cerrarse. La permanente oscilación entre estas dos posiciones determinaba una línea de valores resultante que estaba de acuerdo con las necesidades específicas de la red. Ya veremos, más adelante, cómo todo lo descrito lo lleva a cabo el regulador electrónico con mayor eficacia, con prácticamente ausencia de averías y con un dispositivo de un tamaño y peso mínimos.

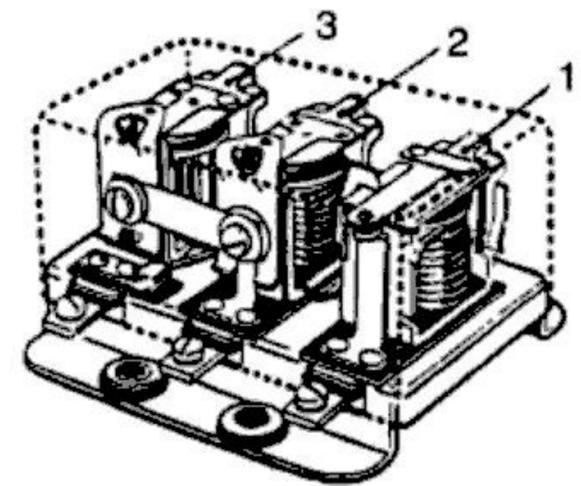


Figura 6. Histórico conjunto de regulador por procedimientos electromagnéticos, hoy en total desuso. 1, disyuntor. 2, regulador de intensidad. 3, regulador de tensión.



Figura 7. Aspecto exterior de una batería de acumuladores.

Batería de acumuladores

La misión de la *batería de acumuladores* no es otra que la de almacenar o acumular la electricidad generada por el alternador que no ha sido consumida. En los automóviles actuales es muy importante la presencia de la batería pues las centrales electrónicas de control, ya sea la del conjunto inyección/encendido o las de otros sistemas, como el control de los frenos (ABS), conjuntos de climatización, antirrobo, etc., deben hallarse alimentados cuando el motor está inactivo.

Evidentemente, guardar la electricidad en un depósito como si de un líquido se tratara no es una tarea que pueda parecer, aparentemente, fácil. Sin embargo, ya en el siglo XIX se había inventado el sistema. Se basa en la conversión de la energía eléctrica que suministra un generador en energía química, una energía química que puede hacerse reversible y pasar a su nueva reconversión en energía eléctrica cuando así se le solicita.

Aunque a través de los tiempos las baterías no han cambiado demasiado ni en su aspecto ni en las características básicas de su principio de funcionamiento (aunque hay que reconocer que han disminuido considerablemente su tamaño con respecto a la potencia que pueden almacenar) se trata de una invención que todavía no ha podido ser superada en la práctica y que resulta indispensable en nuestros automóviles más modernos y sofisticados. De ella nos ocupamos más adelante con la extensión que merece esta principal pieza de la instalación eléctrica.

La batería (fig. 7) no solamente es un depósito de electricidad al que puede acudir cuando el generador está inactivo. Es mucho más que eso, pues significa un elemento estabilizador de la corriente en la totalidad de la instalación. Gracias a ella y con el trabajo combinado del regulador, se logra mantener los valores eléctricos básicos de funcionamiento dentro de unos límites muy aceptables para la mejor utilización de los aparatos consumidores. El mecánico debe velar para que la batería se encuentre siempre en buen estado de carga, pues ello garantiza el buen estado de la instalación.

Elementos de control

El circuito de alimentación constituye la base de la instalación de modo que es necesario que el conductor del vehículo tenga siempre constancia de su funcionamiento. Si durante la marcha se produce alguna interrupción en el suministro de electricidad, el conductor debe ser advertido de inmediato para poder tomar las medidas adecuadas. Por esta razón, este circuito está provisto, por lo menos, de un aparato de aviso y control.

De hecho pueden existir varias formas de producir un aviso al conductor. Desde una simple lámpara testigo que se ilumina cuando el alternador no es capaz de generar corriente, hasta un voltímetro (o voltamperímetro) que indica permanentemente el valor de la tensión a que está sometida la instalación.

De estos aparatos de aviso ya nos ocupamos más adelante con la atención que requieren para el mecánico y las reparaciones a que puedan dar lugar ante posibles averías.

Circuito de arranque

El circuito de arranque puede verse esquematizado en la figura 8. Siendo un circuito por demás necesario es a su vez, y desde el punto de vista eléctrico, el

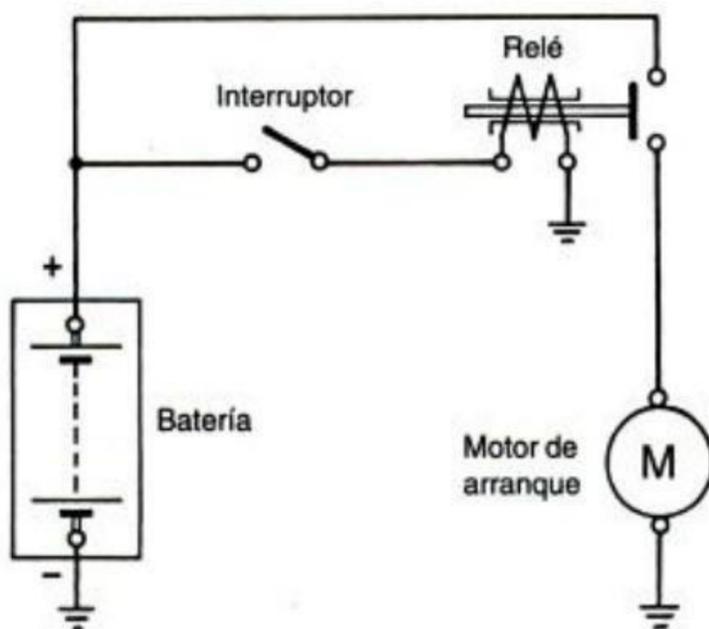


Figura 8. Esquema básico de un circuito de arranque.

más simple de los circuitos que precisa un automóvil. Precisa de la batería para que le proporcione la corriente eléctrica pero consta sólo de dos elementos básicos, que son:

- Motor de arranque con relé.
- Interruptor de puesta en marcha.

Veamos por separado cada uno de estos elementos cuyo estudio muy a fondo será realizado en el próximo capítulo 9.

Motor de arranque con relé

El motor de arranque tiene como misión iniciar los primeros giros del motor térmico para dar tiempo a éste a activar el movimiento de los pistones, de las válvulas y de los elementos de la inyección y el encendido. En condiciones normales bastan unas pocas vueltas para que el motor térmico se ponga en funcionamiento y a partir de este instante el motor de arranque debe retirarse de su función y detenerse en su giro.

El motor de arranque es un motor eléctrico y, como tal, funciona de forma inversa a como lo hace un generador con el que guarda una estructura técnica muy parecida (especialmente con la dinamo). Como sabemos, el generador recibe la energía mecánica y la transforma en energía eléctrica; por el contrario, el motor de arranque actúa a la inversa, es decir, recibe la energía eléctrica y la transforma en energía mecánica. Con ello está en condiciones de aplicarse a la corona dentada del volante del motor de combustión y accionar el cigüeñal directamente.

En la figura 9 puede el lector ver una buena fotografía de un motor de arranque que ha sido sometido a un corte para que se puedan apreciar todas las piezas principales que lo componen. El funcionamiento eléctrico viene determinado por la presencia de unas bobinas inductoras que crean un fuerte campo magnético alrededor del inducido (que en este caso tiene que ser el rotor). Por otra parte y al mismo tiempo, la corriente eléctrica entra en las bobinas del inducido en sentido contrario. Al producirse esta diferencia de sentido de la corriente dentro de un campo magnético, existe un rechazo que hace que el inducido tienda a girar tanto más violentamente cuanto más fuerte es la corriente eléctrica que lo alimenta. El giro constante del inducido o rotor provoca el movimiento de su eje y con él, por medio de un piñón que engrana en el dentado exterior del volante, gira el cigüeñal como se ha dicho.

Estudiaremos más adelante este motor y sus características con todo detalle.

Interruptor de puesta en marcha

Este interruptor establece el circuito permitiendo el paso de la corriente. Su colocación puede ser muy diversa y puede consistir en un botón colocado en el panel de mandos, en una pequeña palanqueta, en su incorporación al mismo interruptor de contacto, etc.; pero normalmente, la forma más habitual de encontrar este interruptor es formando parte de este conmutador y se acciona el motor de arranque con la misma llave de contacto cuando la llave alcanza una posición determinada en la totalidad de su recorrido.

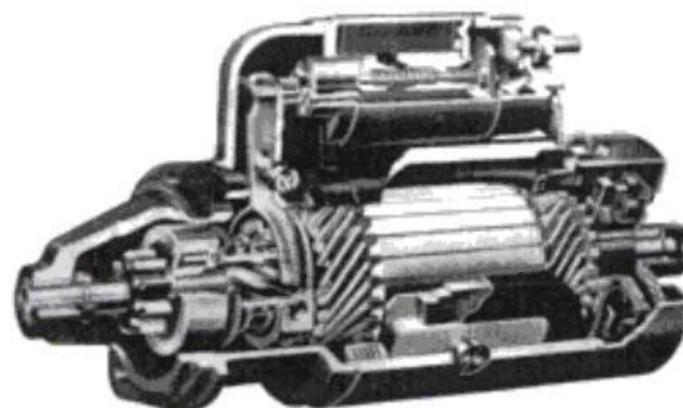


Figura 9. Motor de arranque seccionado para que pueda verse su interior y las principales piezas que lo componen.

Circuito de encendido

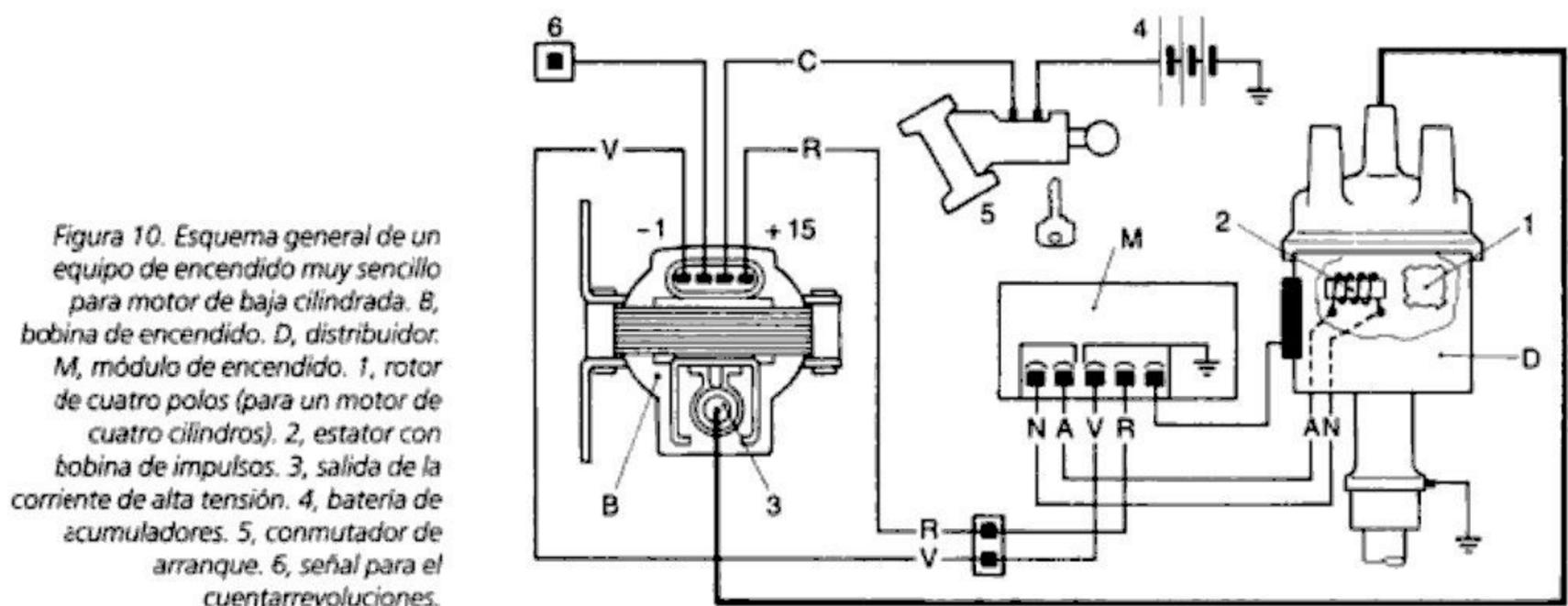
Se trata de aquel circuito eléctrico que tiene como objetivo final obtener una chispa eléctrica en el interior de la cámara de combustión que haga posible el inicio de la inflamación de la mezcla. Es, pues, un circuito básico para el funcionamiento del motor.

En la actualidad el circuito de encendido es uno de los que más se ha beneficiado de los adelantos proporcionados por la electrónica hasta el punto de que forma parte prácticamente indisoluble con el conjunto que prepara y gestiona la mezcla. Por lo tanto, hablar de encendido sin mencionar la inyección resulta cada vez más difícil. A este respecto recordamos al lector que nuestra enciclopedia dedica un tomo independiente al estudio conjunto de la inyección y el encendido dada la gran integración con la que se presentan ambas funciones, es decir, lo mucho que están relacionadas e imbricadas entre sí la carburación y el encendido.

Desde el punto de vista eléctrico y mecánico es evidente que el circuito de encendido formó, en otros tiempos, un circuito completamente independiente. Sin embargo, ésta no es la situación actual. A partir de los primeros años de la década de los noventa del siglo xx, encendido e inyección pasaron a ser gestionados por una misma unidad electrónica de control (UEC). A pesar de ello y en las próximas páginas, vamos a considerar este circuito en solitario, sin entrar en el estudio de la inyección (que ahora no vendría al caso).

En la figura 10 tenemos un esquema de un sistema de encendido muy sencillo, preparado para automóviles de pequeña cilindrada y provistos de inyección monopunto. Partiendo de esta figura veremos los elementos básicos de un circuito de encendido sencillo. En primer lugar tenemos la *bobina de encendido* (B) que está regida por las órdenes que recibe del *módulo de encendido* (M). Un *distribuidor* (D) recibirá la corriente de alta tensión generada en la bobina y se encargará de repartir esta corriente de alta tensión a cada una de las bujías.

Para vehículos dotados de motores más potentes se emplean sistemas de encendido más complejos que incorporan todas las funciones de creación de corriente de alta tensión, avances de encendido electrónicos y distribución de



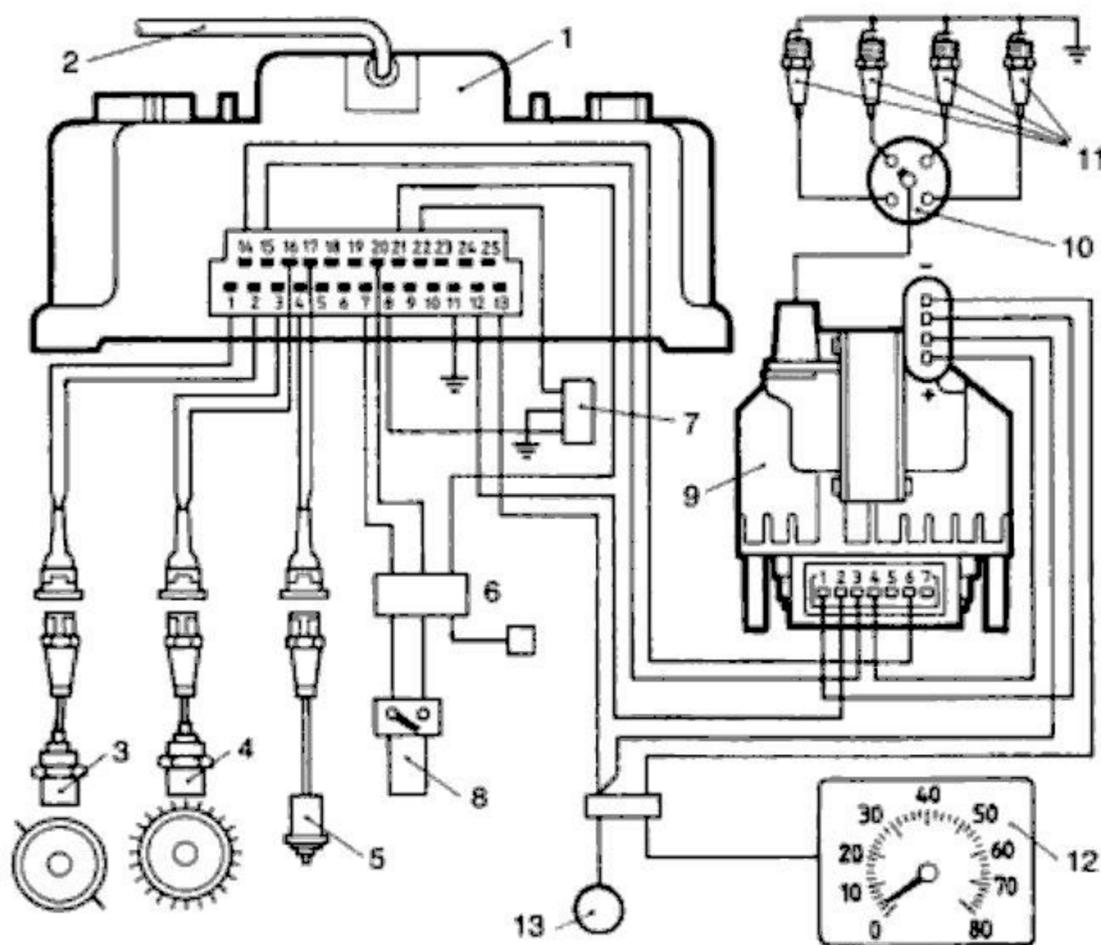


Figura 11. Conjunto de un equipo de encendido bastante más completo que el anterior. 1, módulo electrónico de mando. 2, tubo para conocer el estado de presión/depresión del colector de admisión del motor. 3, sensor de PMS. 4, sensor de revoluciones. 5, sensor de detonación. 6, conexión con el equipo de inyección. 7, toma de diagnóstico. 8, interruptor de seguridad. 9, bobina de encendido con módulo electrónico de potencia incorporado. 10, distribuidor de encendido. 11, conjunto de las bujías. 12, cuentarrevoluciones. 13, conmutador de arranque.

la corriente a las bujías. Un ejemplo de este sistema de encendido lo tenemos en la figura 11, cuya complejidad se pone de manifiesto en la misma figura. Este equipo consta de *módulo electrónico de mando* (1) que es el receptor de todos aquellos parámetros indispensables para el control completo del punto de encendido. Así tenemos que este módulo recibe señales de aviso de estados del motor que son indispensables conocer para determinar el punto exacto de la chispa entre los electrodos de las bujías en el momento más oportuno. Estas señales están compuestas por el conocimiento del estado de presión/depresión del colector de admisión del motor, cosa que se hace a través de un tubo que lo tenemos señalado en 2. El módulo debe estar informado del momento exacto en que el primer pistón alcanza su P.M.S., cosa que logra por medio del *sensor de PMS* (3).

También debe conocer en todo momento el régimen de giro a que está funcionando el motor. Este parámetro se lo proporciona el *sensor de revoluciones* (4). De igual modo, el módulo electrónico de mando debe saber hasta qué punto aparece en las cámaras de combustión el fenómeno de la detonación para retrasar inmediatamente la chispa que está saltando en una posición crítica. Este importante *sensor de detonación* lo tenemos señalado en 5 en el dibujo.

También recibe las órdenes de integración del equipo de inyección a través de la conexión (6) y, para poder verificar su estado, dispone de una *toma de diagnóstico* (7) desde la que puede comprobarse el estado de sus circuitos. La descripción general de las funciones de este módulo electrónico de mando finaliza con la observación de que dispone de un *interruptor de seguridad* (8) que desconecta el encendido en casos de alto riesgo.

Otro de los elementos importantes de este equipo es el conjunto formado por la *bobina de encendido* (9) a la que se incorpora también un *módulo electrónico de potencia*.

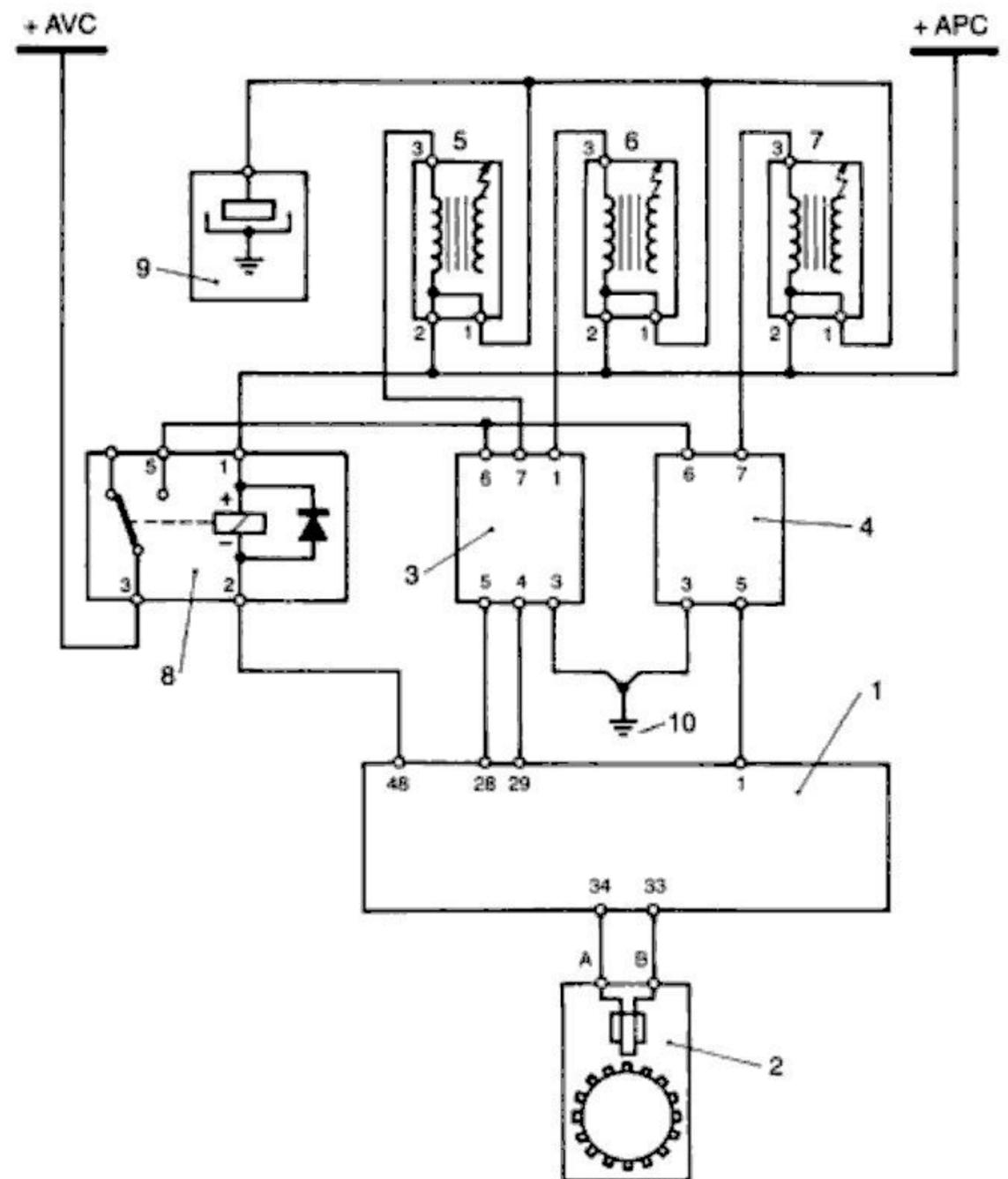


Figura 12. Esquema de un encendido estático. 1, unidad electrónica de control de la inyección y el encendido. 2, sensor del PMS. 3, módulo de potencia n.º 1. 4, módulo de potencia n.º 2. 5, 6 y 7, bobinas de encendido. 8, relé de la electrobomba de inyección. 9, condensador antiparasitario para los equipos de radio. 10, toma de masa.

La bobina de encendido es la encargada de transformar la corriente de baja tensión que recibe, procedente de la red, en corriente de alta tensión, ayudada para ello por el módulo de potencia. La orden del momento en que debe elaborar cada uno de estos impulsos de alta tensión le viene proporcionada por el módulo electrónico de mando. Cuando la bobina ha elaborado uno de estos impulsos lo manda al *distribuidor* (10) que, como su nombre indica, se encarga de mandar o *distribuir* este mismo impulso a cada una de las bujías (11) de acuerdo con el orden de encendido del motor.

Otros elementos que forman parte de este circuito son el *cuentarrevoluciones* (12) y el *conmutador de arranque* (13). El primero es alimentado desde la bobina que a su vez determina el régimen de giro por la información, en número de chispas por minuto, que le indica el módulo de mando que, como se recordará, controla este parámetro desde su sensor (4).

Éste es el funcionamiento de un sistema de encendido que resulta bastante corriente en los motores actuales. Sin embargo, no cabe olvidar la cada vez más importante presencia de los llamados *encendidos estáticos* que eliminan de un esquema como el que acabamos de ver la figura del distribuidor. En la figura 12 tenemos un esquema propio de un encendido estático de alta tecnología. Como en el caso anterior, se parte de la acción gestionada por la unidad elec-

trónica de control de la inyección y el encendido, representada aquí con el número 1. Esta central recibe información desde el sensor de PMS (2) para conocer en todo momento el estado de desplazamiento de los pistones en el interior de sus respectivos cilindros.

La unidad electrónica (1) manda sus órdenes a dos módulos de potencia (3 y 4) y éstos se hallan en disposición de transmitir estas órdenes, una vez elaborada la corriente, a cada una de las bobinas de encendido (5, 6 o 7) de que consta el equipo. Cada una de estas bobinas genera dos chispas al mismo tiempo que manda conjuntamente a dos cilindros (en este caso se trata de un motor de seis cilindros). Una de estas chispas coincide con el momento de encendido de uno de estos cilindros mientras la otra, que no coincide, se pierde sin utilidad alguna. En este caso concreto, la bobina número 5 alimenta al mismo tiempo al cilindro número 1 y al número 5; la bobina 6 hace lo propio con los cilindros 2 y 6, y la bobina número 7 alimenta los cilindros 3 y 4.

Las ventajas que ofrece la eliminación del distribuidor son notables para el mejoramiento de la calidad de la chispa pues al desaparecer un contacto móvil es más posible obtener una chispa dotada de mayor cantidad de energía, lo que mejora el rendimiento del equipo de encendido al conseguir un inicio de la combustión mucho más potente incluso en las situaciones más adversas (alto estado de humedad, momento del arranque, batería en baja carga, etc.).

En la figura 13 puede ver el lector algunos de los elementos que, sobre el motor, componen un equipo de encendido. Aquí se destaca, sobre todo, la presencia del distribuidor que en los equipos que disponen de él se hace muy evidente en cuanto se levanta la tapa del cofre del motor y se observan con atención todos los componentes que quedan a la vista.

Dada la enorme complejidad que presenta un equipo de encendido moderno no podemos pretender, ciertamente, que con la explicación que acabamos de dar, un lector que tenga conocimientos previos más escasos sobre el problema y la constitución general del encendido pueda comprender su funcionamiento. A este tema concreto se dedica una extensa parte en el tomo de esta enciclopedia dedicado a la inyección y el encendido. Por el momento, lo que importa saber es que la electricidad tiene el compromiso de atender los requerimientos del equipo de encendido y que ello forma parte del conjunto total de la instalación que ahora estamos estudiando de una forma breve y muy general.

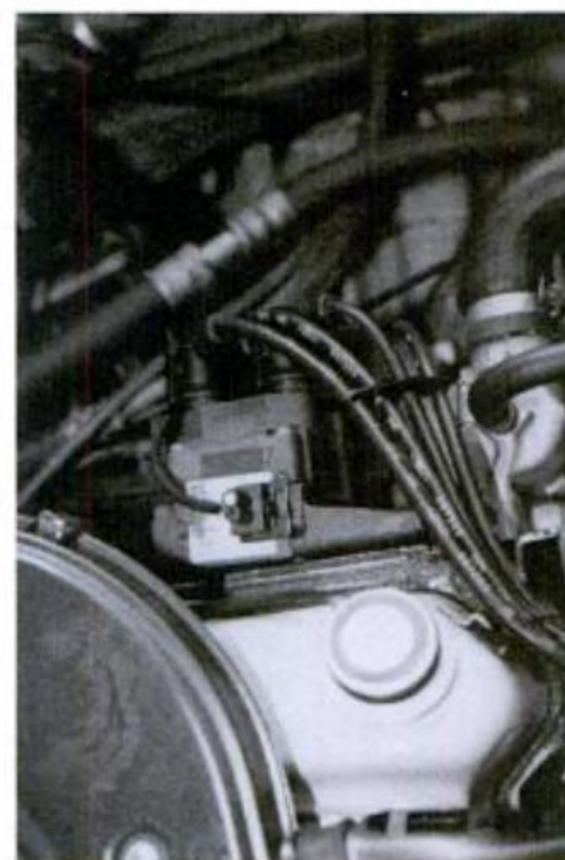


Figura 13. A la vista de un motor es fácil distinguir el lugar ocupado por el distribuidor, de una forma muy característica. Unido por los cables a él se encuentra la bobina de encendido con su módulo de potencia.

Circuito de alumbrado

El circuito de alumbrado debe ser capaz de atender a todas las necesidades de iluminación que son necesarias en un automóvil. De una manera muy simplificada tenemos, en la figura 14, un esquema que contiene los elementos básicos de un circuito de este tipo. Estos elementos básicos son los siguientes:

- Conmutador de luces.
- Caja de fusibles.
- Lámparas.

Veamos por separado las características de cada uno de estos elementos eléctricos.

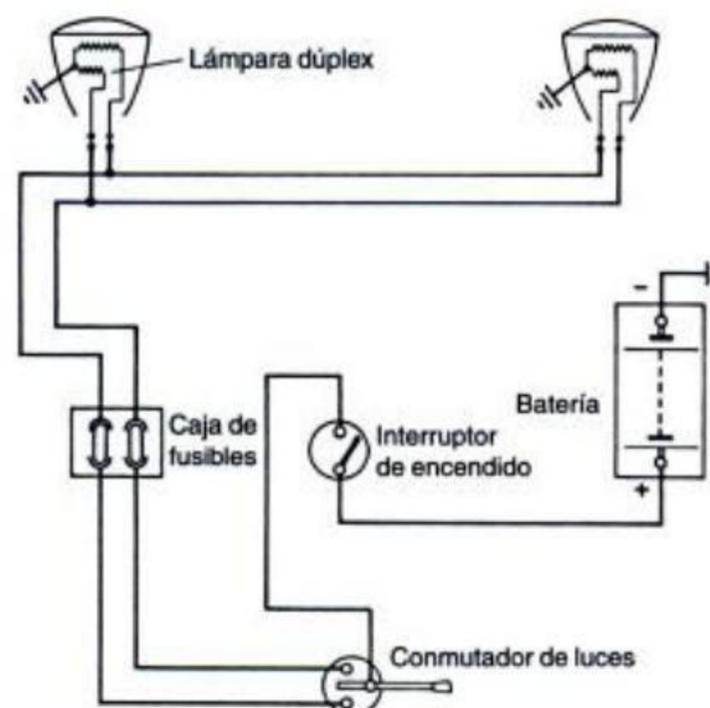


Figura 14. Circuito de alumbrado mostrando el ejemplo de las luces de carretera.



Figura 15. Diferentes clases de fusibles.

Conmutador de luces

En la citada figura 14 podemos ver la situación básica ocupada por un conmutador de luces en el conjunto de un esquema eléctrico de alumbrado. La corriente la recibe a través del interruptor de contacto que a su vez la recibe ya sea a través de la batería o del generador si el motor térmico está en funcionamiento. Por medio del conmutador de luces se consigue orientar el paso de la corriente hacia las lámparas que se han de alimentar según la posición o posiciones que el conmutador adopte.

Hay una gran variedad de interruptores y conmutadores ya que su trabajo y características dependen de las luces a las que van a alimentar y a la forma como ello deba hacerse. En general, puede decirse que es un dispositivo que permite dejar paso a la corriente, o impedirlo, hacia las distintas lámparas de que consta el circuito.

Caja de fusibles

A la salida del conmutador la electricidad pasa por unos fusibles antes de llegar a las lámparas.

La misión que tienen los fusibles no es otra que la de evitar la posible llegada de sobrecargas eléctricas a los aparatos consumidores. Al tratar del tema del regulador ya indicamos que este dispositivo es indispensable en una instalación alimentada por un generador de velocidad variable. En el caso de un deficiente funcionamiento del regulador o por la misma presencia de un cortocircuito, la tensión en la red puede superar los valores máximos admitidos por los aparatos consumidores con lo que éstos se quemarían sin remedio. Lo mismo ocurre si se produce un exceso de intensidad. Los fusibles tienen la particularidad de que interrumpen automáticamente el paso de la corriente en cuanto se produce una sobrecarga de este tipo, ejerciendo una perfecta labor de protección a los consumidores, algunos de ellos, como las mismas lámparas, muy sensibles a estas variaciones.

El fusible es un elemento muy sencillo ya que su misión consiste en establecer un puente en serie en el cable de alimentación. Básicamente consiste en unos hilos de plomo, cobre o plata por los que ha de pasar necesariamente toda la corriente que alimentará a un consumidor o a un grupo de ellos. Estos hilos están calibrados de tal forma que cuando la corriente que circula resulta de un valor superior a aquel para el que están calibrados, el hilo se funde (de ahí su nombre de *fusibles*) interrumpiendo el paso de la corriente a todo lo largo del circuito que protege, y que, de haberse dejado pasar la sobrecarga, hubiera perjudicado seriamente al aparato o aparatos consumidores que integran el circuito.

Los fusibles son, pues, órganos de seguridad y es corriente que en la instalación eléctrica del automóvil exista gran cantidad de ellos para la protección de todos los circuitos. En la figura 15 puede verse un grupo de varios tipos de fusibles mientras que en la figura 16 tenemos una caja de fusibles y relés propia de una instalación tradicional del equipo eléctrico de un automóvil.

Lámparas

Las lámparas están constituidas por un hilo delgadísimo llamado *filamento*, fabricado con un metal que ofrece alta resistencia al paso de la electricidad.

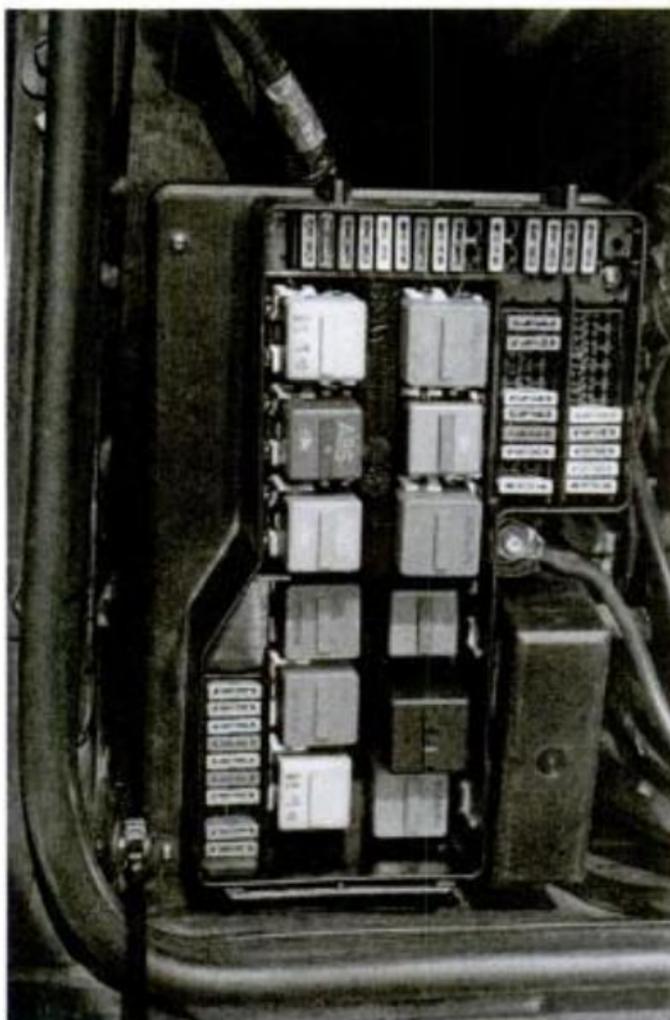


Figura 16. Caja de fusibles de un automóvil que incorpora también la caja de relés.

Precisamente debido a esta resistencia elevada, al pasar por el filamento, la corriente eléctrica lo pone incandescente, momento en el que emite luz.

Para obtener estos resultados es necesario que se cumplan algunas particularidades: es preciso que el filamento permanezca completamente encerrado en una cápsula de cristal de la que previamente se haya extraído el aire, pues el contacto con el oxígeno, a la elevada temperatura de funcionamiento a que se produce la incandescencia, quemaría en fracciones de segundo el filamento. Por esta razón, es corriente rellenar el interior de las lámparas con gases que favorecen el trabajo de los filamentos, aumentan la luminosidad e impiden que se quemen. Tal es el gas argón, por ejemplo.

Las lámparas empleadas en los automóviles son variadísimas y de muchos tamaños y potencias.

También se utilizan en muchos casos (sobre todo para las luces testigo de funcionamiento) la presencia de los llamados *leds* que son unos transistores que emiten fotones (luz) con un mínimo gasto de energía. Sin embargo, este tipo de iluminación electrónica sólo se utiliza en casos de aviso para el conductor de que algún consumidor está en funcionamiento, o casos similares en los que no se precisa de una emisión de luz considerable.

En la figura 17 puede verse un grupo de diferentes lámparas utilizadas corrientemente en las instalaciones del automóvil.

Para las luces intensivas y de cruce se utilizan de una forma generalizada las lámparas halógenas, de mucha mayor duración y potencia luminosa. Son también de filamento de tungsteno pero van ubicadas en una cápsula de aleación transparente de silicio en cuyo estrecho interior se ha introducido una mezcla de gases compuesta por yodo, cromo, flúor y criptón. De esta forma, las lámparas halógenas se regeneran constantemente ya que las partículas de tungsteno que se volatilizan establecen como un puente de electrones al mezclarse con el material halógeno produciendo así una intensidad de luz mucho mayor y una duración de la lámpara considerablemente más larga que las lámparas tradicionales.

De todos estos temas nos vamos a ocupar con la extensión que merecen en las páginas de esta obra, aunque el caso del circuito de iluminación forma parte del segundo volumen de nuestra enciclopedia dedicado a la electricidad del automóvil y se estudia exclusivamente en este segundo tomo citado.

Circuito de accesorios

Este circuito tiene una disposición electrotécnica muy parecida a la que se ha visto en el circuito de alumbrado. Su misión consiste en alimentar de corriente los distintos aparatos receptores que componen la instalación de los accesorios, tales como limpiaparabrisas, elevalunas eléctricos, cierres centralizados, lavaparabrisas, bocina, etc.

En la figura 18 se ha dibujado un sencillo esquema básico de lo que es un circuito de accesorios. En este caso se toma el ejemplo de la alimentación del motor del limpiaparabrisas que es un accesorio indispensable en todo automóvil. El conmutador y el fusible son los elementos típicos de este tipo de circuitos que suelen contar, además, con la presencia de relés o mandos a distancia para mejorar el rendimiento eléctrico del circuito. Un relé consiste en un dispositivo que, accionado por una pequeña cantidad de corriente de mando que actúa como un interruptor, puede dejar pasar una considerable cantidad de corriente

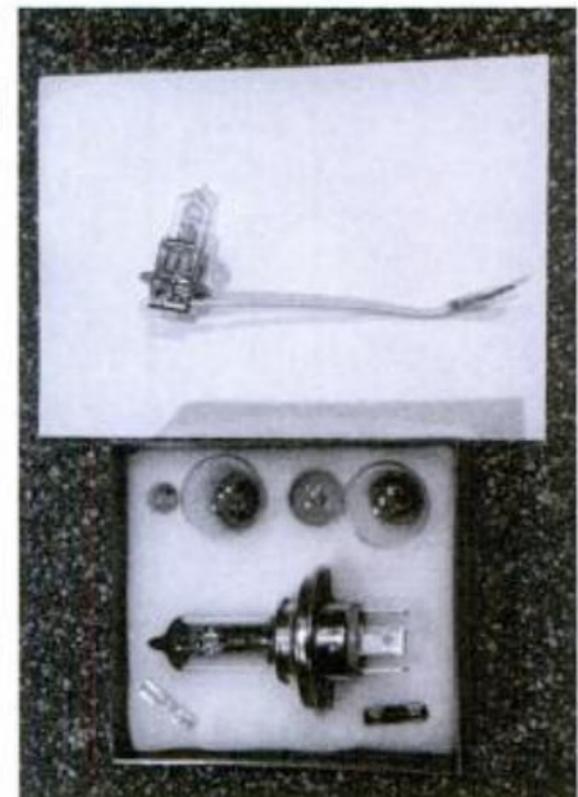


Figura 17. Diversos tipos de lámparas utilizadas en la instalación del circuito de alumbrado.

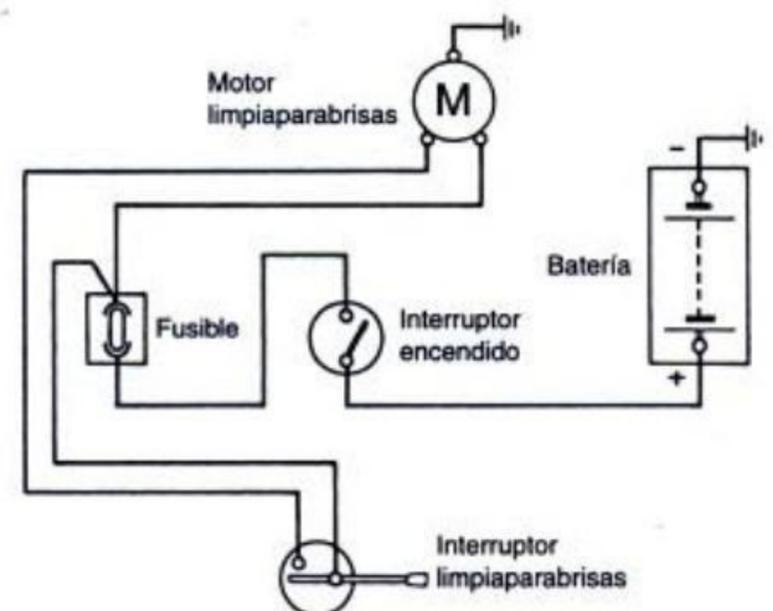


Figura 18. Ejemplo muy simplificado de un circuito de accesorios relativo ahora al del motor de accionamiento del limpiaparabrisas.

que alimente un circuito muy potente. La presencia de relés en la instalación del automóvil es considerable para aumentar con ello el rendimiento de la instalación ya que un valor nominal de 12 voltios no siempre es suficiente para mandar a largas distancias la corriente que un automóvil, tan recargado de accesorios como es el actual, precisa.

De todos estos temas nos ocupamos con toda la gran extensión que merecen, a lo largo de nuestro completo estudio sobre la electricidad del automóvil.

Esquema del conjunto de la instalación

Todos los circuitos que se acaban de indicar van instalados en el automóvil formando un conjunto ligado y complicado de cables al que se le da el nombre de *sistema eléctrico* o *instalación eléctrica del automóvil*. La cantidad de cables que componen este sistema es extraordinario y se hallan dispuestos a lo largo y lo ancho del automóvil, acoplados en mazos o grupos de cables recogidos en un tubo flexible de plástico, lo que constituye los *cableados*.

Dado el gran número de accesorios con los que cuenta cualquier automóvil moderno, la cantidad de cables de alimentación que se precisa es enorme.

En la figura 19 podemos ver el ejemplo del cableado que se puede encontrar, por ejemplo, en una puerta de acceso al automóvil. Por medio de la corriente eléctrica hay que atender a alimentar al motor del elevalunas eléctrico (1), al cierre centralizado (2), al retrovisor eléctrico (3) y a los mandos de estos elementos (4) además, en este caso, de la alimentación de los altavoces (5) del autorradio. Todo ello necesita de la presencia de muchos cables. Por supuesto, otras zonas del automóvil son todavía más complicadas en el aspecto que ahora se comenta. En la figura 20 podemos ver la cantidad de cables que se acumulan en la zona del panel de instrumentos y en el acceso de los mandos delan-

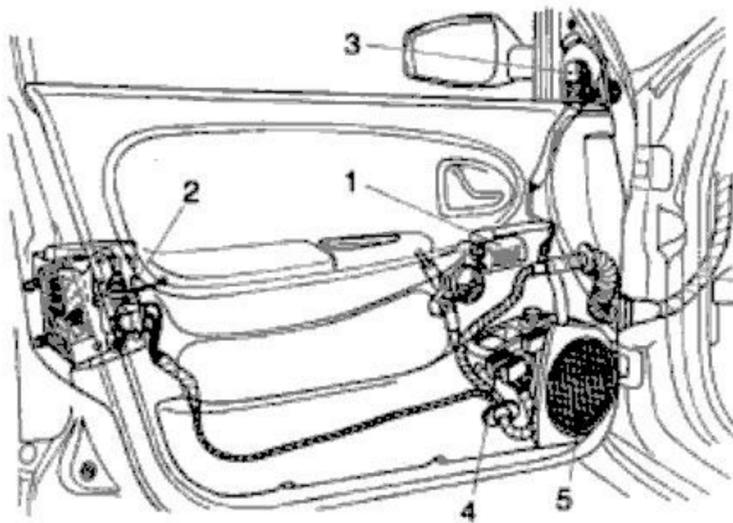


Figura 19. Ejemplo del cableado que se establece en el interior de una puerta de automóvil. 1, motor del elevalunas eléctrico. 2, cierre centralizado. 3, accionamiento eléctrico del retrovisor. 4, conjunto de mandos. 5, instalación de altavoces del equipo de autorradio.

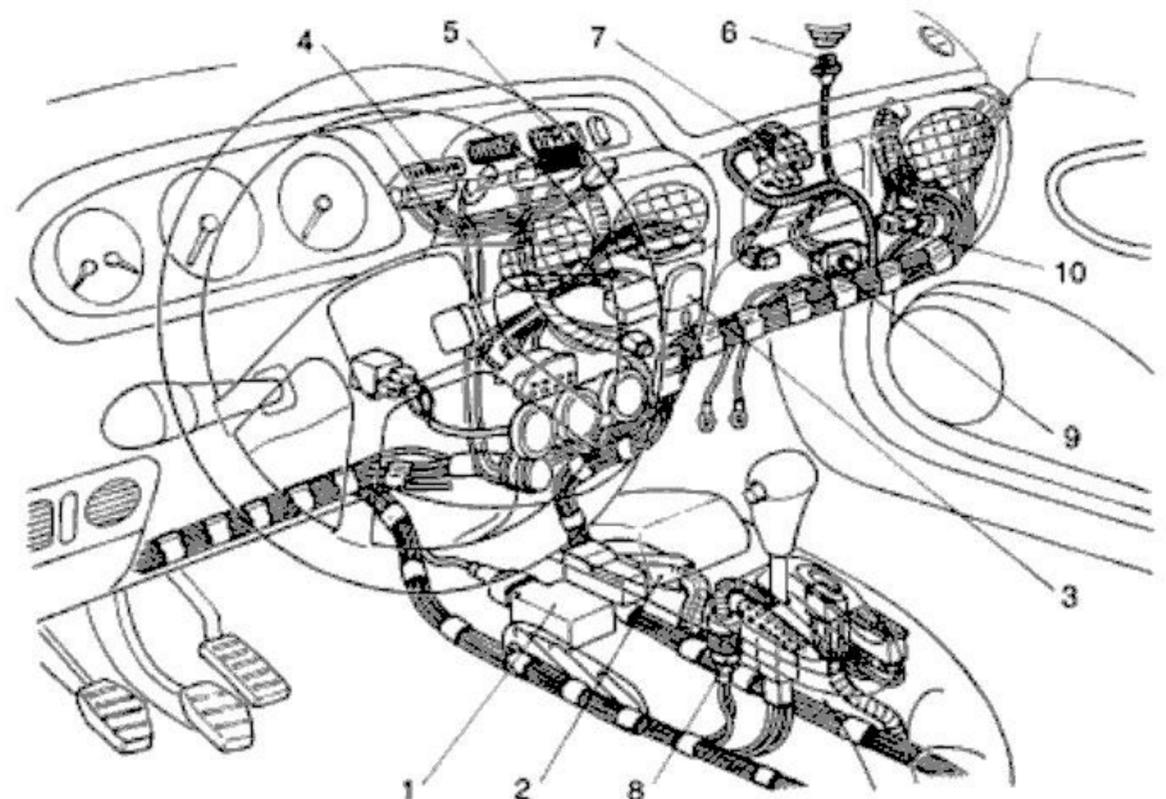


Figura 20. Mazos de cables que pueden encontrarse en la zona del salpicadero. 1, captador de aceleración. 2, caja electrónica euro-bag. 3, mando de luces de emergencia. 4, interfaz de comunicación radioteléfono. 5, reloj horario. 6, unión al altavoz tweeter derecho. 7, mando del airbag del pasajero. 8, captador de la palanca de velocidades. 9, contactor de la guantera. 10, llave de alarma y llave de bloqueo por programa.

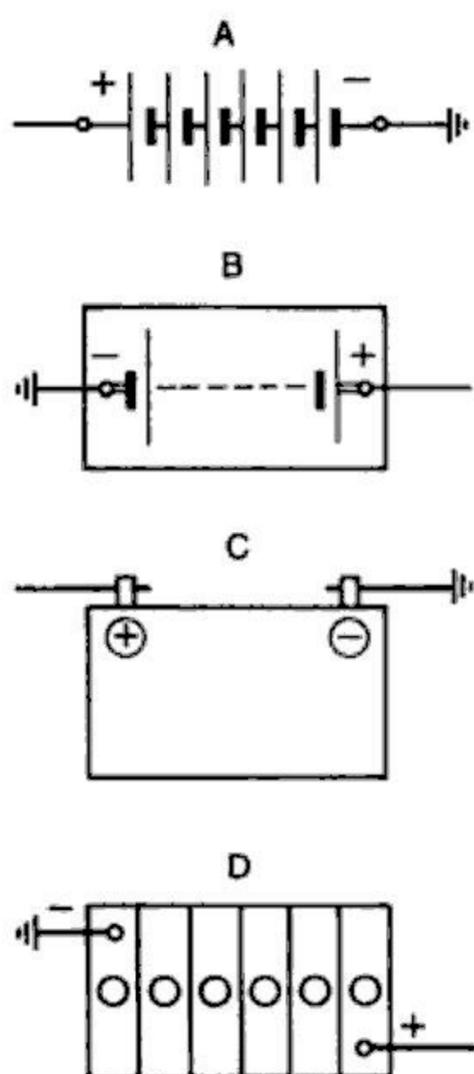


Figura 22. Diversas representaciones gráficas con las que se indica la presencia de la batería de acumuladores en los esquemas eléctricos.

El hecho de utilizar el chasis o estructura del automóvil como retorno de la corriente o masa, no sólo simplifica enormemente el circuito (pues de esta forma con un solo cable basta) sino que resulta mucho más barato y simple e igualmente eficaz *siempre que las conexiones a masa estén bien realizadas*. Cualquier consumidor eléctrico del automóvil no funcionará si su estado de conexión al metal del chasis no es correcta. Por lo tanto, las conexiones a masa son fundamentales para la buena salud de la instalación.

En todos los coches europeos la electricidad utiliza como conducto de retorno el *polo negativo*. Pero esto no es la única solución posible ya que, de igual forma podría haberse utilizado el polo positivo para el regreso de la electricidad a masa, e incluso existen automóviles dotados de esta característica. En cualquiera de los dos ejemplos las cosas no cambian y el comportamiento de la corriente es el mismo.

Cuando tratemos de cada uno de los órganos eléctricos de un motor, trataremos también del tema de su conexión a masa. Por ahora baste saber que esta conexión debe estar realizada con atención y en las mismas condiciones de pulcritud que las conexiones de los cables a los aparatos y con sus mismas garantías, así como que la pintura y la suciedad son malos conductores de la electricidad y deben ser eliminados en este tipo de conexiones. También las juntas de papel o corcho son aislantes lo que debe tenerse presente cuando se trate de un aparato cuya acción a masa puede estar interceptada al añadirle una junta de estos materiales, sobre todo cuando se trabaja en la zona del motor, caja de cambios, etc.

Interpretación de un circuito eléctrico

Como se ha visto en la figura 21 un esquema de la instalación está lleno de símbolos que representan a cada uno de los elementos que componen esta instalación. Para moverse ágilmente en la interpretación de estos esquemas es necesario conocer qué significado tiene cada símbolo para de esta forma identificar rápidamente el circuito a que se refiere la parte estudiada. Aunque estos símbolos pueden ser muy variados para representar a un mismo aparato, es conveniente que el mecánico tenga una idea general por lo menos de los más utilizados en la mayor cantidad de esquemas, por lo que vamos a ocuparnos de ello seguidamente.

Comencemos por la batería de acumuladores que en los esquemas puede hallarse representada, entre otras, por las formas que nos enseña la figura 22. Especialmente los símbolos A, B y C son muy corrientes. La batería se distingue rápidamente en muchos esquemas porque a ella va a parar siempre un cable dibujado más grueso que el resto, que representa al que conduce la corriente eléctrica hasta el motor de arranque.

También es muy importante destacar el símbolo utilizado para representar la *masa* en los esquemas. En la figura 23 tenemos cuatro formas que resultan muy corrientes, especialmente la B y la A. La forma de representar la masa que podemos ver en D resulta muy utilizada en los circuitos electrónicos del automóvil.

El aparato generador suele representarse a veces con una imitación de sus bobinas, como es el caso A de la figura 24 (en esta figura y por el bobinado se

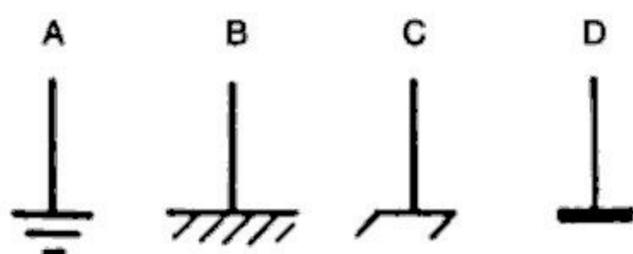


Figura 23. Diversas representaciones de masa en los esquemas eléctricos.

advierte claramente que se trata de un alternador). Otras veces, un simple rectángulo (caso B) provisto de sus conexiones puede ser suficiente para dar a entender que se trata de un generador. Otras veces también pueden encontrarse los símbolos presentados en D y E, el último con el signo de la corriente alterna haciendo clara alusión de que se trata de un alternador.

Las representaciones más corrientes del motor de arranque pueden verse en la figura 25. Su posición es fácilmente identificable porque recibe el cable grueso de la batería, como antes se ha dicho.

Finalmente, puede ver el lector, en la figura 26, las posibles representaciones en los esquemas eléctricos de diversos elementos que son corrientes en las instalaciones eléctricas de los automóviles. A pesar de que los técnicos que dibujan estos esquemas no se han puesto enteramente de acuerdo en la forma de representar los elementos, no por ello debe sacar el lector la impresión de que la interpretación de un esquema de este tipo va a resultar difícil. Afortunadamente, en todos los esquemas cada elemento se acompaña de un número o una letra, y una leyenda o pie de figura en el que se indica con su nombre correcto el elemento que representa cada símbolo. De este modo su identificación es inequívoca aun cuando el dibujo no corresponda exactamente

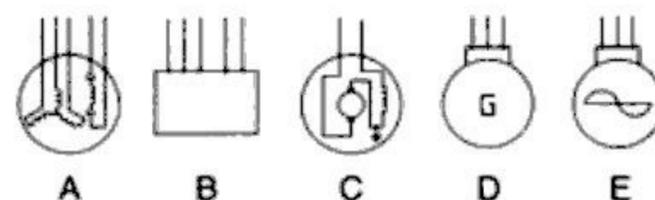


Figura 24. Posibles representaciones de los aparatos generadores en los esquemas eléctricos.

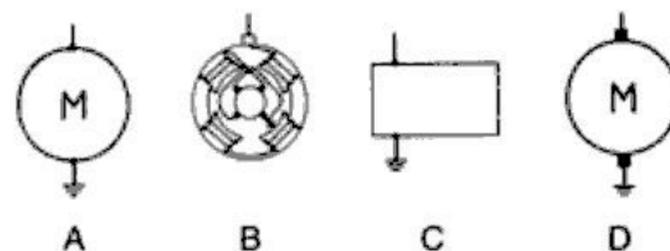


Figura 25. Representaciones posibles del motor de arranque en los esquemas eléctricos.

	BOBINA
	CONDENSADOR
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	FOCOS
	FUSIBLE
	CLAXON

Figura 26. Representación esquemática de diversos aparatos, usada frecuentemente para su dibujo en los esquemas.

con el tipo de símbolo que podría esperarse, es decir, el que resulta de la aplicación más corriente en la generalidad de los esquemas.

Otra cualidad que los dibujantes persiguen cuando tratan de hacer un esquema general, es la de procurar que los aparatos ocupen una posición relativa semejante a la que realmente ocupan en el automóvil. De esta forma, por ejemplo, los faros delanteros se dibujan en la parte superior del esquema, mientras los traseros se encuentran en la parte inferior. La batería, el motor de arranque, el generador, etc., se encuentran en la supuesta zona del cofre del motor, mientras el panel de instrumentos, la caja de fusibles y relés, etc., ocupan la parte inmediatamente inferior. Otro ejemplo lo tenemos en el lugar reservado para la luneta térmica, que podemos ver en la parte trasera de lo que se considera el vehículo en el dibujo.

Como en los casos anteriores, ya veremos a lo largo de esta obra muchos esquemas que el lector sabrá interpretar debidamente después del estudio de estos volúmenes dedicados a la electricidad.

Identificación de los circuitos eléctricos en el automóvil

Mirando sobre un esquema la instalación de un determinado circuito, se ve con relativa facilidad la disposición adoptada por los elementos que la forman, pero cuando nos acercamos al automóvil con el mismo objeto y comenzamos a ver mazos de cables que atraviesan la plancha o se pierden escondidos entre las planchas de la carrocería, la situación es muy otra y puede llegar a desanimar a un electricista poco experto. Los circuitos más complicados son aquellos que tienen mayor número de cables y entre ellos se encuentran los pertenecientes al alumbrado y accesorios.

Esta dificultad de localización de los circuitos es, sin embargo, más aparente que real. Los constructores de automóviles, para evitar dificultades, suelen hacer de diferentes colores los cables de cada uno de los circuitos, lo que facilita de una manera muy importante su localización.

Los circuitos de arranque, encendido e incluso los de inyección, suelen ser fácilmente detectables a través de las formas muy características de los elementos que los componen, pero aun así pueden presentar dificultades si no se tiene en cuenta los colores de los cables.

En plan de introducción, como es el caso de todo este capítulo en general, vamos a hacer una serie de observaciones que pueden facilitar al lector la localización de algunos circuitos eléctricos importantes.

Circuito de carga

El generador es accionado por el motor. Por lo tanto, en todas las instalaciones deberá encontrarse en la parte delantera del motor, a la salida de la polea del cigüeñal que constituye la toma de fuerza ya que es por medio de una correa por la que se mueve la polea del alternador.

Según el diseño del motor, el constructor puede colocar el generador a la derecha o a la izquierda, incluso más elevado que el motor, pero siempre aprovechando la transmisión de la fuerza que ha de recibir forzosamente del eje motor y que sirve también para el accionamiento de otros mecanismos.

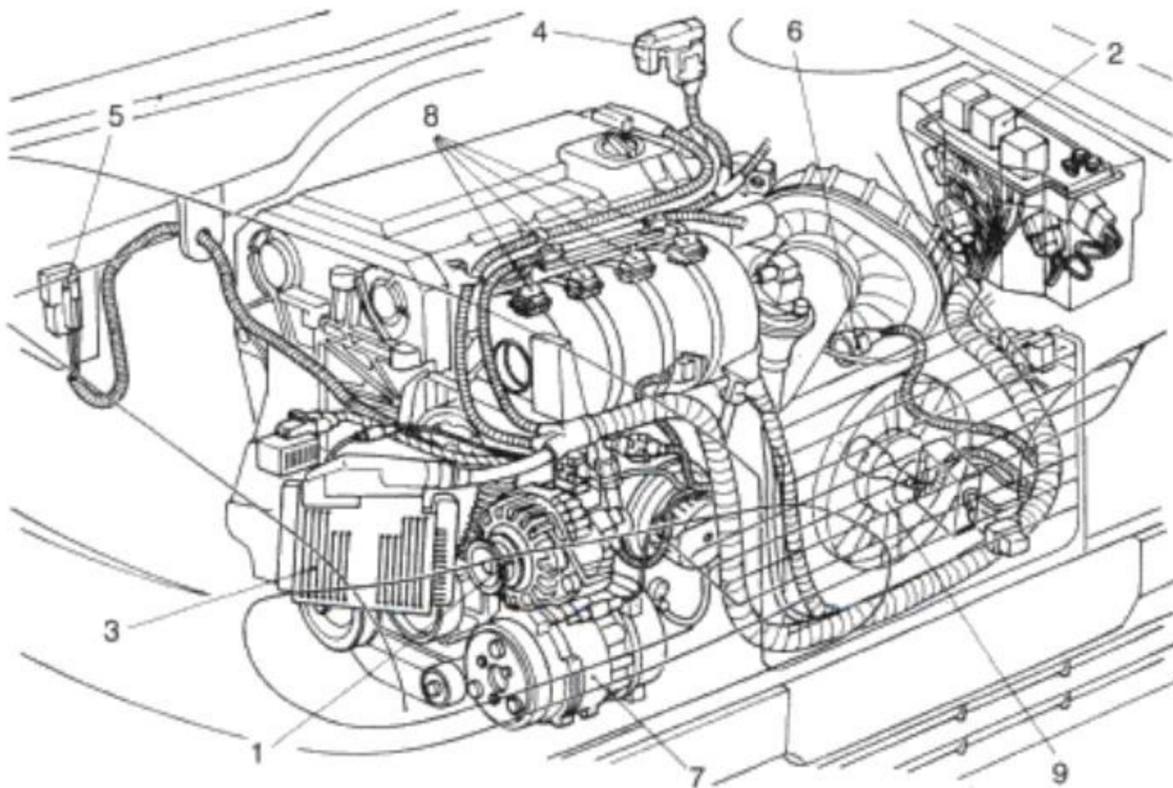


Figura 27. Vista de un motor en el que se han destacado la presencia de algunos importantes elementos eléctricos y los mazos de cables que se encuentran en la parte delantera del motor. 1, alternador. 2, caja de fusibles en el motor. 3, unidad electrónica de control para la inyección. 4, captador de la presión atmosférica. 5, pletina del fusible de potencia. 6, contactor de las luces de marcha atrás. 7, compresor del aire acondicionado. 8, inyectores. 9, grupo motoventilador del aire acondicionado.

En la figura 27 tenemos un interesante dibujo que nos muestra un motor en el que se ha destacado la presencia de algunos de los más importantes elementos eléctricos junto con los mazos de cables importantes que se encuentran en la zona que se indica. El alternador, que es el principal elemento del circuito de carga, lo tenemos señalado con el número 1. En este caso, el alternador incorpora también el rectificado de la corriente y el regulador con lo que la corriente sale del alternador en perfectas condiciones de utilización en la red.

Este circuito, como se ha dicho con anterioridad, consta también de la batería de acumuladores. La posición de este importante elemento eléctrico depende del espacio de que el constructor disponga en el cofre del motor donde, en la gran mayoría de los casos, la vamos a encontrar ubicada. En la figura 28 podemos verla colocada en esta parte en un motor de un automóvil de pequeñas dimensiones.

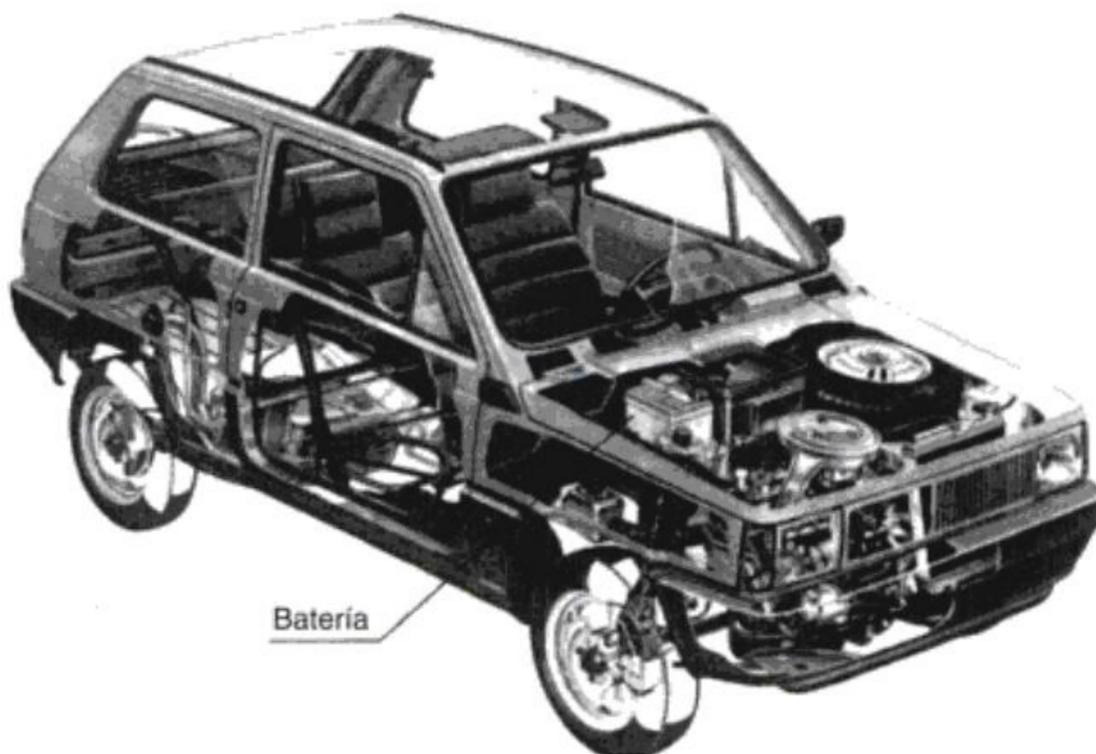


Figura 28. Lugar elegido para la colocación de la batería en un automóvil de pequeña cilindrada.

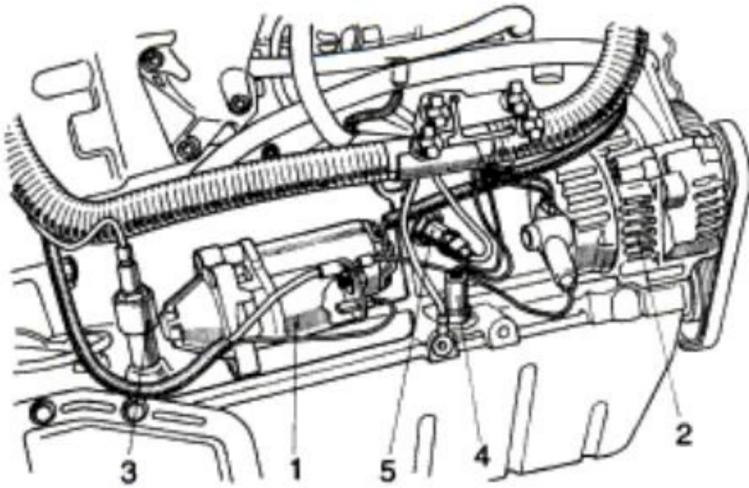


Figura 29. Posición ocupada por el motor de arranque, siempre cerca del volante del motor. 1, motor de arranque. 2, alternador. 3, sensor de la velocidad del motor. 4, sonda del nivel de aceite en el cárter. 5, detector de picado.

Circuito de arranque

El consumidor principal de este circuito es, sin duda, el mismo motor de arranque. Como que este motor eléctrico debe accionar el volante de inercia del cigüeñal, se encuentra siempre en la parte trasera del motor junto a este elemento del que se valdrá también el conjunto mecánico del embrague. Se emplea siempre un motor de corriente continua excitado en serie y alimentado por la corriente de la batería.

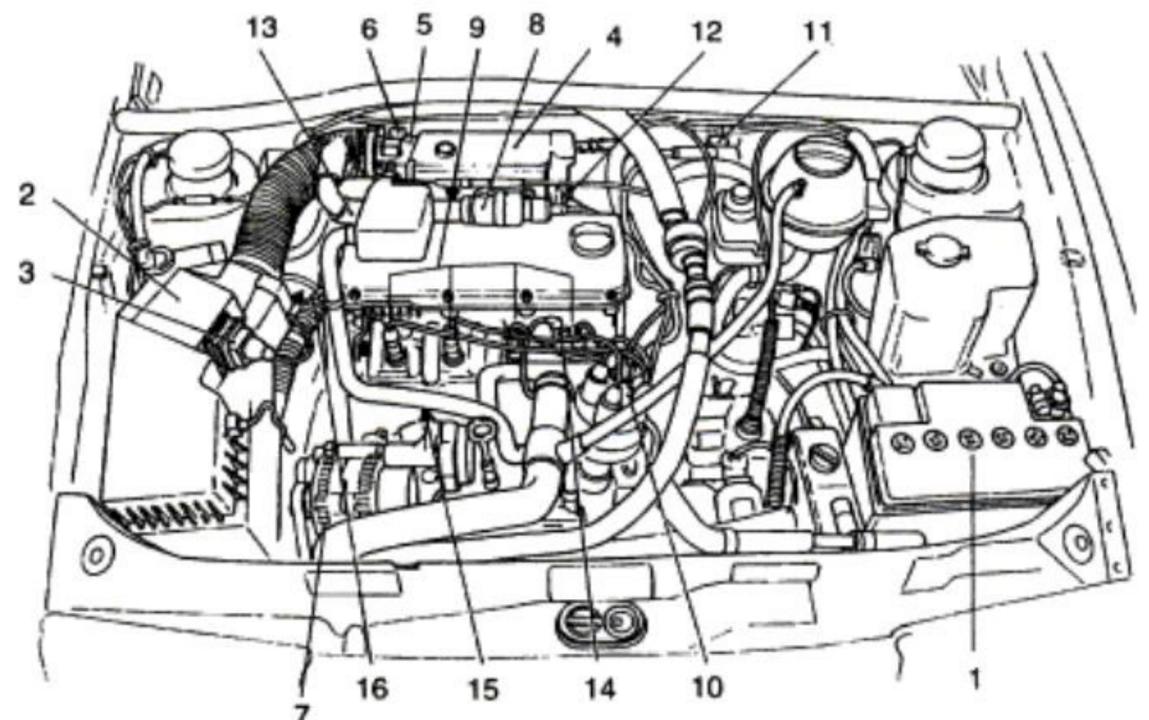
En la figura 29 mostramos el lugar de ubicación del motor de arranque en un motor de la marca RENAULT junto al mazo de cables que utiliza y algunos otros elementos tales como el mismo alternador (2) que se ve aquí en la parte opuesta del motor. También podemos ver en esta figura la presencia del sensor o captador de velocidad del motor (3), la sonda del nivel de aceite (4), etc.

Circuito de encendido

En los motores más modernos la presencia del circuito de encendido es bastante menos clara que en el caso de los motores antiguos en los que la presencia del distribuidor se hacía muy patente, por lo general colocado en una toma de fuerza directa del árbol de levas en culata. Pero en los motores más evolucionados el circuito de encendido, al ser electrónico y estar imbricado en el conjunto de la inyección y, en muchos casos, gestionado por la misma unidad electrónica de control (la misma que señalamos en la figura 27 con el número 3) es bastante más difícil de localizar. A esta dificultad se une, además, la moda de revestir la parte alta de la culata con una tapa que oculta el lugar donde incuestionablemente deben ser colocadas las bujías.

En los motores provistos de distribuidor resulta mucho más fácil localizar la forma de implantación del circuito de encendido pues partiendo de este aparato debe encontrarse la bobina con el módulo de mando electrónico (a veces separado, no obstante) y la posición de las bujías en la culata. Un ejemplo de ello lo tenemos en la figura 30 en la que mostramos el aspecto que presenta un motor de un determinado modelo de la marca SEAT cuando se levanta la tapa

Figura 30. Diferentes órganos del motor de un automóvil que pueden identificarse cuando se levanta la tapa del cofre de un automóvil. 1, batería de acumuladores. 2, caudalímetro de la inyección. 3, conector del potenciómetro del caudalímetro. 4, colector de admisión. 5, caja de las mariposas. 6, potenciómetro de las mariposas. 7, alternador. 8, válvula de ralenti. 9, bujías. 10, distribuidor de encendido. 11, transformador de encendido. 12, tapón de cierre para aplicar el tubo de medición del CO. 13, válvula de regulación de la presión para la ventilación de los gases del cárter. 14, sonda de la temperatura del líquido refrigerante. 15, captador de la detonación. 16, conector de la sonda Lambda con su calefacción.



del cofre del motor. También se destacan aquí muchos de los principales órganos del equipo de inyección que se integra con el encendido como ya ha quedado dicho en varias ocasiones anteriores.

Las bujías tienen que estar colocadas forzosamente en la culata del motor pues han de introducirse en las cámaras de combustión. Reciben la electricidad de alta tensión del distribuidor por medio de gruesos cables de alta tensión anti-parasitarios mientras que el cable central del distribuidor debe acoplarse a la bobina o bobinas, o al módulo electrónico de encendido.

Circuito de alumbrado y accesorios

En la mayoría de las ocasiones puede decirse que la mayor cantidad de conmutadores de los circuitos de alumbrado y de accesorios se encuentran en la zona del panel de instrumentos y en los alrededores de la posición de mando del conductor. Reciben la corriente desde el nudo entre la batería y el alternador y después de haber pasado por la caja de fusibles para la debida protección de cada uno de los circuitos. Desde los interruptores la corriente pasa hacia los consumidores, en muchos casos a través de un relé si el consumo de electricidad se prevé que puede ser importante.

Todo este recorrido de la corriente, tan poco complicado de describir, debe estar alimentado a través de cables, y la cantidad de éstos es abrumadora en un automóvil moderno dada la enorme cantidad de luces y accesorios con los que se ha incrementado la comodidad del conductor y de los pasajeros. Además, los hilos han de recorrer muchas veces toda la longitud del vehículo de forma que es fácil perder la orientación desde el punto de donde salen hasta el punto donde llegan. Con todo, hay procedimientos por los que es fácil reconocer los cables, como ya veremos en su momento a lo largo de nuestra obra sobre la electricidad del automóvil.

La presencia de tantos cables en estos circuitos nos lleva, en los próximos párrafos, a proporcionar al lector unos conocimientos previos a lo que es la electricidad en sí, relativos a los cables y a sus características constructivas, tema con el que cerramos este capítulo y que consideramos de importancia para el mecánico que va a dedicarse a realizar trabajos de verificación y reparación de aparatos eléctricos, objetivo general de nuestra obra.

Los cables eléctricos

Nos vamos a referir ahora, y en lo sucesivo, al estudio de los cables eléctricos en general que son ampliamente utilizados en la instalación del automóvil.

Para poder utilizar la electricidad en cualquier punto del vehículo se precisa de la ayuda de unos conductores que sean capaces de transportarla y, al mismo tiempo, que puedan dirigirla hasta el aparato receptor. Los elementos elegidos en este sentido son los cables.

La característica fundamental de los cables consiste en que ofrecen la menor resistencia posible al paso de la electricidad, al mismo tiempo que, dotados de un eficiente aislante, impiden los contactos del cable con las zonas de masa en las que habría retorno de la corriente antes de llegar al receptor deseado. Este aislante debe ser también capaz de aislar el conjunto del cable de los efectos perniciosos que presenten elementos desfavorables tales como la humedad, la suciedad de barro o grasa, etc.

Los cables se pueden adquirir en el mercado en diferentes tipos, de acuerdo, fundamentalmente, con su grosor y con la protección que reciban desde su aislante de acuerdo con la corriente que han de transportar. En el mismo automóvil se distinguen enseguida dos clases de cables: los cables de *baja tensión*, que son la mayoría de los cables que se encuentran a lo ancho y a lo largo del automóvil, y los cables de *alta tensión* que se utilizan para llevar la corriente de alto voltaje desde la bobina de encendido y su módulo electrónico hasta el distribuidor y el conjunto de las bujías.

Vamos a estudiar cada uno de estos grupos por separado, en una primera aproximación a este tipo de elementos.

Cables de baja tensión

A este tipo de cables pertenece el mismo cable usado en la batería y los cables de las luces y accesorios. Su característica fundamental es que por ellos circula solamente electricidad de baja tensión, es decir, en este caso, a un valor nominal de entre los 11,5 a los 14 voltios.

Los cables de baja tensión están formados por un trenzado de hilo de cobre (hilos estañados de 3 a 4 décimas de milímetro) revestidos de un envoltorio de plástico, material que une a su poder aislante la facultad de ser flexible e impermeable vedando el paso al agua, a la suciedad y a cualquier otro cuerpo extraño de este tipo.

Los aislantes que envuelven un cable de baja tensión deben tener un grosor que oscila entre 1 y 1,8 mm, tamaño recomendado para un conductor normal como el utilizado en los cables de las luces y de los pequeños accesorios. Para la conducción de corrientes de elevada intensidad los aislantes deben hallarse entre 1,8 a 2,00 mm, tal como suelen ser los cables de las estrellas de masa y el transporte de corriente al mismo motor de arranque.

Para una determinación más precisa de los cables de transporte de corriente es conveniente considerar tanto la cantidad de electricidad que va a recorrerlos durante el tiempo de cierre del circuito, como la misma longitud del cable, puesto que (lo veremos con gran detalle en los próximos capítulos) a mayor longitud, mayor resistencia óhmica. Así pues, cables largos requieren un mayor grosor o cantidad de hilos componentes.

Una breve orientación sobre el grosor de los cables según el valor de la intensidad de corriente que han de transportar lo tenemos en la siguiente tabla:

Sección del cable que se adopta en las diferentes partes de la instalación eléctrica

	Sección del hilo	Corriente admisible
Cable de arranque	38 a 70 mm ²	6 a 8 A/mm ²
Conductor para circuito de carga	3 a 10 mm ²	3 a 4 A/mm ²
Conductor para el circuito de alumbrado	1 a 5 mm ²	5 a 7 A/mm ²

Cables de alta tensión

En lo que se refiere a la electricidad del automóvil, los cables de alta tensión sólo deben estar preparados para transportar unas corrientes eléctricas

de algunos miliamperios, pero, por razones mecánicas, aunque la cantidad de electricidad sea muy pequeña la sección del cable no puede ser inferior a los 1,5 mm².

Lo que sí tiene una gran importancia en este tipo de cables es el espesor del aislante ya que deberá soportar sin grietas ni fisuras valores de entre 10.000 y 35.000 voltios, valores, como puede verse, muy considerables.

Un cable de alta tensión se compone, en primer lugar, de un trenzado de hilos de cobre estañados envueltos por un grueso tubo aislante de plástico. Estos cables son los que podemos ver van a las bujías, y también de la bobina o módulo electrónico de encendido, al distribuidor.

Colores de los cables

En anteriores páginas ya hemos indicado que para diferenciar los distintos conductores en aquellos circuitos en los que abundan más los cables como son los de alumbrado y accesorios, se emplean cables de diferentes colores con lo que se facilita la labor de búsqueda desde el aparato receptor hasta la fuente de salida de electricidad que los alimenta. El color de estos cables depende del fabricante y suelen estar especificados siempre en los esquemas de la instalación que facilita la fábrica en sus manuales de taller.

Los colores más empleados son aquellos colores vivos que se diferencian notablemente entre sí, tales como el rojo, amarillo, verde, negro, blanco, azul, etc., unas veces solos y otras combinados entre ellos de forma que pueden encontrarse cables de dos o tres de los colores citados anteriormente entrelazados. De esta forma, la localización de los cables desde el interruptor o el fusible que los controla hasta el aparato consumidor resulta más fácil. Este recurso hace más rápida y segura la localización del cable y facilita su reparación cuando el culpable es el mismo cable.

En instalaciones más complejas, en las que abundan grandes mazos de cables por tratarse de una instalación dotada de muchos accesorios, el color del cable no es, desgraciadamente, una muestra inequívoca de su procedencia y destino. Por esta razón, para localizar el cable exacto se deben utilizar otros métodos más complicados que permitan asegurar cuál es el cable que se busca. De estos métodos ya se hablará con detalle más adelante en el conjunto de la presente obra dedicada a la electricidad del automóvil.

Conexiones

Conectar los cables es unirlos de manera que la corriente eléctrica pase con la menor dificultad posible a través de ellos. A este hecho de unirlos se llama *hacer una conexión*.

Cuando se trata de llevar a cabo conexiones de cables es necesario tener muy en cuenta las dos particularidades siguientes:

1. Una segura y verdadera *unión* de los hilos de uno y otro cable para conseguir el más fluido paso de la corriente.
2. Una *protección segura* contra los deterioros que podrían producirle las diferentes condiciones de trabajo a que someterá el automóvil a la conexión. Una vez montada podrá sufrir recalentamientos, roces, golpes más o menos periódicos, la presencia del agua, de la grasa, de la humedad, de cambios bruscos de temperatura, etc., lo que podría pro-

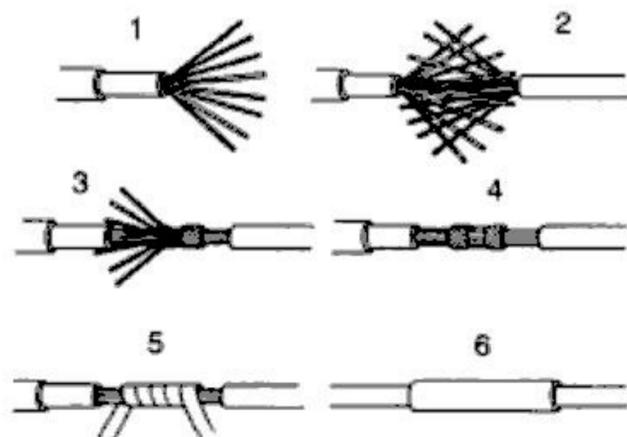


Figura 31. Unión de dos cables.
1, raspado del cable y separación de los hilos. 2, entrelazado. 3, retorcido de uno de los cables. 4, retorcido de los dos cables. 5, encintado. 6, unión recubierta de un tubo aislante muy ajustado.

ducir el envejecimiento y la rotura de los aislantes y con ello establecerse cortocircuitos, interrupciones, etc., que impidieran el paso de la corriente.

Unión de hilos

La unión de los hilos puede realizarse de dos formas diferentes. Una, por simple unión de éstos, con las características que veremos más adelante, y otra, por esta misma unión, a la que se aplica además unas gotas de soldadura.

El primer sistema puede usarse con éxito en cables de alta tensión y en los gruesos de baja tensión del circuito de carga y de arranque. Las soldaduras deben usarse para el resto de cables de alumbrado y accesorios.

Forma práctica de realizar la unión de hilos

La unión de cables debe realizarse como muestra la figura 31. Requiere por lo tanto, en primer lugar el destrenzado de los hilos para colocarlos en ambos cables como se muestra en 1 de la figura.

Después se enlazarán los hilos (2) retorciendo cada uno de ellos como se muestra en 3, hasta que quede la unión del cable como se muestra en 4. La otra operación vendrá dada por la necesidad de formar un cuerpo aislante alrededor de los hilos. Se procederá por tanto al encintado (5) para colocar finalmente en ella una cubierta de tipo aislante (6) o suficientemente larga para que asegure el perfecto aislado de la unión. Siguiendo la citada figura puede verse el orden de operaciones a seguir.

Hay que tener presente que la colocación del tubo aislante que será el recubrimiento final del cable debe hacerse como operación previa antes de proceder a la unión de hilos, puesto que no sería posible colocarlo cuando las uniones ya están ejecutadas debido a su forma cilíndrica. Además, de esta forma resulta mucho más cómodo.

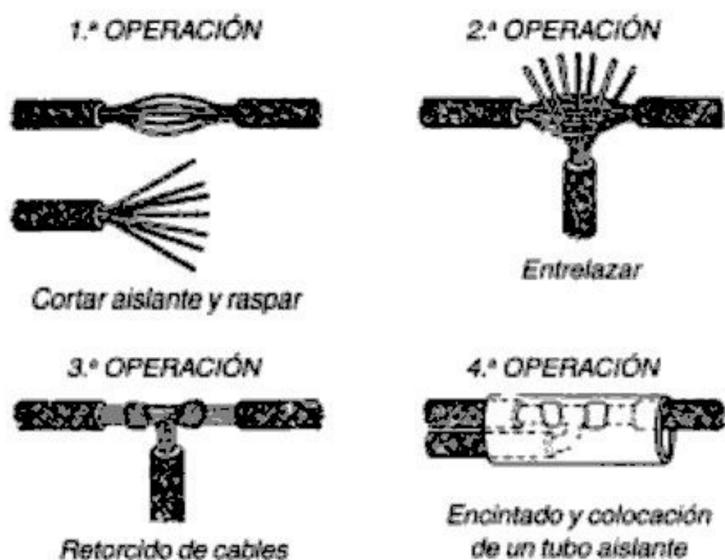


Figura 32. Unión de dos cables en ángulo.

Unión de dos cables en ángulo

Este tipo de unión, representado gráficamente en la figura 32, se usa especialmente en el circuito de alumbrado y en general en todas las tomas de corriente sacadas de los cables principales. Sirve para el montaje de luces y accesorios.

La primera operación consiste en raspar el cable hasta dejar al exterior el hilo de cobre lo suficientemente limpio. De igual manera se procede a separar los hilos del otro cable que hemos de unir. Se entrelazan, procediendo después al retorcido de los cables. Una vez realizada esta operación debe recubrirse con una cápsula o cubierta de goma o material aislante, quedando de esta forma la unión perfecta.

Éstos son los dos tipos corrientes de uniones de cables.

Cuando se trata de unir varios cables en un corto espacio del conductor principal (fig. 33) no es posible el uso de cubiertas aislantes. Entonces debe asegurarse un buen trenzado de cinta aislante como muestra la citada figura.

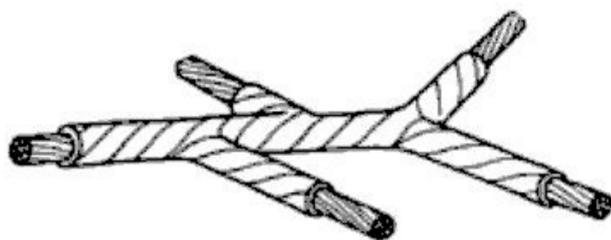


Figura 33. Encintado de una unión de varios cables a un conductor principal.

Unión de terminales

En la figura 34 se muestran diferentes tipos de *terminales* o piezas extremas de los cables usados en la instalación de un automóvil. El montaje del cable sobre ellos debe realizarse con suma escrupulosidad. Siempre que se realice una unión o una soldadura debe tenerse muy presente que a lo largo de su uso en el coche podrá sufrir muchos tirones, recalentamientos, agua, barro, etc., que debilitarán grandemente el poder de la unión. Por lo tanto es necesario que cuando nosotros la realicemos quede ya perfectamente, mucho más de lo que a primera vista parecería necesario, todo ello por las causas expuestas anteriormente.

La figura 35 muestra la forma en que debe realizarse la unión del terminal. El cable, suficientemente raspado y limpio, se introduce por los ajustes Z e Y, teniendo en cuenta que Z deberá sujetar fuertemente el hilo raspado del cable mientras Y deberá hacerlo del aislante. Después deberá cubrirse con un tubo aislante.

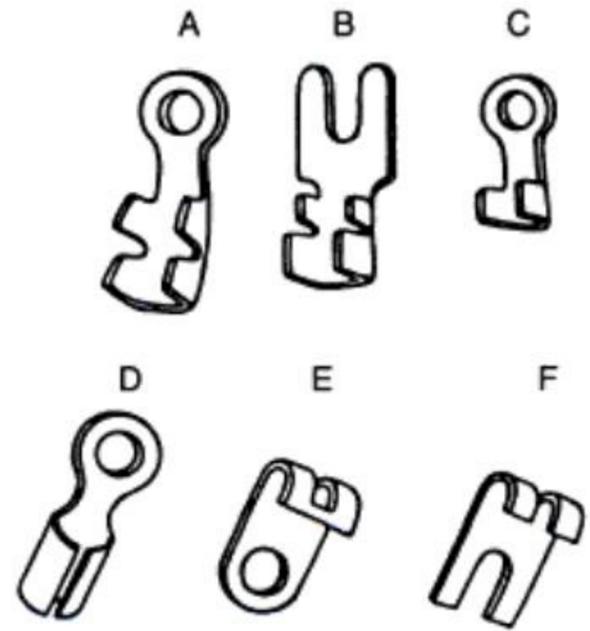


Figura 34. Diferentes tipos de terminales.

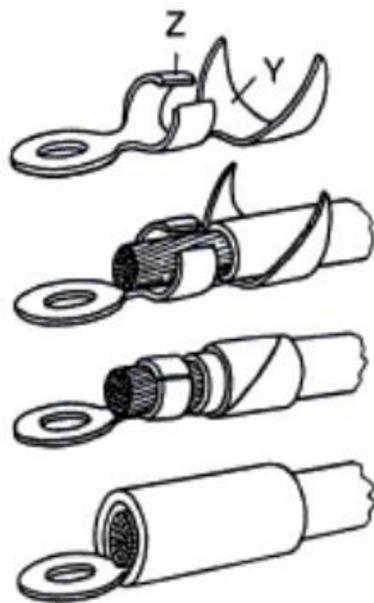


Figura 35. Sucesivas operaciones para el montaje de un terminal.

De igual forma deberá procederse con los terminales A y B (fig. 34).

En cuanto a los C y D se unen directamente al hilo de cobre y se usan para uniones de poco compromiso. En la figura 36 se puede apreciar el modo de proceder al hacer las uniones en los tipos de terminales E y F que deberán después *encintarse debidamente*.

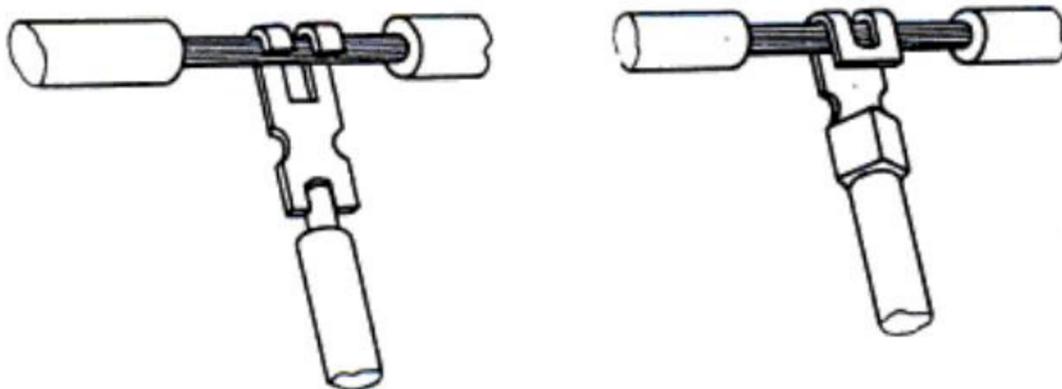


Figura 36. Unión a un cable de otro tipo de terminal.

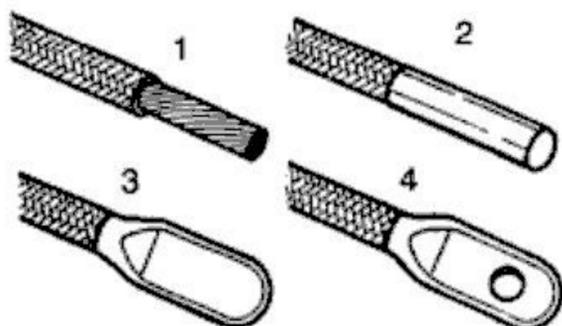


Figura 37. Terminal de cápsula.

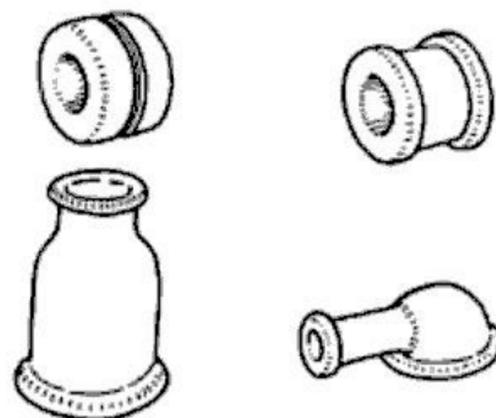


Figura 38. Diversa protección a base de cápsulas de goma.

Otro sistema de terminales se muestra en la figura 37; se trata de unas cápsulas que se ajustan al hilo del cable perfectamente (2). Con el martillo o por medio de unos alicates se golpea o comprime la punta como se muestra en 3. Bastará hacer un taladro en el centro para dejar un terminal de limpio aspecto y eficaz uso.

Además de esto, es conveniente recubrir los terminales con una cápsula de goma, en especial si pueden estar en contacto con agua o humedad.

Las cápsulas de goma adoptan la posición representada en la figura 38. La goma se adhiere fuertemente al cable impidiendo de esta manera y de forma insuperablemente eficaz, el paso del agua hacia el terminal, lo que podría producir contactos que debilitarían sin duda el paso de la corriente.

Tampoco hay que olvidar los terminales llamados de tipo Faston que son quizá los más utilizados por los mecánicos electricistas de automóviles por la sencillez de su montaje y el buen contacto que siempre proporcionan. En la figura 39 puede ver el lector un grupo de terminales de este tipo. Con unos alicates pelacables se saca el aislante de la punta del cable al que se le pretende unir el terminal y se introduce entre las mordazas del terminal. Para un contacto todavía más seguro es buena norma proceder a la soldadura del cable al terminal del modo que se está haciendo en la figura 41, y cuyo detallado trabajo explicaremos dentro de muy poco. Una vez hecha la soldadura se le aplica la funda protectora de plástico y con los alicates se puede pasar a apretar fuertemente la mordaza del modo que se ve en la figura 40.

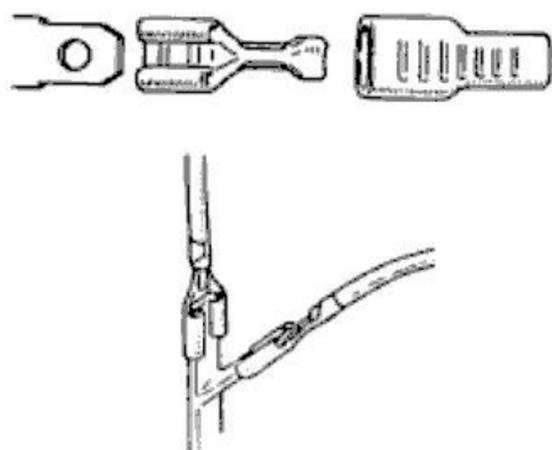


Figura 39. Terminales de tipo Faston.

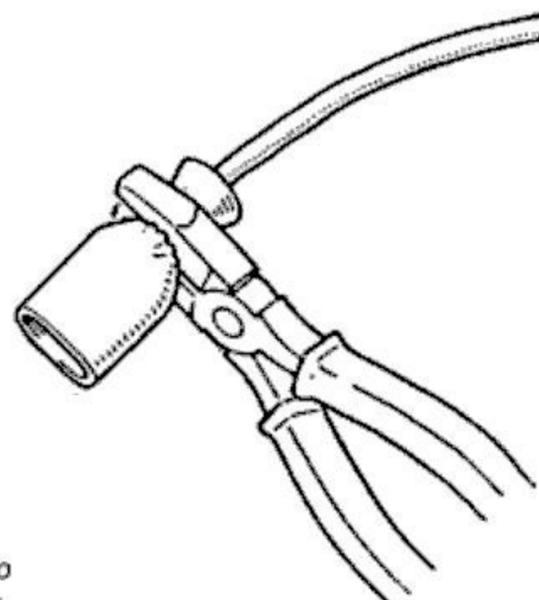


Figura 40. Sujeción por medio del apretado con unos alicates.

Para facilitar el trabajo de los electricistas y colaborar a una mayor rapidez en el mismo se han ideado mordazas de apriete de cables en las que el trabajo de conexión de cables es el colmo de la sencillez. En la figura 42, por ejemplo, tenemos una de estas mordazas en las que, para hacer las conexiones ni siquiera es necesario proceder al pelado de los cables. Tal como se indica en la figura (dibujo B), basta con colocar los cables en el interior de la mordaza, en sus cunas respectivas, y luego ya se puede cerrar la mordaza, apretando fuertemente con unos alicates (dibujo C). La mordaza se cierra con un sonido de ajuste y los cables quedan al mismo tiempo conectados entre sí, aislados del exterior (ya que conservan sus propios aislantes) y unidos con la mayor seguridad.

A continuación vemos algunas de las características importantes que se tienen que tener en cuenta a la hora de producir la soldadura de los cables eléctricos.

La soldadura para la unión de cables

La soldadura de los cables no tiene únicamente un sentido de afianzar un cable a otro o a un terminal, sino la de facilitar que el contacto se realice de una forma segura y duradera, capaz de resistir con éxito la suciedad y demás inconvenientes propios a que luego será sometida.

Especialmente en los circuitos eléctricos y de accesorios nada reemplaza la soldadura realizada con *estaño-plomo*, no sólo por la comodidad con que esto se realiza, sino por la eficacia de su unión.

Para la soldadura se emplea pues el estaño-plomo. La mezcla de estos componentes se realiza desde un 30 a un 60 % de estaño sobre el plomo, habiéndose observado una mayor eficacia sobre las aleaciones con alto contenido de estaño (del 50 al 60 %). El hecho de que su punto de fusión completa tenga lugar a una temperatura relativamente baja de 183 °C (grados centígrados) le permite fusionarse perfectamente con el cobre del cable, introduciéndose por los huecos que los hilos dejan con el consiguiente beneficio para el contacto. Por otra parte, su aspecto brillante y pulido da a las soldaduras así realizadas una agradable presentación al exterior.

La aleación debe aportar además los llamados *disolventes*, cuerpos que mezclados con el plomo y el estaño están en estado líquido a temperaturas inferiores a éstos y limpian los cables de sus impurezas, en especial de óxidos metálicos que, aunque no se aprecian a simple vista, obstaculizan y dificultan la perfecta unión del metal con los hilos del cable. Los disolventes están constituidos en especial por colofonia y sus componentes, los cuales tienen grandes ventajas sobre otros tipos de disolventes, tales como los constituidos por componentes de cloruro y amonio, que son corrosivos.

Como venimos diciendo, el disolvente acostumbra a ir unido a la aleación de aportación, pero no siempre es así. En este caso deberá usarse el disolvente aparte y sobre el cable antes de echar sobre él el metal de la soldadura.

La resistencia de estas soldaduras es muy pequeña. Se calcula sobre de 2 a 4 kg por mm². Ello nos da a entender que la unión de los cables debe realizarse con igual escrupulosidad que en las uniones donde se usará la soldadura. La soldadura, repetimos, tiene su principal ventaja en asegurar el contacto entre los cables, pero no su unión sólida.

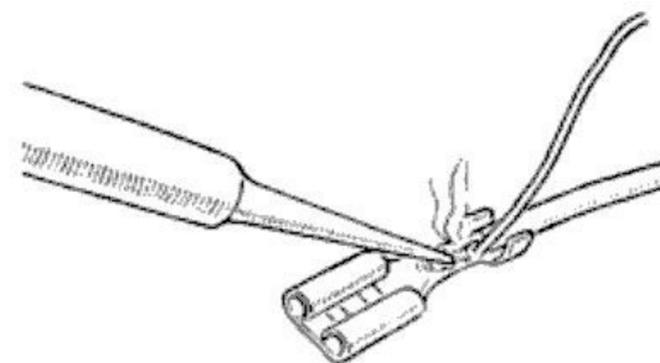


Figura 41. Modo de proceder a la soldadura de un terminal de tipo Faston.

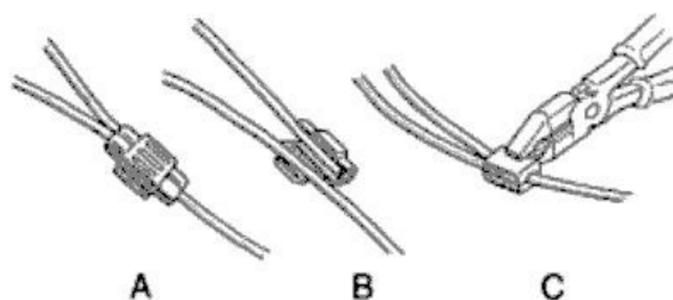


Figura 42. Colocación de un empalme.



Figura 43. Soldador eléctrico.

Soldadores

La temperatura que debe lograrse debe ser superior a la del punto de fusión del material en unos 50 °C aproximadamente. No es conveniente, por lo tanto, que el soldador esté demasiado caliente, y tampoco con calor insuficiente, ya que en el primer caso la fusión del metal se realiza demasiado rápida mientras en el segundo es deficiente y se mezcla con dificultad en los hilos del cable.

El soldador que en este aspecto ofrece mejores garantías es el *soldador eléctrico* (fig. 43). Estos soldadores están compuestos por una resistencia cilíndrica hueca cubierta con barro refractario, en cuyo interior queda aprisionada la punta de cobre que se calienta robando el calor de la resistencia que la rodea. Además, consta de un cuello por cuyo interior pasan los cables eléctricos y un mango que aísla del calor. El soldador eléctrico debe elegirse de acuerdo con la soldadura que deba hacerse, es decir, debe ser proporcionado a su tamaño en la longitud de la soldadura que deba realizarse a fin de que el reparto del calor sea correcto.

En la figura 44 mostramos los soldadores eléctricos acompañados de las puntas de cobre que usan generalmente. En 1 se ve un soldador para pequeños trabajos con gasto de sólo 100 vatios. En 2 presentamos otro de 250 vatios. Obsérvese la forma de este último así como la forma que adoptan sus puntas de diferente colocación al soldador.

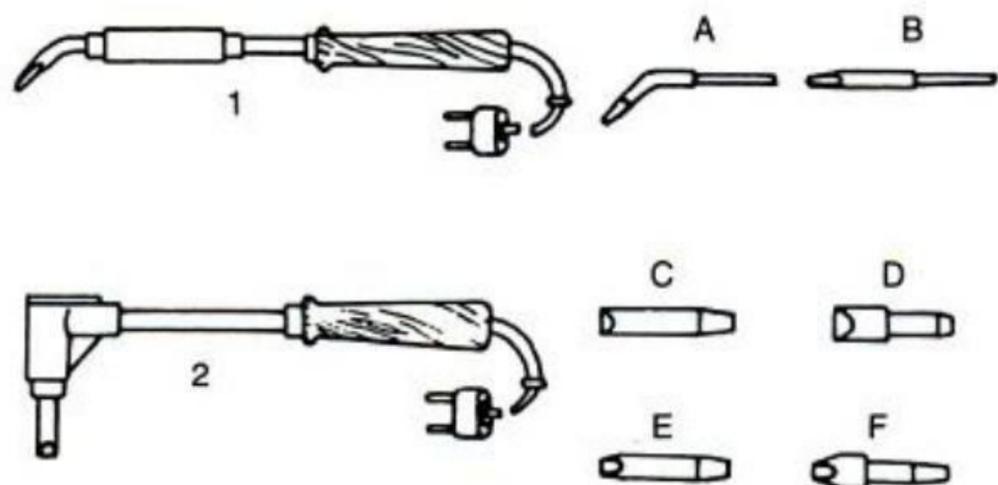


Figura 44. Soldadores eléctricos junto a los diferentes tipos de puntas de cobre que utilizan.

Cuidados que requiere el empleo y conservación de los soldadores

El soldador eléctrico puede tener una duración prolongada y mantenerse siempre a punto si se observan estas sencillas reglas:

1. La resistencia traslada todo su calor sobre la punta de cobre de forma que ésta constituye, en cierto modo, el elemento de refrigeración de la resistencia. La punta de cobre debe estar, por lo tanto, totalmente ajustada alrededor de la resistencia. En la figura 45 se muestran las posiciones correcta e incorrecta de la punta en su alojamiento cerca de la resistencia.
2. Con el uso y las oxidaciones que se van produciendo a través de las horas de trabajo del soldador, la punta de cobre va perdiendo su diámetro, hasta que llega a quedar holgada en su asiento alrededor de la resisten-

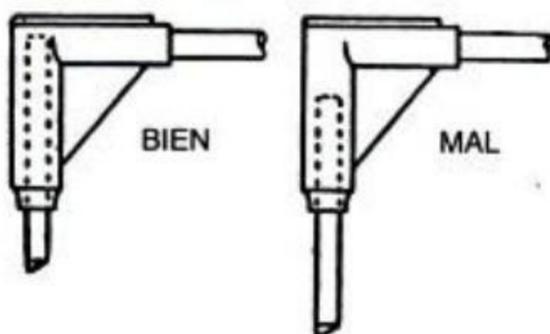


Figura 45. Posición correcta e incorrecta de la punta de un soldador.

cia. Llegado este momento la punta de cobre debe reponerse huyendo de ponerle suplementos de latón, hierro, etc., lo que sólo serviría para obstaculizar el trabajo de la resistencia.

3. El soldador nunca debe enchufarse a la corriente sin que la punta esté debidamente instalada.
4. La punta no debe terminar en cantos vivos (fig. 46) y deben evitarse toda clase de malos tratos o caídas que puedan ocasionar la rotura del lado refractario que envuelve la resistencia.

Forma práctica de realizar las soldaduras

Las soldaduras deben realizarse cuando se ha efectuado previamente una unión perfecta de los cables o de éstos al terminal. Por lo tanto, hemos de practicar la unión con iguales características a las ya estudiadas para unión de cables. Una vez realizada esta unión se podrá proceder a la soldadura.

Una de las características principales que deben reunir los cables antes de ser soldados es su limpieza. Debe, pues, evitarse todo indicio de suciedad, de grasa, de barro, etc.

A continuación se prepara el soldador, cuya punta de cobre se debe limpiar por medio de una piedra de amoníaco. Una vez bien limpio se procede a echar una gota de disolvente (en el caso de que el metal de aportación no lo lleve ya en su misma composición) entre ambos cables.

La forma práctica de realizar la soldadura consiste en colocar la punta del soldador bañada en estaño sobre el cable. El soldador debe estar por lo tanto quieto en un extremo donde se desea aplicar la soldadura, de modo que el estaño corra como un líquido al llenar los huecos y donde se precise hacer la soldadura (fig. 47). Ambos (estaño y soldador) deben aplicarse al mismo tiempo.

En el caso de los terminales, una vez terminada la operación de soldar y tan pronto como se haya solidificado el estaño, se limpiará la soldadura con un trapo seco y limpio, a fin de hacer desaparecer todo indicio del disolvente, quedando de esta forma totalmente terminada.

En la figura 48 se puede apreciar el aspecto de la soldadura de los cables que vimos en la figura 32.

Otra precaución que no estará de más tener en cuenta es la de proteger con un trapo húmedo de agua el aislante del cable a fin de que el calor no lo deteriore al proceder a aplicar el estaño de la soldadura.

Protección de los cables

Otra de las particularidades a tener en cuenta en los cables es la protección exterior de éstos a la humedad, barro y especialmente a los golpes. Un cable suelto o poco sujeto irá, con el vaivén del vehículo, sometido a golpes o ligerísimos roces que, al repetirse miles de veces, rozarán el aislante hasta llegar a producir un raspado en su superficie y con ella pérdidas de corriente cuando no cortocircuitos que harán que funcione mal el aparato al cual transportan la corriente o su no funcionamiento completo.

Para proteger los cables exteriores se puede recurrir al empleo de los siguientes cables protectores:



Figura 46. La punta no debe presentar cantos vivos.



Figura 47. Forma de ejecutar una soldadura.



Figura 48. Aspecto de la soldadura de los cables.

- a) *Uso de tubos de goma* y también de caperuzas que amortiguan mucho los golpes.
- b) *Tubos de plástico flexibles*. Estos tubos deben aplicarse para proteger los cables que han de quedar en la parte de mayor suciedad del vehículo. Tales son, por ejemplo, los cables que van por debajo del guardabarros.

Los automóviles salen de fábrica montados con todas las precauciones necesarias para que los cables no padezcan a pesar de su uso. Se debe tener presente que ninguna de las previsiones ideadas por los ingenieros de las casas constructoras y aconsejadas por la práctica son innecesarias. Por lo tanto, el electricista debe velar para que éstas no sean desechadas y sí repuestas cuando el vehículo es llevado a reparar.

Igualmente hay que advertir que estos cables sufren desgaste y, en especial, las cápsulas de goma se agrietan y caen en pedazos. Entonces debe reponerse para que los cables continúen en buen estado cumpliendo su misión de transporte de la energía eléctrica.

Bornes

Se llaman *bornes* a los polos de unión que poseen todos los aparatos eléctricos para ser conectados por medio de terminales al circuito.

2

FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD

Para poder trabajar con autoridad en la electricidad del automóvil es necesario conocer, con la mayor profundidad posible, todos aquellos fenómenos físicos que intervienen en el funcionamiento de la instalación. Los electricistas tienen, en este aspecto, una mayor dificultad si se les compara con los mecánicos. Éstos ven las piezas, comprenden sus giros y advierten fácilmente la función de cojinetes, retenes, pasadores, juntas, casquillos, etc. Todo ello está a la vista. La electricidad, por el contrario, no puede verse. Trabaja siempre escondida entre los cables y los aparatos eléctricos de modo que ello obliga al mecánico electricista a un esfuerzo por conocer sus *costumbres*. Resulta extremadamente útil, por no decir imprescindible, saber siempre y de antemano cómo va a reaccionar la corriente eléctrica frente a cualquier cambio; cómo se comporta regularmente en la instalación y cuál puede ser la contingencia que en un momento dado la lleva a comportarse de una manera impensada. Todo ello solamente puede llegarse a conocer con el detenido estudio de la parte de las ciencias físicas que se ha dedicado a observar y analizar el comportamiento de la electricidad y ha deducido de ello las leyes o normas por las que se rige.

En este capítulo que ahora iniciamos se han reunido, en relativas pocas páginas, el resultado del esfuerzo de miles de científicos que dedicaron su vida al estudio de los fenómenos eléctricos. Es conveniente y sobre todo muy inteligente, que el lector que quiera dedicarse a la electricidad del automóvil se aproveche de estas experiencias, las estudie con cariño y trate de retenerlas en su memoria. Ahora no puede sospechar la gran utilidad que estos conocimientos previos le van a reportar cuando trate de llevar a cabo reparaciones en la instalación eléctrica que sean debidas a averías *fantasmas*, precisamente las averías que distinguen a los buenos profesionales, y que nunca podrán resolver los que no tienen una base técnica y teórica suficientemente amplia.

Para terminar, hagamos también la advertencia de que toda esta parte teórica dedicada a las leyes de la electricidad se ha escogido con toda atención teniendo en cuenta siempre su utilidad para el electricista de automóviles y no para otras de las muchas especialidades que esta gran tecnología comporta, de modo que este capítulo contiene aquellos temas debidamente seleccionados que son de conocimiento indispensable para el profesional de la electricidad del automóvil.

A continuación vamos a pasar al tema que es el objeto del presente capítulo. Antes de hacerlo vamos solamente a indicar que los conocimientos teóricos

datos aquí pueden servir también para las descripciones que se verán en otros tomos de esta obra dedicados también a los temas eléctricos de modo que el estudio de estas páginas tiene un valor general.

Electricidad estática

Estados de la materia

Materia es todo aquello que vemos a nuestro alrededor y que ocupa un espacio; una hoja de papel, un bolígrafo, incluso el aire son materia.

La materia se presenta en tres estados:

- Estado sólido.
- Estado líquido.
- Estado gaseoso.

El estado sólido de la materia está constituido por los cuerpos que tienen *forma y volumen determinados*, un trozo de madera, una piedra, un cenicero, son cuerpos constituidos por materia en estado sólido. El volumen de los cuerpos sólidos se puede medir y calcular, aunque a veces tengan formas tan irregulares que resulta difícil efectuar los cálculos.

En estado líquido, la materia tiene *volumen determinado*, pero su *forma es indefinida*, ya que los líquidos toman la forma del recipiente que los contiene; por ejemplo, el volumen de un litro de agua será siempre el mismo, en cambio su forma variará según la forma de la vasija que lo contenga.

En estado gaseoso, la materia tiene *forma y volumen indefinidos*, es decir, que adoptan la forma del recipiente que los contiene, con la particularidad de que éste debe ser cerrado porque de lo contrario el gas se dilataría en todas las direcciones.

Resumiendo, se puede decir que las características de los estados de la materia son los siguientes:

Estado	Volumen	Forma
Sólido	Determinado	Determinada
Líquido	Determinado	Indeterminada
Gaseoso	Indeterminado	Indeterminada

También existe un cuarto estado de la materia, conocido con el nombre de *plasma*. En la naturaleza, este estado se da por ejemplo en los relámpagos, auroras boreales y arcos eléctricos luminosos, pero actualmente empieza a tener importancia también en distintos campos de la ciencia. El *plasma* puede definirse como un gas compuesto por partículas cargadas y que presenta algunos fenómenos desconocidos en los gases ordinarios.

Estructura atómica

La idea de que la materia está constituida por átomos viene de muy antiguo. Dos filósofos griegos, Leucipo y Demócrito ya sospechaban que la mate-

ria, o sea, las piedras, los árboles, las personas, el agua, el aire, etc., estaban constituidas por partículas indivisibles y de un tamaño tan pequeño que es imposible verlas.

A estas diminutas partículas se las dio el nombre de *átomos*, que en griego quiere decir «no divisibles». En la actualidad esta palabra no sería apropiada, ya que el átomo sí que puede dividirse, como en las bombas atómicas, las centrales nucleares, etc.

¿Cómo son los átomos?

En la actualidad, se sabe que las materias están constituidas por diferentes tipos de átomos, pero nadie se atrevería a decir cómo es exactamente un átomo. La teoría atómica establece que un átomo está constituido por una parte central fija y otra exterior formada por un conjunto de partículas que giran alrededor de ella a gran velocidad. La parte central del átomo se llama *núcleo* y las partículas que giran alrededor se llaman *electrones*.

Los electrones giran alrededor del núcleo en distintas capas y al conjunto de éstos se le llama *envoltura*. Por tanto, podemos decir que un átomo está compuesto por el núcleo y la envoltura formada por los electrones que giran a su alrededor (fig. 1).

El núcleo

El núcleo está constituido por unas partículas llamadas *protones* y otras llamadas *neutrones*. Los protones tienen carga eléctrica positiva y se representan con un circulito y el signo + dibujado en su centro (fig. 2). Los neutrones son partículas sin carga eléctrica, o sea, son eléctricamente neutros, de ahí su denominación.

La envoltura

Ya hemos dicho que la envoltura de un átomo está constituida por los electrones que giran alrededor del núcleo. Los electrones son partículas cargadas de electricidad negativa y se representan con un circulito y el signo menos (-) dibujado en su interior (fig. 3). Los electrones están dispuestos alrededor del núcleo formando capas. Los electrones de la capa exterior se llaman *electrones libres* porque pueden desplazarse de un átomo a otro. Los electrones de las demás capas no pueden desplazarse de unos átomos a otros y por ello se llaman *electrones fijos* (fig. 4).

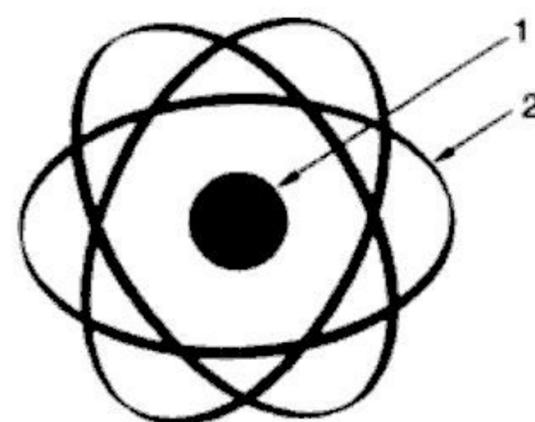


Figura 1. Un átomo consta del núcleo (1) y de la envoltura (2).

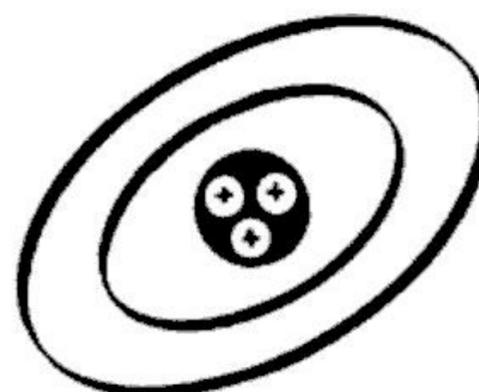


Figura 2. Átomo cuyo núcleo tiene tres protones.

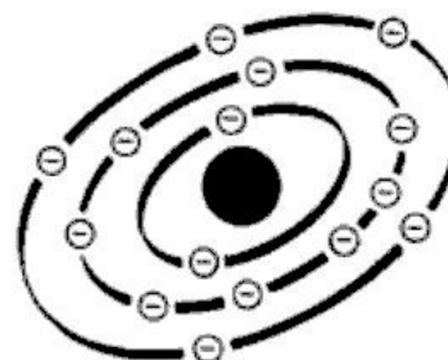


Figura 3. Átomo cuya envoltura está formada por tres capas y quince electrones.

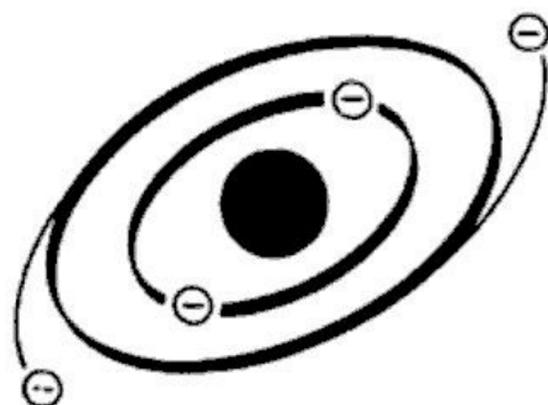


Figura 4. Átomo con una capa de electrones fijos y otra con electrones libres.

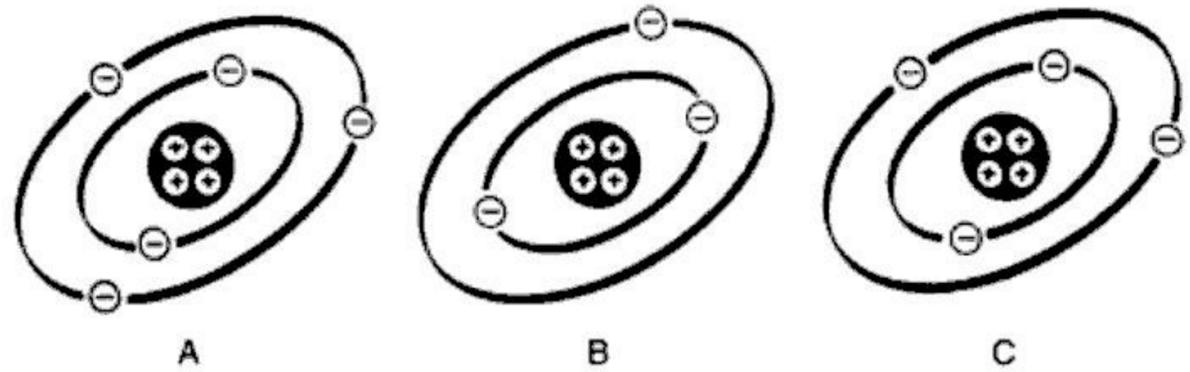


Figura 5. A, átomo excitado con carga eléctrica negativa. B, átomo excitado con carga eléctrica positiva. C, átomo neutro, sin carga eléctrica.

Composición de los átomos

En general, los átomos tienen el mismo número de protones que de electrones y en este caso se llaman átomos neutros. Por ejemplo, el átomo que se representa en la figura 5-C es un átomo neutro porque tiene igual número de protones en el núcleo que de electrones en la envoltura. Ahora bien, dada la facilidad de desplazamiento de los electrones libres, un átomo puede ceder o tomar electrones de otros átomos, con lo cual un átomo puede dejar de ser neutro. Cuando el número de protones del núcleo es distinto que el de electrones se dice que son *átomos excitados*, es decir, que tienen carga eléctrica. Si el número de protones es mayor que el de electrones, el átomo tendrá carga positiva y, viceversa, si es mayor el número de electrones, el átomo tendrá carga eléctrica negativa.

Como quiera que todos los cuerpos de la naturaleza están constituidos por átomos, los cuales pueden ganar o perder electrones, podemos deducir que un cuerpo está cargado negativamente cuando el número de electrones supera al de protones.

Tamaño de los átomos

Los protones y los electrones son elementos pequeñísimos, tanto es así que se considera que un átomo está constituido principalmente por espacio vacío. Para darnos una idea del tamaño de estos componentes, podemos imaginar el átomo como un campo de fútbol o como una plaza de toros, el núcleo vendría a ser como un garbanzo situado en el centro y los electrones como partículas aún mucho más pequeñas que giran en torno al perímetro del estadio.

Un protón es 1.840 veces mayor que un electrón y un gramo de electrones contiene del orden de 1.093 cuatrillones de electrones. No obstante, el peso es extraordinariamente grande como relación al tamaño. Si se pudiera llenar el ojo de una aguja con núcleos de átomos el peso de dicho agujero sería de varios millones de kilos.

Entonces, uno se pregunta, ¿cómo es que los materiales tienen tanta solidez a pesar de estar tan separadas las partículas de un átomo? La respuesta está en la gran fuerza de atracción que existe entre protones y electrones y en que estos últimos giran a inimaginable velocidad de manera que en un solo segundo dan millones de vueltas, estando en cierto modo en todas partes a la vez, llenando así con su velocidad el espacio vacío.

Por otra parte, el electrón y el protón, además de poseer masas diferentes, presentan la propiedad de atraerse con la misma fuerza.

Por el contrario, dos protones o dos electrones se repelen mutuamente. El otro elemento, el neutrón, se cree que está formado por la fusión o unión de un electrón y un protón y por ello su carga eléctrica es nula.

Los iones

Se llama *ion* al átomo que está excitado, es decir, que por haber perdido o ganado electrones tiene carga eléctrica positiva o negativa.

Electricidad

Si frotamos una barra de vidrio con un trozo de tejido de seda, la barra adquiere la curiosa propiedad de atraer cuerpos ligeros como pedacitos de papel, esferitas de médula de saúco, etc. El mismo fenómeno se observa si frotamos una barra de lacre con un paño de lana. Se dice que ambos cuerpos, vidrio y lacre, están *electrizados* y a la forma de energía que es la causa de estos fenómenos se la llama *electricidad*.

Pero existe una diferencia pues, aunque el frotamiento del vidrio y el lacre provoca la electrificación de estos cuerpos, el estado eléctrico de ambos no es el mismo, ya que una esferita de médula de saúco atraída por la barra de vidrio, si después de separarla la acercamos de nuevo, sería repelida por dicha barra de vidrio, pero atraída por la barra de lacre y viceversa. Ello indica, por una parte que esas electricidades no son iguales por lo que se dice que la barra de vidrio queda electrizada *positivamente* (+) y la de lacre *negativamente* (-); y por otra parte como la esferita de médula de saúco al entrar en contacto la primera vez con la barra de vidrio ha adquirido la misma electricidad que ésta, vemos que las electricidades del mismo signo se repelen y que las de signo contrario se atraen.

Hay otros fenómenos provocados por la electricidad y de índole muy diferente. Por ejemplo, cuando en nuestra habitación damos media vuelta al interruptor, instantáneamente aparece una luz o se pone en movimiento un motor eléctrico o se calienta un alambre. Lo que hemos hecho en este caso es unir los hilos de la lámpara de incandescencia a los hilos de distribución eléctrica y, con ello, a la instalación de generadores eléctricos situados en una lejana central eléctrica. En resumen, hemos establecido una corriente eléctrica.

Esta corriente eléctrica se ha establecido porque a un extremo del hilo que va a la bombilla le hemos aplicado una carga negativa y al extremo del otro hilo le hemos aplicado una carga positiva. Y como el hilo de cobre contiene millones de átomos con sus electrones, el electrón del extremo del cable es atraído por la carga positiva, con lo que abandona su átomo que, a su vez, se hace positivo por haber perdido un electrón. Este átomo atrae ahora un electrón del átomo vecino, repitiéndose el proceso de un extremo al otro del hilo. De esta forma se origina una *corriente de electrones* a través del hilo de cobre que va *del extremo negativo (-) al extremo positivo (+)*.

Este flujo o corriente de electrones continúa mientras se mantienen las cargas positiva y negativa aplicadas a los extremos del hilo.

Esto nos permite definir la electricidad como «un flujo de electrones de un átomo a otro dentro de un conductor».

En los fenómenos de frotamiento del vidrio o del lacre, la electricidad permanece en reposo, no se mueve; se llama *electricidad estática*. En el fenómeno de la corriente eléctrica, la electricidad se mueve a través de un hilo conductor desde la central eléctrica hasta el receptor-eléctrico (lámpara, motor, etc.) y retorna a la central a través de otro hilo conductor; en este caso se llama *electricidad dinámica*. Casi todas las aplicaciones prácticas de la electricidad son de este último tipo.

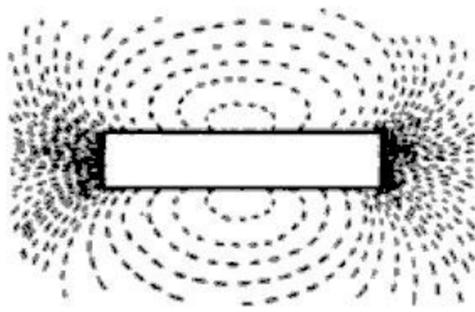


Figura 6. Un imán atrae limaduras de hierro situadas a cierta distancia de éste. La fuerza de atracción es mayor en los extremos del imán y va disminuyendo hacia el centro. En éste no hay atracción.

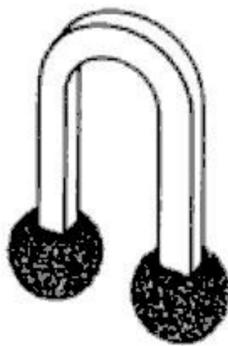


Figura 7. Las partículas de hierro se concentran en los extremos del imán.



Figura 8. Suspendiendo un imán en forma de aguja sobre un soporte en el que puede girar libremente, uno de sus extremos se orienta hacia el polo norte de la Tierra y el otro hacia el polo sur.

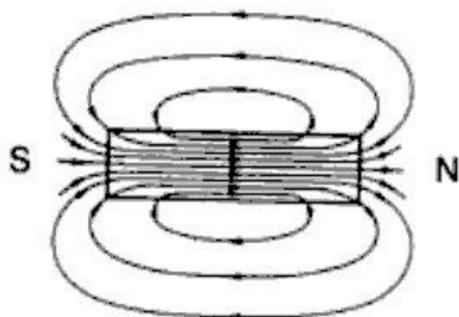


Figura 9. Las líneas de fuerza se dirigen del polo norte al polo sur por el exterior del imán, y del polo sur al polo norte por el interior de éste.

La naturaleza y origen de la electricidad no son bien conocidos. En la actualidad hay tendencia a considerar la electricidad como una sustancia cuya partícula más pequeña es el *electrón* y, a la vez como una energía que se transmite a través del espacio con la velocidad de la luz, es decir, a 300.000 km por segundo; naturalmente, la cantidad de electricidad que tiene un cuerpo, depende del número de electrones. Sin embargo, el problema está en saber por qué la electricidad se comporta unas veces como materia (electrón) mientras que otras lo hace como energía (ondas eléctricas) problema que, hasta la fecha, no está del todo resuelto.

Poco importa este desconocimiento de su naturaleza puesto que conocemos y dominamos muy bien la manera de generar o producir electricidad en los llamados *generadores eléctricos* y los efectos que produce la electricidad, así como la transformación de la energía eléctrica en otras clases de energía (calorífica, luminosa, mecánica, química, etc.).

Magnetismo

Introducción

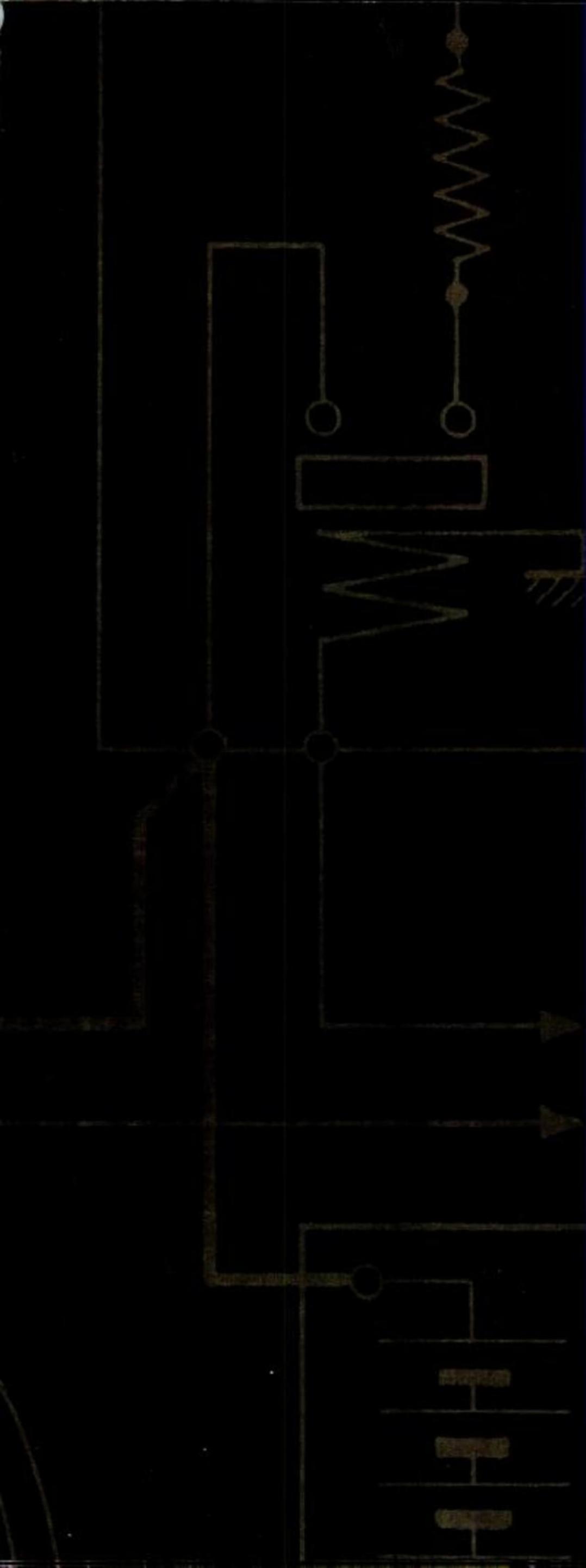
Reciben la denominación de *imanes* los cuerpos que tienen la propiedad de atraer el hierro. El estudio de las propiedades de los imanes se denomina *magnetismo*.

El magnetismo no es concebible como materia separada de la electrotecnia pues, como veremos, en todos los fenómenos eléctricos aparecen siempre acciones magnéticas.

Fenómenos magnéticos

Antes de iniciar el estudio del magnetismo, conviene recordar ciertos fenómenos que se han comprobado experimentalmente y que, en cierto modo, constituyen la base de su estudio.

1. Un imán atrae limaduras de hierro situadas a cierta distancia. Esta fuerza de atracción es mayor en los extremos o *polos* del imán y disminuye hacia el centro (fig. 6); prácticamente (fig. 7) se puede considerar que las limaduras de hierro se concentran en los extremos y que en el mismo centro del imán no hay atracción.
2. Si un imán en forma de aguja se suspende por su centro sobre un soporte en el que pueda girar libremente (fig. 8), uno de los extremos se orienta hacia el polo norte geográfico de la Tierra; el otro extremo se orienta hacia el polo sur. Si movemos el imán de su posición, vuelve a recobrarla por sí mismo. El extremo que se orienta hacia el norte es el polo *norte* del imán y el extremo contrario, es el polo *sur* del imán.
3. Las líneas de imantación o *líneas de fuerza* que seguirán las limaduras de hierro situadas en la proximidad del imán, se dirigen del polo norte al polo sur por el exterior del imán y del polo sur al polo norte por su interior (fig. 9).
4. Si se acercan dos imanes por sus polos del mismo nombre, estos imanes tienden a repelerse y separarse entre sí; *polos iguales se repelen* (fig. 10). En este caso, las líneas de fuerza tienen sentido contrario.



Nueva Enciclopedia del Automóvil

Este cuarto volumen de la Nueva Enciclopedia del Automóvil estudia el conjunto eléctrico del automóvil desde un punto de vista genérico, para centrarse después en los circuitos de alimentación y arranque, es decir, en el circuito de creación de la corriente (alternador), el circuito de almacenamiento (batería de acumuladores) y el circuito de puesta en marcha (motor de arranque).

Dado que, en la actualidad, la complejidad de la electricidad del automóvil ha aumentado de manera considerable con la inclusión de aparatos electrónicos, cada vez más sofisticados, estamos seguros de que el técnico en mecánica de automóviles encontrará el presente libro de sumo interés para el desarrollo de su actividad profesional.

ISBN 84-329-1183-6



9 788432 911835

Copyrighted material