

1 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD



No se permite la reproducción total o parcial de este cuaderno, 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*.

TITULO: Conceptos Básicos de Electricidad C. B. N° 1 - AUTOR: Organización de Servicio - SEAT, S.A. Sdad. Unipersonal, Zona Franca, Calle 2 Reg. Mer. Barcelona. Tomo 23662, Folio 1, Hoja 56855

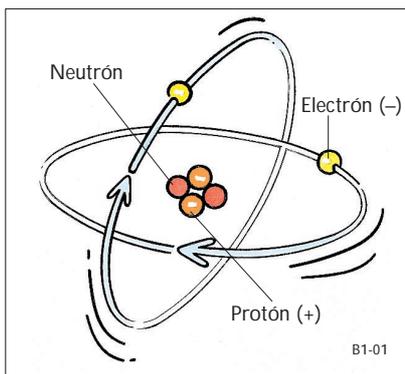
1ª edición - FECHA DE PUBLICACION: - DEPOSITO LEGAL:
Preimpresión e impresión: TECFOTO, S.L. - Avila, 112-114 - 08018 Barcelona - Diseño y Compaginación: WIN&KEN

Í N D I C E

CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA: EL ELECTRÓN	4-5
CIRCUITO ELÉCTRICO	6
UNIDADES ELÉCTRICAS	7
LEY DE OHM	8
POTENCIA ELÉCTRICA	9
CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA	10
DEFINICIÓN DE FORMAS DE ONDA	11-13
LA BATERÍA	14-15
ELECTROMAGNETISMO	16-19
EL ALTERNADOR	20-21
CIRCUITO EN SERIE Y EN PARALELO	22-23
COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE ONDAS	24-27
MEDIDAS ELÉCTRICAS CON MULTÍMETRO	28-31
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	32-35

“Los fenómenos eléctricos empezaron a conocerse en épocas muy remotas (anteriores al nacimiento de Cristo), aunque no fue hasta a finales del siglo XIX que se descubre el electrón y se define la teoría que conocemos hoy.”

CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA: EL ELECTRÓN



La electricidad tiene su origen en el movimiento de una pequeña partícula llamada electrón que forma parte del átomo.

El átomo es la porción más pequeña de la materia y está compuesto por un núcleo donde se encuentran otras partículas, como los protones (con carga eléctrica positiva) y los neutrones (sin carga).

Alrededor del núcleo giran en órbitas los electrones, que tienen carga negativa y hay tantos electrones como protones, por lo que el átomo se encuentra equilibrado eléctricamente.

Un átomo puede tener muchos electrones, situados en órbitas que giran alrededor del núcleo. Hay fenómenos que consiguen arrancar electrones de las órbitas externas del átomo, quedando entonces deficitario de cargas negativas (el átomo se convierte así en un ion positivo).

Al producirse el abandono de un electrón de su órbita queda en su lugar un “hueco” el cual atraerá a un electrón de un átomo contiguo, de este modo se desencadena una cascada de electrones arrancados de otros átomos contiguos para ir rellenando huecos sucesivos, y así se produce una circulación de electrones.

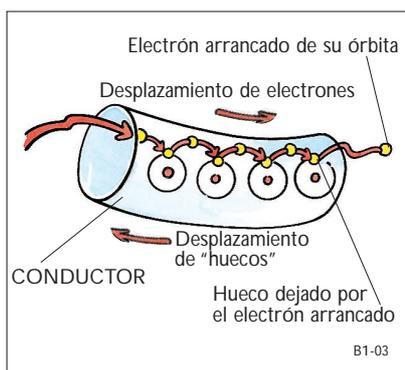
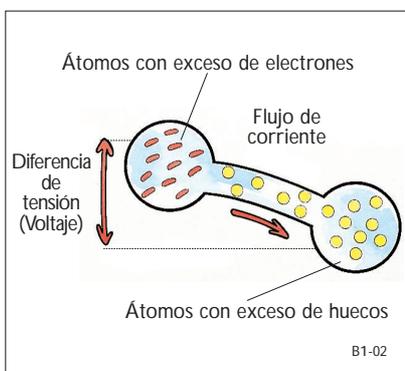
La fuerza que obliga a los electrones a circular por un conductor depende de la diferencia de electrones existentes en los extremos de ese con-

ductor. Si en un extremo se tienen muchos electrones mientras que en el otro apenas hay, aparecen aquí huecos, la tendencia natural es que se produzca una circulación de electrones hacia el extremo donde hay huecos, para alcanzar así un equilibrio.

La diferencia existente en el número de electrones entre un extremo y otro, y que determina la “fuerza” con la que circulan, recibe el nombre de diferencia de tensión, lo que significa que cuanto mayor tensión exista en los extremos de un conductor mayor es también el número de electrones que hay dispuestos en un lado para desplazarse hacia el otro.

Materiales conductores y aislantes

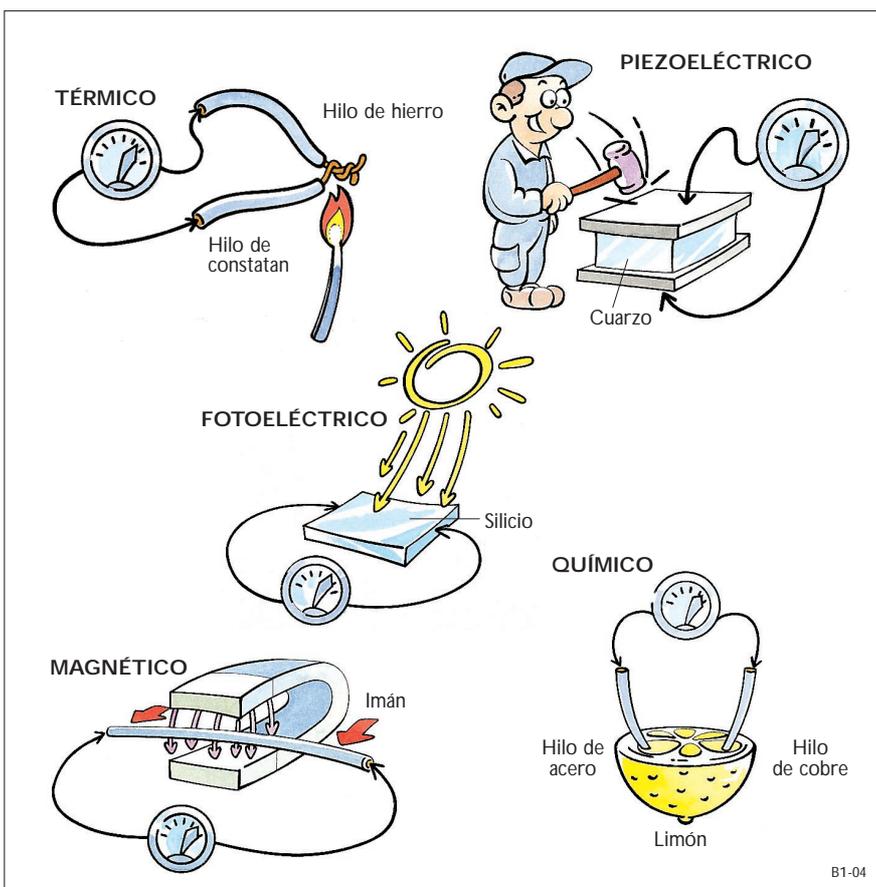
No todos los átomos tienen la misma facilidad para desprender electrones de sus órbitas y originar una corriente eléctrica; hay cuerpos como los metales (cobre, plata, hierro, etc.) donde los electrones fluyen con facilidad, mientras que otros materiales (madera, plástico, caucho) encuentran mucha dificultad. Los primeros son los llamados conductores y los segundos no conductores o aislantes. No obstante entre ambos se encuentran los semiconductores, elementos cuya conductibilidad eléctrica depende de las condiciones del circuito y de la composición química que interviene en su formación.



EN PROFUNDIDAD

Dirección de la corriente

Hasta no hace muchos años se consideró que la corriente eléctrica se producía desde el lado positivo al negativo (del más al menos), cuando en realidad es al revés: del polo negativo circulan los electrones al polo positivo. No obstante, por cuestiones de costumbre y comodidad se sigue considerando que la dirección de la corriente es del más al menos y puede interpretarse de este modo si se considera que lo que circula en este sentido son los "huecos", algo así como las cargas positivas mientras que las negativas, los electrones, lo hacen en sentido contrario.



Origen de la electricidad

Los fenómenos que consiguen arrancar electrones y establecer una corriente pueden ser de diverso origen:

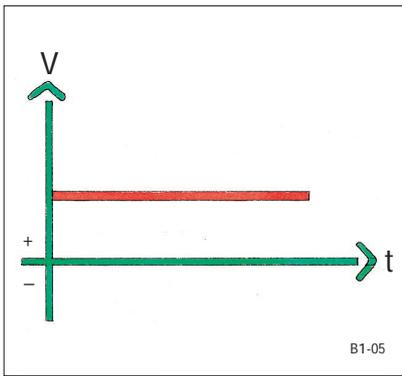
- Térmico: los termopares son la unión de dos metales con diferente potencial termoeléctrico que al ser calentados generan corriente.
- Piezoeléctrico: la deformación física experimentada por un cristal de cuarzo genera corriente en los extremos del mismo.
- Fotoeléctrico: al incidir la luz en

determinados compuestos de silicio se desprenden electrones, y se establece una corriente.

- Magnético: por inducción magnética sobre un conductor se genera corriente, tal es el caso de la dinamo, el alternador, la magno, etc.
- Químico: la reacción química de dos compuestos puede originar el desprendimiento de electrones y la circulación de corriente, es el caso de las pilas y baterías.

“Para que pueda circular corriente eléctrica, es necesario que lo haga en un circuito cerrado. El circuito eléctrico y sus unidades son los primeros conceptos que hay que conocer para entender todos los fenómenos eléctricos.”

CIRCUITO ELÉCTRICO



Representación gráfica de la corriente continua.

El circuito eléctrico es parecido a un circuito hidráulico ya que puede considerarse como el camino que recorre la corriente (el agua) desde un generador de tensión (también denominado como fuente) hacia un dispositivo consumidor o carga.

La carga es todo aquello que consume energía para producir trabajo: la carga del circuito puede ser una lámpara, un motor, etc. (en el ejemplo de la ilustración la carga del circuito es una sierra que produce un trabajo).

La corriente, al igual que el agua, circula a través de unos canales o tuberías; son los cables conductores y por ellos fluyen los

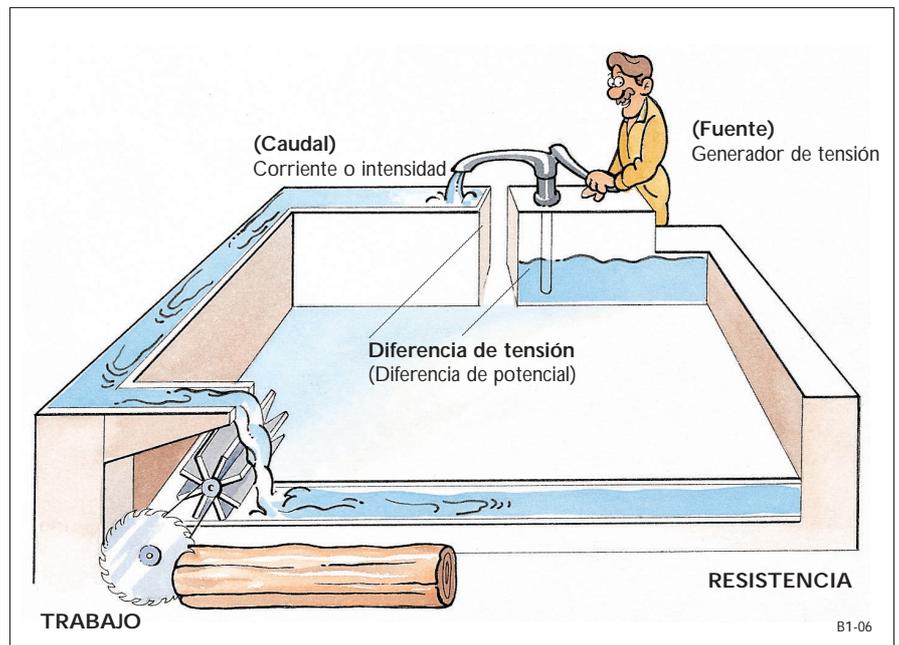
electrones hacia los elementos consumidores.

En el circuito hidráulico, la diferencia de niveles creada por la fuente proporciona una presión (tensión en el circuito eléctrico) que provoca la circulación de un caudal de líquido (intensidad); la longitud y la sección del canal ofrecen un freno al paso del caudal (resistencia eléctrica al paso de los electrones).

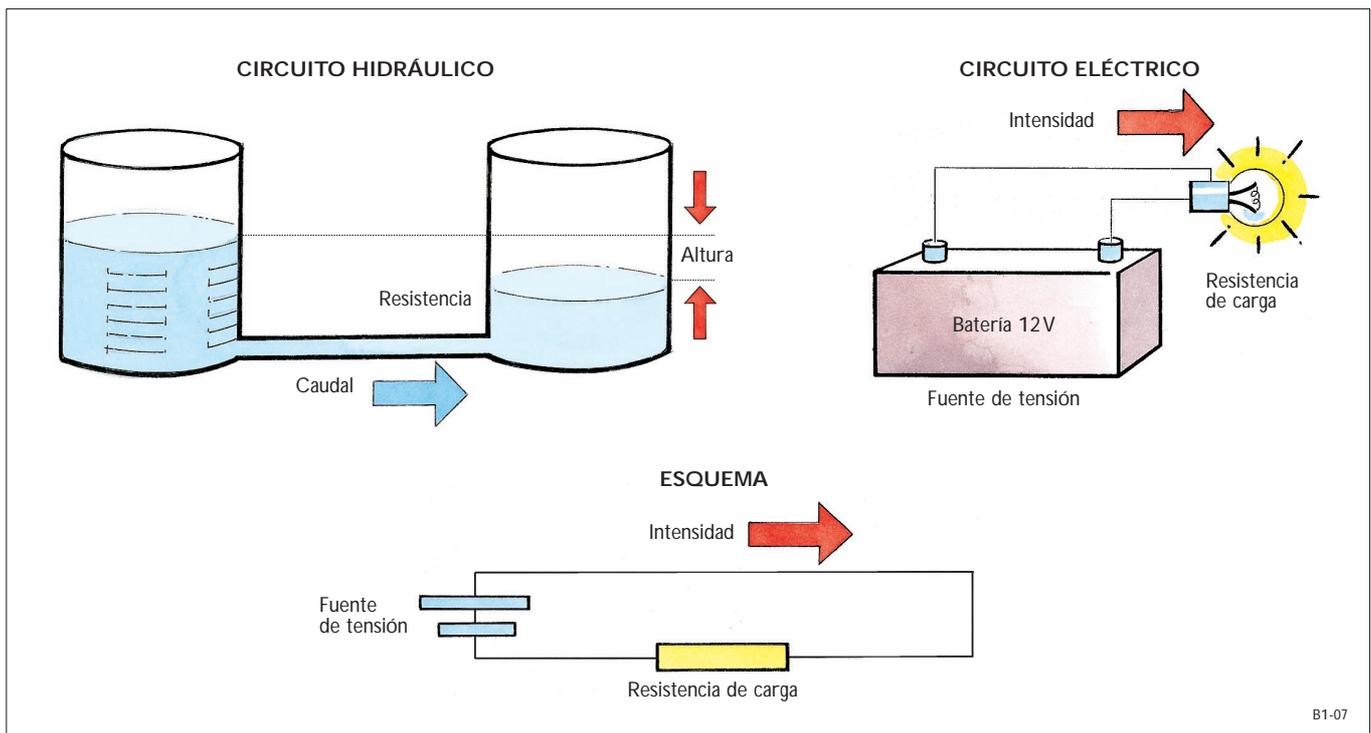
De modo análogo en el circuito eléctrico, la corriente que fluye por un conductor depende de la tensión aplicada a sus extremos y la resistencia que oponga el material conductor; cuanto menor sea la resistencia mejor circulará la corriente.

Simil hidráulico

La corriente, al igual que el agua, circula a través de unos canales o tuberías; son los cables conductores y por ellos fluyen los electrones hacia los elementos consumidores.



UNIDADES ELÉCTRICAS



B1-07

Con lo expuesto hasta ahora pueden definirse las tres principales unidades eléctricas: la tensión, la intensidad y la resistencia.

- **Tensión eléctrica (U)**

Se denomina tensión eléctrica (o también voltaje) a la fuerza potencial (atracción) que hay entre dos puntos cuando existe entre ellos diferencia en el número de electrones. En los polos de una batería hay una tensión eléctrica y la unidad que mide la tensión es el voltio (V).

- **Corriente eléctrica (I)**

Al la cantidad de electrones o intensidad con la que circulan por un conductor, cuando hay una tensión

aplicada en sus extremos, se le denomina corriente eléctrica o intensidad. La unidad que mide la intensidad es el amperio (A).

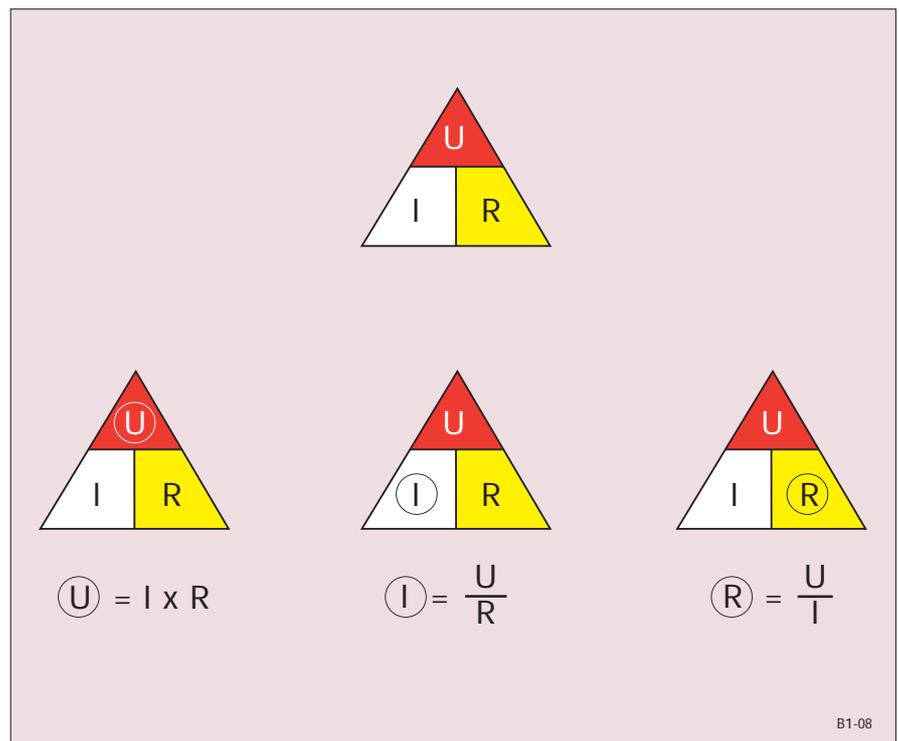
- **Resistencia eléctrica (R)**

Los electrones que circulan por un conductor encuentran cierta dificultad a circular libremente ya que el propio conductor opone una pequeña resistencia; resistencia que depende de la longitud, la sección y el material con que está construido el conductor. La corriente fluirá mejor cuanto mayor sea la sección y menor la longitud. La unidad que mide la resistencia es el ohmio (Ω).

*“Todo lo que se mueve o fluye, encuentra cierta resistencia.
Esta es la regla que refleja el fenómeno que desarrolló el matemático Georg Simón Ohm en 1799, padre de la Ley que lleva su nombre y que permite aplicar las matemáticas a la electricidad.”*

LEY DE OHM

Para conocer la fórmula que permita calcular una de las magnitudes desconocidas, basta con tomar las otras dos y relacionarlas según su posición determinada en el triángulo: voltios dividen por amperios u ohmios, mientras que para averiguar los voltios basta con multiplicar los ohmios por los amperios.



Existe una relación entre las tres unidades eléctricas (voltio, amperio y ohmio) de tal modo que puede definirse cada una de ellas con la combinación de las otras dos, así por ejemplo puede decirse que:

1 amperio es la corriente que circula por un conductor de 1 ohmio cuando se aplica un 1 voltio de tensión.

Y esta definición expresada matemáticamente es:

$$I = U/R$$

$$(1 A = 1 V/1 \Omega)$$

Como el resultado de esta expresión matemática es una ecuación, puede

despejarse cualquier valor incógnita partiendo de los otros dos.

$$U = I \times R \quad (V = A \times \Omega)$$

$$I = U / R \quad (A = V : \Omega)$$

$$R = V / I \quad (\Omega = V : A)$$

Combinando las fórmulas de la Ley de Ohm puede representarse gráficamente mediante un triángulo en cuyo interior se ha situado cada unidad (voltio, amperio y ohmio), de tal modo que los valores situados arriba se encuentran dividiendo por los de abajo y los que se encuentran debajo se hallan multiplicando entre ellos.

POTENCIA ELÉCTRICA

La potencia se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo.

En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el vatio (W) y su definición está relacionada con la tensión aplicada y la intensidad que circula por un circuito: se dice que un vatio es la energía (trabajo) que libera un amperio en un circuito con una tensión de un voltio.

Puede expresarse con una fórmula:

$$W = U \times I$$

(1 vatio = 1 voltio x 1 amperio)

Como el resultado de esta expresión matemática es una ecuación (similar a la de la Ley de Ohm) puede deducirse un valor conociendo los otros dos y así obtener tres fórmulas matemáticas que permitan resolver cualquier incógnita.

Para conocer la fórmula de cálculo de una de las magnitudes desconocidas, basta con tomar las otras dos y relacionarlas según su posición determinada en el triángulo:

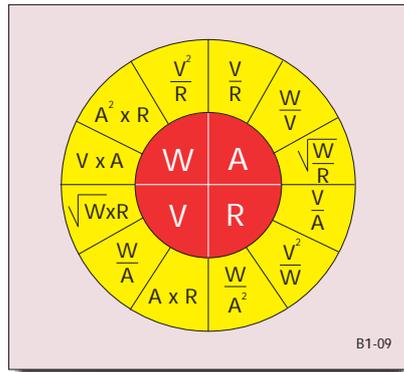
$$W = V \times A$$

$$A = W : V$$

$$V = W : A$$

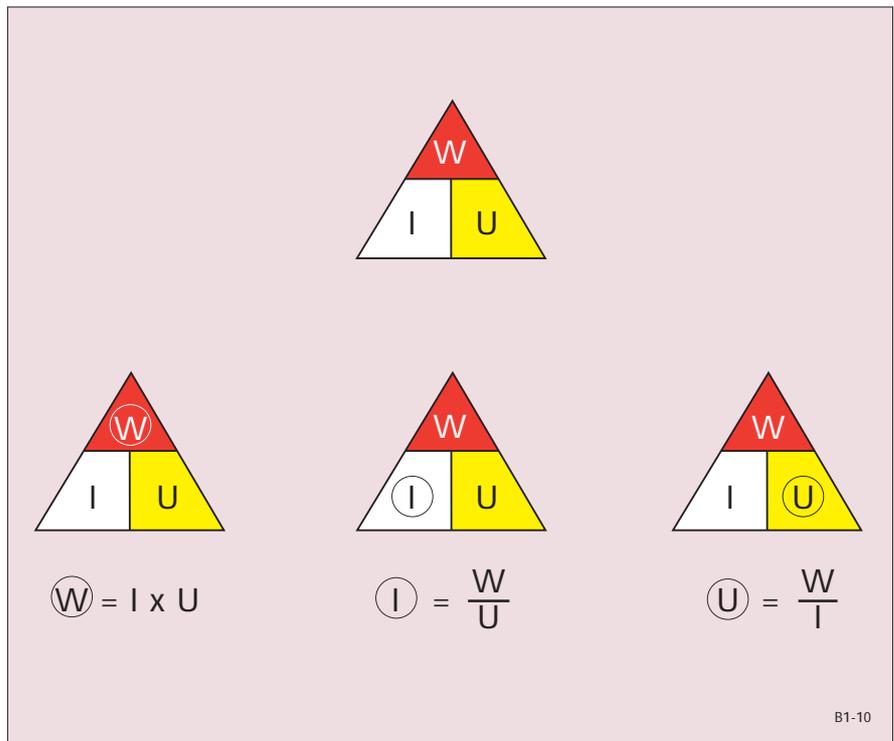
La unidad de potencia eléctrica, vatio (W), tiene correspondencia con otras unidades de potencia utilizadas en el automóvil, como los caballos (CV):

$$1 \text{ CV equivale a } 736 \text{ W}$$



Relación entre unidades

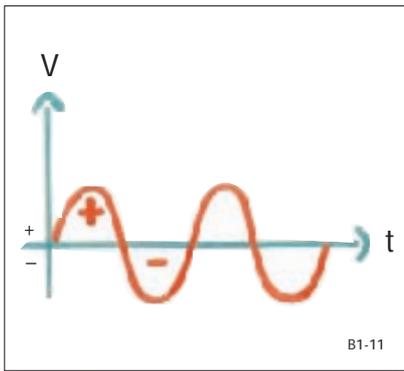
Como la ecuación de la Ley de Ohm y la fórmula de la potencia tienen unidades en común, pueden relacionarse unas con otras y obtenerse un formulario que permita calcular cualquier unidad combinando dos. La presente "rueda" es un formulario completo de las unidades eléctricas, donde puede obtenerse de dos magnitudes conocidas otra que sea incógnita.



B1-10

“La corriente eléctrica puede manifestarse de dos modos diferentes: de forma continua o alterna. La diferencia entre corriente continua y alterna radica en la fuente que la produce, aunque los efectos se manifiestan de idéntico modo.”

CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA



Corriente alterna: representación gráfica.

La corriente continua (c.c.) es producida por generadores que siempre suministran la corriente en la misma dirección; tal es el caso de dinamos, células fotoeléctricas, pilas, etc. En el automóvil se utiliza corriente continua porque puede almacenarse en la batería garantizando así su disponibilidad cuando se precise.

La corriente continua no varía su valor en función del tiempo: en la pantalla de un osciloscopio aparece como una línea horizontal referenciada a un nivel de cero voltios (línea de masa). La distancia de la línea de tensión a la línea de masa indica la magnitud (amplitud) de la tensión.

La corriente alterna (c.a.) no puede almacenarse en baterías, pero es mucho más fácil y barata de producir gracias a los alternadores.

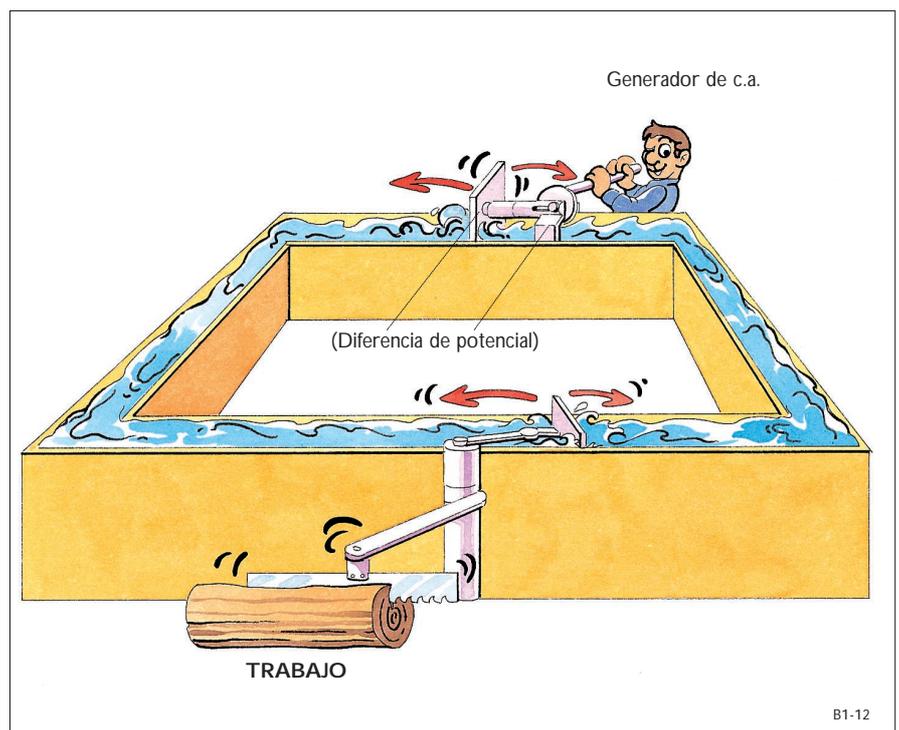
La corriente alterna cambia de polaridad cíclicamente siendo alternativamente positiva y negativa respectivamente. La forma de onda depende del generador que la produce, pero siempre hay una línea de cero voltios que divide a la onda en dos picos simétricos. Las características de la corriente alterna son: la frecuencia (ciclos en un segundo) y la tensión de pico a pico; aunque suele utilizarse el valor de tensión eficaz (tensión RMS)

EN PROFUNDIDAD

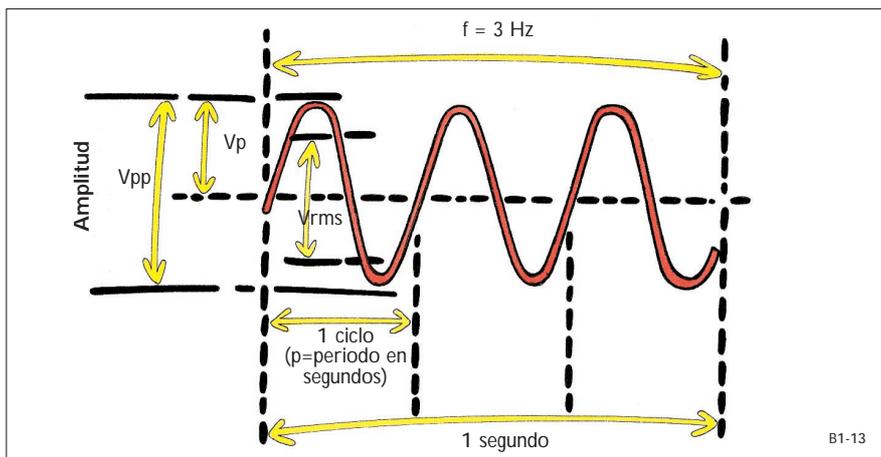
El valor eficaz (RMS) en corriente alterna (c.a.) se define como el valor necesario que ha de ser aplicado sobre una resistencia para que genere idéntico trabajo en forma de calor como su valor equivalente en corriente continua (c.c.).

Simil hidráulico

El movimiento alternativo origina ondas oscilantes en circuito hidráulico que se utilizan para generar el trabajo.



DEFINICIÓN DE FORMAS DE ONDA



Características de las ondas senoidales:
f = Frecuencia, unidad en hertzios (Hz)
P = Periodo, unidad el segundo (s) o el submúltiplo el milisegundo (1mS = 0,001 s)
V_p = Tensión de pico
V_{pp} = Tensión de pico a pico
V_{rms} = Tensión eficaz

La corriente alterna o continua, pero con variación de impulsos, se caracteriza por que cambian periódicamente de forma, pueden tener diferente diseño y manifestarse de modo muy rápido o muy lento, no obstante hay una serie de términos comunes que definen cualquier forma de onda:

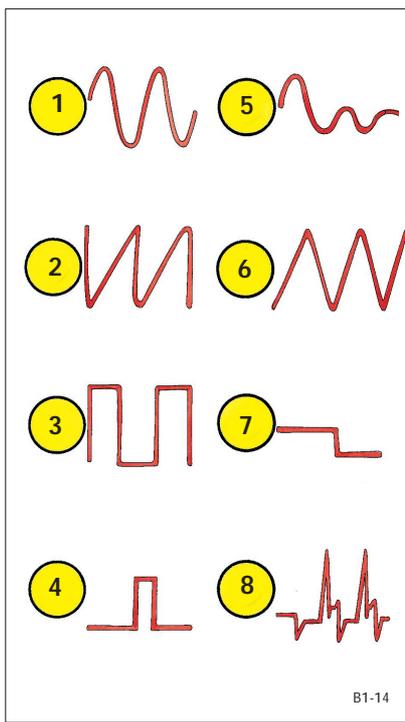
- **Ondas:** el término genérico para una señal que se repite a lo largo del tiempo es onda (semejante a las ondas de sonido o a las de radio).
- **Ciclo:** el ciclo de una onda es la porción de la onda que se repite. La forma de onda es la representación gráfica de una señal que muestra el tiempo sobre el eje horizontal y la tensión sobre el eje vertical.
- **Periodo:** el periodo se define como el tiempo que tarda una onda en realizar un ciclo completo.
- **Frecuencia:** la frecuencia se defi-

ne como el número de ciclos que tienen lugar en un tiempo dado, generalmente en un segundo. La unidad de frecuencia es el hertzio (Hz). Un hertzio (Hz) equivale a un ciclo en un segundo (1c/s). Hay una relación entre el periodo y la frecuencia, ya que la frecuencia (*f*) es inversa al tiempo que tarda un ciclo, es decir el periodo (*p*). Y se expresa así:

$$f = 1/p ; p = 1/f$$

f = frecuencia en hertzios (Hz)
p = periodo en segundos

- **Amplitud:** la amplitud de una señal se define como el valor de tensión instantáneo o el valor de pico a pico. Es decir, la "altura" o distancia que tenga la forma de onda con respecto a la línea de cero voltios o bien entre pico positivo y negativo si la onda es de corriente alterna.



B1-14

Formas comunes de onda

Hay distintos tipos de formas de onda. La definición hace referencia a la forma o característica que tiene cada una de ellas:

1. Onda senoidal
2. Onda en diente de sierra
3. Onda cuadrada
4. Pulso
5. Onda senoidal amortiguada
6. Onda triangular
7. Escalón
8. Forma de onda compleja

Algunos ejemplos de formas de onda

- A. Onda senoidal es la tensión de la red eléctrica de uso doméstico, con una tensión de 220 V y una frecuencia de 50 Hz.
- B. Una onda cuadrada es la que proporciona por ejemplo un generador de efecto Hall.

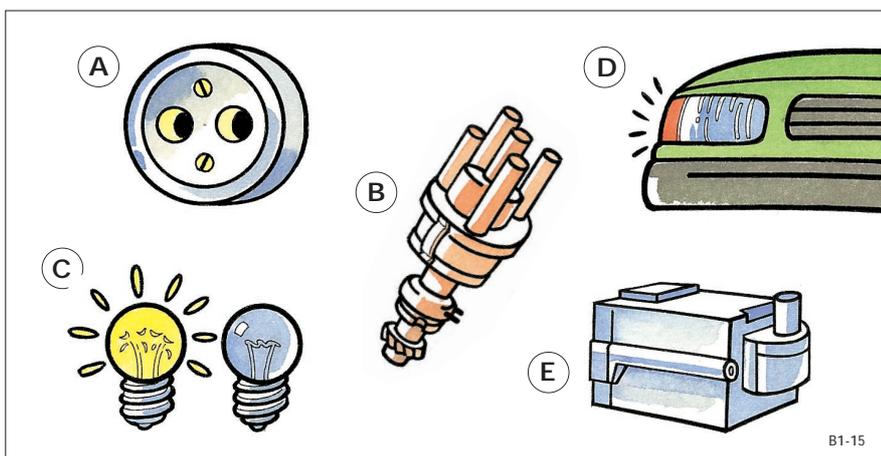
- C. El escalón se produce cuando se detecta el paso de un estado eléctrico a otro; por ejemplo la puesta en marcha de un elemento.
- D. El pulso se produce cuando se detecta la activación momentánea de un elemento, por ejemplo el destello intermitente de una lámpara.
- E. Las formas de onda compleja son las que pueden ser una combinación de varias (cuadrada, senoidal amortiguada etc.). Por ejemplo las del encendido.

Formas de onda de la corriente: los impulsos

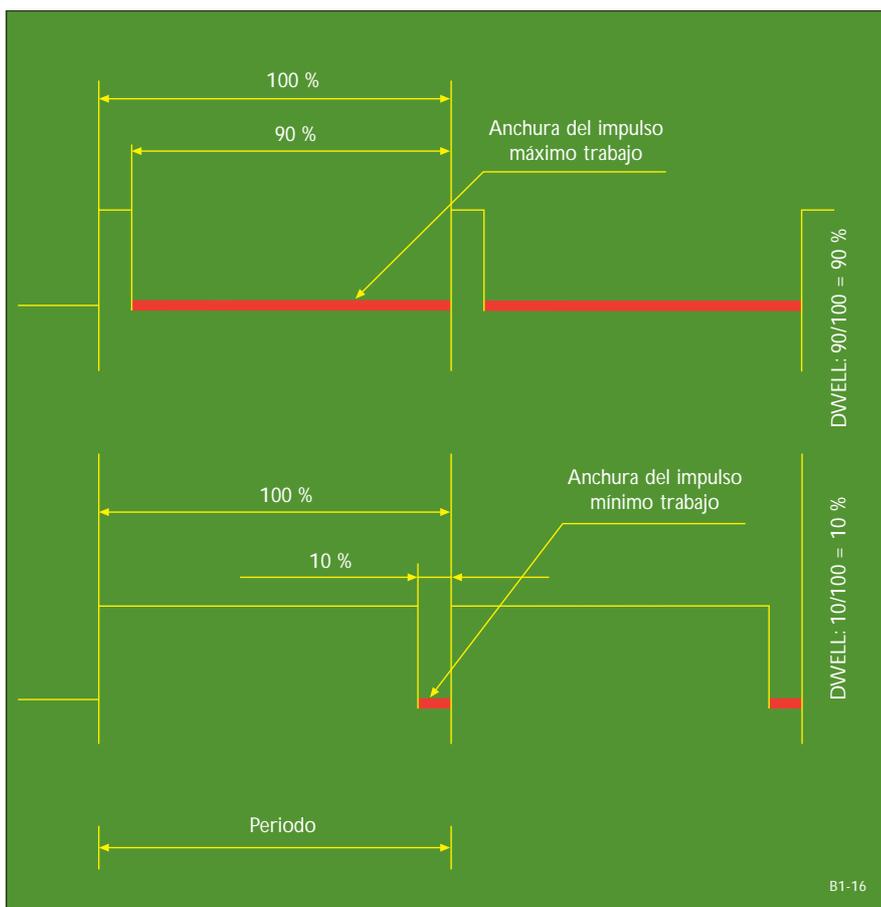
Hasta ahora se han estudiado dos tipos de corriente, la continua y la alterna, pero existe un tercer tipo que posee características de ambas, son los impulsos.

Las Unidades de Control Electrónico diseñadas para gobernar algunos actuadores, tales como electroválvulas, donde es necesario un perfecto control de la apertura y el cierre, funcionan generando impulsos de mando sobre el actuador.

El control puede hacerse de dos modos: enviando impulsos de corriente continua y haciendo variar la frecuencia a la que se producen, o bien manteniendo la frecuencia constante, hacer variar la anchura del impulso; en ambos casos se consigue regular la corriente de mando sobre el actuador.



B1-15



En los impulsos se aprecian las siguientes características: son de corriente continua, puesto que circulan siempre en el mismo sentido; son intermitentes (igual que las ondas); poseen cierta longitud y entre dos hay un intervalo (el periodo); sólo parte del impulso es "activo". La relación en porcentaje entre la parte activa y el periodo del impulso proporciona una exacta referencia de energía que aplica el impulso. A esta relación se denomina factor de trabajo o DWELL de la señal.

Este último procedimiento de regulación: impulsos a frecuencia fija y con variación de su anchura, es el más habitual y se conoce como variación en la relación de ciclo de la señal o también variación del DWELL. Es el método que se emplea para el control de las electroválvulas de inyección o para el mando regulado de algunas válvulas de ralentí. Los actuadores reciben impulsos de mando con una tensión y fre-

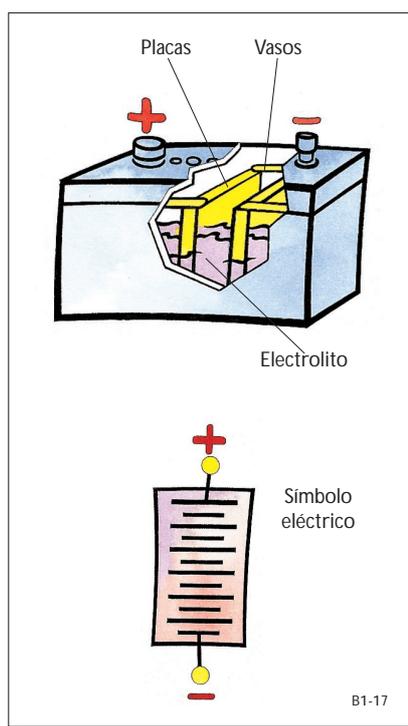
cuencia fija, y se hace variar la relación entre la anchura del impulso a nivel bajo (masa) y alto (12V); es decir se modifica la relación entre la señal cuando "trabaja" y "no trabaja"; el resultado final es que los dispositivos a controlar reciben una corriente perfectamente regulada y la unidad de control no se somete a los peligros de la excesiva disipación de energía.

EN PROFUNDIDAD

Este método de regulación denominado como relación de ciclo también se conoce de otros modos diferentes, tales como: regulación por ciclo de trabajo variable, variación del factor de trabajo o PWM del inglés Pulse Width Module, cuya traducción es modulación del ancho del pulso.

“Gracias a la reacción química que tiene lugar en su interior, la batería almacena electricidad como un depósito que puede llenarse y vaciarse a voluntad. Este es el origen de la batería de plomo que fue inventada por el físico francés Gastón Planté en 1859.”

LA BATERÍA



Uno de los métodos más comunes de producir electricidad es el químico: la batería de plomo es una fuente de corriente continua que se basa en este principio; está formada por varios elementos acumuladores o vasos que se conectan formando una batería.

La energía eléctrica, que se encuentra almacenada en forma de energía química, puede transformarse en energía eléctrica, proceso que tiene lugar durante la descarga. Mediante el suministro a la batería de corriente eléctrica, tiene lugar en su interior el proceso inverso, con lo que es posible cargarla de energía eléctrica de nuevo.

La batería está formada por el acoplamiento en serie de varias celdas o vasos. Una batería de 12 voltios posee 6 vasos. El interior de los

vasos contiene las placas de plomo, positivas y negativas, que almacenarán los electrones. Cuando la batería se halla completamente cargada cada vaso se encuentra a una tensión de 2,2 voltios, por lo que una batería de 12 voltios de tensión nominal, su tensión real cuando está cargada alcanza los 13,2 voltios.

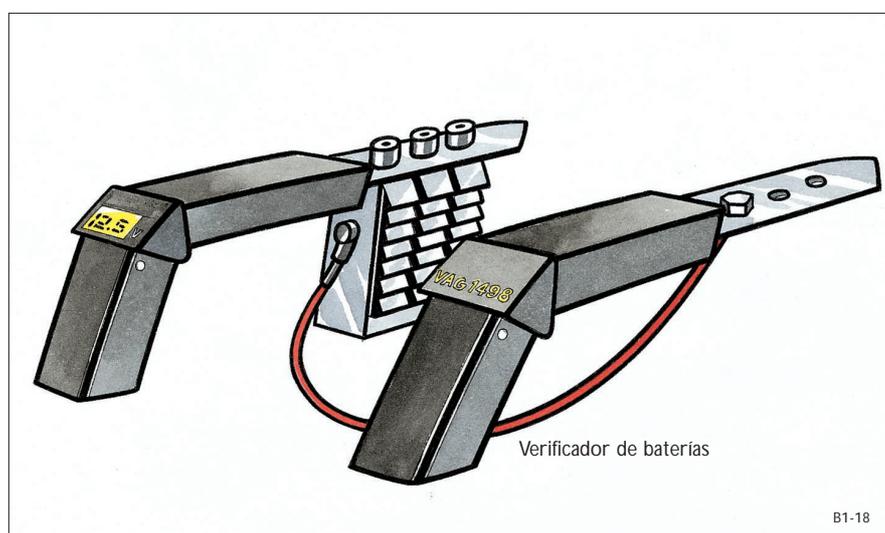
El electrolito es una mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico que baña a las placas en el interior de los vasos, y es la sustancia encargada de producir las reacciones químicas de carga y descarga. La densidad del electrolito varía con la carga, de modo que es posible conocer el estado de la batería midiendo la densidad del mismo.

Características de la batería

La capacidad de una batería, es

Comprobación de baterías

El densímetro (también llamado pesaácidos) es un dispositivo que permite determinar el estado de una batería midiendo la densidad de cada vaso. No obstante, para la comprobación de baterías "selladas", hay que recurrir a los comprobadores dinámicos por descarga. El método de comprobación con este tipo de aparatos consiste en someter a la batería a una fuerte descarga mientras se mide la tensión entre bornes; la prueba simula la descarga que ocasiona el accionamiento del motor de arranque a través de una resistencia interna (shunt) por donde se consume la corriente. La tensión en descarga es una indicación bastante fiable del estado general de la batería.



decir la cantidad de energía (amperios/hora) que puede almacenar en su interior, depende de la superficie de las placas o de su número. La tensión nominal se establece por el número de vasos.

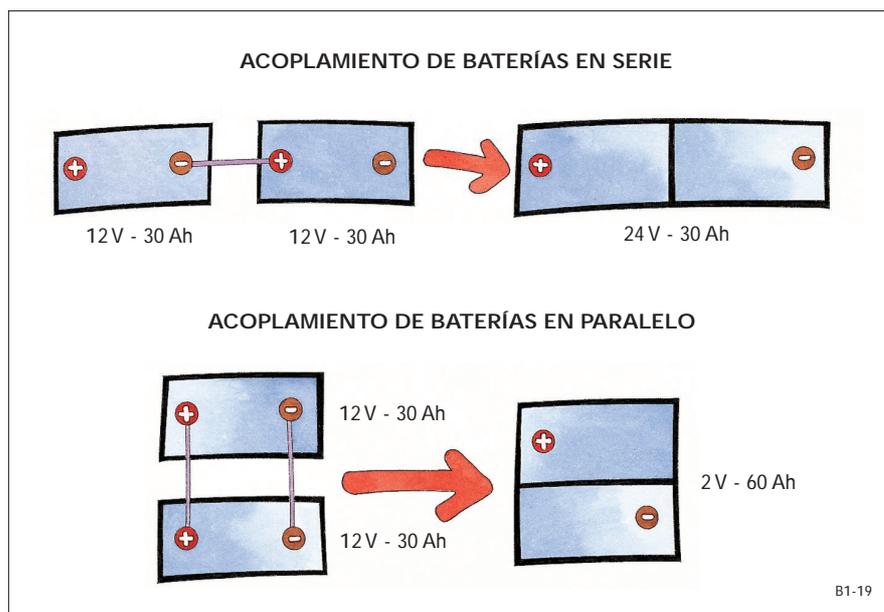
Las características que definen a una batería de automóvil son: la tensión nominal, su capacidad y la intensidad de arranque, y generalmente estos datos vienen indicados sobre la batería de esta forma:

12 V - 40 Ah - 200 A

- **Tensión nominal:** de 6 o 12 voltios. Para mayores tensiones se acoplan baterías en serie (por ejemplo, dos de 12 V para obtener 24 V).
- **La capacidad** de una batería se da en amperios hora (Ah) e indica la cantidad de amperios que puede suministrar en una hora. Por ejemplo, una batería de 40 Ah puede suministrar 40 amperios en 1 hora o 1 amperio durante 40 horas.
- **La intensidad** de arranque se define como la corriente máxima que puede suministrar en un instante para accionar el motor de arranque sin que la tensión descienda por debajo de 10,5 voltios.

Acoplamiento de baterías

Las baterías pueden conectarse entre sí de dos modos: en serie o en



paralelo, cada tipo de acoplamiento proporciona unas características eléctricas de tensión nominal y capacidad diferentes:

- **Acoplamiento en serie:** el borne positivo de una con el borne negativo de la siguiente. La tensión nominal resultante es la suma de las tensiones de cada batería acoplada mientras que la capacidad es la misma que la capacidad de una de ellas.
- **Acoplamiento en paralelo:** se unen todos los bornes positivos y todos los bornes negativos. La tensión nominal resultante es la misma que la tensión de una de ellas, mientras que la capacidad resultante es la suma de las capacidades de todas ellas.

EN PROFUNDIDAD

La capacidad nominal K20 según define la norma DIN 72311 es la capacidad de descarga en 20 horas suministrando una corriente de descarga de 1/20 de su capacidad, hasta alcanzar 10,5 V de tensión.

“El magnetismo y la electricidad se hallan estrechamente relacionados, ya que gracias al magnetismo bien sea natural o artificial (electromagnetismo) puede obtenerse mucha electricidad de un modo sencillo y económico. El matemático escocés James Clerk Maxwell fue el primero en explicar la relación entre la electricidad y el magnetismo, allá por el año 1870.”

ELECTROMAGNETISMO

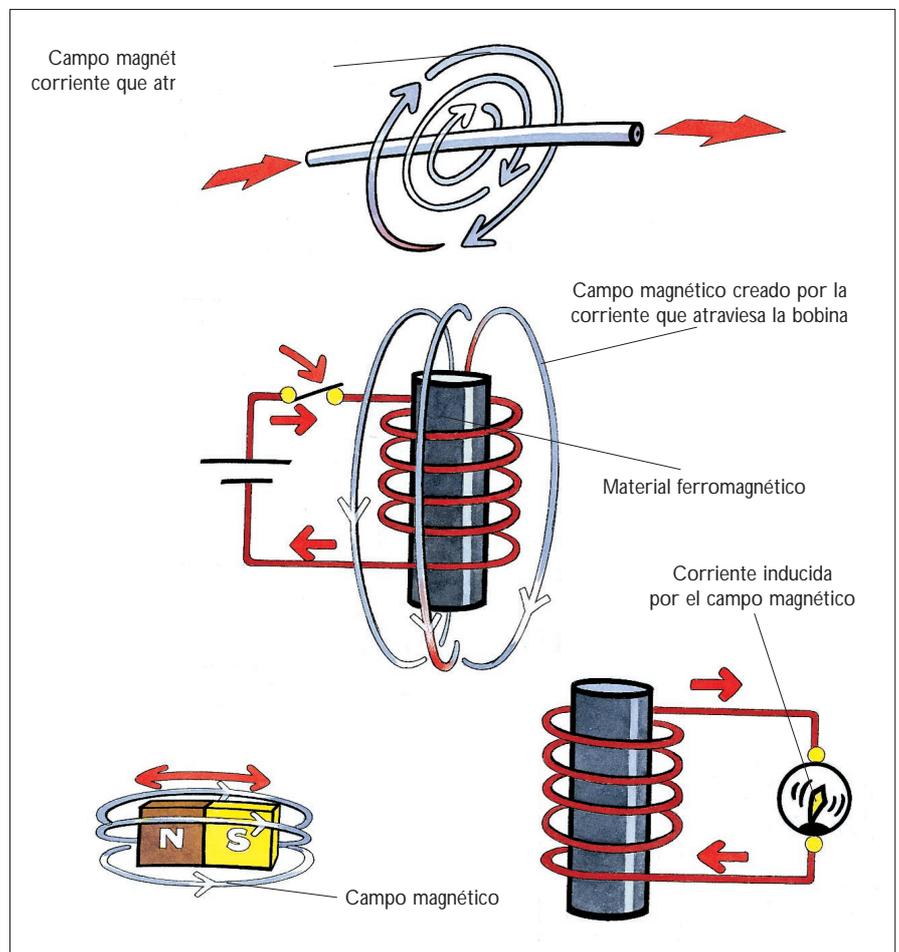
El magnetismo producido por efecto de la electricidad se denomina electromagnetismo y encuentra numerosas aplicaciones en la industria: generadores eléctricos como dinamos o alternadores, transformadores, relés, motores, etc.

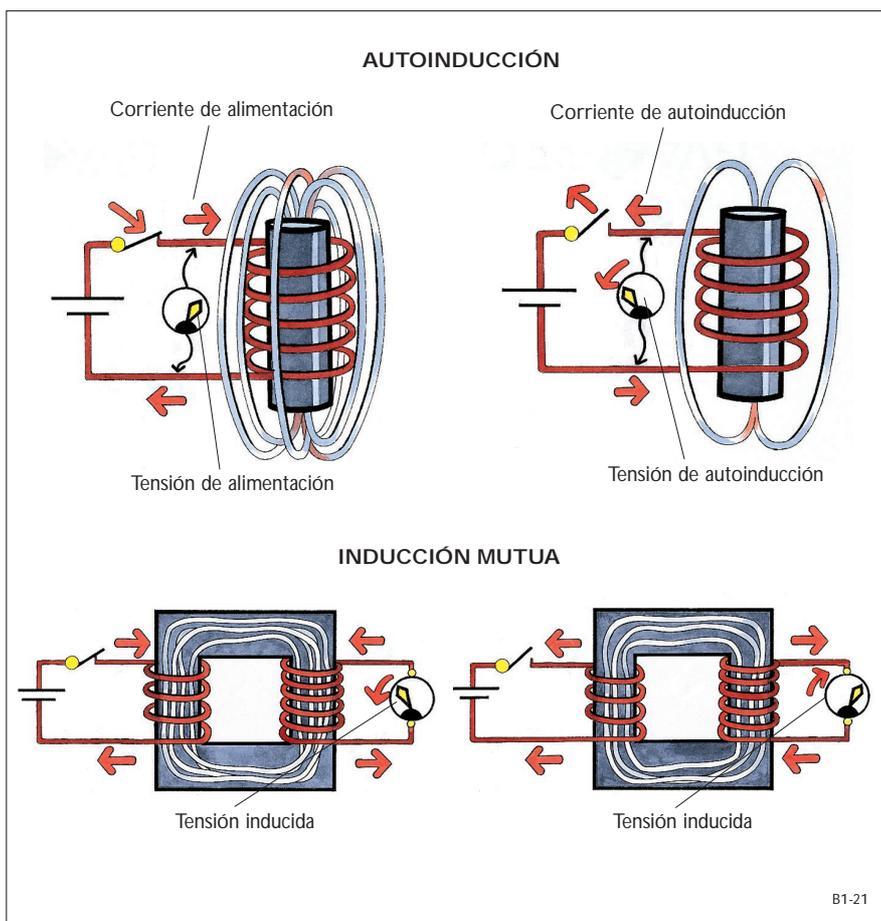
El fundamento del electromagnetismo se basa en que cuando una bobina de cable arrollada a un soporte formando espiras o deva-

nados es atravesada por una corriente eléctrica, crea a su alrededor un campo magnético (similar a un imán natural).

El campo magnético creado por la bobina resultará más intenso cuanto mayor sea el número de espiras de la bobina y la intensidad de corriente que circula.

Para aumentar y reforzar el campo magnético creado por la bobina, se arrolla sobre un núcleo de hierro





dulce u otro material buen conductor del magnetismo (ferromagnético).

El efecto es reversible, es decir si una bobina de cable conductor es sometida a la variación de un campo magnético, se produce en las espiras del arrollamiento un “desprendimiento” de electrones y se crea por tanto una corriente eléctrica.

La aparición de corriente en una

bobina, que ha sido inducida por un campo magnético, es el origen de las máquinas generadoras de electricidad, como el alternador, la dinamo o los transformadores.

Aplicaciones del electromagnetismo

• Generadores de corriente

El funcionamiento del alternador, dinamo o volante magnético

EN PROFUNDIDAD

Autoinducción e inducción mutua

Autoinducción

El paso de corriente eléctrica por un conductor arrollado a un núcleo produce un campo magnético, el cual tiene el efecto de inducir en sus propias espiras una corriente cuya polaridad se opone a la corriente que forma el campo magnético original. Este fenómeno que retrasa o frena la entrada de corriente a la bobina se denomina autoinducción. La autoinducción depende del número de espiras, del flujo magnético y de la intensidad de corriente que circula en un instante. La unidad de inducción (L) es el henrio (H).

La autoinducción es la propiedad que posee un circuito de impedir el cambio de corriente. La autoinducción es la analogía eléctrica de la inercia mecánica que tiende a oponerse al aumento o disminución de la velocidad de un cuerpo.

Inducción mutua

Cuando se coloca un arrollamiento cerca de otro, pero sin estar en contacto, y por uno de ellos circula corriente, en el segundo se induce una corriente cuyo valor dependerá de la autoinducción de cada una de ellas (L). Este es el fundamento de los transformadores de encendido.

Energía de una bobina

La energía (E) que puede acumular una bobina o transformador de encendido viene dada por la siguientes expresión:

$$E = 1/2 L \times I$$

donde L es la inductancia de la bobina e I la intensidad que circula por ella.

se fundamenta en el principio de la corriente inducida en un devanado cuando es sometido a la variación de un campo magnético.

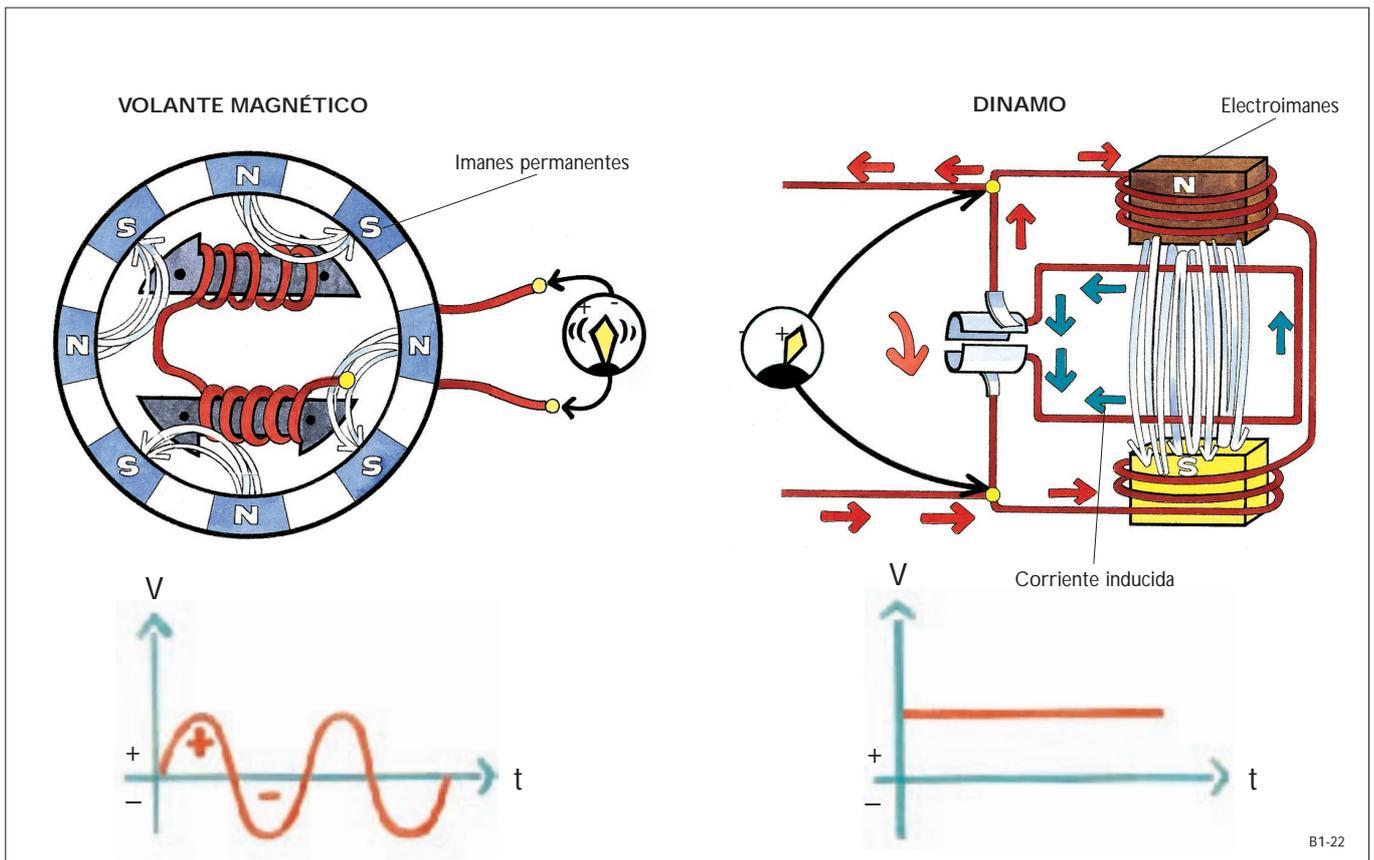
El campo magnético puede ser natural o formado con imanes permanentes (es el caso de los volantes magnéticos de motocicleta) o bien electroimanes alimentados con corriente continua.

- **Transformadores**

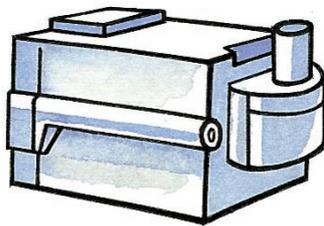
Los transformadores se basan en

el fenómeno de autoinducción e inducción mutua. Están formados por dos bobinas o devanados denominadas primario y secundario, arrollados sobre un núcleo de hierro o de algún material ferromagnético.

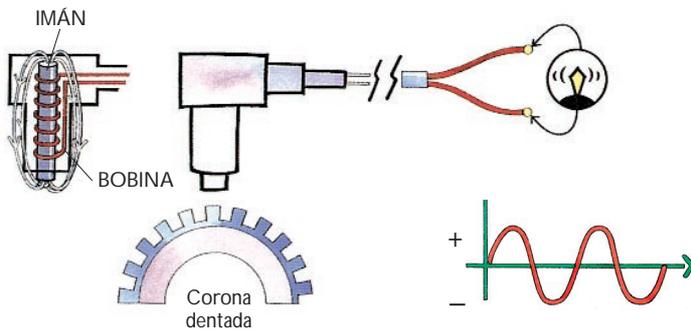
Al circular corriente por el primario, se crea un campo magnético en el núcleo y al interrumpirse la corriente el campo desaparece bruscamente, lo que provoca en el primario por autoinducción una tensión (un centenar de voltios) y



TRANSFORMADOR DE ENCENDIDO

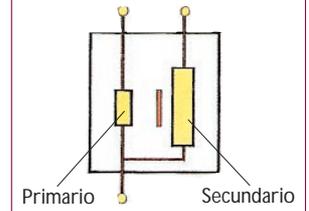


IMPULSOR DE REVOLUCIONES

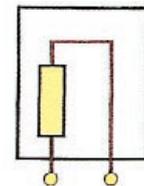


B1-23

Simbolo del TRANSFORMADOR DE ENCENDIDO



Simbolo del IMPULSOR DE REVOLUCIONES



por inducción en el secundario una tensión de varios miles de voltios. La tensión inducida en el secundario depende de la relación en el número de espiras entre primario y secundario así como la intensidad de corriente que alcance a circular por el primario en el momento de la interrupción.

La autoinducción limita el tiempo de carga de una bobina, sobre todo cuando el tiempo disponible para saturarse es limitado como es el caso de los transformadores de encendido trabajando a elevado régimen.

• Impulsor de revoluciones y referencia

Los impulsores de revoluciones y de referencia angular del cigüeñal, son sensores inductivos, donde el elemento captador es una bobina arrollada a un imán que genera corriente alterna por efecto de inducción.

Al girar la corona dentada modifica el entrehierro, es decir la distancia entre el impulsor y el diente de la corona, y esta variación del campo magnético da origen a la señal de corriente alterna.

“La fuente que proporciona electricidad en el automóvil es el alternador. Constituye el ‘corazón’ del circuito eléctrico, ya que es el encargado de suministrar energía a los elementos consumidores del circuito y además cargar la batería.”

EL ALTERNADOR

EN PROFUNDIDAD

El grupo inductor está alojado en el rotor y lo forma una bobina montada sobre el eje cuyos terminales van conectados a los anillos rozantes: uno de entrada y otro de salida de corriente.

El inducido es el circuito donde se genera la corriente. Va situado en la carcasa y lo componen un conjunto de bobinas que forman el estator. El conexionado de estas bobinas normalmente es trifásico, adopta una conexión en estrella para los alternadores pequeños y medianos y en triángulo para alternadores de gran intensidad.

El rectificador está compuesto por un puente de 6 o 9 diodos, y gracias a la propiedad que tienen de dejar pasar la corriente en un sentido convierten la corriente alterna en corriente continua.

El alternador es un generador que proporciona una gran intensidad, pero la corriente generada es alterna y debe ser rectificada en continua.

Como el alternador funciona a régimen variable, ya que gira en relación a las revoluciones del motor, es necesario un sistema de regulación que controle la producción de electricidad independientemente del régimen y el estado de la batería.

Básicamente, el alternador del automóvil esta compuesto por la agrupación de tres conjuntos.

1. El grupo INDUCTOR gira accionado por la polea (rotor) y es

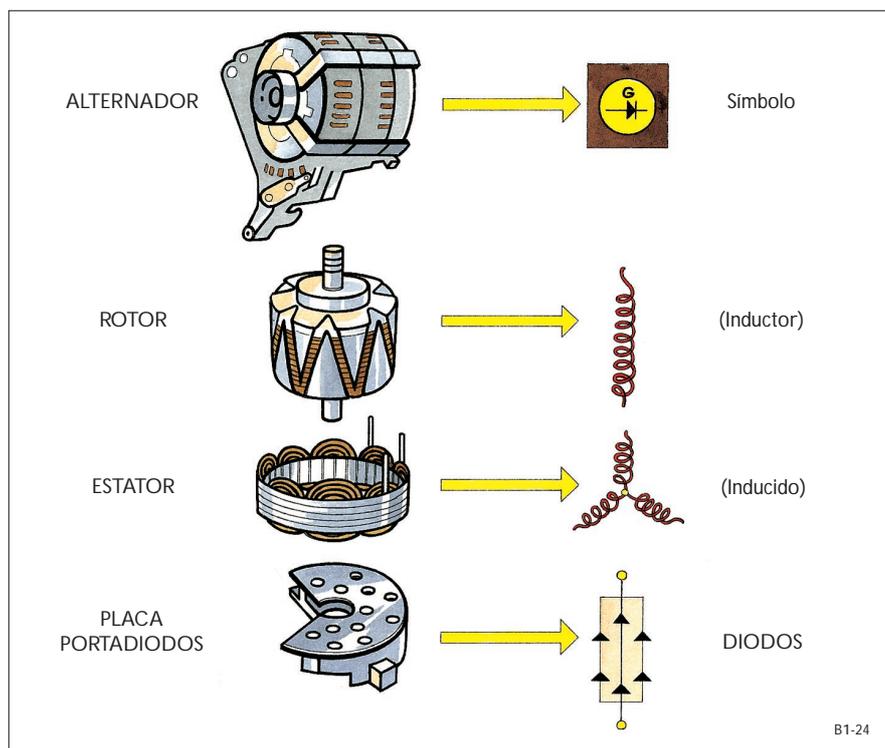
donde se encuentran las bobinas de excitación que al recibir corriente de la batería a través del regulador crea un fuerte campo magnético.

2. El grupo INDUCIDO situado en la parte fija: denominada también como estator y es donde se induce la corriente.

3. El grupo RECTIFICADOR, formado por la placa de los diodos rectificadores que se encargarán de convertir la corriente alterna en continua.

Regulación de la carga

La regulación de la carga sobre la



batería se realiza mediante el control de la corriente que excita el alternador, es decir controlando la corriente que la batería suministra a las bobinas inductoras.

Las bobinas inductoras se encargan de crear el campo magnético y son alimentadas desde el exterior a través del regulador, que actúa como un interruptor electrónico sensible a la tensión.

Cuando la tensión generada por el alternador es muy alta, el regulador limita la corriente de excitación para que de este modo el alternador reduzca la tensión que genera y no dañe a la batería.

Funcionamiento del regulador

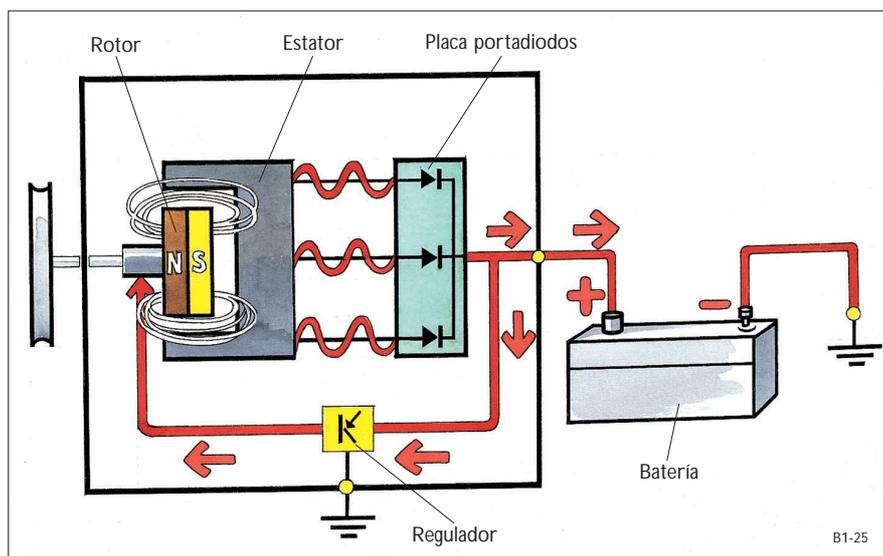
Al dar el contacto, la corriente de la batería se aplica directamente al

rotor (bobinas inductoras de excitación), a través de un contacto interno del regulador.

El ciclo de funcionamiento se inicia cuando al girar el alternador comienza a generarse corriente en las bobinas del estator; corriente que va aumentando progresivamente a medida que aumentan las revoluciones.

Cuando se alcanzada la tensión de regulación (entre 13,3 y a 14,4 V) se interrumpe la corriente de excitación y desaparece rápidamente el campo inductor con lo que de inmediato cesa la corriente de carga.

El ciclo de trabajo se sucede varias veces por segundo, el regulador actúa como un interruptor que abre y cierra el circuito de excitación con gran rapidez.

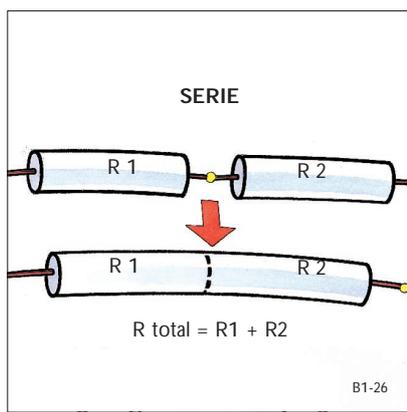


Funcionamiento del regulador

El regulador controla la corriente de alimentación de las bobinas inductoras situadas en el rotor, según el estado de la batería.

“Los elementos consumidores que se hallan conectados a un circuito eléctrico, tales como lámparas, motores, resistencias, etc., pueden acoplarse de dos modos: en serie y en paralelo; cada disposición ofrece unas características eléctricas diferentes.”

CIRCUITO EN SERIE Y EN PARALELO



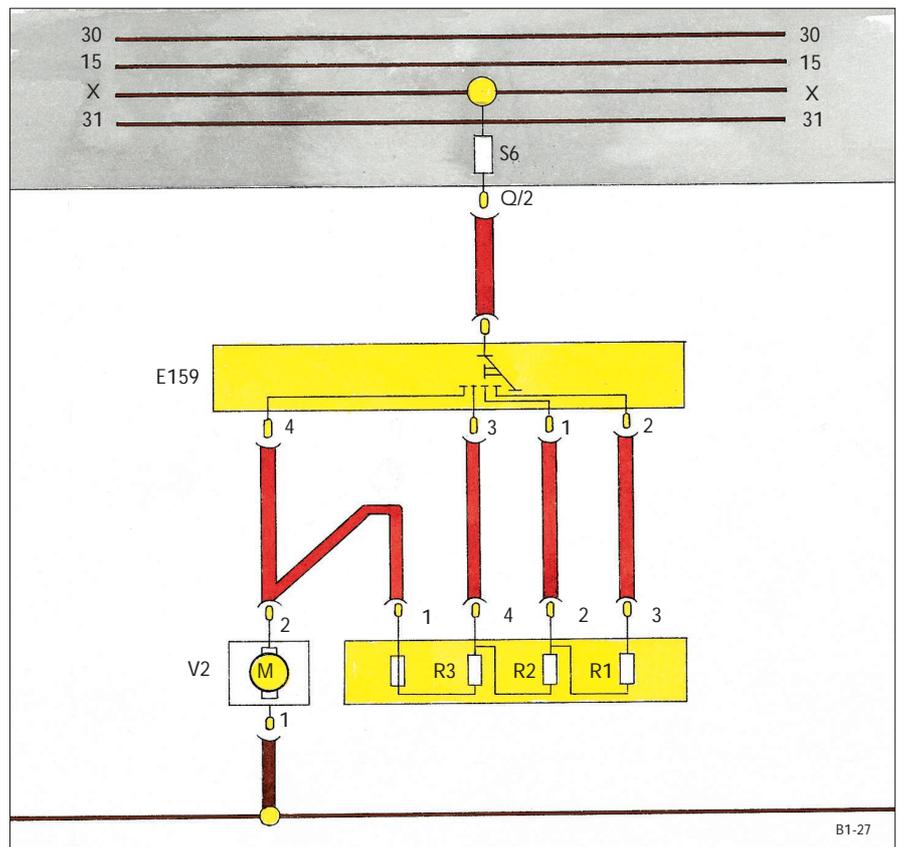
Circuito en serie

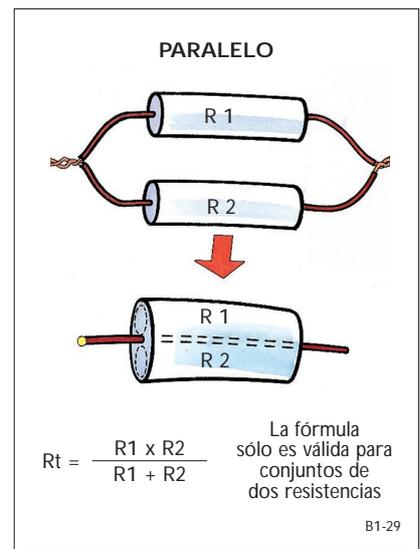
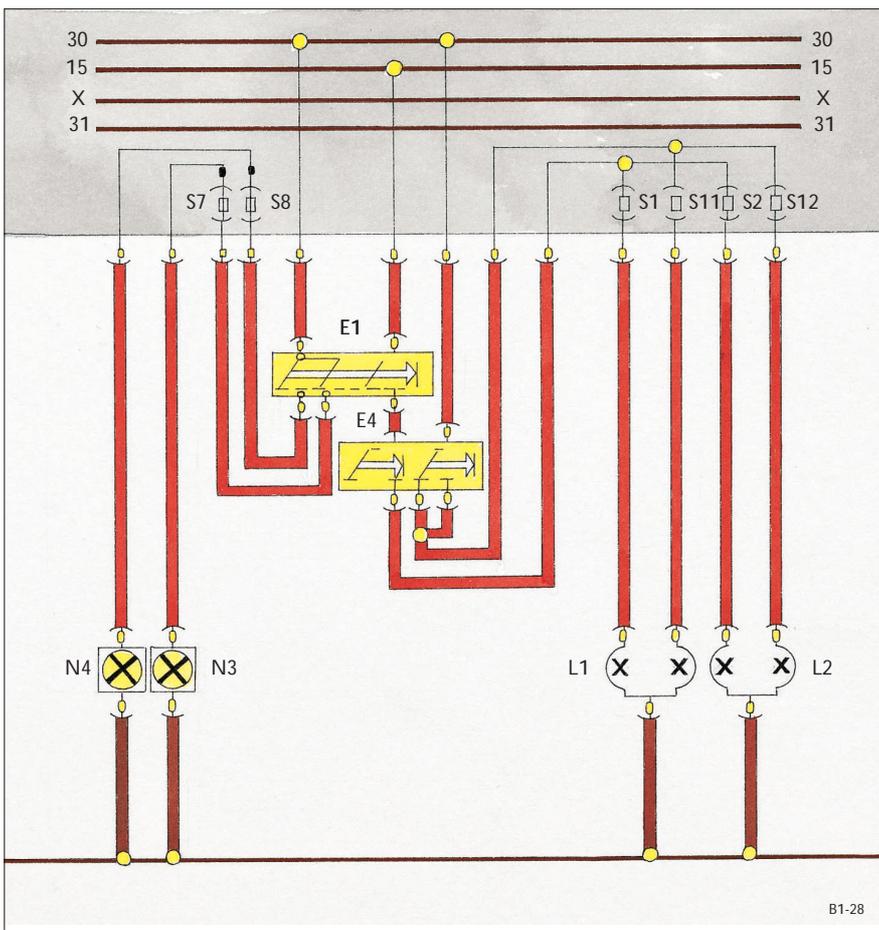
El montaje en serie se utiliza cuando es necesario “regular” o limitar la corriente en un circuito. Intercalando con el elemento consumidor una o varias resistencias se consigue “frenar” el paso de la corriente ya que al producirse una caída de tensión se reduce la que llega al elemento.

El esquema siguiente muestra un ejemplo de circuito en serie; se trata del sistema de control de velocidad (4 velocidades) del ventilador

de aire ambiente: el ventilador (V2) recibe la corriente de alimentación a través del conmutador (E159). En la primera posición (velocidad lenta) se intercalan tres resistencias en serie con el motor, a cada nueva posición del conmutador se reducen las resistencias intercaladas, y en la posición de máxima velocidad el motor recibe la corriente directa. De este modo se regula la velocidad de rotación del ventilador al controlar la corriente de alimentación.

Esquema del circuito del ventilador del aire:
V2: Ventilador.
E159: Conmutador.
R1-R2-R3: Resistencias.





Circuito en paralelo

El montaje en paralelo es el de uso más frecuente ya que se emplea cuando interesa aplicar toda la tensión de la batería directamente sobre el elemento consumidor, tal es el caso de la mayoría de circuitos de la red eléctrica del automóvil: faros, luz de posición, intermitentes, limpiaparabrisas, alzacristales etc., prácticamente todos los dispositivos eléctricos

del automóvil se conectan en paralelo.

El ejemplo siguiente muestra el esquema de circuitos de corriente de luces de posición y faros. Las bombillas conectadas en paralelo reciben la corriente de la línea directa de batería (30) a través del conmutador de luces (E1), e1 que controla las luces de posición y el conmutador (E4) que gobierna los faros.

Esquema del circuito de las luces:

E1: Conmutador general de luces.

E4: Conmutador faros.

L1-L2: Faros.

N3-N4: Luces de posición.

“La comunicación es un concepto amplio que engloba a cualquier sistema de transferencia de información entre dos puntos. Un medio habitual de comunicación son las ondas electromagnéticas, auténticas ‘autopistas’ por donde pueden viajar ingentes cantidades de información.”

COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE ONDAS

Conceptos de radiofrecuencia

El nombre de radiofrecuencia define la transmisión y recepción vía radio de información.

Las ondas de radio son generadas por una corriente alterna de alta frecuencia que recorre una antena; las variaciones rápidas de la corriente generan campos electromagnéticos cuya radiación sirve para transmitir energía.

En la comunicación mediante ondas de radio se requiere de un emisor y una antena que emitan ondas al espacio; el emisor contiene la fuente de energía de radiofrecuencia, y la información que se desea transmitir es sobreimpresa a las ondas de radiofrecuencia

y el conjunto se irradia por la antena. En el receptor, otra antena recoge la energía irradiada, la amplifica hasta un nivel utilizable y le extrae la información sobreimpresa convirtiéndola en una forma útil como: sonido musical, información, etc.

Emisión y recepción vía radio

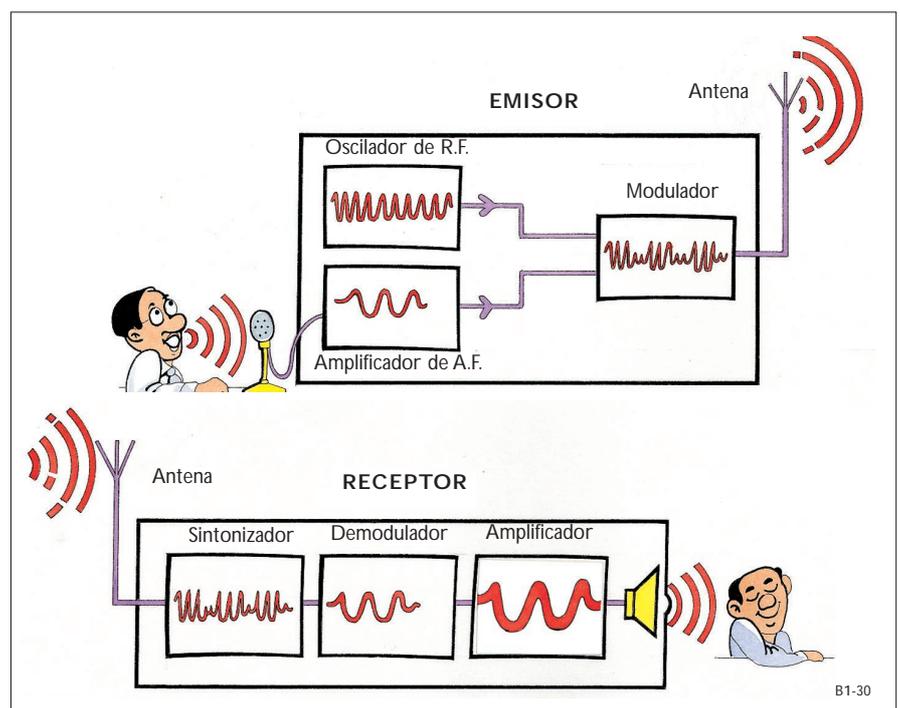
Los sistemas de comunicación basados en radiofrecuencia se utilizan para transmitir información vía radio, tal es el caso de los equipos de audio, pero también son la base del mando a distancia por radiofrecuencia, capaz de activar el cierre centralizado y la alarma antirrobo.

El receptor de radio ha de recibir las ondas de radiofrecuencia y convertirlas en sonido audible, además de permitir sintonizar con la emisora deseada. Los bloques que configuran un receptor de radio y el objetivo de cada uno de ellos son los siguientes:

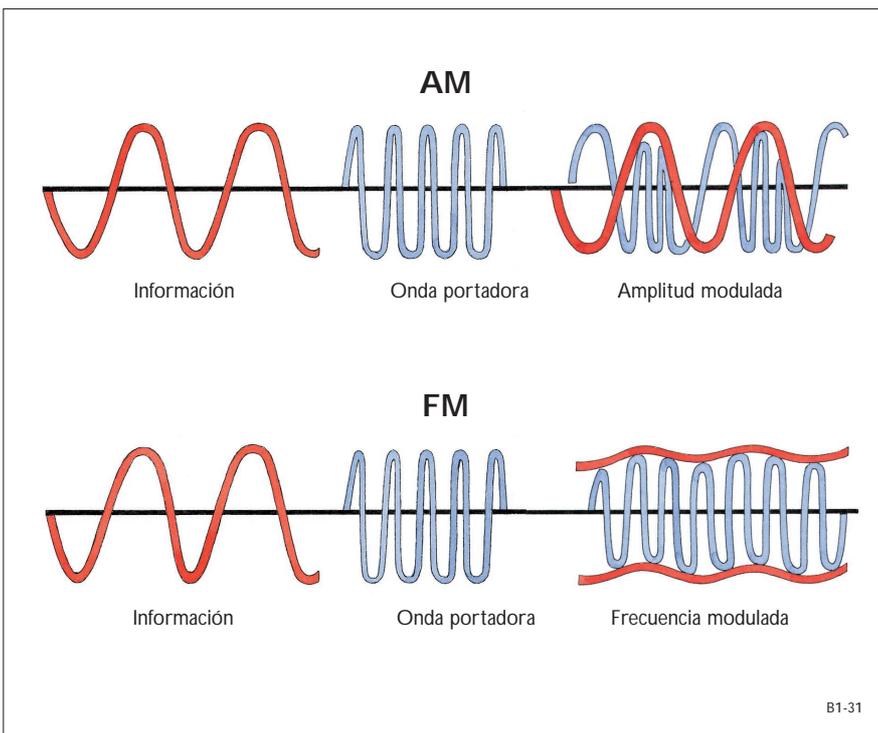
Antena: recibe las diversas ondas portadoras que pueden haber en el aire.

Circuito sintonizador: selecciona la frecuencia por la que transmite la emisora que se desea oír y el método de interpretación (si es en AM o FM).

Amplificador: amplía y filtra la señal contenida en la onda portadora hasta límites que puedan ser oídos con calidad.



Forma en que la información es transmitida en AM o en FM.



Equipos de audio

El emisor genera la corriente de alta frecuencia, llamada onda portadora, que se aplica a la antena. La información útil, sobreimpresa a la onda portadora, puede "viajar" de dos modos: en AM o bien en FM.

El método de AM (amplitud modulada), empleado con éxito desde los orígenes de la radio, se utiliza para modular la amplitud de la onda portadora. La información contenida en la onda portadora "viaja" modulando la amplitud de la onda.

El principal inconveniente de la AM es la sensibilidad a las descar-

gas estáticas de la atmósfera y las interferencias que esto conlleva, lo que produce considerable ruido en el receptor.

En la transmisión mediante FM (frecuencia modulada) de más reciente aparición, se modula la frecuencia de la onda portadora, lo cual permite reducir las interferencias y aumentar la calidad en la recepción, aunque es de menor alcance que la AM.

Mando a distancia por radiofrecuencia

El emisor genera e irradia al aire una onda portadora. El código y la

EN PROFUNDIDAD

El término longitud de onda se utiliza cuando se habla de ondas que se transmiten por el aire, como por ejemplo las ondas de radio o televisión y que tienen una frecuencia muy elevada. Resulta más fácil entonces definir las por su longitud que es la distancia (expresada generalmente en metros) que recorre un ciclo completo de la onda en el espacio. Por ejemplo: una longitud de onda de 1 metro significa que la onda recorre en el espacio un metro de una cresta a otra, lo cual da una idea de su velocidad o frecuencia. Cuanto mayor es la frecuencia, menor será la longitud de onda.

Espectro electromagnético

Todos los cuerpos emiten radiación y el tipo de radiación que emiten depende de la energía que posee cada cuerpo: el sol emite con una energía diferente a la que pueda emitir una lámpara, aunque sean de la misma naturaleza.

La luz es una onda electromagnética así como las ondas de radio. Todas las diferentes ondas se encuentran agrupadas en un espectro que contiene todo el rango de radiación desde la luz visible a la no visible como: infrarrojos, ultravioletas, o rayos tan energéticos y peligrosos como el rayo gamma, los rayos X o las microondas. En sistemas de comunicación, navegación o emisión de televisión se trabaja con frecuencias comprendidas entre 300 MHz y 3000 Mhz, que expresado en longitud de onda es de 1 m a 0,1 m.

información se encuentran en forma de frecuencia sobrepuesta a la frecuencia de la onda portadora junto con la orden que desea transmitirse.

El receptor recibe este código y lo compara con el contenido en su programa. Si es correcto activa la función ordenada (activación o desactivación del cierre).

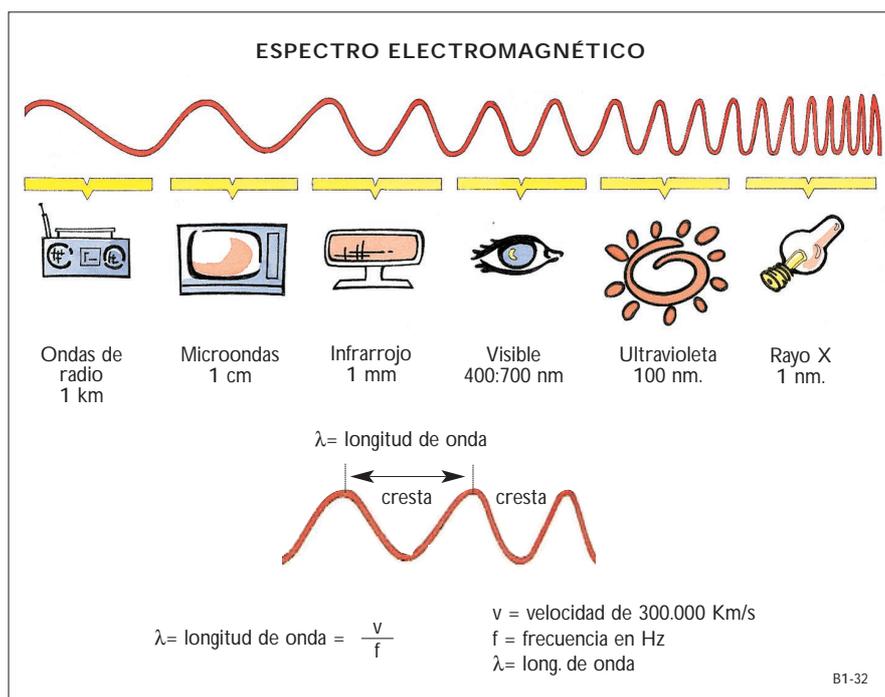
El receptor y el emisor, cada vez que se activan, cambian sus valores de codificación respectivamente siguiendo un programa preestablecido, lo cual evita que en el caso de que alguien, con equipo adecuado, descubra el código pueda utilizarlo, ya que el código descubierto

de nada sirve pues el próximo código que se transmita será totalmente diferente al descubierto.

Emisión y recepción por infrarrojos

La radiación infrarroja es una forma de energía electromagnética y físicamente es de la misma naturaleza que la radiación visible (la luz), aunque su interacción con la materia es diferente.

La longitud de onda se encuentra en la región del espectro electromagnético situado después de la luz visible de color rojo (entre 750 nm y 1000 nm) y llega hasta la zona de las microondas.



Emisión de infrarrojos

La emisión de infrarrojos se produce por todos los cuerpos, especialmente los puntos calientes ya que emiten mayor cantidad de rayos infrarrojos (llamas, estufas, etc.), y pueden ser detectados por cámaras especiales para infrarrojos.

Una lámpara incandescente emite rayos luminosos y también rayos infrarrojos, invisibles para el ojo humano.

Los infrarrojos encuentran aplicación en varias áreas de la técnica ya que se utilizan para medir la temperatura (bien sea por emisión o absorción de rayos); medir distancias; fotografiar cuerpos (termografía) por la temperatura que desprenden.

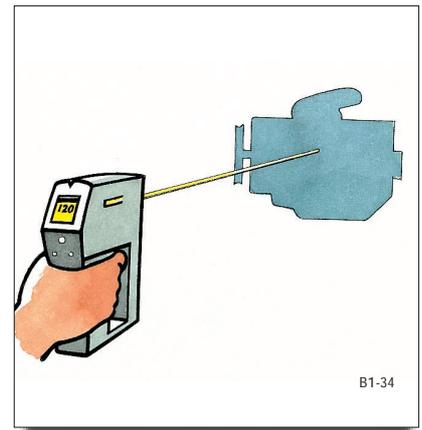
Mando a distancia por infrarrojos

Para la emisión controlada a distancia de infrarrojos se utilizan diodos LED

especiales de arsénico y galio que producen, al ser atravesados por una corriente, una radiación en el espectro infrarrojo (invisible) de 900 nm de longitud, la cual puede ser modulada en frecuencia.

Este es el principio de funcionamiento del mando a distancia por infrarrojos (telemando), que se utiliza en los cierres centralizados o la activación de las alarmas antirrobo.

El transmisor emite un haz de infrarrojos con una frecuencia determinada a la que se le sobrepone una frecuencia (el código) que modula la onda portadora, de modo que el receptor detecta el haz y extrae de la onda portadora la frecuencia sobrepuesta (descodifica) y la compara con la frecuencia que tiene programada y si esta coincide acciona el circuito de apertura o cierre. Un solo telemando puede transmitir varios códigos.



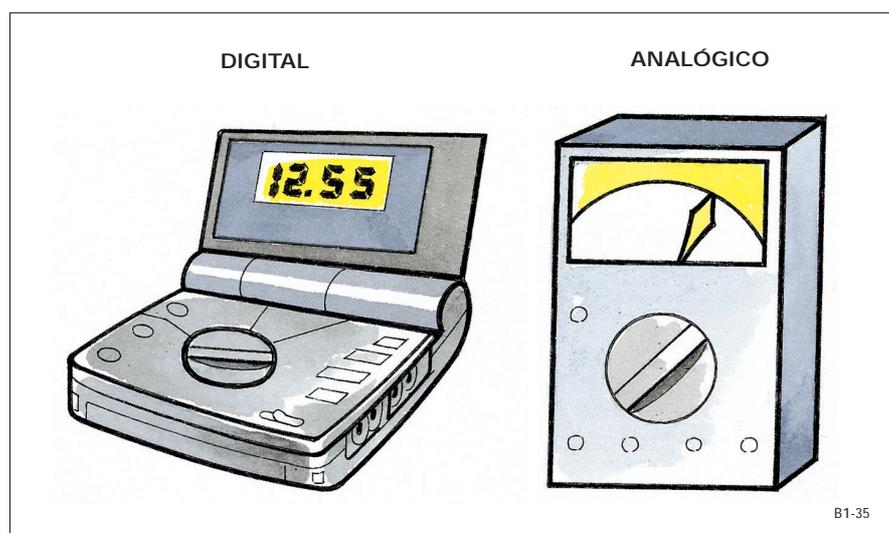
Los rayos infrarrojos se utilizan para medir temperatura a distancia.



Los rayos infrarrojos se utilizan para transmitir un código invisible a un receptor y que éste pueda accionar un dispositivo.

“Para medir las diferentes unidades eléctricas son necesarios diversos instrumentos de medida, tales como el amperímetro para las medidas de intensidad; el voltímetro para la tensión o voltaje y el ohmímetro para valores de resistencia. Hay un instrumento de medida, el multímetro, que reúne en uno solo aparato las diferentes funciones de medida.”

MEDIDAS ELÉCTRICAS CON MULTÍMETRO



Analógicos y digitales

La clasificación principal de los multímetros son dos: los clásicos analógico de aguja y los denominados digitales, con indicación numérica, donde aparecen los valores de medida en números enteros, separados por un punto cuando hay decimales.

Los instrumentos analógicos muestran las tensiones que miden como una respuesta proporcional o “análoga” a su valor; podríamos citar como ejemplo el de un multímetro de aguja donde el desplazamiento de la aguja es proporcional a la magnitud que mide.

Los instrumentos digitales toman muestras periódicas de la magnitud que miden y lo convierten a números binarios (unos y ceros) que pueden representar valores

escalonados de tensión, después los números binarios se “traducen” a dígitos que aparecen en una pantalla, mostrando así la magnitud de la medida.

En los multímetros analógicos la lectura de la medida se realiza por estimación, ya que el usuario ha de apreciar la situación de la aguja y determinar cual es la medida realizada. Se requiere pues cierta experiencia en el uso del multímetro analógico ya que de no estimarse bien es fácil errar en la lectura.

Con el multímetro digital hay menos posibilidad de lectura errónea que con el analógico porque la lectura aparece en forma de valor numérico, sin que le influya el ángulo de visión ni la precisión de la escala.

Algunos tipos de multímetro pueden realizar otras medidas adicionales, más específicas de la electrónica industrial como: prueba de diodos, capacidad de condensadores o el factor "beta" de un transistor. Los multímetros diseñados para el servicio de reparación de automóviles incorporan otras funciones más especializadas, tales como indicador de revoluciones, medidor de ángulos de cierre (DWELL), medida de tiempo de inyección, etc.

Lecturas con el multímetro

El multímetro digital permite medir con facilidad las magnitudes eléctricas de un circuito, ahora bien, según el tipo de magnitudes a

medir se requiere una conexión determinada sobre el circuito.

Medida de tensión (voltios)

Como la tensión es equivalente a la diferencia de alturas de los depósitos (recuerde el símil hidráulico), para medir la tensión existente en un circuito es necesario medir en los extremos (bornes) donde hay esa diferencia de tensión.

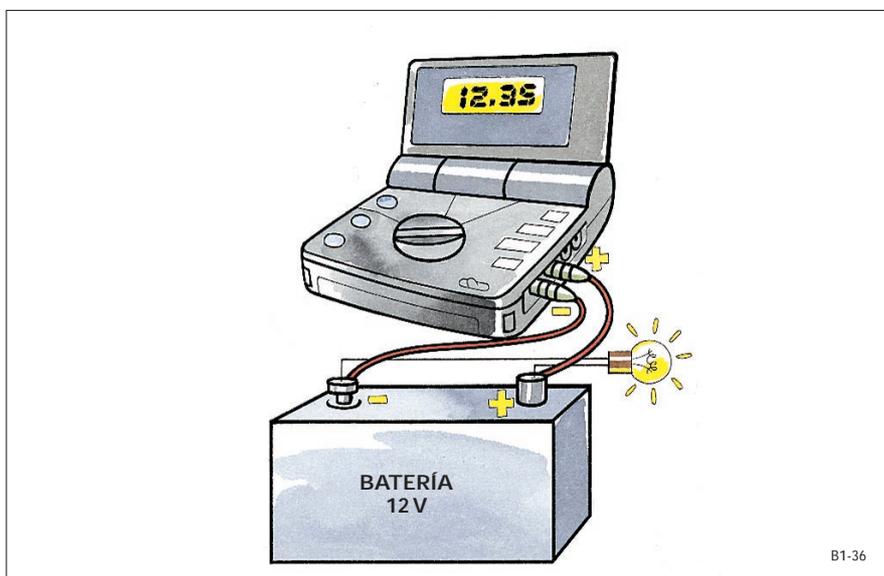
Para conocer los voltios que recibe una lámpara, la medida ha de realizarse conectando el multímetro en paralelo con la fuente que suministra la tensión: la batería o sobre el elemento consumidor que recibe la tensión, es decir, en los extremos de la lámpara.

EN PROFUNDIDAD

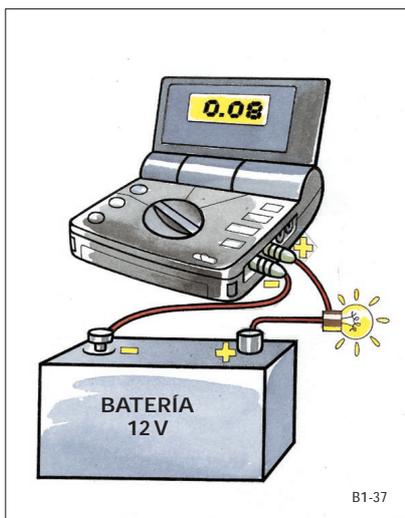
Resolución y número de dígitos

La resolución indica el número máximo de dígitos que posee el multímetro, cuanto mayor sea el número de dígitos, mayor precisión de lectura se obtiene. Si por ejemplo el multímetro posee dos dígitos y se desea medir la tensión de una batería de 12 V la lectura será sólo de dos dígitos; se obtendrá únicamente un número entero, sin decimales. Pero si el multímetro posee tres dígitos, ya es posible leer un decimal, como por ejemplo 12,5 V.

La resolución de un multímetro viene determinada por el número de dígitos que posea y la escala seleccionada. Un multímetro bastante común y apto para medidas en el automóvil ha de poseer al menos 3 1/2 dígitos.



Conexión para medir tensión.



B1-37

¡Importante!

Si accidentalmente coloca el multímetro en medida de corriente (amperios) e intenta medir tensiones (voltios), se provoca un cortocircuito ya que toda la corriente de la fuente atravesará el multímetro. Con suerte sólo se fundirá el fusible de protección, de lo contrario el multímetro puede dañarse seriamente.

Medida de corriente (amperios)

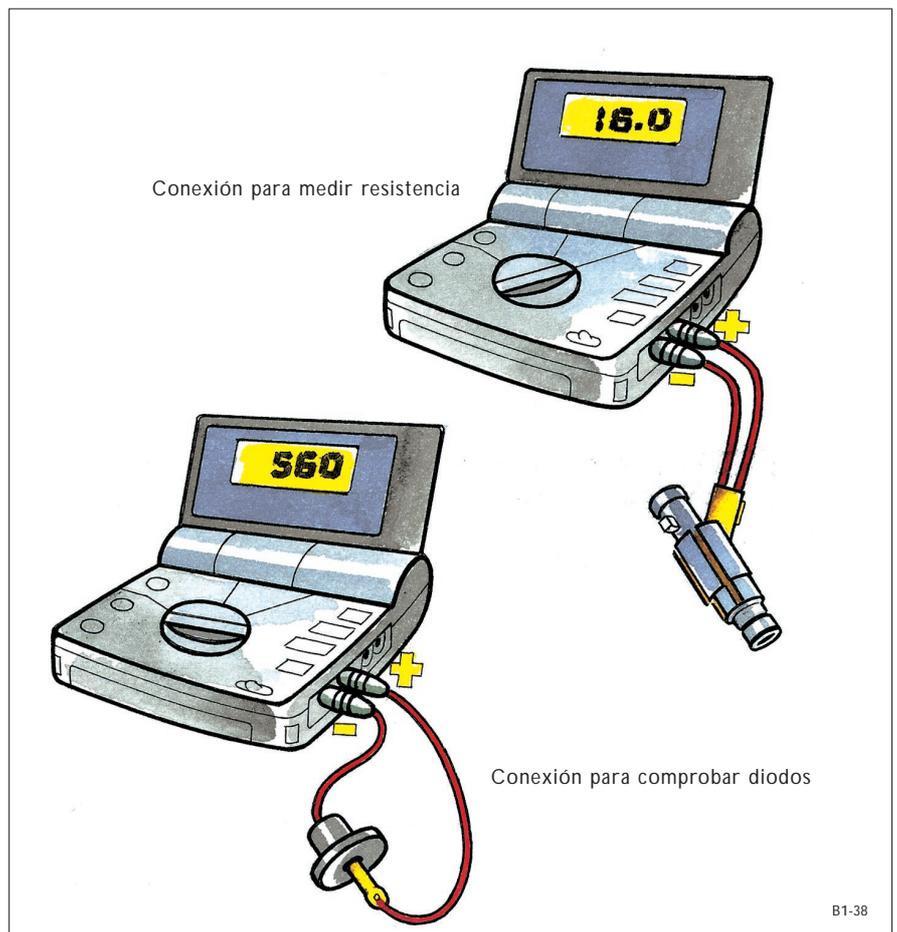
Tal como expresa la definición, el amperio es la cantidad de corriente que circula por un conductor; en el símil hidráulico los amperios son el caudal que fluye por la tubería.

Para medir la corriente (los amperios) el multímetro debe intercarse en serie, de modo que la corriente que atraviese el circuito

lo haga también por el aparato de medida.

Medida de resistencia (ohmios)

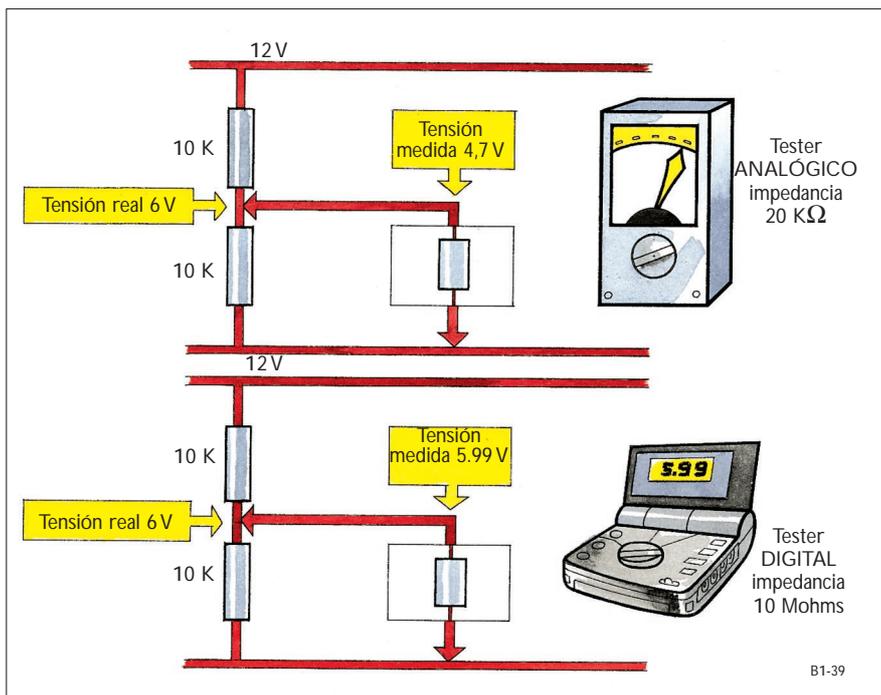
Cuando se realizan medidas de resistencia hay que medir únicamente el valor de resistencia sobre el componente o el elemento de modo individual, sin que tenga ninguna conexión con algún circuito, de lo contrario el multímetro podría medir la resistencia



Conexión para medir resistencia

Conexión para comprobar diodos

B1-38



EN PROFUNDIDAD

Impedancia y resolución

Las características que hacen que un multímetro digital sea más preciso que el de tipo analógico es porque posee una gran impedancia de entrada (resistencia interna) y también proporciona una mejor resolución.

Todos los instrumentos de medida, cuando miden, consumen una parte de la energía del circuito del cual se está midiendo.

Se entiende por impedancia a la oposición o resistencia interna que el aparato de medida opone al paso de la corriente que está midiendo; por lo tanto cuanto mayor sea la impedancia del aparato tanto menos corriente del circuito de prueba consumirá y mejor será la precisión en la lectura.

Cuanto mayor impedancia posee un multímetro, con más precisión realiza la lectura, ya que apenas consume corriente del circuito.

del resto del circuito y la lectura sería errónea. También hay que evitar que el punto o elemento a medir esté bajo tensión, de lo contrario el multímetro podría dañarse.

Un multímetro analógico (con impedancia pequeña, escasamente 20 Kohm por voltio) necesita para desplazar la aguja consumir cierta cantidad de corriente. Si por el circuito que se desea medir pasa muy poca, es probable que el multímetro consuma parte de esa corriente, y por tanto la indicación será menor que la real.

Suponga que se mide la tensión en extremos de una resistencia, colocando el multímetro en paralelo.

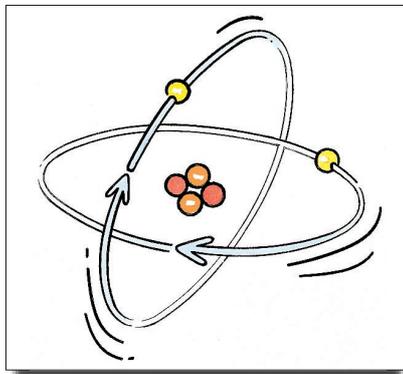
Si la impedancia (resistencia) del aparato es muy baja, la resistencia total del circuito que se mide también será baja (porque hay dos resistencias conectas en paralelo) y la caída de tensión que provocan ambas resistencias no tendrá parecido alguno con la caída que provoca la resistencia inicial del circuito.

Si por el contrario la impedancia (resistencia) del multímetro es muy alta (varios Megaohmios, en el caso del multímetro digital), el consumo del multímetro al realizar la medida es insignificante y por tanto el valor de medida será más cercano al real.

EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

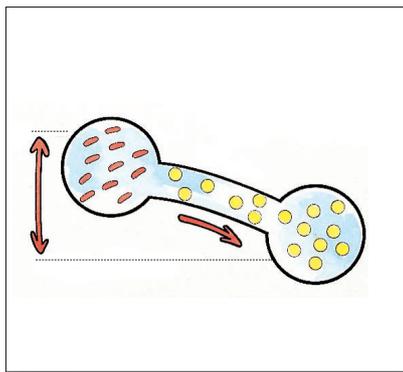
Los siguientes ejercicios sirven como prueba de autoevaluación, que le permitirán conocer cuál es el grado de comprensión del presente cuaderno didáctico.

Hay preguntas tipo TEST que presentan dos o tres respuestas y sólo una es la correcta; otro tipo de preguntas requieren realizar algunos cálculos para seleccionar la respuesta adecuada.



1. A la partícula con carga negativa del átomo se llama:

- A. PROTÓN.
- B. NEUTRÓN.
- C. ELECTRÓN.



2. Si un átomo posee más electrones que protones se encuentra cargado...

- A. NEGATIVAMENTE.
- B. POSITIVAMENTE.

3. Para que fluya corriente eléctrica por un conductor es preciso que en sus extremos haya...

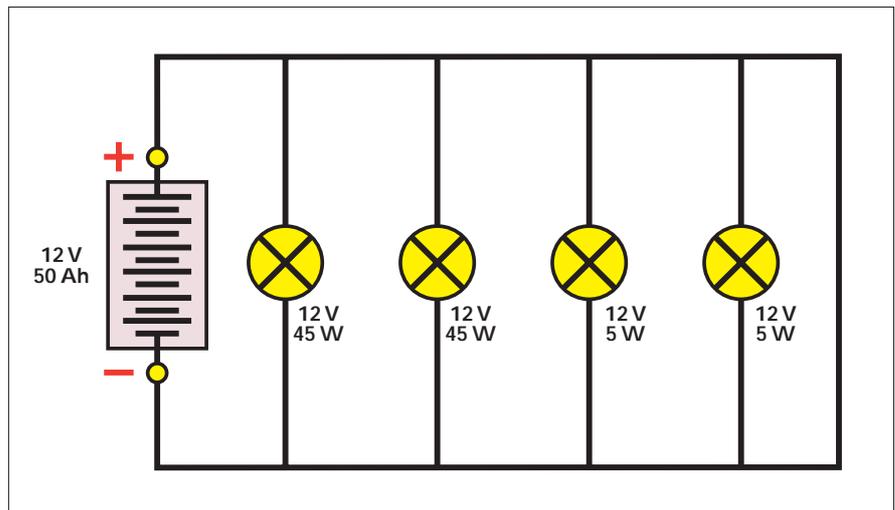
- A. TENSIÓN.
- B. RESISTENCIA.
- C. INTENSIDAD.

4. ¿La unidad de la corriente eléctrica es el...?

- A. VOLTIO.
- B. AMPERIO.
- C. OHMIO.

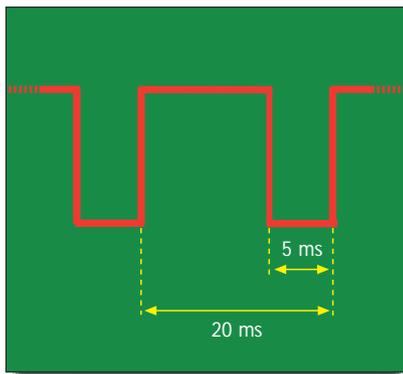
5. Calcular la autonomía de una batería de 50 Ah que alimenta las luces de cruce (12V-45W) y las de situación posterior (12V-5W). ¿Cuanto tiempo permanecerá la batería suministrando corriente? (La autonomía en la relación entre la capacidad total en horas y el consumo en horas)

- A. 6 horas.
- B. 9 horas.
- C. 5 horas.



6. Cuando se habla de valor de tensión eficaz o valor de tensión RMS quiere decir que...

- A. Es la tensión media de la corriente alterna, medida entre picos.
- B. Es el mismo valor equivalente de tensión en corriente continua que en corriente alterna.
- C. Es la tensión máxima aplicada a una resistencia para que consuma un watio.



7. ¿Qué frecuencia de impulsos recibe el actuador de ralentí si el periodo es de 10 mS (0,01 S)?

A. 100 Hz.

B. 50 Hz.

C. 1000 Hz.

8. ¿Qué relación de ciclo (DWELL) se está aplicando a una electroválvula, si el periodo del impulso es de 20 mS y el tiempo de activación es de 5 mS?

A. 15 %.

B. 5 %.

C. 25 %.

9. ¿Cómo ha de conectar entre ellas dos baterías para aumentar al doble su capacidad y disponer de la misma tensión?

A. EN SERIE.

B. EN PARALELO.

10. Para aumentar y reforzar el campo magnético creado por la bobina:

A. Se aumenta el diametro de las espiras.

B. Se aplica corriente alterna de alta frecuencia.

C. Se arrolla sobre un núcleo de hierro dulce.

11. La tensión inducida en el secundario de un transformador de encendido, depende básicamente de:

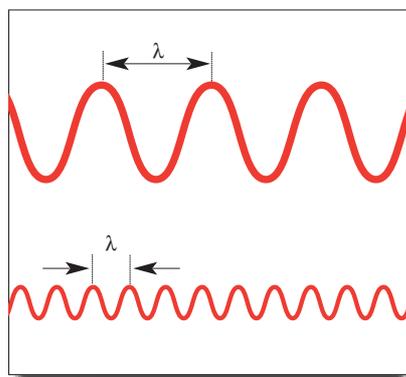
- A. La relación en el número de espiras entre primario y secundario.
- B. La intensidad de corriente que alcance a circular por el primario en el momento de la interrupción.
- C. Ambas respuestas.

12. En un alternador las bobinas inductoras son alimentadas a través del regulador, que actúa como un interruptor electrónico sensible a la intensidad.

- A. VERDADERO.
- B. FALSO.

13. Una onda con una longitud de onda de 1 mm es de frecuencia mayor que otra de 1 cm.

- A. VERDADERO.
- B. FALSO.



SOLUCIONES:

1: C - 2: A - 3: A - 4: B - 5: A - 6: B - 7: A - 8: C - 9: B - 10: C - 11: C - 12: B - 13: A



SERVICIO AL CLIENTE
Organización de Servicio

Estado técnico 03.96. Debido al constante desarrollo y mejora del producto, los datos que aparecen en el mismo están sujetos a posibles variaciones.
El cuaderno es para uso exclusivo de la organización comercial SEAT.