

Guía rápida

Una edición de México Digital Comunicación
www.mecanica-facil.com

**MECÁNICA
automotriz
Fácil**

ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD Automotriz

Para estudiantes, aficionados y profesionales mecánicos

**En este número:
LOS CONCEPTOS
BÁSICOS DE LA
ELECTRÓNICA**



**Aprendizaje
gradual**
Recibe más y GRATIS
www.mecanica-facil.com
Multimedia • Videoclips • Documentos técnicos

PRINCIPALES TEMAS

Principios básicos de la electricidad y la electrónica en el automóvil • Conductores, aislantes y semiconductores • Conceptos de corriente, resistencia y voltaje • Ley de Watt • Ley de Ohm • Circuitos básicos y sus conexiones • Elementos básicos del sistema eléctrico • Elementos básicos del sistema electrónico

Argentina \$ 6,90 • Bolivia • Chile \$ 1,600
Colombia \$ 7,500 • Ecuador us \$ 2,50
Paraguay Gs 13,000 • Perú
Uruguay \$ 70,00 • Venezuela

No. 1



Dirección general
José Luis Orozco Cuautle
(luis.orozco@mdcomunicacion.com)

Dirección editorial
Felipe Orozco Cuautle
(felipe.orozco@mdcomunicacion.com)

Administración y mercadotecnia
Javier Orozco Cuautle
(javier.orozco@mdcomunicacion.com)

Gerencia de distribución
Ma. De los Angeles Orozco Cuautle
(angeles.orozco@mdcomunicacion.com)

CREDITOS DE ESTA EDICIÓN

Concepto y dirección editorial
Juana Vega Parra

Asesores técnicos de la materia
León Felipe López Gomiciaga
Leopoldo Parra Reynada
Armando Mata Domínguez

Concepto y realización gráfica
Verónica Franco Sánchez

Apoyo en diseño gráfico
Norma Clementina Sandoval Rivera

Redacción y corrección de estilo
Victor Manuel García Santiago

Todas las marcas y nombres registrados que se citan en esta obra, son propiedad de sus respectivas compañías. Aquí sólo se citan con fines didácticos y sin ningún propósito comercial de los nombres y marcas como tales.

El autor y los editores de esta obra, no se responsabilizan por posibles daños en algún equipo, derivado de la aplicación de la información aquí suministrada. El lector es responsable de la manera en que usa esta información.

Distribuidor Internacional
International Graphics & Printing Co.

Impreso y encuadernado por:
R.R. Donnelley Argentina S.A.
Ruta Panamericana Km. 36.7
Garín-Bs. - Argentina
Impreso en Argentina 05/2005

Distribución Internacional
Argentina:
Editorial Conosur, Sarmiento 1452 1°A
C1042ABB, Buenos Aires
gconosur@speedy.com.ar
Tel.: (5411) 4374-9484 - Fax: (5411) 4374-3971

Capital: Vaccaro Sánchez Av. V. Sarfield 1857, Cap.
Interior: Distribuidora Bertrán S.A.C.
Av. Vélez Sarfield 1950 Cap.
Bolivia: Agencia Moderna Ltda.
México: Distribuidora Intermex S.A. de C.V.
Chile: Distribuidora Alfa, S.A.
Colombia: Distribuidoras Unidas
Venezuela: Distribuidora Continental
Ecuador: Distribuidora Andes
Perú: Distribuidora Bolivariana S.A.
Paraguay: Selecciones S.A.C.
Uruguay: Distribuidora Careaga

Editado por:
México Digital Comunicación, S.A. de C.V.
(www.mdcomunicacion.com)
Sur 6 No. 10, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec,
Estado de México
Tel. (5)7-87-35-01; Fax (5)7-87-94-45
clientes@mecanica-facil.com

ISBN: 970-779-038-6
Clave: 1170

Derechos reservados © 2005.
Prohíbe su reproducción total o parcial de este ejemplar, así como su tratamiento informático y transmisión de cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico o fotocopia, sin el permiso previo y por escrito del titular de los derechos.

Contenido

Capítulo 1. Los primeros conocimientos

Un poco de historia	3
La electricidad	8
La electrónica	12

Capítulo 2. Principios básicos

Corriente	14
Resistencia	15
Voltaje	16
Ley de Watt o de la potencia	17
Ley de Ohm	18
Leyes de Kirchhoff	19
Leyes del magnetismo	20

Capítulo 3. Circuitos

Circuitos básicos	22
Problemas básicos de los circuitos	23
Conexión de circuitos	24
Conexión de componentes	25

Capítulo 4. Elementos básicos del sistema eléctrico

Elementos generadores de energía	32
Elementos acumuladores de energía	32
Elementos conductores y conectores	33
Elementos de protección	36
Elementos consumidores	37

Capítulo 5. Elementos básicos del sistema electrónico

Conceptos básicos sobre semiconductores	41
Principios de la electrónica digital	42
Unidad de control electrónico ECU	46
Sensores	47
Actuadores	48



Introducción

Comencemos esta obra preguntándonos cómo es un automóvil moderno. Si lo miramos desde el punto de vista de su función básica, que es el transporte de personas, no podemos decir que haya cambiado mucho desde los primeros diseños ya funcionales a principios del siglo XX; pero si lo miramos desde el punto de vista de su tecnología, nos queda claro que de unos 30 años a la fecha ha evolucionado en forma radical.

Algunos expertos en la historia del automóvil, tienden a afirmar que el impulso de esta revolución tecnológica, se derivó de la crisis petrolera de la década de 1970, que obligó a los fabricantes a replantearse el diseño de los motores, con el propósito de hacerlos más eficientes en el consumo de energía. También tienden a valorar el uso intensivo de materiales plásticos y de refinados sistemas de transmisión, entre diversos adelantos; pero lo cierto es que, de manera paralela, se venía produciendo una revolución que terminaría por modificar nuestras formas de producción, de comunicación y entretenimiento. Nos referimos a la revolución de la computadora.

Hoy, todo automóvil incluye una computadora como centro de gobierno de las acciones mecánicas que producen finalmente su función básica: el transporte de personas. Y por eso, hoy es imprescindible que actualicemos nuestros conocimientos de mecánica automotriz; y eso es lo que nos proponemos con esta serie de fascículos cuyo número 1 tiene usted en sus manos.

En esta primera entrega, exponemos los principios básicos de la electricidad y la electrónica; los conceptos de conductor, aislante y semiconductor; las nociones de corriente, resistencia y voltaje; las leyes de Watt y Ohm; los elementos básicos de los sistemas eléctrico y electrónico; etc. Todos estos temas serán fundamentales en los fascículos posteriores, en los cuales el enfoque será decididamente práctico, pero haciendo referencia a esta primera guía; de ahí la importancia de su estudio cuidadoso. ¡Así que manos a la obra!

LOS PRIMEROS CONOCIMIENTOS

Electrónica y mecánica automotriz: un matrimonio para siempre

Durante mucho tiempo, la electrónica y la mecánica automotriz fueron disciplinas desconocidas entre sí. Pero hace unos 18 años o poco más comenzó el *boom* de los dispositivos electrónicos, y de entonces a la fecha los automóviles han incorporado innovaciones diversas en materia de seguridad, confort y ecología.

¿Qué fue lo que propició ese *boom*? Desde nuestro punto de vista, fueron dos circunstancias principales las que impulsaron el matrimonio indisoluble entre el automóvil y la electrónica:

1. Por una parte, la crisis de los altos precios del petróleo de los años 1970, asociada al deterioro ambiental, obligó a los gobiernos a establecer normas para el ahorro de energía y el control de emisiones.
2. Por otra parte, la tecnología electrónica alcanzó un grado de madurez tal que le permitió a los fabricantes incorporar sistemas de encendido e inyección electrónica, control de frenos y estabilidad, alarmas, etc.

El hecho es que hoy no se concibe un automóvil sin el uso de dispositivos electrónicos. Y, por lo tanto, también es un hecho contundente que ya no podemos ofrecer un servicio de calidad a nuestros clientes si no conocemos las bases mínimas de la electrónica.

No es tan difícil como parece

Si nos llegan a parecer complejos los fundamentos de la electrónica, es por que quizás no hemos tenido la oportunidad de estudiarlos desde un punto de vista práctico. Ciertamente que quien estudia por primera vez conceptos como voltaje, resistencia, corriente, leyes

de Ohm y Watt, etc., se le puede hacer difícil su comprensión, sobre todo si ha pasado su vida profesional en áreas exclusivamente mecánicas. Pero también es cierto que “la práctica hace al maestro” y que, por lo tanto, sólo es cuestión de poner manos a la obra para dominar estos temas que a algunos colegas les ha causado dolor de cabeza. Es, precisamente, el trabajo que pretendemos en esta obra: **hacer que usted aprenda los conceptos desde un punto de vista práctico**, pero cabe hacer una advertencia.

En la presente **Guía Rápida**, se asientan los fundamentos de fascículos posteriores, cuyo enfoque será decididamente más práctico. Es por ello que debe hacer una lectura cuidadosa, para asimilar conceptos que posteriormente le serán de gran utilidad. Por ejemplo, si usted conoce los fundamentos de los semiconductores, comprenderá sin problemas la lógica de funcionamiento de una computadora automotriz; si está revisando conectores, tendrá que medir resistencia y continuidad o cuando revise sensores, tendrá que medir voltaje; etc.

Así que lo invitamos a considerar este primer fascículo como la “puerta” que le garantiza la entrada al mundo de la electrónica automotriz.





Un poco de historia

Abarcar el desarrollo de los automóviles en todos sus aspectos, nos llevaría mucho tiempo; sin embargo, aquí tratamos de brindar de forma resumida algunos datos sobre los avances tecnológicos que repercutieron en el desarrollo del automóvil y que contribuyeron a lograr lo que es hoy en día, con especial énfasis en las innovaciones de tipo eléctrico y electrónico.



1895
La empresa francesa Michelin ofrece neumáticos desmontables para automóviles.

1880

- Karl Benz consigue una patente que le identifica como creador del primer automóvil "capaz de moverse por sí mismo" con un motor de combustión interna.
- Se incorpora el uso del neumático.

1898
Se instalan primitivos amortiguadores para el descanso de la espalda de los conductores.

1901

- En la empresa Benz se monta el motor en la parte delantera y la tracción se efectúa a través de las ruedas traseras.
- El empresario berlinés Franz Sauerbier desarrolla y construye un radiador de tubos con aletas.
- Se inicia el uso de la gasolina como combustible.

1906
La empresa eléctrica AEG agrega un encendedor de puros como accesorio de lujo para el automóvil.

1893
El alemán Rudolf Diesel obtiene la patente para un motor de combustión interna que trabaja sin bujías y dispone de autoencendido.



1897
Se incorpora el cambio de velocidades en el volante.

1899
Nikolaus Dürkopp fabrica autos de competencia con transmisión a base de cadenas, un avance que en breve se impondría.



1902

- La empresa alemana Dürkopp construye el primer motor de seis cilindros.
- La empresa estadounidense Packard registra una patente para la disposición en H del cambio de marchas, la cual se impone como estándar en todos los automóviles a nivel mundial.
- John Barnard incluye el cambio semiautomático.



1909
La empresa Bocklenberg & Motto comienza a producir cerraduras para la industria automovilística.



1910
Se integran por primera vez frenos a las cuatro ruedas.

1916

- Willis-Kinght ofrece limpiaparabrisas mecánicos.
- Delco aporta el sistema de encendido de alimentación por batería.

1921
Duesenberg presenta los frenos hidráulicos en las cuatro ruedas y el motor OHC Straight 8.

1924
Chrysler lanza un auto que incluye innovaciones como el motor de alta compresión, tapa de cilindros desmontables, bomba de combustible que funcionaba por vacío, motor con presión de aceite en cada componente, cigüeñal de siete bancadas, carburador con filtro de aire, filtro de aceite reemplazable y frenos hidráulicos en las cuatro ruedas.

1929
Chrysler adapta a sus modelos un carburador más eficiente e introduce la "floating power", conocido como soporte de motor flotante.

1913
Aparece el encendido por bobinas y las bujías propiamente dichas.

1917
A Willis Saint Claire debemos los faros de marcha atrás que se conectan automáticamente.

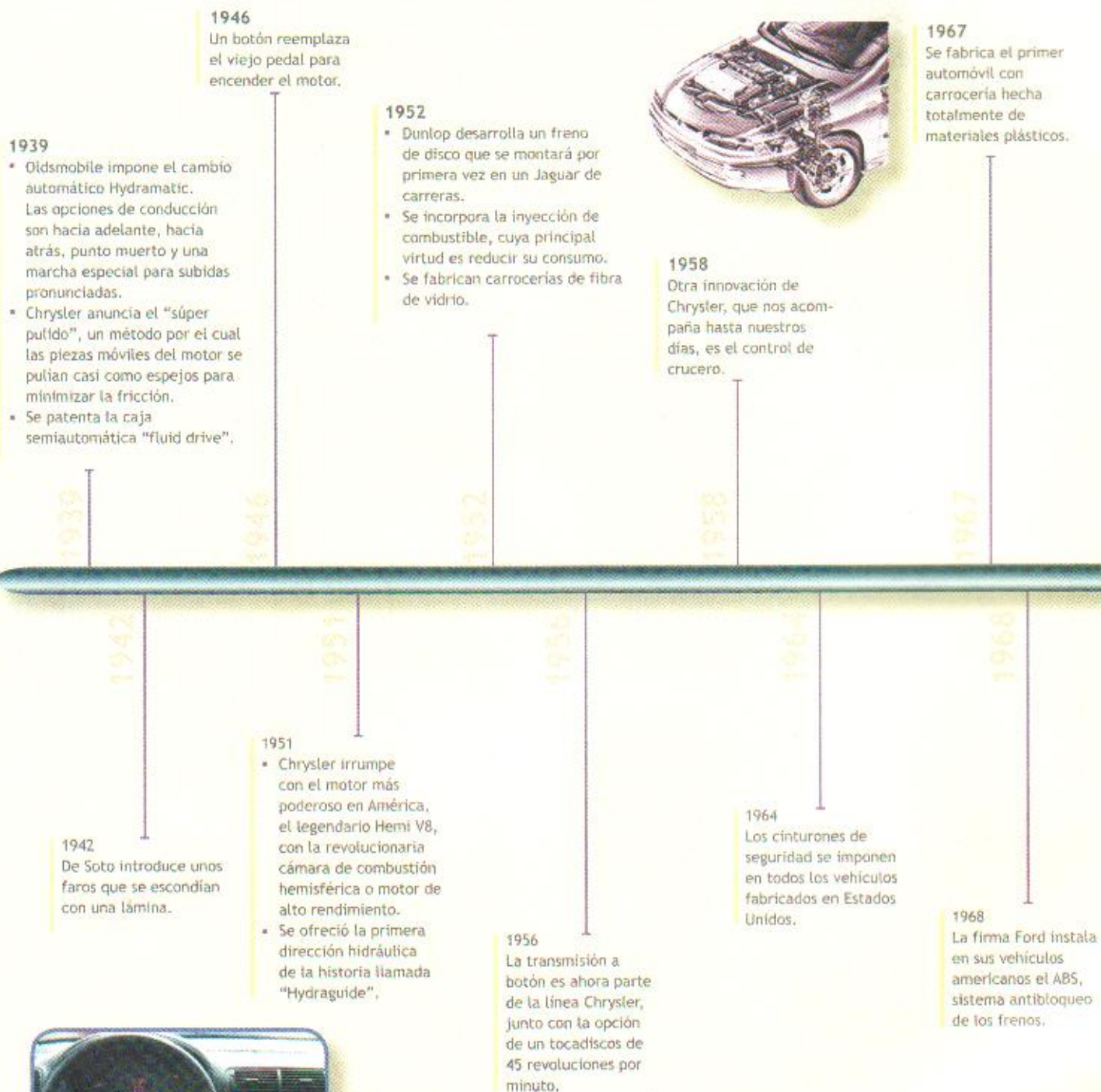
1923
La General Motors lanza al mercado una gasolina con plomo (*ethyl gasoline*) que evita que el material de los motores se "pique".

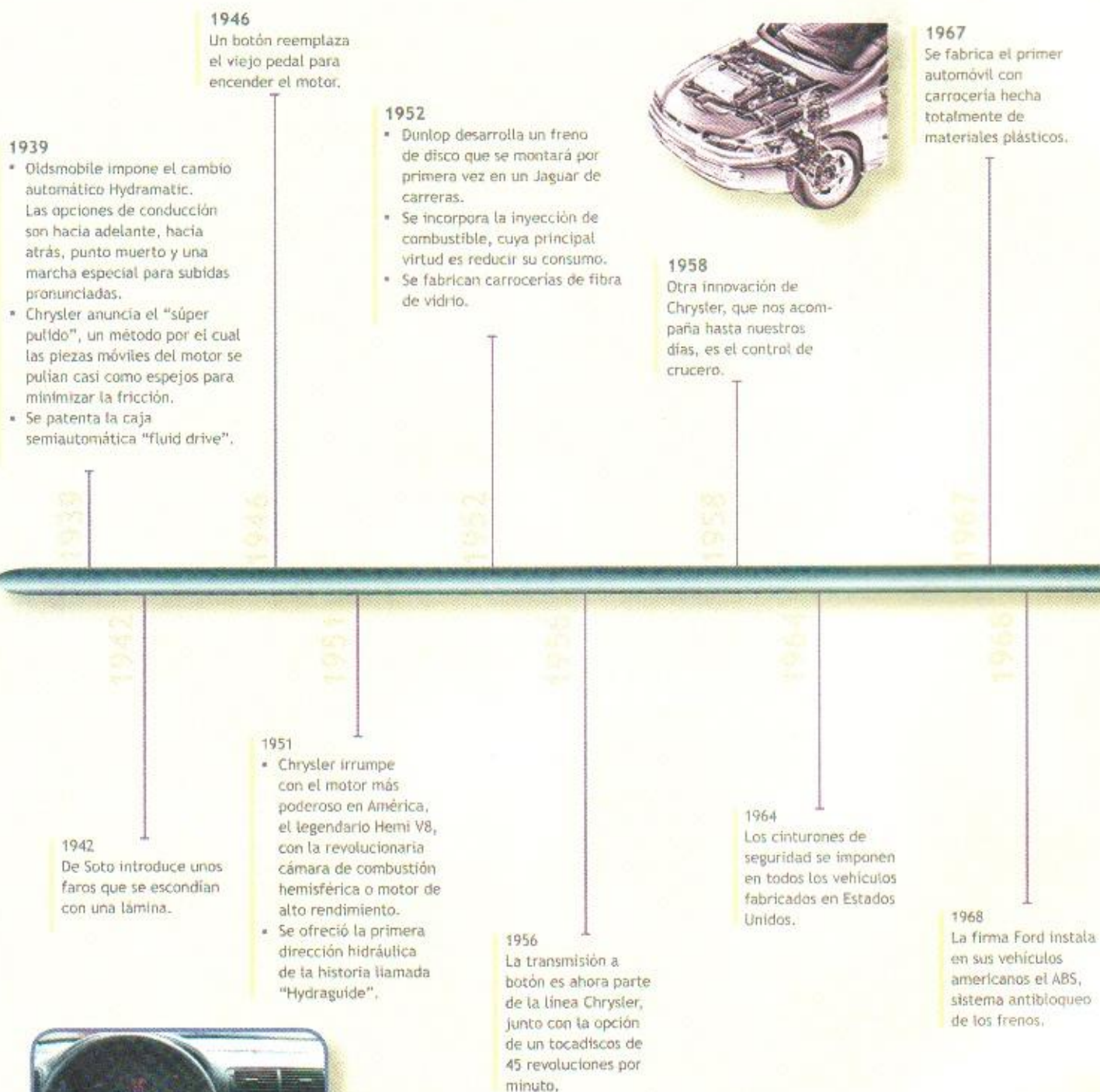
1925
Para continuar con la política de constantes innovaciones se añade el balanceador armónico al cigüeñal del motor, para aumentar el rendimiento.

1931

- Mercedes revoluciona la fabricación de automóviles al iniciar la suspensión independiente en las cuatro ruedas.
- Chrysler también introdujo el avance automático de chispa por vacío y la rueda libre.







1969
Chrysler introduce como equipo optativo la primera luz de alta intensidad para el manejo nocturno.

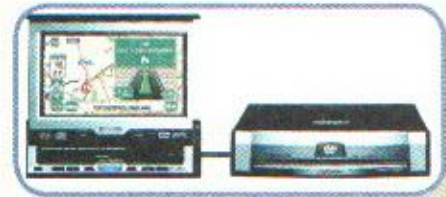
1976
El motor utiliza sensores de chispa y una computadora para el control de emisiones.

1985

- Es obligatoria la tercera luz de freno en todos los vehículos que transitan por Estados Unidos. En Europa se impondría paulatinamente.
- El debate anticontaminación trae la Implantación del catalizador por parte de las fábricas alemanas.



1990
Chrysler New Yorker fue el primer automóvil estadounidense con bolsas de aire como equipamiento estándar.



1995

- Se instituye la bolsa de aire frontal como innovación para la seguridad pasiva. En 1996 se incluye también la de tipo lateral y un año después la que evita golpes en la cabeza.
- Aunque su origen procede de los radares, se incorpora el sistema de navegación por computadora GPS que se conecta a un satélite.

1971
Es Australia donde se obliga, por primera vez en el mundo, a usar el cinturón de seguridad.

1977
Saab, en un intento por cumplir con las leyes anticontaminación suecas, se convierte en el primer fabricante que monta la turbo alimentación en un vehículo de tipo familiar.

1986
Se arma el primer automóvil con dirección integral en las cuatro ruedas. Con eso se reduce el radio de giro en casi un metro.



1993
Se diseña el automóvil "cab forward", que se basaba en la idea de llevar las ruedas hacia los extremos de la carrocería para una máxima protección en caso de accidente.



La electricidad

Como ya comentamos anteriormente, el nacimiento del automóvil no involucró aspectos de tipo eléctrico ni electrónico.

Sin embargo, tanto la necesidad como el progreso continuo de la tecnología han ayudado a la creación y mejora de un elevado número de accesorios y dispositivos que poco a poco se han incorporado al mundo del automóvil. Actualmente podemos decir que, aproximadamente más de 35 por ciento de los componentes de un automóvil son de tipo eléctrico y electrónico.

Primero nos ocuparemos de los componentes eléctricos y empezaremos por definir qué es la electricidad.

La electricidad es un fenómeno asociado al movimiento y flujo de los electrones de un átomo a través de un elemento conductor. Ahora bien, este movimiento es posible sólo si a dicho conductor se le aplica una fuerza especial llamada fuerza electromotriz (figura 1.1).

Ahora bien, un dispositivo eléctrico aprovecha la energía o potencia que le suministra una carga eléctrica para eje-

cutar un trabajo mecánico, producir luz o calor (pensemos en un faro, una bobina, un alternador o una batería).

En este capítulo empezaremos por comprender las bases teóricas del comportamiento de la electricidad y las principales leyes que condicionan su funcionamiento; esto con el fin de brindar a todos aquellos estudiantes y profesionales técnicos, la posibilidad de reafirmar o actualizar sus conocimientos básicos y así comprender más adelante la funcionalidad e importancia de los componentes eléctricos y electrónicos.

La materia

Para empezar con nuestros estudios debemos entender algunos conceptos básicos, iniciemos por ver cómo se compone la materia.

La **materia** es todo aquello que podemos ver, sentir, medir o usar y que ocupa un lugar en el espacio; ésta existe en tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. En el caso de un automóvil, por ejemplo los metales del motor son sólidos, el líquido refrigerante, la gasolina y el aceite, son líquidos y el aire que aspira un motor y el escape del mismo, son materia gaseosa.

Elementos y compuestos

Independientemente del estado en que se encuentre (líquido, sólido o gaseoso), la materia está constituida por formas básicas cada vez más pequeñas; de tal manera que, por ejemplo, podemos decir que un árbol está formado por hojas, pero en sentido estricto, las partes elementales de las mismas hojas son extraordinariamente más pequeñas.

A estas partículas se les llama **moléculas**, es un término usado para designar la parte más pequeña de cualquier

Figura 1.1



Existen fenómenos naturales que dan origen a la electricidad y a sus efectos más importantes, como por ejemplo la luz eléctrica, el calor, el movimiento de maquinaria, etc.

compuesto que conserve sus propiedades físicas y químicas; a su vez, las moléculas están compuestas por elementos aún más pequeños llamados **átomos**, mas éstos ya no conservan las características originales.

Cuando una **sustancia** contiene átomos de un solo tipo, se le denomina **elemento**; y a la sustancia que contiene átomos de dos o más tipos, se le llama **compuesto**.

Átomos

El átomo está compuesto por tres partes básicas: electrones con carga negativa (-), protones con carga positiva (+) y los neutrones sin carga.

Los electrones giran alrededor del núcleo en orbitales o niveles de energía, los protones y neutrones dentro de un núcleo parecido a un sistema solar en miniatura.

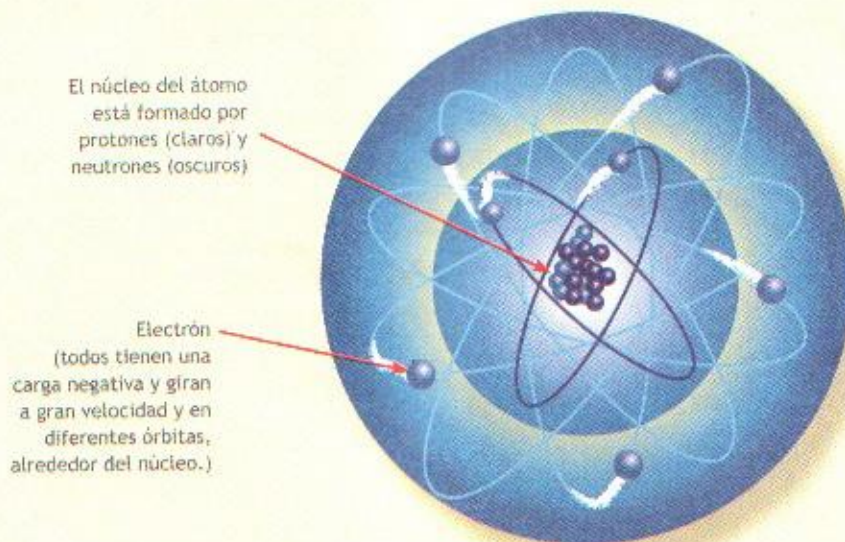
Aunque los átomos de un elemento son diferentes de los átomos del resto de los elementos, cada uno tiene las mismas partes básicas que permiten que los átomos de un elemento se unan con los átomos de otro o se combinen.

Este comportamiento de los átomos son las bases de la electricidad. Es decir, la capacidades de algunos materiales para conducir la electricidad y la capacidad de otros para aislarla, está relacionada directamente con su estructura atómica (figura 1.2).

Figura 1.2

Todas las cosas están formadas por átomos. Son tan pequeños, que diez millones de ellos formados en fila medirán solamente un milímetro.

Para el estudio de electricidad y la electrónica, sólo nos interesan los electrones ubicados en la última capa de cada átomo, conocida como "capa de valencia"; estos electrones son los que determinan las propiedades físicas y químicas de los elementos y son directamente responsables de producir los fenómenos eléctricos.



Comentario del especialista

- **Elementos:** Sustancia formada por átomos de un mismo tipo y que no puede ser descompuesta o dividida por medios químicos ordinarios.
- **Moléculas:** Son la partícula más pequeña de una sustancia, que conserva sus propiedades químicas específicas.
- **Compuestos:** Es la combinación de dos o más elementos a través de la unión de sus átomos que comparten los electrones que hay en su última capa.
- **Mezclas:** Son la unión de dos o más elementos que se unen físicamente pero que no comparten electrones.

Ley de cargas (Ley de Coulomb)

Debido a que la cantidad de protones en el núcleo de un átomo es igual a la cantidad de electrones que giran alrededor de él, puede decirse que un átomo está en equilibrio constante ya que la suma de sus cargas es igual a cero.

No obstante, bajo determinadas condiciones el átomo puede perder o ganar electrones; es decir, los electrones (ubicados en la última capa del átomo) pueden desprenderse por la acción del calor o unirse a otro átomo debido a una reacción química.

Un átomo o un grupo de átomos que pierde o gana electrones se carga

eléctricamente y se llama **ion**. El ion puede tener carga positiva si pierde electrones o negativa si los gana. Esta pérdida y ganancia de electrones se conoce como desequilibrio atómico y se manifiesta como energía eléctrica (figura 1.3).

La Ley de Cargas, también conocida como Ley de Coulomb afirma que “cargas iguales se repelen y cargas diferentes se atraen”. Es decir, si se acercan dos cuerpos que tienen igual carga (sea ésta positiva o negativa), tenderán a separarse; en cambio, si se acercan dos cuerpos que difieren en su carga (una positiva y otra negativa), tenderán a atraerse (figura 1.4).

Figura 1.4

Ley de cargas



Dos cuerpos no se atraen ni se repelen cuando poseen carga neutra.



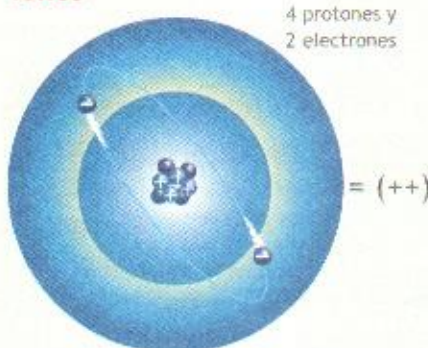
Dos cuerpos se atraen cuando poseen cargas diferentes (una positiva y una negativa).



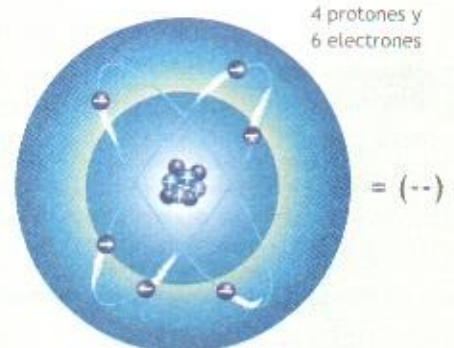
Dos cuerpos se repelen cuando tienen cargas iguales.

Figura 1.3

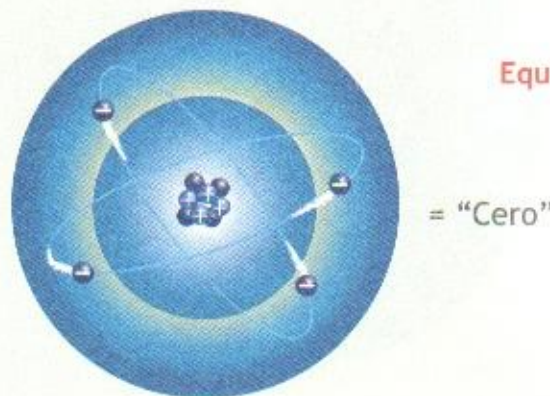
Iones



Este átomo se encuentra cargado positivamente, debido a un déficit de electrones.



Este átomo se encuentra cargado negativamente, debido a un exceso de electrones.



Equilibrio atómico

Este átomo se encuentra en equilibrio, puesto que contiene 4 protones (con carga positiva) y 4 electrones (con carga negativa)

Teorías de la corriente eléctrica

Históricamente existen dos teorías que explican cómo fluye la corriente en un circuito, la teoría convencional y la teoría del electrón. La teoría convencional establece que la corriente en un circuito fluye a partir de su terminal positiva hacia la terminal negativa. La teoría del electrón establece que el flujo electrónico en un circuito fluye desde la terminal negativa hacia la terminal positiva. En la actualidad, con el desarrollo de los sistemas electrónicos modernos, para explicar el flujo o trayectoria de la corriente en los automóviles, se prefiere usar la teoría del electrón (de menos a más).

Conductores, aislantes y semiconductores

Antes de que prosigamos, es necesario hacer un paréntesis para hablar de los tipos de materiales que existen, según su capacidad, para permitir el flujo de una corriente eléctrica. El movimiento de corriente, está determinada por la estructura atómica de ciertos elementos, veamos.

Conductores

A los materiales que tienen tres o menos electrones de valencia y que necesitan poca fuerza para mover los electrones libres se les llama conductores, y tienen la propiedad de permitir el paso de la corriente eléctrica. Entre éstos se cuentan el oro, la plata, el cobre, el hierro, el

aluminio y en general todos los metales (figura 1.5); existen materiales no metálicos capaces de conducir la electricidad (el carbón, por ejemplo).

No conductores o aislantes

Los materiales que tienen cinco o más electrones de valencia son malos conductores porque se necesita más fuerza para mover los electrones de la capa exterior de un átomo a otro. A los materiales que no permiten el paso de la corriente eléctrica se les denomina aislantes. La mayor parte de los gases son buenos aislantes, al igual que la madera, vidrio, papel, cerámica, la mica, el plástico, etcétera (figura 1.6).

Semiconductores

El tercer tipo de material, resulta ser intermedio entre el conductor y el aislante; por eso recibe el nombre de semiconductor. Estos elementos cuentan sólo con cuatro electrones en sus capas exteriores y no son ni buenos conductores ni buenos aislantes. En ellos la corriente eléctrica puede fluir sólo en condiciones controladas y su capacidad de conducción depende de factores tales como el grado de impurezas que contenga y la temperatura a la que se encuentre.

Los principales semiconductores son el silicio y el germanio, que se utilizan para fabricar transistores, circuitos integrados, diodos, termistores, fotoceldas, etcétera, y que constituyen la principal base física de los circuitos electrónicos modernos.

Figura 1.5

Los materiales conductores más utilizados en la electrónica y electricidad son el cobre y el aluminio.



Figura 1.6

Los materiales aislantes más utilizados en la electrónica y electricidad son el plástico y el caucho.



La electrónica

La electrónica es una rama de la electricidad que abarca un amplio abanico de actividades relacionadas con la generación y transmisión de información por medio de señales eléctricas.

La puesta en práctica de las teorías eléctricas toma cuerpo en los denominados sistemas electrónicos, los cuales manipulan las señales eléctricas para ge-

nerar, canalizar y presentar informaciones de diversos tipos.

Los sistemas electrónicos están integrados por un conjunto de circuitos especializados en ciertas funciones. Y a su vez, los circuitos están constituidos por la asociación de elementos físicos cuyas propiedades determinará el tratamiento que recibirán las señales eléctricas manipuladas. Estos elementos reciben el nombre de **componentes**.

Componentes pasivos y activos

Los componentes que intervienen en los circuitos electrónicos se clasifican en dos grandes grupos:

Componentes pasivos

No aportan una ganancia o un control de las señales eléctricas que los atraviesan, sino que su actuación se reduce a la puesta en práctica de una propiedad eléctrica, como puede ser la de almacenar carga (condensadores) o presentar una determinada oposición al paso de la corriente (resistores).

Componentes activos

Dispositivos electrónicos o dispositivos físicos cuya señal de salida depende por lo general de una fuente de energía externa adicional a la energía propia de la señal de entrada. Usualmente son capaces de aportar una ganancia, ampliación o conmutación de las señales eléctricas. Los transistores, diodos, circuitos integrado, entre otros son ejemplos de este tipo de dispositivos.



Sistemas analógicos y digitales

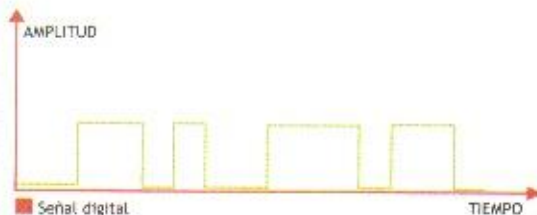
Podemos decir que la esencia de la electrónica reside en el contenido de información que transportan las señales eléctricas, y un criterio determinante sería el modo de codificar esta información. En general caben dos opciones:

Codificación analógica

La codificación contempla todos y cada uno de los valores de la señal original. Es decir, la información se presenta de forma secuencial y continua. De ahí que su magnitud no se pueda contar pero sí medir. Los circuitos utilizados en estos casos son de tipo lineal, capaces de manipular todos los valores posibles de una señal.

Codificación digital

La palabra digital viene de dígitos, que significa "dedos", algo formado por niveles o escalas que se pueden contar, algo que no es continuo. Dado que la amplitud de las señales digitales no contiene habitualmente información, los circuitos utilizados para su tratamiento son de tipo no-lineal.



PRINCIPIOS BÁSICOS

Hasta hace poco, era normal pensar que el sistema eléctrico de un automóvil contaba únicamente de la batería, el alternador, la marcha, el encendido y el sistema de iluminación. Actualmente los sistemas eléctricos son mucho más complejos, y han sido complementados con sistemas electrónicos que proporcionan un control más preciso para muchas funciones del vehículo. En los automóviles de último modelo, los controles eléctricos y electrónicos integran el funcionamiento de todos los sistemas de control de la combustión. De igual manera, otros sistemas electrónicos monitorean y controlan los sistemas de frenado, suspensión, los instrumentos del tablero, etc.

Aunque estos sistemas pudieran parecer complicados, todos operan con los principios básicos de electricidad, y en los cuales nos enfocaremos en este capítulo. El profesional técni-

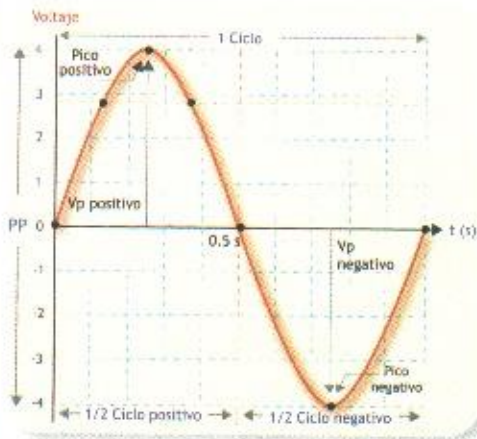
co que entiende bien los conceptos y funcionamiento de voltaje, corriente y resistencia, así como de las diferentes teorías que las rigen, puede reconocer su funcionamiento en muchos sistemas del vehículo y con ello facilitar y asegurar el trabajo del servicio.



Figura 2.1

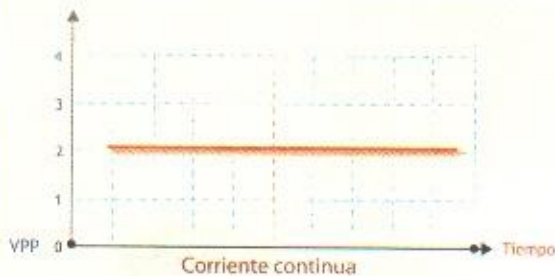


Figura 2.2



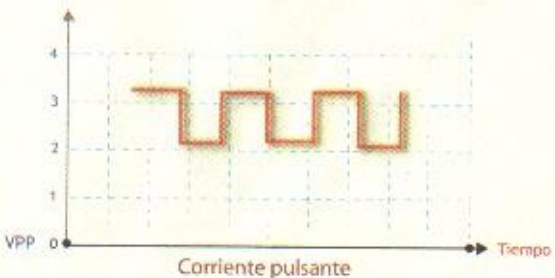
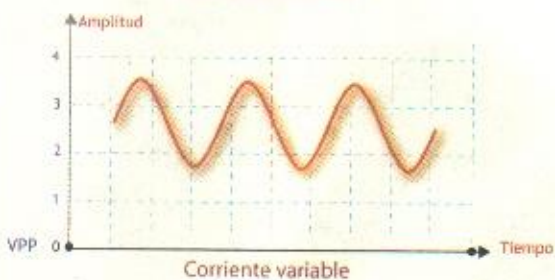
Corriente alterna

La corriente alterna (CA) es aquella corriente eléctrica en que los electrones viajan primero en un sentido y posteriormente en otro; por eso el voltaje y la polaridad del circuito cambian constantemente.



La corriente directa (CD)

Es aquella corriente eléctrica en la que los electrones viajan siempre en una sola dirección; ejemplo de ella es la que proporcionan las pilas, los acumuladores y los eliminadores. Debido a que la corriente directa puede presentar o no variaciones en su voltaje, se le divide en tres categorías: continua, variable y pulsante.



Corriente o amperaje

Debemos entender por corriente a la cantidad o flujo de electrones que fluyen en un circuito (figura 2.1). Su unidad de medida es el **amperio**.

Para poder entender su funcionamiento es necesario recordar la ley de cargas que dice que cargas iguales se repelen y cargas diferentes se atraen. Así nos es fácil comprender que para crear una corriente eléctrica en un circuito se necesita una carga positiva en un extremo y una carga negativa en el otro.

De esta manera, el electrón libre de un átomo que esté cerca del extremo positivo, será atraído por la carga positiva; cuando el electrón abandona su capa de valencia y se desplaza hacia la carga positiva, el átomo queda desestabilizado (cargado positivamente). Los electrones de los átomos cercanos se desplazan hacia el extremo positivo del circuito, atraídos por las cargas negativas en el otro extremo. El resultado es un flujo de corriente controlado que seguirá fluyendo mientras existan las cargas positiva y negativa en los extremos opuestos del circuito.

Tipos de corriente

Básicamente existen dos tipos de corrientes eléctricas: la corriente directa y la corriente alterna (figura 2.2).

La mayor parte de los dispositivos eléctricos de un automóvil son instrumentos que utilizan corriente directa suministrada por la batería; sin embargo, la batería se carga con un alternador o generador de corriente alterna. La corriente alterna que proviene del alternador se transforma en corriente directa antes de que salga del mismo alternador y llegue a la batería.

Resistencia

Es la oposición al paso de la energía (electrones). Esta oposición al flujo de corriente provoca que la energía eléctrica sea transformada en calor o movimiento (figura 2.3). Todos los materiales conductores cuentan con cierta resistencia a la corriente.

La unidad de medida es el ohm, que se representa con la letra griega omega (Ω). En la tabla 2.1 se muestran sus equivalencias.



TABLA 2.1 EQUIVALENCIAS PARA RESISTENCIAS

RESISTENCIA	UNIDAD BÁSICA	UNIDADES PARA CANTIDADES PEQUEÑAS (SUBMULTIPLoS)		UNIDADES PARA CANTIDADES GRANDES (MULTIPLoS)	
Ω	Ohm	$\mu\Omega$ (micro ohm)	$m\Omega$ (milí ohm)	$k\Omega$ (kilo ohm)	$M\Omega$ (mega ohm)
Multiplicador	1	0.000001	0.001	1000	1000000

CINCO FACTORES QUE DETERMINAN LA MAGNITUD DE RESISTENCIA QUE OPONE UN CONDUCTOR

Área de corte transversal del conductor

Un conductor delgado opone mayor resistencia a que fluya la corriente en él que un conductor grueso.

Longitud del conducto

Los electrones que están en movimiento chocan con los del conductor, por lo que aumenta la resistencia.



Condición del conductor

Si se encuentra interrumpido el conductor o sucio en sus extremos.

Temperatura del conductor

La alta temperatura hace que aumente la resistencia en los conductores.

Estructura atómica

Los conductores tienen electrones libres lo que ocasiona que la corriente fluya libremente, en un aislante por no tener electrones libres no hay flujo electrónico libre.

Voltaje

Voltaje es la fuerza o presión necesaria para impulsar una corriente de electrones a través de un conductor; es decir, el voltaje es una forma de energía y su unidad de medida es el **voltio** (figura 2.4). En un automóvil, las principales fuente de voltaje son la batería y el alternador.

Existen dos tipos de voltaje, el de corriente directa (CD) y el de corriente alterna (CA), vea la figura 2.5.

También deben conocerse algunas equivalencias básicas de subunidades (tabla 2.2), por ejemplo, si se quiere saber cuántos mV (milivoltios) tienen 12 V (voltios) se realiza el siguiente procedimiento:

$$12 \text{ V entre } 0.001 = 12\,000 \text{ mV}$$

Figura 2.4



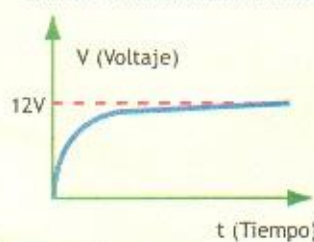
TABLA 2.2 EQUIVALENCIAS PARA VOLTAJES					
VOLTAJE	UNIDAD BÁSICA	UNIDADES PARA CANTIDADES PEQUEÑAS (SUBMULTIPLS)		UNIDADES PARA CANTIDADES GRANDES (MULTIPLS)	
		μV (micro voltio)	mV (mili voltio)	KV (kilo voltio)	MV (mega voltio)
V	V (voltio)				
Multiplicador	1	0.000001	0.001	1000	1000000

Figura 2.5

Voltaje de corriente directa (VCD) »

Este tipo de voltaje viaja en una sola dirección o sentido y tiene polaridad, es decir, podemos identificar su parte negativa y la parte positiva; también se dice que es de forma directa.

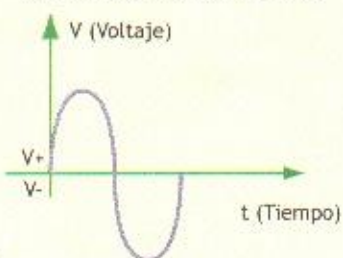
Gráfico de la corriente directa



Voltaje de corriente alterna (VCA) »

Podemos decir que este tipo de voltaje viaja en ambos sentidos en un circuito. Tiene forma de función senoidal y es variable. Debido a esto no se puede identificar el polo positivo ni el negativo, sólo con invertir las puntas del multímetro, como ocurre con el voltaje de corriente continua (VCD).

Gráfico de la corriente alterna

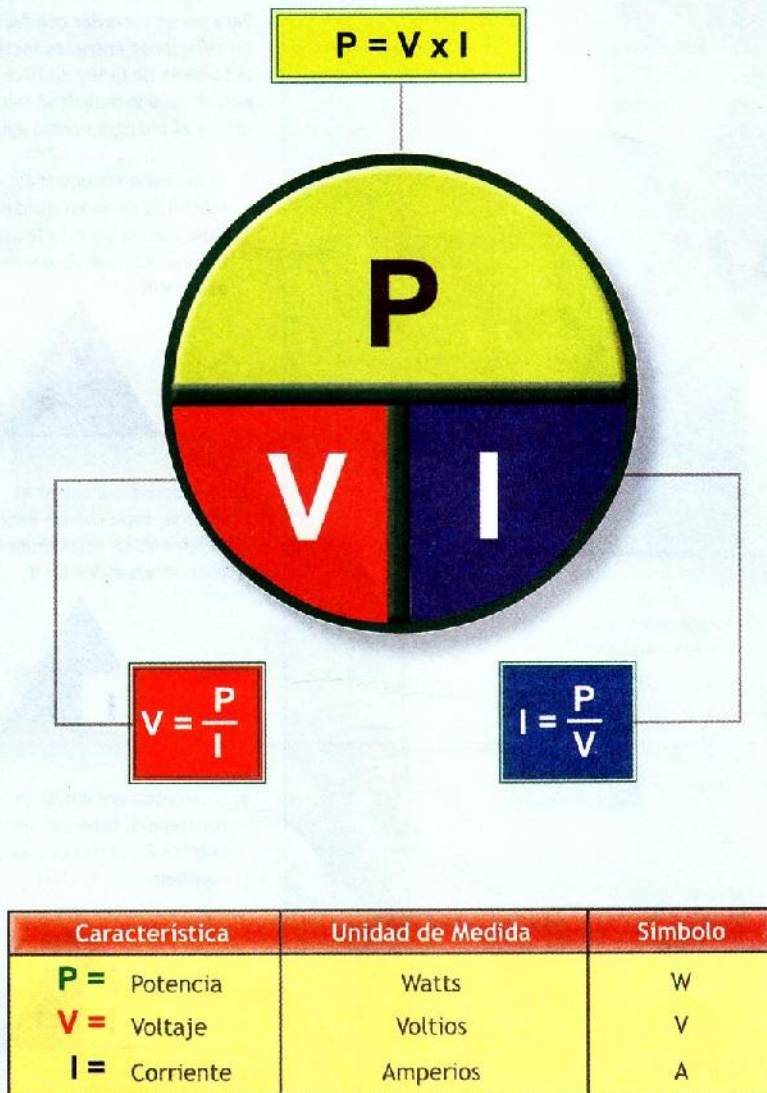


Ley de Watt o de la potencia

Esta ley fue enunciada por el escocés James Watt y dice que “el producto (multiplicación) de la corriente por el voltaje da como resultado la potencia, que es la rapidez para efectuar un trabajo” (figura 2.6). Su unidad de medida

es el watt. Para obtener resultados correctos al utilizar esta ley, las cantidades con las que se trabajen deben estar expresadas en watt, voltios y amperios. Si por alguna razón se toman cantidades de múltiplos o submúltiplos, deben convertirse a sus unidades básicas antes de utilizar la fórmula.

Figura 2.6



Aplicación de la ley de Watt

Para poder recordar con facilidad las relaciones entre los factores de la fórmula de la ley de Watt y poder encontrar una magnitud faltante, utilice el círculo como ayuda. Veamos unos ejemplos.

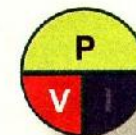
1. Si necesita encontrar la magnitud de la potencia, tape en el círculo la letra P. La relación que obtenemos es $P = V \times I$



2. Si necesita encontrar el voltaje, tape con un dedo la letra V. La relación que obtenemos es $V = P / I$



3. Si necesita encontrar la corriente, tape con un dedo la letra I. La relación que obtenemos es $I = P / V$



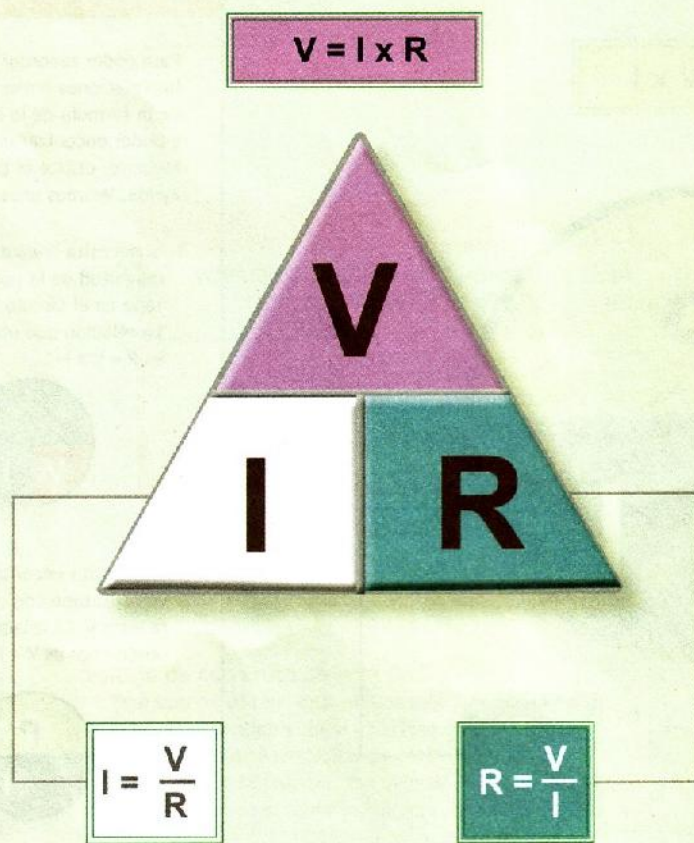
Ley de Ohm

La ley de Ohm fue enunciada por el físico alemán Georg Simon Ohm y establece que “La intensidad de la corriente que circula por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado; e inversamente proporcional a la resistencia del mismo” (figura 2.7).

Con esta ley, también podemos calcular una magnitud, siempre y cuando conozcamos las otras dos magnitudes relacionadas.

Al igual que en la ley de Watt, debemos trabajar con unidades básicas: voltios, amperios y ohmios.

Figura 2.7



Característica	Unidad de Medida	Símbolo
V = Tensión	Voltios	V
I = Intensidad	Amperios	A
R = Resistencia	Ohmios	Ω

Aplicación de la ley de Ohm

Para poder recordar con facilidad las relaciones entre los factores de la fórmula de la ley de Ohm y poder encontrar una magnitud faltante, utilice el triángulo como ayuda.

1. Si necesita encontrar la magnitud de la intensidad, tape con un dedo la letra I. La relación que obtenemos es $I = V/R$



2. Si necesita encontrar el voltaje, tape con un dedo la letra V. La relación que obtenemos es $V = I \times R$



3. Si necesita encontrar la resistencia, tape con un dedo la letra R. La relación que obtenemos es $R = V/I$



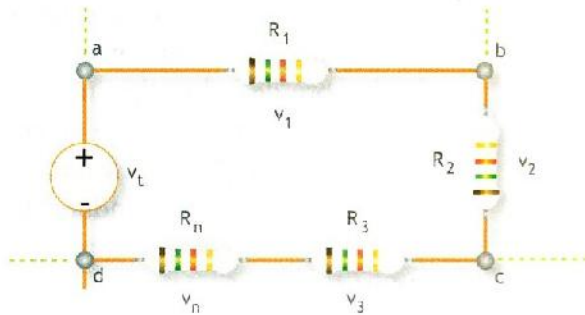
Leyes de Kirchoff

Estas leyes las enunció un científico alemán llamado Gustave Robert Kirchoff, que en los siglos XVII y XVIII descubrió cosas relevantes de los circuitos

relacionadas con la corriente y el voltaje (figura 2.8). No son sino ejemplos claros de las leyes de la conservación de la energía. Como sabemos la materia y la energía, ni se crean ni se destruyen, sólo se transforman.

Figura 2.8

1ª Ley de Kirchoff, ley de mallas o ley de las divisoras de tensión

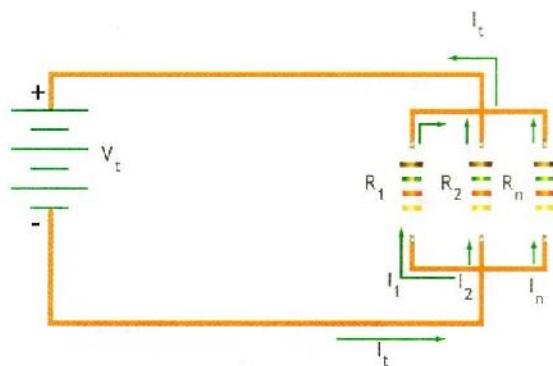


Esta ley se aplica en un circuito de resistencias en serie y dice lo siguiente: la suma de las caídas de voltaje a través de todas las cargas (objetos de resistencia) que hay colocadas en un circuito, debe ser igual al voltaje de alimentación:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Aquí se muestra el diagrama de un arreglo de resistencia en serie, el cual ejemplifica esta primera ley.

2ª Ley de Kirchoff, ley de los nodos o ley de las divisoras de corriente



Esta ley se aplica en un circuito de resistencias en paralelo y dice lo siguiente: la suma de las corrientes que pasan a través de un puente de unión es igual a la suma de las corrientes que salen en el siguiente nodo o nodo de salida.

$$I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Aquí se muestra el diagrama de un arreglo de resistencia en paralelo, el cual ejemplifica la segunda ley.

Comentario del especialista

Un diagrama es la representación gráfica de los dispositivos y conexiones de un circuito. Su principal función es facilitar su descripción y funcionamiento del mismo.

■ Permeabilidad magnética

Los materiales que permiten el paso de las líneas de flujo magnético con facilidad tienen una alta permeabilidad magnética, como por ejemplo el hierro; los gases incluido el aire tienen poca permeabilidad magnética.

■ Reluctancia

Es lo contrario a la permeabilidad magnética y entre más reluctancia tenga un material con menor facilidad de dejar pasar las líneas de flujo magnético.

■ Polaridad magnética

Todos los imanes cuentan con un polo norte (N) y un polo sur (S). Los polos del mismo sentido se rechazan y polos diferentes se atraen, esto es lo que se conoce como polaridad magnética. También se utiliza la palabra polaridad, para describir las terminales opuestas (+) y (-) de un circuito eléctrico.

Leyes del magnetismo

El magnetismo es fenómeno generado por el movimiento de los electrones en cierto tipo de materiales y se le conoce por la fuerza de atracción que ejerce en otros materiales, principalmente en hierro o fierro.

La principal característica por la que se identifica a dicho fenómeno es por las líneas de fuerza magnéticas alrededor de un objeto, las cuales son generadas por el ordenamiento de los átomos en dicho material, como el caso de un imán (figura 2.9).

Existen imanes permanentes, (los que contienen magnetismo por sí mismos) e imanes temporales (los que “adquieren” magnetismo sólo cuando se unen con otro imán).

Entre los efectos magnéticos y los eléctricos. Estos dos fenómenos son

producto de una sola manifestación: la energía electromagnética o electromagnetismo.

Electromagnetismo

Es la relación de la electricidad con el magnetismo y proporciona una fuente de mayor potencia. Cuando la corriente fluye por un conductor, se forma un campo magnético al rededor del mismo, a este flujo de corriente se le llama electromagnetismo (figura 2.10). En un automóvil, este fenómeno se utiliza en la marcha, los elevadores, el alternador, y componentes con enrollamiento de alambre de cobre tipo magneto; cuando circula una corriente eléctrica en un conductor producirá líneas de flujo magnético, que dependerá de la cantidad y tipo de corriente que circule por éste.

Figura 2.9

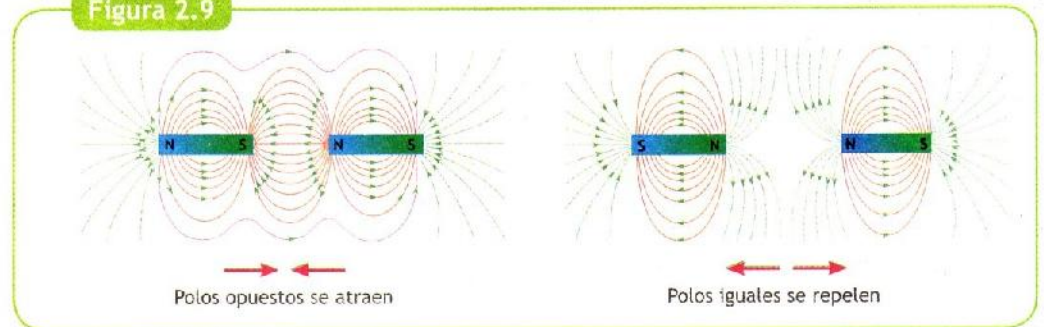
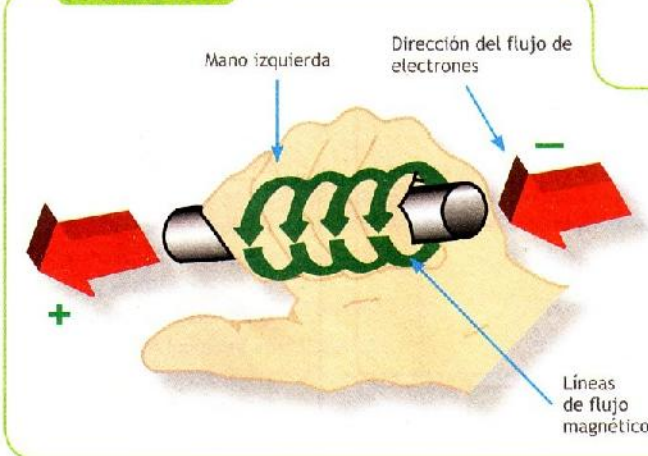


Figura 2.10



Regla de la mano izquierda

Dado que la dirección del campo magnético es perpendicular a la dirección del campo eléctrico, se forman círculos concéntricos de magnetismo alrededor del conductor. Por tal razón, si colocamos sobre el cable conductor la mano izquierda y con el dedo pulgar señalamos el sentido en que circula la corriente, los demás dedos señalarán la dirección del campo magnético.

Este sencillo movimiento al que se denomina “regla de la mano izquierda”, es muy útil cuando se necesitan precisar ambas direcciones.

CIRCUITOS

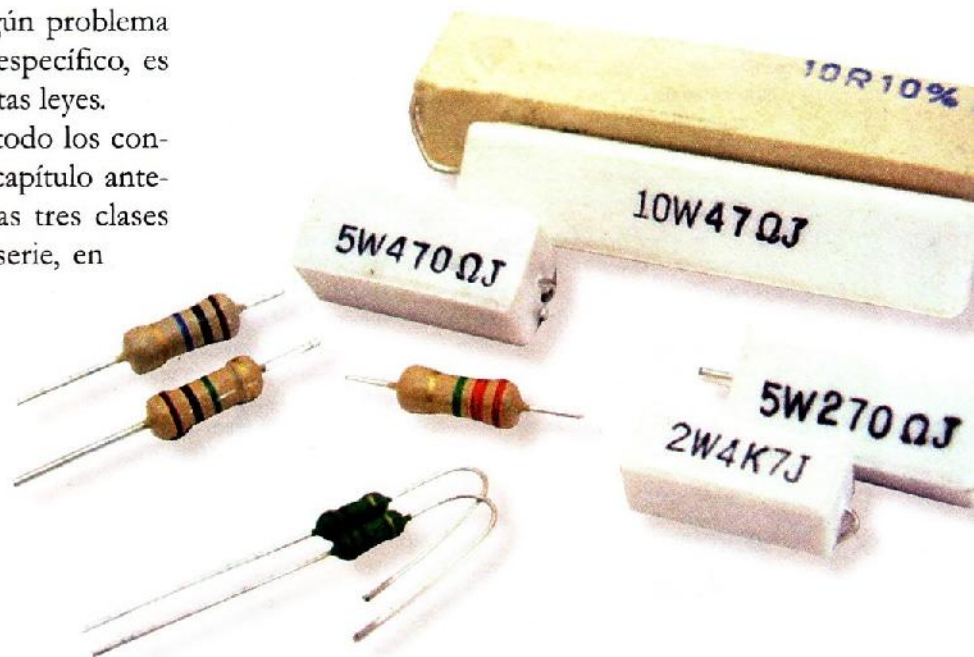
Tanto los conceptos de voltaje, corriente, resistencia, así como las leyes de Ohm y de Kirchhoff pueden quedar sin sentido si no se les da una aplicación práctica, y la mejor manera de hacerlo es ver su funcionamiento directamente en los circuitos.

Para poder ubicar algún problema en un sistema eléctrico específico, es necesario saber aplicar estas leyes.

Para entender mejor todo los conceptos estudiados en el capítulo anterior, necesitas conocer las tres clases básicas de circuitos: en serie, en paralelo y mixto.

También estudiaremos la manera en que se conectan cier-

tos elementos específicos tomando en consideración los cuidados para su conexión y los problemas que debemos evitar para hacerlo de una manera eficiente.



Circuitos básicos

Sabemos que la electricidad es una forma de energía derivada de un proceso atómico y que se aprovecha tanto para generar calor, luz o un trabajo mecánico, como para convertir, transportar y procesar información.

La base física de los procesos eléctricos y electrónicos son los circuitos.

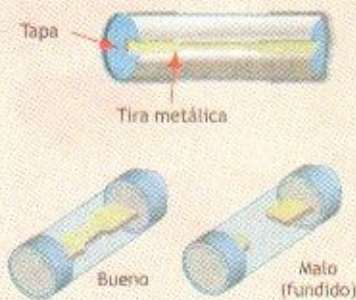
Un circuito es la combinación de ciertos componentes conectados entre sí de tal manera que proporciona una o más trayectorias que permiten a una corriente circular y ser aprovechada con un propósito específico: mover un motor, manejar una señal, etc. Los componentes básicos con que debe contar un circuito se muestran en la figura 3.1.

Figura 3.1



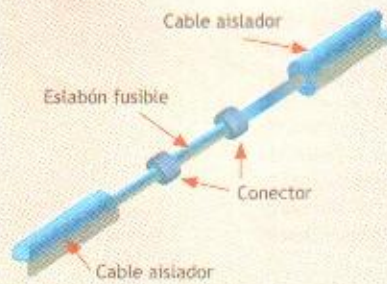
Fusible

Es una tira metálica que sólo puede transportar una determinada intensidad de corriente, si la corriente excede dicho límite la tira metálica se sobrecalienta y se funde, interrumpiendo así la continuidad en el circuito.



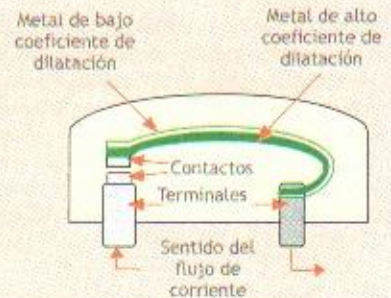
Uniones fusibles

Consiste básicamente en la reducción del diámetro del conductor. Por consiguiente, si la intensidad de corriente se eleva demasiado, la unión se funde. Las uniones fusibles están identificadas por una etiqueta especial o color codificado o formando una lazada en el exterior del mazo de cables.



Cortacircuitos

Está formado de una tira de bimetálica (dos metales diferentes) que al momento que se produce un sobrecalentamiento en el circuito, los metales que la forman se dilatan lo suficiente como para abrirlo. Cuando las condiciones que producían dicho sobrecalentamiento son eliminadas, se cierran de nuevo los contactos de la tira y se resnuda la continuidad.



Problemas básicos de los circuitos

Los circuitos electrónicos durante su funcionamiento llegan a presentar tres problemas básicos: el corto circuito, el circuito abierto y la derivación a masa (figura 3.2). A continuación explicaremos en que consiste cada uno de ellos.

A propósito de este tema, queremos invitarlo a que descargue de manera GRATUITA desde nuestro sitio de Internet (www.mecanica-facil.com) tutoriales multimedia que complementan a esta serie de guías; por ejemplo, encontrará un interactivo sobre cómo detectar problemas en los circuitos eléctricos. Los temas se explican de manera muy sencilla; no deje de visitarnos.

Figura 3.2

Circuito abierto

Cuando el circuito se abre o interrumpe en cualquier parte de su trayecto, hablamos de un circuito abierto. Debido a que no existe continuidad en la trayectoria de conducción y que el flujo de electrones se detiene, el dispositivo receptor no funcionará, es decir, no se manifiesta la energía que suministra la fuente. La resistencia de un circuito abierto es infinita.

Un circuito abierto puede estar provocado por una conexión suelta, porque la resistencia de carga está quemada, por uniones mal hechas, etcétera.



Cortocircuito

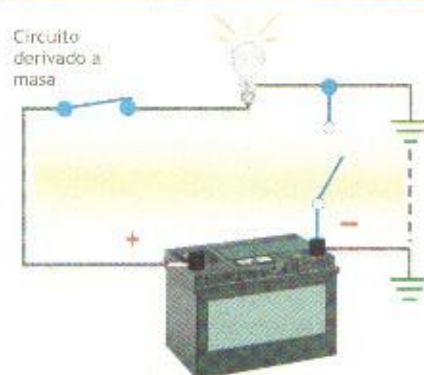
Es el concepto más escuchado pero quizás el menos comprendido. Simplemente podemos decir que el cortocircuito es cuando la energía (corriente de electrones) fluye de forma violenta sin que nada se le oponga. En un cortocircuito la resistencia es igual a cero.

La principal causa de un cortocircuito puede ser porque las terminales de la resistencia o batería están conectadas directamente o porque dos cables desnudos entran en contacto.



Derivación a masa

En un circuito derivado a masa se produce cuando el aislamiento del conductor está deteriorado y el cable desnudo entra en contacto con una parte del vehículo (por ejemplo el motor o la carrocería). Este problema es muy delicado ya que puede dar lugar al paso de corriente de alta intensidad.



Conexión de circuitos

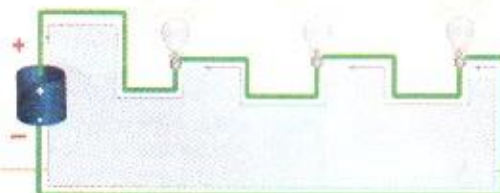
La forma de conectar los circuitos, dependerá del número y tipo de dispositivos con que se cuenta y la manera en que estos se relacionen. Básicamente existen tres formas de conexión:

- En serie
- En paralelo
- Conexión mixta

Veamos las principales características que distinguen a cada una de estos tipos de conexión.

Conexión en serie

Un circuito en serie, es aquel circuito que está formado por dos o más cargas conectadas una tras otra (figura 3.3); es decir, unidas extremo con extremo para formar una línea continua que inicia en el polo negativo y termina en el positivo de la batería de alimentación. Ejemplo muy claro de este tipo de circuitos son las series de luces navideñas.



Comentario del especialista

Gran parte de los circuitos de un automóvil son mixtos; por ejemplo, los faros se encuentran conectados en paralelo entre sí, pero a su vez ambos están conectados en serie con el interruptor y la batería.

Figura 3.3

Conexión en serie

Si aplicamos la ley de Ohm a este tipo de circuitos, podríamos observar que:

- Debido a que el flujo de corriente tiene un solo recorrido, el amperaje es el mismo en cualquier punto del circuito.

Y al aplicar la ley de Kirchhoff, observaríamos que:

- La resistencia total del circuito es la suma de las resistencias individuales

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Figura 3.4

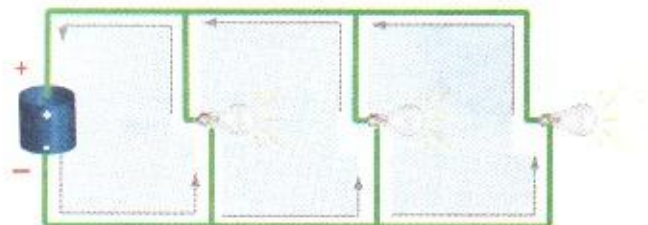
Conexión en paralelo

Ahora bien, si aplicamos la ley de Ohm a estos circuitos, podemos ver que:

- El voltaje a través de cada derivación es el mismo.

Y con la ley de Kirchhoff nos damos cuenta que:

- La resistencia total de un circuito en paralelo es menor que la resistencia individual más baja, porque a medida que se añaden resistencias en paralelo, se están añadiendo más conductores.
- El amperaje total en un circuito en paralelo es igual a la suma de los amperajes de cada componente que integra el circuito.



Si desconecta cualquiera de las cargas de un circuito en serie, la corriente se interrumpirá y las demás cargas dejarán de funcionar. De ahí que basta que uno de los focos de la serie de luces falte o se funda, para que los demás se apaguen.

Conexión en paralelo

La conexión en paralelo es aquella en la que dos o más elementos se unen por sus extremos a dos puntos comunes (figura 3.4); algo similar a lo que ocurre con los barrotos de una escalera. Cada elemento tiene sus terminales de conexión unidas a un mismo par de líneas eléctricas.

Debido a que la corriente que circula por el circuito se distribuye a través de cada uno de los elementos, circula más corriente en aquellos que presentan menor resistencia.

A diferencia de los circuitos en serie, en este tipo de circuitos si alguno de los dispositivos conectados a él deja de funcionar, los demás componentes seguirán o podrán funcionar normalmente.

Conexión mixta

La mayor parte de los circuitos utilizados en un automóvil son del tipo serie-paralelo, es decir mixtos.

Todas las reglas que se han aprendido para los circuitos en serie y para los circuitos en paralelo, se aplican a los circuitos mixtos.

Conexión de componentes

Como ya mencionamos, un circuito eléctrico es una asociación de componentes cuya actuación coordinada permite realizar un trabajo mecánico o bien un determinado tratamiento de las señales eléctricas.

En este bloque mostraremos algunos ejemplos de cómo deben estar conectados algunos elementos tanto del sistema eléctrico como del sistema electrónico de un automóvil. Cabe destacar que el único objetivo es hacer énfasis en los diferentes tipos de conexiones que podemos encontrar, más que en el funcionamiento individual de cada componente o del sistema en sí, ya que estos temas serán explicados en fascículos posteriores.

Resistencias

Las resistencias se fabrican con materiales que presentan mediana resistencia al paso de la corriente eléctrica. De ahí que el carbón se haya convertido en el principal material con que se fabrican los resistores; aunque también se recurre a algunas combinaciones de partículas de metal (figura 3.5).

Conexiones comunes

En serie

Generalmente las resistencias se conectan en serie en aquellos sistemas donde es necesario dividir el voltaje (figura 3.6); por ejemplo, en los sistemas de control de temperatura o de aire acondicionado. Al dividir el voltaje entre las resistencia, controlaremos el estado de temperatura interior de la unidad; esto como resultado de la aplicación de la ley de Ohm.

En paralelo

Este tipo de conexión se utiliza cuando queremos que los dispositivos o sistemas trabajen con una conexión de forma directa con la fuente de alimentación, y que dicha alimentación se interrumpa de forma momentánea sólo al activar un interruptor (figura 3.7). Es decir, el dispositivo queda conectado con la fuente principal de alimentación de forma directa. Un ejemplo en donde podemos encontrar este tipo de conexión son el sistema de luces, el sistema de audio y la alimentación de la computadora.

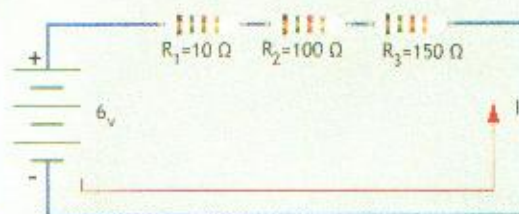


Figura 3.5



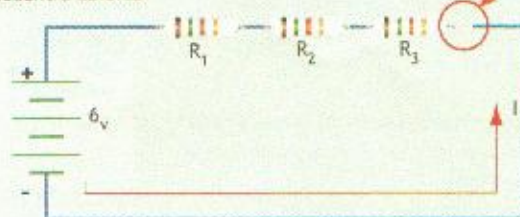
Figura 3.6

Resistencias en serie con fuente de alimentación



El voltaje se divide en cada una de las resistencias y la intensidad es igual para todas las resistencias

La intensidad (I) se interrumpe porque la R_3 se encuentra abierta

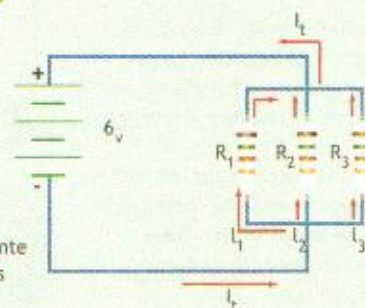


Resistencia abierta

No hay flujo de intensidad

Figura 3.7

Resistencias en paralelo con fuente de alimentación

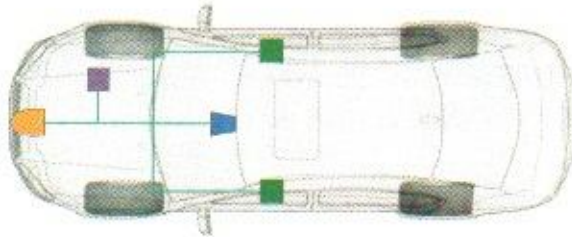


El voltaje es igual para todas pero la intensidad es diferente para cada una de las resistencias



Figura 3.8

Sistemas de Seguridad



- Radar de alto alcance
- Microcomputadora
- Videocámara
- Seguridad en puertas

Batería

La batería es el elemento encargado de suministrar corriente para los sistemas de arranque y encendido durante la puesta en marcha del vehículo. Suministra asimismo corriente para las luces y otros accesorios eléctricos, cuando el alternador no está funcionando.

Conexiones comunes

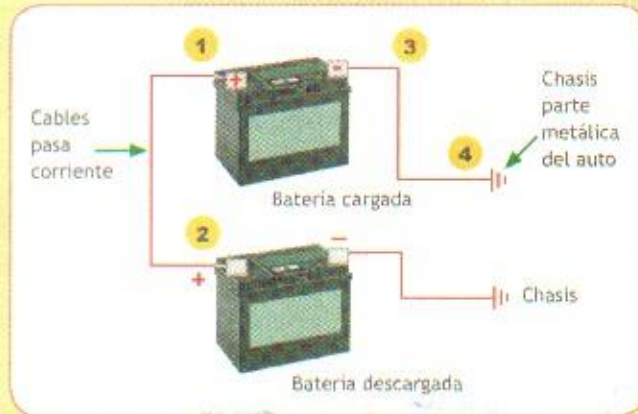
En paralelo

Debido a la necesidad de energía constante que requieren algunos sistemas, la batería en un vehículo siempre estará conectada en paralelo. Un ejemplo de estos sistemas son las computadoras, los sistemas de seguridad y alarmas, principalmente (figura 3.8).

Comentario del especialista

Es importante recomendar que cuando tenga la necesidad de pasar carga o corriente a la batería del vehículo desde una batería externa, tenga mucho cuidado en conectarlas de manera adecuada.

1. Conectar primero la terminal positiva de la primera batería a la terminal positiva de la batería externa.
2. Conectar la terminal negativa de la primera batería con la terminal negativa de la batería externa o bien al chasis del automóvil.
3. Antes de pasar corriente, es importante que se asegure del estado de carga y voltaje de trabajo de la batería externa, para que no exista una deficiencia de corriente.
4. Para desconectar ambas baterías, realice el mismo procedimiento de conexión pero forma inversa (desconecte primero la terminales negativas y posteriormente las terminales positivas).



Por precaución no desconecte ni deje los automóviles modernos sin energía, porque existen sistemas de protección antirrobo y configuración de funciones que pueden dejar de trabajar adecuadamente si esto ocurre. Cuando sea necesario, es recomendable que antes de desconectar la batería principal, conecte una batería externa a un toma corriente del vehículo (puede ser el encendedor o las terminales de la misma batería).

Capacitores

Después de las resistencias, los capacitores son los componentes más usados en los circuitos electrónicos. Su principal característica es que tienen la capacidad de almacenar energía eléctrica en forma temporal (figura 3.9).

Conexiones comunes

En paralelo

Los capacitores se instalan en paralelo con el propósito de que absorban los voltajes cambiantes en un circuito. Los sistemas electrónicos con encendido de platinos tienen a menudo capacitores para suprimir la interferencia de la terminal + de la bobina (figura 3.10A). Por su parte, la mayor parte de los distribuidores, también utilizan un capacitor a través de la terminal de salida para aplanar las fluctuaciones del voltaje de corriente alterna (figura 3.10B). También muchos claxon tienen capacitores instalados en sus circuitos para suprimir la interferencia que proviene de sus contactos.

Lámparas

Las lámparas empleadas en la mayoría de los vehículos están constituidas por un filamento metálico, con una elevada resistencia al paso de la corriente eléctrica. Actualmente existe una nueva generación de lámparas denominada de "luz electrónica".

Conexiones comunes

En mixto

Los sistemas de luces en los vehículos se conectan de manera mixta; es decir, serie-paralelo. Las lámparas propiamente

Figura 3.9



Los capacitores pueden ser clasificados según su funcionamiento, como:

- Fijos
- Variables
- Ajustables

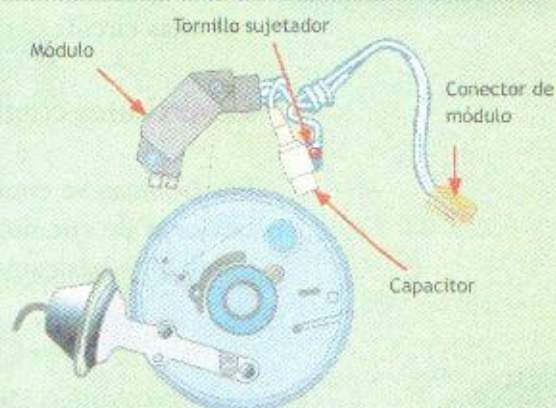
Y dependiendo del material que utilizan, en:

- Dieléctricos
- Electrolíticos

Figura 3.10

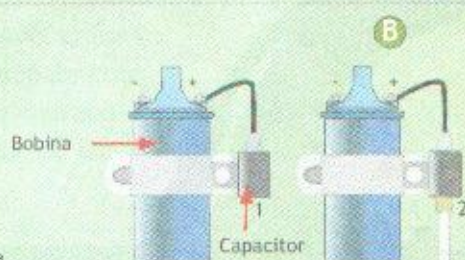
A

Un ejemplo de la conexión de un capacitor, la podemos apreciar en los distribuidores de los sistemas con encendido de platinos. Se instalan con el fin de suprimir las interferencias.



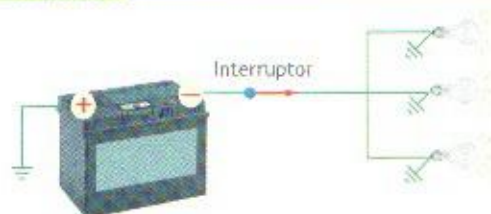
También podemos verlos en la bobina de los sistemas con encendido de platinos.

- 1) Conexión de la bobina directamente a chasis
- 2) Conexión en paralelo del capacitor, cuando la bobina no está conectada a chasis.



de dichas se conectan en paralelo para garantizar que si una de ellas falla, las demás no afectarán su funcionamiento (figura 3.11). Y éstas a su vez se conectan en serie con la batería, para que el suministro de energía sea constante.

Figura 3.11



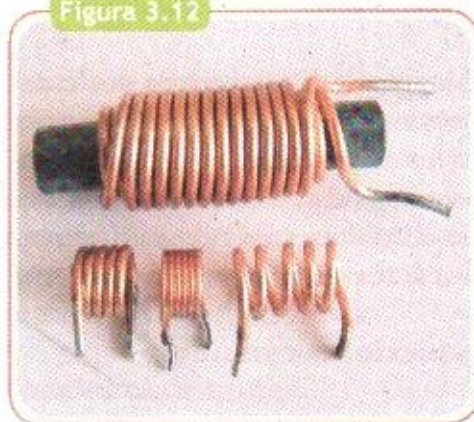
Comentario del especialista

La inductancia es la propiedad que tiene una bobina para almacenar energía eléctrica en forma de campo magnético, lo que tiende a "suavizar" o atenuar los cambios bruscos en la amplitud o valor de la corriente.

Bobinas

Son componentes pasivos formados por varias vueltas de alambre enrolladas en un núcleo (figura 3.12). Las bobinas tienen la habilidad de oponerse a los cambios de corriente (fenómeno conocido como inductancia). Como esta propiedad solo se presenta con corrientes alternas, no tiene efecto alguno cuando por ellas circula corriente continua.

Figura 3.12



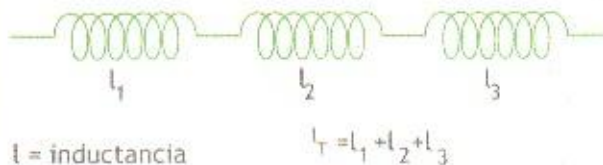
Conexiones comunes

Las bobinas se conectan en una combinación de circuitos ya sea en serie o paralelo y básicamente las encontra-

mos en sistemas de encendido, en la marcha automotriz, relevadores, elevadores eléctricos o seguros eléctricos (figura 3.13).

Figura 3.13

Bobinas en serie



¿ERES PROFESOR DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ?
 y deseas recibir **GRATIS** ejemplares de nuestras publicaciones

Envía los siguientes datos:

- Nombre
- Institución
- Curso impartido
- Horario
- Dirección completa para el envío
- Correo electrónico

Y te informaremos cómo podrás recibir nuestras publicaciones técnicas



www.mecanica-automotriz.com

Contáctanos a clientes@mecanica-automotriz.com o al Fax. (01 55) 57 70 86 99

ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Todos los circuitos eléctricos y electrónicos comparten elementos y características en común. El técnico que entiende el comportamiento y las partes comunes de un circuito, tiene garantizado 50 por ciento de sus procedimientos de trabajo, al poder verificarlos y repararlos con mayor rapidez y eficiencia.

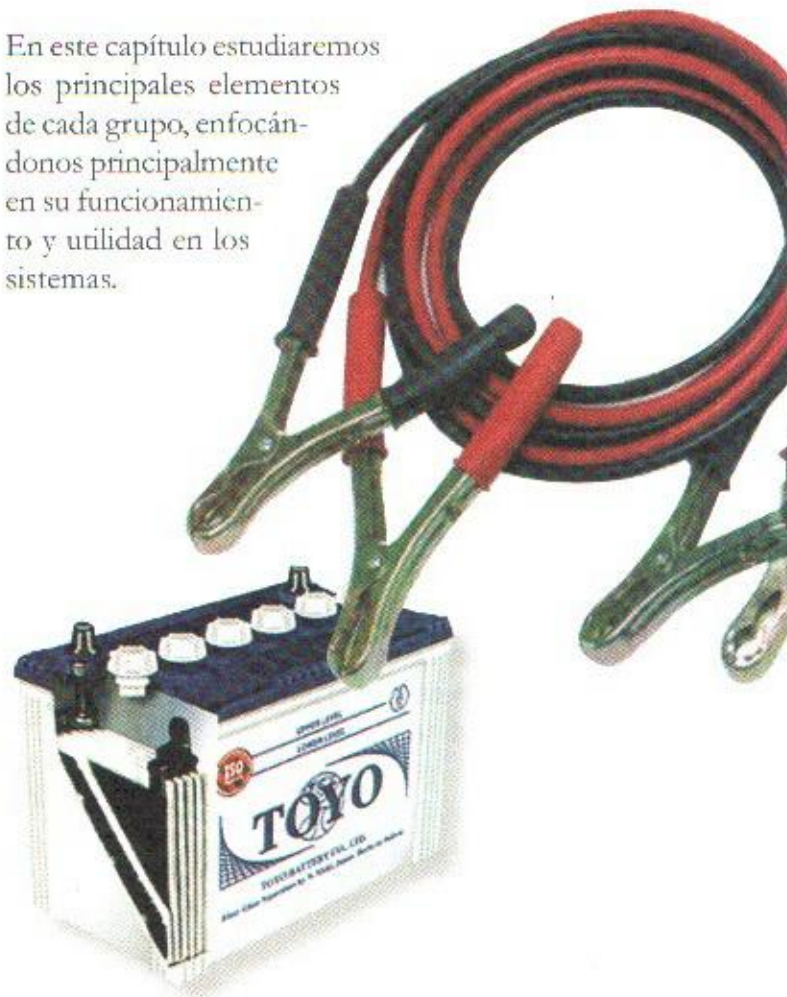
Comprender la manera en que estos elementos comunes interactúan ya sea en un circuito básico o en un circuito conmutador, le ayudará al técnico en un futuro a comprender el funcionamiento de la Unidad de Control Electrónica (ECU) incluida en todos los automóviles modernos. Entonces se podrá dar cuenta que los sistemas controlados por dicha computadora son simplemente un perfeccionamiento de los sistemas electromecánicos que se han utilizado por años.

Los elementos eléctricos de un vehículo se pueden dividir en cinco grandes grupos:

- Generadores de energía
- Acumuladores de energía
- Conductores y conectores

- Elementos de protección
- Consumidores de energía

En este capítulo estudiaremos los principales elementos de cada grupo, enfocándonos principalmente en su funcionamiento y utilidad en los sistemas.



ELEMENTOS ELÉCTRICOS

Elementos generadores de energía

Son los elementos encargados de transformar la energía mecánica procedente del motor en energía eléctrica. Se complementan y conjunta con el cableado de conexión y con los sistemas auxiliares (distribuidor, bobina y bujías). El principal dispositivo encargado de realizar esta función es el alternador.



Elemento generador

Elementos conductores



Sistemas auxiliares

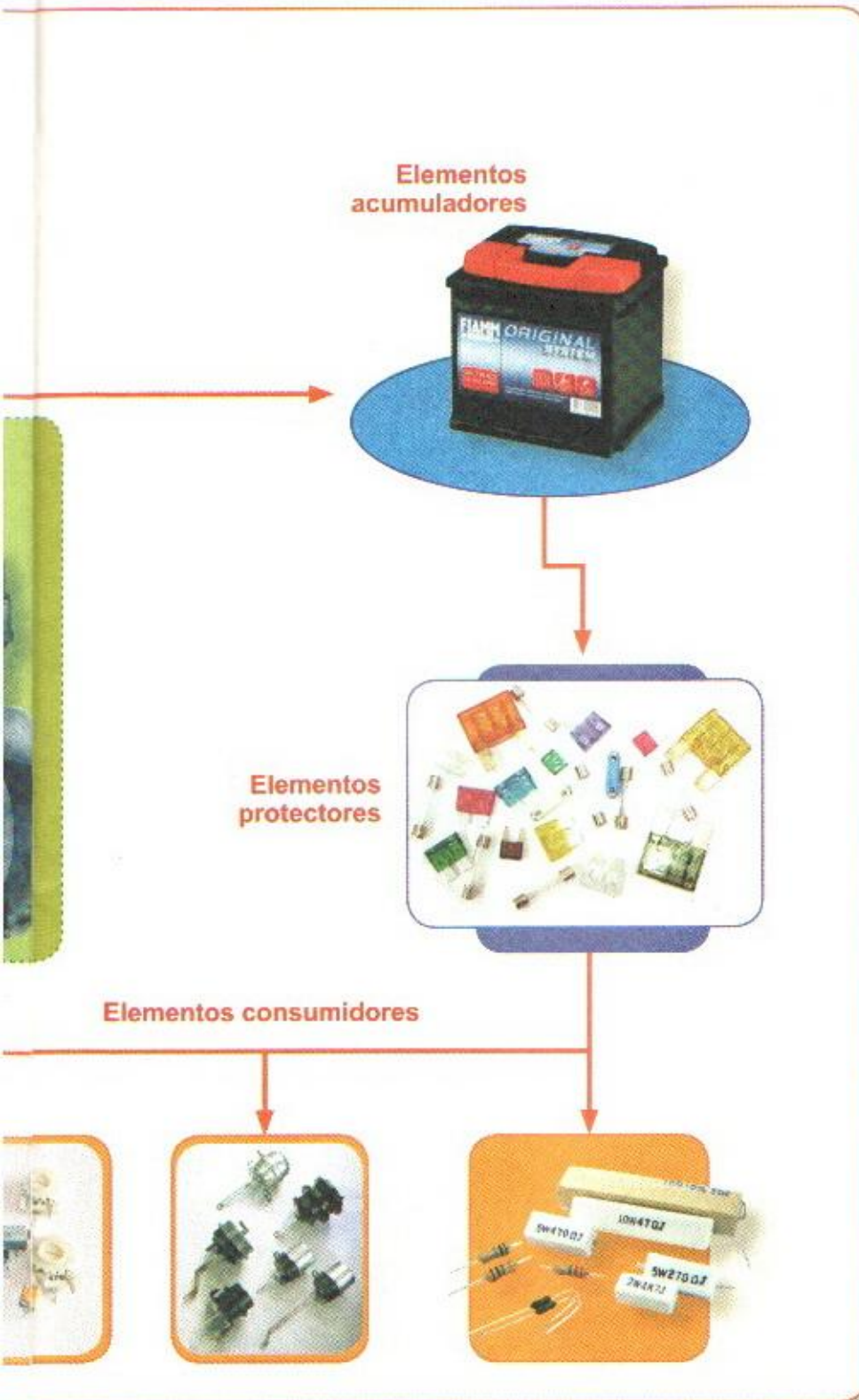


Elementos consumidores

Son todos aquellos dispositivos que utilizan y aprovechan la energía eléctrica transportada a través de los conductores. Cada uno de estos elementos trabaja en conjunto con otros elementos integrados en los mismos o diferentes circuitos.



Elementos básicos de un vehículo



Elementos acumuladores de energía

Son elementos encargados de almacenar la energía eléctrica generada por el alternador y convertirla en energía química. El dispositivo encargado de realizar esta función es la batería.

Elementos conductores y conectores

Para poder ser útil, la energía eléctrica una vez generada y transformada, debe de ser transportada y distribuida entre los diferentes elementos consumidores del sistema. Esta distribución se lleva a través de los elementos conductores y está complementada por los conectores y arneses.

Elementos de protección

Para la protección de los circuitos eléctricos se emplea un número determinado de fusibles, el cual varía en función del modelo y marca del vehículo.

Comentario del especialista

Las características principales que debemos considerar en una batería son:

- Su capacidad en amperios-hora (Ah). Especifica la cantidad de corriente que es capaz de suministrar con cierta regularidad durante determinado periodo de tiempo. Puede variar desde 31 Ah hasta 80-100 Ah.
- La tensión máxima que puede suministrar.
- Dimensiones físicas.
- Peso.

Elementos generadores de energía

Recordemos que estos elementos son los encargados de transformar la energía mecánica procedente del motor en energía eléctrica. Se complementan y conjunta con el cableado de conexión y con los sistemas auxiliares (distribuidor, bobina y bujías). El principal dispositivo encargado de realizar esta función es el alternador.

Alternador

Forma parte del sistema de carga y su función es producir corriente eléctrica

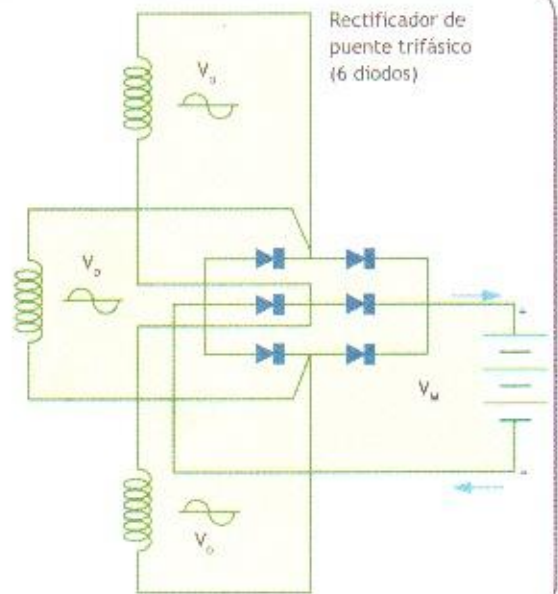
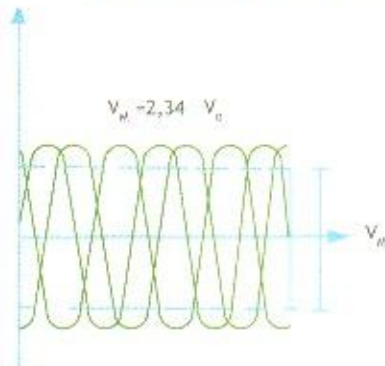


alterna con una variación constante de polaridad, necesaria para el funcionamiento de todo el vehículo. Dicha corriente debe ser rectificadada y trasformada en corriente continua, por medio de un conjunto de diodos internos, para después ser almacenada por los acumuladores (figura 4.1).

Figura 4.1

Esquema de un circuito rectificador

Este circuito es utilizado en la mayoría de los alternadores y aquí podemos apreciar de manera más clara el conjunto de diodos internos que rectifican la corriente alterna.



Elementos acumuladores de energía

Son elementos encargados de almacenar la energía eléctrica generada por el alternador y convertirla en energía química. El dispositivo encargado de realizar esta función es la batería.



Batería

La batería es el elemento encargado de suministrar corriente para los sistemas de arranque y encendido durante la puesta en marcha del vehículo. Cuando el alternador no está funcionando, también suministra corriente para las luces, la radio y otros accesorios eléctricos.

La cantidad de corriente que puede suministrar la batería está limitada por su capacidad. A su vez, su capacidad depende de la cantidad de producto químico que contenga y por su tamaño físico.

Otra función importante de las baterías es estabilizar la tensión en el sistema eléctrico y prevenir los cambios de tensión excesiva.

Elementos conductores y conectores

Para poder ser útil, la energía eléctrica una vez generada y transformada, debe de ser transportada y distribuida entre los diferentes elementos consumidores del sistema. Esta distribución se realiza a través de los elementos conductores y está complementada por los conectores y arneses.

Polaridad del sistema eléctrico

Antes de continuar, recordemos que existen dos teorías de flujo de corriente:

- La teoría convencional, que dice que la corriente en un circuito fluye des-

de su polo positivo (+) hacia su polo negativo (-).

- La teoría del electrón, que dice que la corriente fluye como los electrones, de negativo (-) a positivo (+).

Para los sistemas eléctricos de un vehículo, se aplica la teoría del electrón, determinando así lo que se conoce como polaridad del circuito.

Partiendo de este principio, es importante tener en cuenta que debido a esta polaridad eléctrica, todas las conexiones del vehículo empezarán desde la terminal negativa de la batería hacia su terminal positiva.

Es importante tener en cuenta que la polaridad del sistema afectará el funcionamiento de los componentes eléctricos, por esta razón se instala un alternador conectado desde su terminal de salida hacia la terminal negativa (-) de la batería. Si se llegara a invertir la polaridad del sistema, el primer dispositivo en dañarse sería justamente el alternador.

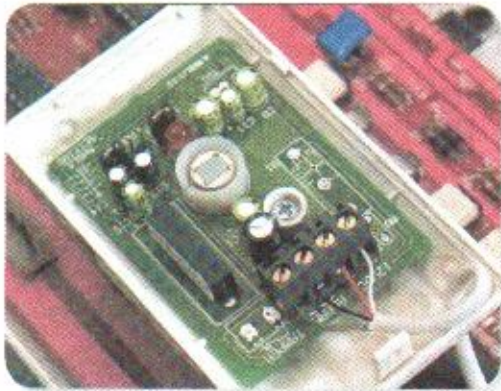
Comentario del especialista

Todo el equipo de prueba debe conectarse teniendo en cuenta la polaridad del sistema del vehículo. El extremo positivo de un instrumento de prueba debe conectarse al lado positivo del sistema, y el extremo negativo, al lado negativo del sistema.



Figura 4.2

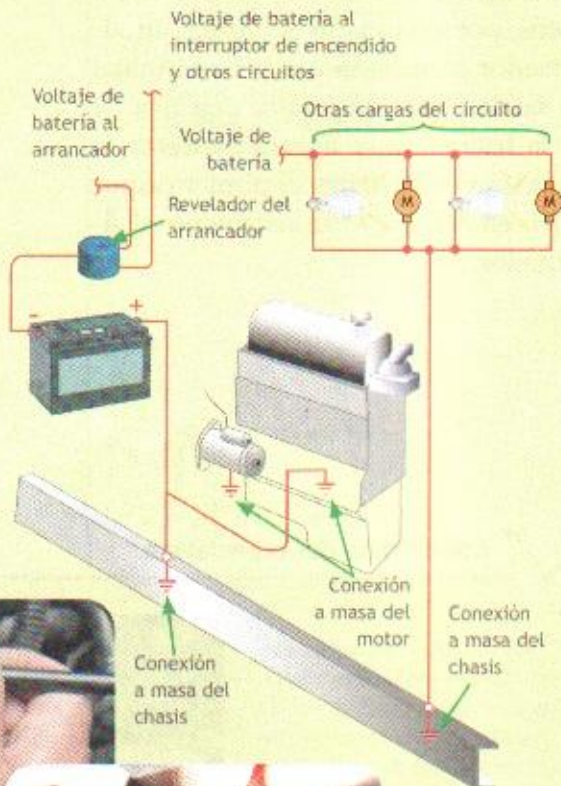
Los cables de la batería, las tarjetas de circuito impreso y los cables de las bujías son considerados como conectores especiales.



Comentario del especialista

Conexiones a tierra

El chasis del vehículo y el motor también son conductores eléctricos. Los sistemas eléctricos usan el chasis y el motor como conexiones a tierra de todos los circuitos. De esta manera se completa el lado de retorno de bajo voltaje de cada circuito a la batería.



Conductores

A excepción del circuito secundario de encendido (de la bobina a las bujías), todos los circuitos del automóvil son circuitos que manejan un bajo voltaje (la batería y el alternador proporcionan de 12 a 15 V).

Los conductores en los circuitos son de alambre de cobre cubierto con plástico aislante. El conductor puede ser un simple hilo de cobre o de varios hilos trenzados. Los hilos sencillos se utilizan para circuitos de bajo voltaje, corriente débil y circuitos que no requieren flexibilidad. Por otro lado, los conductores de varios hilos se usan en circuitos de alto voltaje, corriente intensa o bien, en circuitos que requieren de flexibilidad (figura 4.2).

Conductores especiales

Otro tipo de conductores especiales son los cables de la batería, los cables de las bujías y las tarjetas de circuito impreso.

Los cables de la batería son los puntos donde empiezan y terminan casi todos los circuitos eléctricos. Como en otros tipos de alambrados, un cable de repuesto para la batería debe tener siempre el mismo calibre o ser de mayor calibre que el cable original.

Por su parte, las tarjetas de circuito impreso se usan como conductores en la mayor parte de los tableros de instrumentos. Y se utilizan para circuitos de corriente débil en lugares de espacio limitado.

Finalmente, los cables de encendido de las bujías, son los únicos conductores de alto voltaje que se usan en un vehículo. Estos conductores pueden soportar voltajes que van de 10,000 a 40,000 volt.

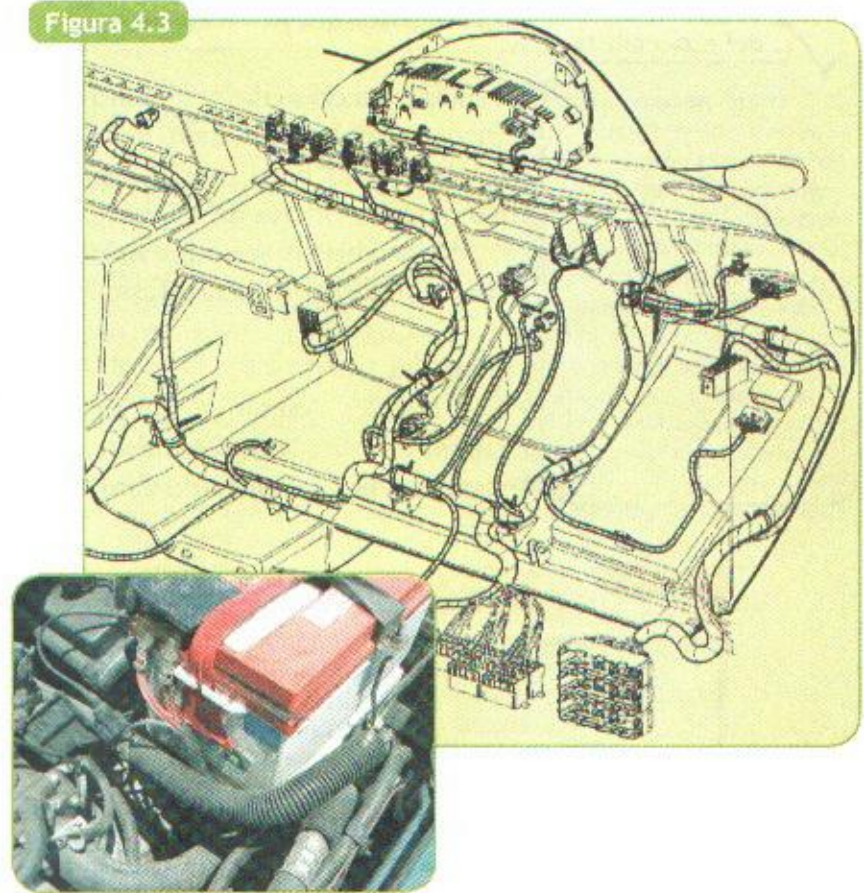
Arneses

Un automóvil moderno puede tener más de 800 metros de alambre conductor y 500 o más conexiones separadas del circuito (dependiendo de la marca y modelo). Para facilitar, tanto la instalación de los circuitos, como el servicio de los mismos, los alambres conductores son agrupados en arneses o momias (figura 4.3). Las momias tienen una variedad de conectores para unirlos a otras momias o bien a componentes específicos de un circuito. Es importante mencionar que las momias y los conectores son las partes de un circuito con las que el técnico automotriz trabaja más frecuentemente. Las momias típicas se clasifican como:

- Momia delantera
- Momia del motor
- Momia del compartimiento del motor
- Momia trasera
- Momia principal

Conectores

La mayor parte de las momias terminan en grandes conectores de múltiples clavijas; un conector de múltiples clavijas puede tener 40, 60 o más terminales in-



dividuales. Las conexiones del circuito son puntos de prueba y reparación importantes para el servicio eléctrico y en muchas ocasiones, las conexiones pobres son la principal causa de falla en el sistema eléctrico, vale la pena poner especial atención en su revisión.

Los tipos más comunes de conectores se muestran en la figura 4.4.

Figura 4.4

Conectores de un alambre sencillo

Conectan un alambre a otro, o bien un alambre a un componente determinado. Su terminal tiene forma de gancho, horquilla o anillo.



Conectores hembra y macho

Conectan dos alambres del mismo calibre.

Conectores de varios alambres

La importancia de este tipo de conectores es que permiten verificar, por su parte trasera, las conexiones individuales de los circuitos, sin necesidad de separar el conector.

Conectores moldeados

Conectan alambres sencillos y del mismo calibre. Sus terminales pueden separarse para hacer reparaciones menores.



Comentario del especialista

Existen ciertas normas básicas que deben tomarse en cuenta para evitar un calentamiento de los fusibles o el peligro de incendio.

- No instalar nunca un fusible de mayor capacidad que el original.
- Nunca usar otros materiales metálicos para hacer puentes en las terminales de los fusibles.

Elementos de protección

Para la protección de los circuitos eléctricos se emplea un número determinado de fusibles, el cual varía en función del modelo y marca del vehículo.

En la tabla 4.1 se muestran las diferentes intensidades de los fusibles.

Fusibles

Los fusibles actúan en los circuitos como una válvula de seguridad, su eficiencia radica en quemar o abrir su cir-

cuito interno cuando atraviesa por él una corriente excesiva. En los circuitos de los automóviles modernos se usan tres tipos de fusibles:

- Fusible de cristal
- Fusibles de cartucho
- Fusibles tipo navaja o minifusibles

Los fusibles se instalan en un panel central que se ubica debajo del tablero de instrumentos o en algunos vehículos podemos ubicarlos en el mismo compartimiento del motor (figura 4.5).

El panel de fusibles recibe el voltaje de la batería en su barra principal de distribución, la cual tiene contacto con un extremo del fusible, y el otro extremo tiene conexión con el circuito o circuitos que protege.

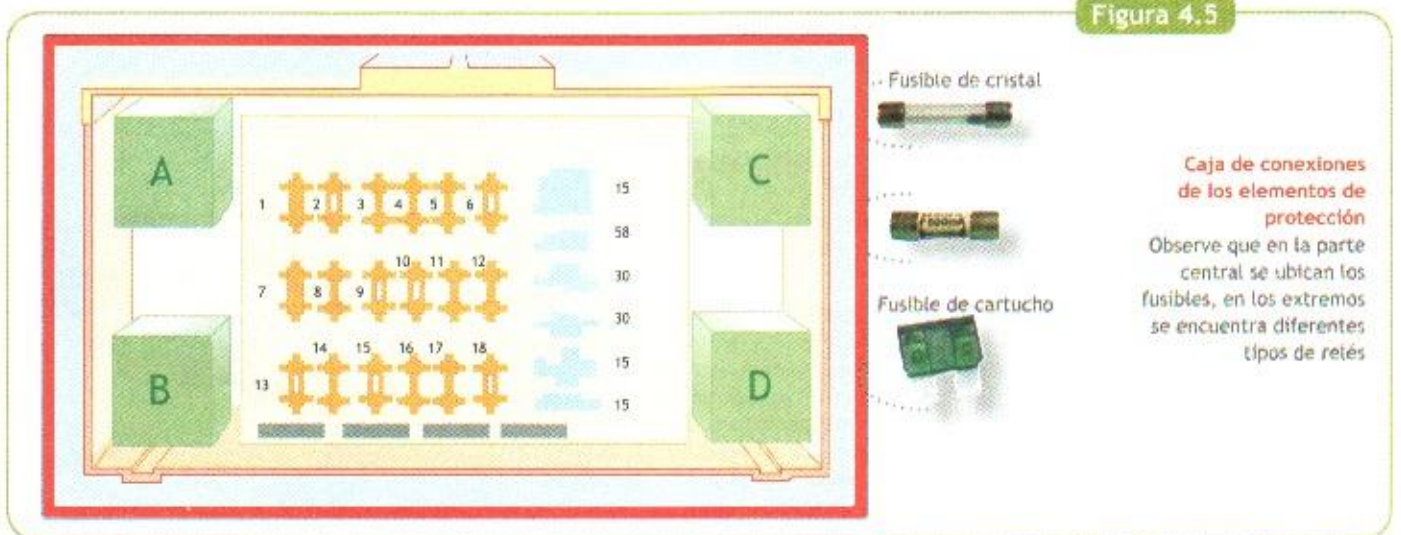
La alimentación para la mayoría de los circuitos (excepto los faros, el motor de arranque y el sistema de encendido) se suministra a través del panel de fusibles.

Un fusible quemado es una indicación de que algo está mal en el circuito que protege.

Tabla 4.1 Norma general de la intensidad de los fusibles

Intensidad (Amperaje)	Dispositivo o sistema que protege
I = 8A	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba eléctrica • Regulador de tensión • Faros de carretera y cruce • Luces de posición • Luces de marcha atrás • Luz de matrícula • Luces del tablero de instrumentos, etc.
I = 16A	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de dirección • Luces de paro • Electroventilador • Limpiaparabrisas • Luneta térmica • Encendedor • Iluminación interior • Zumbadores
I = 25A	<ul style="list-style-type: none"> • Electroventilador de refrigeración • Elevalunas

Figura 4.5



Elementos consumidores

Son todos aquellos dispositivos que utilizan y aprovechan la energía eléctrica transportada a través de los conductores. Cada uno de estos elementos trabajaba en conjunto con otros elementos integrados en los mismos o diferentes circuitos.

A continuación, estudiaremos de manera individual los elementos comunes en la mayoría de los circuitos y sistemas de un vehículo. Cabe destacar, que existen muchos otros dispositivos específicos de cada sistema (por ejemplo, las lámparas del sistema eléctrico, ventiladores del sistema de enfriamiento y del sistema de aire acondicionado, etc.), cuya operación está determinado por el funcionamiento del circuito al que pertenece. Por esta razón, hemos decidido enfocarnos únicamente en aquellos elementos comunes.

Resistencias

Recordemos que todos los circuitos deben contar con cierta resistencia que se oponga al flujo de la corriente con el fin de producir como resultado un trabajo. De esta manera, la energía eléctrica se transforma en otro tipo de energía. Básicamente podemos encontrar dos tipos de resistencias, las resistencias fijas o las resistencias variables (figura 4.6). Sin importar su forma o función, toda resistencia debe cubrir ciertos principios de operación para su funcionamiento:

1. El voltaje debe caer cuando la corriente fluye de un lado a otro del resistor.
2. El flujo de corriente se mantiene constante.
3. Todos los resistores liberan energía en forma de calor.

Comentario del especialista

Código de colores

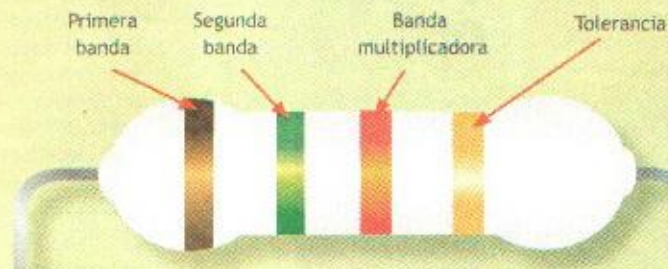
Debido a que los resistores fijos que se utilizan en los circuitos electrónicos son generalmente pequeños, se les graba una serie de bandas de colores en vez de su valor con número o letra, para que puedan ser identificados fácilmente.

A estas bandas (que son tres o cuatro), se les denomina código de colores; la combinación de colores que presente cada resistencia, determinará su valor exacto.

1. Identifique el valor de las dos primeras bandas. A estos valores se les llaman cifras significativas, porque correspon-

den al valor numérico del resistor. La primera banda siempre se localiza del lado contrario al color metalizado (dorado o plateado).

2. Identifique el valor de la tercera banda, que corresponde al valor multiplicador (o sea, la cantidad de ceros que se colocará después de los dos primeros dígitos).
3. Por último se identifica el color de la cuarta banda, que corresponde a un valor de tolerancia; éste indica qué tan preciso puede ser el valor del resistor.



Negro	0	0	x1	
Marrón	1	1	x10	± 1%
Rojo	2	2	x100	± 2%
Naranja	3	3	x1.000	
Amarillo	4	4	x10.000	
Verde	5	5	x100.000	
Azul	6	6	x1.000.000	
Violeta	7	7		
Gris	8	8		
Blanco	9	9		
Dorado			x0,1	± 5%
Plata			x0,01	± 10%

Ejemplo: Marrón Verde Rojo Dorado
1 5 00 5%
= 1.500 Ω 5%

Figura 4.6

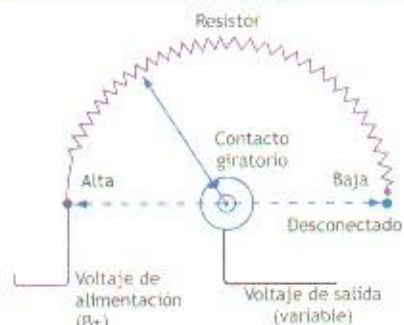
Resistores fijos

Los resistores fijos son los que más se utilizan en los circuitos electrónicos; ya que ante condiciones normales siempre presentan el mismo valor de resistencia; recuerde que la resistencia se mide en Ohms y se representa con el símbolo Ω .



Reóstatos

Es un resistor que cuenta con dos terminales de conexión, una a un extremo fijo de su alambre y el otro a un contacto móvil que se desliza a lo largo del resistor. Al girar el contacto móvil, hacia la otra conexión se aumenta o disminuye la resistencia en la conexión a la cual está asociado.



Resistores variables y resistores ajustables

Los resistores variables y ajustables son dispositivos provistos de un eje móvil, que les permite ajustar su valor de resistencia; ambos tienen el mismo principio de operación y pueden funcionar como reóstatos o como potenciómetros.



Potenciómetros

Son resistencias variables que de forma mecánica modifican su resistencia de acuerdo con la posición en la que se encuentren. Su uso es muy variado y van desde la aplicación en un sensor, por ejemplo el TPS (sensor de posición del acelerador), control de nivel de luces y en general en circuitos donde se tenga que controlar, de forma mecánica, el nivel de algún dispositivo.

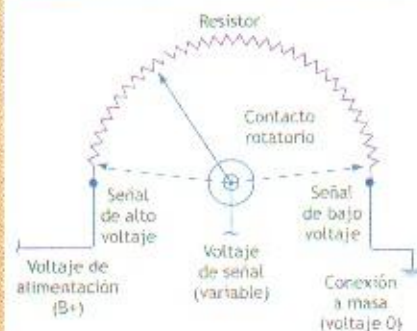
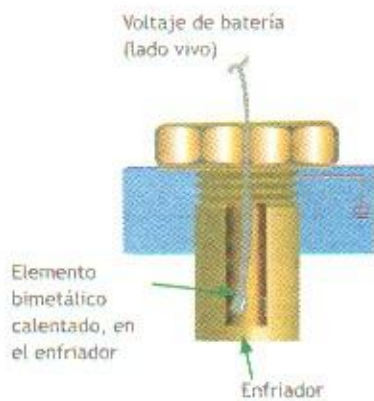


Figura 4.7

Interruptor térmico



Interruptor mecánico



Polos = Número de conexiones de entrada.
Tiros = Número de conexiones de salida.

NO = Normalmente abierto
NC = Normalmente cerrado

Interruptores

Son dispositivos que controlan el funcionamiento de los circuitos, abriendo o cerrando el paso de la corriente. Al igual que los conectores, el interruptor es una extensión de los conductores; por lo tanto, deben tener poca resistencia y una caída de voltaje mínima.

Los interruptores se clasifican por su número de polos y tiros y por sus posiciones de contacto (figura 4.7); existen también interruptores del tipo mecánico o térmico.



Relevadores

Son dispositivos electromagnéticos que trabajan igual que un interruptor; es decir, abren o cierran un circuito. Están formados por una bobina que genera un campo magnético al ser energizado; este campo magnético abre o cierra una parte metálica, la cual a su vez, hace lo mismo con el circuito correspondiente.

Al igual que los interruptores, los relevadores pueden estar normalmente abiertos o cerrados. Por ejemplo, un relevador del tipo normalmente abierto, controla el claxon, motores de arranque, bombas eléctricas de combustible, entre otros (figura 4.8).

Solenoides

Son dispositivos electromecánicos que trabajan de manera similar a un relevador. Ambos son dispositivos de corriente directa que pueden funcionar solamente si la corriente fluye continuamente en una dirección a través de sus bobinas. Recuerde que la dirección de la corriente determina la dirección de un campo magnético.

Debido a que los sistemas eléctricos del automóvil son sistemas de corriente directa, los relevadores y solenoides son dispositivos ideales para controlar circuitos y cualquier tipo de función electromecánica.

Zumbadores

Muchos circuitos de un automóvil incluyen dispositivos zumbadores para alertar al conductor sobre una determinada situación. Por ejemplo, cuando los cinturones del asiento no están abrochados, si dejó la llave de encendido

en el interruptor, si la puerta está entreabierta, etc. Muchas veces se encuentran asociados a un indicador en el panel de instrumentos.

Indicadores

Son dispositivos integrados en el panel de instrumentos. Los principales son el indicador de carga, el indicador de velocidad, el velocímetro, los indicadores de presión de aceite, temperatura, etc.

Aunque existen otros dispositivos indicadores en los vehículos modernos.

Comentario del especialista

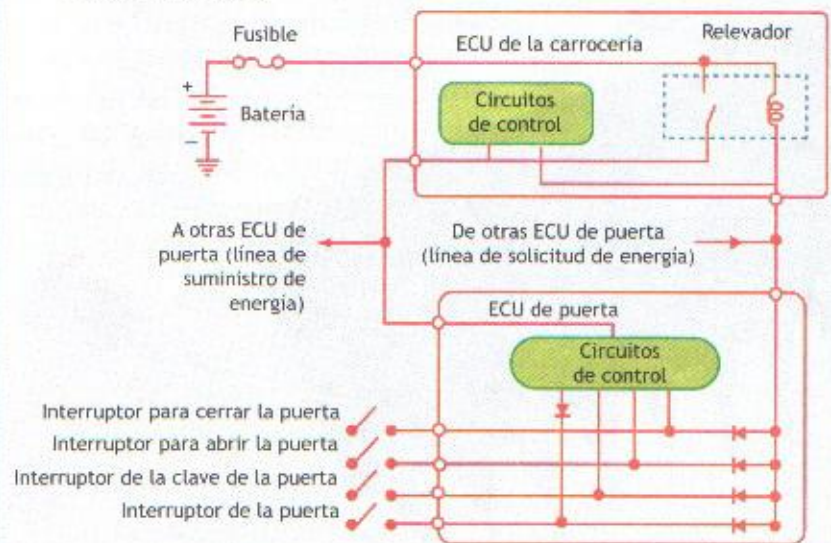
Es importante conocer las posiciones de operación tanto de los interruptores, como de los relevadores para poder localizar eficientemente cualquier falla en ellos. Las posiciones determinan qué dispositivos del circuito están conectados y que por lógica están recibiendo un voltaje.

Es importante enfatizar que estos dispositivos son básicos en las operaciones lógicas y de control de la ECU, como se verá en otros fascículos.



Figura 4.8

Este esquema eléctrico muestra cómo funcionan el relevador y los circuitos de sistema múltiple de un vehículo marca Toyota.



ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

La electrónica en el automóvil es un área que en los últimos años ha incrementado notablemente su presencia y ha asumido muchas tareas que anteriormente se realizaban con dispositivos mecánicos.

En la actualidad no se puede brindar el servicio técnico a un vehículo sin encontrarnos con algún dispositivo de tipo electrónico, ya sea desde un simple interruptor, hasta una computadora que controla todo el sistema de encendido.

De igual forma, como fue necesario entender los conceptos básicos y funcionamiento de todos aquellos elementos que intervienen en un proceso eléctrico, es necesario entender los principios básicos

de un sistema electrónico, así como sus componentes principales.

Los elementos electrónicos de un vehículo se pueden dividir en tres grandes grupos:

- Unidad de Control Electrónico o ECUSensores
- Actuadores

En este capítulo estudiaremos los principales elementos de cada grupo, enfocándonos principalmente en su funcionamiento.

Pero antes de iniciar, es importante recordar algunos conceptos básicos de los semiconductores, ya que es el principio de operación con que funcionan los componentes electrónicos (diodos, transistores y circuitos integrados).

También estudiaremos de manera general los conceptos de la electrónica digital para poder comprender la lógica de trabajo de la Unidades de Control Electrónico.



Conceptos básicos sobre semiconductores

Como mencionamos en el capítulo 1, los materiales pueden ser clasificados en tres tipos de acuerdo con su capacidad de conducción eléctrica: conductores, aislantes y semiconductores.

El descubrimiento y uso de los semiconductores trajo una verdadera revolución, ya que con ellos se logró un mayor rendimiento en los circuitos electrónicos y la miniaturización de los mismos. Hoy por hoy no existe ningún circuito o sistema que no los utilice.

Los materiales semiconductores tienen como característica principal el principio de dualidad: se comportan como conductores o como aislantes, dependiendo de las condiciones eléctricas y ambientales a las que se les someta (voltajes, calor, luz, etc.)

Capa de valencia

Ahora bien, todos los materiales existentes en la naturaleza se caracterizan y se diferencian unos de otros por su estructura atómica. Para el estudio de la electrónica, sólo nos interesan los electrones incluidos en la capa externa de cada átomo (capa de valencia).

Los semiconductores se caracterizan por tener cuatro electrones en su capa de valencia; estos electrones se comparten con los electrones de valencia de los átomos vecinos para buscar su equilibrio y completar ocho electrones en su capa de valencia.

De esta manera se forman estructuras ordenadas llamadas cristales; en éstos, los átomos se acomodan en forma de retícula constante; es decir, siguen un mismo patrón de orden a todo lo largo del material.

Efecto de la temperatura sobre los semiconductores

Un cristal semiconductor de silicio puro, como el que acabamos de describir, se comporta como aislante a temperaturas bajas (cercanas al cero absoluto). Sin embargo, al aumentar dicha temperatura, la agitación hace que algunos electrones de la capa de valencia rompan los enlaces que los unen al cristal y se conviertan en electrones libres, generando un espacio libre llamado "hueco", permitiendo así la circulación de la corriente eléctrica (figura 5.1).

Por lo tanto, en un semiconductor por el que circula una corriente eléctrica, existirá un movimiento de electrones y huecos en direcciones opuestas.

Los semiconductores utilizados para la fabricación de diodos, transistores, circuitos integrados, etc. son cristales dopados; es decir, contienen pequeñas cantidades controladas de impurezas llamadas dopantes.

Dopar un semiconductor significa inyectarle átomos de otros elementos. Con esto se pretende que cuando se formen los enlaces entre los electrones de valencia, queden electrones sin enlazar o la falta de electrones (provocando un hueco).

En la práctica los semiconductores se dopan con átomos de elementos que tengan cinco electrones de valencia (pentavalentes) o átomos de elementos con tres electrones de valencia (trivalentes, figura 5.2).

Figura 5.1

La aplicación de calor en los materiales semiconductores, genera huecos y electrones libres.



Figura 5.2

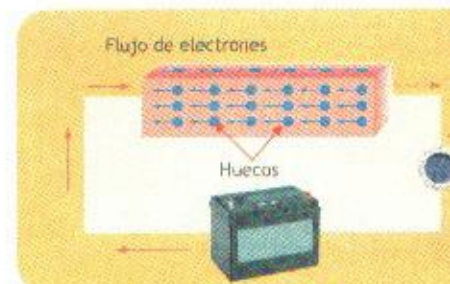
■ Materiales tipo N

Los semiconductores dopados con impurezas pentavalentes, se les llama semiconductores tipo N y se caracterizan porque al formar los enlaces queda un solo electrón sobrante. Este electrón tiene la libertad de moverse a través del cristal semiconductor, convirtiéndose en un portador de corriente.



■ Materiales tipo P

Los semiconductores dopados con impurezas trivalentes, se les llama semiconductores tipo P y se caracterizan porque al formar los enlaces queda un hueco que se comporta como una carga positiva libre, y es capaz de atraer un electrón externo.



Compuertas NOT

La compuerta inversora o conocida como NOT, consiste en cambiar un estado lógico de cero (0) a uno (1) y viceversa.

Símbolo



Tabla de validez

A	B
0	1
1	0

Compuertas OR

La compuerta OR deja pasar cualquier entrada que tenga un uno (1) a su salida.

El funcionamiento de este tipo de compuertas también puede estudiarse con interruptores conectados en paralelo; sólo hay que recordar que un switch abierto equivale a cero (0) y un switch cerrado representa uno (1).

Símbolo

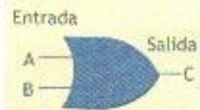


Tabla de validez

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Compuerta AND

Este tipo de compuerta representa la multiplicación y si en todas sus entradas se registra un uno (1), su respuesta de salida será uno (1). También puede estudiarse con interruptores conectados en serie; recuerde que un switch abierto representa cero y el cerrado representa uno.

Símbolo



Tabla de validez

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Compuertas complementarias

Son el resultado de la combinación de los tipos de compuertas ya descritas. Su objetivo principal es conservar los datos de las entradas previas y no cambian sus salidas. Estos son los que se llaman circuitos lógicos secuenciales y son la base de los circuitos de la memoria de la computadora (Flip-Flop).

Símbolo

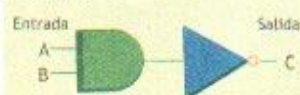


Tabla de validez

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Figura 5.3

Principios de la electrónica digital

Las señales de entrada y salida de la Unidad Electrónica de Control o ECU pueden ser de tipo digital o análogo. Entender estos conceptos ayudará a comprender la lógica de trabajo del sistema de la misma computadora.

La mayor parte de las condiciones del automóvil son variables analógicas; por ejemplo la temperatura no cambia bruscamente de 0 a 100 grados, sino que varía en grados consecutivos.

Por su parte, la computadora necesita medir los cambios de temperatura; para ello no necesita conocer la temperatura exacta, sólo si está por arriba o por debajo de un valor predeterminado. Esto puede traducirse en una señal digital de “no voltaje” cuando la temperatura se encuentra por debajo del valor programado o en una señal de “cualquier voltaje” cuando la temperatura sobrepasa dicho valor.

De esta manera, una señal digital actúa igual a un interruptor sencillo que abre y cierra un circuito. Pero ¿Cómo puede una computadora decidir si abre o cierra un circuito? Todas las computadoras digitales manipulan los datos a través de circuitos lógicos básicos o compuertas lógicas.

Compuertas lógicas

Una compuerta lógica está integrada por varios transistores y se les llama compuertas porque sus circuitos actúan como “puertas” que controlan el paso de las señales de salida como respuesta a diferentes combinaciones de las señales de entrada.

Del mismo modo que los átomos son los elementos básicos de la materia, las compuertas lógicas son los elementos básicos de las operaciones digitales de la computadora.

Las variables lógicas

En electrónica las variables lógicas se utilizan para representar señales o condiciones que sólo pueden adoptar uno de dos estados posibles (0 ó 1).

Ahora bien, recordemos que así como existen dos teorías del flujo de corriente, también existen dos lógicas para determinar la dirección de la corriente magnética, y que determinan la lógica operacional de las compuertas.

1. La lógica positiva define el voltaje más elevado como uno (1) y el voltaje bajo como cero (0).
2. La lógica negativa define el voltaje más bajo como uno (1) y el voltaje más alto como cero (0).

Estas variables lógicas y sus relaciones se representan mediante tablas de verdad y símbolos lógicos. Una tabla de verdad es la representación gráfica que contiene todas las posibles combinaciones de estados de las variables de entrada y los estados de las variables de salida (figura 5.3).

Análogo: Es una señal de voltaje o una función de procesamiento con valores infinitamente variables comparados con un parámetro fijo que se está midiendo.

Digital: Es una señal de entrada, salida o procesamiento que significa sí-no, alto-bajo, conectado-desconectado.

Principales dispositivos electrónicos

En general, todos los dispositivos electrónicos presentan ciertas ventajas frente a los dispositivos mecánicos. Por ejemplo, su reemplazo es relativamen-

te fácil (desconectar-conectar), permiten diseños más compactos, minimizan el número de conductores para su instalación, etc.; otra ventaja es que al carecer de piezas móviles, no es necesario reemplazarlos periódicamente por desgastes.

Termistores

Son dispositivos semiconductores que se forman de un material tipo N o tipo P. Se caracterizan por variar su resistencia en función de la temperatura. Pueden ser de dos tipos: opositores, es decir, aumentan su resistencia en función de la temperatura, y NTC (coeficiente de temperatura negativo) éstos disminuyen su resistencia si aumentan su temperatura y aumentan su resistencia si disminuye la temperatura. En el automóvil un termistor, tiene su aplicación principalmente, en sensores de temperatura del motor ECT y sensores de temperatura del aire de entrada IAT.



Transistores

Los transistores son dispositivos que cuentan con tres terminales y se utilizan para controlar corrientes relativamente grandes a partir de señales de corriente o de voltaje muy débiles, actuando como resistencia o interruptores controlables.

Básicamente existen dos tipos de transistores, bipolares o de unión (BJT) que son dispositivos controlados por corriente; y los transistores unipolares o de efecto de campo (FET), que son dispositivos controlados por voltaje. De cada una de estas categorías se desprenden muchas otras variantes.

Los transistores se consideran componentes activos al amplificar la potencia que reciben y también son componentes semiconductores, lo cual significa que pueden actuar como conductores o como aislantes.

Las aplicaciones automotrices van desde el regulador en un alternador, excitador de encendido, osciladores, reguladores de voltaje y detector en circuitos internos de computadora automotriz.



Diodos

Son dispositivos semiconductores que se forman de dos materiales semiconductores, uno P y otro N. En el automóvil sus usos son muy variados: rectifican corriente alterna en corriente continua en el alternador, actúan como reguladores de voltaje en la computadora automotriz y funcionan como protección de circuitos o alimentaciones.

Al polarizarse en sentido directo o inverso, su función básica es dejar pasar la corriente o flujo eléctrico en un sentido e impedir su retorno.



Circuitos Integrados

Son circuitos complejos formados por miles de transistores y otros dispositivos integrados en una sola pastilla de silicio (CHIP). Los circuitos integrados se fabrican reproduciendo un modelo del circuito en una oblea de silicio, y depositando en ella materiales conductores tipo P y N, así como materiales aislantes. En una sola oblea de silicio pueden construirse varios cientos de circuitos integrados idénticos y cada uno se separa posteriormente como un "chip" individual que se instala en un dispositivo compacto para que pueda conectarse en un circuito más grande.



Dispositivos Mosfet

Los dispositivos Cmos formados por el semiconductor complementario de óxido de silicio son muy delicados, no deben ser tocados fuera de un circuito porque podrían sufrir daños por la electricidad estática. Se caracterizan por su bajo consumo de energía y su alta velocidad de funcionamiento. Se utilizan para hacer memorias, circuitos integrados y compuertas lógicas. Al sustituir estos componentes se debe tener cuidado en no tocarlos o en su defecto usar pulseras antiestáticas para trabajar con ellos.



Los elementos elect

Unidad de Control Electrónico

Es el dispositivo encargado de recibir las señales enviadas por los dispositivos alimentadores (sensores, actuadores, interruptores), y de procesarlas a través de una serie de circuitos electrónicos previamente programados. Después de procesar dicha señal, la información es enviada hacia dispositivos de salida o es aplicada como una señal de entrada hacia otro circuito o dispositivo.

El dispositivo encargado de realizar esta función en el automóvil es una computadora llamada Unidad de Control Electrónico o ECU, por sus siglas en inglés.

Sensores

Debido a que una computadora sólo puede recibir señales de voltaje, un sensor tiene como función principal convertir el movimiento, presión, temperatura, luz y cualquier otro tipo de energía en voltajes. Los sensores de un vehículo son interruptores, cronometradores, resistores, transformadores, generadores, etc. Es decir pueden enviar señales de tipo analógico o digital.

Sensores



UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO



trónicos de un vehículo

UNIDAD DE CONTROL
ELECTRÓNICO ECU

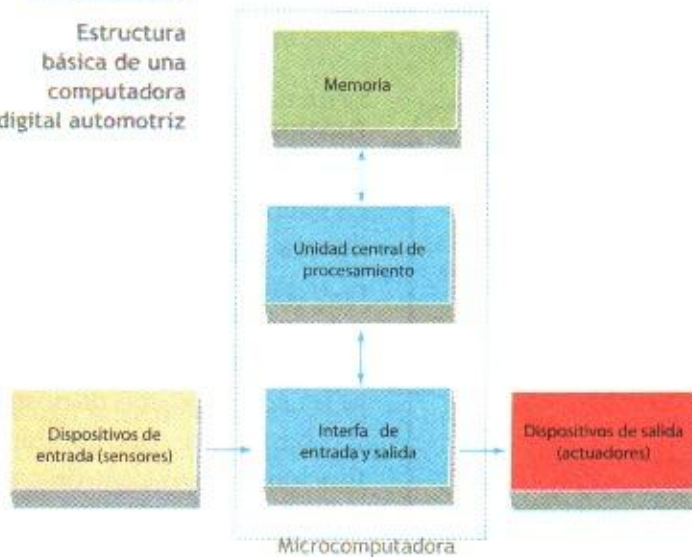


Actuadores

Los actuadores son dispositivos de salida que cambian la señal de voltaje entregada por la computadora en una acción mecánica. A este tipo de dispositivos se les conoce como dispositivos híbridos, ya que combinan el funcionamiento electrónico con el funcionamiento mecánico. La mayor parte de los actuadores son solenoides, relevadores y válvulas.

Figura 5.4

Estructura básica de una computadora digital automotriz



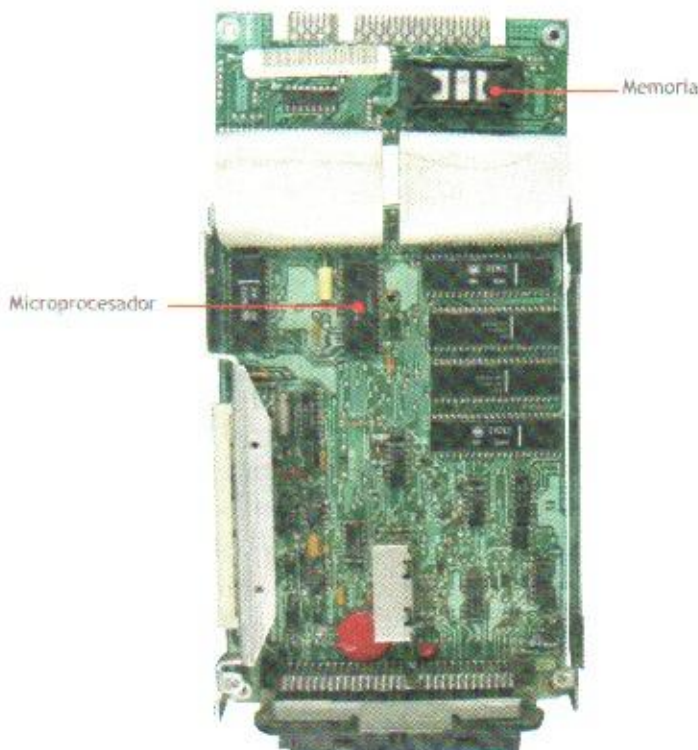
Unidad de Control Electrónico ECU

Es el dispositivo encargado de recibir las señales enviadas por los dispositivos alimentadores, y de procesarlas a través de una serie de circuitos electrónicos previamente programados. Después de procesar dicha señal, la información es enviada hacia dispositivos de salida o es aplicada como una señal de entrada hacia otro circuito o dispositivo (figura 5.4).

El dispositivo encargado de realizar esta función en el automóvil es una computadora llamada Unidad de Control Electrónico o ECU, por sus siglas en inglés.

Figura 5.5

Vista física de los componentes de una computadora automotriz ECU



Estructura de la Unidad de Control Electrónico

Esta unidad de control o computadora está integrada en una caja de metal que es montada en el compartimiento de pasajeros debajo del tablero de instrumentos o detrás de un tablero de esquina (figura 5.5).

La ECU del automóvil es un dispositivo integrado por diferentes circuitos y componentes electrónicos que cubren las cuatro etapas básicas de cualquier computadora. El estudio de cada una de estas etapas queda fuera de los objetivos de este fascículo y se estudiarán más a detalle en fascículos posteriores.

- Entrada de datos
- Procesamiento de datos
- Almacenamiento y comparación de datos
- Salida de datos

Sensores

Debido a que una computadora sólo puede recibir señales de voltaje, un sensor tiene como función principal convertir el movimiento, presión, temperatura, luz y cualquier otro tipo de energía en voltajes. Los sensores de un vehículo son interruptores, cronometradores, resistores, transformadores, generadores, etc. Es decir pueden enviar señales de tipo analógico o digital.

Los sensores envían hacia la computadora sus señales de entrada en cualquiera de las siguientes formas:

- Generando un voltaje
- Modificando un voltaje de referencia

Condiciones variables que pueden medir en un automóvil son:

Comentario del especialista

La mayor parte de estas condiciones se generan como señales analógicas. Dependiendo del sistema y programa de la computadora, serán los tipos de sensores utilizados, ya que existen algunas computadoras cuyo sistema requiere de señales de entrada digitales y existen otras que requieren de una señal de entrada tipo analógica.


Movimiento y posición

- Lineal
- Angular (rotación)




Temperatura

- Aire
- Líquidos (refrigerante, aceite, etc.)



Presión

- Hidráulica (líquido para frenos, combustible, frenos)
- Neumática (vacío del motor)
- Física (detonación o autoencendido del motor)



Velocidad

- Revoluciones por minuto del motor
- Velocidad del vehículo
- Velocidad de transmisión y líneas de mando
- Velocidad de cambio (aceleración, desaceleración)

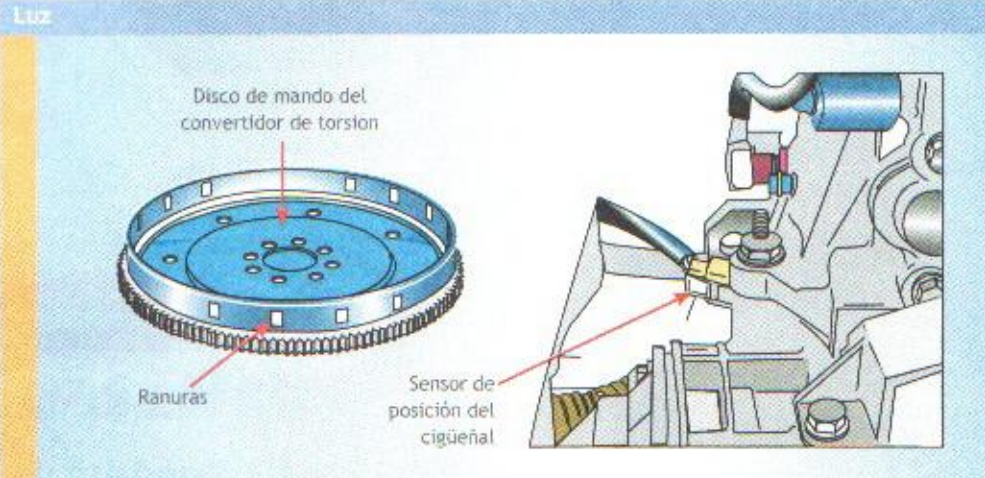


Masa atómica o volumen

- Flujo de aire
- Flujo de combustible
- Contenido de oxígeno en el motor



Luz



Disco de mando del convertidor de torsión

Ranuras

Sensor de posición del cigüeñal

Actuadores

Los actuadores son dispositivos de salida que cambian la señal de voltaje entregada por la computadora en una acción mecánica. A este tipo de dispositivos se les conoce como dispositivos híbridos, ya que combinan el funcionamiento electrónico con el funcionamiento mecánico. La mayor parte de los actuadores son solenoides, relevadores, válvulas.

Relevadores

Son dispositivos electromagnéticos que trabajan igual que un interruptor; es decir, abren o cierran un circuito (figura 5.6). Están formados por una bobina que genera un campo magnético al ser energizado; este campo magnético abre

o cierra una parte metálica, la cual a su vez, hace lo mismo con el circuito correspondiente. Es decir, un relevador usa una corriente eléctrica para controlar otra corriente eléctrica.

Solenoides

Son dispositivos electromecánicos que trabajan de manera similar a un relevador (figura 5.7). Ambos son dispositivos de corriente directa que pueden funcionar solamente si la corriente fluye continuamente en una dirección a través de sus bobinas, cambiando así un voltaje eléctrico en movimiento mecánico.

