

MECÁNICO AUTOMOTRIZ GASOLINA

MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL AUTOMÓVIL

MT.3.4.1-94/05 • Edición 01



Instituto Técnico de
Capacitación y Productividad

Guatemala, C.A.

Módulo
9

I N D U S T R I A

Instituto Técnico de Capacitación y Productividad



Instituto Técnico de
Capacitación y Productividad

MECÁNICO AUTOMOTRIZ GASOLINA

MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL AUTOMÓVIL



Instituto Técnico de
Capacitación y Productividad

MÓDULO 9

MT.3.4.1-94/05

Edición 01



Guatemala, enero de 2006



Instituto Técnico de
Capacitación y Productividad

COPYRIGHT
Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
-INTECAP- 2005

Esta publicación goza de la protección de los derechos de propiedad intelectual en virtud de la Convención Universal sobre Derechos de Autor. Las solicitudes de autorización para la reproducción, traducción o adaptación parcial o total de su contenido, deben dirigirse al Instituto Técnico de Capacitación y Productividad INTECAP de Guatemala. El Instituto dictamina favorablemente dichas solicitudes en beneficio de la Formación Profesional de los interesados. Extractos breves de esta publicación pueden reproducirse sin autorización, a condición de que se mencione la fuente.

**MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS
DEL AUTOMÓVIL**

Código: MT.3.4.1-94/05
Edición 01

Las denominaciones empleadas en las publicaciones del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, y la forma en que aparecen presentados los datos, contenidos y gráficas, no implican juicio alguno por parte del INTECAP ni de sus autoridades. La responsabilidad de las opiniones en los artículos, estudios y otras colaboraciones, incumbe exclusivamente a sus autores.

La serie es resultado del trabajo en equipo del Departamento de Industria de la División Técnica, con el asesoramiento metodológico del Departamento de Tecnología de la Formación bajo la dirección de la jefatura de División Técnica.

Este manual ha sido impreso en el Centro de Reproducción Digital por Demanda Variable del INTECAP -CRDDVI-

Las publicaciones del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, así como el catálogo lista y precios de los mismos, pueden obtenerse solicitando a la siguiente dirección:

Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
División Técnica - Departamento de Industria
Calle del Estadio Mateo Flores, 7-51 zona 5. Guatemala, Ciudad.
Tel. PBX. 2410-5555 Ext. 647, 644
www.intecap.org.gt divisiontecnica@intecap.org.gt


SERIE MODULAR

MECÁNICO AUTOMOTRIZ

GASOLINA

OBJETIVO DE LA SERIE

Con los contenidos de los manuales que comprenden esta serie modular, el participante adquirirá los conocimientos requeridos para realizar diagnósticos básicos y reparar averías en los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos de automóviles accionados por motor de combustión interna de gasolina, de acuerdo a especificaciones técnicas de fabricantes y a parámetros de calidad establecidos.

MÓDULO	TÍTULO
1	Mecánica de ajustes
2	Procesos básicos de soldadura SEA y soldadura SOA
3	Mantenimiento básico del automóvil
4	Mantenimiento del sistema de frenos del automóvil
5	Mantenimiento de los sistemas de suspensión y dirección del automóvil
6	Mantenimiento del sistema de transmisión del automóvil
7	Mantenimiento del motor a gasolina y sus sistemas auxiliares
8	Mantenimiento del sistema eléctrico del automóvil
9	Mantenimiento de sistemas electrónicos del automóvil 

INDICE

Prerrequisitos	1
Objetivo del manual	1
Presentación	3
Diagrama de contenidos	5
Preliminares	7

Unidad 1

Mediciones de componentes de circuitos electrónicos

Objetivos de la unidad	11
------------------------	----

IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

1.1	Principios de electrónica	12
1.2	El diodo	15
1.3	El transistor	21
1.4	El varistor	27
1.5	El tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR)	28
1.6	Termistores	30
1.7	Circuito integrado	32

COMPROBAR EL ESTADO DE DIODOS, TRANSISTORES Y TERMISTORES, DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

1.8	Comprobación del estado de los diodos	40
1.9	Comprobación del estado de los transistores	42
1.10	Comprobación del estado de los termistores	44
	Actividades	46
	Resumen	47
	Evaluación	49

Unidad 2

Reparación de sistemas de encendido electrónico

Objetivos de la unidad	51
------------------------	----

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

2.1	Sistema de encendido transistorizado	52
2.2	Generadores de señales	57
2.3	Sistema de encendido electrónico con sensor inductivo	61
2.4	Sistema de encendido con sensor de efecto Hall	75

2.5	Sistema de encendido electrónico con sensor óptico	77
2.6	Sistemas de encendido directo	82
2.7	Mediciones de señales electrónicas con el osciloscopio	84
2.8	Uso y manejo de equipo para diagnóstico de sistemas electrónicos	87

DIAGNÓSTICAR Y DAR MANTENIMIENTO A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

2.9	Reacondicionamiento del SEE con sensor inductivo	89
2.10	Reacondicionamiento del SEE con sensor Hall	90
2.11	Reacondicionamiento del SEE con sensor óptico	91
2.12	Reacondicionamiento del SEE directo (D.I.S.)	91

REALIZAR INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

2.13	Inspección y mantenimiento del sistema de encendido transistorizado	92
	Actividades	95
	Resumen	96
	Evaluación	99

Unidad 3

Reparación de sistemas de inyección electrónica

	Objetivos de la unidad	101
--	------------------------	-----

IDENTIFICAR LOS TIPOS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

3.1	Sistema de inyección electrónica	102
-----	----------------------------------	-----

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

3.2	El sistema de alimentación de combustible	110
3.3	Inspección y mantenimiento del sistema de alimentación de combustible	119

INSPECCIONAR Y DAR MANTENIMIENTO A LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL FABRICANTE

3.4	Unidad de control electrónica (ECU)	121
3.5	Inspección y mantenimiento de la ECU	122
3.6	Los sensores del sistema de inyección	130
3.7	Inspección y mantenimiento de los sensores de temperatura	134
3.8	Sensor de la posición de la válvula de mariposa del obturador	135
3.9	Los sensores de la cantidad de aire de admisión	139
3.10	El sensor de oxígeno de los gases de escape	146
3.11	Sensor de revoluciones del motor	151
3.12	El sensor de velocidad del automóvil	158
3.13	Sensores de cargas auxiliares al motor	161
3.14	El sensor barométrico	165
3.15	El sensor de detonación del motor	167

IDENTIFICAR Y DAR MANTENIMIENTO A LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

3.16	Las válvulas de inyección (inyectores)	171
3.17	La de control de marcha en ralentí	177
3.18	Válvula de control de la recirculación de los gases de escape (EGR)	180
3.19	Las estrategias de operación de los sistemas de inyección	182
	Actividades	194
	Resumen	195
	Evaluación	197

Unidad 4

Reparación de sistemas de frenos A.B.S.

	Objetivos de la unidad	199
--	------------------------	-----

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS A.B.S., DE ACUERDO SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

4.1	El sistema de frenos A.B.S.	200
4.2	Los sensores de los frenos A.B.S.	205
4.3	Scanner para diagnóstico del A.B.S.	206

4.4	Unidad de control electrónico	207
-----	-------------------------------	-----

REALIZAR DIAGNÓSTICOS DE FALLAS EN FRENOS A.B.S. CON EQUIPO COMPUTARIZADO, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

4.5	El modulador hidráulico A.B.S.	208
4.6	Diagnóstico de frenos A.B.S. con scanner	210
4.7	Inspección y mantenimiento de los sensores del A.B.S.	211
4.8	Comprobación de los elementos eléctricos del modulador del modulador hidráulico	212
	Actividades	214
	Resumen	215
	Evaluación	217

Unidad 5

Reparación de sistemas de suspensión electrónica

	Objetivos de la unidad	219
--	------------------------	-----

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

5.1	Principios de funcionamiento de la suspensión electrónica	220
5.2	Los sensores del sistema de suspensión electrónica	222
5.3	Comprobación del funcionamiento de los elementos electrónicos de la suspensión	224
5.4	Unidad de control hidráulico de la suspensión electrónica	225
5.5	Unidad de control electrónico de suspensión electrónica	226

REALIZAR LA COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO Y ELECTRÓNICO, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

5.6	Comprobación de los elementos de la unidad de control hidráulico y electrónico	227
5.7	Realización de diagnóstico de la suspensión electrónica	228
	Actividades	230
	Resumen	231
	Evaluación	232
	Glosario	234
	Anexos	242
	Bibliografía	255

PRERREQUISITOS

Para eventos de Formación Integral de Jóvenes (FIJO):

Haber aprobado 6to. Primaria y tener vocación afín a la ocupación y haber aprobado los siguientes módulos de la especialidad:

- Mecánica de ajustes
- Procesos básicos de soldadura SEA y SOA
- Mantenimiento básicos del automóvil
- Mantenimiento del sistema de frenos del automóvil
- Mantenimiento del sistema de suspensión y dirección del automóvil
- Mantenimiento del sistema de transmisión del automóvil
- Mantenimiento del motor y sus sistemas auxiliares
- Mantenimiento del sistema eléctrico del automóvil.

Para eventos de Formación de Jóvenes y Adultos (FORJA):

Poseer experiencia comprobable como Auxiliar de Mecánico Automotriz desempeñando funciones que conforman la Mecánica de Ajustes, los Procesos Básicos de Soldadura al Arco Voltaico y Oxiacetilénica, Mantenimiento Básico, Mantenimiento de los Sistemas de Frenos, Suspensión y dirección, Transmisión, Motor y del Sistema Eléctrico del Automóvil.

OBJETIVO DEL MANUAL

Con los contenidos de este manual usted adquirirá los conocimientos necesarios para realizar diagnósticos y reparar averías en los sistemas electrónicos de automóviles accionados por motor de combustión interna a gasolina, de acuerdo a especificaciones técnicas de fabricantes y a parámetros de calidad establecidos.

PRESENTACIÓN

El presente manual de Mantenimiento de Sistemas Electrónicos del Automóvil constituye material de apoyo para el paquete didáctico del evento del mismo nombre, cuyo contenido se determinó a partir de Normas Técnicas de Competencia Laboral, establecidas por grupos de trabajo conformados por personal técnico del INTECAP y del sector productivo. El Mantenimiento de Sistemas Electrónicos del Automóvil se refiere a todas las técnicas que se aplican para proporcionar mantenimiento preventivo, diagnosticar fallas y reparar los sistemas de encendido electrónico, inyección electrónica, frenos ABS y suspensión electrónica. Este manual contiene las técnicas que usted debe aplicar para el correcto mantenimiento de Sistemas Electrónicos del automóvil. A través del estudio y la práctica de los contenidos de este Manual, usted adquirirá los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para ser capaz de proporcionar mantenimiento a los sistemas electrónicos del automóvil.

El presente manual consta de cinco unidades. **En la primera unidad** se presentan los principios de la electrónica, el funcionamiento de los elementos electrónicos como el diodo, el transistor, el varistor, el rectificador controlado de silicio SCR, el termistor y el circuito integrado. Se identifica y comprueba el estado del diodo, el transistor y los termistores, realizando mediciones eléctricas, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

En la segunda unidad, se tratan los sistemas de encendido electrónico, según el tipo de sensor que se utilice para captar las revoluciones del motor de combustión interna, los tipos de señales electrónicas: analógica, digital, analógica-digital y la medición de las señales con el osciloscopio. En cada sistema se presentan los elementos, diagramas y pruebas eléctricas necesarias para su mantenimiento.

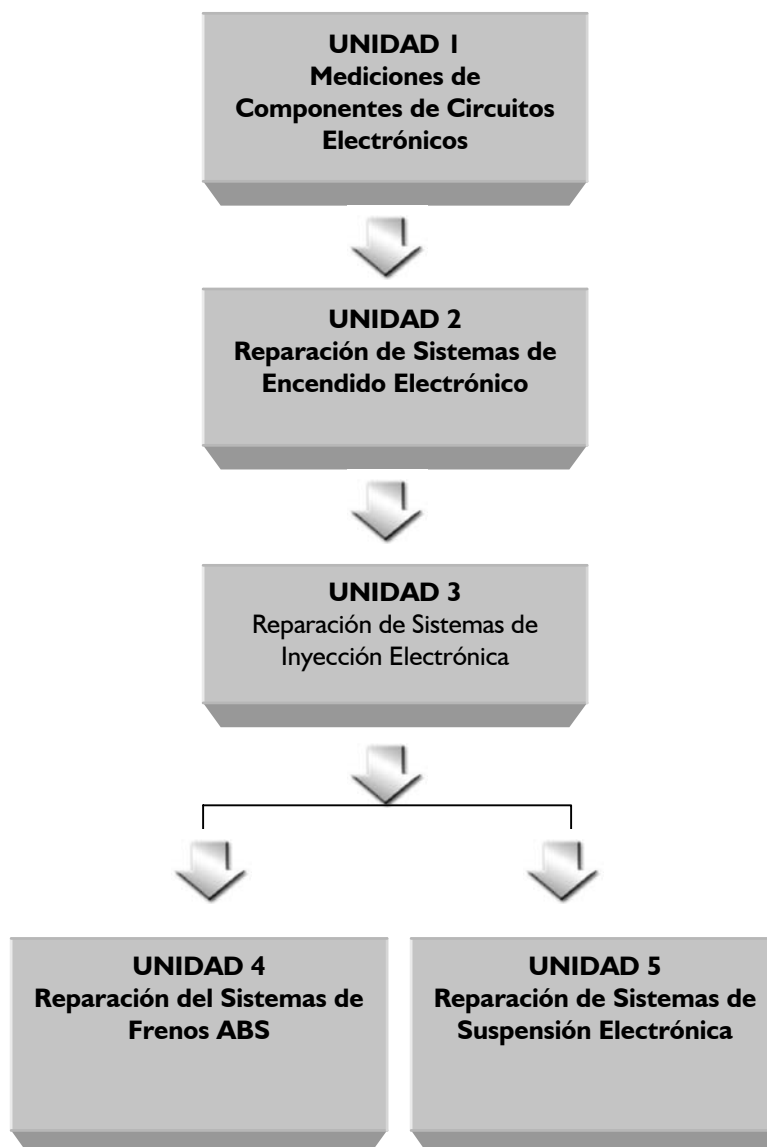
En la tercera unidad, se exponen los elementos que constituyen el sistema de inyección de gasolina, se definen los distintos sistemas de inyección en base a la ubicación y estrategia de activación de los inyectores, se interpreta el funcionamiento de sensores y actuadores y se realizan inspecciones y comprobaciones para el mantenimiento y diagnóstico de los sistemas de inyección electrónica de gasolina, en base a las especificaciones del fabricante.

En la cuarta unidad se presenta los componentes del sistema de frenos ABS y el diagnóstico con equipo computarizado (scanner).

En la quinta unidad, se describen los componentes del sistema de suspensión electrónica y se realiza el diagnóstico con equipo computarizado.

Cada una de las 5 unidades corresponde a una función específica dentro del área de Mantenimiento de Sistemas Electrónicos del Automóvil, de la ocupación de Mecánico automotriz gasolina, por lo que el estudio del presente manual podría enfocarse únicamente a una o varias de sus unidades y no necesariamente extenderse a todo el módulo. Esto dependerá lógicamente, de las funciones que se realicen en cada lugar de trabajo.

DIAGRAMA DE CONTENIDOS



Tiempo aproximado de estudio: 70 horas

La estimación del tiempo para el estudio del presente manual es de unas 70 horas, aunque depende directamente del ritmo individual de aprendizaje. De acuerdo al plan de formación correspondiente al presente módulo, el tiempo total de clases teóricas y de prácticas en taller correspondientes al período de formación en el centro de capacitación o en la empresa es de 450 horas.

PRELIMINARES

Antes de iniciar el estudio de las 5 unidades que conforman este manual, usted encontrará dos secciones importantes que debe leer cuidadosamente. En primer lugar, encontrará normas y consideraciones importantes de seguridad que se deben tomar en cuenta durante el desarrollo del trabajo y en segundo lugar, observaciones sobre protección ambiental. Es muy importante que no las tome a la ligera, tómese suficiente tiempo para analizarlas y comprenderlas, porque son de gran importancia para su salud y seguridad.

A. SEGURIDAD EN EL TALLER

En el proceso de mantenimiento de sistemas electrónicos del automóvil, usted estará siempre en contacto con productos tóxicos como: solventes, gasolina, grasas, aceites, ácido electrolítico, etc. Además, las emanaciones tóxicas de los automóviles al estar los motores de combustión interna en marcha, son dañinos y altamente contaminantes, por lo que pueden dañar su salud y hasta podrían ocasionarle la muerte, por falta de ventilación en el taller. Por lo tanto, es muy importante que utilice el equipo de seguridad, y mantenga ventilada el área de trabajo.

A.I MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD

Es muy importante que siempre que trabaje con los sistemas electrónicos del automóvil, tome en cuenta las siguientes medidas generales de seguridad para su protección personal y no dañar los materiales, el equipo y las herramientas que utilice durante la ejecución de los procesos asignados en las hojas de trabajo:

- Cuando trabaje con dispositivos electrónicos semiconductores como diodos, transistores, varistores, rectificadores controlados de silicio SCR, termistores, y circuitos integrados, tome en cuenta las especificaciones del fabricante, ya que de lo contrario, el dispositivo **no trabajará adecuadamente** en el circuito en el que está conectado, con el peligro de falla a corto plazo, o de su **destrucción inmediata**.
- Cuando inspeccione o le realice tareas de mantenimiento a un automóvil, siempre debe tomar en cuenta lo siguiente:
 - a) Utilice protectores plásticos en las áreas de la tapicería en las que trabajará, para evitar mancharlas y deteriorarlas con grasa, aceite o materiales corrosivos.
 - b) Utilice protectores de vinilo para no lastimar o rayar la pintura del automóvil.
- Antes de realizar cualquier proceso, pregúntele al propietario si su automóvil está provisto con:
 - a) Equipo que al desconectar la batería se pueda desprogramar.
 - b) Alarma contra robos y/o paralizadora.
- Para proteger el equipo electrónico del automóvil usted **no** debe:
 - a) Desconectar la batería con el motor en marcha.
 - b) Conectar la batería con la polaridad **invertida**.
- Siempre que desconecte o conecte cualquier conector o componente eléctrico, hágalo con el interruptor principal abierto (en Off).

- Si el sistema de encendido no genera la chispa o el MCI no funciona correctamente, antes de reemplazar cualquier elemento del sistema de encendido, realice primero las revisiones básicas del nivel de gasolina, del estado de las bujías y mida la compresión de los cilindros del MCI, para evitar el cambio innecesario de los elementos del sistema.
- Todas las instrucciones del fabricante incluidas en los equipos de prueba debe leerlas detenidamente, para asegurar la capacidad apropiada y el resultado de la prueba. Lecturas inadecuadas y/o daños en los componentes del sistema de encendido, pueden resultar del uso inapropiado del equipo de prueba.
- Desconecte la alimentación del primario de la bobina, cuando haga pruebas de compresiones, para no deteriorarla.
- Cuando reemplace partes defectuosas de los sistemas electrónicos, revise que las partes de reemplazo sean adecuadas. Instalar partes equivocadas puede dañar el sistema.
- No quite la grasa o el componente dieléctrico de los elementos o los conectores cuando los instale. Algunos fabricantes utilizan la grasa para evitar la corrosión y el componente dieléctrico, para disipar el calor generado durante la operación normal del módulo de encendido.
- Nunca fume o genere chispas cuando trabaje con sistemas de alimentación de combustible, ya que esto podría ocasionar un incendio.
- Almacene los combustibles y solventes en depósitos adecuados.
- Trabaje en áreas suficientemente ventiladas, la inhalación de las emisiones de los automóviles, de los combustibles y solventes son altamente perjudiciales para su salud y la de las personas.

A.2 ¿QUÉ SON LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD?

Son todos aquellos dispositivos, utensilios y objetos básicos necesarios, para protegerlo de los riesgos que corre durante el desempeño de sus actividades en el taller.

A continuación se describen el equipo de seguridad que usted debe utilizar durante el desarrollo de su trabajo de mantenimiento de los sistemas electrónicos del automóvil.

I. LENTES O GAFAS

Utilice lentes cuando trabaje con herramientas eléctricas o manuales, así como con solventes que le puedan producir quemaduras. Los lentes deben ser de plástico, resistentes y antiempañantes.

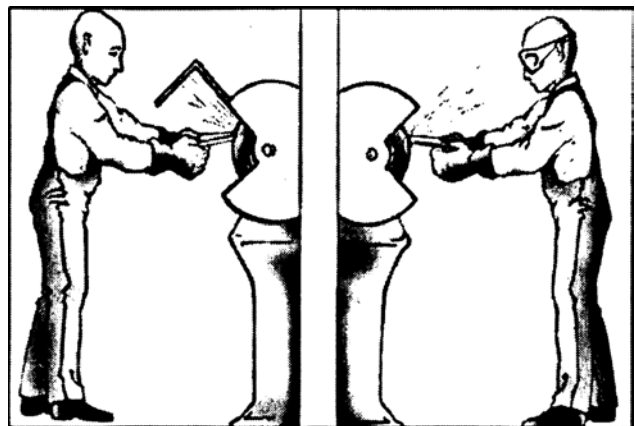


Figura 1
Lentes o gafas

2. MASCARILLAS

Estas le protegen contra la inhalación de vapores dañinos de los solventes y combustibles y el polvo. Para las emanaciones tóxicas de los motores de combustión interna se requieren mascarillas con filtro o respiradores.

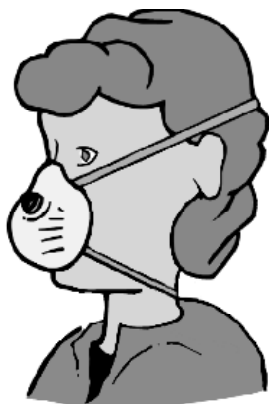


Figura 2
Mascarillas de pintor

3. EXTINGUIDORES

Con el objeto de prever riesgos de incendios, los talleres deben tener extinguidores o extintores, para diferentes tipos de materiales, ubicados en lugares visibles y fáciles de maniobrar. Es necesario que usted se capacite para el manejo de los mismos y que pueda colaborar en la verificación de su buen funcionamiento, para que esté permanentemente en condiciones de ser utilizado. Esto último es muy importante, ya que si a la hora de necesitarse éste falla, no servirá para salvar vidas y bienes.



Figura 3
Extinguidores

4. RÓTULOS PREVENTIVOS E INDICATIVOS

Otra medida de seguridad importante la constituyen los carteles o letreros. A través de un sistema de comunicación, por medio de símbolos, usted podrá saber por ejemplo, identificar las áreas de no fumar, sanitarios, áreas restringidas y zonas de peligro. Muy importante también, es que localice las vías de evacuación, en caso de cualquier emergencia por siniestro.



Figura 4
Rótulos preventivos e indicativos

A.3 INDICACIONES DEL FABRICANTE

Estas son útiles, porque le indican a usted como trabajador, las previsiones que debe tomar en el uso y manejo de los equipos y materiales, principalmente en aquellos casos en los que estos pueden ocasionar daños a su salud y al ambiente. Las hojas técnicas o instrucciones de uso que acompañan a los equipos y materias primas, siempre traen indicaciones sobre el equipo de seguridad que usted debe utilizar para no correr riesgos innecesarios.

A.4 ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES INFLAMABLES

Las áreas de almacenamiento deben reunir cuando menos, las siguientes condiciones:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y del almacén de materiales.
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzca el riesgo de posibles emisiones de gases, fugas e incendios.
- Contar con pisos que tengan canaletas conductoras de derrames, o fosas de retención, con capacidad de una quinta parte de lo almacenado.
- Tener fosas de retención para la captación de residuos de aceites quemados y gasolina.
- Tener extinguidores de incendios e hidrantes o tomas de agua.
- Contar con señales y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales.
- Tener ventilación natural o artificial. Podría crearse un diseño con efecto de chimenea.
- Disponer de iluminación a prueba de explosión.
- Contar con detectores de gases y detectores de incendio.

Cada trabajador es parte de un equipo de trabajo, su cooperación y colaboración son elementos importantes. Tenga la iniciativa de adelantarse a los problemas que en materia de seguridad se pueden presentar, comunique sus propuestas a sus supervisores y compañeros.

B. PROTECCIÓN AMBIENTAL

Es necesario que usted como trabajador, esté consciente de que los materiales que se aplican en mantenimiento de sistemas electrónicos del automóvil como gasolina, solventes, ácidos etc., poseen ciertos químicos, que en diferentes cantidades, dañan mucho el ambiente y por consiguiente, su salud y de las personas que permanecen alrededor del área de trabajo.

Es importante que en todo taller sean establecidas políticas y normas orientadas a la protección ambiental, las cuales deben explicarle claramente a usted y a todos sus compañeros, acerca de la aplicación de las medidas de protección del ambiente.

Es conveniente disponer de recipientes con tapaderas, para almacenar todos los materiales que contengan químicos y los que han sido usados en la actividad de mantenimiento como: wipe, papeles, envoltorios, envases, alambres, cinta de aislar usada, etc. Esto servirá para prevenir cualquier tipo de accidente por contaminación o el inicio de incendios debido a lo inflamable de los materiales.

UNIDAD 1



MEDICIONES DE COMPONENTES DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS



Coadyuvar al desarrollo de las siguientes competencias:

- Identificar los elementos electrónicos, de acuerdo su ubicación y función.
- Comprobar el estado de diodos, transistores y termistores, de acuerdo a especificaciones técnicas de fabricantes.

IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

I.1 PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA

La era actual ha sido denominada la era de la tecnología y en ella, la electrónica ha desempeñado un papel importante, por ejemplo, nos ha proporcionado los elementos necesarios para mejorar las comunicaciones, explorar el universo, procesar enormes cantidades de información y hacer la vida más cómoda.

En la actualidad los automóviles han sido mejorados tecnológicamente, gracias a los avances de la electrónica, un ejemplo muy claro de ello es la inyección de combustible controlada electrónicamente, que ha venido a revolucionar los conceptos de potencia, economía de combustible y bajas emisiones de gases, esto sin descartar todas las comodidades del interior de los automóviles para un mejor confort de los pasajeros.

I.1.1 DEFINICIÓN DE ELECTRÓNICA

La electrónica es una rama de la física que se fundamenta en la manipulación del flujo electrónico a través de unidades tales como diodos, transistores y circuitos integrados, los que en trabajo conjunto conforman los sistemas electrónicos, que ayudan y complementan la vida humana.

I.1.2 APLICACIONES DE LA ELECTRÓNICA

Los sistemas electrónicos se utilizan en:

- 1) Televisores, receptores de radio, hornos de microondas y computadoras personales.
- 2) Equipo de control de temperatura en hornos industriales, equipo de control de velocidad en motores eléctricos.
- 3) Unidades de control para los sistemas de: inyección de gasolina, frenos ABS y suspensión electrónica de los automóviles.

I.1.3 LOS SEMICONDUCTORES

Un semiconductor es un material que se encuentra entre los conductores y los aislantes, y se fundamenta en la distribución y cantidad de electrones que contiene el material en sus átomos.

Los dos materiales semiconductores más comunes son el Silicio y el Germanio. Según la tabla periódica de los elementos, **el número atómico** del Silicio es 14. Es decir tiene 14 electrones. Los electrones están distribuidos en tres órbitas o capas alrededor del núcleo.

La distribución de los 14 electrones en las tres órbitas del átomo de Silicio, se muestra en la figura 1.1:

- La primera órbita (la más cercana al núcleo) tiene 2 electrones.
- La segunda órbita tiene 8 electrones.
- La tercera órbita o de valencia tiene 4.

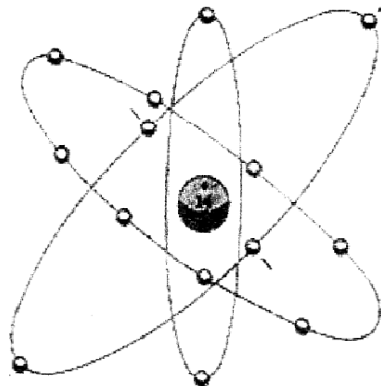


Figura 1.1
Estructura del átomo de Silicio

El número atómico del Germanio es 32. Es decir tiene 32 electrones. El Germanio tiene 4 electrones en la última órbita (de valencia), (figura 1.2).

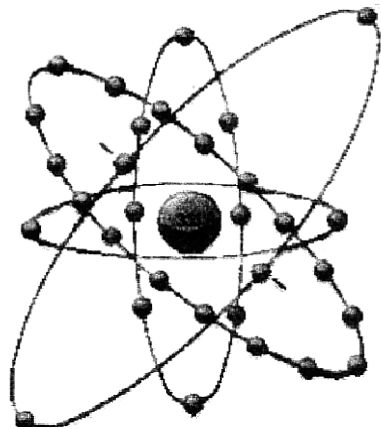


Figura 1.2
Estructura del átomo de Germanio

De lo anterior, usted notará que el Silicio y el Germanio tienen 4 electrones en la última órbita o capa de valencia. A los materiales con cuatro electrones en la última capa se les denominan **materiales tetravalentes**.

Los electrones que giran en la capa exterior del átomo de un material, se conocen como electrones de valencia. Las características de conducción eléctrica de un material dependen de los electrones de valencia.

A la facilidad que un material tiene para conducir corriente eléctrica se le llama **conductividad eléctrica**. La conductividad está relacionada con la cantidad de electrones libres en la capa de valencia ó capa exterior de la estructura atómica de un material. A mayor cantidad de electrones libres, mayor será la conductividad eléctrica del material.

Los átomos de un mismo elemento tienden a adoptar una estructura cristalina, alineándose en redes tridimensionales muy uniformes. Un enlace atómico, es la forma en la que están organizados los átomos de un material en un **crystal**. Un cristal es un arreglo definido y continuo de la unión de varios átomos que forman un material. La forma de los cristales depende de los electrones de valencia. Puesto que el Silicio y el Germanio son tetravalentes, se cristalizan en forma cúbica (figura 1.3).

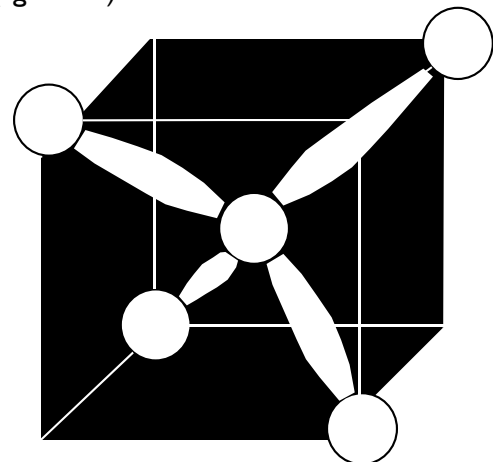


Figura 1.3
Ilustración tridimensional de un mono-cristal de Silicio o Germanio

Los enlaces en la red cristalina se llaman **enlaces covalentes** y dan origen a una estructura rígida. En algunos elementos, los enlaces covalentes son tan fuertes que ningún electrón de valencia puede abandonar su órbita. Los enlaces covalentes tienen características de aislantes eléctricos.

El Silicio tiene un **enlace covalente**. En el enlace covalente cada átomo de Silicio, comparte un electrón de su capa de valencia con los átomos vecinos que forman el cristal. **No hay electrones libres** en el cristal de Silicio (figura 1.4).

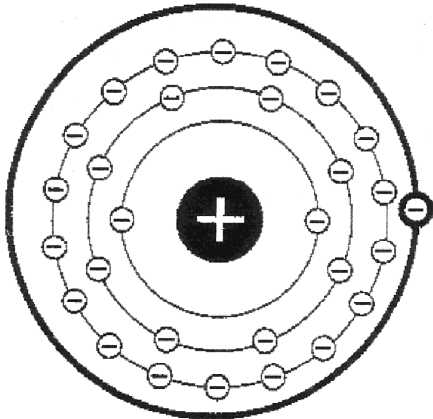


Figura 1.4
 Enlace covalente del Silicio

En décadas pasadas el estudio de la electrónica se basó en la utilización de diodos y transistores de tubos de vacío como elementos electrónicos de circuitos (figura 1.5).

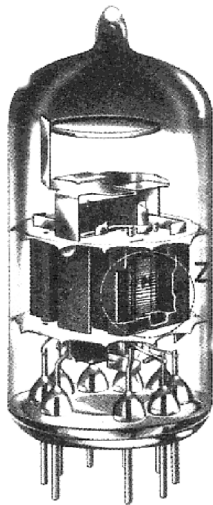


Figura 1.5
 Rectificador de tubo de vacío

Actualmente los diodos, transistores, y circuitos integrados, etc. se fabrican con **materiales semiconductores** (figura 1.6).

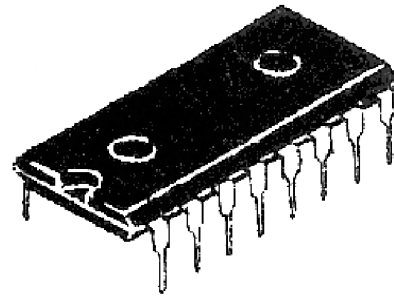


Figura 1.6
 Dispositivos electrónicos a base de semiconductores

Los dispositivos fabricados a base de semiconductores presentan algunas ventajas sobre los tubos al vacío:

- ▶ Consumen baja energía
- ▶ Son pequeños y livianos
- ▶ Son más resistentes mecánicamente
- ▶ Son más resistentes al ambiente
- ▶ Son fáciles de montar en un circuito

A los dispositivos fabricados con semiconductores también se les conoce como **dispositivos de estado sólido**. Un dispositivo de estado sólido es un elemento que permite controlar la corriente, sin partes móviles ni filamentos de calefacción (como en el caso de los tubos al vacío).

Todos los semiconductores son dispositivos de estado sólido, pero no todos los dispositivos de estado sólido son semiconductores.

Los materiales semiconductores son malos conductores de la corriente eléctrica comparados con los conductores eléctricos (plata, oro, cobre), pero mejores conductores que los aislantes (plástico, vidrio, mica, etc.), es por ello que se les llama semiconductores.

Para que un material semiconductor mejore su conductividad eléctrica se le agregan pequeñas cantidades de otro material denominadas **impurezas**. A este proceso se le denomina **Dopado** del material.

La relación aproximada en cantidades de material impuro que se le agrega a un semiconductor es una por un millón. Si la impureza que se agrega es fósforo, arsénico ó antimonio, cada uno con cinco electrones en su órbita exterior, al material resultante se le llama **tipo N** porque tiene un **exceso** de electrones libres (Figura 1.7).

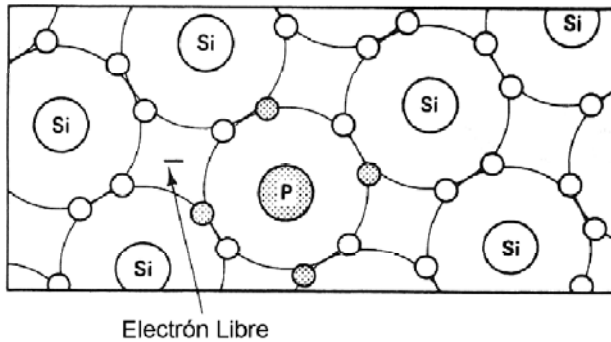


Figura 1.7
Semiconductor con exceso de electrones tipo N

Si las impurezas que se agregan son de **boro, aluminio, galio o indio**, el material resultante es **tipo P** porque la impureza agregada tiene sólo **tres electrones** en su capa exterior, dando como resultado un hueco. Un **hueco** se define como ausencia de carga negativa (electrón) y se considera como una **carga positiva** (figura 1.8).

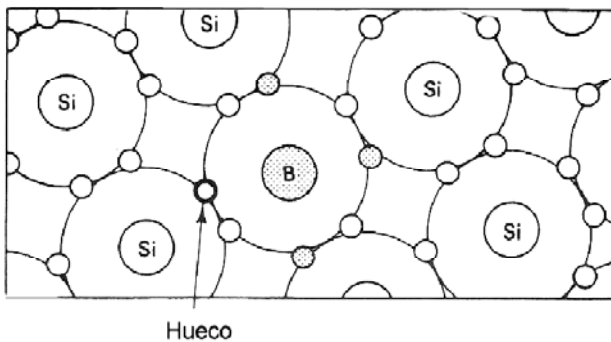


Figura 1.8
Material semiconductor tipo P

Cuando un material semiconductor no se ha dopado, se le denomina **intrínseco**. Cuando el material semiconductor ya fue dopado se le llama **extrínseco**.

Cuando un material extrínseco tipo N y uno tipo P se unen, se forma lo que se denomina una **unión PN** (figura 1.9).

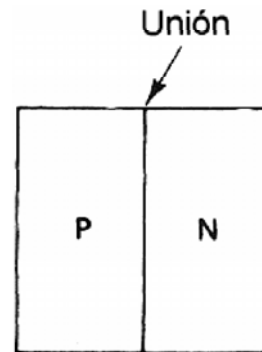


Figura 1.9
Unión PN

Un ejemplo real de la unión de materiales del tipo N y tipo P es **un diodo**. La unión PN es la base del diseño y fabricación de otros dispositivos electrónicos más complejos: el transistor, el tiristor, y el circuito integrado, por ejemplo.

1.1.4 ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA ELECTRÓNICA

.....
Estos elementos son todos aquellos que sirven para la construcción de circuitos electrónicos. A continuación se enumera cada uno de ellos y su aplicación.

1.2 EL DIODO

.....
Un diodo es una válvula de retención eléctrica de una sola vía constituida por la unión de un material tipo P con uno tipo N. El símbolo del diodo semiconductor se representa en la figura 1.10.

FLUJO DE CORRIENTE

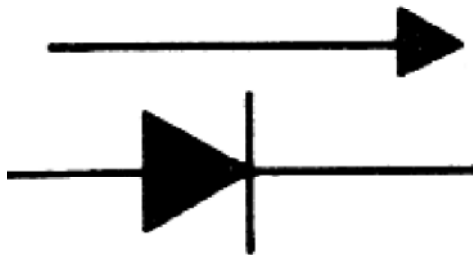


Figura 1.10
 Símbolo del diodo semiconductor

La flecha en la figura 1.10 indica **la dirección** en la cual fluye la corriente a través del diodo.

1.2.1 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DIODOS

Actualmente se fabrican varios tipos de diodos. En esta sección se le presentan los más comunes y en el anexo A, usted podrá consultar los símbolos y nombres del resto de diodos que se fabrican.

La clasificación de los diodos se basa en:

- 1) **El material con que se fabrican**, puede ser Silicio ó Germanio, como los diodos rectificadores de corriente y reguladores de voltaje, pueden ser también de arseniuro de galio y fosfito de galio, para los diodos emisores de luz (LED's) (figura 1.11).

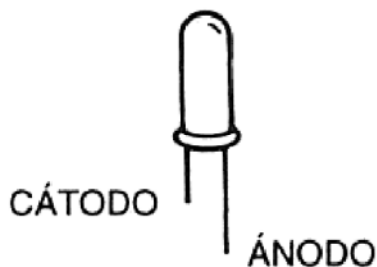


Figura 1.11
 LED

- 2) **La cantidad de dopaje en su construcción:** aplicándole un dopaje mayor al material semiconductor, se puede variar la **corriente**

inversa de los diodos. La corriente inversa es la corriente que circula en un diodo cuando se le aplica una polarización inversa (la corriente fluye del cátodo al ánodo). El diodo **Zener** es un ejemplo de diodo que está diseñado para regular un voltaje, dejando que circule a través de él una corriente inversa.

- 3) **Los rangos de frecuencias de operación:** según la frecuencia de la corriente alterna con la que trabajará el diodo, 60 Hz, por ejemplo.
- 4) **Los rangos de potencia:** según la cantidad de corriente que pasa a través del diodo. **A mayor flujo de corriente, mayor será el rango de potencia del diodo.**
- 5) **La región de trabajo (polarización directa e inversa):** para rectificar corriente alterna, el diodo debe trabajar en la región de polarización directa. En esta región la corriente circula del ánodo al cátodo. Para regular un voltaje de salida de un elemento generador eléctrico, el diodo debe trabajar en la región de polarización inversa. En esta región la corriente circula del cátodo al ánodo, siempre que el voltaje aplicado al diodo sea igual ó mayor al **voltaje inverso de ruptura**. El voltaje inverso de ruptura, es el valor de voltaje necesario para que la unión PN conduzca en la región de polarización inversa. Analizando las regiones de polarización (regiones de trabajo) del diodo usted puede determinar lo siguiente:

- En la región de polarización directa, se aplica un voltaje positivo en el del diodo, y uno negativo en el cátodo. Para que el diodo conduzca, el voltaje aplicado debe ser de un nivel mínimo llamado **voltaje de umbral**. Para el diodo de Silicio, el voltaje de umbral es de 0.7voltios y para el diodo de Germanio es de 0.3 voltios.
- En la región de polarización inversa, se le aplica un voltaje positivo al diodo en el cátodo, y uno negativo en el ánodo.

Se observa que con voltajes inversos pequeños, la conducción es mínima. **Si se aumenta el valor del voltaje**, se produce una gran corriente a la que se le denomina **corriente inversa**. El **diodo Zener** es un modelo especial de diodo de unión PN de Silicio, en el cual, el **voltaje en paralelo a la unión, es independiente de la corriente que la atraviesa**. Debido a esta característica, los diodos Zener se utilizan como reguladores de voltaje.

Los tipos de Diodos básicos son los siguientes:

A. Diodo Zener

Es el diodo que resiste una corriente inversa, por encima de un voltaje específico.

La principal característica de este tipo de diodo es que se le inyectan más impurezas de lo normal durante su fabricación, con lo cual se obtiene un gran número de hueco (hoyos o agujeros) y electrones lo que le permite conducir corriente en sentido inverso sin sufrir daño.

Otra característica de operación del diodo es que no conducirá la corriente en dirección inversa, por debajo de cierto valor de voltaje inverso predeterminado.

Cuando el voltaje de salida de un circuito generador sobrepasa el valor para el que está diseñado, el diodo Zener drena la corriente del circuito, bajando el nivel del voltaje, hasta el valor especificado en el diseño del circuito.

Por ejemplo un diodo Zener no puede conducir corriente, si el voltaje de polarización inversa está por debajo de 5 voltios; pero cuando éste voltaje llegar a ser levemente superior a 5 voltios, el diodo conducirá repentinamente en sentido inverso (figura 1.12).

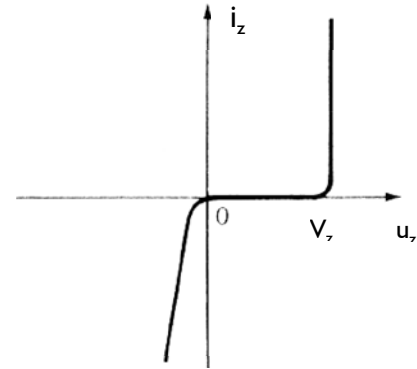


Figura 1.12
Características del diodo Zener

Los diodos Zener son utilizados en circuitos de control y como elementos de seguridad. Su simbología se presenta en la figura 1.13.

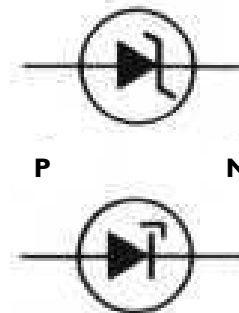


Figura 1.13
Símbolos del diodo Zener

B. Diodos emisores de luz (LED)

En los diodos emisores de luz (LED), la aplicación de un voltaje en polarización directa a la unión PN del semiconductor, da como resultado la emisión de luz. Los LED se utilizan en relojes digitales electrónicos, calculadoras de bolsillo, paneles de control de automóviles, etc. (figura 1.14).

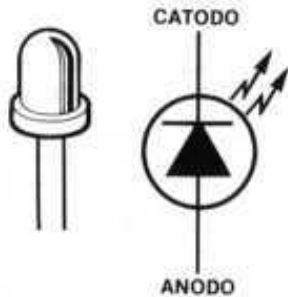


Figura 1.14
 Símbolo del LED

C. Foto diodos

Los fotodiodos son diodos sensibles a la luz. Cuando la energía luminosa incide en el fotodiodo, éste conduce corriente en dirección de la polarización directa. El símbolo del fotodiodo se muestra en la figura 1.15.



Figura 1.15
 Símbolo del fotodiodo

D. Diodos de bloqueo

Son diodos que actúan como válvulas electrónicas, para liberar tensiones y evitar flujos de corriente de alto voltaje (chispas).

En todo proceso inductivo o corte de corriente, tanto en bobinas, como en solenoides y relevadores, se obtienen golpes inductivos o sobre voltajes. Este sobre voltaje es provocado por el flujo electrónico que ha pasado por la bobina y no puede detenerse, al momento del corte o apertura del circuito. En algunos casos, aunque el circuito esté abierto, salta este flujo de corriente de alto voltaje, lo que provoca una chispa eléctrica.

Un diodo instalado en la bobina proporciona un nuevo camino para el flujo electrónico, mientras el circuito esté abierto.

Este tipo de diodo de bloqueo, es aplicable en el embrague del compresor de refrigerante de los sistemas de aire acondicionado.

El corte de corriente de la bobina electromagnética del embrague del compresor de A/C, produce picos de voltaje (golpes inductivos), que pueden dañar a la ECU. Los diodos de bloqueo evitan que los sobre voltajes lleguen a las tarjetas electrónicas. Vea la figura 1.16.

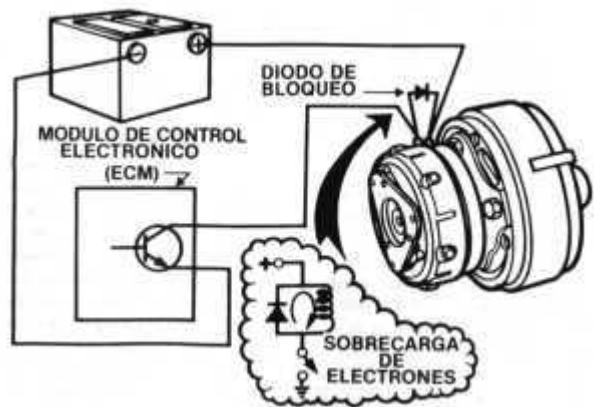


Figura 1.16
 Diodo de Bloqueo instalado en embrague de A/C

I.2.2 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DEL DIODO

El diodo en su construcción, está constituido por una unión PN, similar a la que se muestra en la figura 1.17.

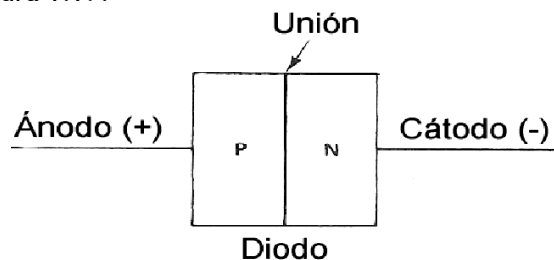


Figura 1.17
 Unión PN del diodo

El electrodo negativo es conectado al material tipo N, y se le denomina **cátodo (K)**. El electrodo positivo es conectado al material tipo P, y se le denomina **ánodo (A)**.

En la unión PN cada mitad tiene portadores mayoritarios y minoritarios diferentes. Los portadores mayoritarios en la parte N son los electrones y los minoritarios son los huecos. Por el contrario, en la parte P, los portadores mayoritarios son los huecos y los minoritarios son los electrones. Según las leyes de las cargas eléctricas, cargas con el mismo signo se repelen y cargas con signo diferente se atraen. Por tanto, en un diodo (unión PN), los portadores mayoritarios (huecos) del material tipo P atraen a los portadores mayoritarios (electrones) del material tipo N como se muestra en la Figura 1.18.

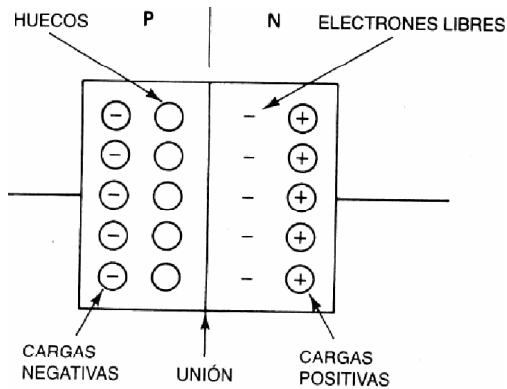


Figura 1.18
Atracción de portadores mayoritarios en el diodo

Polarizar es aplicar un voltaje a un dispositivo, definiendo las ubicaciones de sus terminales positiva y negativa.

Cuando al diodo se le aplica un voltaje positivo en el ánodo y uno negativo en el cátodo, se dice que está polarizado **directamente**. En polarización directa al material tipo P se le aplica un voltaje positivo que empuja o repele a los huecos, enviándolos en dirección del material tipo N. Al material tipo N se le aplica un voltaje negativo que empuja a los electrones en dirección del material tipo P.

El efecto de la polarización directa es una circulación de huecos en un sentido y de electrones en el otro. Los huecos son llenados por los electrones que cierran su circuito en la batería a la que está conectado el diodo, formando una corriente eléctrica y se aprecia la circulación de corriente a través del diodo. Por tanto, en polarización directa, el diodo conduce una corriente eléctrica (figura 1.19)

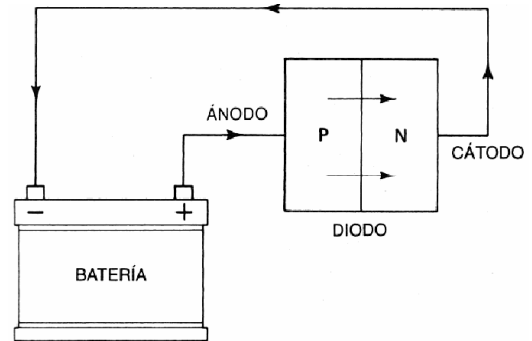


Figura 1.19
Polarización directa del diodo

Cuando se le aplica un voltaje negativo al ánodo y uno positivo al cátodo, se dice que está polarizado **inversamente**. En polarización inversa al material tipo P se le aplica un voltaje negativo que atrae a los huecos, alejándolos del material tipo N. Al material tipo N se le aplica un voltaje positivo que atrae a los electrones, alejándolos del material tipo P. El efecto de la polarización inversa es que no puede existir una circulación de huecos en un sentido y de electrones en el otro. Los huecos están alejados de los electrones. Los electrones ya no pueden cerrar su circuito en la batería que está conectada el diodo y no se aprecia la circulación de corriente. Por tanto, en polarización inversa, el diodo no conduce una corriente eléctrica (figura 1.20).

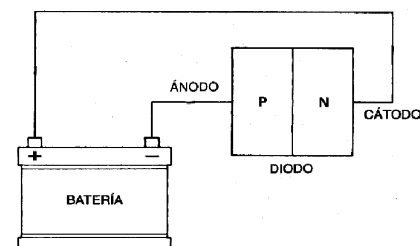


Figura 1.20
Polarización inversa del diodo

En resumen, con polarización directa el diodo si conduce y con polarización inversa el diodo no conduce. De esto usted puede concluir que el diodo es un dispositivo que actúa como una válvula de paso de corriente eléctrica en una sola dirección, por tanto rectifica la corriente eléctrica que cambia de polaridad, la corriente alterna por ejemplo. Esta característica del diodo es ampliamente utilizada en los circuitos electrónicos.

1.2.3 APLICACIONES DEL DIODO

En un automóvil, los diodos se utilizan en:

A. El alternador. La corriente alterna que genera el alternador se rectifica para convertirla en corriente directa. La rectificación se realiza por medio de un circuito de **diodos rectificadores** (figura 1.21).

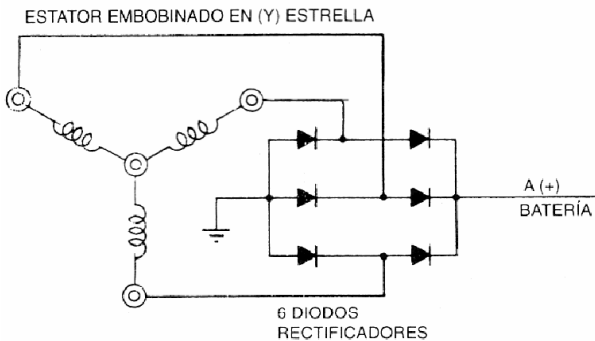


Figura 1.21

Circuito rectificador de corriente de un alternador

El alternador genera corriente alterna, pero esta no se puede almacenar y los dispositivos eléctricos del automóvil (a excepción de algunos como los de iluminación), necesitan corriente directa. El uso más importante de los diodos en los sistemas electrónicos del automóvil, ha sido rectificar la corriente alterna y transformarla en corriente directa.

B. En el distribuidor. Los diodos también aparecen en los distribuidores que tienen un sensor generador de señal de encendido de proceso óptico.

El distribuidor del sistema de encendido electrónico se equipa con un **Diodo emisor de luz (LED, siglas en inglés de Light Emitting Diode)** y un **Diodo detector de luz (Fotodiodo)** como receptor de la luz que emite el LED. La característica principal del LED es que cuando se polariza en sentido directo, emite luz. La característica más importante del fotodiodo es que cuando está polarizado en sentido directo no conduce corriente, hasta que recibe la luz emitida por el LED (figura 1.22).

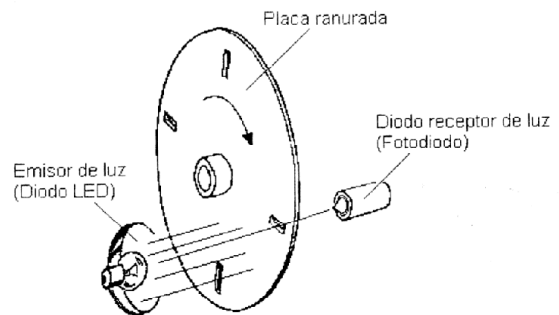


Figura 1.22

Componentes del sensor óptico de un distribuidor de sistema de encendido electrónico: diodo emisor de luz (LED), diodo detector de luz (Fotodiodo) y disco ranurado.

En la unidad cuatro, usted conocerá el funcionamiento del encendido electrónico con sensor óptico.

Todos los diodos tienen tres regiones de funcionamiento (figura 1.23):

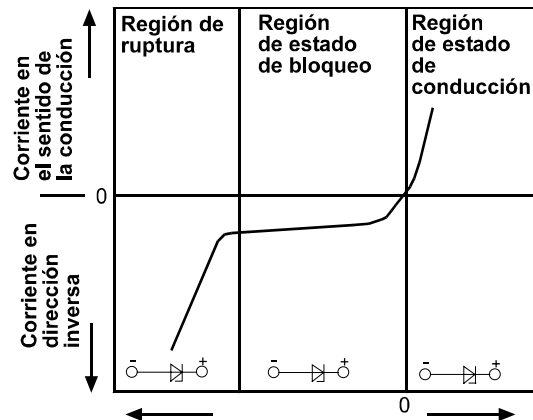


Figura 1.23

Regiones de funcionamiento de un diodo

- **La región de descarga disruptiva:** es la región en la cual con elevado voltaje de polarización inversa, la resistencia se quebranta y la corriente inversa es intensa.
- **La región de bloqueo:** es la región en la cual con un voltaje bajo de polarización inversa, la resistencia es elevada y la corriente es débil.
- **La región conductora:** es la región en la cual con voltaje de polarización directa, la resistencia es baja y la corriente en sentido directo es intensa.

➔ MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para la protección de los diodos, debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. **La corriente y el voltaje de trabajo nominales** que el fabricante especifica.
2. **El sentido** en el que circulará la corriente del circuito.
3. **La corriente y el voltaje máximos** de trabajo que el fabricante especifica.
4. **El voltaje inverso máximo** de trabajo que el fabricante especifica.

1.3 EL TRANSISTOR

Actualmente los transistores son elementos fundamentales en el diseño de circuitos electrónicos. Se fabrican en forma individual y en forma de **microcircuito** (integrado con otros transistores). Es importante que sepa que **los transistores Bipolares** (BJT del inglés Bipolar Junction Transistor), son los transistores en los que los huecos y los electrones participan en su funcionamiento. Los transistores bipolares son los más conocidos y utilizados en los circuitos

electrónicos. En el **transistor Unipolar** (UJT del inglés Unijunction Transistor), sólo participan los electrones o los huecos. En esta unidad se tratan únicamente los transistores bipolares, llamados simplemente transistores.

1.3.1 DEFINICIÓN DE TRANSISTOR

El transistor es un dispositivo de tres capas de material semiconductor, que puede funcionar como **amplificador e interruptor (relevador)**.

Las 3 capas del transistor reciben el nombre de acuerdo al material construido como capa N, capa P y capa N. Técnicamente de acuerdo a su función específica, se denominan **base, emisor y colector**.

Por ejemplo los **transistores NPN** tienen dos capas de tipo N y una de tipo P. Los **transistores PNP** tienen dos de tipo P y una de tipo N (figura 1.24).

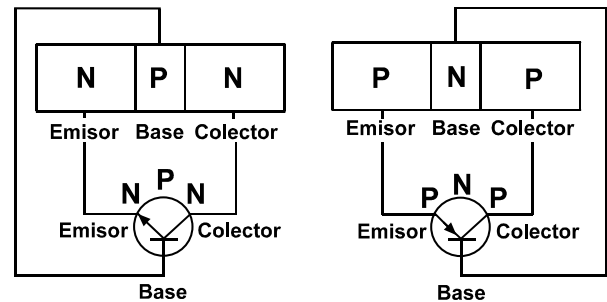


Figura 1.24
Simbología de los transistores NPN y PNP

1.3.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSISTORES

Los transistores se clasifican según su:

- Tipo de unión, PNP y NPN.
- Potencia de trabajo.
- Funcionamiento y características.

nota La dirección del flujo electrónico en realidad es de negativo a positivo, pero **técnicamente** (por convención) va de positivo a negativo. La mayoría de simbologías en electrónica utilizan el sentido técnico del flujo de la corriente.

A. Clasificación de los transistores por el tipo de unión

La simbología en el sentido de un transistor no toma el flujo electrónico real, sino técnico.

En un transistor, el emisor se representa esquemáticamente por medio de una flecha, simbología que define el sentido técnico del flujo de la corriente, es decir que la flecha en un transistor siempre señalará hacia la posición negativa (N). Por ejemplo, en un transistor NPN, el flujo indicado va de la base positiva, hacia el emisor negativo.

Por convención técnica, este es un transistor NPN. Técnicamente, se acepta que el emisor le inyecta portadores mayoritarios a la base, de modo que un emisor de tipo P se muestra con la **flecha señalando hacia la base**, y un emisor de tipo N, se representa con la **flecha alejándose de la base** para indicar que se inyectan electrones. Los símbolos del transistor NPN y PNP se muestran en la figura 1.23.

En su construcción el transistor consiste de tres capas, **Emisor (E), Base (B) y Colector (C)**.

Estas capas pueden ser como se mencionó anteriormente: dos de material tipo N (Emisor y Colector) y una del tipo P (Base), en el caso de un **transistor NPN** o dos del tipo P y una del tipo N, en el **transistor PNP**. La unión de entrada base-emisor, sirve como la **fente o inyector de portadores de corriente**. La unión de salida base colector, **recolecta los portadores**.

B. Clasificación de los transistores por la potencia de trabajo

Los transistores también se clasifican por la potencia de trabajo, es decir que hay transistores que soportan tanto pequeñas, como grandes intensidades de corriente. (Consulte manuales de elementos electrónicos, como por ejemplo reemplazo de el ECG). Los transistores de potencia utilizan un **disipador** o radiador de calor, para que no se eleve su temperatura de trabajo. En las **hojas de especificaciones** que proporciona el fabricante encontrará los parámetros de funcionamiento de cada tipo de transistor.

C. Clasificación de los transistores por su funcionamiento y características de trabajo

1) El transistor bipolar

Los transistores también se clasifican por su funcionamiento y características de trabajo. A continuación se le describe la operación del transistor bipolar NPN:

La unión base emisor se polariza directamente, aplicando un voltaje positivo a la base (material tipo P) y un voltaje negativo en el emisor (material tipo N). El efecto de esta polarización es similar al que ocurre en el diodo, cuando se polariza directamente. Los portadores mayoritarios del emisor (electrones) son **empujados** hacia la base (figura 1.25).

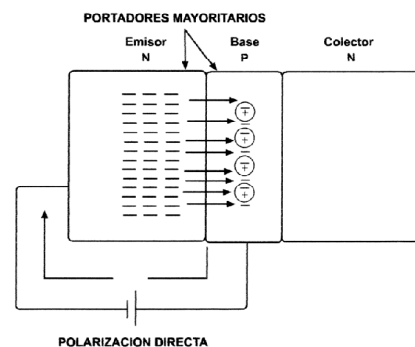


Figura 1.25
Polarización directa base emisor de un transistor NPN

La unión base colector se polariza inversamente, aplicando un voltaje positivo en el colector (material tipo N). El efecto de esta polarización es que los portadores mayoritarios del colector (electrones) son **atraídos** hacia el extremo del colector, donde se aplica el voltaje (figura 1.26)

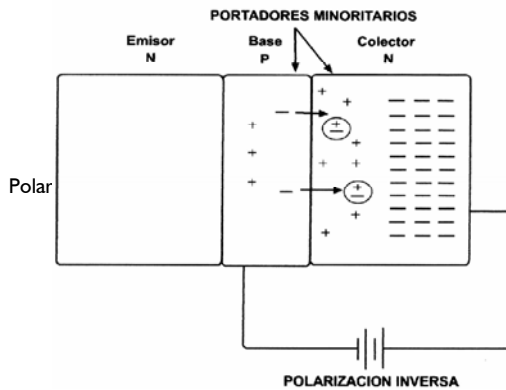


Figura 1.26
Polarización inversa base colector de un transistor NPN

Con una pequeña intensidad de corriente en la base, se puede controlar el paso de una gran corriente de electrones del emisor hacia el colector.

En el diseño del transistor, el tamaño de la base (material tipo P) es **menor** que el del emisor y el colector. El colector es dopado para que pueda tener **más portadores minoritarios** (huecos) que mayoritarios (electrones) de la base. Por tanto, de los electrones que son empujados del emisor a la base del transistor, una pequeña cantidad, aproximadamente un 1%, es atraído por los portadores mayoritarios (huecos) de la base y el 99% restante, son atraídos con gran fuerza por los portadores minoritarios (huecos) del colector, produciéndose una corriente muy grande del emisor al colector y una corriente muy pequeña del emisor a la base (figura 1.27).

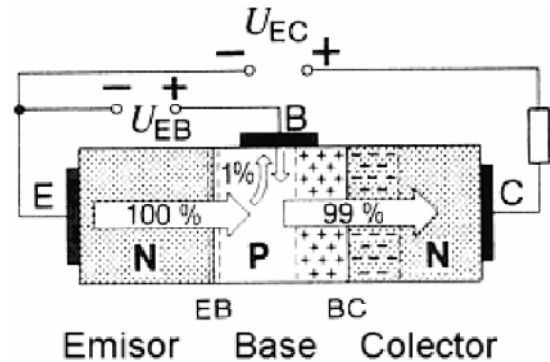


Figura 1.27
Polarización directa de la unión base emisor de un transistor NP

En cierto momento, la cantidad de electrones empujados del emisor hacia la base es tan grande, que los nuevos electrones que vienen del emisor experimentan una **repulsión** debida a los electrones acumulados en la base del transistor. Con la inyección de unos pocos huecos en la **base**, se pueden absorber algunos electrones, de tal forma que los electrones que provienen del emisor ya no sean rechazados y logren pasar hasta el colector.

Esta característica de funcionamiento del transistor es la que con una pequeña señal que entra en la base, se **controla** una gran corriente del emisor al colector. Note que según sea la variación en la señal de la base, así será la variación en la corriente del emisor al colector, pero con una proporción mucho mayor.

El transistor se puede utilizar como **amplificador**.

Otra aplicación de esta característica de funcionamiento, es abrir y cerrar el paso de la corriente de los electrones del emisor hacia el colector, en base a una señal de control en la base, por tanto se utiliza el transistor como **conmutador**.

▪ **Regiones de operación del transistor**

Con referencia al funcionamiento del transistor, observe que tiene **cuatro regiones** de operación a saber:

- Activa Directa:** en esta región el transistor sólo amplifica y se comporta como una fuente de corriente constante, controlada por la intensidad de base (ganancia de corriente). Este parámetro suele proporcionarlo el fabricante, indicando un máximo y un mínimo para una **corriente de colector (I_c)**.
- De saturación:** En esta región el transistor es utilizado en aplicaciones **de conmutación** (abrir y cerrar circuitos), y se considera como un **cortocircuito** entre el colector y el emisor.
- De corte:** el transistor es utilizado para aplicaciones de conmutación (en circuitos de potencia, digitales, etc.), y se consideran las corrientes que lo atraviesan como nulas (en especial la I_c).
- Activa inversa:** en esta región el transistor conduce una corriente de colector inversa insignificante, por lo que se considera a esta región como carente de interés práctico.

▪ **Aplicaciones del transistor**

Con referencia a las aplicaciones del transistor, este tiene **tres aplicaciones** de operación a saber:

- 📄 **Conmutador** (interruptor): se aplica en todos los sistemas electrónicos del automóvil.

La Aplicación de conmutación del transistor es dirigida a la hora de manejar los **actuadores** de los sistemas electrónicos, a los cuales se les suministra una tensión como alimentación, según la polarización de la unión de la base-emisor.

Si se aplica un voltaje con polarización directa, el transistor conduce y activa el actuador.

Cuando no se aplica el voltaje en la unión de la base-emisor, el transistor no conduce y por tanto, no suministra corriente y el actuador es desactivado. Generalmente los transistores están ubicados dentro de las **unidades de control electrónico** (Figura 1.28).

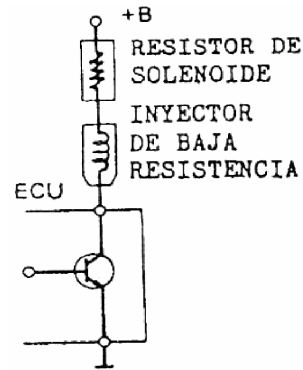


Figura 1.28

El transistor como conmutador de los inyectores en la unidad de control electrónico de un sistema de inyección de gasolina

- 📄 **Amplificador:** un amplificador es un dispositivo, circuito o componente que produce como salida, una reproducción aumentada de las principales características de la señal de entrada. Los transistores amplificadores se usan en los radios receptores y en los sistemas de encendido de los motores, donde se manejan mayores cantidades de corriente, como respuesta a voltajes o corrientes de pequeñas de señal. Estos transistores reciben el nombre de transistores de potencia. Usted encontrará aplicaciones del transistor como amplificador en los receptores de radio, en las etapas de salida de sonido, detrás de una bobina de encendido y/o de una electro válvula de inyección.

- 📄 **Regulador de corriente:** un regulador de corriente es un dispositivo, circuito o componente capaz de suministrar una corriente constante, independientemente de las variaciones de carga a las que esté sometido el regulador de corriente. El transistor es la parte principal del circuito del regulador de corriente.

Además del transistor bipolar, se utilizan otros tipos de transistores que se clasifican por su

funcionamiento y sus características de trabajo, entre ellos se tienen:

2) El transistor de efecto de campo FET

FET siglas en inglés de Field-Effect Transistor (Figura 1.29).

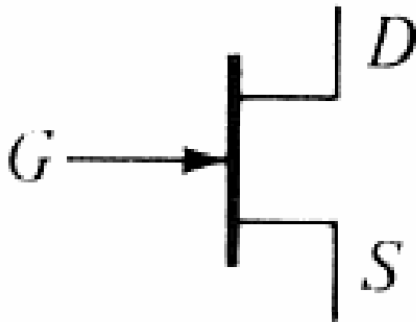


Figura 1.29
Símbolo del FET

Los FET son semiconductores controlados por una pequeña señal de voltaje, para que fluya una corriente intensa y/o un alto voltaje.

Los transistores bipolares NPN se controlan con el circuito de mando de la unión emisor-base.

Un FET se controla cambiando el voltaje en un campo capacitivo.

▪ **Partes del transistor FET:**

Los FET al igual que los transistores bipolares (comunes), se componen también de tres elementos, estos son:

- El Cátodo:

Es semejante al emisor de un transistor bipolar y tiene la tarea de suministrar electrones portadores de corriente o huecos, según sea este NPN o PNP.

- El Ánodo:

Es semejante al colector de un transistor bipolar y tiene la tarea de recoger electrones portadores de corriente o huecos, según sea este NPN o PNP.

- La Compuerta:

Es semejante a la base de un transistor bipolar y tiene la finalidad de crear un campo capacitivo, capaz de permitir que la corriente fluya del cátodo al ánodo.

Un FET no se puede definir como un dispositivo bipolar, porque la corriente que maneja arrastra solamente un grupo de portadoras de carga, ya sean electrones (negativos) o huecos (positivos) y fluye entre materiales similares, entre negativos (N a N) o positivos (P a P). No requiere voltaje de polarización y corriente inversa, como en el transistor bipolar (figura 1.30).

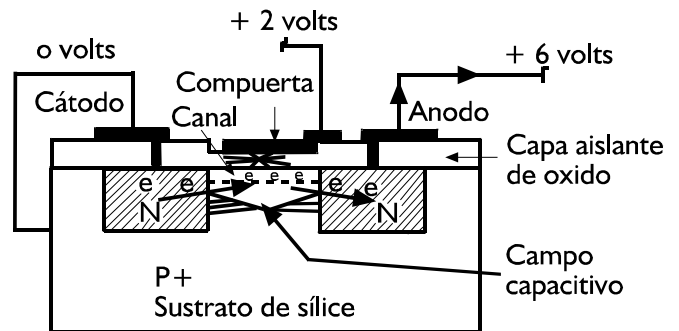


Figura 1.30
FET de tipo ensanchamiento del canal N

▪ **Funcionamiento del FET:**

Los transistores de efecto de campo funcionan de forma más eficaz que los bipolares, ya que con ellos se puede controlar una señal grande, con una cantidad de energía muy pequeña.

En un FET, el cátodo y el ánodo son de la misma clase de material adulterado, ya sea N o sea P (vea la figura 1.30, como ejemplo N).

En un FET, el cátodo y el ánodo están separados por una delgada capa de material N o de material P (vea la figura 1.30, como ejemplo, la capa P de sustrato de sílice).

- Ejemplo: si se mantiene el cátodo a voltaje cero y se le aplican 5 voltios al ánodo no fluiría ninguna corriente entre los dos, porque no hay disposición para ello.

Si a la compuerta (base) que en un FET es como una banda metálica arriba de la capa separadora del ánodo y el cátodo, se le aplica un voltaje positivo más bajo que 5 voltios, en ese momento se forma un campo capacitivo entre ella y la capa separadora del cátodo y el ánodo, el voltaje de este campo capacitivo, atrae electrones del cátodo, como lo haría la base en un transistor bipolar. La reacción de esta acción es que los electrones fluyen a través de la placa más intensamente positiva, el ánodo (figura 1.30).

- **Tipos de FET:**

FET de **ensanchamiento**: Son los FET descritos anteriormente, porque el efecto de campo ensancha o facilita la intensidad de corriente del cátodo al ánodo. Se puede decir que el FET de ensanchamiento funciona como un relé normalmente abierto, que se cierra cuando actúa la compuerta.

Otro tipo de FET es el tipo **agotamiento**, en el cual el efecto de campo agota, o limita el flujo de corriente. Se puede decir que el FET de agotamiento actúa como un relé normalmente cerrado, y se abre cuando actúa la compuerta.

En términos sencillos, se puede pensar en los FET de ensanchamiento y en los de tipo de agotamiento, como interruptores que funcionan normalmente abiertos o normalmente cerrados, respectivamente.

Las diferencias de operación entre los tipos de transistores bipolares y los FET son:

- A los transistores bipolares los controla el flujo de corriente entre el emisor y la base. Razón por la cual, normalmente llevan resistores limitadores de la intensidad de corriente, en el circuito de mando.

- A los FET los controla el voltaje que forma un campo capacitivo entre el cátodo y el ánodo.

Los transistores bipolares y los de efecto de campo pueden funcionar como amplificadores o como relevadores.

Los FET actúan como circuitos conmutadores para computadoras digitales.

Pueden construirse miles de FET en un pequeño chip de Silicio, como un circuito integrado. Los circuitos integrados forman los circuitos lógicos de las computadoras de los sistemas electrónicos del automóvil.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para la protección de los transistores verifique lo siguiente:

- 1) La corriente y voltaje nominales de trabajo.
- 2) El sentido en que circulará la corriente del circuito.
- 3) El voltaje de aplicación máximo.
- 4) La corriente máxima de conducción del transistor.
- 5) El FET es sensible a las corrientes estáticas.

1.4 EL VARISTOR

Los varistores proporcionan una protección confiable y económica contra las **variaciones** de alto voltaje, las cuales pueden ser producidas por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones y ruido eléctrico en líneas de potencia de corriente continua o corriente alterna.

1.4.1 DEFINICIÓN DE VARISTOR

Los **varistores** son **resistencias dependientes del voltaje**. Cuando aparece un **alto voltaje transitorio** en un circuito, el varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo. Un alto voltaje transitorio es un voltaje que aparece repentinamente, dura muy poco tiempo y es de un valor mucho mayor al que se utiliza en el circuito. El voltaje transitorio es absorbido por el varistor, protegiendo de esa manera, los componentes sensibles a grandes cambios de voltaje en el circuito. Su variación se produce en forma instantánea. Los varistores se fabrican con un material no homogéneo (carburo de Silicio). Su símbolo se presenta en la figura 1.31.

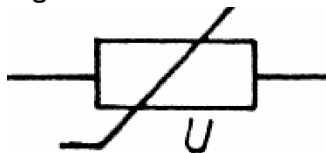


Figura 1.31 Símbolo del varistor

1.4.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS VARISTORES

Los varistores se clasifican en base a:

- **El voltaje de resistencia cero:** pueden ser desde 14 voltios hasta 550 voltios efectivos (RMS).

- **La potencia de trabajo:** según la corriente que circula a través del varistor.

Las características de los varistores son las siguientes:

- **Alta capacidad de absorción** de energía respecto de las dimensiones del componente.
- **Tiempo de respuesta** de menos de 20 nanosegundos, absorbiendo el transitorio en el instante que ocurre.
- **Bajo consumo** en estado de espera de un alto voltaje transitorio, virtualmente nada.
- **Valores bajos de capacidad**, lo que hace al varistor apropiado para la protección de los circuitos en conmutación digital.

1.4.3 PARTES Y APLICACIONES DE LOS VARISTORES

Al igual que las resistencias, el varistor se compone de un encapsulado y dos terminales. Los varistores pueden absorber energías transitorias positivas y negativas. La variación se produce de forma instantánea.

Las aplicaciones más importantes de este elemento son las siguientes:

- 1) Protección de sistemas electrónicos contra sobrevoltajes
- 2) Regulación de voltaje
- 3) Supresión de transitorios.

Los varistores se utilizan en las unidades de control electrónico de los automóviles, para la **protección** de sus elementos sensibles (chips, transistores, etc.) y contra **sobre tensiones**, generadas por el sistema de ignición y carga.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para la protección de los varistores se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) El voltaje máximo de operación.
- 2) El voltaje nominal de trabajo.
- 3) La corriente máxima de conducción.

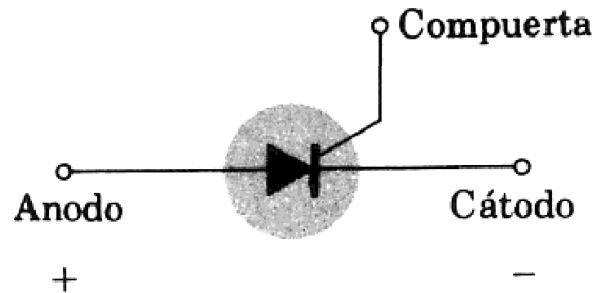


Figura 1.32
Símbolo del SCR

1.5 EL TIRISTOR O RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO (SCR)

1.5.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SCR's

Los SCR's se clasifican por:

- La **corriente máxima** que circula a través de él.
- El **valor máximo de voltaje** (pico) en polarización inversa.
- La **velocidad de conmutación** de conducción y no-conducción (switching).

Las características del SCR son:

- **Voltaje de ruptura directo:** es el voltaje sobre el cual el SCR entra en la región de conducción.
- **Corriente de sostenimiento:** es el valor de la corriente por debajo de la cual, el SCR **cambia** del estado de conducción al estado de no-conducción.
- **Voltaje inverso de ruptura:** es el valor de voltaje máximo que se puede aplicar al SCR, antes de que este conduzca una corriente inversa apreciable o se destruya.

El tiristor es un elemento semiconductor fabricado con capas o regiones alternas P y N.

Los tiristores son dispositivos que se utilizan para rectificar corrientes eléctricas alternas y conmutar corrientes directas, con un mecanismo de control.

La clase más común de tiristor es el Rectificador Controlado de Silicio (SCR). El nombre de **SCR** proviene de las siglas en inglés Silicon Controlled Rectifier que traducido al español significa "**Rectificador Controlado de Silicio**".

1.5.1 DEFINICIÓN DE SCR

El SCR es un dispositivo electrónico con cuatro capas PNPN y tres electrodos o terminales.

El SCR cuando está polarizado directamente, permite el paso de corriente del ánodo al cátodo, únicamente si al tercer terminal o compuerta se le suministra un voltaje mínimo, denominado voltaje de compuerta. El símbolo del SCR se muestra en la figura 1.32.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para la protección de los SCR's verifique lo siguiente:

- 1) La corriente y voltaje nominales de trabajo que el fabricante especifica.
- 2) El valor de voltaje inverso máximo.
- 3) La corriente máxima de conducción del SCR.

1.5.3 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL SCR

El SCR está compuesto por cuatro capas PNP (figura 1.33).

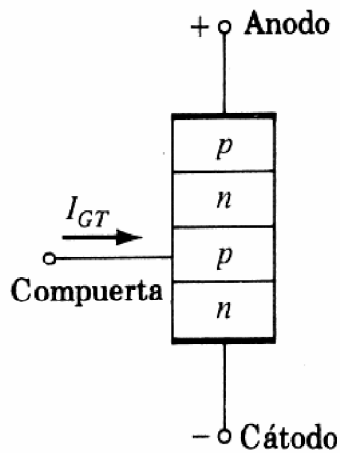


Figura 1.33 Partes de un SCR

El SCR tiene tres electrodos: el ánodo, el cátodo y la compuerta. El ánodo y el cátodo son similares a los del diodo común.

Para que el SCR conduzca en polarización directa (aplicándole un voltaje positivo al ánodo y uno negativo al cátodo), es necesario aplicarle un voltaje positivo a la **compuerta** del SCR, para permitir que fluya la corriente a través de él, por eso se le llama **rectificador controlado**.

Para apagar el SCR (para que ya no conduzca) **no basta con quitar el voltaje de la compuerta**. Las dos formas de apagar el SCR son:

- **Interrumpir** la corriente del ánodo (Figura 1.34 a). En esta Figura se observa una de las formas posibles de interrumpir la corriente del ánodo:

En la parte (a) se abre el circuito de ánodo cátodo.

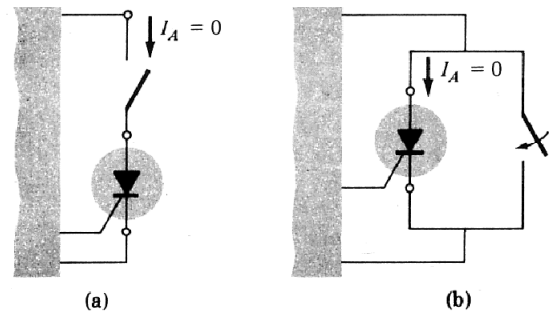


Figura 1.34 Interruption de la corriente de ánodo de un SCR

- **Conmutación forzada:** consiste en forzar la corriente a través del SCR, en dirección opuesta a la conducción directa. (figura 1.34 b).

En la parte (b) de la Figura se bloquea el circuito ánodo cátodo, a través de un circuito en paralelo.

El SCR es muy utilizado, tanto en los sistemas electrónicos de control industrial, como en automóviles y sistemas electrónicos en general.

A. Aplicaciones Automotrices del SCR:

- **Interruptor:** una aplicación común del SCR es suministrar corriente a la tercera luz del freno de un automóvil, únicamente cuando se presiona el pedal del freno y que el SCR no suministran la corriente a la tercera luz de

freno, se activan los pids vías en automóviles que utilizan este sistema (por lo general se utilizan en automóviles norte americanos como Ford y GM, figura I.35).

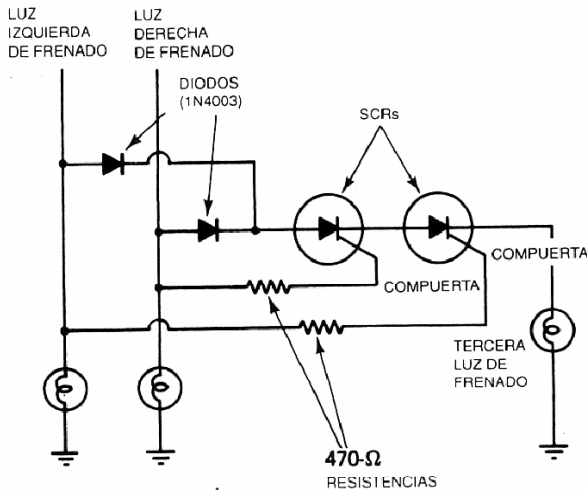


Figura I.35
 Aplicación de un SCR al sistema de luces de freno para un automóvil Ford ó GM

- **Rectificador controlado:** permite el paso de la corriente del ánodo al cátodo únicamente, cuando al tercer terminal o compuerta se le suministra un voltaje mínimo, denominado **voltaje de compuerta**.

I.6 TERMISTORES

Los termistores son resistores variables de estado sólido, son dispositivos utilizados como sensores de temperatura en los sistemas electrónicos de control de temperatura en la industria, equipos de calefacción, refrigeración y en los sistemas de inyección electrónica de gasolina en los automóviles.

I.6.1 DEFINICIÓN DE TERMISTOR

Un termistor es un semiconductor clasificado entre los resistores variables. El termistor varía su resistencia a causa de los cambios de temperatura en su estructura.

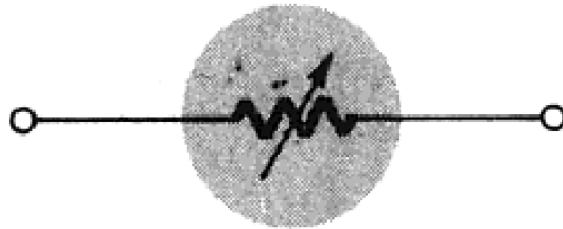


Figura I.36
 Símbolo de un termistor

El símbolo del termistor se muestra en la figura I.36.

I.6.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMISTORES

Los termistores se clasifican por:

- **El tipo de material:** Pueden ser fabricados a base de materiales semiconductores como el Germanio o el Silicio, con mezclas de óxidos de cobalto, níquel, estroncio o manganeso. El termistor **no es** un dispositivo de unión PN.
- **El tipo de coeficiente de temperatura:** los termistores por su coeficiente de temperatura pueden ser de dos tipos:

- a) De coeficiente negativo de temperatura **NTC** sigla en ingles de Negative Temperature coefficient. Los termistores NTC, son los que disminuyen su valor de resistencia cuando aumenta la temperatura de su estructura. (figura I.37).

El símbolo del termistor se muestra en la figura I.36.

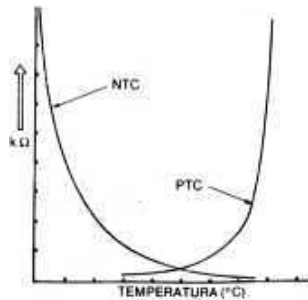


Figura I.37

Características de resistencia y temperatura de termistores NTC y PTC

En un termistor NTC la temperatura y la resistencia son inversamente proporcionales

- b) De coeficiente positivo de temperatura **PTC** siglas en ingles de Positive Temperature Coefficient. Los termistores PTC, son los que aumentan su valor de resistencia cuando aumenta la temperatura en su estructura (figura I.37)

En un termistor PTC la temperatura y la resistencia son directamente proporcionales

- **Los rangos de temperatura:** Otra Clasificación de los termistores es el rango de temperatura de operación para lo que fueron fabricados, estos rangos se pueden encontrar entre $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $850\text{ }^{\circ}\text{C}$
- **El tipo de encapsulado:** Otra clasificación de los termistores es su estructura física, la cual se observa en la figura I.38. Observe las diferentes formas de termistores, todas aplicables al lugar de trabajo.

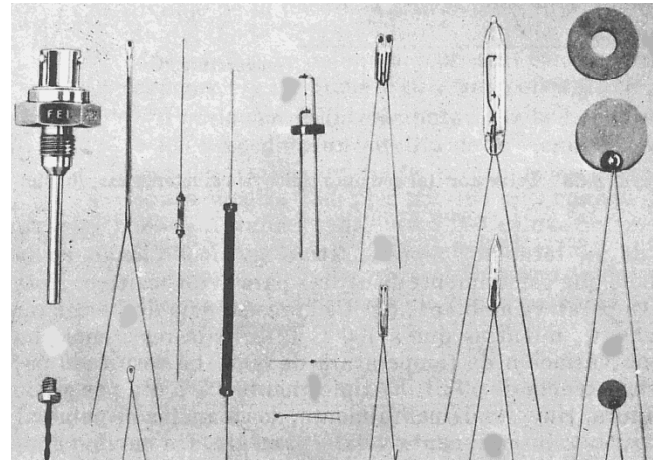


Figura I.38

Tipos de encapsulado de los termistores

Con referencia a las características que los fabricantes de termistores proporcionan a este elemento se encuentran las siguientes:

- **Resistencia nominal:** valor de resistencia para una temperatura ambiente de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Rangos específicos de resistencia:** el fabricante especifica los valores de resistencia del termistor, para cada valor de temperatura.
- **Potencia nominal:** valor de potencia para la cuál el termistor está diseñado para soportar y trabajar en óptimas condiciones.
- **Tolerancia:** valores máximos y mínimos que puede tener la resistencia del termistor a una temperatura específica. Por ejemplo para una tolerancia de 1% y un valor de resistencia de 500 ohmios, el valor máximo de resistencia del termistor es de 505 y el mínimo de 495 ohmios.
- **Coefficiente de temperatura:** indica si el valor de resistencia del termistor aumenta (PTC) ó disminuye (NTC) con el aumento de la temperatura.
- **Temperatura mínima y máxima:** valores mínimos y máximos de temperatura de trabajo, para los cuales el termistor está diseñado.

• **Aplicaciones Automotrices del termistor**

Los termistores al igual que las resistencias comunes, tienen **dos terminales** para su conexión.

El funcionamiento del termistor no depende del orden de conexión de sus terminales.

Las aplicaciones de los termistores son básicamente en procesos en los cuales varía la temperatura durante su ejecución.

En el automóvil se utilizan como sensores de temperatura de:

- El aire del múltiple de admisión.
- El refrigerante del motor.
- El Aceite del motor.
- Los gases de escape.
- El combustible.
- La cabina de pasajeros para el sistema de aire acondicionado.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para la protección de los termistores, verifique lo siguiente:

- 1) La corriente y voltaje nominales de trabajo que el fabricante especifica.
- 2) Los valores máximos y mínimos de temperaturas de operación.

1.7 CIRCUITO INTEGRADO

Los sistemas electrónicos en la actualidad, están conformados por **circuitos integrados** para realizar sus funciones, en un receptor de radio, por ejemplo. Con el uso de los circuitos integrados, se ha logrado reducir el tamaño, el número de elementos electrónicos utilizados en los circuitos y el costo de los equipos electrónicos.

1.7.1 DEFINICIÓN DE CIRCUITO INTEGRADO

Un circuito integrado es un pequeño circuito electrónico, formado a partir de la interconexión de varios materiales semiconductores sobre una pastilla de Silicio monocristalino, fabricado dentro de una cápsula de plástico. Los depósitos semiconductores forman **diodos, transistores y resistores de tamaño microscópico**, por lo que se fabrican con la ayuda de microscopios.

Al circuito integrado (**CI**) se le conoce como **chip** figura 1.39.

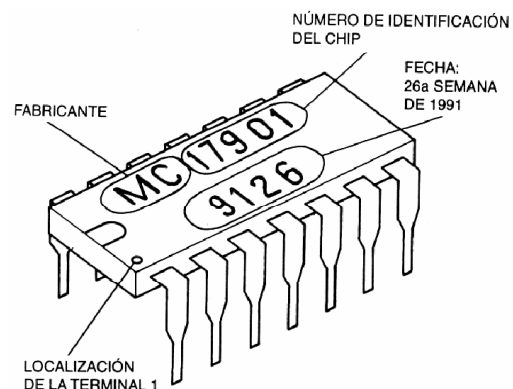


Figura 1.39
Chip

El chip se utiliza para realizar una función electrónica específica y se combina por lo general, con otros componentes para formar un sistema más complejo. Los CI's se fabrican en varias escalas de integración, según el **número de elementos** funcionales que estén integrados en él.

1.7.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CI's

.....

Los chips se clasifican en base a:

- **La tecnología** del transistor que se utiliza en la fabricación del chip: Bipolar, **MOS** o combinados (bipolar-MOS).
- **El tipo de circuito** en el que se utiliza el chip: **Análogo** (lineal), **Digital** ó combinado (Análogo-Digital).
- **El tipo de componente:** Análogo, **Lógico**, **Memoria**, o Microcomponentes.
- **El tipo de aplicación** del chip: General, ó de aplicación específica.
- **El nivel de integración:**
 - a) **Integración a pequeña escala**
(SSI del inglés Small Scale Integration): tienen 100 elementos por chip por 3 mm² de superficie.
 - b) **Integración a mediana escala**
(MSI del inglés Medium Scale Integration): tienen de 100 a 1,000 elementos por chip por 8mm² de superficie.
 - c) **Integración a gran escala**
(LSI del inglés Large Scale Integration): tienen menos de 100,000 elementos por chip por 20 mm² de superficie.

- d) **Integración a muy gran escala**
(VLSI Very Large Scale Integration): tienen más de 100,000 elementos por chip, por 30 mm² de superficie.
- e) **Integración a Ultra gran escala**
(ULSI Ultra Large Scale Integration): más de 1 millón de elementos por chip, por superficie mayor que 30mm².

Las características más notables de un chip, con respecto a un circuito equivalente compuesto por transistores, diodos resistencias y condensadores son las siguientes:

- Requiere mucho menos espacio y potencia.
- Su fabricación es más barata.

1.7.3 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS CI's

.....

Los CI's se fabrican con materiales semiconductores. Internamente se componen de diodos, transistores, resistencias y condensadores en miniatura, fabricados a partir del mismo material semiconductor del que está hecho el chip. Los elementos individuales de un chip se conectan con películas finas de metal o de material semiconductor, aisladas del resto del circuito por medio de capas dieléctricas. Para conectarlo con otros circuitos o componentes, los chips se montan en cápsulas que contienen conductores eléctricos externos, conocidos como **pines**, que facilitan su conexión con otros chips en **tarjetas electrónicas**. Una tarjeta electrónica es una placa de circuito impreso, en la cuál están interconectados por medio de pistas, elementos electrónicos como chips, transistores, diodos, resistencias, etc. (figura 1.40).

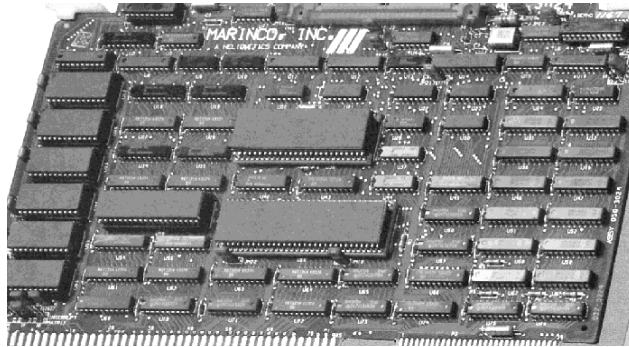


Figura 1.40
Tarjeta electrónica típica

Las funciones lógicas y aritméticas de una computadora pequeña, pueden realizarse en la actualidad, mediante un único chip con integración a escala muy grande (VLSI) llamado **microprocesador**, todas las funciones lógicas, aritméticas y de memoria de una computadora, pueden almacenarse en una única tarjeta electrónica, o incluso en un único chip. Un dispositivo así, se denomina **microcomputadora**.

I.7.4 APLICACIONES DE LOS CI's

Los CI's **son parte** de las ECU en automóviles, como en los sistemas electrónicos de inyección, frenos, suspensión. Los CI's son los encargados de **ingresar, procesar y enviar la información** de los distintos componentes de un sistema controlado electrónicamente (figura 1.41).

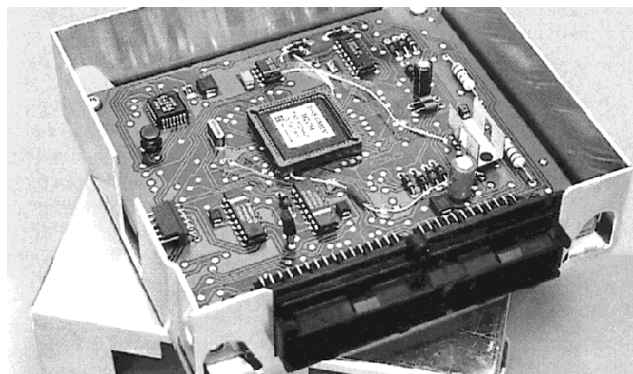


Figura 1.41
Unidad de control electrónica

Actualmente existen muchos tipos de CI's, algunos ejemplos son:

- **CI lineales:** Los CI's lineales son los que proporcionan una **señal de salida** proporcional a la **señal de entrada**. Por ejemplo, a un amplificador de sonido, se le inyecta una señal pequeña de entrada. El amplificador entrega en la salida una señal amplificada, proporcional a la entrada (el sonido aumenta de nivel de potencia). Los CI's lineales son utilizados en:

- a) Amplificadores Operacionales
- b) Amplificadores de Sonido
- c) Controladores de velocidad de motores eléctricos de DC.
- d) Reguladores de voltaje.
- e) Sintonizadores de Televisión.

A. Compuertas lógicas:

Son CI's que ejecutan las **funciones lógicas binarias AND, OR, NOT, YES, NAND, NOR**. La lógica binaria consiste en variables binarias y funciones binarias. Las variables binarias se identifican mediante letras del alfabeto tales como A, B, x, y, z,. Cada variable binaria tiene **dos y sólo dos valores posibles: el uno (1) y el cero (0)**. Las funciones lógicas binarias básicas son: AND, OR y NOT.

Las compuertas lógicas son CI's con distintas tecnologías de fabricación que pueden ser

- a) **RTL:** Lógica de transistor bipolar y resistencia.
- b) **DTL:** Lógica de transistores bipolares y diodos.
- c) **TTL:** Lógica de transistor y transistor bipolar.
- d) **MOS:** Semiconductor de óxido de metal.
- e) **CMOS:** Semiconductor de óxido de metal complementado.

Las compuertas lógicas digitales se utilizan para ejecutar las siguientes funciones lógicas:

- a) AND
- b) OR
- c) INVERSOR
- d) SEPARADOR
- e) NAND
- f) NOR
- g) OR - exclusiva (XOR)
- h) NOR – exclusiva

Los circuitos lógicos: son altamente flexibles y admiten amplios rangos de condicionamiento y complejidad.

A continuación se desarrollará un análisis de los tres circuitos básicos: AND, OR y NOT. En la siguiente figura 1.42, se muestran los símbolos circuitales y el nombre correspondiente a cada uno de ellos.

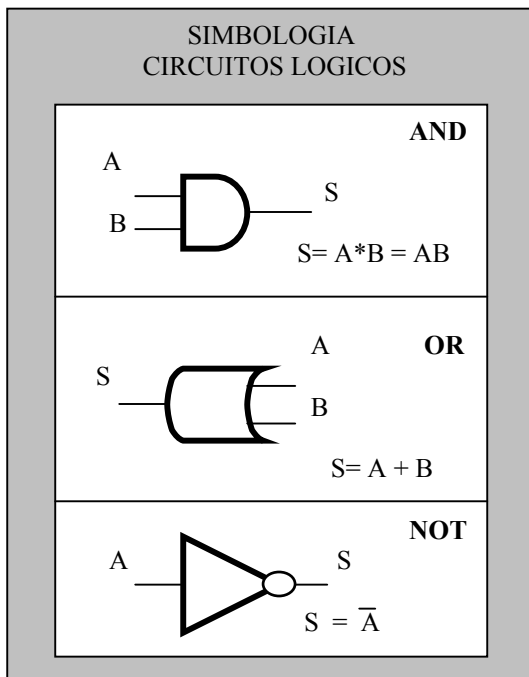


Figura 1.42
Simbología de Circuitos Lógicos

Técnicamente una compuerta lógica debe tener al menos dos entradas, vea la simbología de las compuertas AND Y OR, el circuito NOT posee una sola entrada y por lo tanto, son llamados

simplemente circuitos lógicos y no compuertas.

1) **La compuerta AND:** La palabra inglesa AND significa “Y”. Así se designa la compuerta llamada multiplicadora. La operación de esta compuerta es la siguiente: La salida (S), será 1 si y solo si, en las entradas (A y B) se tienen unos (positivos, un voltaje).

Vea la tabla de verdad de la compuerta AND (figura 1.43).

A	B	Salida
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Figura 1.43
Tabla de la verdad compuerta AND

Todas las posibles combinaciones, en cuanto a los estados de las entradas de la compuerta AND que se pueden dar, se muestran en la tabla de la verdad de la Figura 1.43.

Comprenda la fórmula para la compuerta AND expresada en la tabla de simbologías:

$$S = A * B = AB$$

$$S = 1 * 1 = 1$$

$$S = 1 * 0 = 0$$

$$S = 0 * 1 = 0$$

$$S = 0 * 0 = 0$$

Un circuito elemental para simular una compuerta AND se puede ejemplificar con dos interruptores, una batería y un bombillo en serie (Figura 1.44).

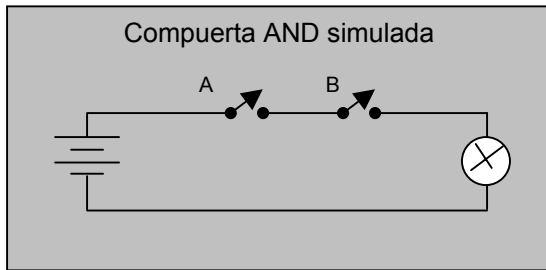


Figura 1.44
 Circuito simulador de una compuerta AND

El ejemplo de la Figura 1.44 indica que la única forma de que se ilumine la lámpara es cerrar tanto el interruptor A como el B. Ninguna otra posibilidad encenderá la lámpara. Ambos interruptores deben cerrarse.

Todas las posibles combinaciones en cuanto a los estados de cerrado y abierto que se pueden dar con los interruptores A y B, se muestran en la tabla de la verdad de la compuerta AND. Electrónicamente así es como funciona una compuerta AND.

Dentro de la tecnología de los circuitos integrados, las compuertas AND están formadas por microtransistores y otros componentes microscópicos de estrado sólido y alta velocidad.

Un circuito integrado TTL compuesto por cuatro compuertas individuales AND, se muestra en la Figura 1.45. Este componente es conocido como el circuito integrado 7408 de cuatro compuertas lógicas AND, de dos entradas cada una.

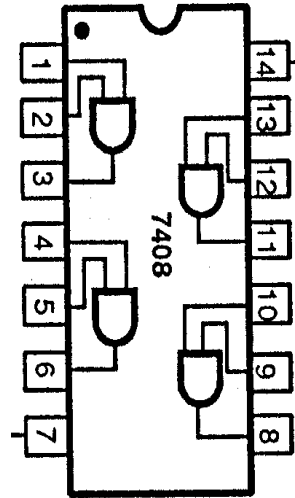


Figura 1.45
 Simbología del circuito integrado AND 7408

Como indica la Figura 1.45, dos terminales del circuito integrado lógico se reservan para la alimentación del voltaje externo. El resto de los terminales son utilizados para conectar varios circuitos lógicos que trae el chip.

Como ocurre con otros circuitos integrados de esta clase, las compuertas AND del 7408 se pueden usar individualmente o en combinación.

Las compuertas AND se usan cuando se necesita asegurar que dos o más sucesos, ocurran simultáneamente.

Un buen ejemplo de esto es el módulo para detectar si el conductor de un automóvil está tomando en cuenta su seguridad: Si tanto el seguro del cinturón de seguridad como la llave del encendido están asociados, la compuerta AND tendrá dos unos en sus entradas; debido a eso aparecerá un 1 en la salida S.

El hecho de aparecer un 1 en S, significa que el voltaje positivo ha cruzado la compuerta AND y el voltaje de S puede ser usado para accionar el circuito de control de los cinturones de seguridad.

2) **La compuerta OR:** Es una la compuerta llamada sumadora. La operación de esta compuerta es la siguiente: la salida será 0 si y solo si, en las entradas se tiene cero.

La operación de esta compuerta es la siguiente: La salida (S), será uno si y solo si, si en las entradas (A y B) se tienen unos (positivos) y un voltaje.

Vea la tabla de la verdad de la compuerta OR (figura I.46).

TABLA DE LA VERDAD COMPUERTA OR		
A	B	Salida
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Figura I.46
Tabla de la verdad compuerta OR

Todas las posibles combinaciones, en cuanto a los estados de las entradas de la compuerta OR, que se pueden dar se muestran en la tabla de verdad de la compuerta OR, figura I.46.

Comprenda la fórmula para la compuerta OR, expresada en la tabla de simbologías:

$$S = A + B$$

$$S = 1 + 1 = 1$$

$$S = 1 + 0 = 1$$

$$S = 0 + 1 = 1$$

$$S = 0 + 0 = 0$$

Un circuito elemental para simular una compuerta OR se puede ejemplificar con dos interruptores en paralelo, una batería y un bombillo. Vea la figura I.47.

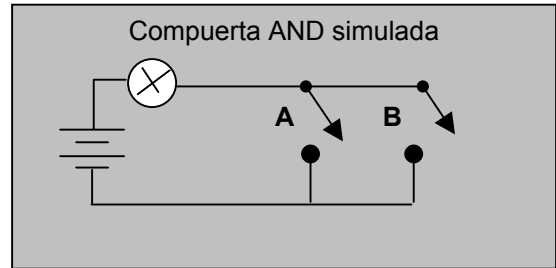


Figura I.47
Circuito simulador de una compuerta OR

El ejemplo de la Figura I.47 indica que la única forma de que NO se ilumine la lámpara, es tener abierto tanto el interruptor A como el B. Ninguna otra posibilidad apagará la lámpara. Ambos interruptores deben abrirse.

Todas las posibles combinaciones en cuanto a los estados de cerrado y abierto que se pueden dar con los interruptores A y B, se muestran en la tabla de la verdad de la compuerta OR. Electrónicamente así es como funciona una compuerta OR.

Dentro de la tecnología de los circuitos integrados, las compuertas OR están formadas por microtransistores y otros componentes microscópicos de estrado sólido y alta velocidad.

Un circuito integrado compuesto por cuatro compuertas individuales OR, se muestra en la Figura I.48. Este componente es conocido como el circuito integrado 7432 de cuatro compuertas lógicas OR de dos entradas cada una (figura I.48).

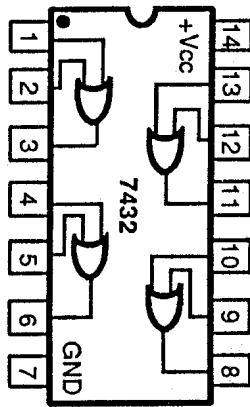


Figura 1.48
Simbología del circuito integrado OR 7432

Dos terminales del circuito integrado lógico se reservan para la alimentación del voltaje externo. El resto de los terminales son empleados para conectar varios circuitos lógicos que trae el chip.

Como ocurre con otros circuitos integrados de esta clase, las compuertas OR 7432, se pueden usar individualmente o en combinación.

Las compuertas OR se usan cuando se desea detectar al menos una de las señales que puede recibir la compuerta, recuerde que con un 1, ya hay uno en la salida.

Un buen ejemplo de la aplicación de la compuerta OR, es el sistema de monitoreo de timbres de llamadas de pacientes hospitalarios. Si se pulsa un sólo interruptor, el timbre suena. Si se pulsan ambos interruptores, este también suena. Si no se pulsa ningún interruptor o conmutador, el timbre no sonará.

Otro ejemplo, se puede encontrar en circuitos de los sistemas de seguridad contra el robo de automóviles.

Así como estos ejemplos, existen muchos que pueden ser aplicados a varios sistemas, todo depende de la creatividad.

- 3) **Circuito Lógico NOT:** Es el circuito lógico llamado negador, la operación de este es la siguiente: La salida será cero, si la entrada es uno y la salida será uno, si la entrada es cero. Vea la tabla de la verdad del circuito lógico NOT (figura 1.49).

A	Salida
1	0
0	1

Figura 1.49
Tabla de la verdad compuerta NOT

Las posibles combinaciones, en cuanto a los estados de las entradas del circuito lógico NOT que se pueden dar, se muestran en la tabla de verdad de la Figura 1.49.

El circuito lógico NOT, invierte la señal de salida respecto de la señal de entrada. En otras palabras, este sistema niega la información de entrada y por eso recibe el nombre de "negador".

En el circuito negador NOT sin importar la polaridad del voltaje de entrada, el voltaje de salida será inverso.

El símbolo para el sistema negador se muestra en la Figura 1.42 de la tabla simbología de circuitos lógicos. El círculo en la punta de la flecha, indica la función inversora, así mismo en la fórmula, la entrada simbolizada por una A con un guión en su parte superior, indica que es inversora o negadora. Comprenda la fórmula para el circuito lógico NOT. Expresada en la tabla de simbologías:

$$S = \overline{A}$$

$$\overline{\overline{A}} = 1 \quad S = 0$$

$$\overline{\overline{A}} = 0 \quad S = 1$$

Un circuito lógico NOT elemental, se puede ejemplificar con un interruptor en paralelo, una bombilla y una batería. figura 1.50.

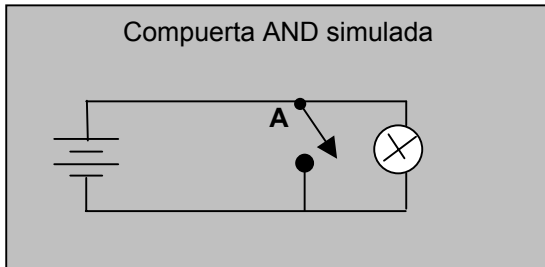


Figura 1.50
Circuito simulador de una compuerta OR

Cuando el interruptor se abre, la lámpara se ilumina por quedar en serie con la batería. Cuando el pulsador se cierra, se genera un corto circuito en paralelo con el bombillo; esto hace que la potencia fluya por el circuito en corto y abandone la trayectoria de la lámpara; por tanto el bombillo se apagará.

De lo anterior se concluye que: cuando el pulsador está en ON la lámpara estará apagada, y cuando el interruptor está en OFF, la lámpara estará encendida.

El circuito lógico NOT invierte la señal de salida, respecto de la señal de entrada. En otras palabras, este sistema niega la información de entrada y por eso recibe el nombre de “negador”.

En el circuito negador NOT, no importa la polaridad del voltaje de entrada, el voltaje de salida será el inverso.

Un circuito integrado TTL compuesto por seis circuitos lógicos individuales NOT, se muestra en la Figura 1.51. Este componente es conocido como el circuito integrado 7404, de seis circuitos lógicos NOT. A este circuito integrado por tener seis inversores internamente, se le denomina un inversor hex.

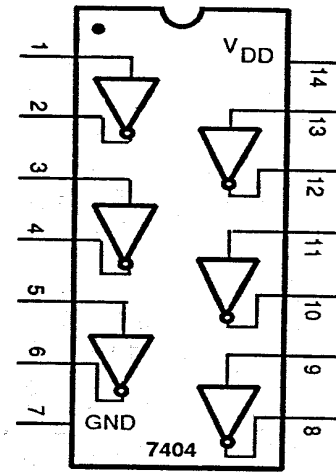


Figura 1.51
Simbología del circuito integrado NOT 7404

B. Convertidores Análogos / Digitales: son CI's que se aplican en sistemas controlados electrónicamente. Los convertidores **A/D** han sido diseñados para convertir una señal de un circuito analógico (como la señal de un micrófono) a una **señal digital** (una cantidad de unos y ceros, como por ejemplo el número 110010), para que pueda ser utilizado por un circuito de amplificación digital.

C. Memorias ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, y KAM: las memorias se utilizan en una computadora para guardar información de tipo digital. Un ejemplo de un número digital binario es 101011. La **Memoria de Acceso Aleatorio RAM** (del inglés Random Access Memory) es una memoria en la que se puede guardar y recuperar información en cualquier momento, es similar a una pizarra. **La Memoria de sólo Lectura ROM** (Read Only Memory) es una memoria en la que el fabricante escribe información para utilizarla en operaciones lógicas. La diferencia entre la memoria RAM y la ROM es que en la ROM no puede escribirse información en cualquier momento, únicamente se puede leer, es similar a un diccionario.

D. La Memoria de Solo Lectura Programable Borrable EPROM (del inglés Erasable Programmable Read Only Memory) es una memoria Rom, con la diferencia de que se puede borrar y escribir de nuevo la información, es similar a un cartapacio al cual se le pueden cambiar las hojas para escribir nuevamente. Para borrar la información y escribirla en una memoria EPROM, se debe utilizar un equipo especial que no está en la computadora.

Con referencia a este tema de las memorias, la función de almacenamiento de las unidades electrónicas será ampliada en la Unidad 3 sobre la ECU.



**MEDIDAS
DE SEGURIDAD**

Para la protección de los chips verifique lo siguiente:

1. El voltaje máximo de aplicación.
2. Compatibilidad en los niveles de voltaje y de corriente de entrada y salida de sus pines.
3. Tipo de tecnología que utilice, Bipolar ó CMOS: los chips fabricados con elementos bipolares son resistentes a las descargas de electricidad estática. Los chips fabricados con elementos CMOS son altamente sensibles a descargas de electricidad estática, dejándolos inservibles por completo. Usted puede generar electricidad estática cuando camina sobre alfombras o se sienta en sillas plásticas y puede descargarla en un chip, tocando sus pines. Asegúrese de no generar electricidad estática, utilizando una pulsera antiestática, antes de manipular los CI's fabricados de elementos CMOS.

COMPROBAR EL ESTADO DE DIODOS, TRANSISTORES Y TERMISTORES, DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

1.8 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS DIODOS

La comprobación de los diodos se realiza con: un multímetro digital, ó una luz de prueba con energía propia.

1.8.1 PROCESO DE COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS DIODOS

Materiales:

- Diodos semiconductores

Herramientas y equipo:

- Multímetro digital
- Luz de prueba con energía propia
- Pinzas de conexión eléctrica.

Los pasos que usted debe seguir para comprobar el estado de los diodos, se indican a continuación:

- 1) Prepare la herramienta, el equipo y los materiales necesarios de acuerdo a la orden de trabajo.

- 2) Identifique el ánodo y el cátodo del diodo a probar.
- 3) Sitúe el multímetro en comprobación de diodos.
- 4) Conecte las puntas de prueba del multímetro, con ayuda de las pinzas de conexión eléctrica, como lo indican las figuras 1.52 y 1.53.

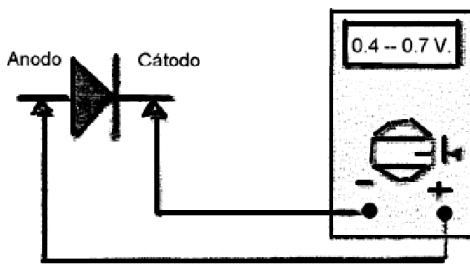


Figura 1.52
Prueba de un diodo en polarización directa por medio de un multímetro digital

- a) **Prueba 1:** conecte la punta de prueba positiva del multímetro en el ánodo y la punta de prueba negativa en el cátodo del diodo que está probando. Observe el multímetro y anote la lectura en la tabla 1.

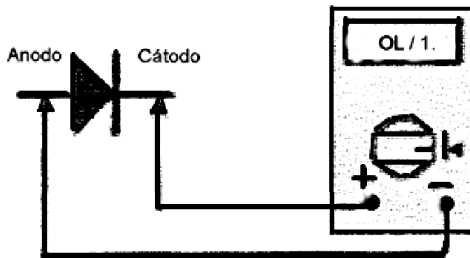


Figura 1.53
Prueba de un diodo en polarización inversa por medio de un multímetro digital

- b) **Prueba 2:** conecte las puntas del multímetro en los extremos del diodo, cambiando la polaridad de la primera prueba. Observe el multímetro y anote la lectura en la tabla 1.

POLARIZACIÓN	LECTURA EN PANTALLA
DIRECTA	
INVERSA	

Tabla 1

- 5) Compare los resultados de la tabla 1 con los de la tabla 2.

POLARIZACIÓN	LECTURA EN PANTALLA
DIRECTA	0.4 – 0.8 VOLTIOS
INVERSA	Circuito Abierto

Tabla 2

Si todos los resultados de la tabla 1 son similares a los de la tabla 2, el diodo está en buen estado, de lo contrario estará defectuoso.

- 6) Compruebe el estado del diodo con la luz de prueba.

- a) Conecte la punta positiva de la luz de prueba al cátodo y la negativa al ánodo, observe la luz y compárela con la Figura 1.54 a.

- b) Conecte la punta positiva de la luz de prueba al ánodo y la negativa al cátodo, observe la luz y compárela con la figura 1.54 b.

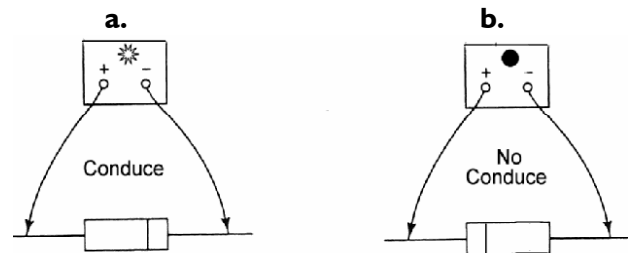


Figura 1.54

Comprobación de un diodo con la luz de prueba

Si los resultados de la prueba no son los mismos que los de la Figura 1.54, el diodo estará defectuoso.

Un diodo está **defectuoso** cuando:

- a) *Conduce en las dos direcciones (cortocircuitado)*
 - b) *No conduce en ninguna dirección (abierto).*
- 7) Guarde la herramienta y equipo en el lugar asignado, de forma que las puntas de prueba y alambres que utilizó en la prueba no queden enredados y sucios.
- 8) Limpie y ordene el área de trabajo.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar para no dañar el elemento son las siguientes:

- 1) Cuando pruebe el elemento hágalo con el equipo adecuado.
- 2) Cuando desmonte o monte el elemento utilice el equipo adecuado para no deteriorarlo mecánicamente.
- 3) Cuando desmonte o monte el elemento de la tarjeta no lo caliente por largo tiempo ya que el elemento puede dañarse.
- 4) No toque la punta del caudín o pistola que utilice para soldar o desoldar cuando esté caliente.
- 5) No aspire el humo que genera el estaño al fundirse.
- 6) Utilice debidamente el equipo, escogiendo la opción y escala adecuadas a la prueba que ejecuta.



PROTECCIÓN AMBIENTAL

Deposite en un recipiente para basura:

- Todos los sobrantes de los materiales que utilizó, como de forro de alambres, etc.
- Los elementos en mal estado, con las terminales entorchadas para diferenciarlo de los que están en buen estado.

1.9 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS TRANSISTORES

.....

La comprobación de los transistores se realiza con un multímetro digital, en forma similar a la comprobación de los diodos.

1.9.1 PROCESO DE COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS TRANSISTORES

.....

Materiales:

- Transistores
- Hojas de especificaciones del fabricante de los transistores

Herramientas y equipo:

- Multímetro digital
- Pinzas de conexión eléctrica

Los pasos que usted debe seguir se indican a continuación:

- 1) Prepare la herramienta, el equipo y los materiales necesarios de acuerdo a la orden de trabajo.
- 2) Identifique por medio de las hojas de especificaciones del fabricante, los pines del transistor que corresponden a: la base (B), el emisor (E) y el colector (C) y que tipo de transistor es (PNP ó NPN).
- 3) Sitúe el multímetro en comprobación de diodos.
- 4) Conecte las puntas de prueba del multímetro a los pines del transistor que está comprobando, en el orden y polaridad que se presenta la figura 1.55, con ayuda de las pinzas para conexión eléctrica.

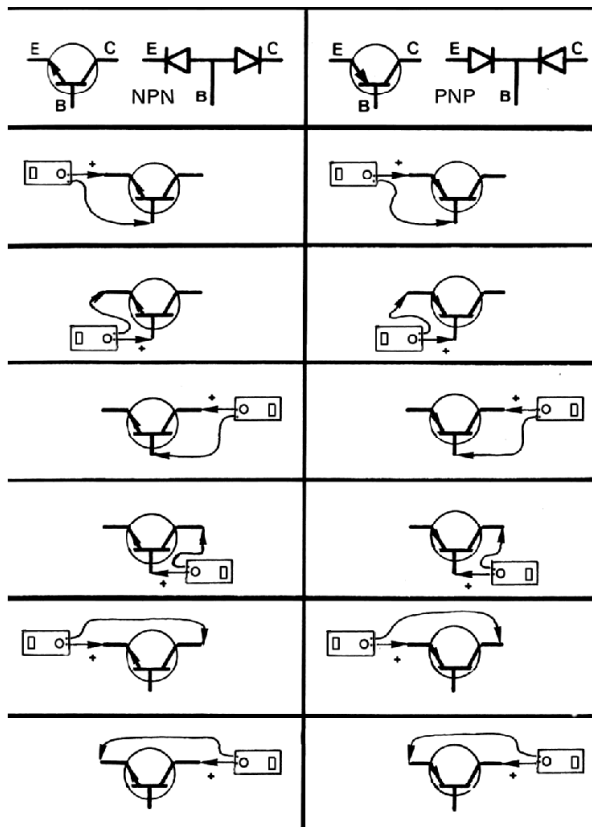


Figura 1.55
Conexiones de prueba para comprobar el estado de los transistores NPN y PNP

5) Anote los resultados en la Tabla 3.

PINES	TRANSISTOR	
	NPN	PNP
CB		
CE		
BC		
BE		
EB		
EC		

Tabla 3
Conduce = 0
No Conduce = X

6) Observe el resultado y compárelo con la tabla 4.

PINES	TRANSISTOR			
	NPN		PNP	
	BUENO	MALO	BUENO	MALO
CB	X	0	0	X
CE	X	0	0	X
BC	0	X	X	0
BE	0	X	X	0
EB	X	0	0	X
EC	X	0	0	X

Tabla 4
Conduce = 0
No Conduce = X

Si al efectuar las pruebas los resultados de la tabla 3 no coinciden con los resultados de la tabla 4, el transistor está defectuoso.

7) Guarde la herramienta y equipo en el lugar asignado, de forma que las puntas de prueba y alambres que utilizó en la prueba no queden enredados y sucios.

8) Limpie y ordene el área de trabajo.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar para no dañar el elemento son las siguientes:

- 1) No sobrepase la corriente y voltaje nominales que el fabricante especifica.
- 2) No conecte el sentido de la corriente de forma que dañe el elemento.

I.10 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS TERMISTORES

La comprobación de los termistores se realiza utilizando un multímetro digital, un **termómetro industrial** y un aparato capaz de calentar y enfriar el termistor y el termómetro al mismo tiempo.

I.10.1 PROCESO PARA COMPROBAR EL ESTADO DE LOS TERMISTORES

Materiales:

- Termistores
- Hojas de especificaciones del fabricante de los termistores.

Herramientas y equipo:

- Multímetro digital
- Termómetro Industrial
- Secadora de pelo
- Pinzas de conexión eléctrica.

Los pasos que usted debe seguir se indican a continuación:

- 1) Prepare la herramienta, el equipo y los materiales necesarios de acuerdo a la orden de trabajo.
- 2) Identifique en las hojas de especificaciones del fabricante del termistor: el valor de resistencia nominal (a 25 °C), los valores de temperatura máximos y mínimos, los distintos valores de temperatura para cada valor de resistencia y el tipo de coeficiente que tiene el termistor (NTC ó PTC), anótelos en la tabla 5.
- 3) Observe el valor de temperatura que el termómetro industrial indica y anote la lectura en la tabla 5 en la columna de temperatura (temperatura ambiente).

TEMPERATURA °C	RESISTENCIA Ω
Temperatura ambiente...	
40	
50	
60	
70	
80	

Tabla 5

- 4) Sitúe el multímetro en ohmímetro y conecte las puntas de prueba del multímetro a los pines del termistor que está comprobando, con ayuda de las pinzas de conexión eléctrica, como se presenta en la Figura 1.55. Observe la lectura del multímetro y anótelas en la tabla 5, en la columna de resistencia que corresponde a la temperatura ambiente.

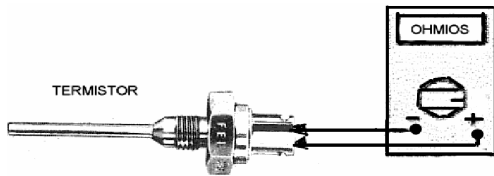


Figura 1.56
 Comprobación de un termistor con un multímetro digital



- 5) Con una horquilla eléctrica en un recipiente con agua caliente el termistor y el termómetro al mismo tiempo, hasta que el termómetro indique los 40 °C de temperatura que están especificado en la tabla 5. Se le sugiere que para controlar la temperatura, ajuste la distancia de la secadora.
- 6) Realice las pruebas que piden en la tabla 5, de acuerdo a los valores de temperatura. Anote los resultados.
- 7) Compare los valores de la tabla 5 con los valores de las hojas de especificaciones del fabricante.

nota Si los valores de resistencia del termistor para cada temperatura de operación no coinciden o están muy alejados de los especificados por el fabricante, el termistor estará defectuoso.

- 8) Guarde la herramienta y equipo en el lugar asignado, de forma que las puntas de prueba y alambres que utilizó en la prueba no queden enredados y sucios.
- 9) Limpie y ordene el área de trabajo.



1. CONSTITUCIÓN DE SEMICONDUCTORES

Complete las palabras que faltan en el siguiente párrafo: Los elementos de estado sólido son fabricados a base de materiales _____. Se le llama _____ al proceso de agregar impurezas a un material semiconductor para modificar sus características de _____ eléctrica. De la unión de un material tipo P y uno tipo N se forma un _____.

El _____ está formado de tres capas de material P y N. El SCR se compone de _____ capas de material tipo P y N. Los termistores pueden ser: de coeficiente de _____ temperatura _____ y negativo, llamándoseles termistor PCT y _____, respectivamente.

2. VISITA A DISTRIBUIDORES DE SEMICONDUCTORES

En grupos de 3 o 4 personas realicen una visita a lugares donde distribuyan elementos semiconductores, utilizados en los sistemas electrónicos de los automóviles. Pregunten a los vendedores sobre las marcas y precios disponibles y elaboren un listado de ello. Luego intercambien la información con los demás grupos.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA CONDUCCIÓN ELÉCTRICA DE LOS CONDUCTORES

En grupos de 3 ó 4 personas, expliquen oralmente las características de conducción eléctrica de los conductores, semiconductores y aislantes, citando ejemplos de cada uno de los dispositivos fabricados a base de materiales semiconductores, den ejemplos de sus aplicaciones a circuitos electrónicos en el automóvil. Indiquen el procedimiento para la comprobación del estado de cada dispositivo en particular, anótenlas en una hoja de rotafolio y péguenla en la pared del taller donde se realiza la práctica.

4. SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

Obtenga una copia del un diagrama de un circuito, que contenga los elementos tratados en esta unidad, identificándolos por sus símbolos. Describa el nombre y la aplicación del circuito. Presente un reporte escrito a su facilitador.

5. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

En grupos de 5 personas obtengan una tarjeta electrónica utilizada en un automóvil, identifiquen los elementos que se trataron en la presente unidad, anoten el código de identificación, así como sus características físicas (numeración colores, número de pines, etc.), y presente un reporte escrito a su facilitador que incluya además, la ubicación en la tarjeta (número que aparece identificado en la tarjeta, por ejemplo R35).



La electrónica trata del diseño y aplicación de dispositivos electrónicos en circuitos que captan, procesan y envían información para controlar un sistema, por ejemplo, el sistema de inyección de combustible del automóvil. La estructura electrónica de un material es la distribución y cantidad de electrones que contiene el material en sus átomos. El silicio y el Germanio son materiales tetravalentes. Un cristal es un arreglo definido y continuo de la unión de varios átomos que forman un material. Ambos tienen enlaces covalentes. Los dispositivos electrónicos pueden ser de tubos de vacío o dispositivos de materiales semiconductores, llamados de estado sólido. Los dispositivos de estado sólido son más utilizados por las ventajas que ofrecen (menor consumo de potencia, menor tamaño, resistencia en su construcción y facilidad de interconexión en las tarjetas electrónicas).

A los materiales semiconductores se les agregan pequeñas cantidades de impurezas para modificar sus características de conducción eléctrica. A este proceso se le llama dopado del material. A un semiconductor sin dopar se le llama material intrínseco y al semiconductor dopado material extrínseco. Si la impureza que se le agrega tiene un electrón más que el material semiconductor, el material resultante será del tipo N, y si la impureza tiene un electrón menos que el material semiconductor, será del tipo P.

La unión de un material tipo P y uno tipo N forma un diodo. En la unión PN cada mitad tiene portadores mayoritarios y minoritarios diferentes. Los portadores mayoritarios en la parte N son los electrones y los minoritarios son los huecos (cargas positivas). Por el contrario, en la parte P, los portadores mayoritarios son los huecos y los

minoritarios son los electrones. Las principales aplicaciones del diodo son rectificar corriente y regular voltaje.

Los transistores se fabrican uniendo dos capas de material tipo N o P y una capa tipo P o N, en medio de ellas. Los transistores pueden ser PNP o NPN. La señal de control entra en la base (NPN) o sale de la base (PNP). En los PNP la corriente entra por el emisor y sale por el colector. En los NPN entra por el colector y sale por el emisor.

El transistor es un dispositivo de tres capas de material semiconductor. Los transistores NPN tienen dos capas de tipo N y una de tipo P. Los transistores PNP tienen dos de tipo P y una de tipo N.

El transistor se utiliza como amplificador cuando trabaja en la región activa (conmutador cerrado), cuando está en la región de saturación (conmutador abierto), y cuando está en la región de corte.

Los varistores y los termistores son resistencias no lineales. En el caso de los varistores, el valor de su resistencia depende del voltaje. El varistor se utiliza como un dispositivo de protección de elementos sensibles a sobre voltajes. En los termistores, el valor de su resistencia depende de la temperatura en su estructura. Estos pueden ser de coeficiente de temperatura positivo o negativo. Los de coeficiente positivo aumentan su resistencia al aumentar la temperatura en su estructura. Los de coeficiente negativo disminuyen su resistencia, al aumentar la temperatura en su estructura. Los termistores se usan comúnmente como dispositivos sensores de la temperatura del refrigerante del motor de combustión interna.

El rectificador controlado de silicio SCR, es un dispositivo electrónico de cuatro capas de material tipo P y N. Para que un SCR conduzca, no basta con aplicarle al ánodo un voltaje positivo y al cátodo un voltaje negativo. Se debe suministrar un voltaje de compuerta para que el SCR deje pasar la corriente.

Para que el SCR ya no conduzca, se debe interrumpir la corriente que pasa por el ánodo o suministrarle una corriente inversa al cátodo, por medio de un circuito externo.

A los circuitos integrados también se les llama chips. Se fabrican a base de materiales semiconductores, están formados por diodos, transistores, resistencias, condensadores, etc. en miniatura, que se forman del mismo material semiconductor del que está hecho el chip. Una de las clasificaciones de los chips es en base a la cantidad de elementos que lo componen. Pueden ser de integración a pequeña escala con 100 elementos por chip, integración a mediana escala con 100 a 1,000 elementos por chip, integración a gran escala con menos de 100,000 elementos por chip, integración a muy gran escala, tienen más de 100,000 elementos por chip, e Integración a Ultra gran escala con más de 1 millón de elementos por chip.

Las funciones lógicas y aritméticas de una computadora pequeña pueden realizarse en la actualidad, mediante un único chip con integración a escala muy grande (VLSI), llamado microprocesador, y todas las funciones lógicas, aritméticas y de memoria de una computadora, pueden almacenarse en una única tarjeta electrónica o incluso, en un único chip. Un dispositivo así, se denomina microcomputadora.

Para comprobar el estado de los: diodos, transistores y termistores se debe utilizar el multímetro digital. La condición normal de operación del diodo es conducir en una sola dirección. Cuando un diodo conduce en las dos direcciones se dice que está cortocircuitado, cuando no conduce en ninguna dirección, está abierto.

Para comprobar el estado de los transistores se ejecutan mediciones entre sus pines y se comparan los valores obtenidos con una tabla establecida. Se dice que un transistor está cortocircuitado, cuando la corriente fluye libremente del colector al emisor y viceversa. El transistor está abierto cuando no conduce en ninguna de sus uniones (base, emisor y colector). En estas dos condiciones el transistor estará defectuoso.

Si los termistores no tienen el valor de resistencia para una temperatura definida en las tablas de especificaciones técnicas del fabricante, están defectuosos.



evaluación

1. Un material semiconductor es del tipo N cuando:

- A) No se le agrega ninguna impureza
- B) Se le agrega impurezas con menos electrones
- C) Se le agrega impurezas con más electrones
- D) Se le agrega impurezas con igual cantidad de electrones

2. El diodo semiconductor conduce si se le aplica un voltaje:

- A) Positivo al Ánodo y negativo al Cátodo
- B) Positivo al Cátodo y negativo al Ánodo
- C) Positivo al Ánodo y al Cátodo
- D) Negativo al Ánodo y al Cátodo

3. Los transistores pueden ser PNP y:

- A) NPP
- B) PPN
- C) NPN
- D) NNP

4. Los diodos se utilizan para rectificar y:

- A) Amplificar voltaje
- B) Regular voltaje
- C) Generar voltaje
- D) Regular corriente

5. Los transistores se utilizan para conmutar y:

- A) Amplificar señales eléctricas
- B) Almacenar corriente directa
- C) Eliminar variaciones de voltaje
- D) Elevar nivel de corriente alterna

6. Los circuitos integrados se clasifican por el número de elementos que:

- A) Están fuera de él
- B) Se conectan alrededor de él
- C) Están dentro de él
- D) Se desconectan dentro de él

7. Las terminales que tiene un SCR son ánodo, cátodo y:

- A) Base
- B) Emisor
- C) Compuerta
- D) Colector

8. Un diodo en buen estado:

- A) Conduce en las dos direcciones
 - B) Conduce en una dirección
 - C) No conduce en ninguna dirección
- Conduce con polarización directa

9. La característica principal del termistor NCT es que:

- A) Reduce su valor de resistencia con el aumento de la temperatura
- B) Aumenta su valor de resistencia con el aumento de la temperatura
- C) No cambia su valor de resistencia con los cambios de temperatura
- D) Estabiliza su valor de resistencia con los cambios de temperatura

10. Los varistores son capaces de variar su resistencia con:

- A) Los cambios de temperatura
- B) Variaciones del voltaje
- C) Aplicación de luz
- D) Cambios en la humedad

UNIDAD 2



REPARACIÓN DE SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO



OBJETIVOS de la unidad

Coadyuvar al desarrollo de las siguientes competencias:

- ⦿ Identificar componentes del sistema de encendido, de acuerdo a su ubicación y función.
- ⦿ Diagnosticar y dar mantenimiento a los sistemas de encendido electrónico, de acuerdo al proceso técnico de trabajo establecido y especificaciones técnicas de fabricantes.

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

2.1 SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

La función del sistema de encendido es generar y distribuir alto voltaje a cada una de las bujías del motor de combustión interna (**MCI**). Este voltaje circulando entre los electrodos de las bujías es el que genera la **chispa**, la cual quema la mezcla de aire y gasolina dentro de los cilindros del Motor.

Para que la **bobina de encendido** genere un alto voltaje en su circuito secundario, la corriente del circuito primario debe circular hacia masa del automóvil, esto, para generar un campo magnético estable en el devanado primario.

El campo magnético estable **no** induce ningún voltaje en el devanado secundario. Si se interrumpe la circulación de la corriente primaria, se forma un campo magnético variable que induce un voltaje en el secundario de la bobina de encendido.

Este voltaje es de un valor elevado de varios miles de voltios, ya que la bobina actúa como un transformador elevador de voltaje.

De esta forma, la bobina genera un alto voltaje en su devanado secundario, para ser utilizado por el sistema de encendido, en la formación de la chispa en las bujías.

El primer sistema de encendido que se utilizó en un motor fue el sistema **convencional de encendido** (figura 2.1).

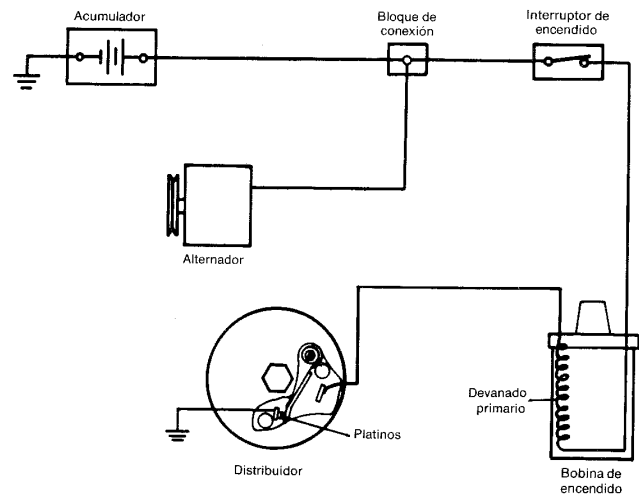


Figura 2.1
Sistema convencional de encendido

La característica principal de este sistema de encendido es que se activa por medio de contactos (platinos). En el sistema convencional de encendido, la generación del alto voltaje en el circuito secundario de la bobina, está en función de la capacidad que tienen los contactos de abrir y cerrar el paso de la corriente primaria de la bobina hacia la masa del automóvil y de la cantidad de corriente primaria que circula.

Después de este sistema de encendido surgió el sistema de encendido con transistor y contactos o ruptor, el cual ya incluía un componente electrónico conocido como encendedor (igniter).

En este sistema de encendido con transistor se utilizaron los contactos para generar la **señal de activación (pulso) del transistor de potencia de encendido**.

La señal que generan los contactos, va hacia la unión base-emisor del transistor de potencia, para activarlo o desactivarlo. Cuando los contactos están abiertos, el transistor de potencia recibe un voltaje de polarización directa en la unión base-emisor.

Con la aplicación de este voltaje, el transistor trabaja en la región de saturación, permitiendo que circule la corriente del circuito primario de la bobina a través de él y cerrando el circuito primario a la masa del automóvil.

Cuando los contactos se cierran ya no hay voltaje de polarización en la unión base-emisor y el transistor trabaja en la región de corte, interrumpiendo la circulación de la corriente primaria hacia la masa del automóvil (figura 2.2).

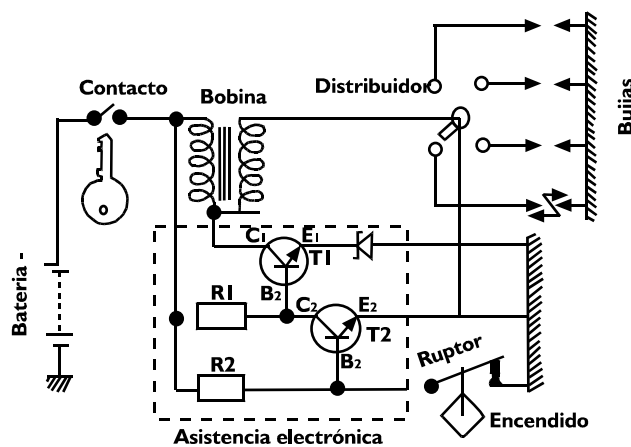


Figura 2.2
Sistema de encendido transistorizado con contactos

La finalidad de que el transistor de potencia conduzca o no conduzca la corriente primaria, es que de esta forma, la bobina de encendido genera el alto voltaje necesario, para formar la chispa que quemará la mezcla aire-gasolina en los cilindros del Motor.

Para disminuir el mantenimiento preventivo y mejorar las ventajas de los sistemas de encendido, se sustituyeron los contactos por **generadores magnéticos de señales** (figura 2.3).

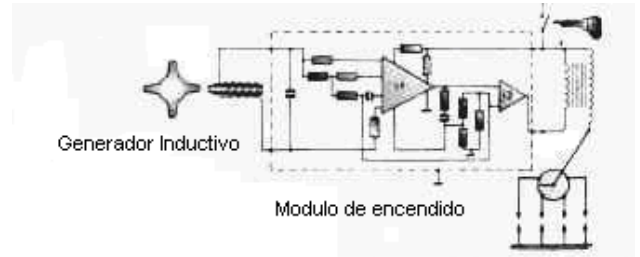


Figura 2.3
Encendido electrónico con generador inductivo

2.1.1 DEFINICIÓN DE SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

Sistema en el que se utiliza un generador de señales eléctrico o electrónico, para activar y desactivar el transistor de potencia del módulo de encendido o ECU. El sistema de encendido tiene la finalidad de producir la chispa de encendido dentro de la cámara de combustión en el tiempo exacto, para aprovechar óptimamente la energía de la combustión.

El módulo de encendido es el dispositivo que abre y cierra el paso de la corriente primaria, de la bobina de encendido hacia la masa del automóvil, con la finalidad de generar un alto voltaje en el secundario de la bobina de encendido (figura 2.3).

2.1.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

La función de cualquier sistema de encendido es la misma, producir un alto voltaje, este alto voltaje es convertido en una chispa por medio de las bujías. La diferencia notable en los distintos tipos de encendido electrónico es la forma y ubicación de los elementos que constituyen dichos sistemas.

Para efectos de estudio, los sistemas de encendido electrónico han sido divididos de la siguiente forma:

A. Por el tipo de generador de la señal de encendido que utiliza el sistema:

1) Con sensor inductivo

Al sistema de encendido con sensor inductivo también se le conoce como **sistema de encendido por pulsos de inducción**, dispone de los mismos elementos que integran el sistema de encendido convencional (bobina, distribuidor y bujías) con la diferencia de que en el distribuidor es cambiado el ruptor por el generador de señales inductivo (sensor inductivo), el cual envía la señal al circuito electrónico para el gobierno de la corriente del primario (figura 2.4). En este sistema el avance de la chispa puede ser controlado mecánica o electrónicamente.

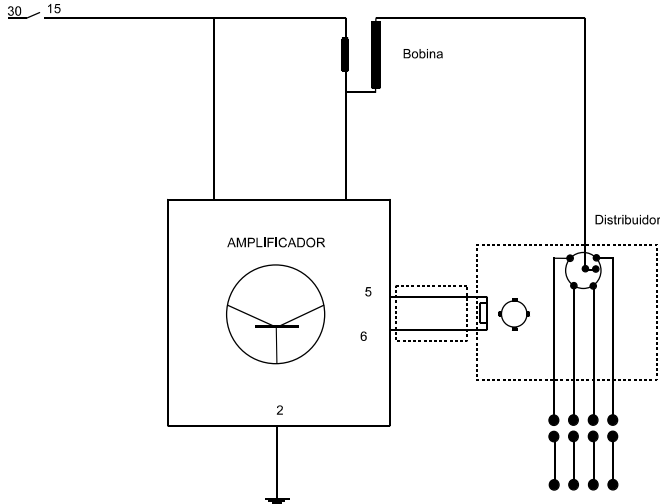


Figura 2.4
Encendido electrónico Con sensor Inductivo

2) Con sensor Hall

Este sistema de encendido básicamente es igual que sistema de encendido por pulsos de inducción, con la diferencia de que el elemento que envía la señal al circuito que gobierna la corriente del primario es un sensor que basa su funcionamiento en el **efecto Hall** (figura 2.5). Al igual que en el sistema de encendido anterior, el control del avance de la chispa puede ser mecánico o electrónico.

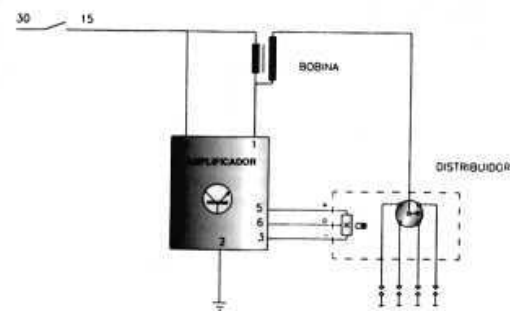


Figura 2.5
Encendido electrónico Con sensor Hall

3) Con sensor óptico

Este sistema de encendido es utilizado por algunas marcas de automóviles, como Nissan, Mitsubishi, Hyundai, General Motors entre otros.

Chrysler es el primero de los grandes fabricantes en emplear un generador de señal óptico, como equipo original.

El sistema de proceso óptico, emplea la luz de un diodo emisor (LED) para activar un fototransistor, el cual genera una señal de voltaje. Esta señal es procesada por una tarjeta electrónica y utilizada para que al final del proceso, gobierne la corriente del circuito primario de la bobina de encendido (figura 2.6). El avance de la chispa en este sistema es controlado electrónicamente.

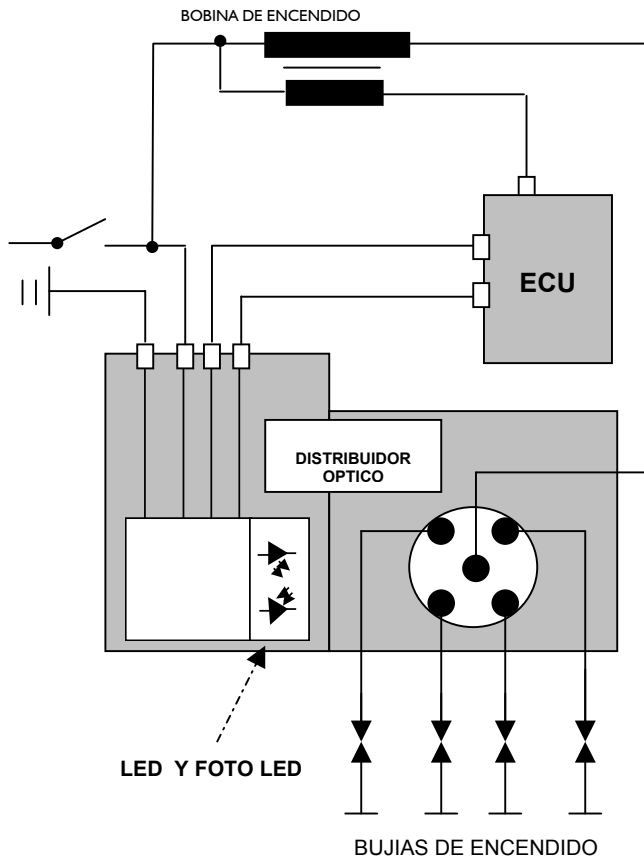


Figura 2.6
Encendido electrónico Con sensor Óptico

B. Por la ubicación del módulo de encendido en el circuito.

Para su funcionamiento estos sistemas también utilizan cualquiera de los sensores generadores de la señal de encendido, mencionados anteriormente (inductivo, Hall u óptico), pero la diferencia principal es que estos tipos de sistemas de encendido se definen de acuerdo a la ubicación del módulo de encendido (igniter).

De acuerdo a la posición del módulo, existen dos tipos de sistemas:

1) El sistema con módulo de encendido externo (Figura 2.7).

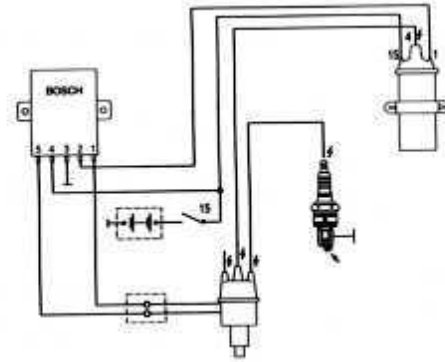


Figura 2.7
Encendido electrónico con módulo de encendido externo

2) El sistema con módulo de encendido dentro de la ECU (Figura 2.8).

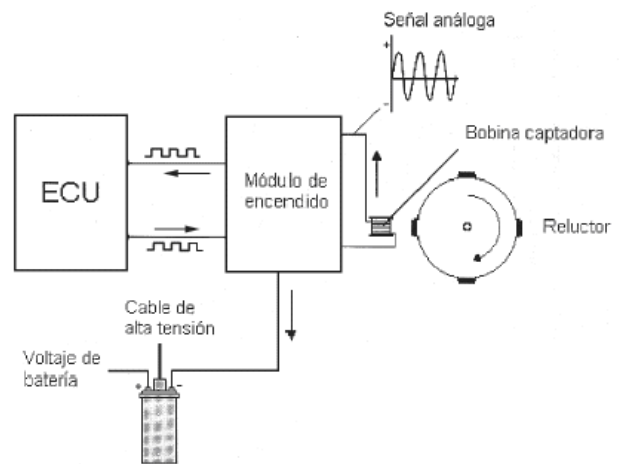


Figura 2.8
Sistema de encendido electrónico con módulo interno de encendido dentro de la ECU

Actualmente los sistemas modernos de encendido tienen el módulo de encendido incorporado a la unidad electrónica del control de la inyección, este módulo es parte del circuito, actualmente no se encuentra un igniter fuera del sistema.

C. Por la cantidad y tipo de bobinas de encendido que utiliza el sistema

1) Sistema de encendido directo (DIS)

Para su funcionamiento este sistema pueden utilizar cualquiera de los sensores mencionados anteriormente (inductivo, Hall u óptico), pero la diferencia principal es que el distribuidor de encendido ha sido eliminado del sistema y se utiliza una bobina para cada bujía (figura 2.9).

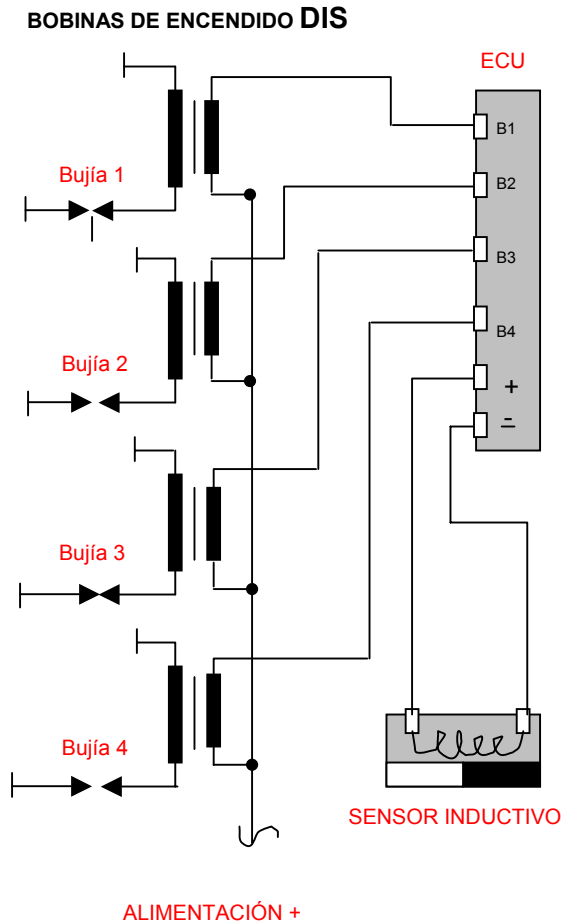


Figura 2.9

Diagrama de conexiones del Encendido electrónico directo (DIS), cuatro cilindros

2) Sistema de encendido directo con chispa de desecho (EDIS)

El sistema EDIS es similar al DIS, la diferencia estriba en que el sistema EDIS tiene una bobina por cada dos bujías (figura 2.10) y recibe el nombre de sistema de encendido directo con chispa de desecho, ya que una de las chispas proporcionadas por la bobina, es desechada en el período de empalme valvular, es decir, al finalizar escape e iniciar la fase de admisión. Cuando el cilindro uno está en la fase de inicio de la combustión y necesita la chispa, su compañero está en empalme valvular, terminando el escape e iniciando la admisión, en ese momento se desecha una chispa y la otra es utilizada para que el cilindro uno inicie su trabajo de fuerza. En los sistemas DIS y EDIS, el avance de la chispa es dirigida por la ECU.

BOBINAS DE ENCENDIDO EDIS

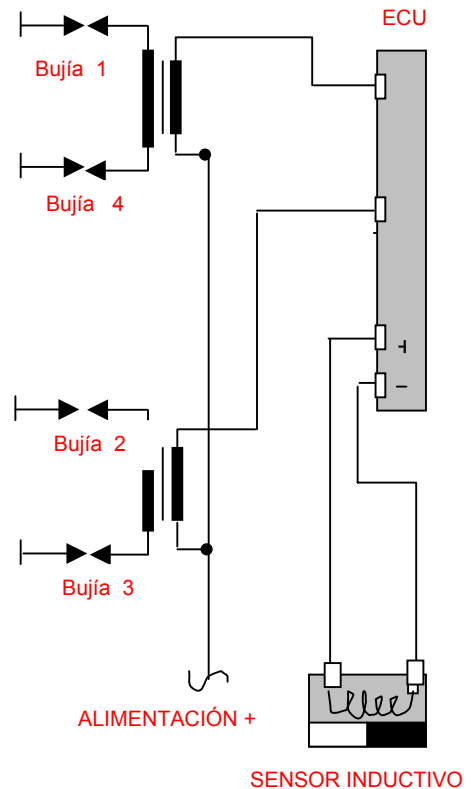


Figura 2.10

Diagrama de conexiones del Encendido electrónico directo con chispa de desecho (EDIS), cuatro cilindros

Ya realizado el reconocimiento de los diferentes sistemas de encendido instalados en los diferentes tipos de automóviles, pase ahora al análisis de las señales electrónicas. Posteriormente estudiará detalladamente, cada uno de los sistemas de encendido reconocidos actualmente.

2.2 GENERADORES DE SEÑALES

Los generadores de señal son dispositivos, elementos eléctricos o electrónicos, encargados de proporcionar información a través de voltajes, los cuales son enviados a los módulos o tarjetas electrónicas, para que sirvan de base en el funcionamiento de los mandos programables, para la alimentación de bobinas de encendido o electroválvulas de inyección.

2.2.1 TIPOS DE SEÑAL DE LOS GENERADORES

Las señales electrónicas son las portadoras de información en el equipo electrónico, por lo tanto cualquier estudio de electrónica, debe incluir una descripción y un análisis de los tipos de señales comunes.

El interés se centrará ahora en el estudio de la electrónica automotriz, aplicada a los motores de combustión interna y por lo tanto, en las señales básicas que producen los sensores y los tipos de alimentación que generan las tarjetas electrónicas, como lo es la Unidad electrónica de control denominada ECU (siglas en inglés de Electronic Control Unit), utilizada en todos los motores de combustión interna, para controlar el suministro de combustible, y en algunos casos, la distribución de la chispa de encendido.

Con los nuevos circuitos, nuevos equipos y nuevas aplicaciones, es posible utilizar el mismo tipo básico de señales de manera muy diversa.

Para comprender las señales se necesita conocer algo sobre **gráficas**. Una gráfica es simplemente una ilustración que muestra el comportamiento de dos cantidades. En una señal electrónica interesa principalmente, la determinación de la cantidad de **voltaje** y el **tiempo** empleado para obtenerlo.

El voltaje de corriente directa (CD), de una batería es constante y no cambia (figura 2.11).

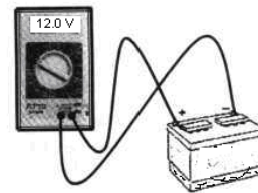


Figura 2.11
Medición de un voltaje constante con voltímetro voltaje de batería

Si la medición anterior se hiciera con un osciloscopio se obtendría la gráfica o trazo siguiente (figura 2.12):

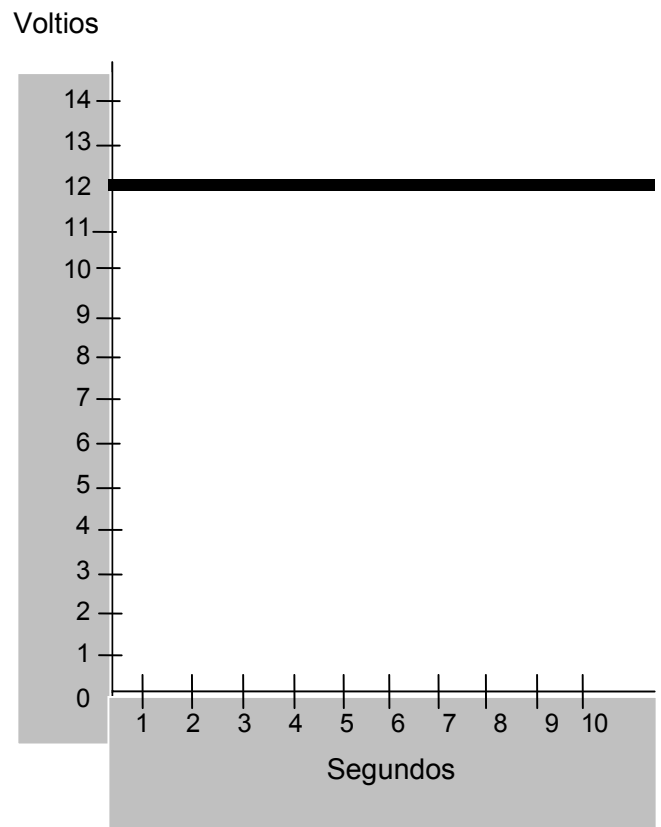


Figura 2.12
Medición de un voltaje constante con osciloscopio voltaje de batería

Lo importante del estudio de las señales es que en los motores de combustión interna con sistemas de encendido e inyección electrónicos de combustible, se trabaja con muchos voltajes que cambian, estos cambios son indispensables para poder enviar señales (información), las cuales servirán para que los módulos de encendido o la ECU, gobiernen óptimamente a los actuadores (bobinas de encendido o electro inyectores de combustible) a todos los regímenes del motor.

El uso de gráficas ayudará a comprender cómo cambian los voltajes.

Existe infinidad de señales, pero para su estudio se dividen en dos tipos (Figura 2.13): Analógicas y digitales.

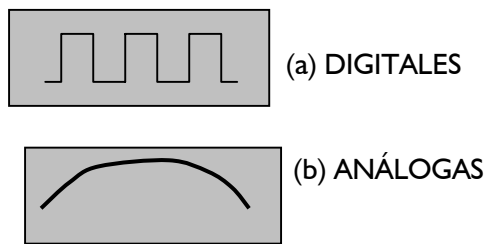


Figura 2.13

Ejemplos de trazos de las señales digitales y análogas

A. **Señales Digitales:** para comprender que es una señal digital, se dirá que es una señal de voltaje de entrada, de salida o de procesamiento, que va a tener solamente dos estados: Conectado o desconectado, apagado o encendido, On-off, si-no, alto-bajo, High-Low, 0-1.

Con un circuito ideal de corriente directa se ilustra claramente la forma en la que se puede generar una señal digital: considere primeramente el caso de dos hombres que se encuentran a gran distancia uno de otro (figura 2.14).



Figura 2.14

No se puede proporcionar una señal con corriente directa constante

Si el único medio de comunicación es un circuito de corriente directa que consta de una batería y un resistor limitador de corriente, esto no basta para poder comunicarse (Figura 2.14). En el circuito hay un flujo invariable de corriente directa y ésta corriente **no es portadora de información**.

Al añadir un interruptor al circuito, se puede hacer que la corriente baje a cero, cuando se abra el interruptor y se eleve a su valor normal, cuando se cierra el interruptor. Abriendo y cerrando el interruptor, una persona puede hacer que la corriente fluya y no fluya. Este es un simple ejemplo de una señal digital.

La forma de onda es un pulso cuando fluye la corriente. Si se ha convenido de antemano en usar una clave, según la cual cada una de las letras del alfabeto puede representarse por medio de una combinación particular de pulsos, entonces el que manipula el interruptor puede hacer que la forma de la onda de la corriente transmita cualquier señal o mensaje que desee. Esto desde luego, presupone que la otra persona tiene alguna forma de "ver" u "oír" la onda.

La única forma de transmitir información a través de la corriente o voltaje consiste en cambiar o modificar, de cierto modo, las características de esta corriente o voltajes (figura 2.15).



Figura 2.15

La corriente directa dividida en una serie de pulsos, es una señal portadora de información.

Las señales de voltaje de encendido y apagado, pueden representar los dígitos 1 y 0 de un sistema de números binarios. Las señales de salida de conectado o desconectado, representa los dígitos binarios 1 y 0, para una computadora digital. El funcionamiento de todas las computadoras de automóviles está basado en los microprocesadores digitales.

B. La señal analógica: es aquella señal de voltaje infinitamente variable en forma progresiva, que asciende o desciende de acuerdo a las circunstancias del régimen. La mayoría de las condiciones de funcionamiento del sistema del automóvil, son variables analógicas. La temperatura por ejemplo, no cambia bruscamente de cero a cien grados. Varía gradualmente y no da saltos. Lo mismo se aplica a las revoluciones del motor, velocidad del automóvil, flujo del aire de admisión, consumo de combustible y otros factores. Es importante aclarar que la ECU del motor es digital, por lo que ella transforma o cambia las señales analógicas de entrada, a bits digitales de información, a través de un convertidor analógico a digital (AD).

Hay automóviles que tienen algunos convertidores AD fuera de la ECU.

Por medio de un ejemplo sencillo, se podrá comprender como se obtiene una señal analógica (figura 2.16).

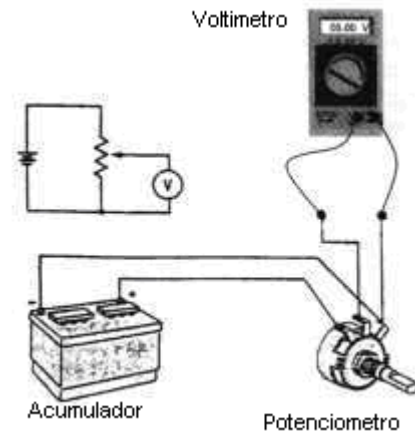


Figura 2.16

Elaboración de una señal analógica con un potenciómetro

En la figura 2.16, se ilustra un acumulador y un voltímetro conectados con un potenciómetro. Imagine ahora que mueve el eje del potenciómetro lentamente hacia la derecha y luego a izquierda. En esta forma el voltímetro proporciona varias lecturas de voltajes con variación ascendente y voltajes con variación descendente, es decir que progresivamente aumentaría o disminuiría el voltaje. A un voltaje con esas características, se le denomina señal analógica.

En las señales analógicas el voltaje cambia gradualmente (figura 2.17).

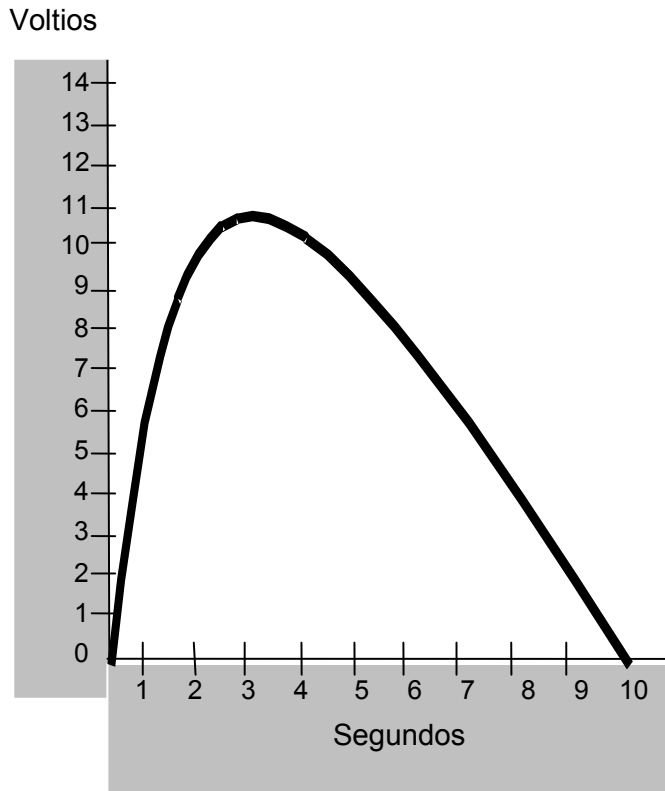


Figura 2.17
 Trazo de una señal análoga

En la figura 2.17, la gráfica tiene dos ejes de coordenadas, una para la tensión (voltaje) y la otra para el tiempo (segundos), que son las dos variables que se relacionan en las gráficas de señales.

En el ejemplo ilustrado en la figura 2.17 se observan los cambios del trazo, tensión y tiempo, observe que durante los primeros 3 segundos el voltaje aumenta, mientras que en los siguientes 10 disminuye y así, sucesivamente. Con este ejemplo se comprende claramente, lo que es una señal análoga típica, como la señal que proporciona el sensor de carga (TPS) de tipo análogo, en los sistemas de inyección electrónica de combustible.

De hecho los voltajes en el trabajo electrónico, cambian mucho más rápido de lo que se ha ilustrado y el método que se utilizó para dibujar la gráfica, sería demasiado lento para registrar los cambios de

voltaje, que normalmente en electrónica automotriz, suceder en milisegundos. Para este trabajo se ha diseñado un equipo especial, capaz de producir la gráfica deseada, un ejemplo de este tipo de equipo es el **osciloscopio**. Este instrumento tiene un monitor que presenta la gráfica en la pantalla, cuando el osciloscopio se conecta al circuito que se quiere medir.

Con este equipo se logra minimizar el tiempo de diagnóstico y encontrar fallas importantes, que no se lograrían detectar con un multímetro o punta lógica.

Para la verificación de las señales electrónicas con el osciloscopio, es importante el estudio de la teoría de las gráficas, teoría donde se profundiza en el estudio de las magnitudes de las señales electrónicas, a saber:

- **Ciclo:** es una oscilación completa de la tensión de la señal.
- **Amplitud:** es el valor máximo posible, de la tensión de la señal.
- **Período:** es el tiempo que dura un ciclo.
- **Frecuencia:** es el número de ciclos transcurridos en un segundo.

Todos los sensores de los sistemas electrónicos del automóvil, son generadores de señales ya sea análogas o digitales, las cuales son recibidas por la ECU y procesadas para generar óptimamente, la frecuencia de inyección y/o la chispa de encendido.

El trabajo eficiente de la ECU depende de todas las señales del sistema, ya que si los sensores no dan una buena información, la frecuencia y tiempo de apertura de los pulsos de inyección que genera la ECU, se encontrarán fuera de lo establecido para una excelente mezcla de aire combustible o para el tiempo de encendido, por lo tanto la importancia del aprendizaje de las características de las señales electrónicas es de primer orden, ya que ello facilita la inspección y el mantenimiento de todos los sistemas electrónicos del automóvil.

2.3 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR INDUCTIVO

El sistema de encendido electrónico con sensor inductivo posee para su operación un generador de señales de proceso inductivo, (bobina captadora, generadora de corriente alterna), el cual es uno de los más utilizados en la actualidad. El sistema de encendido con sensor inductivo, está compuesto básicamente por los mismos componentes del sistema de encendido convencional y que igualmente para la variación del punto de encendido, puede utilizar los mecanismos de avance centrífugo o por presión negativa (vacío).

2.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR INDUCTIVO

Los componentes del sistema de encendido con sensor inductivo son los siguientes:

- **Circuito primario:**
 - a) Generador de las señales de encendido de proceso inductivo.
 - b) Módulo de encendido o ECU.
 - c) Bobina de encendido.
- **Circuito Secundario:**
 - a) Distribuidor de alto voltaje.
 - b) Cables de alto voltaje.
 - c) Bujías.

A. Generador de la señal de encendido de proceso Inductivo

El sensor inductivo está ubicado dentro del distribuidor de encendido en algunos motores, y en el eje cigüeñal o el volante, en algunos otros. En el distribuidor está montado el **reluctor**, que es parte del sensor inductivo fabricado de metal ferroso. En su periferia el reluctor tiene un dentado, el cual es equivalente en algunos casos, al número de cilindros del motor. Cuatro dientes del reluctor corresponden a un motor de cuatro cilindros.

La **reluctancia** es la resistencia que tiene un material, a la conducción del flujo magnético. El material del que está hecho el reluctor, **reduce** la resistencia al flujo magnético. Alrededor del reluctor se encuentran un imán permanente y una bobina captadora. Un **reluctor** es un conductor magnético de baja reluctancia, que conduce un campo magnético generado por un imán permanente, hacia la bobina captadora.

Es importante saber que el incremento y la disminución repentina de la intensidad del campo **magnético** en la bobina captadora inducen un impulso de voltaje.

LA SEÑAL es enviada al módulo de encendido en algunos modelos o a la ECU en otros, ya procesada sirve para abrir y cerrar el paso de la corriente primaria de la bobina de encendido para la generación del alto voltaje. Este generador de señales es de proceso inductivo y sus componentes se presentan en la figura 2.18.

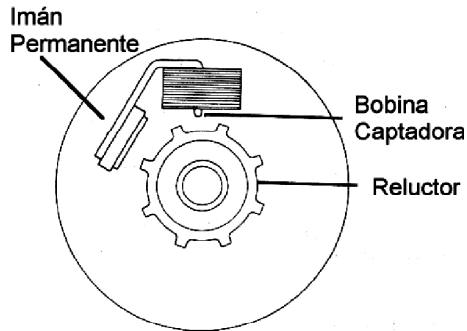


Figura 2.18

Componentes del generador de señales inductivo

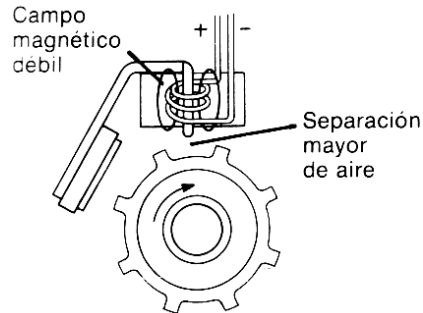


Figura 2.19

Cuando los dientes del reluctor no se alinean con el centro de la bobina captadora, el campo magnético es débil

Los componentes básicos del generador de señales magnético son:

- ▶ Un reluctor que está acoplado al eje del distribuidor.
- ▶ Una bobina captadora (cuyo nombre en inglés es pick - up coil).
- ▶ Un imán permanente.

1) Funcionamiento del Generador de la señal de encendido de proceso Inductivo

El generador de señales inductivo genera la señal de encendido de la siguiente forma:

- Cuando los dientes del reluctor no se alinean con la **bobina captadora**, se tiene la mayor separación de aire entre el diente y la bobina.

El aire tiene una reluctancia mayor que la del material del reluctor, por tanto, el campo magnético encuentra mayor resistencia para llegar hasta la bobina captadora y la intensidad del campo magnético es débil alrededor de la bobina captadora (figura 2.19).

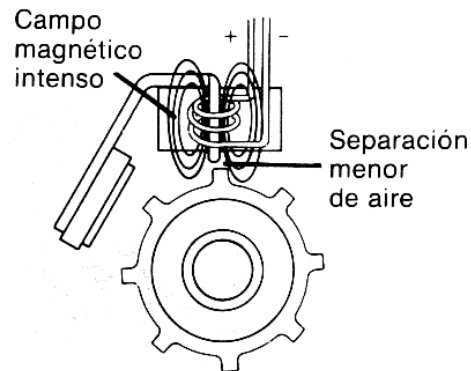


Figura 2.20

Cuando un diente del reluctor se alinea directamente con el centro de la bobina captadora, el campo magnético alcanza su mayor intensidad.

Este incremento repentino en la intensidad del campo magnético (figura 2.21), induce un pequeño **impulso** de voltaje en la bobina captadora. Este impulso al ser enviado hacia el módulo de encendido, es procesado (rectificado) y tomado como la señal positiva de la corriente alterna, que está generando el sensor inductivo, en ese momento se convierte en un pulso digital positivo (un 1), el cual activa el transistor de potencia, permitiendo la alimentación negativa digital de la bobina de encendido.

- A medida que el reluctor gira, el diente ya no se alinea con la bobina captadora, y en consecuencia, el campo magnético comienza a disminuir su intensidad alrededor de la bobina captadora. Al momento de cambiar de un estado de intensidad de campo magnético mayor que uno, de menor intensidad, se induce otro impulso de voltaje, pero negativo, este impulso también es enviado al módulo de encendido, pero el proceso de operación del módulo no lo toma en cuenta como un voltaje (o sea un 1 digital), lo "ve" como el cero de la señal digital (figura 2.21).

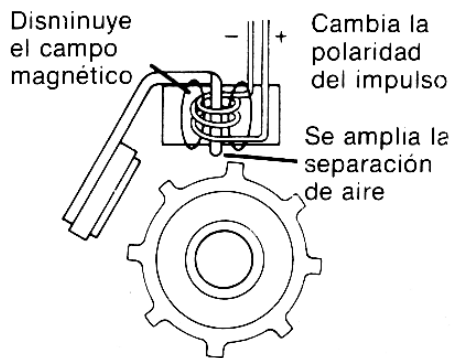


Figura 2.21

Cuando el reluctor gira y altera la alineación del diente con el centro de la bobina captadora, disminuye la intensidad del campo magnético y se induce un impulso de voltaje negativo, observe los signos de la parte superior de la Figura.

En electrónica digital el uno es un voltaje positivo (+) de cualquier valor y el 0 es una tierra (0 voltios), el módulo de encendido toma el cero y el voltaje de la curva senoidal de la señal del sensor inductivo, como un 0 digital.

La señal que produce el generador de pulsos magnéticos se presenta en la figura 2.22.

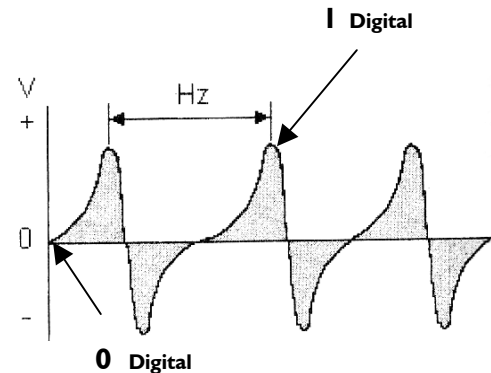


Figura 2.22

La curva senoidal, señal de sensor inductivo

Los generadores de señales inductivas, según la marca del automóvil, pueden ser de distintas formas básicas:

- En los automóviles japoneses la forma básica es la que se muestra en la figura 2.23.

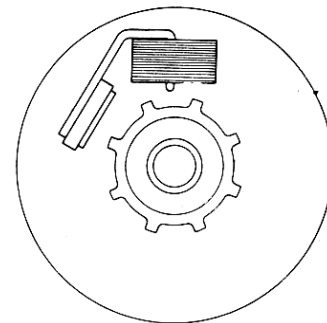


Figura 2.23

Generador típico de los automóviles japoneses

- En los automóviles europeos la forma básica es la que se muestra en la figura 2.24

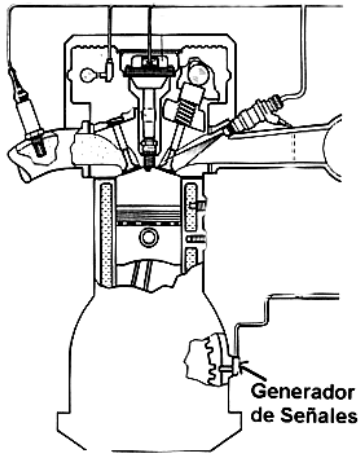


Figura 2.24
 Generador típico de los automóviles europeos

- En los automóviles norte americanos la forma básica es la que se muestra en la figura 2.25.

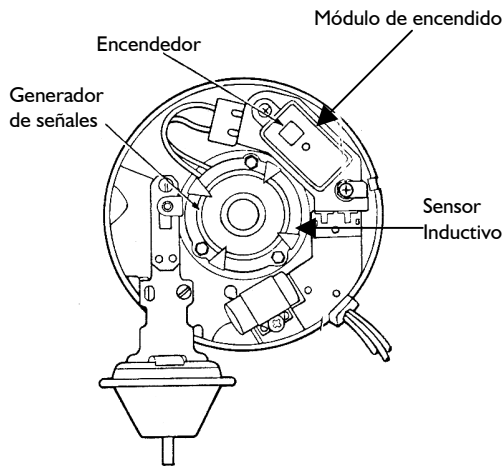


Figura 2.25
 Generador típico de los automóviles americanos

B. El módulo de encendido

El módulo de encendido tiene la función de procesar la señal del generador de encendido y como fin último, abrir y cerrar el paso de la corriente primaria de la bobina de encendido, hacia la masa del automóvil (alimentación digital negativa), a través de un transistor de potencia,

en base a la señal que envía el generador de señales de encendido (figura 2.26).



Figura 2.26
 Módulo de encendido de estado sólido

El módulo de encendido es también conocido como encendedor o igniter.

La diferencia entre un módulo de encendido en las distintas marcas de automóviles es su forma, figura y las estrategias de operación que realizan con relación a la ECU:

- Módulos de encendido cuya relación con la ECU, es simplemente servir de interfase y aportar la señal de RPM del motor.
- Módulos de encendido que tienen una relación directa con la ECU e intercambian información de los pulsos de encendido e inyección.

C. Las Bobinas de encendido

Tienen la finalidad de elevar el voltaje del sistema eléctrico del automóvil (12 voltios) a un valor de 10,000 a 40,000 voltios.

1) Tipos de bobinas de encendido

En los inicios del encendido por chispa se construyeron bobinas de encendido, que eran controladas por contactos mecánicos. Actualmente las bobinas son controladas con transistores de potencia, las cuales han variado en cuanto a la capacidad de respuesta.

A continuación se analizarán los tipos de bobinas utilizadas en los diferentes sistemas de encendido:

Bobina Convencional para encendido electrónico: es un elemento transformador de elevación de voltaje. Se compone de dos devanados de alambre de cobre. Un devanado primario formado por 100 a 200 espiras (vueltas) de alambre de cobre AWG 20. El devanado secundario está formado de entre 18,000 a 22,000 espiras de alambre de cobre AWG38. En el centro de los dos devanados se instala un núcleo de hierro dulce que concentra el campo magnético.

Los alambres de los devanados de la bobina de encendido van revestidos con barniz aislante y las capas de los devanados se separan con papel aceitado. Los dos devanados van encerrados dentro de una caja metálica llena con aceite aislante ó asfalto. La tapa superior es de material aislante y en ella están dispuestos los tres bornes de conexión externa (figura 2.27).

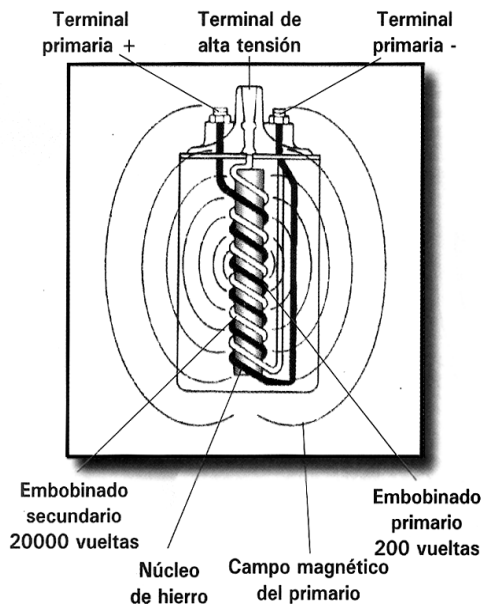


Figura 2.27
Bobina de encendido

El devanado primario es el devanado de mayor calibre de alambre y menos espiras, es alimentado en uno de sus extremos, con voltaje del interruptor de encendido o relé principal. Este es el borne positivo de la bobina. El otro extremo del devanado primario (borne negativo), está empalmado a un extremo del devanado secundario de la bobina y al final, conectado al módulo de encendido, (figura 2.27).

Devanado secundario: es el devanado de menor calibre de alambre y mayor número de espiras, es el devanado de alto voltaje (10KV a 40KV). El devanado secundario está conectado en uno de sus extremos a la terminal negativa del devanado primario, y el otro extremo es la conexión de salida del alto voltaje, el cual es transmitido desde la bobina de encendido a las bujías, por medio de los cables de alta tensión (figura 2.27).

2) Operación de la bobina de encendido

La bobina para su funcionamiento, utiliza el voltaje del sistema eléctrico del automóvil (12 voltios).

Cuando el módulo de encendido deja circular la corriente primaria hacia la masa, la corriente produce un fuerte campo magnético constante, en el devanado primario de la bobina.

Cuando el módulo abre el circuito a masa, se interrumpe la corriente primaria y el campo magnético constante, que está presente en el devanado primario, cambia su valor instantáneamente. El campo variable induce en el devanado secundario, un alto voltaje del orden de 10KV a 40KV (figura 2.28).

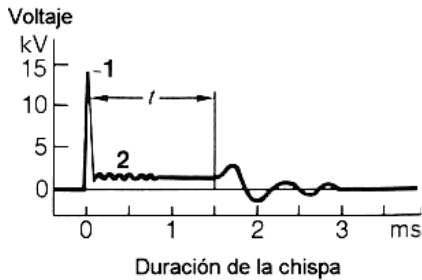


Figura 2.28
Característica de generación y formación de alto voltaje en la bobina de encendido.

El alto voltaje generado en el secundario de la bobina de encendido, es enviado a las bujías por medio de los cables de alta tensión. Las bujías son el punto terminal del sistema de encendido. Cuando el alto voltaje es suministrado a la terminal de la bujía, pasa a través de ella y llega al electrodo positivo. Debido al valor del alto voltaje, la corriente es capaz de saltar al electrodo de masa, formando la chispa necesaria para **quemar** la mezcla aire-gasolina.

La corriente de alimentación del circuito primario de la bobina es controlada por un transistor de potencia, que a su vez está controlada por un circuito electrónico, en el cual los impulsos de mando establecen la conducción o bloqueo del transistor. En base a la señal que envía el generador, el módulo de encendido activa y desactiva el transistor de potencia (figura 2.29).

* El inductivo fue estudiado anteriormente, el Hall y el óptico se estudiarán más adelante.

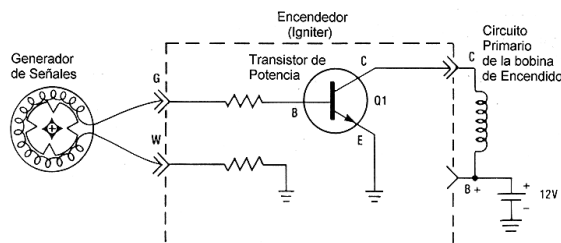


Figura 2.29
Circuito primario de encendido con señal inductiva (simplificado)

D. Distribuidor de encendido

Como se ha mencionado anteriormente el fin último del sistema de encendido es colocar la chispa de encendido en el tiempo exacto, ni antes ni después de que debe iniciar la combustión en la cámara, así también esa chispa debe estar en el cilindro oportuno, de acuerdo a un orden de encendido preestablecido, en caso contrario se pueden producir encendidos fuera de tiempo, perjudiciales para el buen funcionamiento del motor.

La misión o fin último del distribuidor de la alta tensión es repartir la chispa a cada uno de los cilindros, siguiendo el orden de encendido preestablecido.

El distribuidor es utilizado en muchos motores utilizados después de los años 80 y está compuesto de:

- Tapa de distribución
- Rotor
- Eje del distribuidor
- Elementos del avance centrífugo**
- Elementos del avance por vacío**
- Generador de la señal de encendido (inductivo, Hall u óptico)*

1) Tapa de Distribución:

Elemento receptor del alto voltaje en los sistemas de encendido con distribución indirecta, la cabeza del distribuidor tiene la finalidad de proporcionar los medios para definir el orden de encendido en todos los motores de hasta la década de los noventa.

La tapa de distribución está fabricada de aislantes capaces de soportar el alto voltaje. (Baquelita, por ejemplo). Está compuesta de terminales metálicos, de acuerdo al número de cilindros tenga el motor, y una terminal central que capta la alta tensión de la bobina de

encendido, conformada por una barra de carbón o grafito, contacto blando que permite el deslizamiento del rotor distribuidor. Esta terminal puede ser externa o interna, ya que hay distribuidores que albergan a la bobina de encendido en su interior, por debajo de la tapa de distribución.

▪ Tipos de Tapas de Distribución:

La tapa de distribución viene en diferentes formas, de acuerdo a la disposición de los fabricantes, pero los tres tipos más conocidos se clasifican en:

- **Tapa de distribución convencional:** es la cabeza de distribuidor que tiene externamente la toma central para el alto voltaje, es utilizada en la mayoría de sistemas de encendido indirecto.
- **Tapa de distribución integrada:** es la cabeza de distribuidor que tiene incorporada la bobina de encendido, ya sea directa o indirectamente, este sistema es utilizado en algunas marcas de automóviles como Toyota o Mitsubishi, por ejemplo (figura 2.30).

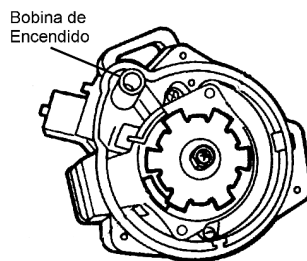


Figura 2.30
Bobina de encendido dentro del distribuidor

- **Tapa de distribución múltiple:** es la cabeza de distribuidor dos en uno, es decir que posee doble terminal para cada uno de los cilindros, este sistema es utilizado en motores que poseen mejoras en los controles de emisiones de gases. Incrementan una chispa más dentro de la cámara, para duplicar las zonas de

encendido, es utilizado en algunos motores como Nissan por ejemplo.

2) El Rotor distribuidor:

Elemento receptor del alto voltaje dentro de la tapa de distribución en los sistemas de encendido con distribución indirecta. El rotor distribuidor tiene la finalidad de dirigir la chispa a cada uno de los postes o terminales de la tapa de distribución, ello de acuerdo al orden de encendido preestablecido en la tapa de distribución.

▪ Tipos de Rotores de Distribución:

La tapa de distribución viene de diferentes formas, de acuerdo a la disposición de los fabricantes, los 3 tipos más conocidos son:

- **Rotor distribuidor convencional:** Es el rotor distribuidor que no posee resistor supresor incorporado, su conductor tiene baja resistencia y es un rotor simple.
- **Rotor distribuidor supresor:** Es un rotor distribuidor en cuyo conductor viene instalado un resistor supresor de interferencias de radio frecuencia, que disminuye el flujo electrónico.
- **Rotor distribuidor limitador:** Es el rotor distribuidor que en con su conductor tiene instalado un limitador centrífugo de RPM de motor, fue diseñado para la protección del motor contra la elevación de revoluciones, hasta rangos que puedan dañar a los motores convencionales. Este limitador manda a masa el alto voltaje. Es utilizado en automóviles europeos.

3) Eje del distribuidor:

Es el elemento central del distribuidor, donde están acoplados los elementos accesorios del generador de señales del encendido, a saber: Un reluctor de cualquier tipo o forma, en los

generadores de señales de proceso inductivo, un conjunto de ventanas y cortinas metálicas en un generador de efecto Hall y un disco ranurado con cortinas y ventanas en un generador de proceso óptico.

El eje del distribuidor, también es soporte principal del sistema de avance centrífugo, ya que a causa de este sistema de avance, el eje se parte en dos ejes: el eje receptor de accionamiento que está conectado directamente, con los ejes generadores torsionales (levas o cigüeñal) y el eje de avance (Figura 2.31) que es el encargado de adelantar la chispa, de acuerdo a las revoluciones de motor y está dirigido por los contrapesos del sistema de avance centrífugo.

E. Sistema de avance del tiempo de encendido

El sistema de encendido con sensor inductivo y Hall, puede tener el sistema de avance del tiempo de encendido del tipo mecánico o controlado electrónicamente, cualesquiera que sea el sistema, la misión de este consiste en adelantar y atrasar el tiempo de encendido dependiendo de la carga del motor.

El sistema de avance del tiempo de encendido, fue diseñado para solucionar el problema siguiente: La rapidez con la que se quema la mezcla aire-gasolina dentro de la cámara de combustión es constante. A medida que el cigüeñal aumenta su velocidad de giro, el pistón del cilindro alcanza más rápidamente su punto muerto superior, para efectuar el proceso de encendido, en el cuál no se logra quemar toda la mezcla aire gasolina. Para que se pueda quemar toda la mezcla, se debe ajustar el tiempo de generación de la chispa en la bujía, a los distintos rangos de velocidad de giro del motor.

El ajuste del tiempo de encendido de la chispa, se realiza por medio de dos dispositivos si es de avance mecánico y a través de la computadora, si es controlado electrónicamente. Los dispositivos a través de los cuales se controla el avance del tiempo de encendido en el sistema mecánico son:

1) Mecanismo de avance centrífugo

Está acoplado mecánicamente al eje del distribuidor. Adelanta o atrasa el **ángulo** al que el rotor entrega el alto voltaje a cada terminal del distribuidor, de acuerdo a las RPM del motor. Este avance es de tipo mecánico. Trabaja por medio de contrapesos y resortes que se conectan a la leva del distribuidor.

Los contrapesos y los resortes giran junto con el eje distribuidor. Los fabricantes los calibran cuidadosamente, de manera que la fuerza centrífuga impulse los contrapesos hacia afuera, a un ritmo determinado, mientras que los resortes tratan de oponerse a la fuerza centrífuga. Los contrapesos están conectados a la base del relector, en un sistema de encendido con generador de la señal de proceso inductivo o de efecto Hall. Cuando los contrapesos se mueven hacia afuera, adelantan el reluctor con respecto al conjunto inductivo o Hall. Moviendo el reluctor de esta forma, se consigue que los dientes del reluctor lleguen antes a la bobina captadora o chip Hall, con el consiguiente adelanto del tiempo de encendido. Cuanto mayor es la velocidad de giro del eje, los contrapesos salen y adelantan más el reluctor. Conforme el Motor reduce su velocidad, los resortes hacen que los contrapesos vuelvan hacia adentro y en consecuencia, el reluctor retroceda y regrese a su posición inicial (figura 2.31).

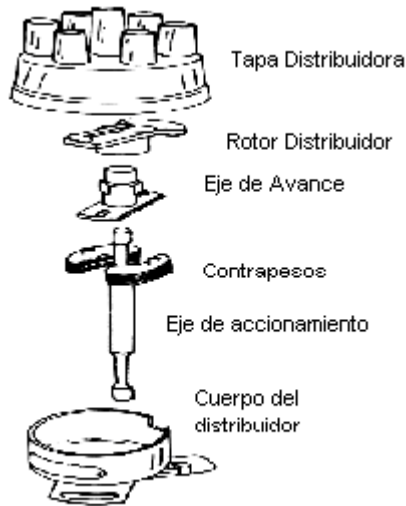


Figura 2.31
Elementos del avance centrífugo

2) Mecanismo de avance por vacío

El mecanismo de avance por vacío es el sistema del avance centrífugo el punto de encendido, de acuerdo a la carga del motor. Por medio de un diafragma conectado a través de un conducto al múltiple de admisión y acoplado a la base del generador de señales, adelanta o atrasa el **ángulo de posición** del generador de la señal de encendido, efectuando así, un adelanto o atraso en el tiempo de encendido (figura 2.32).

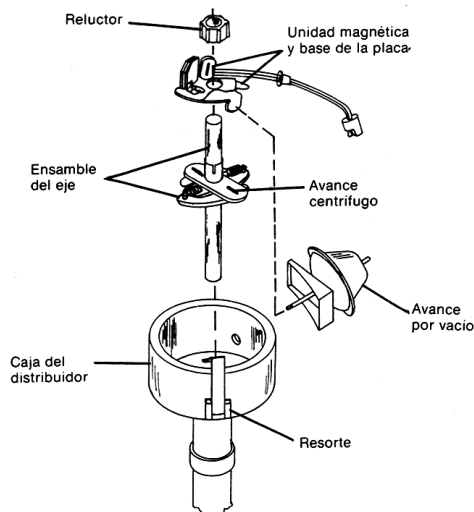


Figura 2.32
Sistema de avance por vacío en el distribuidor.

El propósito del avance por vacío es hacer que cuando la carga sea ligera, la chispa se produzca antes. Cuando el motor está en marcha mínima (ralentí), el vacío en el múltiple es máximo, de 15 a 19 in Hg (pulgadas de mercurio, equivalentes a 380 a 480 mm Hg), este vacío hace que el diafragma adelante la chispa.

Al continuar acelerando el motor, la válvula de mariposa continua abriendo y el vacío descendiendo, esta reducción del vacío hace que el diafragma se contraiga un poco, y no continúe avanzando la chispa, en esos momentos las revoluciones ya ascendieron lo suficiente, para que el sistema de avance centrífugo empiece a trabajar.

Para aperturas grandes del obturador, en las que el vacío es bajo, el mecanismo de avance por vacío no hace ningún adelanto en la chispa, en esos momentos, está trabajando el avance centrífugo (obturador totalmente abierto).

3) Mecanismo de avance Electrónico

El avance el activado por la ECU en los distintos regímenes de carga.

F. Cables de alta tensión para el encendido

Transmiten el alto voltaje generado por la bobina de encendido al distribuidor y a las bujías de cada cilindro del Motor (figura 2.33).

Los cables de alta tensión son los encargados de transmitir el alto voltaje generado por la bobina de encendido a la tapadera del distribuidor. El rotor cuando gira, distribuye el alto voltaje a los cables que están conectados a cada bujía del motor. Los cables de alta tensión son elementos fabricados de un cordón de fibra de vidrio revestido de grafito y envueltos en una gruesa capa de material aislante. Este aislante evita que el alto voltaje se descargue a la masa del automóvil, en su recorrido hacia las bujías. En la figura 2.33 se presentan sus componentes.

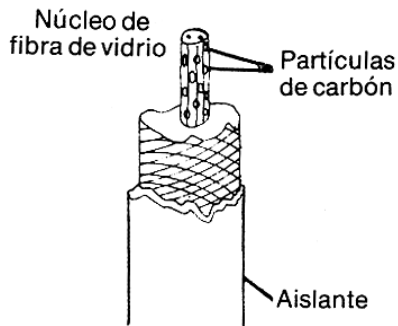


Figura 2.33
 Cable de alta tensión

Características de los cables de alta tensión

Las principales características de los cables de alta tensión son:

- 1) Su aislamiento: ya que conducen la alta tensión producida por la bobina, hasta las bujías de encendido, sin permitir fugas de corriente, garantizando que ocurra una combustión sin fallas.
- 2) Su supresión de interferencias: Los cables de encendido también poseen la característica de eliminar interferencias electromagnéticas, producidas por la alta tensión. Estas interferencias pueden perjudicar el funcionamiento de los componentes electrónicos del automóvil como el radio receptor, módulos de encendido y a la ECU de EFI, ABS o A/T.
- 3) Los cables pueden ser de 7 u 8 mm de grosor.
- 4) Dependiendo del largo. Su valor de resistencia depende del largo de los cables. En algunos cables, el valor de resistencia está balanceado y no depende del largo del cable.
- 5) En los cables con supresor que está instalado en el largo del cable, la resistencia depende del largo, cuanto mayor es el largo del cable, mayor será la resistencia, el valor recomendado por la técnica europea es de 6KΩ hasta 10 KΩ por metro. Para otros fabricantes el valor recomendado puede ser de 4 KΩ por pie.
- 6) La mayor parte del diámetro del cable lo forma el aislante necesario para resistir el alto voltaje y proteger al conductor del calor, aceite, suciedad y humedad.
- 7) El aislante en muchos cables es de caucho silícico, que posee excelente capacidad aisladora (dieléctrica), buena flexibilidad, excelente resistencia al calor, al agua y al aceite.
- 8) Otros cables de encendido usan un material aislante que se conoce con el nombre comercial de Hypalón.
- 9) En los años 70, la mayoría de los cables de encendido tenían conductores metálicos de cobre.
- 10) Los conductores metálicos de cobre tienen baja resistencia, lo que permite que al fluir el alto voltaje emitan impulsos eléctricos, que interfieren con la recepción de radio, televisión y las radio frecuencias de comunicación en general.
- 11) Normas federales internacionales limitan la cantidad de interferencia de radiofrecuencia (RFI), que pueda generar un automóvil a causa que los cables de encendido con núcleos metálicos.
- 12) El modo más sencillo de reducir al mínimo la interferencia, es eliminar el conductor metálico por conductores de alta resistencia, fabricados de lino o hilos de fibra de vidrio, impregnados con grafito.
- 13) A los cables con alta resistencia utilizados actualmente se les conoce como cables para supresión de televisión y radio (TVRS).

- 14) La mayoría de marcas de automóviles utilizan la resistencia supresora de interferencias de radio frecuencia, en todo el trayecto del cable. Otros modelos instalan esta resistencia supresora en las terminales del cable, que va en las bujías (por lo general los europeos por ejemplo BMW, VW).
- 15) Los cables supresores además de eliminar las interferencias de radiofrecuencia. Tienen otros beneficios adicionales, y estos son:

A causa de la alta resistencia se eleva el voltaje de encendido, esto mejora el encendido cuando hay resistencias al salto de chispa, dentro del cilindro.

La elevada resistencia en los cables, también reduce la corriente después del encendido, corriente que al ser muy alta quemaría más rápidamente los electrodos de la bujía y las terminales de la tapa del distribuidor, por eso también se sugiere en el mantenimiento, verificar las distancias disruptivas del rotor, pues mientras más separadas estén las terminales de la tapa del distribuidor, más se dañarán estas por los Kw. de disparo y la electrólisis (figura 2.34).

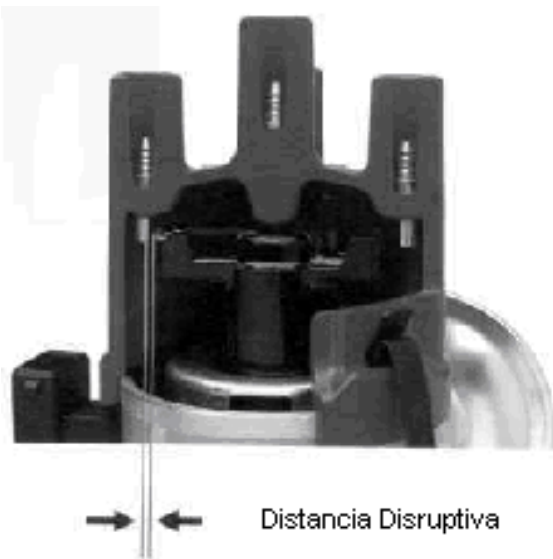


Figura 2.34

Distancia disruptiva de terminales de tapa distribuidora y rotor

G. Bujías de encendido

La función de las bujías es introducir en la cámara de combustión la energía (alto voltaje) que la bobina de encendido produce. Esta energía adopta la forma de una chispa de alto voltaje dentro del cilindro del motor, para encender la mezcla de aire combustible.

Las bujías reciben el alto voltaje de la bobina de encendido por medio de los cables de alta tensión, que están conectados en el distribuidor, o directamente de las bobinas de encendido en los automóviles modernos.

Las bujías están expuestas a altas temperaturas y presiones que hay dentro de los cilindros del motor. Las partes que componen una bujía se muestran en la figura 2.35.

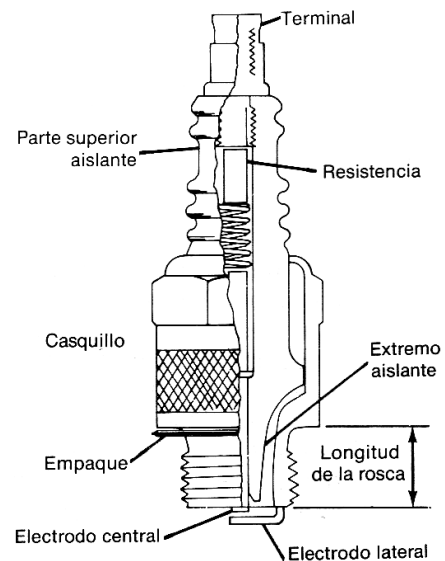


Figura 2.35

Elementos componentes de un Bujía de encendido

Las bujías tienen en su centro, un electrodo de metal que va de un extremo a otro de la bujía. El electrodo del centro está rodeado por un aislante de cerámica, que lleva un casquillo de metal en su parte inferior. El casquillo tiene rosca, de manera que pueda atornillarse en los orificios que la culata tiene para las bujías.

El **casquillo exterior** tiene su propio electrodo, de forma curva, doblado hacia el electrodo central. Debido a esto, el electrodo en el casquillo externo se conoce como **electrodo de masa**.

Para encender la mezcla de aire-gasolina, la chispa tiene que saltar la distancia que hay entre el electrodo central y el electrodo de masa. Esta distancia se denomina "**Distancia Disruptiva**". La distancia disruptiva de la bujía es una de sus principales especificaciones técnicas (figura 2.36).

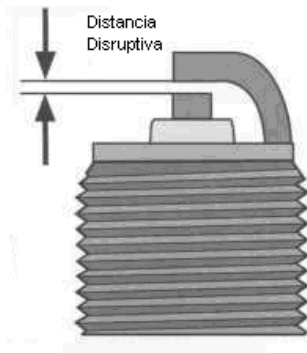


Figura 2. 36
 Distancia Disruptiva de Bujía

1) Características de las bujías:

Las características de las bujías en base a su grado térmico y su construcción son las siguientes:

- **Grado térmico:** es la capacidad que posee la bujía para evacuar hacia la culata del motor, el calor generado por el proceso de combustión.

Lo que determina el grado térmico de una bujía es la longitud del aislante que rodea la parte inferior del electrodo central.

a) **Grado térmico bajo:** cuanto más largo es el aislante, tanto más calor absorbe la punta del electrodo. Cuando el aislante es más largo, el calor se transfiere más lentamente hacia la culata y el sistema de enfriamiento del motor. A las bujías de aislante largo se les denomina **calientes** y tienen un **grado térmico bajo**, ya que presentan una descarga del calor reducida (figura 2.37).



Figura 2.37
 Bujía de grado térmico bajo
 Bujía caliente

b) **Grado térmico alto:** las bujías que tienen un aislante corto absorben poco calor y lo transfieren rápidamente al motor, se dice que tienen un **grado térmico alto** y se les denomina **frías** (figura 2.38).



Figura 2.38
 Bujía de grado térmico alto
 Bujía fría

- **Diámetros comunes de las rosca de bujías:** Las rosca de las bujías se fabrican con medidas métricas, actualmente la mayoría de bujías instaladas en los motores modernos vienen con una rosca de 14 milímetros de diámetro y una cabeza hexagonal de 13/16" para el montaje (figura 2.39).

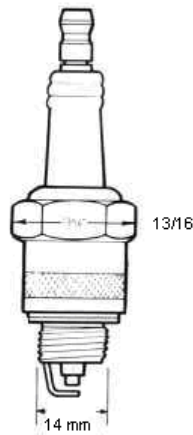


Figura 2.39
Bujía de encendido
rosca 14 mm y hexagonal 13/16

Otros modelos traen bujías también de 14 milímetros de diámetro, pero la cabeza hexagonal para su instalación es de 5/8 de pulgada (figura 2.40).



Figura 2.40
Bujía de encendido
rosca 14 mm y hexagonal 5/8

Algunas marcas de automóviles de modelos antiguos utilizan bujías con rosca de 18 milímetros y cabeza hexagonal de 13/16" para su instalación (figura 2.41).

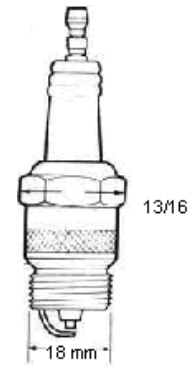


Figura 2.41
Bujía de encendido
rosca 18 mm y hexagonal 13/16

Con referencia también a las roscas de bujías, vienen en varias versiones de acuerdo al largo de la rosca, el largo de la rosca es la distancia del asiento de la bujía al extremo de la rosca, pueden venir en cuatro versiones: Bujías con largos de 3/8", 7/16", 1/2" y 3/4" (figura 2.42).

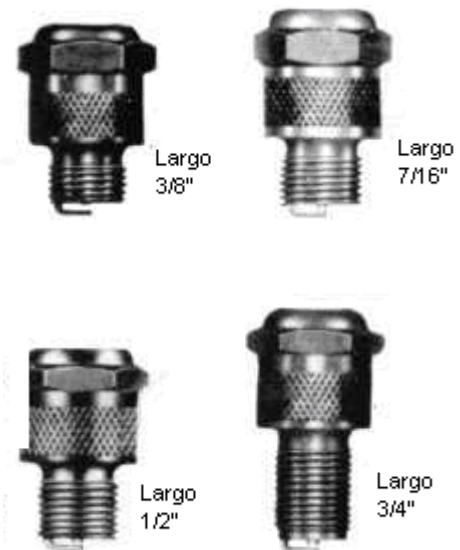


Figura 2.42
Bujía de encendido
Tipos de largo de rosca

La rosca más utilizada en la mayoría de automóviles es la de $\frac{3}{4}$ " de largo y en algunos motores, bujías con un largo de rosca de $\frac{1}{2}$ ", son utilizadas en algunos automóviles europeos (por ejemplo modelos antiguos de VW, posteriores al año 2000 ya trae roscas con un largo de $\frac{3}{4}$ ").

- **Los electrodos de la bujía:** Las temperaturas de combustión son del orden de los $2,500^{\circ}\text{C}$ y las presiones de unos 800 psi, a causa de esto las exigencias de trabajo dirigidas al aislador y a los electrodos, es muy elevada. Por esa razón, el fabricante a construido bujías con diferentes cantidades de electrodos, por lo que hay bujías provistas de uno, dos, tres y hasta cuatro electrodos conectados a masa, por un electrodo central. La finalidad de estas disposiciones es minimizar las posibilidades de falla de las bujías, mejorar y ampliar los sitios del salto de chispa (figura 2.43).



Figura 2.43
Tipos de Electrodo de bujías

- **Material de los electrodos:** el electrodo central y el de masa se recubren de aleaciones a base de níquel, para protegerlo de las altas temperaturas en la cámara de combustión. Las propiedades térmicas de los dos electrodos son mejoradas, utilizando camisas de aleaciones de níquel con núcleo (centro) de cobre. También se pueden utilizar plata o platino y aleaciones de platino, para fabricar los electrodos de las bujías.

- **El resistor supresor en la bujía:** El supresor de interferencias de radio frecuencia de la bujía, viene en tres versiones. Por ello se pueden definir tres tipos de bujías, de acuerdo a la resistencia interna del supresor:

- a) Bujía de encendido con **supresor tipo "Disruptor"**. Este tipo de estrategia para eliminar las interferencias de radio frecuencia, consiste en proveer a la bujía de una distancia disruptiva interna que ayuda a la eliminación de las RFI (siglas en ingles de Interrupciones de Radio Frecuencia) (figura 2.44).

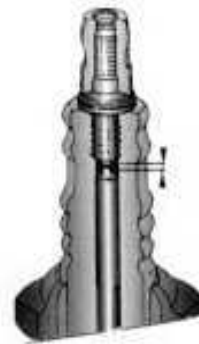


Figura 2.44
Bujías de encendido con supresor tipo "Disruptor"

- b) Bujía de encendido con **supresor tipo "Resistor"**. Este tipo de estrategia para eliminar las interferencias de radio frecuencia, consiste en disponer a la bujía de un resistor (resistencia óhmica) interno, que ayuda a la eliminación de las RFI (figura 2.45).

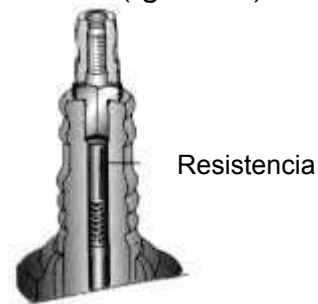


Figura 2.45
Bujías de encendido con supresor tipo "Resistor"

c) Bujía de encendido con **supresor tipo “Convertidor”**. Este tipo de estrategia para eliminar las interferencias de radio frecuencia, consiste en disponer en la bujía un condensador o capacitor interno, que ayuda a la eliminación de las RFI (figura 2.46).

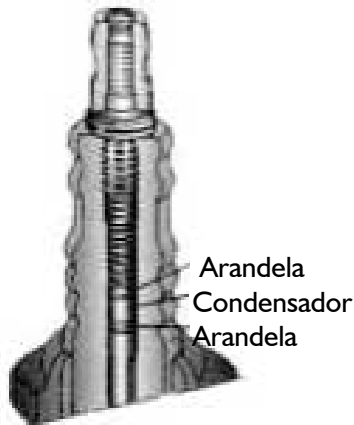


Figura 2.46

Bujías de encendido con supresor tipo “Convertidor”

H. Interpretación de diagramas

Los diagramas son representaciones gráficas de las conexiones de los circuitos de mando, del sistema de encendido; por lo que es aconsejable que cada vez que esté reparando un sistema donde se encuentran involucrados circuitos eléctricos y electrónicos, tenga siempre a la mano el diagrama de dicho sistema.

Para facilitar el diagnóstico consulte los diagramas del fabricante o los manuales específicos de conexiones de las diferentes marcas de automóviles.

A continuación se presenta un diagrama en el cual se identifican algunos componentes del sistema.

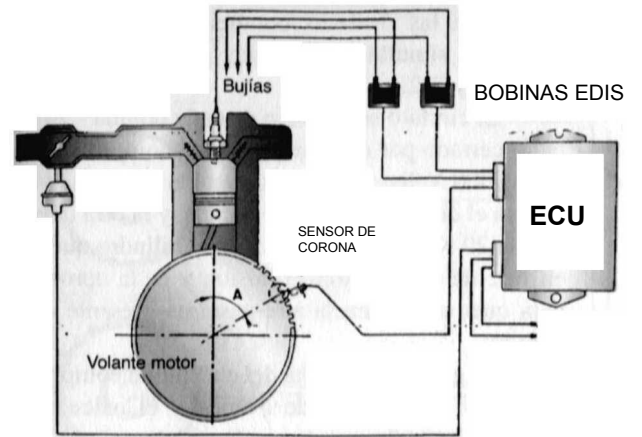


Figura 2.47

Diagrama del sistema de encendido con generador de señal de encendido inductivo

2.4 SISTEMA DE ENCENDIDO CON SENSOR DE EFECTO HALL

Este tipo de encendido utiliza en vez de un sensor inductivo, un sensor conocido como sensor de efecto Hall, prácticamente todo el sistema Hall es igual que el sistema Inductivo, a excepción de la forma en la que el módulo recibe la señal del sensor de efecto Hall. Este sistema es muy utilizado en la actualidad por algunos fabricantes como Ford, General Motors y este es completamente digitalizado.

2.4.1 DEFINICIÓN DE SISTEMA DE ENCENDIDO CON SENSOR DE EFECTO HALL

El sistema de encendido con sensor Hall es un sistema que basa su principio de funcionamiento en el efecto Hall, denominado así en honor a su descubridor.

El efecto Hall es una propiedad de los semiconductores, observada en muchas aplicaciones de procesos de control y generación de señales.

El efecto Hall consiste en la producción de cargas eléctricas en una pastilla de semiconductor, con la consiguiente diferencia de potencial entre sus lados, a causa de estar expuesta a un campo magnético y situada perpendicularmente al mismo. Esta pastilla de semiconductor al estar expuesta al campo magnético, es portadora de una tensión eléctrica. Este fenómeno recibe el nombre de efecto Hall (figura 2.48).

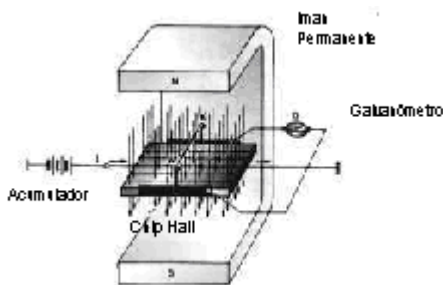


Figura 2.48
El Efecto Hall

En la figura 2.48 se puede observar la medición con el galvanómetro de la diferencia de potencial entre los extremos de una pieza de semiconductor (chip Hall), que está siendo sometida a un campo magnético de un imán permanente, también observe que a esa pastilla Hall se le está aplicando un voltaje con un acumulador de corriente directa.

Lo referido constituyen los requisitos para crear el efecto Hall: Una pastilla semiconductor Hall, una tensión aplicada a la pastilla, un campo magnético aplicado a la pastilla, ya en funcionamiento crea una diferencia de potencial conocida como efecto Hall.

En el sistema de encendido electrónico, el campo magnético baña a un integrado y es interrumpido por una pantalla o división

diamagnética, unida al eje del distribuidor con tantas ventanas y cortinas, como cilindros tenga el motor.

Las cortinas obturadoras del campo magnético al girar, se interponen entre el campo magnético de un imán permanente, y una pastilla semiconductor que previamente ha sido alimentada con corriente directa.

Cuando la parte metálica diamagnética (**cortina**) se sitúa entre el semiconductor y el imán permanente, el campo magnético del imán es desviado y cuando entre el chip Hall y el campo magnético no hay cortina sino ventana, el semiconductor (chip Hall), recibe el campo magnético del imán y es en ese momento cuando se genera el efecto Hall.

El efecto Hall en el sistema de encendido es procesado por una tarjeta que forma parte del conjunto Hall y cuando gira el motor, el sistema digitaliza un voltaje de referencia que proporciona el módulo de encendido o la ECU, es decir lo manda a tierra digitalmente. Al realizar esta operación el integrado Hall activa el módulo de ignición y consecuentemente, éste último activa la bobina de ignición.

2.4.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR HALL

.....

Los componentes del sistema de encendido con sensor Hall son los siguientes:

- **Circuito primario:**
 - a) Generador de las señales de encendido de Efecto Hall.
 - b) Módulo de encendido o ECU.
 - c) Bobina de encendido.

▪ **Circuito Secundario:**

- a) Distribuidor de alto voltaje.
- b) Cables de alto voltaje.
- c) Bujías.

Generador de señal de encendido de Efecto Hall

El generador de señales del sistema de encendido electrónico con generador Hall, es un dispositivo que consta de los siguientes elementos:

- 1) **Chip captador de efecto Hall:** elemento semiconductor por el cuál circula una corriente eléctrica. Un campo magnético atraviesa el chip generando un voltaje. Cuando el campo magnético no alcanza el chip, es capaz de aterrizar digitalmente la señal que envía el módulo de encendido o la ECU (figura 2.48).
- 2) **Rotor de hojas de lámina diamagnética:** (ventanas y cortinas) rotor metálico con hojas de lámina diamagnética, que giran junto con el eje del distribuidor. Cada lámina está dispuesta de tal forma que cuando gira, cada hoja de lámina (cortina) queda entre el chip de efecto Hall y el imán permanente cuando cada cilindro esté en su PMS.
- 3) **Imán permanente:** elemento magnético utilizado para establecer un campo magnético permanente en el conjunto del sensor. El campo magnético es necesario para que el chip de efecto Hall funcione como un aterrizador digital de señales.

El Circuito Primario del sistema de encendido con sensor Hall de bajo voltaje, tiene diferencias con el sistema inductivo, ya que el sensor Hall si es alimentado, se alimenta directamente a través del módulo de encendido o ECU, con una tensión de 7.0 a 12.0 voltios.

Los demás componentes del circuito primario son similares a los ya vistos en el estudio del generador inductivo.

2.5 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR OPTICO

El sistema de encendido electrónico con sensor óptico fundamenta su operación en un conjunto de Diodos Emisores de Luz (LED), y Foto Diodos.

En el sistema de encendido con sensor óptico, la luz del diodo emisor (LED) dirige la luz hacia el diodo sensible a la luz (fotodiodo). El distribuidor óptico debe su nombre a los dos diodos emisores de luz LED, y los dos fotodiodos. Con el distribuidor energizado, el LED emite luz y por debajo de los LED's está un disco que posee dos conjuntos de aperturas en él. La luz de los LED's alumbró a los fotodiodos.

El disco con las aperturas se encuentra entre los LED's y los fotodiodos, y bloquea el haz de luz, con ello se genera una señal, la cual es procesada y utilizada para controlar el circuito primario de la bobina.

2.5.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR ÓPTICO

Sistema de encendido que utiliza como generador de señales un sensor óptico. El distribuidor de este sistema, se equipa con un diodo emisor de luz (LED del inglés Light Emitting Diode) y un diodo detector de luz (Fotodiodo) como receptor de la luz que emite el LED.

La característica principal del LED es que cuando se polariza en sentido directo, emite luz. La característica más importante del fotodiodo es que cuando está polarizado en sentido directo no conduce corriente, hasta que recibe la luz emitida por el LED. Un disco ranurado se instala entre el Led y el fotodiodo (figura 2.49).

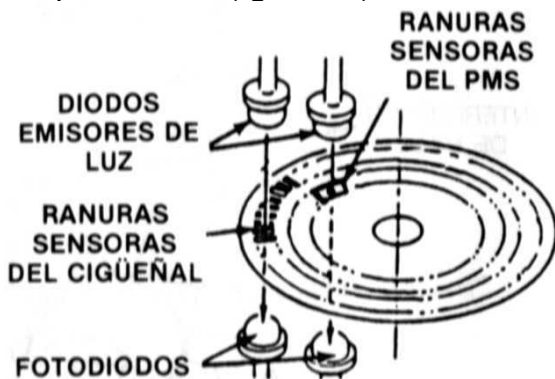


Figura 2.49
Sensor óptico

Cuando el disco gira y la ranura deja pasar la luz que el LED emite, se ilumina el fotodiodo. La luz habilita el fotodiodo para conducir la corriente del circuito en el que está acoplado en el distribuidor. Cuando el disco continúa girando con el eje del distribuidor, hay posiciones del disco que no están ranuradas, y la luz no ilumina al fotodiodo. Cuando el fotodiodo no recibe la luz del LED corta el paso de la corriente que circula a través de él.

Con la conducción y corte de la corriente que pasa a través del fotodiodo, se generan dos señales que proporcionan la posición de giro del eje del distribuidor, que se convierte en señal de TDC Y RPM. Estas señales son digitales del tipo cuadrada similar a la del encendido con sensor Hall.

El sensor óptico genera dos señales del tipo digital cuadrada, una con mayor frecuencia que la otra. La de mayor frecuencia es la de RPM y la de menor frecuencia es la de TDC del cilindro numero uno.

Estas señales dependen del giro del disco ranurado que está dispuesto en el eje del distribuidor de alto voltaje. Las posiciones de las aperturas del disco son proporcionales a la posición del cigüeñal, el punto de referencia para el tiempo de encendido de cualquier cilindro es una de las aperturas del disco ranurado. Las señales que genera el sensor óptico es una secuencia de pulsos cuadrados que varían de 0 a 5 voltios.

2.5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR ÓPTICO

Los componentes del sistema de encendido electrónico con sensor óptico son similares a los componentes del sistema con sensor inductivo y del sistema con sensor Hall, con la diferencia del tipo de sensor de posición de cigüeñal que utiliza, y que en la mayoría de estos sistemas, se monta el transistor de potencia fuera de la tarjeta electrónica.

Los componentes son:

- **Circuito primario**
 - a) Generador de señales de sensor óptico.
 - b) Unidad de control Electrónico.
 - c) Transistor de Potencia.
 - d) Bobina de encendido.

▪ **Circuito Secundario**

- a) Distribuidor de alto voltaje
- b) Cables de alto voltaje
- c) Bujías.

A. Generador de la señal de encendido con proceso óptico: Este generador de señales elabora la señal de TDC, punto muerto superior del cilindro y las RPM del motor, a través de un proceso óptico, utilizando un diodo emisor de luz y un diodo detector de luz (Fotodiodo).

El foto diodo funciona como receptor de la luz que emite el LED.

El fotodiodo cuando está polarizado en sentido directo, no conduce corriente, manteniendo un voltaje de 5voltios, que son proporcionados por la ECU como voltaje de referencia. Cuando recibe la luz emitida por el LED, conduce y entonces el voltaje en la salida del sensor es de 0 voltios, o sea que este sistema digitaliza los 5 voltios de referencia y los aterriza digitalmente. De esta forma se produce una señal cuadrada que es proporcional al número de veces que el fotodiodo es iluminado por el LED.

Para quitar y poner la luz emitida por el LED, el sistema posee, un disco ranurado, la ranura se interpone entre el Led y el fotodiodo, para que la luz que emite el LED ilumine al fotodiodo, únicamente cuando este una ranura frente al LED y al fotodiodo.

En algunos distribuidores ópticos, el número de ranuras es igual al número de cilindros, la apertura de la ranura del cilindro número uno, por lo general es más larga, con el fin de sincronizar la señal que envía a la unidad de control electrónico, como señal TDC del cilindro número uno.

En otros modelos de automóviles como Mitsubishi, el disco tiene una ranura extra para sincronizar el cilindro número uno. En Nissan, además de las

ranuras que identifican a cada uno de los cilindros del Motor, utiliza otras ranuras para indicar la posición del cigüeñal en posiciones intermedias a cada PMS de un cilindro en particular (figura 2.50).



Figura 2.50
Ventanas del disco óptico para RPMS y TDC

B. La unidad de Control Electrónico (ECU): En este sistema de encendido, el módulo de encendido se encuentra dentro de la ECU y de allí gobierna al transistor de potencia que se encuentra fuera de la tarjeta electrónica.

C. Transistor de potencia para el encendido: Este elemento típico en la mayoría de sistemas de encendido que tienen generador de señales de proceso óptico, es una pastilla de estado sólido como un transistor de potencia, que tienen la finalidad de abrir y cerrar el circuito primario de la bobina de encendido, gobernado por la ECU.

D. La bobina de encendido: Las bobinas de encendido del Sistema Óptico, son similares a las bobinas descritas anteriormente.

E. El distribuidor del encendido óptico: este tipo de distribuidor tiene diferencias muy marcadas con los distribuidores del sistema inductivo y Hall, ya que la mayoría no utiliza avances mecánicos para la chispa de encendido, el avance es operado electrónicamente.

El distribuidor Óptico también tienen un elemento que no lo utilizan los distribuidores inductivos y algunos Hall, es una cubierta metálica supresora, el fin de esta cubierta es para proteger a la tarjeta electrónica para el proceso óptico de las corrientes parásitas que genera el alto voltaje, y que vienen a descontrolar la tarjeta que se encuentra debajo del disco rasurado (figura 2.51).



Figura 2.51

Cubierta metálica supresora de interferencias de radiofrecuencia

2.5.3 AJUSTE DEL SISTEMA DE ENCENDIDO CON SENSOR INDUCTIVO

.....

En los sistemas de encendido con sensor inductivo, por lo general no es necesario ningún tipo de ajuste. En algunos sistemas, el ajuste es únicamente en:

- La distancia del entrehierro de aire entre el engranaje y el sensor inductivo. Todos los automóviles modernos con sistemas electrónicos de encendido traen bobinas captadoras sin ajuste alguno.

- El TPS. Es importante la Inspección y el mantenimiento previo al Sensor de la posición de la Mariposa (TPS) antes de la verificación de la puesta a tiempo y el avance de la chispa.

- La puesta a tiempo en los sistemas de encendido electrónico se realiza de dos maneras a saber:

El tiempo Base: es una estrategia de todos los sistemas de encendido sean electrónicos o no, lo que cambia es el procedimiento de su ejecución. El tiempo base, consiste en fijar el tiempo de encendido en el régimen de ralentí, régimen que en teoría, el motor no tiene ninguna carga externa, carga torsional, es el tiempo base previo a iniciar el avance de la chispa ya con el motor bajo carga.

A todos los motores hay que ajustarles el tiempo base:

- En Algunos motores con avance neumático (por vacío), hay que desconectar la manguera de vacío para ajustarles el tiempo base. Ya desconectado el vacío y el motor en régimen de ralentí, se ajusta el tiempo de acuerdo a los valores del fabricante (recuerde que todo ajuste del tiempo base es con motor caliente).
- En los motores modernos con avance electrónico, hay que realizar un procedimiento de bloqueo a la ECU para ajustar el tiempo base. Por ejemplo, Ford tiene un conector (denominado spout) que hay que abrir para bloquear a la ECU.

Para Toyota el procedimiento es aterrizar un voltaje proporcionado por la ECU en su conector de diagnóstico, el conector de diagnóstico Toyota tiene dos terminales con nomenclatura TE1 y E1, el procedimiento es unir las a través de un puente. Mitsubishi trae una conexión que hay que aterrizar. Nissan indica en sus manuales que hay que desconectar el sensor de carga (TPS) para ajustar el tiempo de encendido.

Consulte siempre los manuales del fabricante, para el ajuste del tiempo en los motores con sistemas de encendido con avance electrónico.

Todos los ajustes del sistema de encendido con sensor inductivo, deben realizarse cumpliendo los procedimientos y valores que el fabricante especifica, con el equipo y herramienta adecuada

2.5.4 PRUEBAS ELÉCTRICAS DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR INDUCTIVO, HALL Y ÓPTICO

Las pruebas eléctricas que usted debe realizar al sistema de encendido son:

- **De tipo preventivo:** Mediciones de: la resistencia de la bobina captadora, si el sistema trabaja con sensor inductivo (figura 2.52).



2.52
Medición de resistencia a la bobina captadora

Al generador Hall y Óptico no se le realizan mediciones, ya que ambos son tarjetas electrónicas, la mejor prueba es verificar si

funciona sobre la marcha, con un tester lógico o osciloscopio, esto en el caso de diagnósticos de falla.

Otras pruebas de mantenimiento preventivo que se deben realizar periódicamente en cada mantenimiento del sistema, son las mediciones de la resistencia supresora de los cables de encendido y la resistencia supresora del rotor, estas son las pruebas que usted debe realizar periódicamente, las debe realizar aunque el sistema no tenga ninguna falla, ya que con ello usted controlará la fatiga de los elementos medidos, para su posterior cambio o reparación.

2.5.5 INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON SENSOR INDUCTIVO, HALL Y ÓPTICO.

En los diagramas, se presentan los elementos constitutivos del sistema de encendido con sensor inductivo, Hall y óptico, identifique la ubicación del sensor y observe de qué tipo es, si es inductivo, inspeccione cuántas líneas de alambre se interconectan con el sensor y a qué elemento están conectados, tienen que ser dos. Observe que este sensor carece de alimentación de voltaje y genera su propia señal.

Si es Hall, inspeccione cuántas líneas de alambre se interconectan con el sensor, y a qué elemento están conectados, tienen que ser tres. Observe que al sensor llegan 3 alambres, uno de ellos proporciona el voltaje de alimentación, el segundo es la conexión a masa y el tercero es el que conduce la señal digital cuadrada, que genera el sensor Hall a la unidad de control electrónico.

Si es óptico identifique la ubicación del sensor, observe que al sensor llegan 4 alambres, uno de ellos proporciona el voltaje de alimentación, el

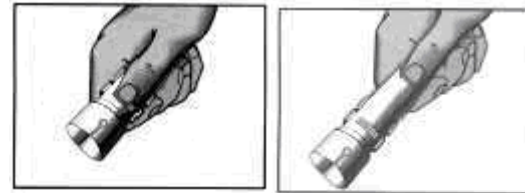
segundo la conexión a masa, el tercero es el que conduce la señal digital cuadrada de RPM y la cuarta conexión conduce la señal digital cuadrada de TDC del cilindro uno. Las señales van dirigidas a la unidad de control electrónico.



MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON GENERADORES DE SEÑALES INDUCTIVO, HALL Y ÓPTICO

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar al trabajar con los sistemas de encendido electrónico son:

- 1) Al desmontar las bujías, utilice aire a presión o una brocha para retirar la suciedad alrededor de la bujía, antes de quitarla.
- 2) Cuando instale la bujía al inicio hágalo con la mano y observe que gire suavemente. Luego apriete a la torsión indicada por el fabricante, con una llave dinamométrica.
- 3) Tenga cuidado con las descargas de alto voltaje del sistema de encendido. No toque ningún componente del sistema de encendido secundario, cuando el motor esté funcionando o iniciando la marcha, estas descargas pueden ser mortales. Utilice herramientas con aislante de alto voltaje, cuando esté probando la bobina y los cables de las bujías.
- 4) Limpie las bujías con el equipo adecuado. Si están en mal estado o muy desgastadas, cámbielas.
- 5) Al desconectar los cables de alta tensión de las bujías no tire del cable, tire del cobertor aislante que cubre la terminal que acopla el cable con la bujía (capuchón) (figura 2.53).



a) Forma correcta para la extracción

b) Forma correcta para su montaje



c) Forma incorrecta para su extracción

Figura 2.53

Formas correctas e incorrectas en la manipulación de las terminales de los cables de bujías

- 6) Al instalar los cables, verifique que estén bien conectados en las bujías, en la bobina y en la tapadera del distribuidor.
- 7) Cuando le aplique mantenimiento de limpieza al sensor óptico, hágalo con mucho cuidado ya que el disco es muy delicado, utilice aerosoles limpia contactos.

2.6 SISTEMAS DE ENCENDIDO DIRECTO

El sistema de encendido directo funciona sin distribuidor de encendido, lo cual es posible con el uso de bobinas de encendido múltiples.

El sistema de encendido directo consiste en una unidad de control electrónico, un generador de señales y las bobinas de encendido. Los dos tipos de encendido directo sin distribuidor son:

El sistema de encendido directo (DIS), Siglas en inglés de **Direct Ignition System**, es el sistema que posee una bobina de encendido montada directamente arriba de cada bujía, eliminando la utilización de cables de alta tensión.

El sistema de encendido directo con chispa de desecho (EDIS): Siglas en inglés de **Exhaust Direct Ignition System**, posee una bobina de encendido por cada par de cilindros del motor o un banco de bobinas en un sólo cuerpo para todos los cilindros. En la figura 2.54 se presenta un banco de 3 bobinas EDIS, para un motor de seis cilindros.



Figura 2. 54
Banco de 3 bobinas EDIS
Motor de seis cilindros

En el sistema EDIS, la bobina tiene dos cables de alta tensión para cada par de bobinas de encendido. Dado que el sistema proporciona dos chispas de encendido al mismo tiempo, recibe el nombre de chispa de desecho, ya que una chispa es utilizada en una cámara de combustión en la fase de encendido para el tiempo de fuerza y la otra es desechada en otra cámara, en la fase de empalme valvular, al finalizar el tiempo de escape.

2.6.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIRECTO

Sistema que proporciona el alto voltaje de encendido directamente a la bujía sin utilizar intermediarios, para la distribución de la chispa.

DIS y EDIS son sistemas que utilizan bobinas múltiples, controladas por la unidad de control electrónico, la cual es la encargada de realizar la distribución de la alimentación primaria de las bobinas. En estos sistemas se distribuye el bajo voltaje e individualmente, cada bobina proporciona directamente el alto voltaje a cada bujía de los cilindros del motor.

En estos sistemas de encendido, dependiendo de la marca de fabricación del automóvil, el generador de señales de la posición del cigüeñal puede ser del tipo de sensor inductivo, Hall u óptico.

2.6.2 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIRECTO (DIS Y EDIS)

Los componentes del DIS y EDIS son similares a los componentes de los sistemas con distribución del alto voltaje, ya que estos también tienen Unidad de control electrónico (ECU) y generador de señales de encendido, que en este caso pueden ser sensores inductivos o Hall.

Los componentes son:

- **Circuito primario**

- Generador de señales.
- Unidad de control.
- Transistor de potencia (algunos casos).
- Bobinas de encendido DIS o EDIS.

- **Circuito Secundario**

Está compuesto por:

- Cables de alto voltaje (en algunos casos)
- Bujías.

2.6.3 GENERADOR DE SEÑALES DEL DIS y EDIS

.....

El generador de señales del DIS y el EDIS puede ser de los tipos siguientes:

- Sensor Inductivo
- Sensor Hall
- Sensor óptico

A diferencia de los sistemas con distribución de la chispa de alto voltaje con sensores inductivo, Hall y óptico que van dispuestos en el distribuidor, el sistema DIS al ya no tener distribuidor los instala en los lugares siguientes:

- El eje de levas (inductivo, óptico, y Hall).
- Polea frontal del eje cigüeñal (inductivo).
- En la parte posterior del cigüeñal frente al volante.
- En el centro del block del Motor, de forma similar a un bulbo de aceite (inductivo y Hall).
- Frente al engranaje delantero del eje cigüeñal donde va montada la faja dentada del tiempo (inductivo y Hall).

El funcionamiento y la forma de generación de la señal de encendido de estos sensores, es la misma vista anteriormente en los sistemas con distribución del alto voltaje, lo que cambia en la mayoría de estos sensores es la forma de la gráfica de la señal de instalación, ya que están instalados en los lugares mencionados.

2.6.4 FUNCIONAMIENTO DEL DIS Y EDIS

.....

El funcionamiento del SEE DIS es el siguiente: el generador de señales (sensor inductivo, Hall u óptico) envía la señal de posición del cigüeñal a la unidad de control electrónico. La unidad calcula el

tiempo de encendido óptimo en base a la señal del sensor de posición del cigüeñal, de temperatura del refrigerante, de temperatura de aire de admisión, de cantidad de aire aspirado por el múltiple de admisión, de posición de la mariposa del obturador, de presión atmosférica y de detonación. Una vez que la unidad ha calculado el tiempo de encendido, envía las señales a las bases de los transistores de potencia.

En los colectores de los Transistor de potencia están conectadas las bobinas múltiples de encendido.

Las señales que envía la unidad de control electrónico a las bases de cada uno de los transistores de potencia, define cuál bobina de encendido debe activar y con qué avance de tiempo de encendido. El mismo principio es aplicable al sistema DIS y EDIS. En el DIS un transistor por bobina, y en el EDIS un transistor por bobina con chispa de desecho para generar el alto voltaje en la pareja de cilindros que corresponde.

2.6.5 PRUEBAS ELÉCTRICAS DEL DIS Y EDIS

.....

Las pruebas eléctricas que usted debe realizar al sistema de encendido directo pueden ser de tipo preventivo (mediciones de: la resistencia de la bobina captadora) si el sistema trabaja con sensor inductivo y correctivo (reparaciones).

Otras pruebas de mantenimiento preventivo que se deben de realizar periódicamente en cada mantenimiento del sistema son las mediciones de la resistencia supresora de los cables de encendido si el sistema fuera EDIS, estas son las pruebas que usted debe realizar periódicamente, las debe realizar aunque el sistema no tenga ninguna falla, ya que con ello usted controlara la fatiga de los elementos medidos para su posterior cambio o reparación.

Con referencia a mantenimientos correctivos o diagnóstico de fallas las pruebas que se realizan son

la medición de los devanados primarios y secundarios de algunas bobinas de encendido, ya que otras traen incorporado en la entrada de la bobina el transistor de potencia (figura 2.55).

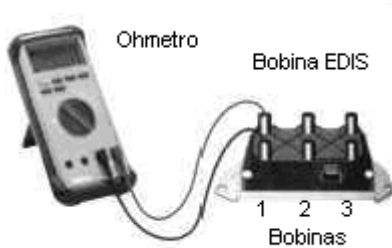


Figura 2.55
Medición de los devanados de bobinas EDIS con el óhmetro

2.6.6 INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS DEL SEE DIRECTO (DIS)

En el diagrama de un DIS se presenta los elementos constitutivos. Identifique la ubicación del generador de señales, recuerde que puede ser de sensor inductivo, Hall u óptico, y lo que define al sistema DIS o EDIS, son las bobinas de encendido, verifique la simbología de las bobinas.



MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL SEE DIRECTO (DIS)

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar al trabajar con el SEE DIS son:

- 1) Al desmontar las bujías, utilice aire a presión o una brocha para retirar la suciedad alrededor de la bujía, antes de quitarla.
- 2) No deteriore las roscas de los orificios de la culata cuando instale nuevamente la bujía. Cuando la enrosque, hágalo con la mano y observe que gire suavemente. Luego apriete a la torsión indicada por el fabricante con una llave dinamométrica.

- 3) Tenga cuidado con las descargas de alto voltaje del sistema de encendido inductivo. No toque ningún componente del sistema de encendido secundario cuando el motor esté funcionando, o iniciando la marcha, estas descargas pueden ser mortales. Utilice herramientas con aislante de alto voltaje, cuando esté probando la bobina y los cables de las bujías.



Figura 2.56
Herramienta con aislante para remover cables de alta tensión

- 4) No limpie las bujías usadas con lija, hágalo con el equipo adecuado. Si están en mal estado o muy desgastadas, cámbielas.
- 5) Al desconectar los cables de alta tensión de las bujías no tire del cable, tire del cobertor aislante que cubre la terminal que acopla el cable con la bujía (capuchón).

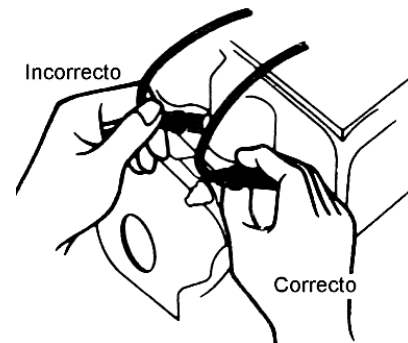


Figura 2.57
Procedimiento para desconectar las terminales de los cables de alto voltaje en las bujías

- 6) Al instalar los cables, verifique que estén bien conectados en las bujías y en las bobinas de encendido.

2.7 MEDICIONES DE SEÑALES ELECTRÓNICAS CON EL OSCILOSCOPIO

La medición de las señales electrónicas es de vital importancia en el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas controlados electrónicamente. Las señales electrónicas son el enlace de comunicación entre los elementos de un sistema electrónico y se utilizan para sincronizar su funcionamiento.

Cuando las señales no son las correctas, los elementos no trabajan debidamente y en consecuencia el sistema no trabajara adecuadamente y en el peor de los casos no funcionará.

De esto usted comprenderá la importancia de verificar las señales electrónicas para mantener el sistema electrónico en óptimas condiciones. El equipo utilizado para medir las señales electrónicas es el osciloscopio.

Cuando usted mide una señal electrónica con el osciloscopio, debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Nivel de voltaje de la señal: el osciloscopio posee un selector de escalas de voltaje, usted debe seleccionar el indicado para la medición que realizará. Si el nivel de voltaje que necesita para la medición es demasiado alto, puede realizarla cambiando el interruptor que tienen la punta de medición, rango de medición atenuada de la señal por un factor de 0.10 la señal original.

- Frecuencia de la señal: el osciloscopio posee un selector de frecuencias según el valor de frecuencia de la señal a medir.
- Tipo de señal (CC o AC): el osciloscopio posee un selector de CC/AC para tomar la referencia de la medición en la pantalla.
- Referencia que utilizará en la medición: es muy importante que usted determine la referencia que utilizará para la medición de la señal. Las referencias pueden ser la propia masa del automóvil y la masa propia de la unidad de control. Tome en cuenta que aunque estas dos masas deben estar al mismo nivel de voltaje, una medición verificando las señales con las dos masas, puede ayudar a descubrir algún problema en la interconexión de las mismas, por lo cuál no están al mismo nivel de voltaje (esto puede ser a causa de conexiones de masa en mal estado) o en todo caso, una unidad de control defectuosa en su sistema de masas internas, la cual debe ser reemplazada por una en buen estado.

2.7.1 PROCESO DE MEDICIÓN DE SEÑALES ELECTRÓNICAS CON EL OSCILOSCOPIO

Las mediciones de las señales electrónicas con el osciloscopio usted debe realizarlas de la siguiente forma:

- 1) Conecte y encienda el osciloscopio.
- 2) Ubique el osciloscopio en la escala de medición acorde a lo que usted medirá, 5 voltios por cuadro por ejemplo.
- 3) Ubique la referencia de la punta de medición en el punto de masa que eligió como referencia para la medición.

- 4) Ubique el lugar en donde tomará la señal para la medición. Observe y elija el tipo de conector que utilizará para medir la señal para evitar mediciones erróneas.
- 5) Conecte la punta de medición del osciloscopio en el lugar que usted eligió medir.
- 6) Observe la medición de la señal en la pantalla, si no se aprecia correctamente, cambie la escala de voltaje o frecuencia según sea el caso.
- 7) Observe la señal en la pantalla del osciloscopio y verifique los valores de voltaje, frecuencia y forma de dicha señal. Compare los resultados de la medición con la información que dispone para los valores de voltaje, frecuencia y la forma que debe tener la señal que está midiendo.
- 8) Interprete sus resultados, si es necesario verifique las referencias y escalas de voltaje y frecuencia que utilizó. Consulte con su facilitador al respecto.



MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA MEDICIÓN DE SEÑALES ELECTRÓNICAS

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar al momento de realizar las mediciones son las siguientes:

- 1) Ubique el osciloscopio en un lugar seguro para evitar su destrucción.
- 2) Instale las puntas de medición del osciloscopio de tal forma que no se quemen con el múltiple de escape del MCI, que no se enrolen con el ventilador de enfriamiento del MCI o se corten con algún elemento del automóvil.
- 3) Verifique que las escalas de medición sean las adecuadas para evitar deteriorar el equipo de medición.

- 4) Antes de realizar la medición, consulte con el diagrama del sistema que está verificando, asegúrese de hacerlo en el conector y alambre indicado.
- 5) No perforo los alambres, siempre tome la medición en el conector, además, asegúrese de no hacer contacto entre dos alambres, a masa o a líneas de voltaje cuando instale la punta de medición, esto podría causar un cortocircuito que arruinaría el elemento que está midiendo y un posible riesgo de quemarse la mano u otras partes del cuerpo así como parte del arnés del sistema o el automóvil por completo.
- 6) Asegure el punto de medición y de referencia para evitar mediciones erróneas.

2.8 USO Y MANEJO DE EQUIPO PARA DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS

Debido al desarrollo de la tecnología y a la aplicación de esta a los sistemas automotores, se han tenido que desarrollar instrumentos que puedan verificar el funcionamiento de dichos sistemas, este equipo es al que se le conoce como equipo de diagnóstico. Existe un diversidad de equipos para diagnóstico con funciones múltiples, a continuación se presentarán algunos de ellos.

2.8.1 EL ESCÁNER

Una de las herramientas esenciales para la localización de fallas o de afinación es el scanner (explorador) de diagnóstico. Un scanner se conecta al circuito de diagnóstico de la unidad de control electrónico (ALDL, conector de diagnóstico) y traduce el código de la unidad de control en

información digital de lo que la unidad de control está haciendo, observando y calculando

La unidad de control del automóvil comunica una gran variedad de información al explorador, el cual se representa en forma digital como códigos de falla en forma de palabras. Alguna de esta información es difícil o imposible de obtener sin un scanner, por lo tanto utilizar un scanner ahorra tiempo de diagnóstico y evita reemplazar innecesariamente piezas que se encuentran en buenas condiciones.

Un scanner no localiza con toda precisión el área de un problema en un circuito, pero si puede identificar el circuito con problemas. Las pruebas con un voltímetro digital o un óhmetro se llevan a cabo para aislar el problema dentro del circuito.

Un scanner puede detectar problemas intermitentes relacionados con un arnés y los conectores del alambrado. Para ello se conecta el scanner al conector de diagnóstico con el motor sin funcionar. El arnés, los conectores y las terminales se manipulan y agitan mientras se observa la pantalla del scanner.

El scanner también se puede utilizar para verificar la operación mientras se está conduciendo el automóvil bajo condiciones que hacen que se encienda la luz de verificación del motor, indicando así un problema. El explorador se debe observar en cada posición de prueba mientras se conduce el automóvil.

Los scanners se fabrican en diferentes precios y tamaños. Los scanners se incorporan a los analizadores de los motores y en unidades manuales como los ofrecidos por OTC, Snap-on, CJScan, Minnesota y otros.

2.8.2 DEFINICIÓN DE SCANNER

.....

El scanner es un equipo de diagnóstico electrónico, con capacidad de comunicación con la unidad de control electrónico del automóvil. Puede acceder a los códigos de falla guardados en la unidad de control, obtener datos en tiempo real, realizar pruebas con actuadores del sistema electrónico que se está diagnosticando.

2.8.3 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SCANNER

.....

El scanner consta de:

- 1) Monitor: cuerpo del scanner donde está la pantalla y el control electrónico.
- 2) Conectores de diagnóstico para los sistemas de control electrónicos.
- 3) Cartuchos con información y programación para cada automóvil en particular, según región de fabricación (americano, europeo, asiático) y marca específica.
- 4) Libros de información.
- 5) Estuche.

2.8.4 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SCANNERS

.....

Los tipos de scanner son:

- Según el fabricante:
 - Snap on
 - OTC
 - Otros

Es importante saber lo siguiente:

El scanner es un equipo de diagnóstico, el cuál al ser conectado al automóvil tiene comunicación con las unidades de control electrónico de los distintos sistemas electrónicos del mismo. Debido a esto, la capacidad que el Scanner tiene para diagnosticar dichos sistemas, depende de la capacidad de comunicación y de diagnóstico que cada sistema y automóvil tienen en particular. Deberá tener presente que hay automóviles que tienen mayor capacidad de comunicación y diagnóstico que otros. Por lo tanto, encontrará que para ciertas marcas de automóviles, la utilización del scanner es imprescindible, mientras que para otros no le será de mayor utilidad y sólo podrá obtener los códigos de falla.

Para los dos primeros tipos de scanner, se pueden intercambiar cartuchos, en los cuales se contiene información de:

- Códigos de error.
- Valores de funcionamiento de los distintos sensores y actuadores del sistema electrónico que se diagnostique.

Procedimientos y pruebas que debe realizar durante el diagnóstico y mantenimiento preventivo y correctivo de los distintos sistemas electrónicos.

2.8.5 MANTENIMIENTO BÁSICO DEL SCANNER

El mantenimiento básico del scanner consiste en:

- 1) Limpieza general, eliminando grasas, y otros que lo puedan deteriorar.
- 2) Limpieza de los conectores del scanner.
- 3) Verificación de carga de la batería interna del scanner y de ser necesario reemplazo de la misma.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Aplique las siguientes medidas:

- 1) Nunca cambie de cartuchos cuando este conectado el scanner al automóvil o este energizado.
- 2) No exponga el scanner a excesivo calor o humedad, lo puede deteriorar
- 3) No deje el scanner expuesto por mucho tiempo a los rayos solares, la pantalla o los elementos electrónicos pueden deteriorarse.

No deje que aceites, ácidos o solventes le caigan al monitor del scanner o a los conectores, pueden deteriorarlo.

DIAGNOSTICAR Y DAR MANTENIMIENTO A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

2.9 REACONDICIONAMIENTO DEL SEE CON SENSOR INDUCTIVO

Para realizar el proceso de reacondicionamiento del SEE con sensor inductivo usted debe:

- 1) Realizar un diagnóstico electrónico: Este diagnóstico lo debe realizar con un scanner. Con los resultados del diagnóstico electrónico, usted

- podrá verificar en una forma rápida y segura todos los sensores del SEE con sensor inductivo.
- 2) Desmontar las bujías de la culata del MCI.
 - 3) Verificar el estado de las bujías. Si es necesario reemplace las bujías. Mida la separación del electrodo y calíbrelo al valor que indique el fabricante.
 - 4) Instalar las bujías a la culata del MCI.
 - 5) Desmontar los cables de alto voltaje.
 - 6) Verificar el estado de los cables de alto voltaje: Observe el estado de las conexiones de los cables, inspeccione el aislante. Si observa desgaste o muestras de fuga de alto voltaje reemplace los cables. Verifique el valor de la resistencia de cada cable. Los valores de resistencia deben de estar entre 4 a 12 Kilo ohmios, de no ser así reemplace los cables.
 - 7) Desmontar la tapadera del distribuidor de alto voltaje.
 - 8) Verificar el estado de la tapadera del distribuidor: Inspeccione el estado del carboncito del centro de la tapadera, de los electrodos y verifique que la tapadera no este rajada. Si es necesario reemplace la tapadera.
 - 9) Desmontar el rotor del distribuidor de alto voltaje: Inspeccione el estado del rotor, si observa que está muy gastado, rajado o perforado reemplace el rotor.
 - 10) Verificar el estado del generador de señales inductivo: Inspeccione el generador de señales inductivo, si observa muestras de aceite de motor, agua o algún elemento que no pertenezca al sensor (suciedad o pedacitos de metal u otro material) límpielo. Si el aceite de motor es demasiado, será necesario cambiar el retenedor del distribuidor, de lo contrario arruinará el sensor. Inspeccione el desgaste del

eje del distribuidor moviendo el eje, si el juego es excesivo deberá cambiarle el rodamiento o buje, de lo contrario el engranaje dentado puede golpear a la bobina captadora y arruinarla. Siempre que extraiga el distribuidor, verifique el estado del O ring, si es necesario reemplace el mismo para evitar fugas de aceite.

- 11) Instalar el rotor del distribuidor de alto voltaje.
- 12) Instalar la tapadera del distribuidor de alto voltaje.
- 13) Instalar los cables de alto voltaje.
- 14) Inspeccionar el estado de los conectores eléctricos del sistema de encendido: Inspeccione el estado de los conectores, observando que no estén rajados, con sarro, o con las espigas de conexión sueltas. Si la conexión está en muy mal estado reemplace la conexión con una similar, aislando adecuadamente los empalmes eléctricos.

2.10 REACONDICIONAMIENTO DEL SEE CON SENSOR

Para realizar el proceso de reacondicionamiento del SEE con sensor Hall usted debe:

- 1) Realizar los pasos 1 a 9 del proceso anterior.
- 2) Verificar el estado del generador de señales Hall: Inspeccione el generador de señales Hall, si observa muestras de aceite de motor, agua o algún elemento que no pertenezca al sensor (suciedad o pedacitos de metal u otro material) límpielo. Si el aceite de motor es demasiado, será necesario cambiar el retenedor del distribuidor, de lo contrario arruinará el sensor. Inspeccione el desgaste del eje del distribuidor moviendo el eje, si el juego es excesivo deberá cambiarle el rodamiento o bushing del eje, de lo contrario el rotor de láminas obturadoras puede golpear a la chip captador Hall y arruinarlo.

Siempre que extraiga el distribuidor, verifique el estado del O ring, si es necesario reemplace el mismo para evitar fugas de aceite.

- 3) Instalar el rotor del distribuidor de alto voltaje.
- 4) Instalar la tapadera del distribuidor de alto voltaje.
- 5) Instalar los cables de alto voltaje.
- 6) Inspeccionar el estado de los conectores eléctricos del sistema de encendido: Inspeccione el estado de los conectores, observando que no estén rajados, con sarro, o con las espigas de conexión sueltas. Si la conexión está en muy mal estado reemplace la conexión con una similar aislando adecuadamente los empalmes eléctricos.

2.11 REACONDICIONAMIENTO DEL SEE CON SENSOR

Para realizar el proceso de reacondicionamiento del SEE con sensor óptico usted debe:

- 1) Realizar los pasos 1 a 9 del proceso anterior.
- 2) Verificar el estado del generador de señales óptico: Inspeccione el generador de señales óptico, si observa muestras de aceite de motor, agua o algún elemento que no pertenezca al sensor (suciedad o pedacitos de metal u otro material) límpielo, esto perjudica a la recepción de la luz que emiten los LED's a los fotodiodos.
- 3) Si el aceite de motor es demasiado, será necesario cambiar el retenedor del distribuidor, de lo contrario arruinará el sensor. Inspeccione el desgaste del eje del distribuidor moviendo el eje, si el juego es excesivo deberá cambiarle el rodamiento o buje del eje, de lo contrario el

disco ranurado puede golpear a la base del los LED's y fotodiodos y arruinarlos.

- 4) Siempre que extraiga el distribuidor, verifique el estado del O ring, si es necesario reemplace el mismo para evitar fugas de aceite.
- 5) Instalar el rotor del distribuidor de alto voltaje.
- 6) Instalar la tapadera del distribuidor de alto voltaje.
- 7) Instalar los cables de alto voltaje.
- 8) Inspeccionar el estado de los conectores eléctricos del sistema de encendido: Inspeccione el estado de los conectores, observando que no estén rajados, con sarro, o con las espigas de conexión sueltas. Si la conexión está en muy mal estado reemplace la conexión con una similar aislando adecuadamente los empalmes eléctricos.

2.12 REACONDICIONAMIENTO DEL SEE DIRECTO (D.I.S.)

Para realizar el proceso de reacondicionamiento del SEE DIS usted debe:

- Verificar el estado del generador de señales que utilice el sistema DIS: inspeccione el generador de señales, si observa muestras de aceite de motor, agua o algún elemento que no pertenezca al sensor (suciedad o pedacitos de metal u otro material) límpielo.

Si el aceite de motor es demasiado, será necesario cambiar el retenedor del eje del sensor, de lo contrario arruinará el sensor. Inspeccione el desgaste del eje del sensor moviendo el eje, si el juego es excesivo deberá cambiarle el rodamiento o buje del eje, de lo

contrario puede golpear al elemento captador y arruinar el sensor. Siempre que extraiga el sensor, verifique el estado del O ring, si es necesario reemplácelo para evitar fugas de aceite.

- Instalar los cables de alto voltaje.
- Inspeccionar el estado de los conectores eléctricos del sistema de encendido: Inspeccione el estado de los conectores, observando que no estén rajados, con sarro, o con las espigas de conexión sueltas. Si la conexión está en muy mal estado reemplace la conexión con una similar aislando adecuadamente los empalmes eléctricos.

REALIZAR INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

2.13 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

.....

Para inspeccionar el sistema de encendido transistorizado, usted debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) Antes de medir, desmonte o cambie algún elemento, efectúe una inspección visual a los componentes, verificando el estado físico de cada uno y observe la existencia de rajaduras y muestras de sobrecalentamiento, la fijación mecánica en la base correspondiente a cada elemento, y las conexiones eléctricas del sistema de encendido.

- 2) Ponga en marcha el MCI y ponga atención al funcionamiento en ralentí y a plena carga. Observe si existen fugas de voltaje en los cables de alto voltaje, en la bobina de encendido y en la tapadera del distribuidor.
- 3) Para efectuar el mantenimiento del sistema de encendido transistorizado, usted debe obtener las especificaciones del fabricante del automóvil o manuales de mantenimiento que contengan esta información.
- 4) Antes de cambiar calibración o algún elemento, ponga en marcha el MCI, si es posible, consulte al propietario y pregúntele sobre el funcionamiento y rendimiento del mismo, haga un recorrido de prueba, poniendo atención al funcionamiento del MCI.
- 5) Mida los valores actuales que tiene el MCI y compárelos contra las especificaciones del fabricante.
- 6) Si existe alguna diferencia, corríjala.
- 7) Después de efectuar el mantenimiento del sistema, haga otro recorrido de prueba, verificando que se corrigieron los problemas iniciales.

2.13.1 PROCESO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

.....

Antes de comenzar el proceso de inspección y mantenimiento del sistema de encendido transistorizado, prepare los materiales, la herramienta y el equipo necesarios en base a la orden de trabajo, no olvide tomar en cuenta las medidas de seguridad y de protección ambiental que se requieren, durante la ejecución del proceso.

▪ **Materiales:**

- 1) Un automóvil con encendido transistorizado o un sistema de encendido en maqueta.
- 2) Especificaciones del fabricante del sistema de encendido.
- 3) Wipe.
- 4) Gasolina.
- 5) Lija.
- 6) Limpiacontactos.

▪ **Herramientas y equipo:**

- 1) Multímetro digital
- 2) Lámpara estroboscópica
- 3) Medidor de intensidad de alto voltaje.
- 4) Juego de llaves y copas.
- 5) Desarmadores varios.
- 6) Juego de calibración no metálico, para ajustar la separación entre el reluctor y la bobina captadora. Si utiliza un juego de calibración metálico, deteriorará el conjunto del generador de señales (imán permanente, reluctor y bobina captadora).
- 7) Calibrador de bujías.

Los pasos que usted debe seguir para la inspección de un SET se indican a continuación:

- 1) Prepare el equipo, la herramienta y los materiales necesarios de acuerdo a la orden de trabajo.

- 2) Con el medidor de intensidad de alto voltaje, mida los niveles de voltaje en cada cable de los cilindros del motor, el nivel de voltaje de la bobina y anótelos.
- 3) Verifique el tiempo de encendido con la lámpara estroboscópica, anótelos y compárelos con el especificado por el fabricante. Si el valor del tiempo de encendido es diferente, ajústelo al valor indicado.
- 4) Desmonte las bujías y verifique su estado.
- 5) Si es necesario, cambie las bujías y calíbreles en base a las especificaciones del fabricante.
- 6) Revise los niveles de resistencia entre la terminal de conexión a la bujía de cada cable de alto voltaje a los electrodos de la tapadera del distribuidor. El valor de la resistencia no debe ser mayor a los 25 Kilo ohmios. Si es mayor, mida la resistencia individual de cada cable (sin la tapadera). El valor de la resistencia del cable no debe superar los 15 Kilo ohmios. Cambie los cables o la tapadera defectuosa.
- 7) Revise el estado de las puntas de cada cable, de los orificios de la tapadera del distribuidor y de la bobina.
- 8) Revise el estado de la tapadera, verificando continuidades en sus conexiones, el carbón y el rotor.
- 9) Revise las conexiones eléctricas del primario de la bobina.
- 10) Revise las conexiones del generador de señales y de la unidad de potencia.
- 11) Revise la separación del entrehierro de la bobina captadora con el calibrador de hojas no metálico y los valores del fabricante, haga los ajustes necesarios para que el entrehierro esté en el que especifica el fabricante.

- 12) Revise los rodamientos y el juego axial del eje del distribuidor. Verifique que en el interior del distribuidor no haya aceite. Si encuentra algún defecto repárelo.

- 13) Cuando termine el mantenimiento, limpie y ordene el área de trabajo, guarde la herramienta y el equipo que utilizó, deposite los desechos en los recipientes de basura.





I. CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

Complete las palabras que faltan en el siguiente párrafo: El sistema de encendido electrónico puede utilizar como sensor de posición de cigüeñal los sensores: inductivo, Hall, y _____. La señal que genera el sensor inductivo es _____ y la señal que generan los sensores Hall y _____ es una señal cuadrada. La diferencia entre un sistema de encendido electrónico y un DIS, es que el sistema DIS no utiliza _____ de alto voltaje. El sistema DIS utiliza _____ múltiples. El avance del tiempo de encendido en los sistemas de encendido electrónico lo realiza la _____ de _____ electrónico en base a información y programas que están grabados en su _____ interna.

2. FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

En grupos de 3 ó 4 personas, expliquen verbalmente las diferencias de funcionamiento entre los sistemas de encendido con sensor inductivo, Hall, óptico y sistema de encendido directo (DIS), anótenlas en una hoja de rotafolio y péguenlas en la pared del taller donde realizan la práctica.

3. IDENTIFICACIÓN DE SÍMBOLOS

Obtenga una copia de un diagrama de los sistemas de encendido con sensor inductivo, Hall, óptico y DIS, que contenga los elementos que se trataron en esta unidad, identificándolos por sus símbolos. Describa las características del automóvil, modelo, número de cilindros. Presente un reporte escrito a su facilitador.

4. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Realice una investigación bibliográfica sobre el tema *pruebas que se deben hacer para verificar el sistema de encendido electrónico*, para automóviles que utilicen sistema de encendido con sensor inductivo, sensor Hall, sensor óptico y sistema DIS. Presente un reporte escrito a su facilitador.

5. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

En un automóvil equipado con sistema de encendido electrónico (ya sea con sensor inductivo, Hall, óptico o DIS), identifique los elementos que se trataron en la presente unidad, anote su tipo y características físicas (numeración colores, número de pines, etc.), indique la ubicación del encendedor, bobina de encendido y presente un reporte escrito a su facilitador.



En el sistema de encendido electrónico (**SEE**), el avance del tiempo de encendido, se calcula electrónicamente.

Los fabricantes en sus laboratorios han realizado pruebas, obteniendo las curvas características provistas por el distribuidor de encendido con avance centrífugo y por vacío. En base a estos valores, se han obtenido los valores óptimos de avance para cada rango de velocidades de giro del eje del distribuidor, y se han hecho mapas de encendido electrónico, cuya información se ha grabado en las unidades de control electrónico de cada MCI en particular.

El distribuidor mecánico de alto voltaje aún se utiliza en el sistema de encendido electrónico, con la diferencia que ya no utiliza los mecanismos de avance mecánico.

El sistema completamente electrónico de encendido DIS (del inglés Direct Ignition System o sistema de ignición directa) utiliza únicamente componentes controlados electrónicamente que sustituyen a los componentes mecánicos del distribuidor rotatorio de alto voltaje, de esto el SEE opera con más precisión que el sistema mecánico.

Con el fin de que la eficiencia de salida del MCI sea óptima, el encendido se debe producir cuando la velocidad del motor sea más alta y más tarde cuando sea más baja. La distribución del encendido óptimo es afectada por un cierto número de factores,

además de la velocidad del motor y del volumen de aire de admisión, como la forma de la cámara de combustión, etc. Con el sistema SEE, el motor está provisto de características casi ideales en la distribución de encendido.

La unidad de control electrónico (UCE) determina la distribución de encendido a partir de su memoria interna, en la cual están grabadas las condiciones ideales del encendido, las cuales son mapeadas. Mapear es obtener un mapa, en el cual se graban todos los posibles rangos de funcionamiento de un sistema, en este caso el avance de la chispa para un sistema de encendido electrónico en particular y se realiza en los laboratorios de los fabricantes de los MCI.

Las partes que constituyen al sistema de encendido electrónico son: sensor de posición de cigüeñal, sensor de temperatura de refrigerante el MCI, sensor de detonación, sensor de posición del obturador/ interruptor de ralentí, ECU, encendedor, Bobina de encendido, Cables de alto voltaje y distribuidor de alto voltaje.

Los tipos de sistemas de encendido se clasifican por el tipo de sensor de posición del cigüeñal que usa para su funcionamiento, si utiliza distribuidor de alto voltaje o bobinas múltiples como en el caso del sistema DIS.

Los tipos de SEE que se aplican a los automóviles son los que utilizan sensor: Inductivo, de efecto Hall, óptico.

Otro tipo de SEE es el DIS que no utiliza distribuidor, puede estar equipado con sensor inductivo, de efecto Hall u óptico. Este sistema usa bobinas múltiples que son comandadas por la ECU. Cada bobina tiene una conexión específica para cada cilindro del MCI.

El avance de la chispa en el SEE, lo realiza electrónicamente la unidad de control electrónico, en base a cálculos de información de sensores del MCI e información que el fabricante obtuvo en pruebas de laboratorio. La información para el cálculo del tiempo de encendido es grabada por el fabricante en la memoria, dentro de la unidad de control.

La información que la unidad de control electrónico recibe, proviene de los sensores de: Posición de cigüeñal inductivo, temperatura del refrigerante, cantidad y temperatura del aire aspirado por el múltiple de admisión, presión atmosférica y posición de la mariposa del obturador.

Las señales electrónicas, son formas de onda que representan voltajes y corrientes correspondientes a procesos que se llevan a cabo en elementos electrónicos durante el funcionamiento de dichos elementos en un sistema electrónico.

Las señales electrónicas pueden ser analógicas y digitales, se pueden convertir de señales analógicas a digitales o de digitales a analógicas según sea necesario. La conversión se realiza mediante circuitos integrados chips convertidores de analógico a digital (A/D) o de digital a analógico (D/A).

Las señales analógicas son aquellas forma de onda eléctrica que pueden tener cualquier forma por ejemplo la señal senoidal.

En los circuitos digitales se procesan señales cuantificadas, que consisten en combinaciones de los dos posibles valores de las señales, designados por 0s y 1s (señales binarias, sistema binario).

Se habla de lógica positiva cuando al dígito 1 se le hace corresponder el potencial mayor, designado por H (del inglés high) y al dígito 0, el potencial menor, designado por L (low).

Se habla de lógica negativa cuando la correspondencia es la contraria de la anterior: a 1 el potencial L y a 0 el potencial H

La señal analógica-digital es aquella que en principio es analógica pura y por medio de un chip denominado convertidor analógico digital se convierte en una señal digital pura.

El osciloscopio es un instrumento electrónico de medición. Aunque el osciloscopio fue originalmente diseñado para trabajar en un laboratorio electrónico, el avance de la tecnología de la electrónica

automotriz ha hecho necesario el diseño y utilización de osciloscopio de aplicación automotriz, con la cualidad de ser portátil, poseer memoria para guardar la señal que se está monitoreando y en algunos casos con una propia base de datos, con la cual se puede hacer comparaciones entre la señal obtenida y la señal que el fabricante propone para ese sistema en especial.

Un diagrama es la representación de un sistema eléctrico, electrónico o mecánico. La interpretación de un diagrama significa que usted sea capaz de definir y comprender los elementos y procesos que dicho diagrama muestra.

Utilizando la información que se presenta en un diagrama, usted puede comprobar en el circuito real del sistema de encendido, todas las alimentaciones de voltaje, conexiones a masa del automóvil y señales que provienen y van a ciertos elementos, con el propósito de verificación del funcionamiento de dicho sistema. Además, usted puede interpretar el funcionamiento del sistema, conocer cuales son los elementos vitales (elementos que son imprescindibles en el funcionamiento del SEE).

El SEE con sensor inductivo es un sistema de encendido electrónico que utiliza para la generación de la chispa un sensor de tipo inductivo. Posee unidad de control electrónico, encendedor, cables de alta tensión y bobina de encendido. El sensor inductivo puede ir dispuesto en el distribuidor o en housing de la caja de velocidades frente al volante que en su borde tiene ranuras o dientes que identifican la posición del cigüeñal.

El SEE con sensor Hall es el sistema de encendido que utiliza como generador de señales un sensor Hall. El sensor Hall es un sensor que su funcionamiento se basa en el efecto hall.

El efecto Hall es el siguiente, imagine un conductor por el que circula una corriente eléctrica. Al conductor se le aplica un campo magnético que es perpendicular a la circulación de la corriente eléctrica.

Al instante de aplicarle el campo magnético, en los bordes del conductor por los cuales pasa el campo magnético, se genera una diferencia de voltaje, similar a una pequeña batería. Este voltaje es formado por el rechazo y la atracción de las cargas eléctricas positivas y negativas en los bordes del conductor por el que circula la corriente eléctrica. Al desaparecer el campo magnético que atraviesa el conductor, también desaparece la diferencia de voltaje que este produjo en los bordes del conductor. Este fenómeno es el que se utiliza en un generador de señales hall.

El SEE con sensor óptico es el sistema de encendido que utiliza como generador de señales un sensor óptico. El distribuidor del SEE con sensor óptico, se equipa con un Diodo emisor de luz (LED del inglés Light Emitting Diode) y un Diodo detector de luz (Fotodiodo) como receptor de la luz que emite el LED. La característica principal del LED es que cuando se polariza en sentido directo, emite luz. La característica más importante del fotodiodo es que cuando está polarizado en sentido directo no conduce corriente, hasta que recibe la luz emitida por el LED. Un disco ranurado se instala entre el Led y el fotodiodo.

Cuando el disco gira y la ranura deja pasar la luz que el LED emite, se ilumina el fotodiodo. La luz habilita el fotodiodo para conducir la corriente del circuito en el que está acoplado en el distribuidor. Cuando el disco continúa girando con el eje del distribuidor, hay posiciones del disco que no están ranuradas y la luz no ilumina el fotodiodo.

Cuando el fotodiodo no recibe la luz del LED corta el paso de la corriente que circula a través de él. Con la conducción y corte de la corriente que pasa a través del fotodiodo, se genera una señal que proporciona la posición de giro del eje del distribuidor.

El SEE DIS es el sistema de encendido que utiliza bobinas múltiples controladas por la unidad de control electrónico, para la distribución del alto voltaje a cada bujía de los cilindros del MCI.

Dependiendo de la marca de fabricación del automóvil, el generador de señales de la posición del cigüeñal puede ser del tipo de sensor inductivo, sensor Hall o sensor óptico.

La medición de las señales electrónicas es de vital importancia en el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas controlados electrónicamente. Las señales electrónicas son el enlace de comunicación entre los elementos de un sistema electrónico y se utilizan para sincronizar su funcionamiento.

El equipo utilizado para medir las señales electrónicas es el osciloscopio. Cuando usted mide una señal electrónica con el osciloscopio, debe tomar en cuenta lo siguiente: el nivel de voltaje de la señal, la frecuencia de la señal, el tipo de señal (CC o AC y la referencia que utilizará en la medición mismo nivel de voltaje).



evaluación

1. Para el sistema electrónico de encendido, el tiempo de encendido se realiza por medio de avance:
 - A) Por vacío
 - B) Centrífugo
 - C) Electrónico
 - D) Mecánico

2. El sistema de encendido electrónico _____ no utiliza distribuidor de alto voltaje.
 - A) De ignición directa
 - B) Con sensor Hall
 - C) Con sensor óptico
 - D) Con sensor inductivo

3. El sistema de encendido electrónico con sensor óptico utiliza _____ en su generador de señales:
 - A) Bobina captadora
 - B) Chip de efecto Hall
 - C) Imán permanente
 - D) Leds y fotodiodos

4. El tipo de señal que el generador inductivo envía a la unidad de control electrónico es:
 - A) Cuadrada
 - B) Senoidal
 - C) Triangular
 - D) Digital

5. Cuando se aplica un campo magnético perpendicular a un conductor por el cual circula una corriente eléctrica, se genera en los bordes del conductor un(a):
 - A) Voltaje
 - B) Corriente inversa
 - C) Campo magnético opuesto
 - D) Chispazo

6. La señal que genera el sensor óptico es de tipo:
 - A) Senoidal
 - B) Analógica
 - C) Alterna
 - D) Cuadrada

7. El _____ es un equipo electrónico que se utiliza para medir el voltaje, la frecuencia y ver la forma de las señales analógicas y digitales en los circuitos electrónicos.
 - A) Multímetro analógico
 - B) Osciloscopio
 - C) Multímetro digital
 - D) Scanner

8. Para obtener datos y códigos de error del sistema encendido electrónico, el scanner se debe conectar en el (la) _____.
 - A) Unidad de control electrónico
 - B) Generador de señales
 - C) Encendedor
 - D) Conector de Diagnóstico

9. Durante un diagnóstico al sistema de encendido electrónico con sensor óptico, usted observa con el osciloscopio que el generador de señales no envía señal a la unidad de control al momento de activar el motor de arranque del MCI, indique la causa:

- A) La bobina captadora está defectuosa
- B) Una válvula de admisión tiene fuga de compresión
- C) La faja dentada del tiempo está rota
- D) El cable de la bobina de encendido está defectuoso

10. Para ubicar un punto específico de medición en un sistema de encendido electrónico, usted debe utilizar un:

- A) Osciloscopio
- B) Multímetro digital
- C) Punta lógica
- D) Diagrama del SEE

UNIDAD 3

REPARACIÓN DE SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA



OBJETIVOS de la unidad

Coadyuvar al desarrollo de las siguientes competencias:

- ◉ Identificar los tipos de inyección electrónica de combustible, de acuerdo a su ubicación y función.
- ◉ Identificar componentes del sistema de alimentación de combustible, de acuerdo a su ubicación y función
- ◉ Inspeccionar y dar mantenimiento a la unidad de control electrónica, de acuerdo al proceso técnico de trabajo establecido y especificaciones técnicas de fabricantes.
- ◉ Identificar e inspeccionar los sensores de los sistemas de inyección electrónica de combustible, de acuerdo al proceso técnico de trabajo establecido y especificaciones técnicas de fabricantes.
- ◉ Identificar y dar mantenimiento a las válvulas de inyección de los sistemas de inyección electrónica de combustible, de acuerdo al proceso técnico de trabajo establecido y especificaciones técnicas de fabricantes.

IDENTIFICAR LOS TIPOS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

La tecnología mecánica, eléctrica y electrónica de todas las áreas y especialmente en el área automotriz, ha experimentado cambios significativos a causa de la implementación de estrictas normas referentes a la preservación del ambiente, en lo que respecta a los estándares de emisiones de gases contaminantes del escape, la economía del combustible y a la mejora de la potencia de los motores.

La necesidad de aminorar las emisiones contaminantes provocadas por la combustión de los motores y el alto consumo de combustible debido a la cantidad millonaria de fríos que circulan por todo el mundo, y la exigencia tanto de usuarios, como a la decisión de los fabricantes de mejorar la potencia efectiva de los motores de combustión, ha dirigido los esfuerzos hacia la mejora de los sistemas de suministro y dosificación del combustible, así como también a mejorar la eficiencia de los sistemas de encendido, por lo que han sido sustituidos los sistemas carburados por los sistemas de inyección electrónica y también, los sistemas de encendido electromecánico por los sistemas Electrónicos.

La inyección de combustible comenzó con sistemas dirigidos a través de mandos y suministros neumáticos, mecánicos e hidráulicos. Con el paso de los años estos sistemas fueron mejorando hasta obtener un sistema de inyección controlado a través de dispositivos electrónicos, al que ahora se le denomina “Inyección electrónica de combustible”.

Las ventajas que ofrecen los sistemas de inyección son:

- Menor consumo de combustible.
- Mayor potencia del motor.
- Mejor arranque y comportamiento del motor en frío.
- Menor contaminación del ambiente por los residuos de la combustión en los gases del escape.

3.1 SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

.....

3.1.1 DEFINICIÓN DE SISTEMA DE INYECCIÓN CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE

.....

El sistema de inyección electrónica de combustible, se define como el sistema encargado del suministro y regulación de la mezcla de aire combustible, para el funcionamiento óptimo de los motores de combustión interna a gasolina y que para ello, utiliza una unidad de control electrónica denominada por algunos fabricantes ECU (siglas en inglés de Electronic Control Unity). Esta unidad recibe información de pequeñas unidades sensoras que detectan las magnitudes físicas desarrolladas o producidas durante el funcionamiento del motor como son: Flujo, densidad, temperatura, movimiento, posición, número de revoluciones y velocidad; las cuales son enviadas a la ECU como señales de voltaje que posteriormente son procesadas y almacenadas.

Toda la información procesada por la ECU es convertida en alimentación digital para el manejo de los actuadores, que son las electro válvulas de inyección (figura 3.1).

1. DEPOSITO DE COMBUSTIBLE. 2. BOMBA DE COMBUSTIBLE ELECTRICA. 3. FILTRO DE COMBUSTIBLE. 4. UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICA. 5. INYECTOR. 6. REGULADOR DE PRESION DE COMBUSTIBLE. 7. COLECTOR DE ADMISION. 8. VALVULA DE ARRANQUE EN FRIJO. 9. INTERRUPTOR DE MARCHA EN VACIO. 10. MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE. 11. SENSOR LAMBDA. 12. INTERRUPTOR TERMICO TEMPORIZADO. 13. SONDA TERMICA DEL MOTOR. 14. DISTRIBUIDOR DE IGNICION. 15. VALVULA DE AIRE. 16. ACUMULADOR. 17. INTERRUPTOR DE IGNICION.

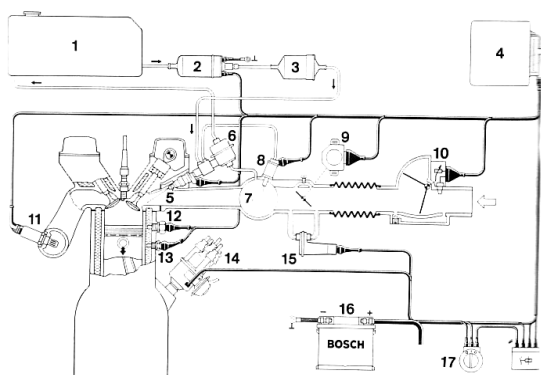


Figura 3.1

Diagrama esquemático de un sistema de inyección controlado electrónicamente (EFI)

3.1.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

Los sistemas de inyección de combustible se pueden clasificar de acuerdo a sus características específicas de funcionamiento en dos grupos: **Sistema de inyección continua** y **sistema de inyección Intermitente**.

Los sistemas de inyección continua, introducen el combustible en el motor a través de válvulas de inyección mecánica, que permanecen abiertos continuamente por valores de la presión de combustible.

En los sistemas de inyección intermitente el combustible es introducido en el motor por medio de electro válvulas de inyección, cuya apertura es gobernada por la **unidad electrónica de control**.

A. Inyección de combustible continua

Este sistema de inyección de combustible es controlado por fuerzas neumático-mecánicas.

En el sistema de inyección de combustible continuo, todos los inyectores suministran combustible al mismo tiempo. Los inyectores no tienen ningún tipo de control eléctrico, se activan por presión de combustible. Cuando la presión del combustible llega a un valor determinado, la válvula inyectora se abre y da lugar a la inyección de combustible, el caudal de combustible es controlado por agujas dosificadoras, las cuales son reguladas por una émbolo de mando dirigido por fuerzas neumáticas, a través del medidor del caudal de aire (plato sonda). Este sistema es comúnmente conocido como sistema K-Jetronic (de la firma Robert Bosch).

El sistema K-Jetronic, para la dosificación, utiliza un distribuidor dosificador y válvulas de inyección. Las válvulas de inyección se controlan por medio de la variación de la presión en el distribuidor de combustible (figura 3.2).

1. DEPOSITO DE COMBUSTIBLE. 2. BOMBA DE COMBUSTIBLE ELECTRICA. 3. ACUMULADOR DE COMBUSTIBLE. 4. FILTRO DE COMBUSTIBLE. 5. REGULADOR DE PRESION. 6. INYECTOR. 7. COLECTOR DE ADMISION. 8. VALVULA DE ARRANQUE EN FRIJO. 9. DOSIFICADOR DE COMBUSTIBLE. 10. MEDIDOR DE CAUDAL DE AIRE. 11. ACTUADOR ELECTRO-HIDRAULICO. 12. SONDA LAMBDA. 13. INTERRUPTOR TERMICO TEMPORIZADO. 14. DISTRIBUIDOR DE ENCENDIDO. 15. VALVULA DE AIRE. 16. INTERRUPTOR DE MARCHA EN VACIO. 17. UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICA. 18. INTERRUPTOR DE IGNICION. 19. ACUMULADOR

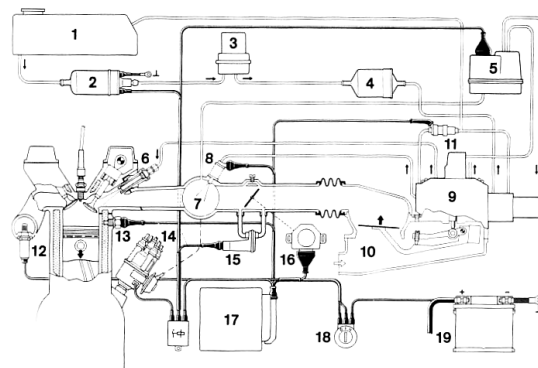


Figura 3.2

Diagrama esquemático del sistema de inyección controlado mecánicamente (K- Jetronic)

Es importante que usted sepa que además del sistema K-Jetronic, existe el sistema KE-Jetronic. El sistema KE-Jetronic es una versión mejorada del sistema K-Jetronic, que aunque sigue siendo un sistema de inyección continua, utiliza válvulas inyectoras activadas por presión, está equipado con una ECU que recibe las señales de los sensores de revoluciones del cigüeñal, temperatura del refrigerante y temperatura del aire de admisión. Un actuador electro-hidráulico de presión, ajusta eléctricamente la presión de inyección en el distribuidor de combustible, para variar la relación de aire y combustible en base a las órdenes de la ECU. Está provisto de un regulador de presión, el cual, además de mantener la presión del combustible del sistema, es capaz de cortar el flujo de combustible cuando se apaga el Motor (figura 3.3).

1. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE, 2. BOMBA ELÉCTRICA DE COMBUSTIBLE, 3. ACUMULADOR DE COMBUSTIBLE, 4. FILTRO DE COMBUSTIBLE, 5. REGULADOR DE PRESIÓN, 6. INYECTOR, 7. COLECTOR DE ADMISIÓN, 8. VALVULA DE ARRANQUE EN FRÍO, 9. DOSIFICADOR DE COMBUSTIBLE, 10. MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE, 11. ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO DE PRESION, 12. Sonda LAMBDA, 13. INTERRUPTOR TERMICO TEMPORIZADO, 14. SENSOR TERMICO DEL MOTOR, 15. DISTRIBUIDOR DE IGNICION, 16. VALVULA DE AIRE, 17. INTERRUPTOR DE MARCHA EN VACIO, 18. UNIDAD ELECTRONICA DE CONTROL, 19. INTERRUPTOR DE ENCENDIDO, 20. ACUMULADOR

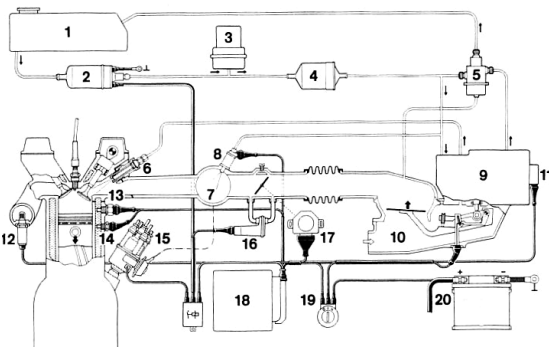


Figura 3.3

Diagrama esquemático del sistema de inyección controlado mecánicamente (KE-Jetronic)

B. Inyección de combustible intermitente

Este sistema de inyección se denomina intermitente, ya que utiliza electro válvulas de inyección alimentadas digitalmente, es decir, que el caudal de inyección se controla a través del control del tiempo de apertura y frecuencia de la inyección.

En este tipo de inyección, se introduce el combustible a las cámaras de admisión de forma intermitente, a través de los inyectores o **electro válvulas**, es decir, cada inyector se abre y cierra continuamente.

El tipo de inyección intermitente viene en dos versiones de acuerdo al lugar en donde es inyectado el combustible: una versión es llamada: inyección central y la otra, inyección multipunto.

C. Inyección Central de combustible (CFI)

Este sistema de inyección controlado electrónicamente, utiliza de uno a cuatro inyectores para suministrar el combustible. Se designa con diferentes nombres veamos: comúnmente se conoce como **CFI** (del vacío Central Fuel Injection, Sistema de Inyección Central), también como **TBI** (del vacío Throttle Body Injection, Inyección en el Cuerpo de la Válvula), y como “inyección **mono punto**”, ya que posee solamente un punto para la inyección del combustible.

Los sistemas de inyección central fueron ensayados a finales de los años 70s, iniciando su mercado a inicio de los años 80s, instalándose en varias marcas americanas como la General Motors, Chrysler, Ford, Dodge Trucks, asiáticas como la Nissan, Daewoo, y europeas como Volkswagen, Opel y Fiat. Este sistema actualmente ya desapareció de las casas constructoras y fue desplazado por los sistemas de inyección multipunto.

El sistema de inyección TBI, los inyectores se ubican en el cuerpo del obturador (acelerador o mariposa), en forma similar a la posición de montaje de un carburador normal. El combustible se inyecta en este punto y llega a cada cilindro, por medio del flujo de aire de aspiración del múltiple de admisión. A diferencia del sistema carburado, la atomización del combustible de estos sistemas no depende directamente de la presión-vacío que se genera en el múltiple de

admisión por la aspiración de los cilindros, la atomización inicia y es realizada por las toberas del inyector. El sistema mono punto puede ser de baja o de alta presión (figura 3.4).

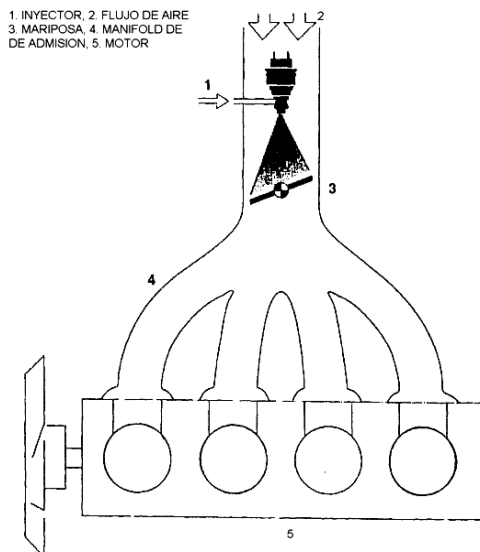


Figura 3.4
Sistema de Inyección central
TBI, o mono punto

Las ventajas del sistema de inyección central en relación con un sistema carburado, son las siguientes:

- El combustible se atomiza en mejor forma durante el arranque en frío, y en la fase de calentamiento.
- El enriquecimiento de la mezcla es preciso durante la puesta en marcha, dependiendo de la temperatura del refrigerante del motor.
- El enriquecimiento de la mezcla se mantiene en el mínimo necesario durante la puesta en marcha en frío.
- Las únicas partes móviles del sistema, son la mariposa del obturador con su sensor TPS y el controlador electromecánico del aire adicional para ralentí.

- La distribución de la relación de aire-combustible es mejor para todas las condiciones de operación del motor.
- El control de la dosificación del combustible es preciso y por tanto, se reducen el consumo de combustible y las emisiones tóxicas.

D. Inyección Multipunto (MPI)

Sistema de inyección controlado electrónicamente que utiliza un inyector por cada cilindro del Motor. En este sistema, inyectores se ubican en los orificios que tiene el múltiple de admisión o la culata, frente a la válvula de admisión de cada cilindro.

En el sistema multipunto, el combustible llega más directamente a cada cilindro del motor. Este sistema se conoce comúnmente como sistema de inyección electrónico EFI (del vacío Electronic Fuel Injection, Inyección Electrónica de Combustible), o MPFI (Multi Port Fuel Injection, del vacío inyección multipuerto, figura 3.5).

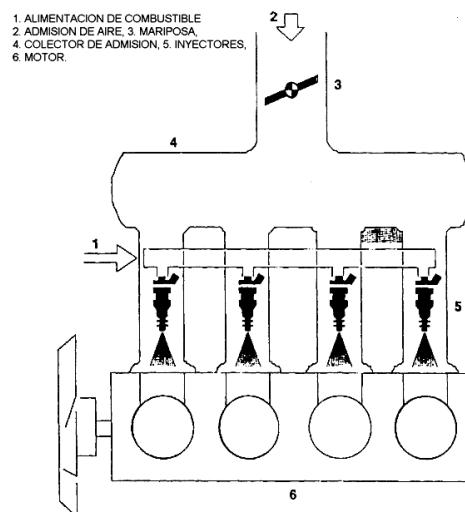


Figura 3.5
Sistema EFI multipunto

En los sistemas EFI, los inyectores se activan en bancos de dos o más inyectores y los que activan un inyector a la vez, son denominados sistemas secuenciales SEFI (del vacío Sequential Electronic Fuel Injection, Inyección Electrónica Secuencial de Combustible).

Las ventajas que tiene el sistema multipunto, sobre un sistema mono punto son:

El par motor es incrementado por:

- 1) *Mayor diámetro de las entradas y los conductos del múltiple de admisión.* Esto se debe a que ya no se utiliza un cuerpo del obturador similar al del carburador, que tiende a obstaculizar el paso del aire de admisión. Además, los conductos del múltiple de admisión pueden tener una forma distinta, a los que se utilizan en un sistema mono punto. Con esto, se obtiene mayor facilidad para el ingreso del aire de admisión a los cilindros, introduciéndose una carga de aire más densa en los cilindros y por tanto, mayor potencia (figura 3.6).

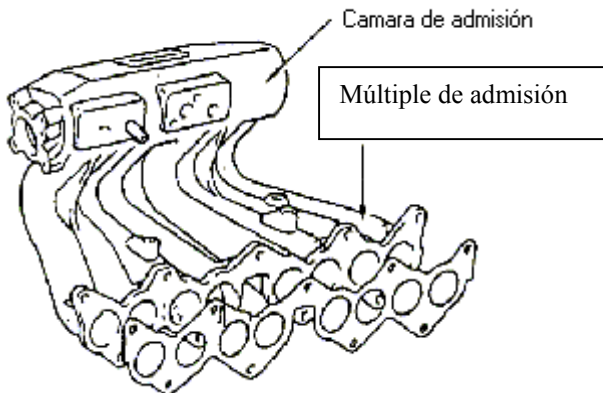


Figura 3.6
Múltiple de admisión para EFI

- 2) *Temperaturas más bajas de la mezcla aire-combustible.* Como el combustible es inyectado directamente en el orificio de la cámara de admisión cerca de la válvula de admisión de cada

cilindro, no tiene mucho tiempo para calentarse, conserva su temperatura, y con ello, mantiene su densidad más alta.

Si la mezcla viaja por el múltiple de admisión, el calor transferido por el motor al múltiple la calienta, su densidad disminuye y la admisión de mezcla hacia la cámara es muy pobre en material inflamable. En los sistemas Multi punto, la densidad se mantiene, la carga de mezcla se mantiene y con ello, la potencia aumenta (figura 3.7).

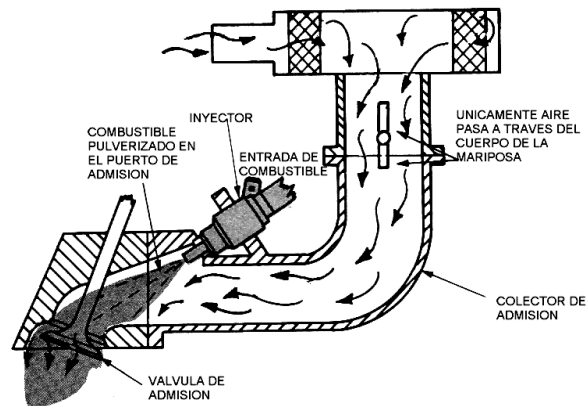


Figura 3.7
Inyección de combustible MPI

Se reducen los niveles de emisiones tóxicas, a causa de lo siguiente:

- 1) La eliminación de los problemas de condensación de combustible en las paredes del múltiple de admisión.
- 2) Una mezcla más pobre durante la fase de calentamiento del motor.

Las características de los sistemas de inyección controlados electrónicamente son:

- 1) **Eficiencia de una buena admisión:** en un motor equipado con carburador se genera un vacío mediante un Venturi, y el combustible se

descarga en cantidades que corresponden al volumen del aire de admisión. Sin embargo el flujo de aire de entrada es impedido por el Venturi.

En un motor equipado con un sistema de inyección controlado electrónicamente, el aire de admisión es detectado por un medidor de flujo de aire, o por el sensor de presión del múltiple de admisión, por lo que el Venturi se hace innecesario. Por tanto, el diámetro del múltiple de admisión puede ser agrandado, facilitando así la admisión del aire y permitiendo que entre un mayor volumen de aire en los cilindros. Por esta razón, resulta más fácil diseñar un motor de alta potencia, utilizando el sistema de inyección de combustible con control electrónico.

- 2) **Buena respuesta durante la aceleración:** los inyectores de combustible de un motor equipado con un sistema EFI, están montados cerca de las válvulas de admisión y el combustible se inyecta a alta presión; lo que resulta en un llenado más rápido e inmediato del cilindro con la mezcla a la cámara, lo que da como resultado que, cuando se presiona repentinamente el pedal del acelerador, se les suministra la mezcla correcta de aire y combustible a los cilindros (en lugar de una mezcla pobre resultante de que el aire llegue primero que el combustible, debido a que la densidad relativa del aire es menor, tal como ocurre en un sistema carburado).
- 3) **Buena capacidad de puesta en marcha (arranque en frío):** cuando un motor está equipado con carburador y se pone en marcha en tiempo frío, es necesario operar el pedal del acelerador o activar el estrangulador, sin embargo, cuando se pone en marcha un motor equipado con un sistema EFI, en tiempo frío, sólo es necesario conectar el interruptor de encendido y arrancar.

En algunos sistemas EFI se utiliza un inyector de arranque en frío que con su excelente atomización, suministra el combustible vaporizado necesario para poner en marcha el motor en frío.

- 4) **Mezcla uniforme de aire-combustible a cada uno de los cilindros:** ya que cada cilindro tiene su propio inyector, el combustible se le puede suministrar uniformemente a cada cilindro. La ECU se mantiene informada de las condiciones de operación del motor, a través de las señales procedentes de cada sensor, y controla la duración de la inyección con precisión, en base a las condiciones que se presenten. Es importante que usted sepa que los sistemas EFI han sido diseñados para realizar una mezcla de aire-combustible **estequiométrica**. La relación estequiométrica de aire-combustible es (14.7:1), 14.7 partes de aire por una parte de combustible (gasolina).

3.1.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN CONTROLADOS ELECTRÓNICAMENTE

El funcionamiento de todos los sistemas de inyección controlados electrónicamente es similar, ya que todos tienen sensores que le proporcionan información a una ECU, para que gobierne adecuadamente a los actuadores del sistema.

Las diferencias entre un sistema y otro son simplemente la forma y ubicación de los elementos, son también el lugar donde se suministre el combustible y en algunos casos, la variación en las estrategias de operación que cada fabricante dispuso.

En todos estos sistemas de inyección electrónica, el combustible es inyectado al motor a través de inyectores eléctricos. La ubicación de los inyectores varía según el tipo de sistema de inyección:

Para los sistemas mono punto, el o los inyectores están dispuestos en el cuerpo de la válvula de mariposa (figura 3.8).

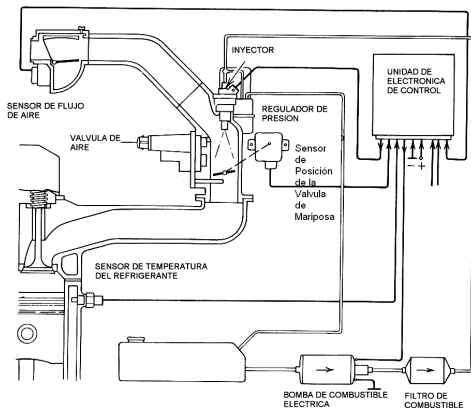


Figura 3.8

Ubicación de los inyectores, sistema mono punto

En los sistemas multi punto, los inyectores están ubicados en la cámara de admisión, dispuestos muy cerca de las válvulas de admisión (figura 3.9).

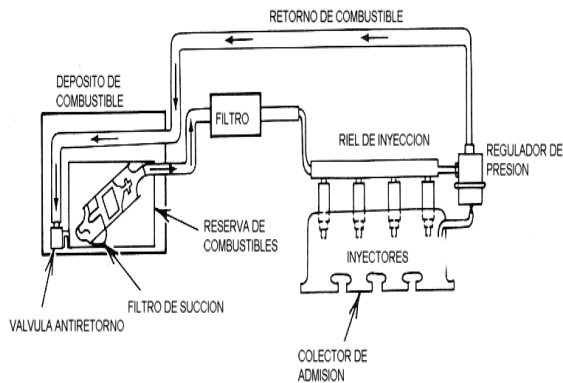


Figura 3.9

Ubicación de los inyectores inyección multi-punto

En la inyección multi punto el fabricante diseñó una estrategia llamada **Inyección Asíncrona** por una aceleración repentina o brusca denominada *Snap aceleración*, recuerde la necesidad de todo motor de exigir mezclas más ricas en las aceleraciones bruscas o súbitas a causa de que se incrementa la entrada de aire y por lo tanto, también hay que incrementar la cantidad de combustible que ingresa a la admisión, para equilibrar la mezcla. Un carburador en este

régimen se ve en la necesidad de activar el circuito de aceleración brusca o súbita, para no empobrecer la mezcla.

En los sistemas carburados, el circuito se auxilia de una bomba tipo émbolo o diafragma, para generar presión a un inyector con lo que se enriquece la mezcla en aceleraciones súbitas.

En los sistemas EFI, esta estrategia consiste en que la ECU suministra más combustible por medio no de sólo de aumentar el tiempo de apertura del pulso al inyector sino que también, de cambiar el orden de activación de los inyectores.

Todos los sistemas de inyección electrónica de tipo MPI activan internamente, los inyectores conectados externamente, de diferentes formas, de acuerdo a la marca, modelo y disposiciones del fabricante para esta estrategia.

La estrategia consiste en que los inyectores son controlados por la ECU y están conectados individualmente o en grupos paralelos, que se activan al mismo tiempo, este tipo de estrategias vienen en tres modalidades:

A. **Inyección:** esta estrategia consiste en la activación de todos los inyectores a la vez, dependiendo de la velocidad de giro del motor. Por ejemplo: la ECU activa los inyectores todos a la vez, cada dos vueltas del cigüeñal (720°).

Esta estrategia puede venir en dos versiones: En forma directa con *conexión común* (Figura 3.10), la ECU proporciona una sola conexión, con alimentación digital para todos los inyectores, los cuales inyectan a la vez.

En este tipo de disposición de inyección, el enriquecimiento de la mezcla en una aceleración súbita o repentina, se puede controlar de dos formas:

- Incrementando el tiempo de apertura del pulso al inyector.

- Variando la secuencia de inyección veamos: Con motor en régimen normal la inyección simultánea se realiza a cada dos vueltas de cigüeñal (720°), pero al acelerar el motor repentinamente puede cambiar a no inyectar a cada dos giros de motor, sino que a cada giro de motor (360°), incrementando el volumen de combustible en la cámara de admisión, debido a la aceleración repentina o súbita. (figura 3.10)

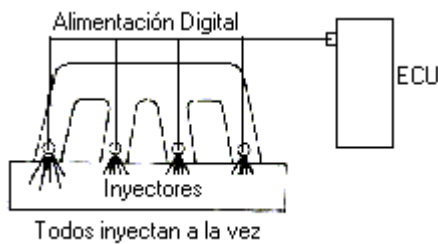


Figura 3.10
Inyección simultánea

La otra versión de inyección es en forma Indirecta, el sistema posee un circuito con *Conexión grupal* o *conexiones exclusivas*, es decir que la ECU proporciona una conexión de alimentación para cada dos inyectores o individualmente para cada uno. En este sistema, la estrategia de inyección simultánea la realiza la ECU, agrupando la alimentación de todos los inyectores a la vez, en el régimen de aceleración súbita o arranque en frío.

Un sistema de inyección de conexión grupal o exclusiva, generalmente trabaja de la manera siguiente: El sistema puede estar trabajando con inyección grupal o secuencial y a causa de una aceleración repentina, pasa a inyección simultánea para incrementar la cantidad de combustible.

- B. **Inyección Grupal:** esta estrategia consiste en la activación de dos o más inyectores en grupo. Por ejemplo, si el motor es de seis cilindros, puede ser que los active de dos en dos, o de tres en tres (figura 3.11).

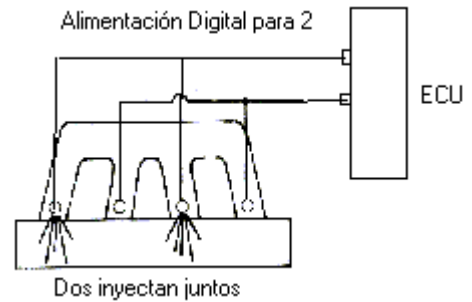


Figura 3.11
Inyección grupal

En la inyección grupal también se encuentran estrategias de sistemas con conexiones compartidas, que en aceleraciones repentinamente, la ECU las convierte electrónicamente en simultáneas, para incrementar la cantidad de combustible, en aceleración o en arranque en frío.

- C. **Inyección Secuencial:** la inyección secuencial consiste en la activación de un inyector a la vez, dependiendo del orden de encendido del motor (figura 3.12). Esta es la estrategia más recomendable en los sistemas de inyección.

Un sistema de inyección secuencial puede cambiar a inyección grupal o a simultánea, para incrementar el volumen de combustible en la cámara de combustión, debido a una aceleración repentina o en el arranque en frío del motor.

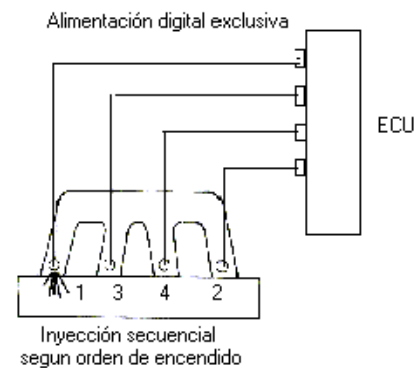


Figura 3.12
Inyección secuencial

La duración (ancho) del pulso que envía la ECU para activar el inyector, depende de la cantidad de aire aspirado por el motor en el múltiple de admisión, la temperatura del refrigerante, la velocidad del motor y otros parámetros, los cuales son adquiridos por los sensores del sistema y enviados a la ECU para ser procesados.

Con la información de los sensores, la ECU calcula el valor óptimo para cada rango de operación del motor.

En todos los sistemas de inyección electrónica, el combustible es suministrado por una electro bomba, que genera la presión adecuada. El combustible es bombeado desde el tanque, pasa a través de un filtro de papel que se comunica con la tubería de alimentación de los inyectores. Esta tubería tiene en el extremo final, un regulador de presión para los sistemas multipunto. En los sistemas mono punto, el regulador está incorporado en el cuerpo del obturador.

El regulador de presión mantiene constante la presión del combustible, independientemente de la cantidad de combustible que dosifiquen los inyectores en los cilindros del motor.

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

3.2 EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

El sistema de alimentación de combustible para motores carburados o con inyección controlada mecánica o electrónicamente, tienen similitudes y su principio de funcionamiento es el mismo, trasladar el

combustible al sistema de suministro, ya sea este el depósito del carburador o el riel de inyección.

Por lo general, todos estos sistemas utilizan un tanque, una bomba, una tubería y un filtro de combustible. De estos elementos se vale el sistema para suministrarle combustible a un sistema de dosificación en particular (figura 3.13).

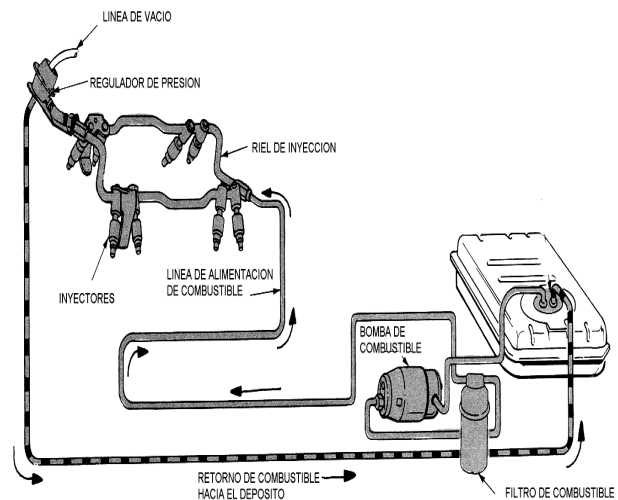


Figura 3.13
Diagrama de un sistema de alimentación de combustible

Las grandes diferencias de los sistemas de alimentación de combustible de motores inyectados y carburados son: las presiones de combustible utilizadas y las formas de operación y ubicación de las bombas de combustible.

El sistema carburado maneja presiones mínimas, suficientes para mantener los depósitos llenos con combustible, para su utilización en el proceso de mezcla aire combustible.

El sistema inyectado maneja presiones mayores para que el combustible sea atomizado a medida que es forzado a pasar por la boquilla de uno o más inyectores, que están localizados en el paso del flujo

de aire, este combustible inyectado es forzado a unirse con el aire, para formar la mezcla aire-combustible.

3.2.1 FUNCIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

La función del sistema de alimentación de combustible, es suministrar a un sistema de dosificación, el combustible necesario para el funcionamiento de un motor en todos sus rangos de operación.

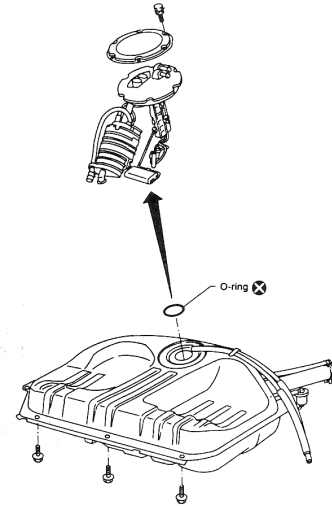


Figura 3.14

Tanque de almacenamiento de combustible

3.2.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Todo sistema de alimentación de combustible se compone de un tanque de almacenamiento, una bomba que traslada el combustible a través del filtro y de los conductos, hasta el sistema de dosificación del motor.

A. Tanque de almacenamiento

Es un depósito en el que se recibe y almacena el combustible. Por lo general, va dispuesto en el centro o en los laterales de la parte trasera de un automóvil. Los tanques (figura 3.14), están fabricados de metal o de plástico. Dentro de depósito va dispuesto el elemento sensor del nivel (flote) y la bomba de combustible. En algunos de los primeros sistemas de inyección electrónica, la bomba va dispuesta fuera del tanque de combustible.

B. La bomba de combustible

La bomba de combustible es un elemento que envía el combustible, a una presión determinada, a través de los conductos de un sistema de alimentación, y se define como un dispositivo electromecánico capaz de bombear el caudal de combustible a una presión adecuada, desde el tanque, a los conductos de alimentación del sistema de dosificación de combustible.

C. Tipos de bombas de combustible

Dependiendo del diseño del fabricante, el sistema de inyección electrónica, puede utilizar una bomba de combustible externa (fuera del tanque), o una **bomba sumergible**.

- **Bomba Externa:** este tipo de bomba de combustible está dispuesta fuera del tanque, en línea con el conducto del combustible (figura 3.15). Este tipo de bomba fue utilizado en los primeros modelos de los sistemas EFI, en automóviles europeos como BMW, Mercedes Benz, Volvo y VW.

Actualmente se utiliza este tipo de bomba de combustible en muchos modelos anteriores a 1,990, en automóviles europeos. Esta bomba consta de un motor eléctrico, una unidad de bomba, una válvula de retención, una válvula de alivio, un filtro y un silenciador.

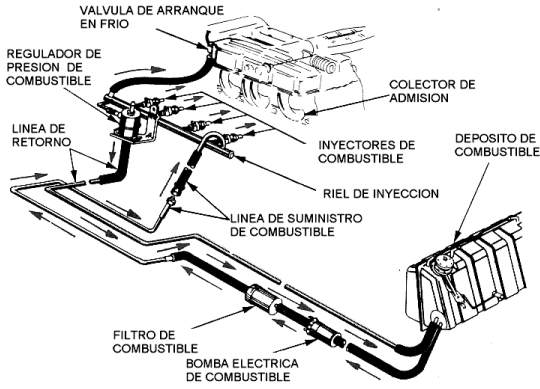


Figura 3.15

Circuito de alimentación de combustible con bomba externa

- **Bomba sumergible:** esta bomba consta de la unidad de la bomba, válvula de retención, válvula de alivio y el filtro incorporado. Es del tipo de bomba turbina, consta de uno o de dos impulsores, que están acoplados al eje del motor eléctrico, el cual está dentro de una caja y cubierta que componen la unidad de la bomba. (figura 3.16)

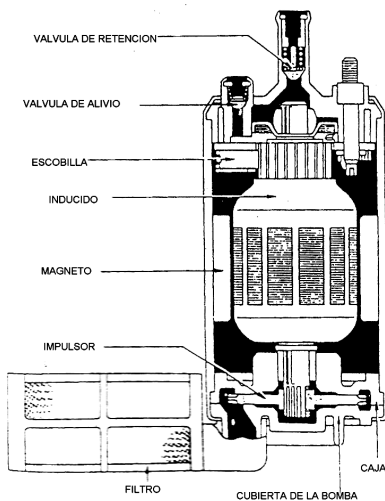


Figura 3.16
 Bomba Externa

D. Características y partes de la bomba de combustible

Las características y partes de la bomba de combustible son:

Un dispositivo electromecánico compuesto por un motor eléctrico y un impulsor con paletas, que está acoplado al eje del motor para que cuando el motor gire, el impulsor también lo haga y de esta forma, traslade el combustible del tanque hacia los conductos del sistema (figura 3.17).

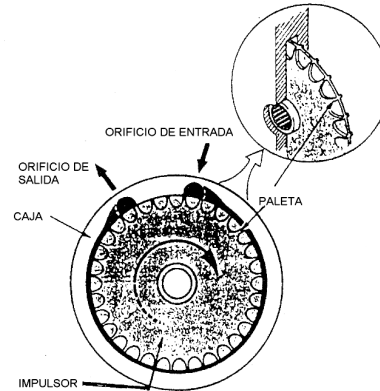


Figura 3.17

Impulsor con paletas de una bomba sumergible

- **Válvula de alivio de la bomba:** se define como una válvula de descarga, calibrada para soportar presiones mayores al 100 % de la presión de trabajo del sistema; es decir, si el sistema trabaja con una presión de 40 psi, la válvula de alivio tiene la capacidad de controlar presiones hasta de 80 psi, arriba de esta presión la válvula auto descarga, protegiendo el sistema en general y fundamentalmente a la bomba. Su función es ofrecerle un escape al combustible que está atrapado entre el regulador de presión de combustible y la bomba.

La válvula de alivio se conoce como la guardiana de protección contra sobre presiones de combustible en los conductos del sistema.

La válvula de alivio entra a trabajar por diferentes causas:

- 1) Daños en el regulador de la presión del sistema este, ya no permite que haya retorno de combustible al tanque.
- 2) Obstrucción de la tubería de combustible a causa de aplastamientos o falta de mantenimiento al filtro de combustible, este se obstruye y ya no hay flujo total de combustible al sistema.

En cualquiera de estos dos casos, la descarga de combustible se realiza en la misma bomba.

Las sobre presiones en todo sistema hidráulico reducen la vida útil de las bombas.

Esta válvula viene calibrada por el fabricante, para permitir presiones que en algunos fríos no excedan más de 80 a 120 psi (presión total de bomba).

- **Válvula de Salida:** este elemento instalado en la bomba de combustible, se define como la válvula encargada de retener la presión de combustible enviado al sistema; es decir no permite que el combustible retorne nuevamente hacia la bomba, es un cheque de salida, que permite mantener una **presión residual** en el sistema.

La válvula de salida como cualquier cheque o válvula de un sólo sentido de flujo no deja retornar el combustible cuando se detiene la bomba.

La válvula de salida que está en la bomba y el regulador de presión que está en el riel de inyección (sistemas MPI) o en el cuerpo de la mariposa (sistemas TBI), trabajan para mantener la presión residual en la línea de combustible, facilitando de este modo, la capacidad de un nuevo arranque.

E. Funcionamiento de la bomba de combustible

Como se informo anteriormente la bomba de combustible es impulsada por un motor eléctrico, y cuando este gira, los impulsores de la bomba giran con él. Las paletas de la circunferencia exterior de los impulsores sacan el combustible desde el orificio de entrada, hasta el orificio de salida. El combustible descargado por el orificio de salida, pasa el motor eléctrico y se descarga por la bomba a través de la válvula de salida (cheque de retención).

F. El filtro de combustible

Este elemento o tamiz está instalado en el circuito hidráulico de la presión de trabajo del sistema, y se define como el elemento encargado de depurar las partículas indeseables en el combustible que la bomba traslada hacia los inyectores.

- **Tipos de filtro de combustible:** Los tipos dependen del diseño particular del sistema de alimentación de combustible, de la ubicación en el automóvil y del precio de venta. Están instalados en la tubería de salida de la bomba, donde se ubica la presión del sistema.
- **Características del filtro de combustible:** Las principales características del filtro de combustible de un sistema EFI son:
 - 1) La carcasa del filtro es de metal, a diferencia de los filtros de los sistemas carburados, estos son plásticos. La finalidad de que la carcasa del filtro sea metálica es para soportar la presión de trabajo del combustible en los sistemas EFI.
 - 2) Internamente, están compuestos por un tamiz fino de papel, con la finalidad de que filtren las partículas indeseables en el sistema de dosificación de combustible.

3) Los extremos de conexión del filtro, pueden tener rosca en uno o ambos extremos tubos lisos para la instalación de una manguera con abrazaderas o acoples rápidos, en el caso de los filtros utilizados por Ford y algunos modelos GM (figura 3.18).

A. Tienen una dirección definida de flujo de combustible. Por lo general, la dirección del flujo se indica con una flecha, indicando el extremo de entrada y salida del combustible a través del filtro. (figura 3.18)

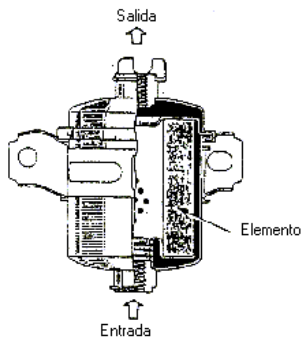


Figura 3.18
Filtro de combustible para EFI

- **Funcionamiento del filtro de combustible:** El combustible en el proceso de embasamiento tanto en los cisternas de las gasolineras, como posteriormente en los tanques, se contamina con pequeñísimas partículas en suspensión en el aire y que luego después de ingresar a los depósitos, se sedimentan en el fondo. Otro fenómeno que ocurre y que origina partículas en los tanques es la oxidación de los materiales ferrosos, que tiene como origen el efecto del agua que se acumula a causa de la higroscopia del aire de ventilación que tienen los tanques, ese aire húmedo provoca corrosión y desprendimiento de elementos no deseables al sistema.

Todas esas pequeñas partículas acompañan al combustible e ingresan al filtro por la boquilla de entrada. Todas las partículas cuyo tamaño es mayor a los orificios del tamiz son atrapadas por el filtro y no pueden seguir con el flujo del combustible.

Por la boquilla de salida del filtro sale el combustible ya filtrado, hacia el resto de los conductos del sistema. De esta forma se protege el sistema de dosificación de combustible.

3.2.3 EL REGULADOR DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE

El regulador de presión de combustible, es uno de los elementos más importantes del sistema y su función es mantener la presión del sistema en rangos establecidos por el fabricante de acuerdo a la capacidad del motor y tipo de inyectores.

El trabajo de este regulador es el de mantener la presión residual, la presión de ralentí y la presión en todo el proceso de carga parcial hasta de plena carga.

A. Definición del regulador de presión de combustible

El regulador de presión se define como un dispositivo mecánico-neumático, encargado de mantener a un rango adecuado, la presión del combustible que surte la bomba de gasolina, para la correcta dosificación del combustible en los inyectores, durante los distintos rangos de operación de un motor, y de mantener la presión residual cuando el motor está apagado, evitando que el combustible se vaya al tanque por la línea de retorno.

- **Tipos y características del regulador de presión de combustible:**

Con referencia a las características y tipos de reguladores, existen dos tipos de reguladores, según su ubicación en el sistema de alimentación de combustible: El regulador para sistemas MPI, está ubicado al final del riel de inyectores (Figura 3.19).

El regulador está ubicado en el cuerpo de la válvula de mariposa (para los sistemas TBI) (figura 3.20).

El regulador para sistemas MPI, es el regulador que está ubicado al final del riel de inyectores. Por lo general, está en el extremo contrario a la línea de entrada del combustible al riel (figura 3.19).

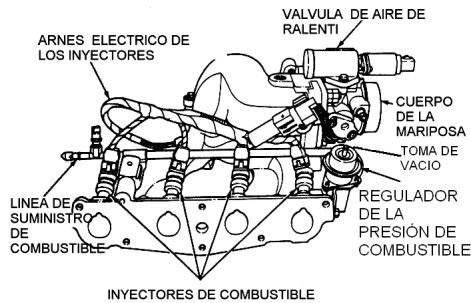


Figura 3.19
Regulador de presión de combustible de un sistema MPI

Las características del regulador para MPI, son que tiene una toma de vacío en su carcasa, no se puede calibrar, se sujeta por medio de una abrazadera, dos tornillos, o está unido y forma una sola pieza con el riel de inyectores.

El regulador para sistemas TBI, es el regulador que está ubicado en el cuerpo de la válvula de mariposa. Por lo general está dispuesto en la parte trasera o delantera del cuerpo, cerca de donde se acopla la línea de retorno de combustible (figura 3.20).

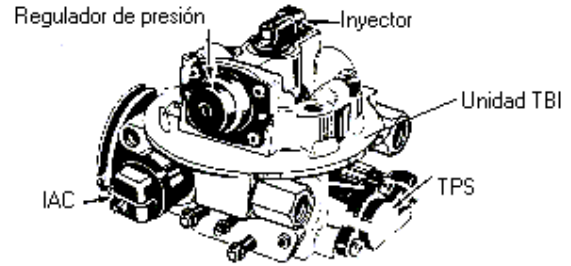


Figura 3.20
Regulador de presión de sistema Mono punto

Las características de este tipo de regulador, son que tiene ajuste para su calibración y se pueden intercambiar los elementos que lo constituyen, como el diafragma y un resorte por ejemplo.

Otra característica es que no tiene una toma de vacío visible, la tiene en el lado donde está montado al cuerpo de la válvula de mariposa.

B. Funcionamiento del regulador de presión de combustible

El regulador de presión de combustible tiene un resorte que oprime un diafragma, el cual acciona una válvula que restringe el retorno del combustible al tanque.

La presión que genera la bomba, empuja el diafragma y el resorte hasta que la válvula, se abre a la presión indicada. La presión del resorte determina la presión básica del combustible.

El diafragma del regulador es asistido por el vacío del múltiple de admisión en la marcha en vacío (ralentí), vacío que al descender hace que se eleve la presión de combustible del sistema, lo que se comprende como que la depresión del múltiple de admisión (vacío) altera la presión del resorte por medio del diafragma y por ende, la presión de combustible.

En todos los motores con inyección electrónica la presión de combustible es inversamente proporcional al vacío del múltiple de admisión.

Algunos sistemas TBI manejan presiones bajas de 9 a 13 psi, como ejemplo de estos están los automóviles americanos como GM y los asiáticos como Izusu, o Nissan.

- **La presión residual**

Cuando el motor se apaga, la presión del resorte cierra la válvula de retorno al tanque, que se encuentra dentro del regulador de combustible y así mismo, la válvula de retención que se encuentra en el interior de la bomba de combustible también no deja escapar el combustible, esas dos acciones hacen que se mantenga una *presión residual* dentro de la línea de combustible.

La ventaja de que el sistema guarde una presión residual de combustible, es que al momento de poner en marcha el motor, la presión del combustible está lista, facilitando un arranque inmediato.

- **Presiones de trabajo**

Cuando el motor está en ralentí, el vacío del múltiple de admisión es máximo y el diafragma ejerce menos presión en la válvula del regulador, lo cual permite una apertura mayor al retorno del combustible, y con ello se obtiene la **presión de trabajo para Ralentí**. (figura 3.21)

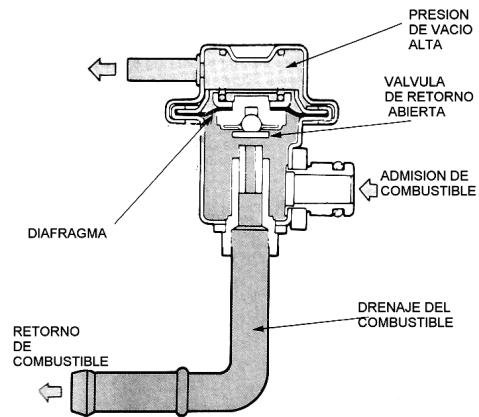


Figura 3.21

Regulador de presión del combustible en la fase de ralentí

Por el contrario, cuando se acelera el motor, la presión atmosférica ingresa en el múltiple lo que provoca el descenso de la depresión (el vacío baja) y el diafragma cierra progresivamente el pasaje de retorno de combustible al tanque, aumentando la presión de combustible a los inyectores, y con ello se obtiene la **presión de carga parcial y plena carga** (figura 3.22).

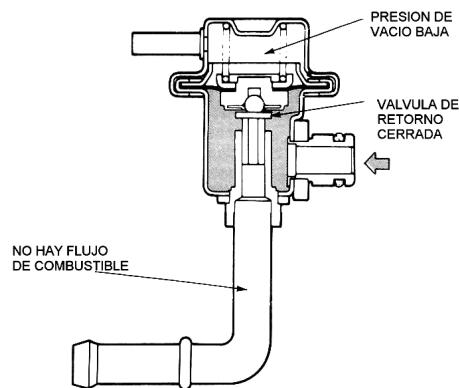


Figura 3.22

Regulador de presión del combustible en la fase de plena carga

Es importante que comprenda que un regulador de presión averiado por la existencia de materias extrañas adheridas a la válvula, provocará una disminución en la presión (demasiada descarga de combustible hacia el tanque) resultando en un arranque difícil, en un ralentí brusco o en falta de potencia. El caso opuesto ocurre cuando el regulador se queda totalmente obstruido, (poca descarga de combustible al tanque) produciéndose un aumento en la presión del combustible, resultando en una mezcla de aire-combustible demasiado rica, humo negro en el escape y excesivo consumo de combustible, durante el funcionamiento del Motor.

3.2.4 EL AMORTIGUADOR DE LAS PULSACIONES DE LA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE

Es un elemento mecánico que disminuye las pequeñas pulsaciones, debidas a la operación de los inyectores en la línea del combustible presurizado.

El amortiguador de las pulsaciones de la presión de combustible, está ubicado en el riel de inyectores, en el extremo contrario al regulador de presión. A continuación se presentan dos tipos de amortiguadores. (figura 3.23).



Figura 3.23
Tipos de amortiguadores de las pulsaciones de inyección

A. Funcionamiento de amortiguador de las pulsaciones de la presión de combustible

Cuando la bomba surte el combustible al riel de inyectores y el motor no está en marcha, el flujo de combustible que entrega la bomba se dirige directamente al regulador de presión y este a su vez, devuelve una porción del combustible al tanque por medio de la línea de retorno. En este momento la bomba tiene un flujo constante, sin ningún tipo de perturbación en la presión del riel de inyectores.

Al momento de poner en marcha el Motor, dan inicio los pulsos de inyección que activan a los inyectores. Cuando un inyector se activa, descarga una porción de combustible que se encuentra presurizado en el riel de inyectores. Estas descargas de combustible a través de los inyectores, tiene como efecto la producción de variaciones en la presión de combustible en el riel de inyectores. El amortiguador de las pulsaciones absorbe estas pequeñas perturbaciones en la presión, por medio de un diafragma con un resorte, que amortigua cada variación de presión (figura 3.24).

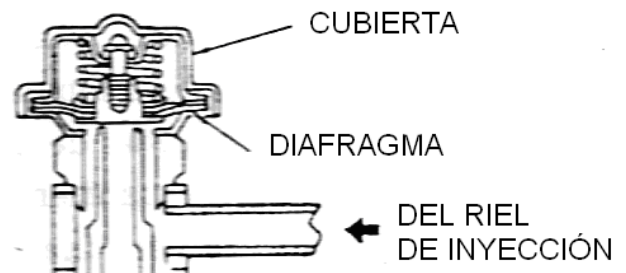


Figura 3.24
Amortiguador de las pulsaciones de la presión de combustible

Es importante que usted sepa que los amortiguadores de las pulsaciones de la presión de combustible, lo utilizaron frío Toyota en la década de los años 80.

Actualmente los amortiguadores de las pulsaciones de la presión de combustible, no se utilizan en ningún automóvil.

3.2.5 EL CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

El circuito eléctrico de todo sistema de alimentación de combustible es definido como el sistema eléctrico encargado de proveer la activación primaria de la bomba de combustible y la activación de trabajo de la bomba de combustible conservando la seguridad del sistema hidráulico en casos de fugas imprevistas de combustible.

Todo circuito eléctrico del sistema de alimentación de combustible se compone de una bomba eléctrica, un relé, la ECU, y en algunos casos un interruptor que se activa solamente cuando el motor está en funcionamiento.

A. Circuito de alimentación de combustible con arranque electromecánico: a continuación se presenta el diagrama de conexión de un circuito del sistema de alimentación de combustible (figura 3.25).

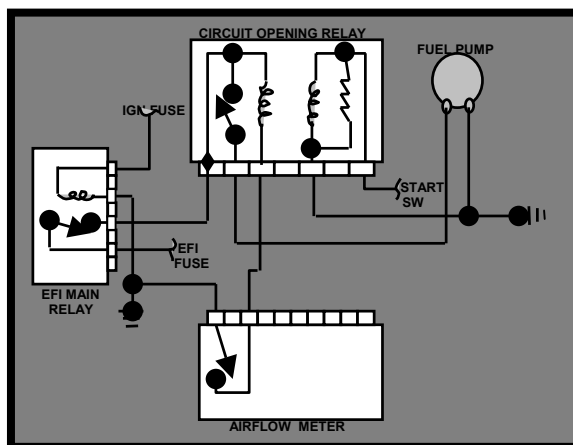


Figura 3.25
Diagrama de conexiones
sistema de alimentación de combustible
Toyota Pickup & 4Runner

En la figura anterior, se observa el diagrama del circuito de alimentación de combustible de Toyota para modelos anteriores a 1,995. Este circuito se compone de la bomba, un relé de bomba, un relé principal y un interruptor que se encuentra en todos los automóviles asiáticos que utilizan medidor de volumen de aire (VAF). Este interruptor de bomba que se encuentra en el VAF, tiene la función de activar la bomba solamente cuando el motor está funcionando y tiene el fin último de no permitir que la bomba funcione cuando el motor está parado con interruptor en posición de encendido (posición KOEO), esto para evitar fugas de combustible en caso de accidentes o fugas de combustible en el circuito, por roturas accidentales.

B. Circuito de alimentación de combustible con arranque electrónico: actualmente todos los sistemas de inyección poseen sistemas de alimentación de combustible con arranque electrónico, en estos sistemas la ECU es la encargada de activar y desactivar el relé de la bomba de combustible (figura 3.26).

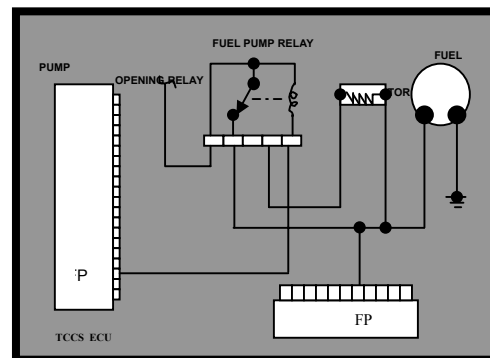


Figura 3.26
Diagrama de conexiones
sistema de alimentación de combustible
Toyota Supra 7M-GTE

En la figura anterior, se observa el diagrama del circuito de alimentación de combustible de Toyota, para sistemas de que son controlados por la ECU, note que en este diagrama no existe un interruptor para activar el relé de la bomba, este relé es activado por la ECU cuando el sensor de RPM le indica que el motor de combustión está girando.

C. Interpretación de diagramas

La simbología utilizada en los diagramas de conexiones de los sistemas de inyección es casi similar y depende de la casa que proporciona información automotriz, Old Data y Michell tienen diferentes formas de expresar sus diagramas, por ejemplo, el símbolo que se utiliza para denotar la bomba de combustible en algunos diagramas eléctricos de un sistema EFI, se presentan en las Figuras 3.26 y 3.28. (Michell). A los diagramas anteriores no se les instaló el código de colores, estos códigos cambian en cada modelo, serie y marca de automóvil, y son escritos a través de nomenclaturas (siglas en inglés), a continuación se le presenta un diagrama del circuito de alimentación de combustible de un modelo Mitsubishi, sistema controlado por la ECU, note que la simbología de la bomba y de los conectores es diferente; usted encontrará pequeñas diferencias en la simbología utilizada por las diferentes casas constructoras, familiarícese con ellas para facilitar el estudio de diagramas (figura 3.27).

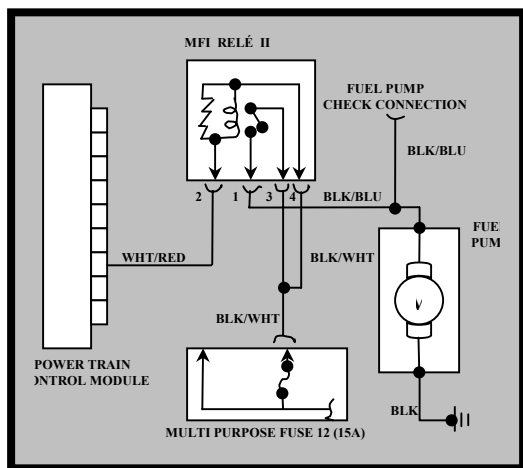


Figura 3.27
Diagrama de conexiones
sistema de alimentación de combustible
Mitsubishi 3000 GT 3.0L

El diagrama de la figura tiene código de colores, haga un análisis de los mismos y utilice la tabla siguiente (figura 3.28) que presenta diferentes nomenclaturas y su significado.

Nomenclatura	Color
GRN	Verde
RED	Rojo
WHT	Blanco
YEL	Amarillo
BRN	Café
BLU	Azul
BLK	Negro
ORG	Naranja
PNK	Rosado
PPL	
WHT/BLK	Blanco-negro
DK GRN	Verde claro
LT BLU	Azul claro (celeste)

Figura 3.28
Tabla de las nomenclaturas del código de colores

La tabla define el significado de las siglas de cada uno de los códigos de colores, que aparecen en los diagramas de conexiones de los sistemas de inyección. Para definir la diferencia del tono de los colores, usted va a encontrar otras nomenclaturas que se anteponen al color como DK que significa oscuro y LT, que significa claro.

Hay conexiones que tienen dos colores, en este caso el color que tenga más dominio de superficie, se antepone al otro color, por ejemplo un código verde-rojo se encontrará en el diagrama como GRN-RED, y en la conexión real el verde tiene dominio de superficie y el rojo puede ser una línea longitudinal en toda la conexión.

3.3 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Es importante que usted inspeccione el sistema de alimentación de combustible en los períodos que especifica el manual del fabricante, para conservar en buen estado el sistema.

Cuando un sistema funciona bien, usted puede garantizarle al propietario del automóvil que no

tendrá problemas por fugas de combustible en los distintos elementos del sistema, como conductos por ejemplo.

Una de las fallas más comunes de este sistema ocurre cuando no se reemplaza el filtro de combustible en los períodos que establece el fabricante. El filtro retiene las partículas extrañas durante la circulación del combustible. Si este elemento no se reemplaza en el período sugerido, las partículas se irán acumulando, formando una masa que restringe el paso del combustible a través del filtro. Esto da como resultado que la cantidad de combustible que la bomba surte al riel de inyectores, no sea el adecuado.

Cuando esto ocurre, la bomba de combustible trabaja con un esfuerzo mayor, debido a que trabaja con mayor presión, cuando envía el combustible a través del filtro tapado, reduciendo su vida útil.

Otra consecuencia del filtro tapado, es que a los inyectores no les llega la cantidad necesaria de combustible para una dosificación adecuada durante los distintos rangos de funcionamiento del motor. El resultado final es la pérdida de potencia, dificultad de arranque y consumo excesivo de combustible. Esto se debe al hecho de que los inyectores están propensos a ensuciarse con mayor facilidad, por la mala filtración del combustible. Un inyector sucio reduce su patrón de aspersión (spray de combustible), no cierra el paso de combustible en su tobera por la suciedad en el asiento, produciéndose goteos de combustible, dando como resultado un ralenti inestable y un desequilibrio económico por el consumo de combustible.

Por lo anterior, usted debe tomar en cuenta la importancia de realizarle además de los mantenimientos correctivos al sistema, la inspección y el mantenimiento preventivo del mismo, con los procedimientos e intervalos que el fabricante especifica para cada sistema en particular, lo que vendrá a minimizar los problemas comunes que se presentan en este sistema.

Es necesario entonces, hacer periódicamente lo siguiente: Cambio de filtro de combustible, limpieza y ajuste a conectores del circuito, limpieza-drenaje al depósito de combustible, pruebas y mediciones comparativas con datos exactos del fabricante, a la presión de combustible, ya que con una libra por pulgada cuadrada que esta se incremente fuere del rango normal, ocurre un desequilibrio de la mezcla de aire combustible y del consumo de combustible.

LA MEDICIÓN PERIÓDICA DE LA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE FORMA PARTE DE LA RUTINA DE LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, CON SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE.

3.3.1 PROCESO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

.....

Los pasos que usted debe realizar durante la ejecución del proceso de inspección del sistema de alimentación son los siguientes:

Paso No. 1: Pregúntele al propietario del automóvil con qué frecuencia se le realiza mantenimiento preventivo al sistema, si ha notado reducción en la potencia y en la economía de combustible del automóvil. Compare esta información con la que presenta el manual del fabricante. Usted debe ser capaz de identificar los problemas del sistema en base a: la comparación de la información del propietario con la del manual, a las observaciones visuales y la prueba del automóvil.

Paso No. 2: Verifique el estado de todos los conductos de combustible del sistema, prestando atención a fugas de combustible en los puntos de unión de mangueras, tuberías y filtro de combustible. Si existe alguna fuga, corrija el problema.

Paso No. 3: Prepare el manual del fabricante para tener disponibles los valores de las presiones de combustible del sistema en estudio.

Paso No. 4: Prepare la herramienta y el equipo, para realizar los procedimientos de inspección.

Paso No. 5: Realice la inspección y el mantenimiento al filtro de combustible, lo que se sintetiza en limpieza o cambio esto de acuerdo al historial del automóvil y las instrucciones del manual.

Paso No. 6: Verifique las cuatro presiones del sistema: a) Presión remanente, b) Presión de Ralentí, c) Presión de plena carga, y d) Presión total de bomba.

Paso No. 7: Realice un análisis comparativo de las presiones obtenidas con las presiones proporcionadas en el manual del fabricante, y de acuerdo a ello proceda.

Paso No. 8: Limpie y guarde la herramienta, el equipo y el manual que utilizó, asegúrese de que el automóvil quede limpio, esto le da buena presentación a su trabajo.



MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE EFI

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar al trabajar con un sistema EFI, se presentan en los preliminares de este manual. Además de estas medidas generales de seguridad, tome en cuenta las siguientes medidas al trabajar con el sistema de alimentación:

1. Utilice gafas de protección.
2. Cuando trabaje con los conductos de combustible, verifique que no esté presurizado el sistema, pues el combustible puede salpicarle los ojos, caer en elementos que se arruinan con

el contacto de la gasolina o saltar a elementos calientes, con el peligro de producirse un incendio.



PROTECCIÓN AMBIENTAL

- Cuando drene el sistema de alimentación de combustible, almacene el combustible en depósitos específicos para combustibles.
- No tire combustibles o lubricantes en reposaderos, recólcetelos en depósitos asignados para este propósito.

INSPECCIONAR Y DAR MANTENIMIENTO A LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL FABRICANTE

3.4 UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA (ECU)

La ECU recibe las señales provenientes de los sensores del sistema de inyección electrónica. Además de los circuitos propios de la ECU, cuenta con información y permite la programación de sus memorias, las señales que recibe las analiza por medio de un microprocesador y calcula el **pulso de inyección**, el adelanto y atraso de la chispa, necesarios para el óptimo funcionamiento del motor.

3.4.1 DEFINICIÓN DE ECU

.....

La ECU es un dispositivo electrónico compuesto por elementos semiconductores como microprocesador, memorias, circuitos integrados, transistores, resistencias, información y la programación grabada en sus memorias. La ECU recibe las señales de los sensores del sistema EFI. La información que obtiene de los sensores, la utiliza el microprocesador para controlar la dosificación de combustible, el avance electrónico de la chispa, el control de la marcha en ralentí y los sistemas de emisiones de gases, que forman parte de un MCI con control electrónico, obteniendo bajo consumo de gasolina y emisiones tóxicas durante la operación del MCI.

3.4.2 ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA

.....

Está constituida por una caja generalmente de aluminio, que en su interior aloja un conjunto de componentes electrónicos, dispuestos en placas de circuito impreso. Algunas unidades de control son totalmente selladas, para evitar que en su interior se alojen partículas extrañas o que penetre humedad, para evitar que se pueda dañar algún elemento interno de la misma, generalmente estas están provistas de aletas de refrigeración, para evitar el sobrecalentamiento de los circuitos.

La unidad electrónica de control

Es una tarjeta electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio automotor, procesos secuenciales de control de la alimentación de combustible, en los motores de combustión interna. Su construcción y programación son realizadas por las casas constructoras de automóviles, la que la sitúa como un control lógico programado. Este elemento es una tarjeta electrónica que fue

creada para el control de procesos secuenciales de inyección de combustible.

3.4.3 FUNCIONES DE LA ECU

.....

Las funciones de cualquier unidad de control electrónico, se sintetizan en recibir señales, almacenarlas, procesarlas para calcular el pulso de inyección, el adelanto de la chispa, el control de la marcha en ralentí y gobernar los sistemas de emisiones de gases instalados en el motor. El funcionamiento de cualquier unidad de control se divide en cuatro funciones básicas:

- Entrada
- Procesamiento
- Almacenamiento
- Salida

A. Función de entrada de la ecu

La ECU recibe muchas señales de voltaje del tipo digital o analógico, señales que son enviadas por dispositivos como interruptores de un tablero de instrumentos o señales de sensores, que son componentes de un motor de combustión.

Los automóviles tienen muchos sensores con mandos mecánicos, eléctricos, neumáticos e hidráulicos, estos sensores miden la velocidad, temperatura, revoluciones, posición, cantidad, presión, flujo, densidad etc., y todas esas mediciones las convierten en señales de entrada de voltaje en la ECU. Un sensor alimentador puede ser tan simple, como un interruptor que abre y cierra un circuito de la computadora (figura 3.29)

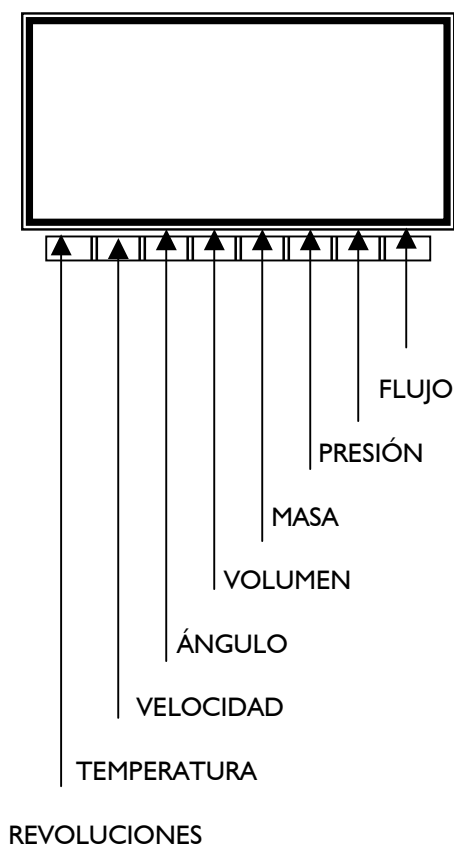


Figura 3.29
 Las entradas de señales de la ECU

Las señales que entran a la ECU, provienen de los sensores del sistema de inyección. Además de las señales de los sensores, la ECU recibe alimentación de voltaje permanente (de la batería) y voltaje no permanente (del interruptor o relé) y su respectiva alimentación negativa (masa o tierras).

Los sensores son detectores del sistema, dispositivos de entrada que convierten una forma de energía en otra. Puesto que una ECU solo lee señales de voltaje, un sensor del automóvil debe convertir en voltaje el movimiento de rotación, la presión negativa, la temperatura, la cantidad de un gas, la posición angular, así como otras formas de energía.

B. Función de procesamiento de la ecu

Tanto las primeras computadoras y las actuales usan los mismos principios de convertir la información en combinación de señales de **voltaje** que representan combinaciones de números, lo que define a las unidades de control electrónico como sistemas digitales. Las combinaciones de números pueden presentar un sin número de clases de información, como se mencionó anteriormente: velocidad, temperatura, flujo, presión, densidad, códigos de seguridad y hasta letras y palabras.

Toda la información que entra a la ECU es convertida en una señal digital, por medio de los convertidores analógicos / digitales y es almacenada momentáneamente en una memoria volátil.

Una memoria volátil es aquella que cuando ya no tiene un suministro de voltaje, pierde la información grabada en ella. El microprocesador de la ECU trabaja en base a un programa grabado por el fabricante, en otra memoria que no pierde la información, cuando no tiene alimentación de voltaje.

La computadora recibe las señales alimentadoras y las conmuta por medio de una serie de circuitos electrónicos lógicos, en sus instrucciones programadas. Estos circuitos lógicos procesan las señales de entrada, convirtiéndolas en otro tipo de señales de entrada, que son otra serie de voltajes que la computadora envía a otros dispositivos del sistema.

La ECU no puede leer palabras ni números
 La ECU solo puede leer las señales de voltaje

Durante la ejecución del programa, el microprocesador “lee” los datos que los sensores han enviado y que han sido guardados en la **memoria volátil**. Con la información guardada en la memoria volátil y el programa, el microprocesador ejecuta procedimientos matemáticos, para calcular el pulso de inyección, el adelanto de la chispa y activa o desactiva los **actuadores** necesarios para el funcionamiento del sistema EFI (bomba de gasolina y electro válvulas EGR que manejan los sistemas de emisiones tóxicas, por ejemplo).

Las señales que el microprocesador envía, son de tipo digital y de bajo nivel de potencia. Estas señales por ejemplo, no son capaces de manejar a los actuadores, ni a los inyectores. Dentro de la circuitería de la ECU, están conectados al microprocesador **convertidor de señal digital / analógico** y transistores en acople Darlington, que sí son capaces de manejar los niveles de potencia que activan a los actuadores del sistema.

C. Función de almacenamiento de la ECU

Todas las computadoras tienen una **memoria** electrónica para almacenar sus instrucciones de programa. También muchos programas requieren que se almacenen algunas señales de entrada y no se procesen de inmediato, o que se almacenen para una referencia ulterior. Algunas señales de salida también pueden almacenarse momentáneamente, antes de enviarlas a otras partes del sistema. Estas memorias generalmente son utilizadas en algunas estrategias de operación, como ejemplo: la estrategia de auto diagnóstico, la estrategia de respaldo bajo falla, etc.

▪ MEMORIAS DE LA ECU

Otro dispositivo de circuito integrado de las ECU (parte del hardware), proporciona la función de almacenamiento, o la función de memoria. Estos no son circuitos de procesamiento, sino que simplemente almacenan información para la ECU.

Los circuitos de memoria pueden almacenar tres clases de información:

- El programa de funcionamiento de la ECU.
- La información de entrada de los sensores del sistema.
- La información de salida a los actuadores del sistema.

La ECU usa diferentes memorias para diferentes fines. La memoria puede dividirse en dos tipos diferentes: memoria que puede cambiarse y memoria que no puede cambiarse, esto es, permanente y no permanente.

• MEMORIA DE SÓLO LECTURA (ROM) Ready Only Memory

Es la memoria permanente de la ECU que instala el fabricante, es parte del software. El ROM es una serie de instrucciones organizadas en cierta secuencia para producir una tarea.

El ROM es el programa de operaciones que incluye la estrategia del sistema y tablas de consulta. La estrategia del sistema es un proyecto que emplea la ECU para controlar el funcionamiento del motor, de acuerdo a una amplia variedad de condiciones de funcionamiento, que incluyen también toda la lógica de toma de decisiones y las ecuaciones necesarias para realizar su trabajo.

Los programas e información que el fabricante graba en la ECU, para el funcionamiento del sistema EFI, son grabados en esta memoria de sólo lectura.

La característica principal de esta memoria, es que no pierde la información, aún estando sin energía. Además, después de que el fabricante ha grabado la información, ya no se puede grabar ninguna otra información adicional, de ahí proviene su nombre memoria de sólo lectura.

- **MEMORIA PROGRAMABLE DE SÓLO LECTURA (PROM)** Program Ready Only Memory

La memoria PROM es la memoria permanente de la ECU que se instala para hacer que el sistema de control del motor trabaje para un modelo específico de motor. Esta memoria incluye algunos datos que se encuentran en el ROM. La diferencia entre ROM Y PROM es que en muchas ECU el PROM puede sacarse de la computadora y sustituirse con un PROM diferente, que contenga nueva información de diseño (figura 3.30).

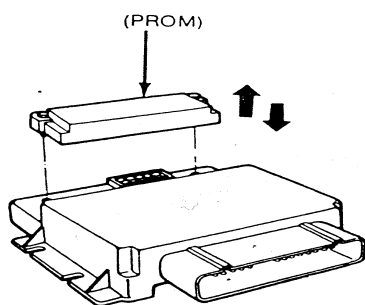


Figura 3.30
ECU con memoria PROM intercambiable

En la actualidad muchas computadoras tienen un **HARDWARE** sencillo con **PROM** intercambiable, para variar el **SOFTWARE**.

Para determinar el PROM se han usado computadoras con dinamómetro en los laboratorios automotores, donde se determina el combustible óptimo, el encendido preciso, los gases de escape ideales y otros ajustes de salida para el mejor rendimiento, economía y control de emisiones. Esta información forma parte del programa para la ECU y se almacena en la memoria de sólo lectura programable PROM, de cada automóvil en particular.

- **MEMORIA PROGRAMABLE DE SÓLO LECTURA BORRABLE (EPROM)** Eraser Program Ready Only Memory

La EPROM difiere de la PROM en dos cosas: la ECU puede escribir la información en ella, para almacenarla permanentemente y el fabricante puede borrarla y volverla a programar. Esta primera característica hace que la EPROM sea ideal para manejar funciones importantes del automóvil, como el almacenamiento de la información del odómetro. Normalmente el EPROM en muchas ECU, se borra o varía solamente cambiando el chip del fabricante.

- **MEMORIA PROGRAMABLE DE SÓLO LECTURA BORRABLE ELÉCTRICAMENTE. (EEPROM)** Electric Eraser Program Ready Only Memory.

La característica de esta memoria PROM es que se borra alterando eléctricamente la memoria o exponiendo la memoria a la luz ultra violeta, a través de una ventana en la parte superior del chip. Muchos fabricantes usan las EEPROM para registrar la información del odómetro, para los servicios de mantenimiento periódico del motor (cambio de aceite, filtros, fajas, etc.). Otros la utilizan para registrar códigos de fallas de motor, (sistema OBD II) este tipo de memoria chip, permite que en algunos motores sólo con equipo apropiado, se actualice eléctricamente o cambie la memoria del módulo, en vez de cambiar el módulo completo.

- **MEMORIA DE ACCESO DIRECTO (RAM)**
Random Access Memory

Las señales de entrada y salida que se almacenan temporalmente, y se tienen en los circuitos de memoria de la computadora, se llaman memoria de acceso directo RAM.

Esta memoria puede cambiarse, mientras que los circuitos ROM no se pueden cambiar, a excepción de la EEPROM.

La memoria RAM es alimentada con el voltaje de encendido (voltaje no permanente) es decir, la memoria RAM se borra cuando se desconecta el interruptor de encendido.

Todos los sensores le envían información a la ECU y esta es almacenada permanentemente en la memoria RAM, estando en funcionamiento el sistema. Por ejemplo, el sensor de temperatura le envía una señal con un valor de voltaje a la ECU, indicándole la temperatura del momento, mientras el motor está en funcionamiento. Al interrumpir la alimentación de encendido de la ECU, la memoria RAM pierde toda la información del sensor de temperatura. Al no estar el motor en funcionamiento, este enfría, al accionar nuevamente el sistema de encendido se alimenta nuevamente la ECU, por lo tanto, esta recibe una nueva señal del sensor, indicándole una temperatura diferente.

• MEMORIA DE ACCESO DE MANTENIMIENTO (KAM) Keep Access Memory

Cuando la memoria RAM está conectada o alimentada directamente con el voltaje de la batería (alimentación permanente) recibe el nombre de memoria de mantenimiento KAM. Keep Access Memory

Los circuitos RAM y KAM pierden su memoria cuando se les desconecta la energía.

Muchos automóviles registran sus códigos de falla en la memoria KAM (memoria para la estrategia del auto diagnóstico), códigos que se borran al cortar la alimentación directa que llega a la ECU. Alimentación permanente de la batería (sistema OBD I).

D. Función de salida de la ECU

Todo el procesamiento de la información y la capacidad de memoria de una computadora no valdrían mucho si no devolviera otra información o instrucciones. Después de procesar las señales de entrada, la computadora en respuesta, envía alimentaciones (voltaje de salida) a varios dispositivos de salida, que en estos casos se denominarán alimentaciones controladas. En una computadora normal, el dispositivo de salida puede ser una impresora o una pantalla de visualización (monitor). En un automóvil el dispositivo de salida puede ser una pantalla en el tablero de instrumentos o un actuador.

Los actuadores pueden ser dispositivos que ajustan la marcha en vacío del motor o sea el control de la marcha en ralentí, también regulan la cantidad de combustible para la mezcla, crean la chispa de encendido y controlan las emisiones de gases.

Otra característica de los sistemas de Unidades Electrónicas de Control, es que las señales o alimentación de salida de ese sistema pueden ser señales o alimentación de entrada de otro sistema. Así, una ECU para controlar el funcionamiento de cualquier otro sistema, activa relés o transistores. Por ejemplo, el relé de la bomba de combustible o el transistor Darlington de la bobina de encendido.

Sin tomar en cuenta su objetivo, complejidad o dimensiones, todos los sistemas de computación operan con las cuatro funciones básicas de entrada, procesamiento, almacenamiento y salida.

El tener presentes las cuatro funciones de la ECU, ayuda mucho a organizar la localización de fallas, ya que cuando se presenta un problema es necesario aislar y verificar en qué área se encuentra o proviene ese problema.

Todas las computadoras necesitan instrucciones para producir cualquier trabajo, de la misma forma que un mecánico requiere de una guía de práctica, que en este caso es un instructivo escrito para hacer una reparación que no se había hecho antes. El instructivo o guía debe organizarse en una cierta secuencia, para producir una tarea específica. El instructivo para computadora se llama **Programa**.

Debido a que la computadora tienen como base los chips de circuitos integrados (IC), con miles de transistores que pueden responder a miles de combinaciones de señales de voltaje, o sea que para ello tiene que “traducir” las palabras, los números y otras informaciones o combinaciones o cantidades de voltajes que le son enviadas y que la computadora puede entender. Eso es lo que hacen los lenguajes de programación.

Las instrucciones que el microprocesador les envía a los actuadores del sistema EFI, pasan a través de los circuitos amplificadores de potencia, formados por arreglos de transistores en acople Darlington. Estos transistores de potencia son capaces de manejar los niveles de corriente y voltaje necesarios, para activar a los actuadores.

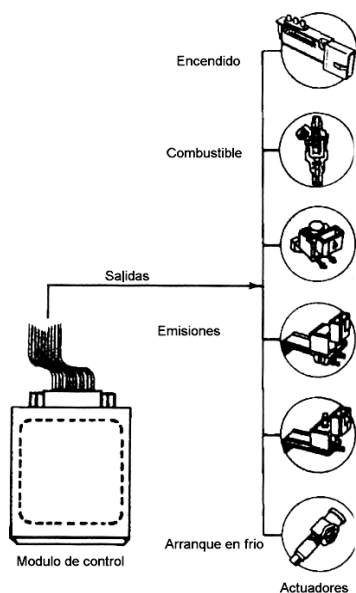


Figura 3.31
Señales de salida de la ECU

3.4.4 SOFTWARE DE EFI

Los sistemas de dosificación de combustible controlados electrónicamente, utilizan una serie de programas e información, que se almacenan en las memorias de la ECU. El conjunto de instrucciones que la ECU debe realizar, como la lectura de señales de los sensores, procesamiento de las señales para activar los actuadores, etc., es lo que se denomina software.

En los sistemas automotores, al igual que en un sistema informático, el software lo forman los programas y las funciones lógicas que se almacenan en los circuitos electrónicos de la ECU.

A. Definición de software de EFI

Se denomina software del sistema EFI, a todo lo intangible que el sistema utiliza para su funcionamiento. Software es el conjunto de programas e información, diseñados y grabados por el fabricante, cuyas instrucciones sirven para ejecutar procedimientos específicos para el funcionamiento de EFI.

El software está grabado en un dispositivo de almacenamiento que está dentro de la ECU.

El dispositivo de almacenamiento es una memoria a base de elementos semiconductores. Esta información es obtenida por el microprocesador. El microprocesador en base al software, ejecuta procedimientos para recibir las señales que envían los sensores del motor, realiza cálculos matemáticos y envía señales de control a los distintos actuadores, para realizar las funciones del sistema EFI.

B. Partes y funciones del software de EFI

Los elementos del software de EFI son todos los programas e información, que están grabados en la memoria permanente de la ECU.

La clasificación de los programas e información se efectúa según su función en la ECU:

1) Programa de inicialización del sistema

Este programa es utilizado por la ECU para iniciar su funcionamiento, al momento de que se conecta el interruptor central del automóvil. Tiene como finalidad poner todas las funciones y señales internas de la ECU en la fase de inicio y alistarlas para empezar a operar el resto de los programas que tiene grabados en su memoria continua.

2) Programas para cálculo de pulso de inyección y tiempo de encendido

Estos programas están diseñados por el fabricante de la ECU, con la finalidad de que el microprocesador adquiera inicialmente, todas las señales que provienen de los sensores y los guarda en una memoria volátil. Después de esto, el microprocesador prosigue con la instrucción de comparar los valores de los sensores contra información grabada previamente en su memoria continua, para determinar si hay alguna señal fuera de rango de un sensor. En este caso le asigna un código preestablecido por el fabricante como código de falla y almacena esta información en su memoria, con la finalidad de llevar un registro de las fallas, para que el técnico al realizar un diagnóstico, obtenga dichos códigos de falla.

Por otra parte, si no hay códigos de falla, prosigue con las instrucciones para calcular el pulso de inyección, el control del tiempo de encendido en base a información grabada previamente por el fabricante, de pulso y control de tiempo de encendido ideales.

El microprocesador le agrega correcciones a estos valores ideales, en base a cálculos de la información actual de los sensores y los valores ideales, para realizar un pulso y un control del tiempo de encendido, justo con las condiciones que presenta el motor en ese momento.

Por último, envía las señales necesarias para manejar los inyectores (pulso de inyección) y el control del tiempo de encendido al encendedor, para que abra y cierre el circuito primario de la bobina y obtener la chispa, con el adelanto o retraso necesario en ese instante. En los programas están establecidas estrategias de control para el funcionamiento del MCI, como lo son las estrategias de autodiagnóstico, control de la marcha en ralentí, arranque del motor en frío o caliente entre otras (estas estrategias se exponen más adelante) y el control del sistema de emisiones tóxicas. Además de las funciones de pulso de inyección y control del tiempo de encendido, la ECU puede manejar los dispositivos de reducción de emisiones tóxicas, la válvula EGR o las válvulas solenoides de una transmisión automática con control electrónico, por ejemplo.

3) Tablas con información de funcionamiento calculadas por el fabricante

En estas tablas, el fabricante graba toda la información de los posibles rangos de operación de los sensores y de los actuadores del sistema EFI, con la finalidad que el microprocesador pueda tener valores de comparación y en cierto momento, cuando la señal de un sensor no está en rango, los valores que utilizará como guía para seguir operando bajo la condición de falla de un sensor.

3.4.5 EL HARDWARE DE EFI

.....

Es el conjunto de partes mecánicas, magnéticas, eléctricas y electrónicas que comparten la estructura física de la ECU. En los sistemas automotores estas partes son la tarjeta electrónica, los sensores, los actuadores, etc.

3.5 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ECU

.....

La ECU del sistema EFI, es un elemento que el fabricante a diseñado para operar, libre de mantenimiento interno. La inspección a la ECU debe realizarla para prevenir que se deteriore con agentes como humedad, suciedad, etc.

Las fallas que se producen a partir de una ECU en mal estado son: el motor no se pone en marcha, inestabilidad en la marcha en ralentí, un cilindro no trabaja, humo negro, etc.

Estas fallas pueden ser consecuencia de que, no hay pulso en los inyectores porque la ECU no lo envía, no hay chispa en las bujías porque la ECU no envía la señal de activación del encendedor, no hay presión de combustible en el riel de inyectores debido a que la ECU no activa la bomba de combustible, etc.

En ocasiones surgen problemas en los sistemas EFI que aparentan tener como causa, una ECU defectuosa. Un procedimiento de diagnóstico de todos los elementos del sistema electrónico y de las partes mecánicas del motor, da un criterio más acertado acerca de la causa de la falla y facilita la labor de reparación del sistema por parte del técnico. Algunas causas de fallas en el motor, originadas por problemas mecánicos son: el estado de la faja del tiempo (rota), su sincronía (dientes corridos), válvulas dobladas o quemadas (con fuga de compresión) y un empaque de culata quemado por sobrecalentamiento por ejemplo, dan origen a fallas que un técnico inexperto no puede definir con claridad, esto es, si son debidas a una ECU defectuosa o a un problema mecánico, debido a la interrelación de los sistemas electrónicos con los mecánicos. Es necesario que usted adquiera el conocimiento de todos los elementos del sistema EFI, las fallas que estos originan cuando están defectuosos, conocimientos mecánicos bien cimentados y la experiencia de trabajo en este tipo

de sistemas, le darán el criterio necesario para definir si la ECU está defectuosa o no. Por eso antes de reemplazar una ECU, agote todas las posibilidades. Recuerde que es mejor trabajar detenidamente sin obviar ningún procedimiento, que pagar consecuencias de tipo laboral, sin tener que absorber gastos por el reemplazo de dispositivos que están en buen estado.

3.5.1 PROCESO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ECU

.....

Consulte en el manual del fabricante, el proceso para la inspección y mantenimiento de la ECU y realícelo según se lo indica el manual, tomando las precauciones necesarias al trabajar con la ECU.

Si el manual no le indica ningún procedimiento, usted puede realizar inspecciones y verificaciones generales, que pueden ser de tipo electrónico, eléctrico o mecánico, las cuales se presentan a continuación:

- 1) Verifique que la luz de aviso de mal funcionamiento en el tablero del automóvil, funcione al conectar el interruptor central.
- 2) Verifique si la luz de malfuncionamiento se apaga al poner el motor en marcha, de lo contrario deberá realizar un diagnóstico: si el sistema es OBD I, realice un auto diagnóstico y si es OBD II, utilice un lector de códigos o un escáner.
- 3) Verifique que el estado físico de la ECU sea el adecuado. Observe que esté bien sujeta a su base, para evitar vibraciones durante el funcionamiento del automóvil.
- 4) Verifique que la ECU esté libre de humedad y suciedad en sus conectores eléctricos.
- 5) El mantenimiento electrónico preventivo de la ECU, se sintetiza en la limpieza de todos los terminales de conexión de la misma.

- 6) El mantenimiento básico de la ECU, consiste en verificar si sus alimentaciones tanto positivas (voltajes permanentes y no permanentes) como negativas (tierras), se encuentre limpias y libres de caídas de voltaje o falsas tierras.
- 7) El mantenimiento mecánico de la ECU, consiste en verificar la sujeción de los tornillos o tuercas que sujetan a su base.



MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ECU

Las medidas de seguridad que usted debe aplicar al trabajar con un sistema EFI, se presentan en los preliminares de este manual. Además de estas medidas generales de seguridad, tome en cuenta las siguientes medidas al trabajar con la ECU:

- Si usted no tiene la información específica del manual del fabricante y el equipo de diagnóstico necesario para realizar la inspección y mantenimiento de la ECU, NO intente realizar procedimientos que posiblemente le han funcionado en otros automóviles, al hacerlo, podría causarle daños permanentes a la ECU y a otros componentes del sistema EFI.

Es importante que cuando desconecte las terminales de la batería al realizar inspecciones y mantenimientos a la ECU, se cerciore de si el radio del automóvil tiene un código de encendido, y de si este código lo tiene el propietario del automóvil. También Algunas ECU modernas vienen programadas para activar un modo de seguridad antirrobo, que deshabilita el pulso de inyección cuando se desconecta y conecta la ECU a las líneas del arnés, en estos raros casos es necesario realizar un procedimiento específico y en algunos otros, utilizar equipo que únicamente la agencia que distribuye estos automóviles posee. Por ello es importante la información que el propietario del automóvil proporciona, cuando se cuenta poca información o la tecnología es desconocida para el técnico.

3.6 LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EFI

.....

Para que el sistema EFI, funcione de acuerdo los parámetros que el fabricante ha especificado, la ECU debe obtener las señales de los sensores del sistema. Estas señales le informan a la ECU durante el funcionamiento del motor, los rangos de temperatura del refrigerante y del aire de admisión, la cantidad de aire aspirado por el múltiple de admisión, el número de revoluciones, etc.

3.6.1 LOS SENSORES DE TEMPERATURA

.....

Cuando un motor está en operación, genera calor por la combustión en sus cámaras y la fricción de los componentes mecánicos, durante su funcionamiento. Este calor no debe sobrepasar los límites de funcionamiento del motor y por ello, utiliza un sistema de enfriamiento. La temperatura del refrigerante del motor es proporcional a su temperatura, en cualquier momento. La mezcla de aire / combustible necesaria para cada rango de operación, depende de la temperatura de trabajo. Para un valor de temperatura bajo (motor frío), la mezcla aire / combustible debe ser más rica, en comparación con la mezcla para una temperatura mayor (mezcla más pobre) cuando el motor está en operación.

Para dosificar el combustible preciso, la ECU debe estar informada en todo momento, acerca de la temperatura del motor. El sensor de temperatura del refrigerante, le suministra esta información a la ECU.

La información del sensor de temperatura, está dentro de las más importantes de en un motor controlado por microcomputadora. Todos los sistemas de control computarizado, procesan el

valor de la temperatura del refrigerante y del aire de admisión.

La ECU también monitorea la temperatura del aire del múltiple de admisión y en algunos motores, la temperatura del aire externo. En algunos casos, el sistema podría utilizar un interruptor de temperatura de los gases de escape. Es importante comprender la diferencia entre un sensor de temperatura y un interruptor de temperatura. El sensor proporciona valores analógicos y el interruptor información digital.

A. Definición del sensor de temperatura

Los sensores de temperatura son **termistores**: que varían sus características de resistencia con la temperatura del medio en el que está dispuesta su carcasa. La carcasa del sensor de temperatura del refrigerante está inmersa en el refrigerante del motor. La carcasa del sensor de temperatura del aire de admisión, está inmersa en el caudal del aire del múltiple de admisión.

El sensor de temperatura del refrigerante se identifica con las siglas CTS en los diagramas de conexiones, que son siglas en inglés de Coolant Temperatura Sensor y como se mencionó anteriormente, es un sensor denominado “Termistor”, de resistencia variable en función de la temperatura”.

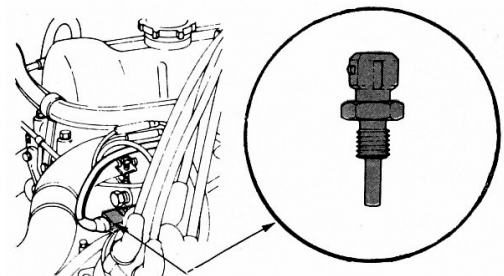
En un circuito de registro de temperatura, normalmente se utiliza un termistor de “coeficiente negativo de temperatura” (NTC). La resistencia de un termistor NTC disminuye cuando se calienta y aumenta cuando se va enfriando. La información de un sensor de temperatura proporciona una señal analógica.

EN UN TERMISTOR NTC
(SENSOR DE TEMPERATURA)
LA RESISTENCIA Y LA TEMPERATURA SON
INVERSAMENTE PROPORCIONALES

B. Tipos y características de los sensores de temperatura

Los tipos de sensores de temperatura que se utilizan en un sistema EFI son:

- **Sensor del refrigerante del motor (figura 3.32):** el sensor de temperatura de refrigerante del motor, es fabricado a base de un termistor. El termistor puede ser de coeficiente positivo de temperatura PTC o negativo NTC, según el diseño del fabricante. Cuando la temperatura del refrigerante aumenta, la resistencia del sensor con coeficiente positivo PTC, también aumenta. Cuando la temperatura aumenta, la resistencia del sensor con termistor de coeficiente negativo NTC, disminuye. Para cada valor de temperatura del refrigerante del motor, le corresponde un valor único a la resistencia del sensor. Los datos de los valores de resistencia del sensor en función de la temperatura de su carcasa, se presentan en las tablas del manual del fabricante.



SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE

Figura 3.32

Sensor de temperatura del refrigerante

- **Sensor de temperatura del aire del múltiple de admisión del motor (figura 3.33):** el sensor de temperatura de aire es fabricado a base de un termistor. Su funcionamiento es similar al sensor de temperatura del refrigerante. La principal diferencia entre el sensor de temperatura del refrigerante y el de temperatura del aire, es el tipo de envoltura que protege al termistor.

En el sensor de temperatura de refrigerante, el termistor está cubierto con la carcasa del sensor.

En el sensor de temperatura de aire se puede observar el termistor. Al igual que el sensor de temperatura del refrigerante, el termistor puede ser de coeficiente de temperatura positivo PTC o negativo NTC, según el diseño del fabricante. Su resistencia varía con la temperatura del aire que entra al múltiple de admisión por la aspiración del motor, durante su funcionamiento.

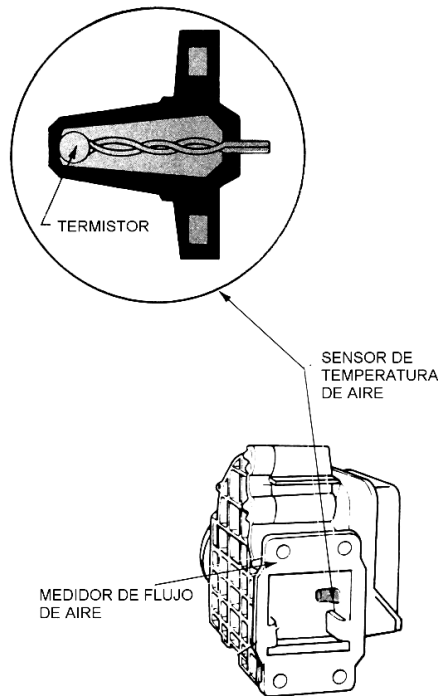


Figura 3.33
 Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión

La ECU suministra un voltaje de referencia y una masa a este sensor. Los sensores de temperatura se consideran como **“Divisores de voltaje”** que operan de acuerdo a los **principios de las caídas de voltaje**. Los divisores de voltaje (sensores de temperatura) varían el voltaje de referencia enviado por la ECU, con relación a los cambios de temperatura.

Para mayor comprensión del trabajo que realiza un sensor de temperatura, recuerde las reglas de los circuitos en serie, con respecto a la tensión (voltios) y a la resistencia (ohms).

▪ **Fundamentos de Electrotecnia.**

Si comprende los conceptos y reglas de los circuitos en serie, podrá entender como utiliza la ECU la señal del circuito divisor de voltaje, para interpretar la temperatura (figura 3.34).

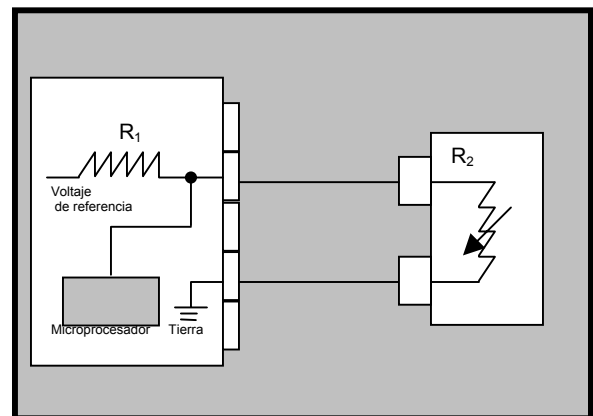


Figura 3.34

C. Funcionamiento de los sensores de temperatura

Los sensores de temperatura que utiliza un motor son dos: el sensor de temperatura del refrigerante y el sensor de temperatura del aire de admisión del motor. El funcionamiento de los dos sensores es similar.

D. Simbología de los sensores de temperatura

La simbología de los sensores de temperatura, se muestra en la figura 3.35.

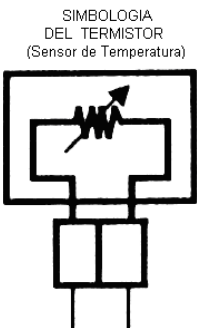


Figura 3.35
Simbología del sensor de temperatura
(Para el refrigerante o el aire de admisión)

E. Diagrama de los sensores de temperatura

El diagrama del sensor de temperatura del refrigerante se muestra en la figura 3.36.

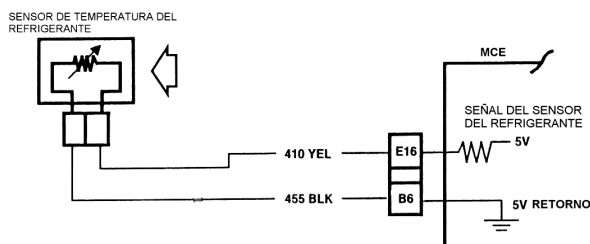


Figura 3.36
Diagrama del sensor de temperatura del refrigerante

En la figura 3.37 se presenta el diagrama del sensor de temperatura del aire de admisión.

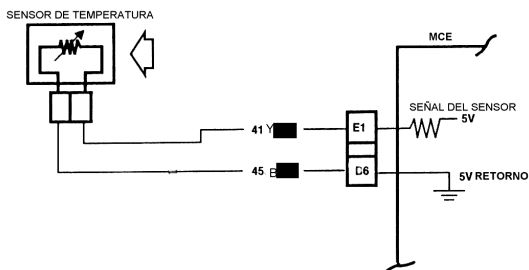


Figura 3.37
Diagrama del sensor de temperatura del aire de admisión

Como usted notará, en los diagramas de los sensores de temperatura, se tienen dos conexiones que llegan a los sensores. Una es de 5 voltios y la otra de retorno o masa. Si la terminal eléctrica del sensor está desconectada, una espiga del conector tendrá un valor cercano a 5 voltios y el otro deberá ser cercano a 0 voltios, cuando el interruptor central esté energizado. Cuando el interruptor no esté energizado, deberá haber continuidad con la masa, en la espiga que tenía un valor cercano a 0 voltios.

El volumen del aire aumenta cuando aumenta la temperatura del ambiente, al cual está expuesto el aire. Cuando la temperatura baja, se disminuye el volumen del aire. Es importante que usted sepa que aunque el volumen del aire aumente o disminuya, la cantidad de moléculas de aire que contiene ese volumen es constante. La cantidad de moléculas es igual a la masa de aire que está contenida en el volumen de aire. Por tanto, **el aire es más denso cuando está a menor temperatura** (figura 3.38).

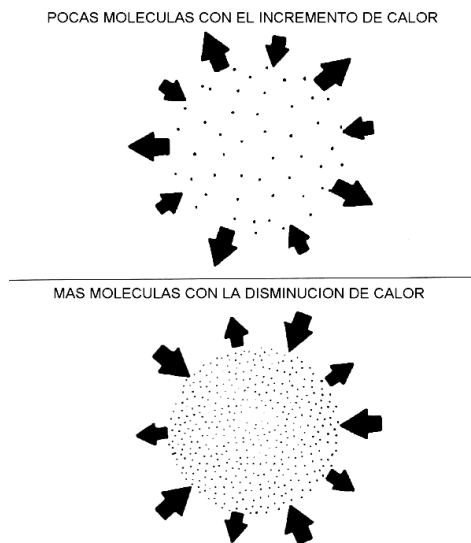


Figura 3.38
Aumento y disminución del volumen de aire,
en función de la temperatura

El concepto de la cantidad de masa de aire encerrada en un volumen determinado, es importante para la realización de la mezcla aire/gasolina.

La ECU debe estar informada de la temperatura del aire, para calcular la masa de aire que ingresa al múltiple de admisión, dosificar la cantidad exacta de combustible, y obtener una relación de aire/combustible adecuada.

3.7 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA

Los pasos del proceso que usted debe realizar para ejecutar el mantenimiento preventivo de los sensores de temperatura (y de todos los sensores del sistema EFI) son:

Paso No. 1: prepare el manual del fabricante, la herramienta y equipo necesarios para quitar y poner mangueras de paso de aire y de agua, que pueden impedir realizar inspecciones visuales de los sensores.

Paso No. 2: busque en el manual del fabricante, la ubicación de los sensores en el motor y los procedimientos y períodos, que el fabricante recomienda para realizar el mantenimiento. Si el manual no indica ningún procedimiento para el mantenimiento preventivo del sensor, usted debe realizar los siguientes pasos.

Paso No. 3: desmonte los elementos que impiden realizar una inspección visual del sensor.

Paso No. 4: desmonte el conector eléctrico del sensor. Inspeccione en forma visual, el estado físico del conector eléctrico y de las espigas del sensor. Verifique que estén libres de sarro, humedad, aceite o suciedad y límpielas con lija fina y limpie contactos.

Paso No. 5: verifique que los alambres que llegan al conector del sensor no estén rotos, sin aislante o

prensados por otros elementos. Esto puede causar serios problemas en el rendimiento del sistema EFI, debido a que la señal que envía el sensor a la ECU o la señal de voltaje de alimentación o masa, que la ECU le envía al sensor, no llega a este. Las consecuencias de una mala señal de un sensor o la falta de esta señal, provoca que la ECU reporte el sensor como fuera de rango y como consecuencia de esto, el sistema EFI no trabaje adecuadamente y posiblemente, dé como resultado el reemplazo innecesario de un sensor en buen estado.

Paso No. 6: inspeccione el estado físico del sensor, verificando que esté bien sujeto a su base y no muestre fracturas o daños en su carcasa. Observe que no hayan fugas de agua o entradas de aire en su base de acople, elimínelas si es necesario. Si el sensor está muy deteriorado, cámbielo por otro en buen estado. Sensores fracturados o deteriorados dan como resultado, fallas intermitentes en el sistema EFI, que muchas veces no son reportadas como fallas durante el autodiagnóstico o diagnóstico con el escáner.

Paso No. 7: ubique todos los elementos que desmontó para la inspección del sensor, verificando que estén en su posición original y bien apretados. Elementos dispuestos en otros lugares o mal apretados, pueden ser causa de fugas de agua, entradas de aire, elementos que se arruinen por el contacto con el múltiple de escape o elementos giratorios (poleas y fajas) dando como resultado que el elemento se arruine y que se genere alguna falla en el motor.

Es muy importante que la ECU esté informada acerca de la temperatura del aire que aspira el motor. El sensor de temperatura de aire, le envía a la ECU, la información de la temperatura del aire que entra al múltiple de admisión.



El mantenimiento preventivo que se debe realizar a todos los sensores y actuadores del sistema EFI, consiste en los mismos pasos que se describieron anteriormente.

3.8 SENSOR DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE MARIPOSA DEL OBTURADOR (ACELERADOR) TPS

El piloto de un automóvil, controla la aceleración del motor por medio del pedal del acelerador. Al oprimir o liberar el acelerador, el piloto está enviándole órdenes al motor a través del pedal, de aumentar o disminuir la potencia que necesita en ese momento. En un sistema EFI, la ECU comanda la cantidad de combustible que se dosifica al motor, esto significa que a mayor potencia, mayor dosificación. Por tanto, la ECU debe estar informada de las órdenes del piloto. El sensor de posición del acelerador TPS (del inglés Throttle Position Sensor, Sensor de Posición de la Válvula), es el encargado de obtener la información acerca de la posición de la válvula obturadora. Está ubicado en el cuerpo del obturador y montado sobre el eje de la válvula de mariposa del obturador. Cuando el piloto presiona el pedal del acelerador, la mariposa del obturador gira un ángulo determinado. Una parte del sensor gira con el eje de la mariposa del obturador, obteniéndose una señal correspondiente al giro de la mariposa. El sensor tiene dos límites, uno cuando el obturador está totalmente cerrado (**posición de ralentí**) pedal del acelerador suelto y otro, cuando está totalmente abierto (**posición de plena carga**) pedal totalmente presionado. Para la posición de totalmente cerrado, el sensor envía una señal a la ECU, informándole que el motor está en ralentí (Idle Switch On, es interruptor de ralentí activado). Para la posición de totalmente abierto, el sensor le envía una señal a la ECU, informándole que el pedal está totalmente oprimido. Si el motor no está funcionando y se activa el motor de arranque, cuando el pedal está totalmente oprimido, la ECU ejecuta una rutina que no les envía ningún pulso de activación a los inyectores. Esta rutina tiene como objetivo principal, cortar el paso de combustible a los cilindros del motor, en caso

de que este esté ahogado. Esta posición es denominada WOT (del inglés Wide Open Throttle, Obturador o Acelerador Totalmente Abierto).

En las posiciones intermedias de la carrera, el sensor envía una señal proporcional del ángulo de apertura de la mariposa del obturador, (posición de cargas parciales).

3.8.1 DEFINICIÓN DE SENSOR TPS

El sensor de posición del acelerador TPS, es el dispositivo que convierte el ángulo de apertura de la mariposa del obturador en una señal eléctrica. La ECU utiliza dicha señal para informarse del ángulo de apertura de la mariposa del obturador.

Es muy importante que usted que se está iniciando en el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil, memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor de carga llamado TPS y asimismo adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando el código de colores.

Para facilitar lo anterior se le proporciona la siguiente información:

- A. El sensor de carga TPS, viene en dos versiones: Analógico y Digital. El analógico es un potenciómetro (resistencia variable por movimiento) y es análogo porque varía un voltaje ascendente o descendientemente en forma progresiva, al momento de oprimir el pedal del acelerador del motor. El digital es un interruptor y es digital, ya que solamente como cualquier interruptor, tiene dos posiciones: abierto y cerrado, encendido y apagado, On y Off.
- B. El sensor de carga del motor solamente se puede encontrar en el cuerpo de la válvula del acelerador compartiendo el eje de la válvula de mariposa, por esta razón, recibe el nombre de TPS.

- C. El sensor de carga del motor de acuerdo a la cantidad de conexiones, viene en 3 versiones: de tres, cuatro y cinco conexiones.
- D. El sensor de carga del motor de acuerdo a la estrategia de alimentación eléctrica del sensor y a la generación de la señal, viene en cinco versiones, para mayor comprensión observe las simbologías y características eléctricas de cada uno de ellos.

3.8.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES TPS

Los tipos de sensores TPS pueden clasificarse en base al tipo de señal que le envían a la ECU. Los tipos de sensores son: TPS digital, analógico y analógico digital.

- A. **Sensor TPS digital (figura 3.39):** el TPS digital generará únicamente dos niveles de voltaje. Uno de ellos es un nivel de voltaje alto y el otro, es un nivel de voltaje bajo. El valor de voltaje alto es igual al voltaje de alimentación del sensor, 5 o 12 voltios, por ejemplo. El voltaje bajo es cercano a los cero voltios. El sensor digital está provisto de dos contactos. Un contacto se cierra cuando la mariposa del obturador está totalmente cerrada. En esta posición se dice que el interruptor de ralentí está cerrado. Al contacto que se cierra cuando el motor está en ralentí, se le conoce por su nombre en inglés como *Idle Switch*, cuya traducción al español es Interruptor de Ralentí. El otro contacto del TPS, se cierra cuando el obturador está totalmente abierto. A la posición del obturador totalmente abierto se le llama WOT. Para los ángulos intermedios de apertura de la mariposa del obturador, los dos contactos están abiertos.

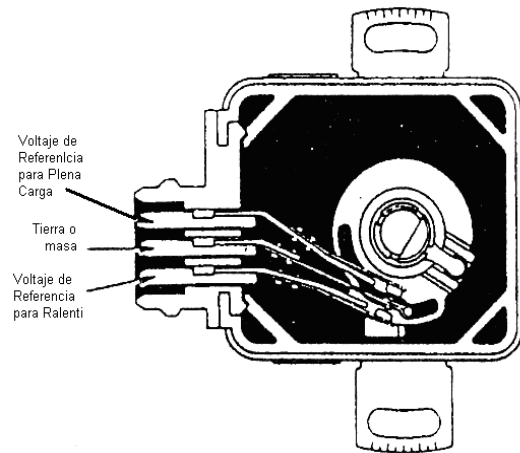


Figura 3.39
TPS digital

La figura anterior ejemplifica un sensor digital de un contacto normalmente cerrado para ralentí y un contacto normalmente abierto para plena carga, el cual por la estrategia de alimentación, viene en dos versiones. Una versión se denomina **TPS digital con voltajes de referencia a masa**, este sensor tiene la característica eléctrica de aceptar dos voltajes de referencia, que son enviados por la ECU para que el sensor TPS los envíe a masa indicando la posición de ralentí y la posición de plena carga, observe la simbología siguiente (figura 3.40).

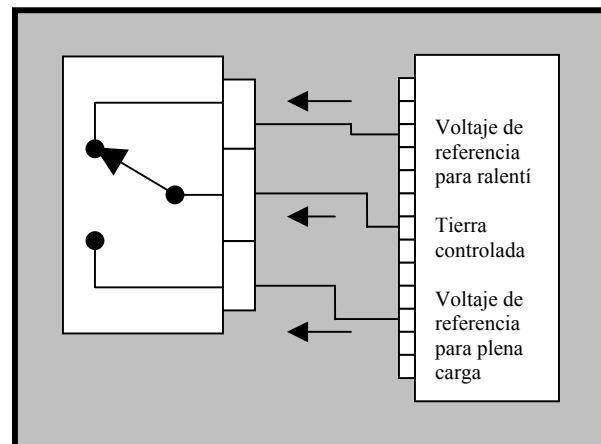


Figura 3.40
Simbología de TPS digital con voltaje de referencia a masa

La otra versión digital se denomina **TPS digital con voltaje de referencia a retorno**, este sensor tiene la característica eléctrica de aceptar solamente un voltaje de referencia, que es enviado por la ECU para que el sensor TPS lo retorne de nuevo a ella, indicando la posición de ralenti y la posición de plena carga, observe la simbología siguiente (figura 3.41).

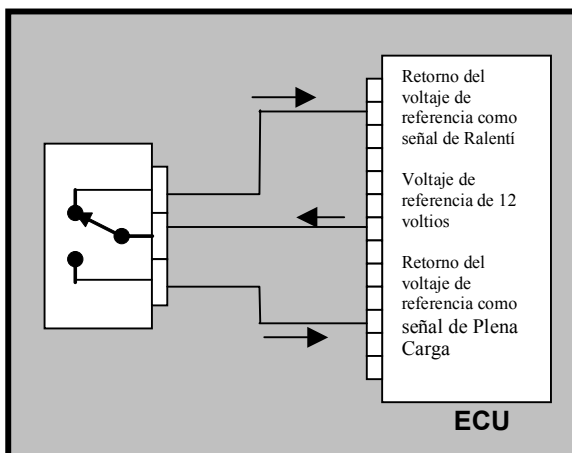


Figura 3.41

Simbología TPS digital con voltaje de referencia a retorno

B. **Sensor TPS analógico** (figura 3.42) El TPS analógico, varía su valor de voltaje, en función del ángulo de apertura de la mariposa del obturador.

Está compuesto por una resistencia con contactos deslizantes (potenciómetro). El conjunto de la resistencia y los contactos deslizantes forman un potenciómetro. Los contactos deslizantes se mueven junto con el eje de la mariposa del obturador, sobre la superficie de la resistencia. Cuando los contactos deslizantes se mueven en la superficie de la pista, varía el valor de la resistencia.

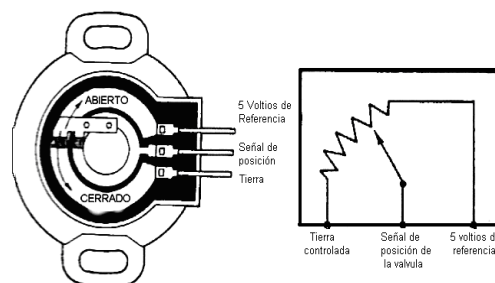


Figura 3.42
TPS analógico

Este sensor tiene la característica eléctrica de aceptar de la ECU, un voltaje de referencia que normalmente es de 5 voltios y una tierra controlada, para que ambos alimenten la pista del potenciómetro, lo que forma una pista con un rango de voltaje de 0 a 5 voltios, de donde proviene la señal de posición de la válvula del acelerador, cuando el cursor del sensor transita por la pista del potenciómetro. Observe la simbología siguiente (figura 3.43).

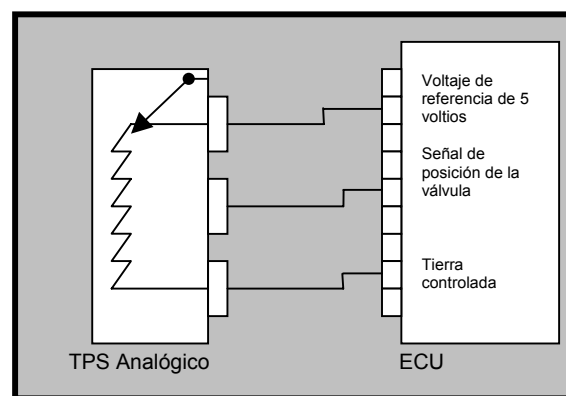


Figura 3.43
Simbología de TPS analógico

C. Sensor TPS analógico-digital (figura 3.44):

El TPS analógico digital, está compuesto por un potenciómetro (conjunto resistencia y contacto deslizante) y un interruptor (contacto de la posición de ralentí). Este sensor combina las funciones de los sensores digital y analógico. La función del contacto de ralentí, es de informarle a la ECU la posición de la mariposa del obturador, cuando está totalmente cerrada. La función del potenciómetro es variar el valor de su resistencia, en función del ángulo de apertura de la mariposa del obturador.

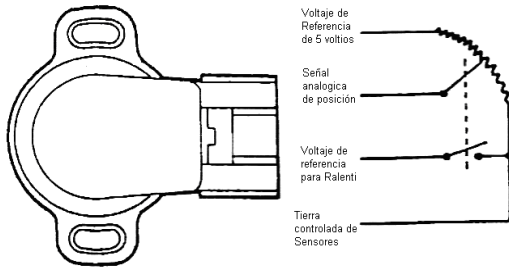


Figura 3.44
 TPS analógico-digital

La figura anterior ejemplifica un sensor mixto (analógico - digital) que es una combinación de los dos TPS utilizados en las diferentes marcas de automóviles. Este TPS por la estrategia de alimentación, viene en dos versiones que se fundamentan en los dos TPS digitales estudiados anteriormente.

Una versión se denomina **TPS analógico-digital con voltajes de referencia a masa**, este sensor tiene la característica eléctrica de poseer cuatro conexiones y de componerse de un típico TPS analógico, acompañado de un TPS digital, con voltaje de referencia a masa. Normalmente este sensor es utilizado por algunos automóviles asiáticos y específicamente, por la tecnología Toyota. Observe la simbología siguiente (figura 3.45).

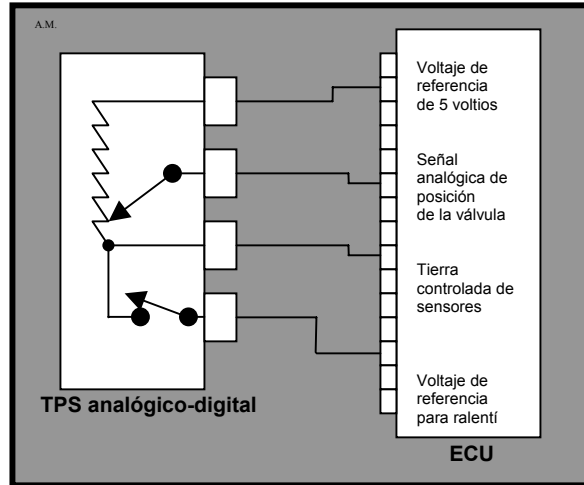


Figura 3.45
 Simbología de TPS analógico-digital con voltaje de referencia a masa

La otra versión digital se denomina **TPS analógico-digital con voltaje de referencia a retorno**. Este sensor tiene la característica eléctrica de poseer 5 conexiones y de componerse también de un típico TPS analógico acompañado de un TPS digital con voltaje de referencia a retorno. Normalmente este sensor es utilizado por algunos automóviles asiáticos y específicamente, por la tecnología Nissan. Observe la simbología siguiente (figura 3.46).

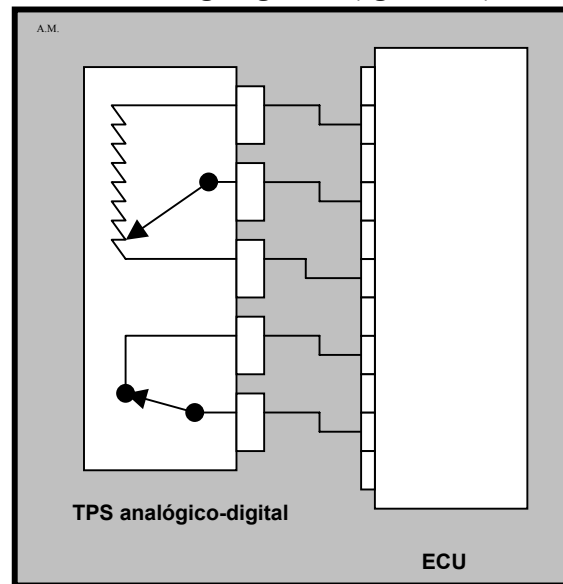


Figura 3.46
 Simbología de TPS analógico-digital con voltaje de referencia a retorno

3.8.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES TPS

El funcionamiento de los sensores TPS es similar en los tres tipos. El centro del sensor está acoplado al eje de la mariposa del obturador.

Cuando el piloto del automóvil presiona el pedal del acelerador, el mecanismo que mueve la mariposa del obturador hace girar el eje del sensor. Cuando el eje del sensor gira, dependiendo del tipo de sensor, abre o cierra los contactos de ralentí y de la WOT (para el sensor digital) y desliza los contactos del potenciómetro (sensor analógico). Puesto que el eje del sensor gira junto con la mariposa, este se desplaza en la misma proporción angular. En la terminal de salida del sensor se mide el valor del nivel de voltaje, según la posición de la mariposa del obturador (figura 3.47).

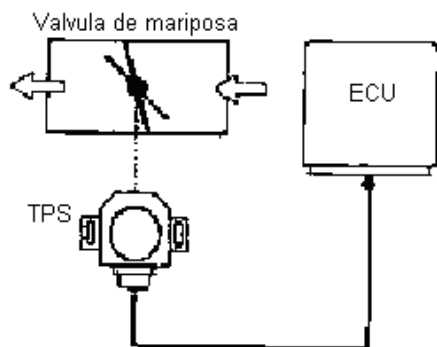


Figura 3.47
Funcionamiento del TPS

3.9 LOS SENSORES DE LA CANTIDAD DE AIRE DE ADMISIÓN

La carga de aire es la cantidad de aire aspirado por los cilindros del motor cuando este está en funcionamiento. Los sensores de la cantidad del aire envían una señal a la ECU, proporcional a la cantidad de aire que aspira el motor. Con la información de la carga de aire, la ECU calcula la duración del pulso de inyección de combustible, adecuado a la cantidad de

aire que ingresa en los cilindros, con la finalidad de obtener una mezcla aire/combustible estequiométrica.

La carga de aire del motor se puede medir por medio de cuatro tipos de sensores. El primer tipo de sensor, mide el volumen de la carga de aire; el segundo mide el flujo de aire; el tercero, mide la masa del aire y el cuarto tipo mide la presión absoluta del múltiple de admisión. La información que envía a la ECU cada sensor en particular, es utilizada para calcular la carga de aire.

3.9.1 DEFINICIÓN DE SENSORES DE LA CANTIDAD DEL AIRE DE ADMISIÓN

- A. El sensor que mide el volumen del flujo de aire de admisión denominado **VAF** (siglas en inglés de **Vane Air Flow**) elabora una señal de voltaje analógica variable. Este voltaje es modificado por los cambios de resistencia del potenciómetro del sensor. Los cambios en la resistencia son proporcionales a la variación del volumen, del aire aspirado por los cilindros.
- B. El sensor que mide el flujo de aire de admisión denominado **Karmann Vortex**, Karmann por su creador y Vortex (torbellino) debido a que la unidad sensora provoca torbellinos o remolinos para generar la señal digital.
- C. El sensor que mide la masa del flujo de aire de admisión denominado **MAF** (siglas en inglés de **Mass Air Flow**) elabora una señal analógica o digital proporcional a la masa del aire aspirado por los cilindros.
- D. El sensor que mide la presión absoluta del múltiple de admisión denominado **MAP** (siglas en inglés de **Manifold Absolute Pressure**) genera una señal analógica o digital, proporcional al vacío del múltiple de admisión, que es inversamente proporcional al flujo de aire de admisión.

3.9.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DE LA CANTIDAD DE AIRE DE ADMISIÓN

A. SENSOR VAF (figura 3.48)

El sensor VAF, mide el volumen del aire aspirado por el motor. Este sensor utiliza un sistema electro mecánico de aleta sonda, para determinar el volumen del aire aspirado. El sensor está provisto de un potenciómetro que convierte el desplazamiento angular de la aleta sonda, en una variación proporcional de su resistencia. Además, el sensor tiene un mecanismo para amortiguar las oscilaciones de la aleta sonda, por los cambios en el flujo del aire de admisión, y un conducto para el ajuste de la mezcla en ralentí. La ECU le envía un voltaje fijo (de referencia) y una masa, al potenciómetro del sensor. El sensor le envía a la ECU, una señal de voltaje que varía proporcionalmente a la cantidad de aire aspirado por el motor.

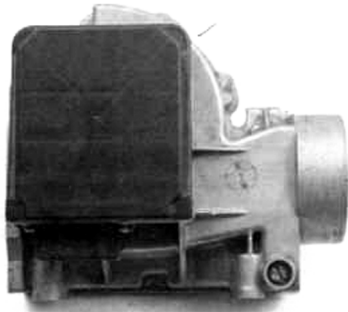


Figura 3.48
Sensor VAF

Hay diversos modos para determinar la cantidad de aire que ingresa a la cámara de admisión. El sensor de volumen de aire mide el flujo de aire eléctricamente, ya que tiene un potenciómetro o resistencia variable, conectada a una compuerta retráctil, posicionada en la corriente de aire que entra al múltiple de admisión.

Los sensores de flujo de aire VAF, en los sistemas LE- JETRONIC y muchos sistemas electrónicos de inyección por compuerta, son dispositivos de aleta móvil, unidos a un potenciómetro.

▪ FUNCIONAMIENTO DEL VAF:

El sensor VAF está compuesto por una aleta sonda, en cuyo eje está acoplado un resorte en espiral y unos contactos eléctricos deslizantes, sobre una pista resistiva. El conjunto de contactos y la pista resistiva forman un potenciómetro. La terminal de salida del potenciómetro corresponde a la salida de señal del sensor. La aleta tiene libertad para moverse en la dirección en la que aspira el motor. El resorte opone una fuerza en contra del movimiento de la aleta, cuando aspira el motor. Cuando el motor no aspira (está apagado) el resorte empuja la aleta hasta que cierra totalmente el conducto por donde pasa el aire aspirado.

Los contactos deslizantes se mueven junto con la aleta sonda, cuando los contactos deslizantes cambian de posición, cambia el valor de la resistencia en la terminal de salida del potenciómetro. El valor de la resistencia en el potenciómetro es proporcional al ángulo de giro de la aleta. Cuando la ECU le envía un voltaje de alimentación al sensor (por lo general entre 5 a 12 voltios de referencia) y una masa, el potenciómetro trabaja como **un divisor de voltaje**.

El valor del voltaje de salida del potenciómetro, es proporcional al movimiento de la aleta. En un tipo de VAF, el valor de voltaje en la salida del potenciómetro aumenta cuando aumenta la apertura de la aleta (VAF ascendente). En otro tipo de VAF, el valor del voltaje disminuye cuando aumenta la apertura de la aleta (VAF descendente).

Para estabilizar el movimiento de la aleta sonda por los cambios en la aspiración, el sensor está provisto de una cámara de amortiguación y una aleta de compensación. Estos elementos forman una especie de amortiguador de aire, que minimiza las oscilaciones de la aleta sonda. La ECU utiliza la señal de voltaje del sensor VAF, para calcular el ancho del pulso de inyección de combustible.

El sensor VAF tiene incorporado un sensor de temperatura del aire de admisión, con la finalidad de detectar el cambio en la densidad del aire, causado por los cambios de temperatura.

El sensor VAF también tiene incorporado un interruptor, con la finalidad de controlar el funcionamiento de la bomba de combustible. Cuando la aleta sonda se mueve por la aspiración del aire de admisión, se cierra el interruptor que activa el relé de la bomba de combustible. Cuando la aleta está totalmente cerrada (motor apagado) el interruptor se abre y la bomba deja de funcionar.

Algunos VAF poseen una válvula de corriente inversa, la cual protege al VAF del posible deterioro, ante picos de presión de repercusión, producidos por fallos del encendido en los cilindros del motor.

Como se observa en la Figura anterior, el VAF también posee un tornillo de ajuste de la mezcla de ralentí denominado tornillo de CO (monóxido de carbono).

Al girar el tornillo de ajuste de la mezcla del ralentí hacia la izquierda (aflojar), aumenta el volumen de aire que pasa a través del pasaje de desvío y por lo tanto, disminuye el volumen de aire que pasa a través de la placa de medición y obviamente, se reduce ligeramente el ángulo de apertura de la placa de medición. Cuando el ángulo de apertura de la placa de medición es reducido, también varía la señal de voltaje a la ECU y esta reduce el tiempo de abertura de inyección; como el volumen de aire que ingresa en los cilindros es el mismo, la mezcla se empobrece.

Por el contrario, al girar el tornillo de ajuste de la mezcla en ralentí hacia la derecha, (apretar), la placa de medición se abre más, a causa de que el aire ya no se desvía y se suma al aire de admisión que pasa por la aleta, lo cual resulta en una mezcla más rica, porque en este momento todo el aire de admisión está siendo censado.

▪ SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL VAF.

Es muy importante que usted que está iniciando el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor del volumen de aire de admisión VAF, asimismo debe adquirir la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del VAF, analice la siguiente información:

- 1) El sensor de la cantidad de aire de admisión VAF, es un sensor analógico electromecánico, cuyo funcionamiento se basa en un potenciómetro (resistencia variable por movimiento) y es analógico porque varía un voltaje ascendente o descendente en forma progresiva, a la hora de ingresar el aire de admisión.
- 2) El sensor VAF solamente se puede encontrar en medio del filtro de aire y el cuerpo de la válvula de mariposa.
- 3) El VAF de acuerdo a la estrategia de alimentación y generación de la señal, viene en dos versiones: con la señal ascendente o con la señal descendente.
- 4) El sensor VAF de acuerdo al número de conexiones viene en 4 versiones: de cuatro, cinco seis y siete conexiones.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación del sensor, es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema de inyección al que le está realizando una inspección y mantenimiento, por lo que a continuación se le presentan cuatro diagramas VAF, aislados del diagrama General de EFI. (figura 3.49

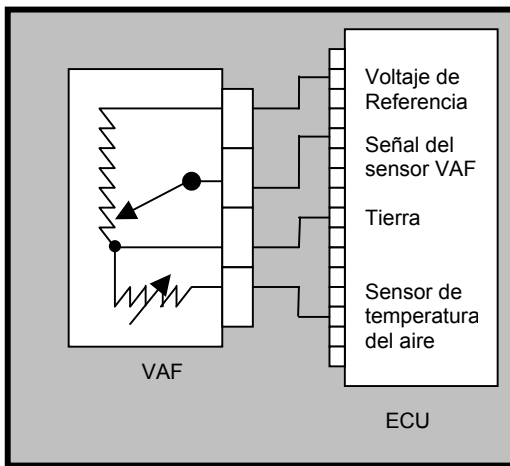


Figura 3.49
 Diagrama de conexiones de VAF
 BMW 325 i 4 conexiones
 Con sensor de temperatura de aire incorporado

La Figura anterior, es un sensor que mide el volumen de aire y la temperatura del aire de admisión, utilizado en automóviles Europeos y posee 4 conexiones, también hay de 5 conexiones; la diferencia entre uno y otro es que el de 5 conexiones posee dos tierras controladas, una para el sensor VAF y la otra para el sensor de temperatura del aire de admisión (figura 3.50). Estos dos tipos de sensores VAF no poseen control de la bomba de combustible.

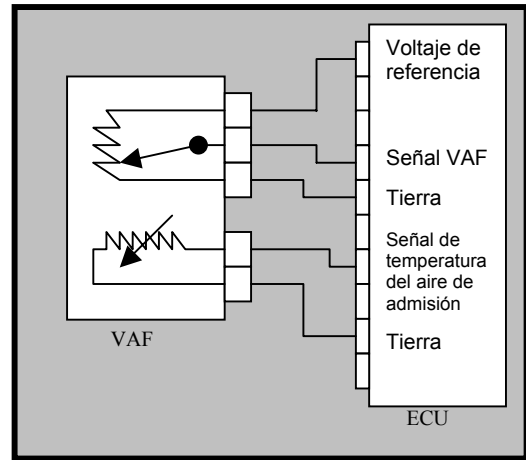
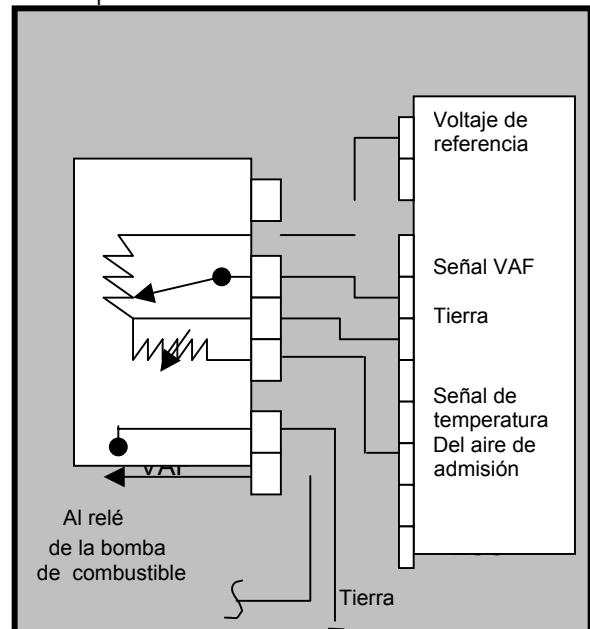


Figura 3.50
 Diagrama de conexiones de VAF VW 5 conexiones
 Con sensor de temperatura de aire incorporado

La figura siguiente (figura 3.51), es un sensor VAF de 6 conexiones que mide el volumen de aire, la temperatura del aire de admisión y a la vez, controla la bomba de combustible.

Figura 3.51
 Diagrama de conexiones de VAF Mazda Protege 1.8 L
 6 conexiones para censar la de temperatura del aire e interruptor de control de la bomba de combustible



Los VAF con interruptor de la bomba de combustible, funcionan gobernando la alimentación negativa de la bobina del relé de la bomba de combustible. Este VAF es utilizado en automóviles Asiáticos y europeos (como por ejemplo Toyota y Mazda).

A continuación, se presenta un VAF (figura 3.52), utilizado en automóviles asiáticos, que mide el volumen y la temperatura del aire de admisión y a la vez, controla el funcionamiento de la bomba de combustible. Este VAF posee 7 conexiones, y como podrá notar en el diagrama (figura 3.52) esta séptima conexión surge del retorno del voltaje de alimentación (VB) hacia la ECU a través de la conexión VC, esto con la finalidad de completar el circuito interno de la ECU para la medición de la cantidad de aire que ingresa a la admisión.

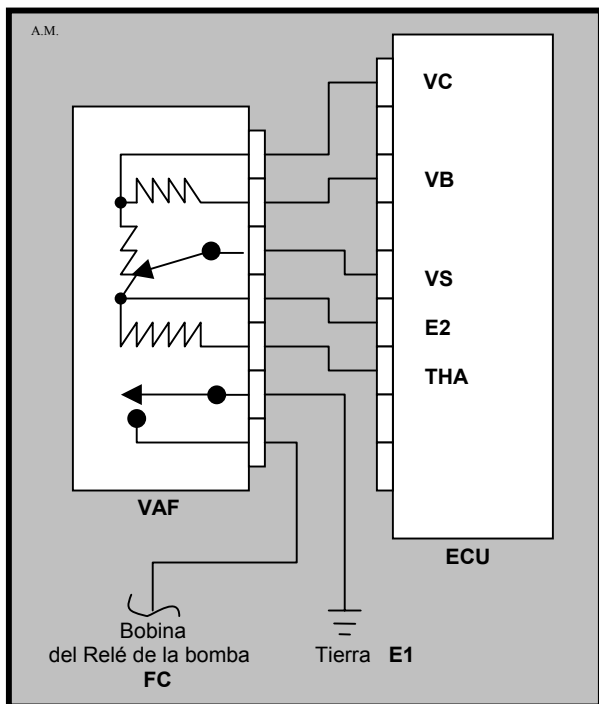


Figura 3.52
 Diagrama de conexiones de VAF
 Toyota 22RE 7 conexiones
 Con sensor de temperatura de aire incorporado
 Y el interruptor de control de la bomba de combustible

Para una mejor comprensión de lo anterior, consulte las tablas de nomenclatura Toyota, en ellas se describen los significados de las siglas utilizadas en los diagramas de conexiones de la tecnología Toyota.

La información anterior es una exposición generalizada de los sensores que miden el volumen del aire de admisión y que varían solamente en cuanto a lo descrito, pero que se comportan exactamente de la misma forma, con la única diferencia de que el sensor de cuatro o cinco conexiones no controla la bomba de combustible, función que en estos tipos de automóviles (europeos) es realizada directamente por la ECU, auxiliándose del sensor de RPM del motor, que le indica cuando el motor está girando para activar el relé de la bomba de combustible.

INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL VAF

El VAF de los sistemas EFI, es un elemento electromecánico que requiere más atención para su inspección y mantenimiento, ya que sus partes mecánicas están propensas a desgastes, desajustes y deterioro.

La inspección y el mantenimiento del VAF se realizan para prevenir explosiones y que este se deteriore con agentes como humedad y suciedad.

Cuando se realiza la inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a un medidor de cantidad de aire VAF, es importante que tome en cuenta y haga lo siguiente:

- 1) **Revise los conductos de aire de admisión**, observe que no hayan entradas de aire entre el medidor del volumen de aire y el motor. Las entradas de aire pueden provocar un problema de falla, debido a que la entrada de aire a través de la apertura, no está tomada en cuenta por el medidor. Sin información exacta sobre la cantidad de aire admisión, la ECU no

suministra combustible suficiente, lo que causa operación de motor pobre en combustible.

- 2) **Revise el estado del conector del sensor**, este conector normalmente requiere de un ajuste y limpieza de pines, pues está expuesto a la humedad.
- 3) **Revise el estado de la compuerta**, un fallo común del medidor VAF, es provocado por las contra explosiones del motor. Las contra explosiones cierran de golpe la compuerta de aire en la posición de reposo, y el sensor puede perder su calibración. También es necesario revisar la suavidad de cierre y abertura de la compuerta, ya que la corrosión o depósitos causan que la compuerta se adhiera o se trabase. Cualquier obstáculo al libre movimiento de la compuerta, causa lecturas del flujo de aire inexactas.
- 4) **Inspeccione el estado de la pista**, uno de los mayores problemas que sufre éste sensor es el desgaste de la pista del sensor, en otras palabras, es el desgaste de la resistencia causado por el continuo roce de la escobilla sobre la superficie de la resistencia. Para comprobar la integridad de la pista es recomendable utilizar un osciloscopio de trazo, aunque a falta de uno se puede comprobarla con un multímetro analógico.
- 5) **Identifique las conexiones del sensor**, esta identificación es muy importante, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal se minimizan los tiempos y se facilitan los procedimientos.
- 6) **Obtenga los valores de la señal dadas por el fabricante**, con la ayuda del manual tenga presentes los valores nominales, estos le servirán para un análisis comparativo.
- 7) **Verifique el voltaje de referencia y masa del sensor**, estos son parámetros iniciales para

el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier sensor.

- 8) **Verifique que los voltajes de la señal estén bajo especificaciones del fabricante**. Teniendo los valores del fabricante solamente realice un análisis comparativo con los valores obtenidos para que se le facilite el diagnóstico.
- 9) **Verifique el funcionamiento del sensor de temperatura del aire de admisión**. Aprovechando el mantenimiento al VAF realice también la inspección y mantenimiento al sensor de temperatura, este mantenimiento se reduce a efectuar mediciones y limpieza.
- 10) **Compruebe el funcionamiento del interruptor de la bomba de combustible** (si lo tuviera). En las marcas Toyota, Subaru, Mazda y algunos otros asiáticos y europeos, el sensor VAF tiene internamente un interruptor que controla el funcionamiento de la bomba de combustible.

Cuando el aire ingresa y mueve la aleta sonda, se cierra un interruptor mecánico (normalmente abierto) que está apoyado en la aleta, este interruptor cierra el circuito del relé que alimenta la bomba de combustible; revise el estado de los contactos del interruptor y límpielos.

B. Sensor karmann vortex

Este sensor determina la cantidad de aire entrando al motor por medio de un generador de señales ultrasónicas.

El sensor Karmann Vortex tiene en su mismo cuerpo, el sensor de temperatura del aire de admisión y en algunas ocasiones, también comparte lugar con el sensor de presión barométrica. La mayoría de estos sensores son utilizados por Hyundai, Mitsubishi, y algunos Chrysler.

Estos sensores son muy sensibles a la suciedad y siempre están colocados en conjunto con el filtro de aire, de manera que hay que tener mucho cuidado al sacarlos.

▪ **FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR KARMANN VORTEX**

Los sensores Karmann Vortex funcionan de la siguiente manera: En el conducto de entrada del sensor se encuentra una parrilla que alinea el aire y que posteriormente es cortado en secciones, formando remolinos o torbellinos.

A estas columnas de aire se les conoce como vórtices Karmann.

VÓRTICE
Remolino o Torbellino

El sensor Karmann Vortex, utiliza un generador de señales ultrasónicas y un receptor de estas señales.

ULTRASONIDO
Vibración de sonido de frecuencia muy alta, que lo hace imperceptible al oído.

La función del generador y receptor ultrasónico es detectar los vórtices generados por la parrilla.

Cuando no hay vórtices (motor apagado) todas las señales ultrasónicas que produce el generador llegan al receptor.

En cuanto el motor aspira (motor arrancado) se generan vórtices. Cuando los vórtices pasan entre el generador y el receptor, dificultan el paso de la señal ultrasónica.

A más vórtices formados por el aumento del flujo de aire, menos señales ultrasónicas alcanzan el receptor. Por tanto, la cantidad de señales ultrasónicas que llegan desde el generador al receptor, es proporcional al número de vórtices generados por el flujo de aire.

Resumiendo, cuanto mayor sea el flujo de aire por la aspiración del motor, más vórtices se generan y menos señales ultrasónicas alcanzan al receptor.

El sensor Karmann por medio de un circuito electrónico, conecta a tierra digitalmente un voltaje de referencia que le envía la ECU, este voltaje es aterrizado digitalmente en forma proporcional a la cantidad de señales ultrasónicas que alcanzan el receptor y que también es proporcional al flujo del volumen del aire que aspira el motor.

Otro tipo de sensor Karmann Vortex, no muy común, utiliza un conjunto óptico (LED, Fototransistor y una superficie metálica fina denominada espejo) todo para detectar los vórtices.

Cuando no hay vórtices a través del sensor, (motor apagado), el LED envía la luz que genera hacia el espejo. El espejo refleja la luz del LED y la envía hacia el Fototransistor.

Cuando hay vórtices (motor arrancado), estos chocan contra el espejo, lo cual hace que se desvíe el haz de luz que envía el LED o sea que cambia de dirección y ya no ilumina al Fototransistor.

Por tanto, el número de vórtices que chocan contra la lámina espejo, es igual al número de veces que la luz del LED no alcanza al fotodiodo.

Al igual que el sensor Karmann ultrasónico, el sensor Karmann óptico también utiliza

una circuitería que conecta digitalmente a tierra, el voltaje de referencia que envía la ECU al sensor.

Resumiendo, es posible determinar el volumen del flujo de aire, en base a la frecuencia de los vórtices generados por la parrilla, en la entrada del sensor.

Aunque los dos tipos de sensores Karmann utilizan distintos métodos para detectar los vórtices, ambos sensores en su terminal de salida, generan una señal digital, con frecuencia proporcional al volumen de aire admitido por el motor hacia la ECU, la que luego de acuerdo a la frecuencia de la señal de admisión de aire, calcula el tiempo y la frecuencia de inyección.

Los sensores Karmann Vortex tienen un circuito eléctrico idéntico a otro tipo de sensor de cantidad de aire llamado MAF digital.

El voltaje de alimentación del Karmann viene del relé de control de todo el sistema de inyección multi punto (MPI), y su tierra proviene de la ECU. El sensor de flujo de aire Karmann genera una señal de pulsos cuando la tensión de referencia de 5 voltios que envía la ECU, se conecta y desconecta a tierra ON-OFF, proporcionando una señal digital.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SENSOR KARMANN VORTEX

Es muy importante que usted que se está iniciando en el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil, memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor del flujo del aire de admisión Karmann Vortex, así mismo que adquiera la habilidad de

identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del sensor Karmann, analice la siguiente información:

3.10 EL SENSOR DE OXÍGENO DE LOS GASES DE ESCAPE

Los gases que emite un motor durante su funcionamiento son nocivos para el ambiente y la salud de los seres vivos. Por ello es necesario minimizarlos.

Los fabricantes de automóviles han implementado un sistema de control de emisiones de gases tóxicos en los automóviles, con la finalidad de reducir dichos gases.

Una buena medida para reducir los gases tóxicos es verificar y mantener en un rango aceptable, la mezcla de aire combustible que ingresa a la cámara y verificar si la combustión de esa mezcla se ha realizado y culminado correctamente; una de las maneras de verificar lo anterior es censando la cantidad de oxígeno de las emisiones del motor, es decir, se realiza mediante el control de la cantidad de oxígeno emitida en los gases de escape de los motores.

La medición de la cantidad de oxígeno, se realiza por medio del sensor de oxígeno de gases de escape.

El sensor de oxígeno a través de censar la cantidad de oxígeno de los gases de escape, detecta si la relación de aire / combustible es más rica o más pobre que la relación estequiométrica.

El sensor genera una señal eléctrica proporcional a la cantidad oxígeno presente en los gases de escape. La señal del sensor es enviada a la ECU, la ECU

calcula la duración del pulso de inyección, con la finalidad de crear una mezcla óptima, para que en la cámara se una combustión ideal, lo que redundará en cantidades de oxígeno aceptables en los gases de escape, a causa de combustiones ideales que tienen como producto solamente Bióxido de Carbono (CO_2) y vapor de agua (H_2O).

El sensor de oxígeno está montado en el conducto de los gases de escape, justo en la salida del múltiple de escape. Algunos automóviles utilizan otro sensor, después del catalizador. El segundo sensor mide la eficiencia del catalizador para minimizar los gases de escape.

Otra medida para reducir la contaminación, es equipar los automóviles con un convertidor catalítico de tres vías. Los motores equipados con un convertidor catalítico de tres vías (catalizador) realizan una operación adecuada de purificación de los gases de escape, cuando la proporción de la mezcla de aire / combustible está dentro de un estrecho margen, cerca de la relación de aire / combustible estequiométrica.

3.10.1 DEFINICIÓN DE SENSOR DE OXÍGENO DE LOS GASES DE ESCAPE

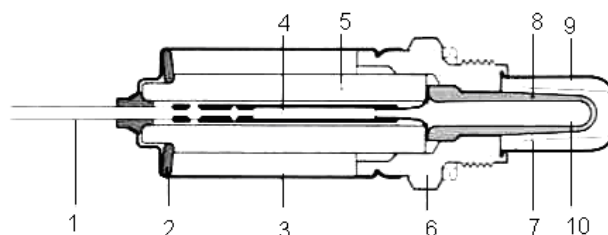
Sensor que genera una señal eléctrica, proporcional a la cantidad de oxígeno que sale en los gases de escape de un motor de combustión interna a gasolina.

La ECU en base a la señal del sensor de oxígeno, determina si la mezcla que recibe el motor es rica o pobre. Con esta información la ECU corrige la dosificación del combustible, para mantener una mezcla aire / combustible estequiométrica.

3.10.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE OXÍGENO DE LOS GASES DE ESCAPE

El sensor de oxígeno está situado en el múltiple de escape o en el tubo de escape delantero. Está compuesto por un núcleo de cerámica fabricado a base de Dióxido de Zirconio (ZrO_2). La superficie del núcleo de cerámica está recubierta con platino. El núcleo de cerámica recubierta con platino, tiene la habilidad de producir un voltaje cuando está expuesto al calor y a una diferencia de niveles de oxígeno, en cada lado del elemento cerámico. El sensor de oxígeno funciona óptimamente cuando está a 300°C . Para que llegue a esta temperatura, es necesario que los gases de escape calienten el sensor. Actualmente los sensores utilizan un sistema de precalentador, que minimiza el tiempo en el que el sensor está listo para enviar la señal a la ECU.

En la figura 3.67 se muestra la vista en corte del sensor de oxígeno y sus partes componentes.



- | | |
|--|----------------------------|
| 1.- Conexión eléctrica. | 2.- Arandela Belleville. |
| 3 Casquillo protector (lado del aire). | 4.- Parte de contacto. |
| 5.- Cerámica protectora. | 6.- Carcasa (-). |
| 7.- Electrodo (-). | 8.- Cerámicas de la sonda. |
| 9.- Tubo protector (lado de gases), | 10.- Electrodo (+). |

Figura 3.67
Componentes del sensor de oxígeno

A la derecha de la Figura se muestra la punta interna del sensor (# 10). Esta punta está dentro del tubo de escape y los gases de escape pasan alrededor de la punta. El casquillo metálico de protección (# 9) que cubre al sensor, tiene unas aberturas por las cuales entran los gases de escape hasta el sensor. En el otro extremo del sensor de oxígeno, se encuentra la conexión eléctrica (# 1), por la cuál, el sensor envía la señal a la ECU.

Cuando el sensor está frío, no produce ninguna señal. El sistema opera en base a datos preprogramados en la ECU. Cuando el sensor es calentado alrededor de 149° C, empieza a generar una señal de voltaje.

Existen dos tipos de sensores de oxígeno de los gases de escape:

- **Sin precalentamiento:** el sensor de oxígeno sin precalentamiento, utiliza el calor de los gases de escape para aumentar su temperatura. Debido a esto, el sensor necesita algunos minutos para llegar a su temperatura de operación.
- **Con precalentamiento:** el uso de un elemento de precalentamiento interno, incrementa substancialmente la operación del sensor de oxígeno para bajas temperaturas de gases de escape. El uso de precalentador, hace que las emisiones sean estables a temperaturas bajas, lo cual contribuye a un incremento de la vida útil del sensor. La estabilidad de las emisiones contribuye a que el sensor no se contamine durante la fase de calentamiento.

Es importante saber, que la ECU toma en cuenta la señal del sensor de oxígeno, hasta que el motor ha llegado a su temperatura de trabajo y también, hasta que el sensor ha llegado a su temperatura de operación.

Durante el tiempo que tarda el motor y el sensor en calentarse, la ECU trabaja en ciclo abierto. La operación en lazo abierto del sistema EFI, es la

estrategia de control que no toma en cuenta la señal que envía el sensor de oxígeno. Cuando el motor y el sensor llegan a su temperatura de operación, la ECU opera en la estrategia de ciclo cerrado (closed loop). En esta estrategia, la señal que envía el sensor de oxígeno, si se toma en cuenta para la corrección de la mezcla aire/combustible.

3.10.3 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE OXÍGENO DE LOS GASES DE ESCAPE

.....

El sensor de oxígeno es similar a una pequeña batería. Cuando está caliente es capaz de generar un voltaje en base a la diferencia entre la cantidad de oxígeno que contienen los gases de escape del motor y el contenido de oxígeno que contiene el aire del ambiente.

Este elemento está recubierto tanto en la parte interior como en la parte exterior, con una fina capa de platino. El aire exterior se introduce en el sensor, mientras que su parte interior está expuesta a los gases de escape.

Si la concentración de oxígeno en la superficie interior del elemento de Zirconio (ZrO_2), difiere en gran medida de la concentración de oxígeno de la superficie exterior, a altas temperaturas (300 °C), el elemento de ZrO_2 genera una tensión.

Cuando la mezcla de aire y combustible es pobre, hay mucho oxígeno en los gases de escape, de manera que existe una diferencia muy pequeña de oxígeno en los lados interior y exterior del elemento del sensor. De este modo la tensión generada por el elemento es baja (cerca de 0 voltios). Por lo contrario, si la mezcla de aire y combustible es rica, el oxígeno de los gases de escape casi desaparece. Esto crea una gran diferencia en la concentración de oxígeno en los lados interior y exterior del sensor y la tensión generada por el elemento es grande (aproximadamente 1 voltio).

El platino (con el cual está recubierto el elemento) actúa como un catalizador, haciendo que el oxígeno de los gases de escape reaccione con el CO. Esto disminuye el volumen del oxígeno y aumenta la sensibilidad del sensor.

La ECU utiliza la señal del sensor de oxígeno para aumentar o reducir el volumen de inyección, para mantener la relación de aire y combustible en un valor estable, cerca de la relación estequiométrica.

Cuando la mezcla es muy rica, la cantidad de oxígeno en los gases de escape es pequeña. Esto produce una gran diferencia entre los niveles de oxígeno a ambos lados del dispositivo cerámico. Cuando hay gran diferencia entre la cantidad de oxígeno de los gases de escape y el aire, el sensor de oxígeno genera un voltaje cercano a un voltio. La ECU recibe esta señal y realiza las modificaciones en la duración del pulso de inyección, para reducir la cantidad de combustible.

Cuando la mezcla de aire / combustible es muy pobre, hay un exceso de oxígeno en los gases de escape del motor, esto reduce la diferencia entre la cantidad de oxígeno que hay entre los gases de escape y el aire.

Cuando la diferencia de la cantidad de aire en los extremos del sensor es baja, el voltaje que genera es bajo, cercano a una décima de voltio. Para este nivel de voltaje, la ECU aumenta la duración del pulso de inyección, para enriquecer la mezcla.

Algunos sensores de oxígeno incluyen un calentador, el cuál calienta el elemento. El calentador es controlado por la ECU. Cuando el volumen de aire de admisión es pequeño (la temperatura de los gases de escape baja) la corriente circula al calentador para calentar el sensor.

Es importante saber que la ECU utiliza la información de la señal que envía el sensor de oxígeno, para modificar la duración del pulso de inyección de combustible, sin afectar el avance de la chispa, ni al control de ralentí.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SENSOR DE OXÍGENO.

Es muy importante que usted que se está iniciando en el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor que mide el oxígeno de los gases de escape, asimismo adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del sensor de Oxígeno, analice la siguiente información:

- 1) El sensor del oxígeno de los gases de escape, es un sensor electrónico que se fundamenta en la generación de una tensión eléctrica, a través de un proceso comparativo de cantidades de oxígeno, donde intervienen elementos de Zirconio (ZrO_2).
- 2) El sensor de oxígeno se puede encontrar en el tubo de escape, específicamente en la salida del múltiple de escape.
- 3) De acuerdo a la estrategia de auditoria del catalizador, es necesario instalar dos sensores de oxígeno, uno antes del catalizador y otro después del mismo.
- 4) El sensor de oxígeno de acuerdo al número de conexiones viene en 4 versiones: de una, dos, tres y cuatro, conexiones.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación del sensor, es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema de inyección al que le está realizando inspección y mantenimiento, por lo que a continuación se le presentan cuatro diagramas del sensor de oxígeno, aislados de los diagramas generales (figuras 3.68, 3.69 y 3.70).

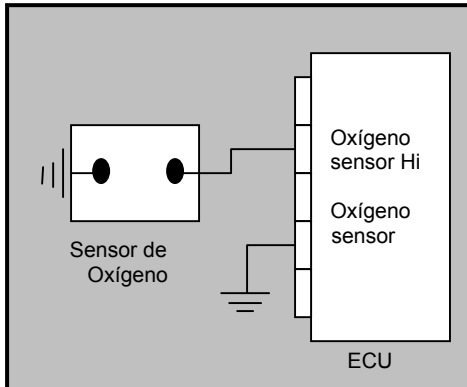


Figura 3.68
Diagrama de conexiones del sensor de Oxígeno
Una conexión
GM Cavalier 2.2 L

Como se puede observar en la figura 3.68, el diagrama de un sensor de oxígeno con una sola conexión portadora de la señal y la masa en la carcasa del sensor. Este circuito incluye una tierra directa a la ECU, que es la referencia de tierra al circuito interno dentro de la misma, del sensor de oxígeno. La finalidad de esta tierra, es la de mejorar la eficiencia de la masa, una masa sin corrientes positivas parásitas que generan interferencias.

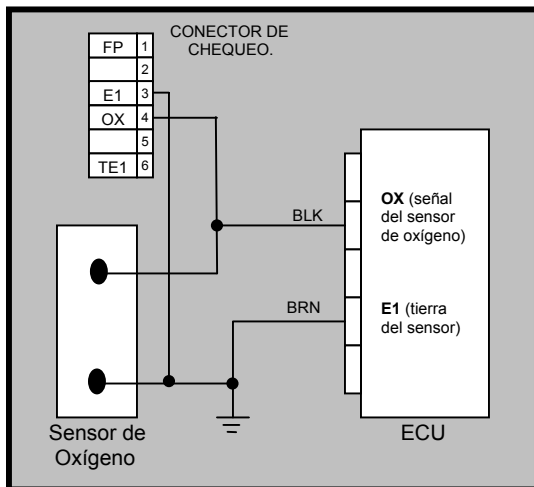


Figura 3.69
Diagrama de conexiones del sensor de Oxígeno
Dos conexiones
Toyota Tercel 1.5 L

Como se observa en el diagrama anterior de un sensor de oxígeno con dos conexiones, la OX es portadora de la señal y la E1 receptora de la masa o tierra del sensor. Este circuito incluye una tierra directa a la ECU, que es compartida con el sensor y el conector de chequeo, donde también se encuentra la terminal de la señal OX, para que sea medida. La finalidad de esta terminal OX es la de tener acceso a la medición del sensor, para la verificación de las mezclas ricas y pobres y poder auditar la eficiencia de la combustión del motor. Las nomenclaturas expresadas anteriormente son de la tecnología Toyota.

A continuación se presentan el diagrama de los sensores de oxígeno de tres y cuatro conexiones (figura 3.70) los cuales son parte del sistema de inyección de un Nissan Sentra y un Nissan 240SX de 2.4 Litros.

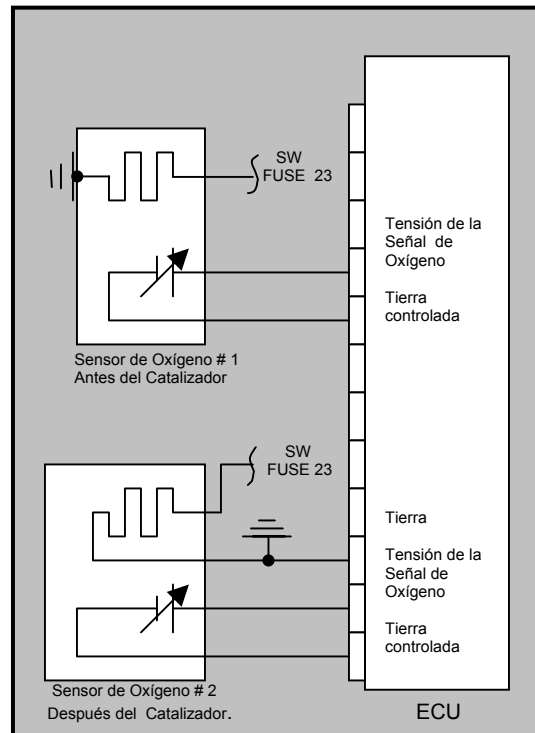


Figura 3.70
Diagrama de conexiones del sensor de Oxígeno
Tres y cuatro conexiones
Nissan Sentra & 240SX 2.4 L

En la figura anterior, se describe otro tipo de simbología para los sensores de oxígeno de los gases de escape. Note en este diagrama la simbología del calefactor de los sensores de tres y cuatro conexiones, que son alimentados con voltaje de interruptor de encendido (sw) a través de un fusible de 10 amperios, con el número 23 del panel de fusibles. El calefactor de tres conexiones tiene una masa directa al chasis del sensor, y el sensor de cuatro conexiones tiene una masa directa pero con cableado, conexión que es compartida para proporcionarle tierra a la ECU. Los sensores esquematizados anteriormente, son sensores que se encuentran juntos en un mismo circuito de sistema de inyección, uno antes y el otro después del catalizador de los gases de escape, en este caso un sensor tiene tres conexiones y el otro cuatro.

Con referencia a la simbología del sensor de oxígeno note que es un acumulador variable, ya que este tiene la función de generar químicamente un voltaje, como lo hace cualquier acumulador.

B. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SENSOR DE OXÍGENO

El sensor de oxígeno es un sensor electrónico que requiere solamente limpieza física e inspección de los valores de la señal, para corroborar su estado.

La inspección y el mantenimiento del sensor de oxígeno se debe realizar, para prevenir que se deteriore con agentes como hollín y suciedad provocadas por malas combustiones.

Cuando se le realiza la inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a un sensor del oxígeno de los gases de escape, es importante que tome en cuenta y haga lo siguiente:

- 1) **Afine el motor periódicamente;** es muy importante que verifique los servicios que se le realizan a los motores de combustión interna, ya que lo que destruye a los sensores de oxígeno son las malas combustiones.

- 2) **Revise el estado del sistema generador torsional del motor,** ya que este sistema cuando se encuentra en mal estado, deja pasar aceite a la cámara de combustión, lo que les provoca daños a los sensores de oxígeno. Se designa como sistema generador torsional al conjunto de partes internas del motor, encargadas de generar la fuerza de giro del cigüeñal; pistones, anillos, bielas, por ejemplo.
- 3) **Limpie los sensores de oxígeno,** esto lo puede realizar, utilizando un cepillo fino, para desprender el hollín o las cáscaras producto de la combustión que se impregnan en el mismo. Otro método consiste en utilizar una flama de gas propano o una flama suave oxiacetilénica, para eliminar la suciedad impregnada en el tubo protector, la cerámica de la sonda y el electrodo positivo del sensor. El calor al que está expuesta una superficie donde haya hollín o cáscaras producto de la combustión, desprende estos residuos suavemente, lo que deja un sensor limpio y libre de impurezas.

3.11 SENSOR DE REVOLUCIONES DEL MOTOR

En un sistema EFI, la información de la posición del cigüeñal de un motor, es utilizada por la ECU como referencia de la posición de cada uno de los pistones y de las válvulas durante su funcionamiento. Esta información es muy importante, pues de ello depende que la ECU detecte que el cigüeñal está girando y en qué posición se encuentra en cada momento. Si el cigüeñal gira, la ECU debe dosificar combustible y generar la señal para el encendido, en sincronía con los procesos de admisión, compresión, explosión y escape. La función del sensor es generar una señal proporcional al movimiento del cigüeñal.

Es importante que usted sepa que cuando falla la señal del sensor de posición del cigüeñal, la ECU no ejecuta ninguna acción de dosificación ni de encendido. En los sistemas EFI, la señal del sensor de posición de cigüeñal, se utiliza, para el cálculo de las revoluciones del motor. Por esta razón al sensor de posición del cigüeñal se le conoce como sensor de las RPM del motor.

3.1.1.1 DEFINICIÓN DEL SENSOR DE REVOLUCIONES DEL MOTOR

.....

El sensor de posición del cigüeñal, es el sensor que detecta el ángulo de giro del cigüeñal de un motor. El sensor de posición de cigüeñal, puede ser de proceso inductivo, efecto Hall o de proceso óptico. La señal proporcional al ángulo de giro del cigüeñal que el sensor envía a la ECU, depende del tipo de sensor.

El sensor inductivo genera una señal senoidal, (corriente alterna), que las tarjetas electrónicas (la ECU o el módulo de encendido) convierten en señales digitales.

El sensor de efecto Hall y el sensor de proceso óptico, desarrolla una señal digital a través de conectar a tierra digitalmente un voltaje de referencia que envía la ECU al sensor, normalmente este voltaje de referencia es de 5 voltios, tanto en el Hall como en el Óptico.

3.1.1.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DE REVOLUCIONES DEL MOTOR

.....

Existen tres tipos de sensores de posición del cigüeñal: **de efecto Hall, de proceso óptico e Inductivo**. Es importante que usted sepa que, para los motores provistos con un distribuidor, el sensor de posición de cigüeñal, está dispuesto dentro del distribuidor de alto voltaje (en algunos modelos

Europeos que tienen distribuidor de alto voltaje, el sensor va en el cobertor del volante de la caja de velocidades y en algunos asiáticos y norteamericanos, este sensor se encuentra junto a la polea del cigüeñal o también en el eje levas).

Para los motores que no tienen distribuidor de alto voltaje, sistemas de encendido directo denominados EDIS y DIS, el sensor de posición del cigüeñal está acoplado mecánicamente a los siguientes elementos:

- En el eje de levas (los tipos inductivo, óptico y Hall).
- En el frente al eje cigüeñal, cerca de la polea frontal del motor (generalmente solo los inductivos o Hall)
- En la parte posterior del cigüeñal, frente al volante (generalmente sólo el inductivo).
- En el centro del block del motor, de forma similar a un bulbo de aceite (generalmente los sensores tipo inductivo y Hall).
- En el frente del engranaje de la punta del eje cigüeñal que mueve a la faja dentada del tiempo (generalmente los sensores tipo inductivo y Hall).

Los sensores de efecto Hall van acoplados al eje de levas, en forma similar a un distribuidor de alto voltaje y algunas veces al block del motor.

Los sensores de proceso óptico van acoplados al eje de levas, en forma similar al distribuidor de alto voltaje.

Las características de los sensores de posición del cigüeñal son las siguientes:

A. Características del sensor de rpm de proceso inductivo

El generador de señales de proceso inductivo para las revoluciones del motor, está compuesto de:

- 1) Una bobina de inducción con **dos conexiones** que tiene un valor de resistencia, de acuerdo a la cantidad de espiras o longitud del material conductor del que fue fabricada, por lo que es necesario verificar los valores del fabricante, que en algunos casos puede encontrarse en el rango de 120 a 180 Ω en algunos modelos asiáticos y entre 800 Ω y 1.4 K Ω en algunos europeos
- 2) Una imán permanente que es parte del núcleo central de la bobina y que junto con los conductores, es un elemento fundamental para la generación de corrientes alternas.
- 3) Un reluctor es una pieza metálica diseñada para la generación de la señal que tiene el fin último en el proceso inductivo, de controlar el campo magnético del imán permanente.

B. Funcionamiento del sensor de rpm de proceso inductivo

Todo sensor inductivo está compuesto por una bobina captadora, un imán permanente y un reluctor, elementos que de manera conjunta, desarrollan el proceso inductivo que tiene como resultado la generación de una corriente alterna, ya que cuando el engranaje circular ferromagnético (reluctor) rota frente al sensor, este produce un voltaje en la bobina, que es proporcional a la variación periódica del flujo magnético. Un patrón uniforme de los dientes, produce una curva de voltaje senoidal (voltaje de corriente alterna).

En todo proceso inductivo, la amplitud del voltaje generado es proporcional a la velocidad de giro (RPM del reluctor).

La forma del reluctor y las dimensiones de sus dientes, son factores importantes en la determinación de la amplitud de la señal. Los entrehierros de aire son de 0.8 a 1.5 mm. El intervalo entre los dientes debe ser igual al doble o al triple del tamaño del entrehierro, para poder detectarse sin dificultad.

El punto de referencia del PMS del cilindro uno, es obtenido por la omisión de un diente o por la reducción de la distancia entre los dientes.

C. Características del sensor de efecto hall

El generador de señales tipo de efecto Hall para las revoluciones del motor, está compuesto por:

- 1) Un chip de efecto Hall, acompañado de una tarjeta electrónica generadora de una señal digital con **tres conexiones**.
- 2) Un imán permanente que es necesario para que se realice el efecto Hall, ya que sin el campo magnético esto no es posible.
- 3) Un reluctor, es un rotor de hojas de lámina que funcionan como obturadoras del campo magnético (cortinas y ventanas) entre el imán permanente y el chip de efecto Hall. El número de hojas de lámina es igual al número de cilindros que tiene el motor.

D. Funcionamiento del sensor de rpm de efecto hall

El funcionamiento del sensor de RPM de efecto Hall se fundamenta en la utilización de un voltaje generado a través del efecto Hall, que es procesado en una tarjeta electrónica, que da como producto la señal de RPM, al aterrizar digitalmente un voltaje de referencia que proporciona la ECU.

El sensor de RPM de efecto Hall, es un dispositivo electrónico capaz de conectar digitalmente a tierra, la señal que proviene del módulo de encendido o de la ECU.

El imán provee al chip del sensor, de un campo magnético permanente, perpendicular al chip. Cuando el campo magnético alcanza al chip, en este se genera un pequeño voltaje, que luego, cuando una de las hojas obturadoras (ventana) del rotor pasa frente al imán permanente, se interrumpe el campo magnético que llega al chip de efecto Hall y

el voltaje en el chip desaparece. La señal digital que se está generando en el chip Hall es procesada para generar la señal de RPM.

La posición de cada ventana, corresponde al punto muerto superior de cada cilindro del motor.

Con la pulsación del voltaje generado en el chip de efecto Hall al girar el rotor de hojas de lámina obturadoras de campo magnético, el chip es capaz de conectar digitalmente a tierra, un voltaje de referencia que envía el módulo de encendido o la ECU, que normalmente es de 5 voltios.

El módulo de encendido o la ECU utilizan esta variación de la señal que envían al sensor de efecto Hall, como referencia del momento en el que cada cilindro del motor alcanza su PMS, de esta forma la unidad de control electrónico tiene la información de la posición exacta del cigüeñal. La señal que se genera en el sensor de efecto Hall, por lo general tiene una amplitud de 5 voltios y por ser digital, es un ciclo de 5 y 0 voltios, ya que se conecta a tierra digitalmente. En algunas pocas marcas de módulo, estos valores pueden ser de 12 voltios.

A medida que la hoja del obturador entra por el espacio de aire, se bloquea el campo magnético alrededor del chip de efecto Hall, provocando que la señal de voltaje que envía el módulo de encendido o la ECU, caiga a cero. Cuando no hay ninguna hoja obturadora entre el chip y el imán, la señal vuelve a su valor inicial. En base a la señal pulsante que se genera en el sensor de efecto Hall, la ECU actúa y controla el funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica de combustible.

E. Características del sensor de proceso óptico

El generador de señales de proceso óptico para las revoluciones del motor, está compuesto de:

- 1) Una tarjeta electrónica de **cuatro conexiones** que incluye diodos emisores de luz (LED del inglés Light Emitting Diode) y diodos detectores

de luz (Fotodiodos), razón por la cual recibe el nombre de “sensor óptico”.

- 2) Un disco ranurado (ventanas) diseñadas por el fabricante para la generación de la señal, este disco tiene la función de interrumpir la recepción de luz emitida por los LED a los fotodiodos, este proceso en todos los sensores ópticos proporciona dos señales, la de RPM del motor y la de TDC, las cuales son utilizadas para controlar el pulso de inyección, el tiempo de encendido, el avance de la chispa de encendido y otras estrategias de operación establecidas, en los diferentes automóviles.

F. Funcionamiento del sensor de rpm de proceso óptico

La función principal del LED es emitir luz y eso sucede cuando se polariza en sentido directo,. La función más importante del fotodiodo es que cuando está polarizado en sentido directo, no conduce corriente hasta que recibe la luz emitida por el LED.

Quien se encarga de que el fotodiodo reciba la luz es un disco ranurado que se instala entre el Led y el fotodiodo.

El disco ranurado se instala para que la luz que emite el LED, ilumine al fotodiodo únicamente cuando está una ranura frente a él y el LED.

En algunos sistemas ópticos el número de ranuras del disco es igual al número de cilindros, la apertura de la ranura del cilindro número uno por lo general es más larga, con el fin de sincronizar la señal que envía a la unidad de control electrónico. En otros modelos de módulos como el de Mitsubishi, el disco tiene una ranura más grande para identificar el cilindro uno.

En los Nissan además de las ranuras que identifican a cada uno de los cilindros del motor, se utilizan otro gran número de ranuras, para indicar las revoluciones por minuto del motor.

La señal del sensor de proceso óptico depende del movimiento del disco ranurado, que está dispuesto en el eje del distribuidor de alto voltaje. La posición de las aperturas del disco es proporcional a la posición del cigüeñal, el punto de referencia para el tiempo de encendido de cualquier cilindro, es una de las aperturas del disco ranurado. Las señales que genera el sensor óptico es una secuencia de pulsos cuadrados, que varían de 0 a 5 voltios.

G. Simbología y diagrama de conexiones de los sensores de rpm del motor

Es muy importante que usted que se está iniciando el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil, memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor de revoluciones del motor y asimismo, adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando el código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del sensor de RPM, analice la siguiente información:

- 1) Los tipos de sensores de revoluciones del motor, son sensores electrónicos que se fundamentan en la generación de una señal, a través de diferentes procesos: **El inductivo**, maneja un proceso de inducción para generar una señal de corriente alterna. **El Hall** desarrolla un proceso de efecto Hall para generar una señal digital con un ciclo cuadrado. **El óptico** desarrolla un proceso óptico para generar una señal digital, que al igual que el Hall crea un ciclo cuadrado. Independientemente del tipo de sensor, todas las señales poseen una frecuencia, amplitud y período determinados.
- 2) Los sensores de RPM se pueden localizar en varias partes del motor: **El de proceso Inductivo y Efecto Hall** se encuentran en los

distribuidores del alto voltaje de encendido, en la parte delantera o trasera del eje cigüeñal o en la parte delantera o trasera del eje de levas. **El de Proceso Óptico**, se puede ubicar en los distribuidores de alto voltaje de encendido y en la parte delantera del eje de levas.

- 3) El sensor de RPM de acuerdo a la estrategia de la generación de la señal, viene en tres versiones: de Proceso Inductivo, de efecto Hall y de proceso Óptico.
- 4) El sensor de RPM de acuerdo a la señal generada viene en dos versiones: con señal sinusoidal de corriente alterna (el inductivo) y con señal digital (el Hall y el Óptico).
- 5) El sensor de RPM de acuerdo al número de conexiones viene en tres versiones: de dos conexiones el inductivo, de tres conexiones el Hall y de cuatro conexiones el Óptico.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación del sensor, es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema de inyección al que le está realizando una inspección y mantenimiento, por lo que a continuación se le presentan tres diagramas donde intervienen los sensores de RPM, aislados del diagrama general.

El diagrama siguiente (Figura 3.71) es el diagrama más común de un sensor de RPM de proceso inductivo de dos conexiones: la entrada y la salida de una bobina captadora, donde se genera inductivamente una señal de corriente alterna. Este tipo de sensor puede venir en muchos sistemas de inyección electrónica, como el sensor de revoluciones del motor o como el sensor del unto muerto superior de los cilindros. En el siguiente diagrama se utiliza un sensor de RPM, que también hace el papel de sensor de TDC (punto muerto superior de cilindros).

En la figura 3.71 se observa la nomenclatura Toyota, consulte el significado de cada una de las nomenclaturas en el manual del fabricante.

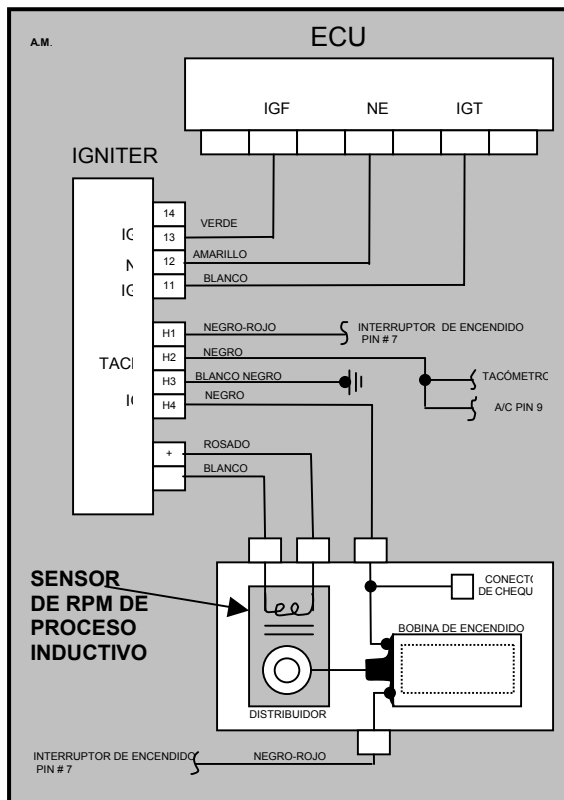


Figura 3.64
Diagrama de conexiones del sensor de RPM
De Proceso Inductivo, Dos conexiones
Toyota Van/Wagon

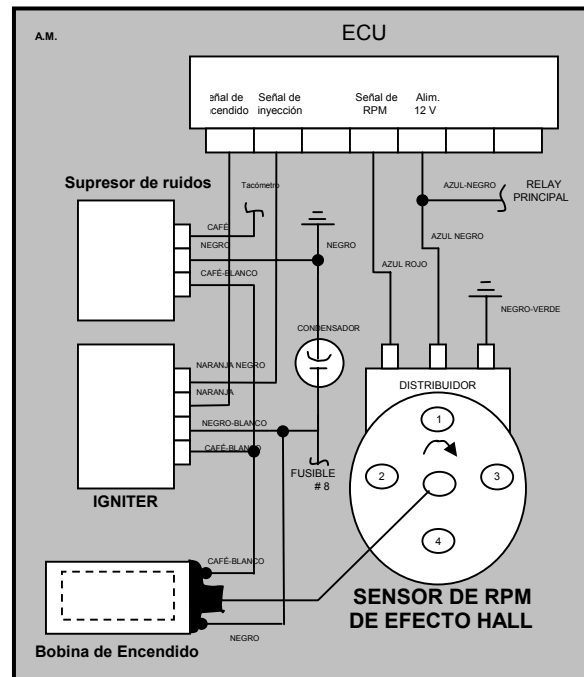


Figura 3.72
Diagrama de conexiones del sensor de RPM
De Efecto Hall, Tres conexiones
Suzuki Samurai

El diagrama de la figura 3.72, es uno de los diagramas más comunes de un sensor de RPM de Efecto Hall de tres conexiones: La conexión de la alimentación positiva de la tarjeta Hall, la conexión de la alimentación negativa de la tarjeta Hall, y la conexión del voltaje de referencia que se convierte en la señal Hall, que se expresa como una señal digital cuadrada, son las tres conexiones básicas de este tipo de sensor.

Este tipo de sensor puede venir en muchos sistemas de inyección electrónica, como el sensor de revoluciones del motor o en algunos casos, como el sensor de punto muerto superior de cilindros.

A continuación se presenta el diagrama del sensor de RPM de proceso Óptico (figura 3.73) en este diagrama extraído del diagrama general de inyección electrónica de combustible, se puede observar el sensor que normalmente se encuentra dentro del distribuidor de alto voltaje y posee como se mencionó anteriormente, cuatro conexiones: La conexión de la alimentación positiva que normalmente es de 12 voltios, la conexión de la alimentación negativa que es una tierra, la conexión de la señal digital de RPM y la conexión de la señal digital de TDC, ambas señales de este sensor de proceso óptico siempre son enviadas a la ECU.

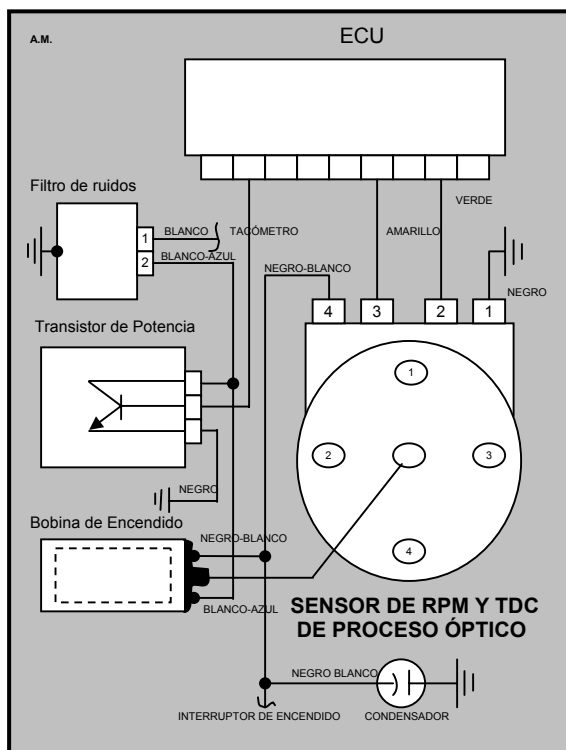


Figura 3.73
 Diagrama de conexiones del sensor de RPM
 De Proceso Óptico, Cuatro conexiones
 Hyundai Excel

3.11.3 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SENSOR DE RPM DEL MOTOR

El sensor de RPM es un sensor que viene en tres versiones, el inductivo que es un sensor electromecánico y los sensores Hall y óptico, que son electrónicos, los cuales requieren solamente de una limpieza física, e inspección de los valores de la señal, para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos de los sensores de RPM, se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad y humedad provocadas por el medio ambiente donde trabajan.

Cuando se les realiza inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a los sensores de RPM, es importante que tome en cuenta y haga lo siguiente:

- 1) **Revise el estado del conector del sensor**, que normalmente requiere ajuste y limpieza de pines pues está expuesto a la humedad.
- 2) **Revise los ejes** que dan movimiento de giro a los reluctores o discos, ya que pueden sufrir desalineación.
- 3) **Identifique las conexiones del sensor**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal, se minimizan los tiempos y se facilitan los procedimientos.
- 4) **Obtenga los valores de la señal dadas por el fabricante** (si existieran) ya que con la ayuda del manual se tienen presentes los valores, estos sirven para el análisis comparativo.
- 5) **Verifique los voltajes de alimentación y referencia, y las tierras de los sensores**, (óptico y Hall) estos son parámetros iniciales para el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier sensor.
- 6) **Verifique los valores de resistencia del sensor** (solo en el inductivo) ya que estos valores proporcionan parámetros de su estado.
- 7) **Verifique que los voltajes de la señal estén bajo especificaciones del fabricante**. Teniendo los valores del fabricante solamente realice un análisis comparativo con los valores obtenidos para que se le facilite el diagnóstico.
- 8) **La limpieza a los sensores de RPM** se puede realizar utilizando un aerosol limpia contactos, el cual se le aplica tanto al cuerpo del sensor como a sus conexiones.

3.12 EL SENSOR DE VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

Este dispositivo detecta la velocidad del automóvil. La señal del sensor se utiliza principalmente para el control de la marcha en ralentí, la relación de aire / combustible durante la aceleración y desaceleración, la velocidad de cruceo (cruise control), el control de la transmisión automática y en algunos casos, desactiva el ventilador cuando el automóvil viaja a cierta velocidad.

3.12.1 DEFINICIÓN DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

El sensor de velocidad, es un sensor que envía una señal a la ECU, proporcional a la velocidad del automóvil. Si el sensor es de tipo inductivo, genera una señal senoidal, si es de efecto Hall conectará la señal que le envía la ECU digitalmente a tierra.

3.12.2 CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

El sensor de velocidad puede ser un generador de señales de proceso inductivo o algunas veces, de efecto Hall. El sensor de tipo inductivo es el más común y genera una señal senoidal.

El sensor inductivo o Hall pueden estar montados en la caja de velocidades o en el cable del velocímetro.

El generador de señales de proceso inductivo para censar la velocidad del automóvil, es similar al generador de señales de RPM del motor y está compuesto por:

- Una bobina de inducción con **dos conexiones**, que tiene un valor de resistencia que varía, de acuerdo a la cantidad de espiras o longitud del material conductor del que fue fabricada, por lo que es necesario verificar los valores de los fabricantes. En algunos casos, el valor de la resistencia puede encontrarse en el rango de 120 a 1.4 K Ω .
- Una imán permanente, que es parte del núcleo central de la bobina y que junto con los conductores es un elemento fundamental para la generación de corrientes alternas.
- Un reluctor, pieza metálica diseñada de acuerdo a las disposiciones del fabricante para la generación de la señal, que tiene el fin último en este proceso inductivo, controlar el campo magnético del imán permanente.

A. Funcionamiento del sensor de velocidad del automóvil

Todo sensor de velocidades del automóvil, funciona exactamente igual que cualquier sensor de revoluciones de RPM, la diferencia estriba en el lugar donde están colocados.

En todo proceso inductivo la amplitud del voltaje generado, es proporcional a la velocidad de giro del eje de salida de las cajas de velocidades.

La forma del reluctor y las dimensiones de sus dientes, son factores importantes en la determinación de la amplitud de la señal.

3.12.3 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

El funcionamiento de cada tipo de sensor de velocidad, es similar a los sensores de revoluciones del motor

El sensor inductivo o Hall están localizados en la caja de velocidades o montados en el cable del velocímetro. El eje central del sensor gira cuando el automóvil comienza a moverse. A partir de ese momento, genera una señal senoidal o digital, proporcional a la velocidad del automóvil.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LOS SENSORES DE VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

Es muy importante que usted que se está iniciando el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor de velocidad y asimismo, adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando el código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del sensor de velocidad del automóvil, analice la siguiente información:

- 1) Los tipos de sensores de velocidad del automóvil, son sensores electrónicos que se fundamentan en la generación de una señal, a través de diferentes procesos: **El inductivo** maneja un proceso de inducción para generar una señal de corriente alterna con un ciclo senoidal. **El Hall**, desarrolla un proceso de efecto Hall para generar una señal digital con un ciclo cuadrado. Ambas señales con una frecuencia, amplitud y período determinados.
- 2) Los sensores de velocidad del automóvil se pueden localizar en varias partes del automóvil, como el eje de salida de las cajas de cambios de velocidades, y en el sistema del odómetro o cuenta kilómetros
- 3) El sensor de velocidad del automóvil de acuerdo a la estrategia de la generación de la señal, viene en dos versiones: de Proceso Inductivo y de efecto Hall.

- 4) El sensor de velocidad del automóvil de acuerdo a la señal generada, viene en dos versiones: con señal senoidal de corriente alterna (el inductivo) y con señal digital (el Hall).
- 5) El sensor de velocidad del automóvil de acuerdo al número de conexiones viene en dos versiones: inductivo de dos conexiones y Hall de tres conexiones.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación del sensor es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema al que se le está realizando inspección y mantenimiento, por lo que a continuación se le presentan dos diagramas donde intervienen los sensores de velocidad del automóvil, aislados del diagrama general.

El diagrama siguiente (figura 3.74) es un diagrama del sensor de proceso inductivo para pensar la velocidad del automóvil y es una bobina captadora de dos conexiones.

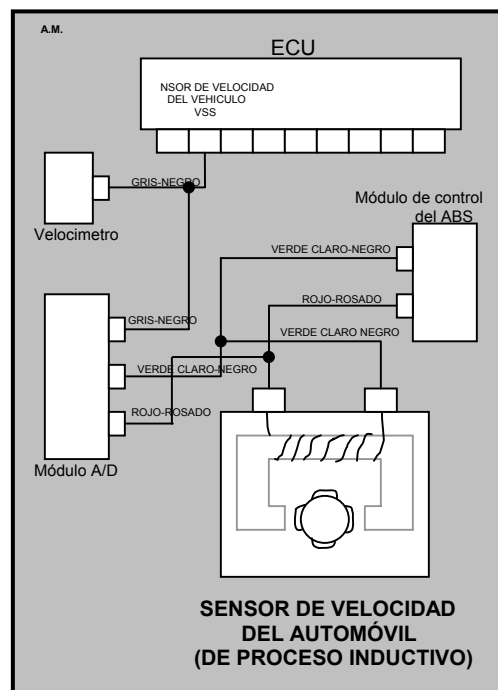


Figura 3.74

Diagrama de conexiones del sensor de Velocidad Del Automóvil de Proceso inductivo de Dos conexiones Ford Ranger 2.3L

Este sensor tiene dos conexiones de una bobina captadora, donde se genera inductivamente una señal de corriente alterna. Este tipo de sensor puede venir en muchos sistemas de inyección electrónica, en los sistemas de frenos ABS o en cajas automáticas, proporcionando los datos de la velocidad del automóvil, normalmente va instalado en el eje de salida de la caja de cambios. En el diagrama figura 3.74 el sensor de velocidad del automóvil comparte su señal con el módulo de ABS y la envía también a un módulo AD, que tiene la finalidad de convertir las señales análogas a digitales, las que luego son enviadas a la ECU y al tablero de instrumentos, para que funcione el velocímetro y cuenta kilómetros.

El diagrama siguiente (figura 3.75) es un diagrama del sensor de efecto Hall para censar la velocidad del automóvil, la característica de todos los sensores Hall son tres conexiones: una para la alimentación positiva que puede ser de 12 voltios, otra para la alimentación negativa (tierra) y la tercera conexión es la señal digital de la velocidad del automóvil. Este sensor de la velocidad del automóvil, normalmente también va instalado en el eje de salida de la caja de cambios de velocidades.

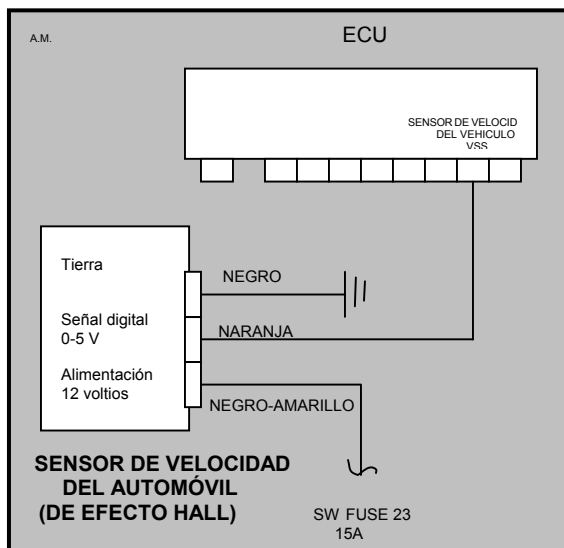


Figura 3.75

Diagrama de conexiones del sensor de Velocidad del Automóvil de efecto Hall de tres conexiones Honda Prelude 2.3 L

Este sensor tiene tres conexiones de un chip Hall, donde se genera digitalmente una señal. La ECU pone en esta conexión con código de color naranja, 5 voltios, para que el sensor los aterrice digitalmente, de acuerdo a las revoluciones del eje de salida de la caja de cambios de velocidades.

B. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

El sensor de velocidad del automóvil es un sensor que viene en dos versiones, el inductivo que es un sensor electromecánico y el sensor Hall que es electrónico. A ambos sensores requieren solamente limpieza física, e inspección de los valores de la señal para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos de los sensores de velocidad del automóvil, se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad provocada por el ambiente donde trabajan.

Cuando se les realiza inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a los sensores de velocidad del automóvil, es importante que tome en cuenta y haga lo siguiente:

- 1) **Revise el estado del conector del sensor**, que normalmente requiere ajuste y limpieza de pines pues esta expuesto a la humedad.
- 2) **Identifique las conexiones del sensor**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal se minimizan tiempos y se facilitan procedimientos.
- 3) **Obtenga los valores de la señal dadas por el fabricante** (si existieran), ya que con la ayuda del manual se tienen presentes los valores, estos sirven para el análisis comparativo.

- 4) **Verifique los voltajes de alimentación y referencia, y las tierras de los sensores**, (en el Hall) estos son parámetros iniciales para el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier sensor.
- 5) **Verifique de los valores de resistencia del sensor** (sólo en el inductivo), ya que estos valores proporcionan parámetros de su estado.
- 6) **Verifique que los voltajes de la señal estén bajo especificaciones del fabricante**. Teniendo los valores del fabricante, solamente realice un análisis comparativo con los valores obtenidos para que se le facilite el diagnóstico.
- 7) **La limpieza a los sensores de velocidad del automóvil** se pueden realizar utilizando un aerosol limpia contactos, el cual se le aplica tanto al cuerpo del sensor, como a sus conexiones.

3.13 SENSORES DE CARGAS AUXILIARES AL MOTOR

Los sensores de las cargas auxiliares al motor, le informan a la ECU que se agregará carga extra al eje cigüeñal del motor, y que es necesario suministrar una mezcla extra de aire combustible, para que no decaigan las revoluciones del motor. La ECU al recibir la información de estos sensores, en su estrategia de control de marcha en ralentí no permite que el motor desmaye (baje sus revoluciones), cuando se emplean accesorios movidos por el eje cigüeñal como los sistemas de aire acondicionado, asistencia hidráulica para la dirección, carga para el sistema eléctrico y transmisiones automáticas.

El control de las revoluciones en ralentí a través de la información de los sensores de cargas auxiliares, se desarrolla por medio del control de aire adicional

a la admisión y el incremento de combustible; todo ello depende de las cargas que se le apliquen al motor.

3.13.1 DEFINICIÓN DE LOS SENSORES DE LAS CARGAS AUXILIARES DEL MOTOR

Los sensores de las cargas auxiliares del motor, son interruptores que informan a la ECU que una carga extra será aplicada al eje cigüeñal. Los sensores de las cargas auxiliares son: sensor de Park/Neutral en los módulos equipados con transmisión automática: sensor de activación de aire acondicionado A/C, sensor de la dirección asistida hidráulicamente (power steering sw) y sensor de las cargas eléctricas.

3.13.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DE LAS CARGAS AUXILIARES DEL MOTOR

Los tipos y características de cada uno de los sensores de las cargas auxiliares del motor, son las siguientes:

- A. **Sensor de las cargas eléctricas:** la señal de carga eléctrica proviene por lo general, de cada interruptor de activación de sistemas eléctricos del automóvil que consumen bastante carga, las luces y el ventilador de enfriamiento, por ejemplo.

Cuando los sistemas consumen bastante carga, obligan al alternador a suministrar esta carga extra, oponiendo más resistencia al giro torsional y por tanto, aplicando una fuerza contraria al giro del cigüeñal del motor.

Cuando la ECU recibe la señal de las cargas eléctricas, incrementa la marcha en ralentí con la finalidad de que el motor no se apague, mientras estén conectadas las cargas eléctricas.

Algunos sistemas poseen una unidad electrónica fuera de la ECU que recolecta las señales de las cargas eléctricas, posteriormente le envía una señal digital a la ECU, indicando la activación de la carga o cargas en turno (figura 3.76).

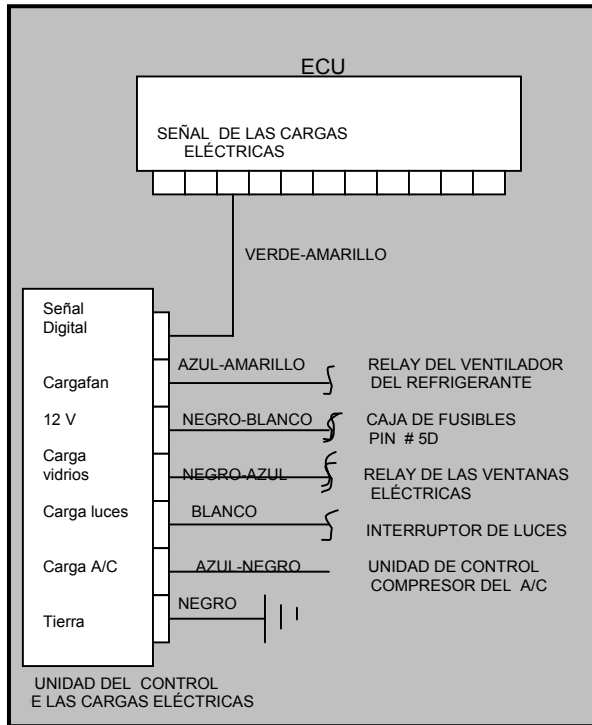


Figura 3.76
Diagrama de conexiones
Unidad de control de las Cargas Eléctricas
Mazda 626 2.2 L

B. Sensor de las cargas de la dirección hidráulica: El sensor de las cargas de la dirección hidráulica es un interruptor de presión, que está dispuesto en la línea de fluido hidráulico del sistema de dirección.

El power steering sw (interruptor de la dirección asistida hidráulicamente) se activa cuando la presión del fluido de la dirección aumenta. La presión del fluido de la dirección aumenta cuando se gira el timón y es máxima cuando se llega a los límites del giro, especialmente al momento de estacionar el automóvil.

Cuando la presión del fluido de la dirección aumenta, la bomba de la dirección hidráulica opone más resistencia al giro, causándole una carga extra al cigüeñal del motor y disminuyendo su velocidad, con tendencia a apagarse. Cuando la ECU recibe esta señal, incrementa la marcha en ralentí del motor. (figura 3.77).

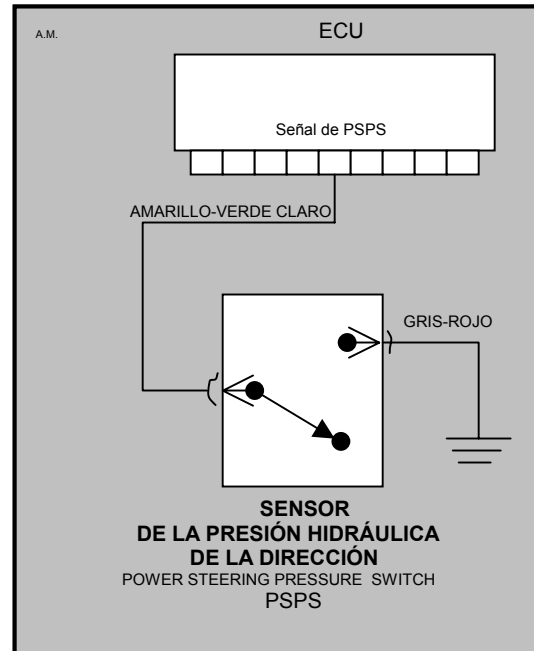


Figura 3.77
Diagrama de conexiones
Sensor de la Carga Hidráulica de la Dirección
Ford Ranger 2.3 L

C. Sensor de la carga del aire acondicionado:

La señal del sensor de la carga del aire acondicionado informa a la ECU que el compresor del A/C está activado y debe incrementar las revoluciones del motor, para evitar que este se apague. La señal de A/C puede provenir del interruptor de activación del A/C, del interruptor de presión de gas del A/C o del relé del sistema del A/C .

A continuación se le presenta un diagrama de un sensor de la presión neumática del aire acondicionado (figura 3.78). Se puede observar en este diagrama, que el sensor es un potenciómetro produce una señal analógica que es

enviada a la ECU para tener información del trabajo del sistema de aire acondicionado, para poder así ejecutar las estrategias programadas del control de la marcha en ralentí.

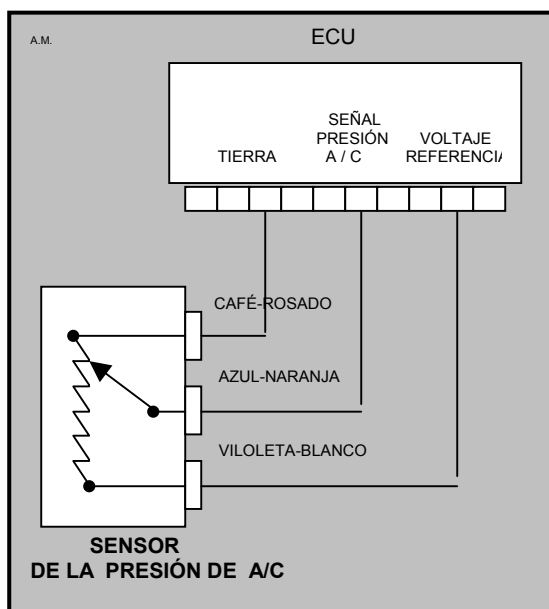


Figura 3.78
Diagrama de conexiones
Sensor de la Carga del Aire Acondicionado
Volvo 850 2.4 L

Existe otro tipo de sensores más simples para censar el funcionamiento del A/C, pero en circuitos más complejos.

A continuación (figura 3.79) se presenta un sensor de dos conexiones que es un interruptor simple; que cierra un circuito enviando un voltaje a un módulo amplificador de la señal del aire acondicionado, en este caso este sensor es digital.

En el diagrama de la figura 3.79 se puede observar que el circuito de A/C se complica, ya que este tipo de automóvil utiliza un módulo electrónico específico, que requiere censar la temperatura del circuito neumático del A/C. Los

relés del ventilador del motor de combustión y el ventilador del A/C, están en un mismo circuito y no se encuentran en el diagrama presentado, así como los interruptores, luces de avisos, control de los ventiladores de condensación y enfriamiento del gas de A/C, etc., este sistema es un circuito completo fuera del sistema de inyección.

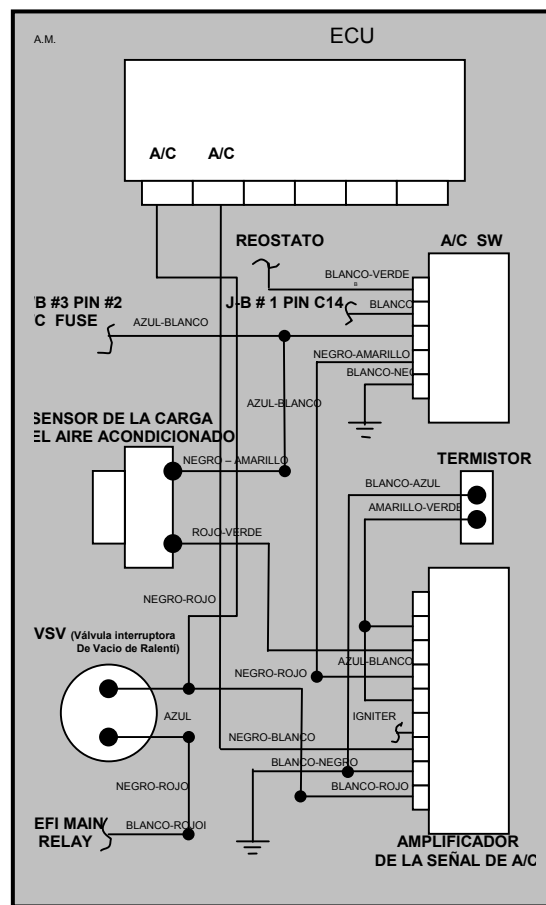


Figura 3.79
Diagrama de conexiones
Sensor de la Carga del Aire Acondicionado
Toyota 4Runner V6

Se observa en este diagrama (figura 3.79) que la ECU de EFI solamente recibe dos conexiones de A/C, una es la señal de entrada de carga de A/C, y la otra es salida, para gobernar la VSV (válvula interruptora de vacío) que eleva las revoluciones de ralentí al activar el aire acondicionado.

D. Sensor de las cargas de la transmisión automática: El sensor de la carga de la transmisión automática está dispuesto en la caja de velocidades. Es un interruptor que normalmente cierra un circuito solo con Parking y neutral. Cuando está cerrado el sensor envía una señal de masa a la ECU. Cuando se conecta una velocidad, (R, D, 2, L,) el interruptor abre la señal, en ese momento la ECU incrementa las RPM de la marcha en ralentí para compensar la carga de la transmisión cuando el automóvil está inmóvil, evitando que se apague. Figura 3.80

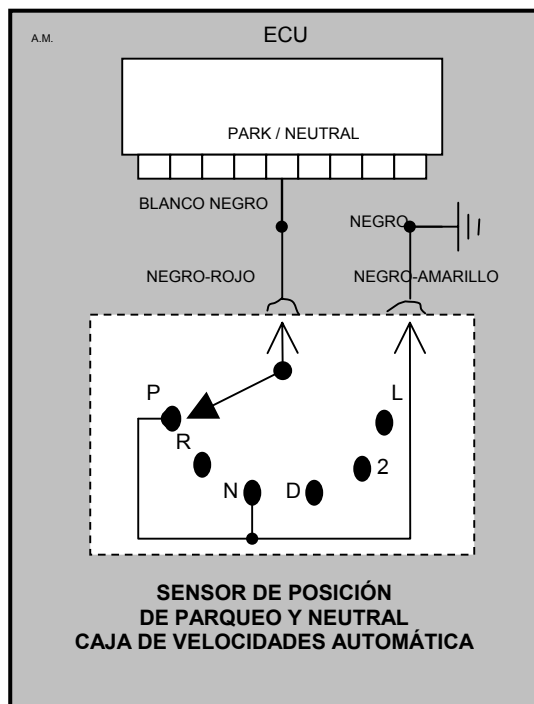


Figura 3.80
 Diagrama de conexiones
 Sensor de la Carga de la transmisión automática
 Mitsubishi 3000GT 3.0 L

3.13.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE LAS CARGAS AUXILIARES DEL MOTOR

El funcionamiento de todos los sensores de las cargas auxiliares del motor es similar. Su operación consiste en abrir o cerrar circuitos si son interruptores (digitales), o variar un voltaje de referencia que proviene de la ECU para crear una señal (análoga) indicando en que momento están activadas las cargas y la variación de las mismas. (Observe el diagrama de conexiones). Su diferencia es en la ubicación y niveles de voltaje que manejan, según el diseño del fabricante de los sistemas auxiliares.

A. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO A LOS SENSORES DE CARGAS AUXILIARES

Los sensores de cargas auxiliares al motor son sensores que vienen en varias modalidades: interruptores o potenciómetros, los cuales requieren solamente limpieza física e inspección de los valores de la señal para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos a los sensores de las cargas auxiliares se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad y humedad provocada por el ambiente donde trabajan.

Cuando se le aplica inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a los sensores de las cargas auxiliares al motor, es importante tomar en cuenta y recordar:

- 1) **La Revisión del estado del conector del sensor**, que normalmente requiere ajuste y limpieza de pines pues esta expuesto a la humedad.

- 2) **La identificación de las conexiones del sensor**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal se minimizan tiempos y se facilitan procedimientos.
- 3) **El reconocimiento de los valores de la señal dadas por el fabricante**, (si existieran), ya que con la ayuda del manual se tienen presentes los valores, estos sirven para el análisis comparativo. Los sensores de cargas normalmente tienen señales de contacto abierto o contacto cerrado.
- 4) **Verificar los voltajes de alimentación o referencia, y las tierras de los sensores**, estos son parámetros iniciales para el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier sensor, y en este caso de los sensores de las cargas auxiliares el potenciómetro si tiene voltaje de referencia y tierra.
- 5) **La verificación de los valores de resistencia del sensor**, en el potenciómetro se verifica una resistencia variable y en el interruptor continuidad ya que estos valores nos dan parámetros de su estado
- 6) **Verificar que los voltajes de la señal estén bajo especificaciones del fabricante**. (si existieran) Teniendo los valores del fabricante solamente realice un análisis comparativo con los valores obtenidos y vera que se le facilitara el diagnóstico
- 7) **La limpieza de los sensores de las cargas auxiliares al motor** se puede realizar utilizando un aerosol limpia contactos, el cual se le aplica tanto al cuerpo del sensor como a sus conexiones.

3.14 EL SENSOR BAROMÉTRICO

El sensor de presión barométrica (baro) convierte la presión atmosférica en una señal de voltaje. La ECU utiliza esta señal para saber a que altitud está funcionando el motor del automóvil.

Con la información de la señal barométrica, la ECU ajusta la duración del pulso de inyección y el adelanto de la chispa necesarios para un buen funcionamiento. La importancia del baro se incrementa cuando el automóvil es utilizado en altitudes muy por encima del nivel del mar.

La presión del ambiente genera el peso del aire que está sobre el punto de medición. Esto significa que a mayores altitudes, el peso del aire es menor y la presión atmosférica también. Cuando la presión atmosférica es menor, el aire es menos denso. Si usted se sitúa al nivel del mar, tendrá sobre usted una gran cantidad de aire encima, por tanto, a bajas altitudes la presión atmosférica es mayor y el aire es más denso. Una experiencia significativa de esto es que cuando se viaja en un automóvil carburado, y está haciendo un recorrido por el altiplano de Guatemala, notará que el automóvil aparentemente pierde potencia, pero si viaja por la autopista a puerto Quetzal, notará un incremento de potencia. Estas diferencias son debidas a la presión del ambiente. En el altiplano, la cantidad de aire que está sobre el automóvil es menor que la cantidad de aire que está en la autopista del puerto Quetzal. Esto significa que a mayor peso de la cantidad de aire, se llenan con mayor facilidad las cámaras de los cilindros del motor, dando como resultado el incremento de la potencia. En algunos modelos el baro está dentro de la ECU.

3.14.1 DEFINICIÓN DEL SENSOR BAROMÉTRICO

.....

Sensor que genera una señal de frecuencia o un voltaje proporcional al cambio de la presión atmosférica a la que se encuentra el automóvil.

3.14.2 CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR BAROMÉTRICO

.....

Las características del sensor barométrico son similares a las del sensor MAP. Los baro tienen 3 conexiones. En los baro, la ECU suministra un voltaje de referencia de 5 voltios y su respectiva masa. La tercera conexión es la señal en voltaje de la presión atmosférica.

3.14.3 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR BAROMÉTRICO

.....

Su operación es similar al del MAP. La única diferencia es que, el baro está directamente al medio ambiente, mientras que el MAP, se conecta al múltiple de admisión.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LOS SENSORES BAROMÉTRICOS DEL VEHICULO

Es muy importante que usted que esta iniciando el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil se memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubica el sensor barométrico, así mismo tenga la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones a través del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del sensor barométrico analice la siguiente información:

- 1) Los tipos de sensores barométricos, son sensores electrónicos que se fundamentan en la generación de una señal digital o análoga a través del cambio de altitud, es decir cambio de la presión atmosférica.
- 2) Los sensores barométricos se pueden localizar en 3 partes del automóvil, una en la pared del compartimiento del motor, (Honda), otros compartiendo sitio con los sensores de temperatura del aire y sensor del flujo de aire (Mitsubishi), y otros que lo tienen dentro de la ECU.
- 3) El sensor barométrico de acuerdo a la señal generada viene en dos versiones: con señal digital y con señal análoga.
- 4) El sensor barométrico de acuerdo al número de conexiones viene en una sola versión: sensor de tres conexiones.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación del sensor es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema al que le esta realizando inspección y mantenimiento, por lo que a continuación le presenta un diagrama donde interviene el sensor de velocidad del automóvil aislados del diagrama general.

El diagrama siguiente figura 3.81 es un diagrama del sensor barométrico para censar la altitud donde se encuentra el automóvil y es una tarjeta de estado sólido de tres conexiones.

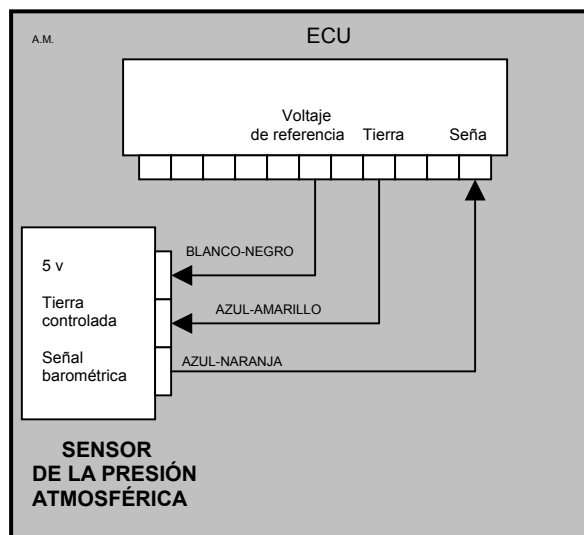


Figura 3.81
Diagrama de conexiones
Sensor de la Presión atmosférica
Mazda 323 1989

B. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO AL SENSOR BAROMÉTRICO

El sensor barométrico es un sensor similar al MAP, el cual requiere solamente limpieza física, e inspección de los valores de la señal para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos a los sensores barométricos, se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad y humedad provocada por el ambiente donde trabajan.

Cuando se le aplica inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a los sensores barométricos es importante tomar en cuenta y recordar:

- 1) **La Revisión del estado del conector del sensor**, que normalmente requiere ajuste y limpieza de pines pues esta expuesto a la suciedad y humedad.

- 2) **La identificación de las conexiones del sensor**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal se minimizan tiempos y se facilitan procedimientos.
- 3) **El reconocimiento de los valores de la señal dados por el fabricante**, (si existieran), ya que con la ayuda del manual se tienen presentes los valores, estos sirven para el análisis comparativo. Este tipo de sensor se verifica cambiando de altitud, lo que no tan fácilmente se puede hacer en corto tiempo.
- 4) **Verificar los voltajes de alimentación y referencia, y las tierras de los sensores**, estos son parámetros iniciales para el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier sensor.
- 5) **Verificar que los voltajes de la señal estén bajo especificaciones del fabricante**. Teniendo los valores del fabricante solamente realice un análisis comparativo con los valores obtenidos y vera que se le facilitara el diagnóstico.
- 6) **La limpieza a los sensores de altitud** se puede realizar utilizando un aerosol limpia contactos, el cual se le aplica sus conexiones eléctricas.

3.15 EL SENSOR DE DETONACIÓN DEL MOTOR

Un golpeteo excesivo puede ser la causa del deterioro o destrucción de un motor. El sensor de detonación o golpeteo en conjunto con la ECU, ayudan a prevenir el deterioro del motor.

El sensor de detonación es un elemento piezoeléctrico que está instalado en el block del motor. El sensor, convierte la vibración provocada por el golpeteo del motor, en una señal eléctrica

proporcional a la intensidad de la vibración del golpeteo. La ECU en base a esta señal, retarda el avance de la chispa para disminuir la vibración del golpeteo y así, evitar daños al motor.

La ECU juzga si se producen golpeteos en el motor, midiendo si la tensión de la señal del sensor, está por encima de cierto nivel de tensión. Cuando la ECU juzga que se están produciendo golpeteos en el motor, retarda la distribución del encendido, al cabo de cierto tiempo prefijado.

La función del sensor de golpeteo es similar a la función de lazo cerrado del sensor de oxígeno con el sistema de inyección. La señal del sensor de golpeteo es utilizada como una señal de control de lazo cerrado para el sistema de encendido, en lo que refiere al avance de la chispa.

3.15.1 DEFINICIÓN DEL SENSOR DE DETONACIÓN DEL MOTOR

El sensor de detonación, es un elemento piezoeléctrico que genera una señal proporcional al nivel de detonación en los cilindros del motor.

3.15.2 CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE DETONACIÓN DEL MOTOR

Las características del sensor de detonación es que está fabricado a base de un elemento piezoeléctrico. Un elemento piezoeléctrico, es el elemento capaz de generar una señal eléctrica proporcional a las vibraciones mecánicas que se le aplican, cuando se deforma por los golpeteos que se producen en el block del motor.

El sensor es similar a un micrófono que se encarga de transmitir a la ECU, únicamente las frecuencias de ruido, debidas a los golpeteos por malas combustión o combustiones fuera de tiempo. (figura 3.82)

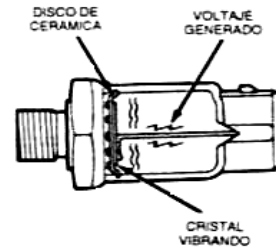


Figura 3.82
Sensor de detonación

3.15.3 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE DETONACIÓN DEL MOTOR

El sensor de detonación del motor, es el encargado de escuchar los golpeteos del block del motor, debidos a mala combustión o pre ignición dentro de los cilindros del block de un motor.

El sensor de detonación emite una señal que es proporcional a la frecuencia de los golpeteos del motor. Puesto que el motor efectúa golpeteos a una frecuencia aproximadamente de 7 Kilo Hertz, la salida de tensión del sensor de golpeteo estará en su nivel más alto, a una frecuencia de unos 7 Kilo Hertz.

La señal que genera el sensor, se utiliza como retroalimentación del control del avance de la chispa (y del sistema de turbo alimentación, si el automóvil está equipado con turbo).

La ECU no utiliza la información del sensor de detonación del motor en el control del pulso de inyección, en el control de ralentí, y el control de las emisiones

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LOS SENSORES DE DETONACIÓN DEL MOTOR

Es muy importante que usted que está iniciando el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil se memorice en cada una de las marcas de automóviles

que utilizan sensor de detonación, el lugar exacto donde se ubica, así mismo tenga la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones a través del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del sensor de detonación del motor analice la siguiente información:

- 1) Los tipos de sensores de detonación del motor, son sensores electrónicos que se fundamentan en la creación de una señal a través de generar un voltaje de corriente directa por medio de un piezo eléctrico con un ciclo, con frecuencia, amplitud y periodo.
- 2) Los sensores de detonación del motor se localizan en el bloque de cilindros.
- 3) El sensor de detonación del motor, de acuerdo a la característica del motor (motor en línea o en V), viene en dos versiones: de un solo sensor para el motor en línea, y de dos sensores para el motor en V.
- 4) El sensor de detonación del motor de acuerdo a la señal generada viene en una sola versión: con señal de un voltaje de corriente directa.
- 5) El sensor de detonación del motor de acuerdo al número de conexiones viene en dos versiones: de una y dos conexiones.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación del sensor es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema al que le esta realizando inspección y mantenimiento, por lo que a continuación le presentamos tres diagramas donde intervienen los sensores de detonación del motor aislados del diagrama General. Sensor de una conexión figura 3.83. Sensor de 2 conexiones figura 3.84, y diagrama con dos sensores figura 3.85.

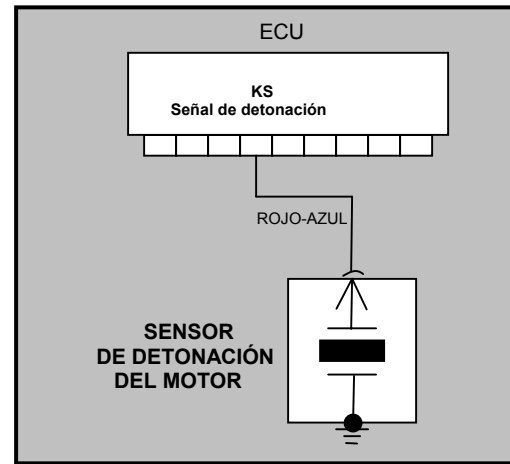


Figura 3.83
 Diagrama de conexiones
 Sensor de detonación (Knock sensor)
 una conexión Honda Prelude 2.3 L

El diagrama anterior figura 3.83, presenta un sensor de detonación de una conexión, este sensor tiene su tierra al cuerpo del sensor y la toma de la masa del bloque de cilindros. La conexión de la señal detonación la envía a la ECU.

El siguiente sensor de detonación del diagrama de la figura 3.84, presente un sensor de detonación de dos conexiones, ambas conexiones van a la ECU, una es tierra controlada por la ECU, y la otra la conexión de la señal.

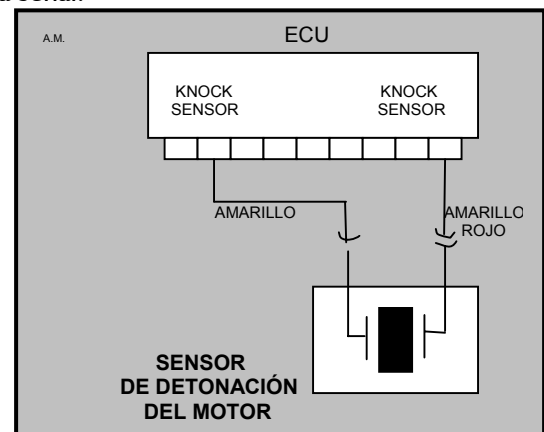


Figura 3.84
 Diagrama de conexiones
 Sensor de detonación (Knock sensor)
 Dos conexiones Ford Ranger 2.3 L

El sensor de detonación de dos conexiones figura 3.84 posee una tierra controlada por la computadora, es la conexión que se encarga de introducir el sensor a la red de alimentación eléctrica del sistema, la otra conexión es la que traslada la señal de detonación del motor a la ECU.

Seguidamente se presenta un diagrama de conexiones figura 3.85 de un sistema con dos sensores de detonación de un motor de seis cilindros en V.

Estos sensores figura 3.85 tienen la finalidad por separado de censar las detonaciones que se suscitan en el bloque de cilindros en V en diferente lugar.

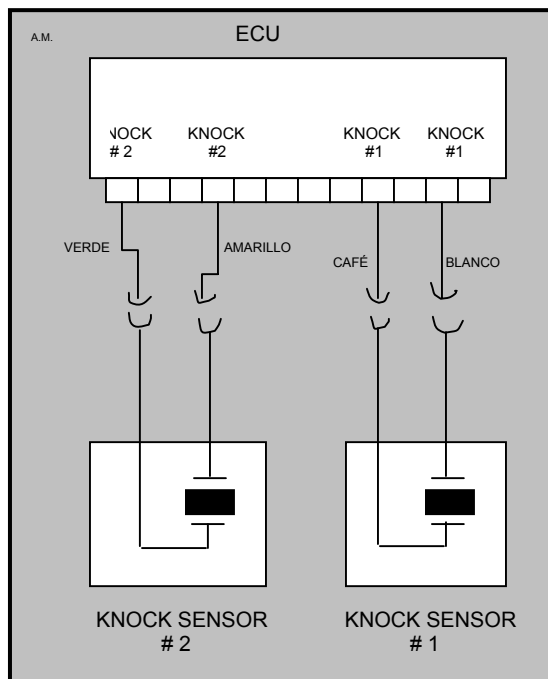


Figura 3.85
 Diagrama de conexiones
 Dos Sensores de detonación (Knock sensor)
 AUDI 90 2.8 L

B. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO AL SENSOR DE DETONACIÓN DEL MOTOR

El sensor de detonación del motor es un sensor que viene en dos versiones, el de una conexión y el de dos conexiones, los cuales requieren solamente limpieza física, e inspección de los valores de la señal para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos a los sensores de detonación del motor se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad y humedad provocada por el ambiente donde trabajan.

Cuando se le aplica inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a los sensores de detonación es importante tomar en cuenta y recordar:

- 1) **La Revisión del estado del conector del sensor**, que normalmente requiere ajuste y limpieza de pines pues esta expuesto a la humedad y suciedad.
- 2) **La identificación de las conexiones del sensor**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal se minimizan tiempos y se facilitan procedimientos.
- 3) **El reconocimiento de los valores de la señal dadas por el fabricante**, (si existieran), ya que con la ayuda del manual se tienen presentes los valores, estos sirven para el análisis comparativo.
- 4) **Verificar que los voltajes de la señal estén bajo especificaciones del fabricante**. Teniendo los valores del fabricante solamente realice un análisis comparativo con los valores obtenidos y vera que se le facilitara el diagnóstico

- 5) La limpieza a los sensores de detonación del motor se puede realizar utilizando un aerosol limpia contactos, el cual se le aplica tanto a la sonda del sensor como a sus conexiones.

IDENTIFICAR Y DAR MANTENIMIENTO A LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

3.16 LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN (INYECTORES)

El sistema EFI utiliza válvulas de inyección para dosificar la cantidad de combustible necesaria para el funcionamiento de un motor. Estos inyectores son activados eléctricamente por la ECU.

3.16.1 DEFINICIÓN DE VÁLVULAS DE INYECCIÓN (INYECTORES)

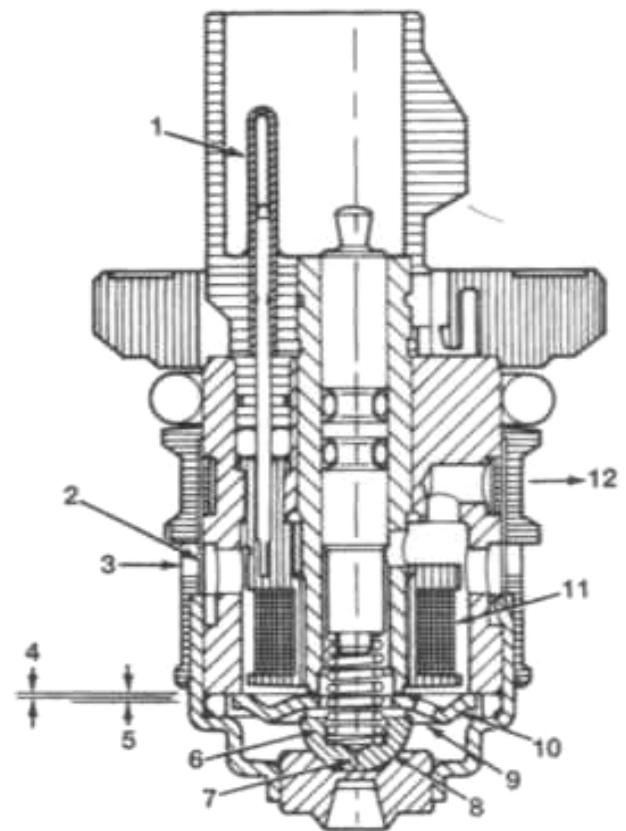
Las válvulas inyectoras de combustible, son dispositivos electromagnéticos controlados por la ECU, cuya función es entregar el combustible pulverizado a los cilindros del motor, en base a la frecuencia y tiempo de inyección, que la ECU calcula para cada rango de funcionamiento del motor.

3.16.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN

Existen muchos tipos de inyectores, pero se pueden dividir en base a su construcción y a la ubicación que tengan en el sistema EFI, catalogándolos como inyectores del sistema mono punto (TBI) o multipunto (MPI).

A. Válvula de inyección TBI

El inyector del sistema TBI se muestra en la figura 3.86.



1. Conector eléctrico, 2. Filtro de 50 micrones, 3. Entrada del combustible, 4. Tapa para el aire, 5. Carrera, 6. Válvula de tipo bola, 7. Tobera de inyección, 8. Asiento de la válvula, 9. Diafragma, 10. Armadura, 11. Bobina, 12. Salida del combustible a retorno.

Figura 3.86
Inyector del sistema TBI

Es un dispositivo electromagnético que contiene un Solenoide, que está instalado en el cuerpo de la válvula de mariposa, de allí su nombre: inyección en el cuerpo de la válvula, siglas en inglés de TBI (Throttle Body Inyección).

Un solenoide es una bobina electromagnética con un núcleo cilíndrico, donde, en un inyector, está alojada la aguja o válvula de inyección.

Cuando la ECU energiza la bobina a través del transistor de potencia, el núcleo es magnetizado y hala la válvula de inyección hacia arriba, moviendo la aguja de su asiento. En ese momento, el combustible es inyectado al múltiple de admisión, a través de la tobera del inyector.

B. Válvula de inyección MPI

El inyector del sistema MPI se muestra en la figura 3.87.

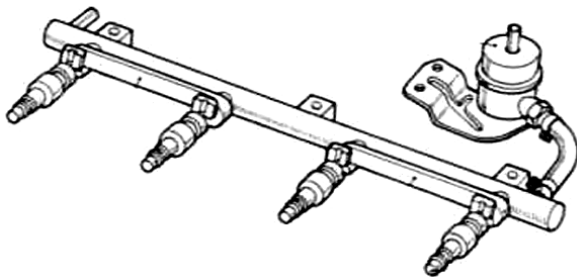


Figura 3.87
Inyector del sistema MPI

Al igual que el inyector del sistema TBI, el inyector del sistema MPI, es una válvula electromagnética que inyecta combustible, de acuerdo a una alimentación digital que le envía la ECU.

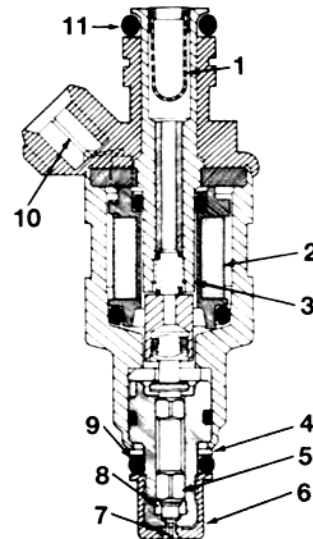
Los inyectores están instalados con un aislador en el múltiple de admisión o en la culata de los cilindros del MCI, frente a los orificios de admisión. Están asegurados por un tubo de suministro.

En los dos tipos de inyectores, la forma del asiento de la válvula puede ser cónica o esférica (de bola). Aunque los dos tipos de inyectores funcionan en la

misma forma, existen dos diferencias. La primera es la manera en la que ingresa el combustible. En el tipo TBI, el combustible entra alrededor del inyector. En el tipo multipunto, el combustible ingresa por la parte superior de la válvula. La segunda diferencia es el caudal de combustible que cada inyector maneja. El inyector TBI alimenta varios cilindros a la vez. El caudal es mayor que en un inyector del sistema MPI, que alimenta únicamente a un cilindro.

1.16.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN

Cuando el inyector recibe una alimentación digital procedente de la ECU, la bobina solenoide del inyector tira del émbolo, en contraposición a la tensión del resorte. Puesto que la válvula de agujas y el émbolo forman una sola unidad, también se tira de la válvula desde su asiento. La inyección de combustible se efectúa digitalmente, de acuerdo a la frecuencia y tiempo de inyección, a continuación se presenta un inyector multi punto en corte (Figura 3.88).



1. Filtro de entrada, 2. Bobina, 3. Armadura, 4. Arandela, 5. Válvula de inyección, 6. Tapa protectora para la tobera, 7. Tobera de inyección, 8. Aguja de la Válvula, 9. Sello O-ring, para el múltiple de admisión 10. Conector eléctrico, 11. Sello O-ring para el riel de inyección.

Figura 3.88
Partes del inyector

El volumen del combustible es controlado por la duración de la alimentación digital (pulso de inyección).

Los inyectores pueden ser controlados por la ECU de dos formas. La primera y más común, es digitalizando la alimentación negativa, o sea el pulso de inyección es aterrizando a la válvula de inyección con un ciclo, una frecuencia, un período y una amplitud que es dependiente de la alimentación positiva que es proporcionada por un relé, en el momento de cerrar el interruptor de encendido o dar arranque.

La segunda forma es digitalizando la alimentación positiva (ejemplo Cherokee), en esta estrategia de inyección, a los inyectores se les provee de una masa fija y la ECU controla el pulso de inyección, suministrándole un voltaje digital con sus ciclos, su frecuencia, sus periodos y su amplitud.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN

Es muy importante que usted que se está iniciando en el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil, memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubican las válvulas de inyección y asimismo, adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación de las válvulas de inyección, analice la siguiente información:

- Las válvulas de inyección, son actuadores eléctricos que se fundamentan en los principios de las válvulas electromagnéticas (solenoides), que son alimentadas digitalmente, con su ciclo de trabajo, amplitud, periodo y frecuencia, dependientes de las revoluciones y temperatura del motor, la cantidad de aire que ingresa al

motor y otras informaciones proporcionadas por los demás sensores del sistema.

- Las válvulas de inyección se pueden localizar en varias partes del motor: En los sistemas TBI, en el cuerpo de la válvula de mariposa y en los sistemas MPI, en el múltiple de admisión del motor.
- Las válvulas de inyección de acuerdo a la estrategia de la alimentación digital, vienen en tres versiones: Inyección simultánea, inyección grupal, e inyección secuencial (Observe en la figura 3.89, el funcionamiento de los sistemas de inyección controlados electrónicamente)
- Las válvulas de inyección de acuerdo a la polaridad de la alimentación digital, vienen en dos versiones: con alimentación digital negativa, y con alimentación digital positiva.
- Las válvulas de inyección TBI de acuerdo al número de inyectores normalmente vienen en dos versiones, con un inyector en el cuerpo de la válvula o con dos inyectores en el cuerpo de la válvula.
- Las válvulas de acuerdo a su alimentación, pueden venir de voltaje normal o de bajo voltaje, las de voltaje normal no están acompañadas de resistores en serie, las de bajo voltaje sí.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación de las válvulas de inyección, es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema de inyección al que le esta realizando inspección y mantenimiento, por lo que a continuación le presentamos tres diagramas donde intervienen las válvulas de inyección, aislados del diagrama general.

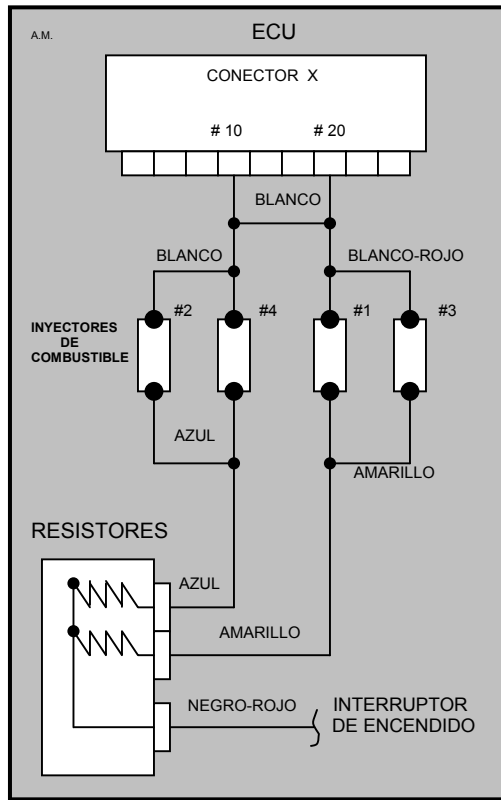


Figura 3.89
 Diagrama de conexiones
 Inyección simultánea
 Toyota Pickup & 4 Runner

La figura anterior es el diagrama de un circuito de inyección simultánea, que en sus inicios era grupal y que Toyota lo convirtió en simultánea en este motor, vea la unión entre el grupo de inyectores #10 y #20. Toyota utiliza esta nomenclatura para designar a los grupos de inyectores. En este circuito también se puede notar que los inyectores son de bajo voltaje, ya que tienen un banco de dos resistores en serie.

En la figura 3.90 se observa un diagrama de un banco de válvulas de inyección, en un circuito de inyección grupal, note que dos conexiones alimentan a los cuatro inyectores en grupos de dos.

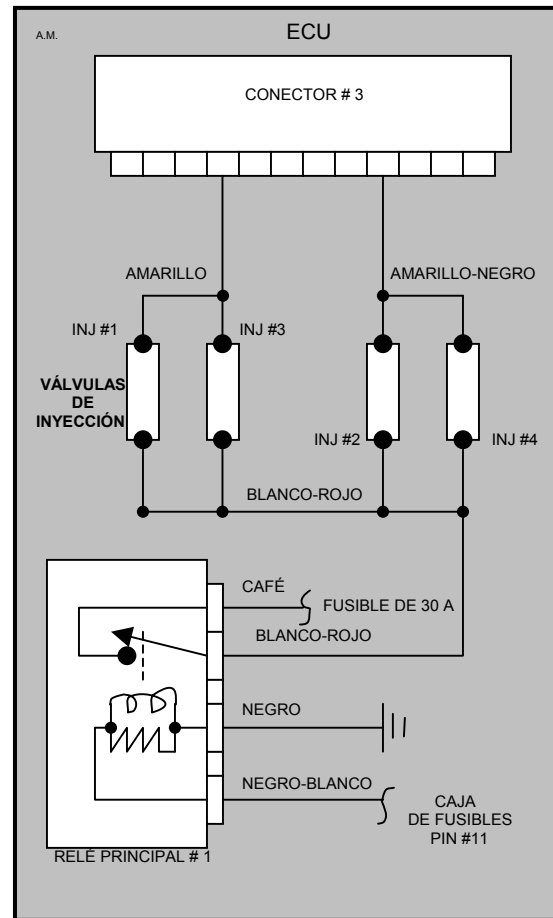


Figura 3.90
 Diagrama de conexiones
 Inyección grupal
 Toyota Pickup & 4 Runner

A continuación (figura 3.91) se presenta un circuito de inyección secuencial, es el circuito donde hay un orden de inyección; cada uno de los inyectores se activa por separado, note en el diagrama que cada una de las válvulas de inyección tiene su conexión propia de alimentación digital negativa.

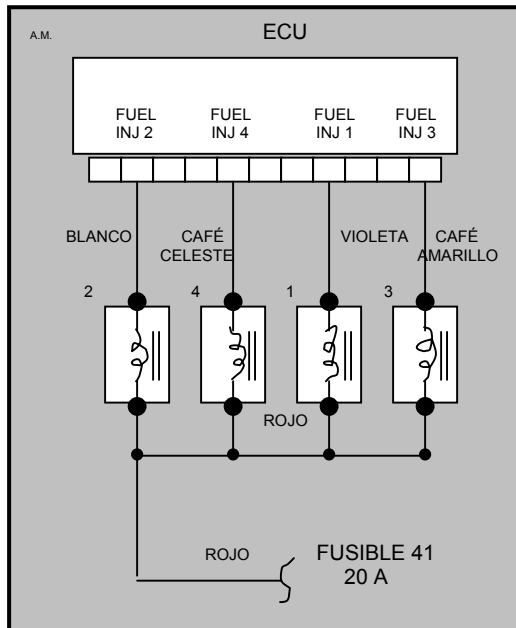


Figura 3.91
Diagrama de conexiones
Inyección secuencial
Ford Ranger 2.3 L

B. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

Las válvulas de inyección de combustible son electroválvulas con agujas que tienen toberas de inyección, las cuales requieren solamente de una limpieza física e inspección de los valores del caudal y forma de la inyección, para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos de las válvulas de inyección, se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad y humedad provocadas por el ambiente donde trabajan.

Cuando se les realiza una inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a los inyectores, es importante que tome en cuenta y haga lo siguiente:

- 1) **Revise el estado del conector del inyector**, que normalmente requiere de un ajuste y limpieza de pines, pues está expuesto a la humedad.
- 2) **Identifique las conexiones del sensor**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la señal, se minimizan los tiempos y se facilitan los procedimientos.
- 3) **Verifique los voltajes de alimentación y el pulso de inyección de los inyectores**, estos son parámetros iniciales para el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier sensor.
- 4) **Verifique los valores de resistencia de la bobina del inyector**, ya que estos valores proporcionan parámetros de su estado.
- 5) **Limpie los inyectores**, esto se puede realizar utilizando un líquido limpia inyectores, el cual se les puede aplicar estando montados o desmontados, con equipo especial, es todo un proceso de limpieza.

3.17 VÁLVULA DE CONTROL DE MARCHA EN RALENTÍ

El cambio de revoluciones del motor en el régimen de ralentí, depende de la temperatura del motor, la posición de la válvula de mariposa (cerrada totalmente) y las cargas auxiliares que se le apliquen al motor.

Durante la operación en ralentí, el número de revoluciones es muy importante. Las revoluciones en ralentí indicadas por la mayoría de fabricantes, deben estar en un rango de entre 950 y 1200 RPM, cuando el motor está frío y entre 750 y 950 RPM, cuando está a la temperatura de operación.

Un valor mayor o menor de las revoluciones, tiene efectos en el consumo de combustible y la manejabilidad. Por tanto, cuando un motor está frío o cuando se le aplican cargas como el ventilador de enfriamiento, aumento en la presión del fluido del timón hidráulico o se activa el A/C, por ejemplo, las revoluciones del motor bajan cuando esta en ralentí.

Estando en ralentí, si todas las cargas extras se aplican al mismo tiempo, las revoluciones del motor pueden decaer, hasta el punto en que el motor deje de funcionar. Para evitar esto, el sistema EFI está provisto de dispositivo que reestablece el nivel de revoluciones del motor, cuando esté en la fase de calentamiento y/o tenga todas las cargas aplicadas en el régimen de ralentí.

La válvula de control de marcha en ralentí, ejecuta un procedimiento de rescate del nivel de revoluciones del motor, en base a la estrategia de control de la marcha en ralentí, de un sistema EFI en particular.

3.17.1 DEFINICIÓN DE VÁLVULA DE CONTROL DE MARCHA EN RALENTÍ

.....

La válvula de control de ralentí, es un dispositivo que puede ser electromecánico y/o termomecánico. Su función es controlar la velocidad de marcha en vacío de un motor. El control de la velocidad en ralentí, lo realiza cambiando el volumen de aire que circula a través del desvío de la garganta del obturador o cambiando la posición de la mariposa del obturador, de acuerdo a las señales procedentes de la ECU.

3.17.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE MARCHA EN RALENTÍ

.....

Las válvulas de control de marcha en ralentí, se clasifican en base a la estrategia de control de la ECU. Los dos tipos de válvulas son: de control constante y de control sólo bajo carga.

A. Válvula de control constante para ralentí

Este tipo de válvula, controla la marcha en ralentí, en forma continua, durante todos los rangos de operación del motor. Por ejemplo, con el motor frío y con el motor bajo cualquier carga, auxilia manteniendo un rango de revoluciones adecuado, para la fase de calentamiento y para mantener al motor con revoluciones estables bajo cualquier carga. Esta válvula está trabajando constantemente, esperando incrementar cantidad de aire a la entrada de la admisión, cuando la ECU así lo requiera.

B. Válvula de control sólo bajo carga

Este tipo de válvula, controla la marcha en ralentí, únicamente cuando el motor se encuentra sólo bajo una carga auxiliar momentánea, es decir, entra a trabajar solamente cuando la ECU recibe la señal de que se activó una carga, por ejemplo durante la aplicación del timón hidráulico o aire acondicionado; la válvula no funciona en los momentos en los que no están activadas estas cargas.

Para la fase de calentamiento en estos motores que utilizan válvula de control de ralentí solo bajo carga, viene instalada una válvula de aire adicional, exclusiva para el control de ralentí en la fase de calentamiento, esta válvula para el aire adicional puede venir con accionamiento termo eléctrico o termo hidráulico.

3.17.3 FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE MARCHA EN RALENTÍ

.....

El funcionamiento de la válvula de control de marcha en ralentí es el siguiente:

Gracias a los sensores, la ECU está informada continuamente acerca de las revoluciones del motor, la posición de ralentí, la temperatura del motor y las cargas auxiliares del motor.

A través de la memoria PROM la ECU tiene grabada en su memoria, información de los valores de revoluciones a los cuales debe operar normalmente el motor durante el régimen de ralentí, para los distintos valores de temperatura del refrigerante (motor frío a temperatura de operación). La ECU se encarga de gobernar la válvula de control de marcha en ralentí, en base a la información de las RPM, posición del sensor TPS y temperatura del refrigerante del motor.

La ECU le ordena a la válvula de control que aumente o disminuya las RPM, dependiendo de si las cargas son o no aplicadas, o si el motor está en fase de calentamiento.

Todas las válvulas de control de marcha en ralentí son gobernadas eléctricamente. Las válvulas trabajan por medio de pequeños motores eléctricos de corriente continua, motores paso a paso (steppers) o electromagnéticamente. Es importante que sepa que la válvula electromagnética, aumenta la velocidad de ralentí en un valor constante, mientras que las que trabajan por medio de motores

eléctricos, tiene la capacidad de realizar un control variable de la marcha en ralentí.

Los motores paso a paso, poseen una válvula tuerca en un extremo de un tornillo sin fin, que se encuentra en el eje del rotor del motor eléctrico. Al girar el eje del motor, también lo hace el tornillo sin fin que en la punta tiene la válvula tuerca, la cual abre el paso de aire adicional, de acuerdo al movimiento rotativo del tornillo. Si este tornillo gira hacia la izquierda, disminuye el paso del aire y viceversa. A este tipo de válvula de control, se le denomina IAC (IAC del inglés Idle Air Control) control del aire de ralentí, ya que durante su funcionamiento modifica la cantidad de aire que entra al múltiple de admisión, para aumentar o disminuir la velocidad de ralentí.

Hay otro tipo de motores paso a paso con accionamiento externo: al hacer girar el tornillo en una dirección, este empuja la mariposa del obturador, para incrementar la velocidad en ralentí del motor. Si el motor gira en la otra dirección, regresa la mariposa del obturador a su posición original, disminuyendo la velocidad de ralentí. A este tipo de válvula de control de marcha se le denomina válvula ISC (ISC, del inglés Idle Speed Control, o control de la velocidad de ralentí).

Las válvulas electromagnéticas, son accionadas por medio de solenoides. Cuando la válvula es alimentada eléctricamente, deja pasar aire a través de un conducto y se retrae cuando deja de ser alimentada, regresando a su posición original por medio de un resorte.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LAS VÁLVULAS DEL CONTROL DE LA MARCHA EN RALENTÍ

Es muy importante que usted que se esta iniciando el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubican las

válvulas del control de la marcha en ralentí y asimismo, adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de sus conexiones, utilizando el código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación de las válvulas del control de la marcha en ralentí analice la siguiente información:

- Las válvulas del control bajo carga de la marcha en ralentí, son actuadores eléctricos, que se fundamentan en los principios de las válvulas electromagnéticas (solenoides) que son alimentadas digitalmente con su ciclo de trabajo, amplitud, periodo y frecuencia, dependientes de las cargas auxiliares al motor.

- Las válvulas del control constante de la marcha en ralentí son motores eléctricos paso a paso, que se fundamentan en los principios eléctricos de cambio de giro por cambio de polaridad o doble bobina y que son alimentadas digitalmente con su ciclo de trabajo, amplitud, periodo y frecuencia, dependientes de las revoluciones, temperatura del motor y otras informaciones proporcionadas por los demás sensores del sistema, como los que censan las cargas auxiliares al motor.

- Las válvulas del control de la marcha en ralentí normalmente se pueden localizar en una posición cercana a la válvula de mariposa, ya que estas válvulas tienen la finalidad de pasar aire filtrado a la cámara de admisión, recuerde que la válvula de mariposa es el elemento que divide la cámara atmosférica de la cámara de vacío.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación de las válvulas de inyección, es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema de inyección al que le esta realizando inspección y mantenimiento, por lo que a continuación se le presentan cuatro diagramas donde intervienen las válvulas del control de la marcha en ralentí, aislados del diagrama general.

El siguiente diagrama (figura 3.92) representa a la válvula del control de la marcha en ralentí más simple, utilizada en algunos sistemas de inyección electrónica de combustible. Esta válvula de dos conexiones con una sola bobina, es un solenoide alimentado digitalmente por la ECU.

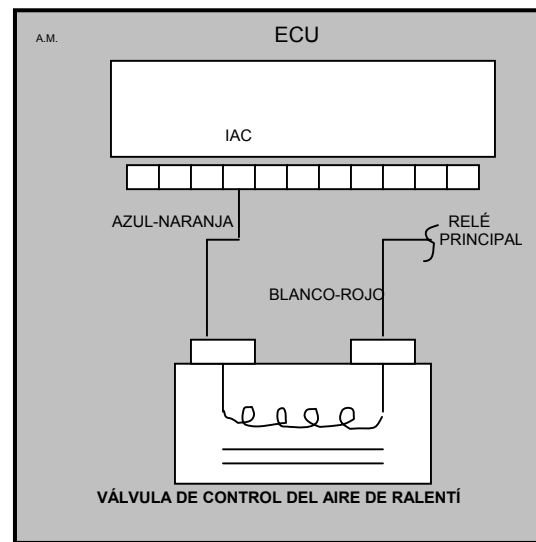


Figura 3.92
 Diagrama de conexiones
 Válvula de control de la marcha en ralentí
 Mazda Protege 1.6 L & 1.8 L

A continuación (figura 3.93) se presenta un diagrama con una válvula para el control de la marcha en ralentí con tres conexiones y dos bobinas, este tipo de válvula es un motor paso a paso de trabajo constante, ambas bobinas tienen la finalidad del cambio de giro para la abertura y cierre rápido de la válvula.

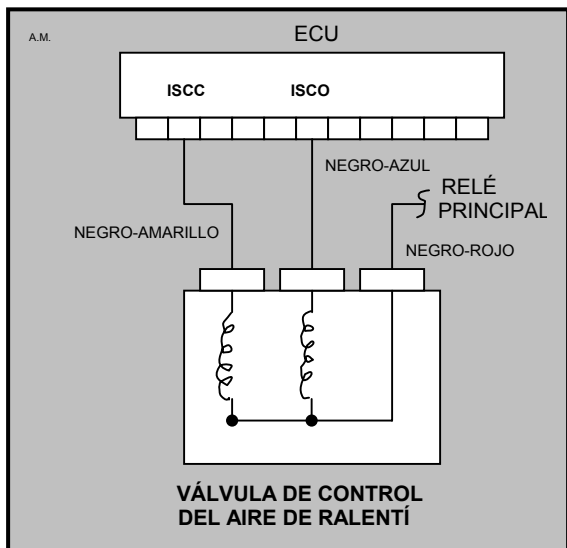


Figura 3.93
Diagrama de conexiones
Válvula de control de la marcha en ralentí
Toyota RAV4 2.0 L

A continuación (figura 3.94) se presenta un diagrama con una válvula para el control de la marcha en ralentí con cuatro conexiones y dos bobinas, este tipo de válvula también es un motor paso a paso de trabajo constante, las dos bobinas tienen la finalidad del cambio de giro para la abertura y cierre rápido de la válvula.

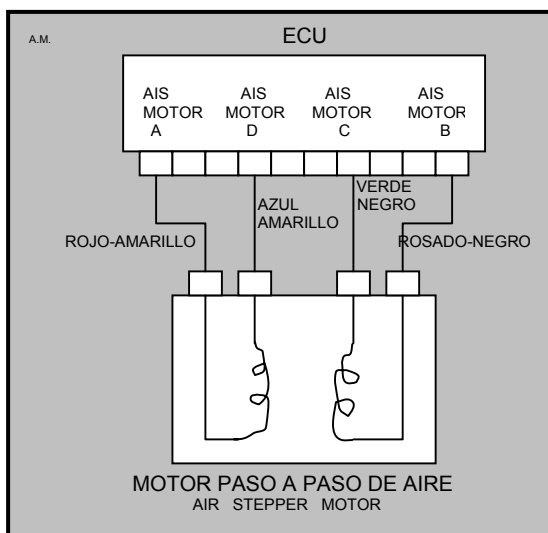


Figura 3.94
Diagrama de conexiones
Válvula de control de la marcha en ralentí
Jeep Cherokee 4.0 L

La nomenclatura Jeep (Figura 3.94), designa a las conexiones de la válvula del control de la marcha de ralentí como motor **AIS** (siglas en inglés de **Air Idle Stepper motor**), motor paso a paso del aire de ralentí.

La figura 3.95 representa una de las válvulas del control de la marcha en ralentí más complejas, ya que posee cuatro bobinas para el control constante del paso de aire, para la marcha en ralentí.

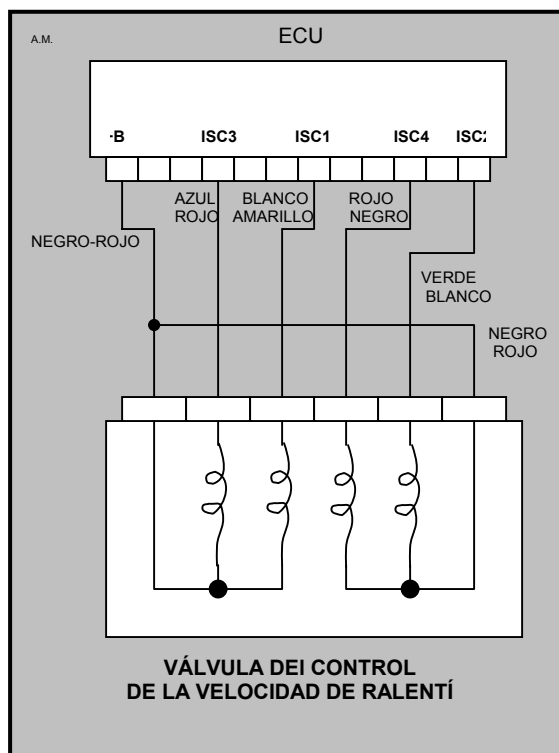


Figura 3.95
Diagrama de conexiones
Válvula de control de la marcha en ralentí
Toyota Supra 7M-GTE

La nomenclatura Toyota designa a las conexiones de la válvula del control de la marcha de ralentí como "valve **ISC**" (siglas en inglés de **Idle Speed Control**, control de la velocidad de ralentí).

B. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO A LAS VÁLVULAS DEL CONTROL DE LA MARCHA EN RALENTÍ

Las válvulas del control de la marcha en ralentí son electro válvulas o motores paso a paso, los cuales requieren solamente de una limpieza física e inspección de los valores de sus bobinas, para corroborar su estado.

Las inspecciones y los mantenimientos de las válvulas del control de la marcha de ralentí, se deben realizar para prevenir que se deteriore con agentes como suciedad y vapores de aceite, provocados por el medio ambiente donde trabajan, ya que estas válvulas están directamente conectadas a la admisión, cerca donde se traslada la ventilación positiva del Cárter, lo que contamina a la válvula.

Cuando se les realiza inspección y mantenimiento o un proceso de diagnóstico a las válvulas, es importante que tome en cuenta y haga lo siguiente:

- 1) **Revise el estado del conector de la válvula**, que normalmente requiere de ajuste y limpieza de pines, pues esta expuesto a la humedad y suciedad.
- 2) **Identifique las conexiones de la válvula**, ya que en el proceso de diagnóstico y verificación de valores de la alimentación, se minimizan los tiempos y se facilitan los procedimientos.
- 3) **Verifique los voltajes de alimentación y pulso de activación de la válvula**, estos son parámetros iniciales para el aseguramiento del buen funcionamiento de cualquier actuador.

4) **Verifique los valores de resistencia de las bobinas de la válvula**, ya que estos valores proporcionan parámetros de su estado.

5) **Limpie las válvulas**, esto se puede realizar utilizando un aerosol limpia carburadores, el cual se le puede aplicar estando desmontadas las válvulas.

3.18 VÁLVULA DE CONTROL DE LA RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR)

La recirculación de los gases de escape (EGR del inglés Exhaust Gas Recirculation, Recirculación de los Gases de Escape), es la técnica que se utiliza para reducir la formación de los óxidos de Nitrógeno NO_x .

La válvula de control de la recirculación de los gases, deja circular una pequeña cantidad de gases de escape hacia el múltiple de admisión, para que llegue hasta la cámara de combustión en los cilindros del motor. El ingreso de los gases de escape a la cámara de combustión, reduce la temperatura de la combustión. Es importante que usted sepa que cuando se tienen temperaturas muy elevadas por la combustión de la mezcla aire/combustible en el cilindro, se genera el gas tóxico NO_x . Por tanto, con la recirculación de los gases de escape se reduce la temperatura de la combustión, ya que los gases de escape no se queman con la mezcla aire combustible (gases inertes), reduciendo la temperatura dentro de los cilindros del motor. Si se reduce la temperatura, también se reduce la generación de NO_x .

3.18.1 DEFINICIÓN DE VÁLVULA DE CONTROL DE LA RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR)

La válvula de control de la recirculación de los gases EGR, es una válvula que permite el ingreso de una cantidad limitada de los gases de escape al múltiple de admisión, en base a una señal de control.

El control de la válvula de la recirculación de los gases, puede ser de tipo neumático (por vacío) o electrónico.

3.18.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE LA RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR)

Las válvulas de control de la recirculación de los gases de escape (EGR) se caracterizan por los componentes que poseen:

- ~ Diafragma de vacío
- ~ Resorte
- ~ Válvula de gases de escape
- ~ Cobertor de diafragma

3.18.3 FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE LA RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR)

El funcionamiento de la válvula EGR es el siguiente:

Durante la operación del motor en ralentí, la mariposa del obturador permanece cerrada. Cuando la mariposa está cerrada, por medio de un elemento de control, se cierra el paso de vacío que

activa la válvula EGR y el resorte empuja el diafragma, cerrando la válvula que controla el paso de los gases de escape.

Cuando la mariposa del obturador gira (presionando el pedal del acelerador), el mecanismo de control del vacío de activación de la EGR permite la comunicación del vacío, del múltiple de admisión al diafragma que activa la EGR. El vacío levanta el diafragma, venciendo la oposición del resorte, abriendo el paso de la válvula y por consiguiente, los gases de escape ingresan a la cámara de combustión, reduciendo la temperatura de los cilindros durante la combustión.

El elemento de control del vacío que activa la EGR, es una válvula electromagnética VSV (Vacuum Swish Valve, Válvula Interruptora de Vacío). Cuando esta válvula recibe una señal de la ECU, abre el paso del vacío del múltiple de admisión hacia la cámara del diafragma de la válvula EGR.

A. SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA EGR.

Es muy importante que usted que se está iniciando en el estudio de los sistemas electrónicos del automóvil memorice en cada una de las marcas de automóviles, el lugar exacto donde se ubican las válvulas del control de la recirculación de los gases de escape (EGR) y asimismo, adquiera la habilidad de identificar la función de cada una de las conexiones del circuito eléctrico a través del código de colores.

Para facilitar la interpretación de la simbología y diagramación del circuito EGR, analice la siguiente información:

- El sistema de la EGR, es un actuador neumático, que es gobernado eléctricamente por una válvula eléctrica interruptora de vacío, cuyo funcionamiento se fundamenta en los principios de las válvulas electromagnéticas (solenoides) y son

alimentadas digitalmente con su ciclo de trabajo, amplitud, periodo y frecuencia, dependientes de los requisitos como motor caliente y en desaceleración.

- Los sistemas EGR poseen válvulas moduladoras, válvulas eléctricas interruptoras de vacío y sensores de temperatura para los gases de escape.
- Las válvulas interruptoras de vacío para el control de la EGR normalmente, se pueden localizar en el compartimiento del motor.

Para facilitar la localización de conexiones y la identificación de las válvulas interruptoras de vacío para el control de la EGR, es necesario tener el diagrama de conexiones del sistema de inyección al que se le está realizando una inspección y mantenimiento, por lo que a continuación se le presenta un diagrama donde intervienen las VSV, para la EGR aisladas del diagrama general.

El siguiente diagrama (Figura 3.96) representa a la VSV del control de la EGR más simple, utilizada en algunos sistemas de inyección electrónica de combustible. Esta válvula de dos conexiones con una sola bobina, es un solenoide alimentado digitalmente por la ECU.

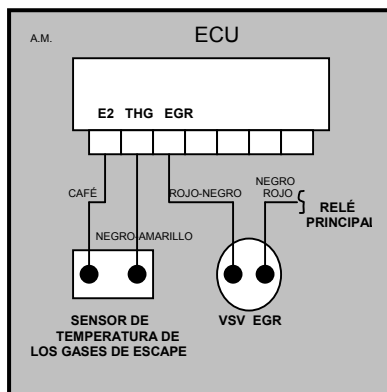


Figura 3.96
Diagrama de conexiones
Circuito eléctrico del control de la válvula de la EGR
Toyota Supra 7M-GTE

3.19 LAS ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

Un automóvil provisto de un sistema EFI debe ser capaz de obtener durante su funcionamiento, un bajo consumo de combustible, bajas emisiones tóxicas y buena potencia. A raíz de ello todos los sistemas de inyección electrónica de combustible poseen estrategias de operación, que facilitan el cumplimiento de estos fines.

Algunos sistemas tienen más capacidad que otros, dependiendo del fabricante y costo del automóvil.

Entre más completo el sistema, más fácil es determinar un problema específico en algún sub-sistema. El entender cuáles estrategias tiene cada marca o modelo de automóvil, le ayudará a ubicar el problema en algunos de sus sub-sistemas o componentes.

3.19.1 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

Las estrategias de operación de los sistemas de inyección, son todas las rutinas y acciones que ejecuta el sistema EFI, con el objetivo obtener buena respuesta de potencia, bajo consumo de combustible y bajas emisiones tóxicas, durante todos los rangos de operación de un motor.

No todos los sistemas de inyección electrónica de combustible poseen todas las estrategias que a continuación se detallan.

Se recomienda consultar el manual del fabricante, para determinar el funcionamiento y nomenclatura de cada una de las estrategias

A. Estrategia de arranque inicial del motor en frío o en caliente

Finalidad:

- Suplir el combustible necesario para el arranque inicial.
- Proporcionar al motor un eficiente arranque a todas las temperaturas.

En la mayoría de sistemas de inyección en el momento en el que el motor está en la fase de arranque, los inyectores son activados “asincrónicamente,” es decir que todos los inyectores son activados a la vez (inyección simultánea) y de una manera continua durante 2 o 3 segundos (tiempo de arranque)

Cuando un motor es puesto en marcha se notará un aumento de las RPM durante unos segundos, esto se debe al enriquecimiento de la mezcla tiene lugar en ese momento. En un motor carburado a veces es necesario activar el pedal del acelerador unas dos veces, antes de darle arranque para que encienda eficientemente, en uno inyectado lo realiza esta estrategia. Por ese motivo un motor inyectado nunca debe ser acelerado al iniciar el arranque, ya que lo único que se ocasiona es una sobrealimentación innecesaria de combustible.

Cuando el motor se pone en marcha estando frío, el sistema de dosificación de combustible debe suministrar una mezcla de aire/combustible adecuada para un arranque efectivo. El rango de la relación de aire y combustible debe variar desde 2 hasta 12 partes de aire, por una de combustible, dependiendo de la temperatura del refrigerante del motor.

La tecnología Ford maneja esta estrategia de la siguiente forma: cuando se cierra el interruptor de encendido, a la ECU le llega esta señal, en ese preciso momento pulsa los inyectores, a estos pulsos se les denomina pulsos primarios. Cuando el motor de arranque está funcionando y el motor de combustión es arrancado, la ECU continúa impulsando los inyectores, lo que hace que se entregue más combustible para el arranque. La ECU corrige el ancho de los pulsos de inyección de acuerdo con la temperatura del motor y al aire que ingresa a la admisión. Esta estrategia es típica para los sistemas de inyección que no utilizan inyector de arranque en frío.

Algunos sistemas de modelos anteriores controlan esta estrategia respaldados de un sub-sistema adicional, tal es el caso de Toyota, Mazda y algunos sistemas de Inyección Bosch (BMW, Mercedes, Peugeot, Fiat, VW, etc.) estos sistemas cuentan con el respaldo de un inyector de arranque en frío, el cual es activado por un interruptor térmico temporizado (Termo Time Switch). Este inyector es independiente de los otros inyectores del sistema. El tiempo de activación depende de la temperatura del motor. Este inyector es activado con el motor frío, con voltaje de arranque y no más de 4 a 6 segundos.

B. Estrategia del control de la fase de calentamiento (warm up time)

Finalidad:

- Evitar paradas súbitas o funcionamientos abruptos del motor cuando este se encuentra totalmente frío.

El control de la fase de calentamiento tiene como finalidad mantener las RPM de ralentí en un rango mayor, a cuando el motor ya está a la temperatura de operación.

Todos los motores tienen que pasar el proceso de estado frío a caliente, la ECU debe proporcionar el combustible necesario para este proceso, al cual se le denomina fase de calentamiento.

Con un mayor valor de revoluciones, se reduce el tiempo de pasar de un estado de temperatura de motor frío, a la temperatura de operación. La ECU controla el valor de revoluciones del motor, por medio de la válvula de control de marcha en ralentí. Además, la ECU dosifica una mezcla más rica de aire / combustible (en relación a la que dosifica durante temperatura de operación) para que el motor responda correctamente a las exigencias de aceleración, durante la fase de calentamiento. El tiempo que dura la fase de calentamiento del motor está íntimamente relacionado con la aplicación del termostato en el sistema de enfriamiento del refrigerante, ya que la ECU lo determina en base a la información que el sensor de temperatura del refrigerante le envía.

Para esta estrategia la computadora toma en cuenta los siguientes parámetros:

- 1) Las revoluciones por minuto del motor (la señal del sensor de RPM).
- 2) La temperatura del motor (la señal del sensor de temperatura del refrigerante).
- 3) La temperatura del aire de admisión (la señal del sensor de temperatura del aire de admisión).
- 4) Cantidad del aire que ingresa a la admisión, (la señal del medidor de flujo de aire).
- 5) Posición de la válvula de mariposa de aceleración (la señal del TPS).

La computadora aumenta la cantidad de combustible hacia el motor, por medio del aumento del tiempo de apertura de los inyectores (anchura del pulso).

Todos los sistemas de inyección controlan la estrategia de la fase de calentamiento, aumentando también las RPM del motor, este aumento lo realizan de varias formas, algunos asistidos por otros

sub-sistemas que en algunas ocasiones, es un componente totalmente separado del sistema, como en el caso de una válvula de aire adicional para la fase de calentamiento, en otros casos es otra estrategia del mismo sistema, que toma el comando de aumentar las RPM (estrategia del control de la marcha en ralentí).

C. Control de la marcha en ralentí (idle speed control)

Finalidad:

- Controlar las RPM en ralentí de la manera más eficiente que se pueda, dependiendo de todos los factores que puedan hacer que esta varíe.

La velocidad de la marcha del motor cuando está en ralentí, es controlada por el sistema EFI. La finalidad de este control es de mantener constante las revoluciones de ralentí del motor, cuando tenga cargas extras en el eje por el funcionamiento de los sistemas auxiliares. Los factores que pueden hacer que las RPM del motor varíen son:

- 1) Activación del Aire acondicionado,
- 2) Activación de la Dirección Hidráulica,
- 3) Activación de las Cargas eléctricas, y
- 4) Motor frío.

Todos los ejemplos anteriores reducen o varían las RPM de la marcha en ralentí, es decir, hacen caer las revoluciones del motor cuando alguno de estos sistemas entra en acción.

Para aumentar las RPM de un motor de combustión con inyección electrónica de combustible, lo que se hace es incrementar la entrada de aire a la admisión, por medio de una válvula de paso de aire o vacío denominada VSV (Vacuum Switsh Valve), o con un motor paso a paso, que regule el aire denominado IAC (Idle Air Control). Lógicamente que esta entrada adicional de aire, tiene que estar balanceada con un suministro adicional de combustible por parte de la ECU, a través de los inyectores.

Esta entrada de aire adicional se produce después de la mariposa de admisión, la cual debe estar cerrada como requisito principal, de tal manera que el sensor de flujo de aire sí toma en cuenta ese aire adicional, pues este es tomado después del sensor de la cantidad de aire que ingresa a la admisión.

Con referencia a la estrategia del control de la marcha en ralentí, esta viene en dos versiones:

▪ **Control de la marcha en ralentí sólo bajo carga o motor frío:**

Esta estrategia tiene la finalidad de controlar las RPM de ralentí cuando el motor está frío, y lo hace controlando la cantidad de aire que ingresa a la admisión a través de una válvula de aire adicional, que es activada térmicamente por el refrigerante del motor y nada tiene que ver con el trabajo de la ECU de EFI.

En otros casos esta estrategia también trabaja para controlar las RPM, cuando el motor recibe alguna carga adicional como el aire acondicionado, aquí la estrategia utiliza una electro válvula de paso de aire o vacío (VSV), y nada tiene que ver con la ECU de EFI.

En los sistemas que si interviene la ECU de EFI para el control de la marcha en ralentí bajo carga, la ECU activa una válvula de paso de aire VSV de dos posiciones (abierta - cerrada). Los parámetros que la ECU necesita para activar la VSV son:

- 1) Válvula de mariposa totalmente cerrada (información del TPS).
- 2) Activación de la dirección hidráulica (información del PSPS).
- 3) Consumo del alternador o de luces del sistema de iluminación (información de interruptores o del módulo de las cargas eléctricas).
- 4) Activación del interruptor de neutral o parking en las transmisiones automáticas.

▪ **Control de la marcha en ralentí constante:**

Esta estrategia tiene la finalidad de controlar las RPM de ralentí cuando el motor está en cualquier régimen, motor frío o caliente, con carga y sin carga, y lo hace controlando la cantidad de aire que ingresa a la admisión a través de una válvula IAC (Idle Air Control), Control del Aire de Ralentí, o motor paso a paso, ese tipo de válvula de ajuste del paso de aire adicional, es ajustada variablemente, es decir que a diferencia de la VSV, esta puede recuperar las RPM gradual o parcialmente, dependiendo de cuando se necesite recuperar.

Este tipo de sistema viene a sustituir a la válvula de aire adicional, que se utiliza en la fase de calentamiento.

Los parámetros que la ECU toma en cuenta para activar la IAC son:

- 1) Válvula de mariposa de aceleración totalmente cerrada (informe del TPS), sin esta señal la marcha en ralentí no será modificada a pesar de cualquier otra información, el TPS es el único sensor que le puede indicar a la ECU, cuando el motor está en Ralentí.
- 2) Activación de la dirección hidráulica, (informe del PSPS) sensor de la presión de la dirección hidráulica.
- 3) Consumo del alternador o cargas eléctricas (informe del módulo de las cargas eléctricas).
- 4) Activación del Neutral o Parking en las transmisiones automáticas (informe del interruptor).
- 5) Activación del aire acondicionado (informe del interruptor de AC)
- 6) Temperatura del motor (informe del CTS).
- 7) Revoluciones del motor (informe del sensor de RPM).

Para controlar la marcha en ralentí estos sistemas utilizan unos motores eléctricos de paso a paso, conocidos como IAC motors, que pueden variar el número de terminales de alimentación, ya que algunos poseen dos bobinas en su construcción (vea la figura 3.95) de la válvula del control de la marcha en ralentí).

A TODOS LOS MOTORES QUE TIENEN EL SISTEMA DEL CONTROL CONSTANTE DE LA MARCHA EN RALENTÍ, NO SE LES PUEDE AJUSTAR LAS REVOLUCIONES DE RALENTÍ, PORQUE NO TRAEN TORNILLO DE AJUSTE

D. Estrategia de auto alimentación (Auto Shut Down ASD)

Finalidad:

- Evitar consumos excesivos de corriente eléctrica.

Esta estrategia consiste en cortar la corriente de alimentación cuando el interruptor de encendido está en ON y no hay revoluciones de motor. Algunos sistemas de inyección electrónica de combustible, cuando inicialmente se cierra el interruptor de encendido sin darle arranque, la ECU detectará si existen señales de RPM, si no las hay cancelará la alimentación dentro de ella misma y en otros casos, la alimentación a sensores y actuadores como los inyectores por ejemplo, entre las marcas que tienen esa estrategia están algunos automóviles como Chrysler, Nissan, Ford y GM.

E. Estrategia de ciclo abierto y ciclo cerrado (Open Loop y Closed Loop)

Finalidad:

- Controlar la combustión de acuerdo a la mezcla de combustible (rica - pobre).
-

Estas estrategias puede decirse que son el fundamento de todos los sistemas de inyección electrónica de combustible.

Todas las operaciones generales de entrega de combustible por parte de la ECU, se basan en alguna de estas dos estrategias (Close y Open Loop).

▪ Ciclo Cerrado (Close Loop)

En esta estrategia la ECU tratará de controlar la entrega de combustible y el funcionamiento de todo el resto del sistema, para lograr los siguientes beneficios:

- 1) Mayor potencia de motor con la menor cantidad de combustible utilizado.
- 2) Economía de combustible.
- 3) Menor cantidad de emisiones contaminantes (HC y CO).
- 4) Mayor eficiencia del convertidos catalítico.

Para lograr lo descrito entre viñetas la ECU necesita de los siguientes factores e información:

- 1) Temperatura normal del motor (caliente).
- 2) Sensores y condición mecánica del motor en perfecto estado y ajuste.
- 3) Sensor de oxígeno funcionando perfectamente.
- 4) Revoluciones del motor constantes, excepto en revoluciones máximas o sea en WOT, válvula de mariposa totalmente abierta.

SOLAMENTE LOS SISTEMAS EQUIPADOS CON SENSOR DE OXÍGENO LOGRAN MANTENER LA ESTRATEGIA DE CICLO CERRADO

El ciclo abierto o cerrado hace referencia a si la ECU utiliza o no, la señal de retroalimentación que envía el sensor de la cantidad de oxígeno en los gases de escape.

El ciclo cerrado es la estrategia normal de funcionamiento de un sistema de inyección. Cuando el motor entra en ciclo cerrado, el cumple la función para la cual fue diseñado, recuerde el principio de todo sistema de inyección:

CONTROLAR LA ENTREGA
DE COMBUSTIBLE
A TODO RANGO DE RPM
DE LA MANERA MÁS EFICIENTE
EN CUANTO A POTENCIA, ECONOMÍA
Y EMISIONES NOCIVAS.

Cuando todo el sistema funciona perfectamente el automóvil entrará en ciclo cerrado, siempre y cuando los parámetros arriba definidos se cumplan.

Algunos ejemplos de cuando el motor está en ciclo cerrado son:

- En marcha en ralentí (todos los sistemas MPI y algunos TBI).
- A cualquier rango de RPM constantes, por ejemplo 1,000 – 1,500 – 2,000 - 3,500, etc. A estos rangos de velocidades constantes del motor (una revolución no es constante cuando pasa por el régimen de aceleraciones súbitas o bruscas), se les conoce como velocidades crucero, siempre y cuando la variación sea mínima (de más o menos de 50 RPM).

Las únicas RPM que no pueden entrar en circuito cerrado, son las revoluciones con la mariposa totalmente abierta o sea la máxima aceleración (WOT).

LA MANERA COMO EL CONDUCTOR
MANEJE EL AUTOMÓVIL AFECTA
LA ESTRATEGIA DE CICLO CERRADO

El ciclo cerrado es el modo de operación en el cual, la ECU corrige el ancho del pulso del inyector para acomodar la información del sensor de oxígeno.

Teóricamente a medida que el voltaje del sensor de oxígeno pasa arriba de LAMDA indicando mezcla rica, la ECU ajusta el ancho del pulso por abajo, lo que baja el combustible suministrado, causando un decremento del voltaje del sensor de oxígeno, por debajo del nivel de los 450 mili voltios. La reducción del valor del voltaje del sensor de oxígeno indicando mezcla pobre, hace que la ECU incremente el ancho del pulso de inyección, permitiendo un mayor suministro de combustible, lo que a su vez, resulta en un incremento en el voltaje del sensor de oxígeno. Esta variación del voltaje del sensor de oxígeno, y la corrección resultante del ancho del pulso del inyector es cíclica, reflejando una operación normal de la condición de ciclo cerrado.

▪ Ciclo Abierto (Open Loop)

En esta estrategia la microcomputadora tratará de suministrar el combustible necesario, dependiendo de:

- 1) Las necesidades del conductor.
- 2) La condición de la aceleración del motor.
- 3) La temperatura del motor.
- 4) La posición de la válvula de mariposa.

La ECU en esta estrategia controlará el sistema de entrega de combustible, de tal manera que solo le interesa **potencia del motor** o lograr que el motor llegue a temperatura normal de operación.

UNA FALLA EN CUALQUIER SENSOR,
COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO O
EN LA CONDICIÓN MECÁNICA DEL MOTOR,
TAMBIÉN OBLIGARÁN
A LA ECU A ENTRAR
EN LA ESTRATEGIA DE CICLO ABIERTO

Para comprender mejor la estrategia de ciclo abierto estudie las siguientes condiciones:

1) Motor Frío

La ECU, suministra una mezcla de aire combustible muy rica. El motivo de esta mezcla rica es de poder llevar el motor a una condición de temperatura de operación más rápidamente. En esas condiciones la ECU no controla una mezcla **Estequiométrica** de 14.7:1.

2) Aceleración súbita o brusca del motor

Esta aceleración puede ser ocasionada al rebasar un automóvil, subir una pendiente, una salida brusca etc., por eso se dice que también la manera como el conductor conduce, puede afectar la estrategia de ciclo abierto y obligar a la ECU a entrar a esta estrategia.

En la estrategia de ciclo abierto, la ECU no tratara de economizar combustible, reducir emisiones nocivas, ni aumentar la eficiencia del catalizador.

Esto no es malo del todo, siempre y cuando el ciclo abierto sea causado por las condiciones descritas y que no sean “desperfectos del sistema o sus componentes”.

Se aclara que los sistemas actuales de inyección electrónica de combustible entran en ciclo abierto muy rápidamente, inclusive desde el lapso de motor frío o caliente o de una aceleración repentina, a una estabilidad de RPM.

LA ECU PUEDE PROCESAR
MÁS DE 8 MILLONES
DE DATOS POR SEGUNDO

Con la capacidad de reacción de las ECU, es fácil obtener el ciclo abierto. Por otro lado el distinguir cuando se tienen problemas con un motor con inyección es muy fácil, siempre que la ECU indique

en qué estado de la estrategia se encuentra (ciclo abierto o cerrado), pero no todos los sistemas inyectados tienen esta capacidad.

Algunos sistemas de inyección conocidos como **Corriente de Datos o DATASTREAM**, tienen la capacidad de comunicarse con un escáner. En los otros casos en los que no se cuente con esta ayuda, la única solución es la de utilizar un **Banco de Gases** y con el motor a temperatura de operación, observar la relación de los gases de escape, la lógica será que si los porcentajes no son los adecuados, se puede deducir que el sistema se encuentra en ciclo abierto.

En muchos sistemas esta estrategia es el modo de operación en el cual, el sensor de oxígeno está siendo ignorado por la ECU.

El motor siempre estará en ciclo abierto cuando arranca.

Si el sensor de temperatura del refrigerante indica una temperatura menor que la normal de operación, la ECU ignorará al sensor de oxígeno y operará el ancho del pulso del inyector, según sus parámetros prefijados que ignoran los parámetros LAMBDA. El sistema también operará en circuito abierto, cada vez que el sensor de oxígeno no esté cambiando por encima y debajo del punto de voltaje de referencia de LAMBDA, aproximadamente 450 milivoltios. Si la ECU detecta el valor del TPS en WOT, la computadora nuevamente ignorará al sensor de oxígeno y operará el ancho del pulso del inyector, de acuerdo con otros valores de entrada.

F. Corte de combustible por desaceleración (Fuel Cut-Off)

Finalidad:

Economía de combustible y minimizar la contaminación ambiental.

En esta estrategia la ECU corta el suministro de combustible hacia el motor, por medio de

cancelar la activación de los inyectores, dependiendo de los siguientes factores:

- 1) Válvula de mariposa de aceleración cerrada.
- 2) Revoluciones del motor arriba de 1,800 RPM (aproximadamente).
 - Motor caliente o frío,

Cuando el motor está bajo las condiciones arriba descritas, se considera que está bajo compresión o desaceleración, entonces no existe motivo alguno por el cual se necesite de combustible. Un motor carburado no tiene esta particularidad y por lo tanto, el motor sigue consumiendo combustible bajo desaceleración.

Cuando la válvula de mariposa de aceleración está cerrada y el motor desacelera, existe una cantidad importante de combustible que permanece en el múltiple de admisión, estando la mariposa cerrada ingresa menor cantidad de aire al motor, lo que provoca una mezcla rica. La ECU corta el suministro de combustible para que bajo las condiciones de desaceleración, se reduzca la cantidad de emisiones producidas por este efecto.

La ECU devuelve el pulso de inyección, una vez que el motor baja de las 1,800 RPM (aproximadamente), aun con la válvula de mariposa de aceleración cerrada.

EL AJUSTE DEL TPS
ES IMPORTANTE PARA EL BUEN
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRATEGIA
DEL CORTE DE COMBUSTIBLE POR
DESACELERACIÓN

Un efecto favorable de la estrategia del corte de combustible por desaceleración, es aumentar la vida

del catalizador, ya que las mezclas de combustible muy ricas afectan su vida útil.

G. Inyección asincrónica por aceleración repentina (Snap Acceleration)

Finalidad:

- Suplir el combustible necesario debido a una aceleración repentina del motor, por medio de no sólo aumentar el ancho del pulso del inyector, sino que también cambiar el orden de activación de los inyectores.

Esta estrategia es utilizada para proveer el total de la potencia disponible en el motor, al momento de que el pedal del acelerador se oprime totalmente, dejando momentáneamente la economía y el control de emisiones de gases tóxicos. En cuanto el acelerador deja de estar a fondo, la ECU nuevamente toma en cuenta la economía y el control de las emisiones tóxicas.

Normalmente la estrategia en aceleración repentina puede variar de acuerdo a la inyección, pero este modo representa los ajustes de ancho del pulso de los inyectores, previamente programado, y los cambios de tiempo en el motor, contenidos en el programa de la ECU.

Los inyectores son activados cuando la computadora detecta un repentino incremento de voltaje en el TPS y un repentino incremento de la señal del MAP. La activación de éste modo debería resultar inmediatamente en un drástico incremento en la anchura del pulso de los inyectores. Este incremento máximo varía de un tipo de sistema de inyección electrónica de combustible a otro, pero típicamente será en el área de un ancho de pulso de 10 milisegundos o más. Los motores con sistemas TBI y algunos MPI, también pueden cambiar de pulsos sincrónicos a asincrónicos, si la demanda de aceleración es superior.

Todos los sistemas de inyección electrónica de combustible tipo MPI (inyección multipunto), activan los inyectores en alguna secuencia, estas pueden ser:

- **Inyección simultánea:**

Activación de todos los inyectores a la vez, dependiendo del giro del motor. Por ejemplo, la ECU activa los inyectores todos a la vez, cada dos vueltas del cigüeñal, esto depende del fabricante.

- **Inyección Grupal**

Activación de dos o más inyectores en grupo. Por ejemplo si el motor es de seis cilindros, puede ser posible que los active de dos en dos o de tres en tres; esto depende del fabricante.

- **Inyección Secuencial**

Este tipo de inyección es la más común y consiste en que cada uno de los Inyectores tiene su alimentación digital propia. En el caso de que se quiera más combustible en este tipo de inyección, el fabricante decide como realiza la activación del sistema de inyección en esta exigencia del motor, de necesitar más combustible, lo que es importante denotar es que sin importar la secuencia de activación de los inyectores, siempre la ECU tendrá que suministrar más combustible, cuando se oprime el acelerador repentinamente.

En un sistema con carburador convencional, el circuito de carburador que hace esta estrategia, es el de la bomba de aceleración brusca o súbita, pero en un sistema inyectado, se aumenta el combustible en unos segundos, cambiando el orden en el que se activan los inyectores.

Por ejemplo: un sistema simultáneo de inyección puede cambiar de una inyección por cada dos giros

de cigüeñal (720°) por una inyección a cada giro de cigüeñal (360°). Suministrándole más combustible al motor, debido a la aceleración repentina. Esto lo realiza la ECU.

Un sistema de inyección grupal puede cambiar a inyección simultánea, para entregar más combustible y un sistema de inyección secuencial puede también cambiar a inyección simultánea, para dar más combustible.

H. Estrategia de desahogamiento (Clear Flood Mode)

Finalidad:

- Cortar la inyección de combustible cuando la cámara de combustión está contaminada con combustible.

Si el motor está ahogado, la ECU es capaz de cortar el suministro del combustible al momento de ponerse en marcha, cuando el pedal del acelerador está totalmente oprimido.

Si la ECU detecta un alto voltaje en la señal del TPS (válvula de mariposa en WOT) y las RPM del motor bajas (rango de arranque), la ECU implementará la estrategia de desahogamiento. Esto reduce significativamente el ancho del impulso de los inyectores, de ese modo se limpia la cámara contaminada por combustible.

I. Control del tiempo de encendido (Spark Control)

Finalidad:

- Controlar electrónicamente el avance y retardo del tiempo de encendido.

El avance y retraso de la chispa es controlado por la ECU. La ECU utiliza la información de los distintos sensores del sistema EFI, para determinar el avance o retardo óptimos para cada rango de operación del motor.

Esta estrategia actualmente la poseen todos los sistemas de inyección electrónica de combustible. Es la capacidad de controlar el avance y retardo del tiempo de encendido. Todos los sistemas que tienen distribuidores para alto voltaje, ya no utilizan cápsulas de vacío para el avance neumático, ni contrapesos para el avance mecánico.

La ECU con la información de varios sensores controla el avance o retardo del tiempo de encendido, a todas las RPM del motor. Esto lo hace por medio de activar la bobina de encendido, ya sea directamente o por medio de un módulo de encendido o un transistor de potencia.

Esta es una de las estrategias básicas involucradas en algunos automóviles (Ford por ejemplo), es la eliminación del avance del tiempo de encendido durante las secuencias de arranque. Ford logra esto por medio de dos circuitos de alimentación al módulo de encendido. Uno de éstos, es el circuito de alimentación al módulo, cuando el motor está en fase de arranque, al módulo le llega una señal de arranque.

Cuando la alimentación del starter está suministrando una señal al módulo, la ECU está enviando pulsos para que el módulo no avance la chispa, sino la retrase en la fase de arranque.

Todos los sistemas de inyección de combustible que tienen la estrategia del control del tiempo de encendido y poseen distribuidor, para el ajuste es necesario colocarlos en el tiempo base como punto de partida, para ello existen varios procedimientos de acuerdo a la marca y modelo del automóvil.

Actualmente a la mayoría de sistemas de inyección electrónica de combustible ya no se les ajusta el tiempo de encendido, ya fue previamente establecido por el fabricante, y la ECU lo controla electrónicamente.

J. ESTRATEGIA DE RESPALDO BAJO FALLA O MODO DE EMERGENCIA (Fail Safe Back-Up):

En esta estrategia, la ECU utiliza datos almacenados en su memoria, específicamente cuando detecta alguna falla en el sistema EFI, con la finalidad de seguir operando, hasta que al automóvil se le realice el mantenimiento correctivo en el sistema EFI. Esta estrategia es un programa de protección para compensar la falla de sensores.

Si un valor controlado queda fuera de los parámetros originales del diseño, la estrategia de auto análisis y evaluación modifica el programa original para adaptarse y establecer la operación apropiada.

Las modificaciones del programa que hace la estrategia de respaldo bajo fallo o modo de emergencia, se almacenan en la memoria KAM, alimentada directamente de la batería.

Cuando la memoria RAM está conectada o alimentada directamente con voltaje de la batería (alimentación permanente) recibe el nombre de memoria de mantenimiento KAM (Keep Acces Memory).

Las modificaciones de respaldo permanecen intactas cuando se desconecta el interruptor de encendido; sin embargo, las modificaciones del respaldo que provee esta estrategia se pierden al desconectar la batería y posteriormente, el motor no trabajará satisfactoriamente, ya que la ECU recibe los valores reales de los sensores y si hay alguno malo, esa señal mala es la que la ECU recibe y con esa señal trabaja.

A esta estrategia también se le conoce como “Estrategia de valores de sustitución”.

Cuando la ECU detecta el mal funcionamiento en algún sensor, algún sistema o en la ECU internamente, automáticamente entra en lo que

se conoce como modo de respaldo o modo de emergencia.

La ECU entonces enciende la luz de aviso (check engine) de falla en el sistema de inyección y guarda en la memoria KAM, el código de falla del sistema o componente en problemas.

Algunos sistemas de inyección tienen un programa que se conoce como valores de sustitución. Estos sistemas son sumamente avanzados, pudiendo memorizar como funciona la mayoría de sus sensores a todos los rangos de RPM, de tal manera que cuando alguna de las informaciones no esté presente, la ECU podrá sustituir y en algunos casos, basarse en otros parámetros guardados en la memoria KAM, para así poder resumir el funcionamiento “casi normal”, de todo el sistema de inyección.

Se debe tener mucho cuidado con estos sistemas avanzados de respaldo bajo falla, ya que aunque la luz de aviso (check engine) no esté encendida, puede ser posible que exista un componente en problemas.

Tampoco se puede manejar satisfactoriamente un automóvil, si se cambia un sensor que funciona mal, pues el programa ha compensado las señales que vienen desde el sensor en el que ya no se puede confiar y ahora está recibiendo señales que contradicen su programa adaptado. Si uno no sabe que hay una estrategia de respaldo bajo falla o modo de emergencia, puede confundirlo el diagnóstico, porque la ECU no efectuará ningún diagnóstico mejor de inmediato, después de cambiar el sensor.

Después de haber manejado el automóvil durante unos 20 a 40 kilómetros en diferentes condiciones de manejo, la estrategia de respaldo bajo falla corrige el programa y el automóvil puede conducirse normalmente otra vez.

K. Estrategia de autodiagnóstico (Self-Check)

Todos los sistemas de inyección OBD I tienen la habilidad de estar “monitoreando” el funcionamiento de los sensores, si hay algún sensor que tiene señales fuera del rango programado, el sistema almacena un código de falla en la memoria KAM, el cual puede ser extraído a través de un procedimiento de auto diagnóstico, cada una de las marcas de automóviles con sistemas OBD I tienen su propio procedimiento, por lo que es necesario consultar con los manuales del fabricante.

Se podría decir que esta estrategia de auto diagnóstico es parte de la estrategia de modo de respaldo bajo falla.

La ECU continuamente monitorea la mayoría de sus sistemas y componentes. Algunas son muy limitadas y otras monitorean hasta el funcionamiento de la transmisión y el panel de instrumentos. Esta estrategia es la **Auditoria** de todo el sistema.

Se indica que las diferentes marca tienen diferentes procedimiento de auto diagnóstico pero la mayoría utiliza su conector de chequeo para el procedimiento por ejemplo: Chrysler tiene un terminal con identificada con la letra A en su conector y un terminal con identificada con la letra B, que hay que unir. Mazda en su conector tiene un terminal identificada con las siglas TEM y un terminal con las siglas GRN (tierra) que también hay que unir. Toyota similarmente a Mazda identifica las terminales de su conector con TE1 y E1. Ford cuenta con un procedimiento en su conector de chequeo. Nissan se sale de este procedimiento, ya que el procedimiento se realiza en la ECU, de manera similar a GM, que tiene un procedimiento más simple con su interruptor de encendido.

Consulte con los manuales del fabricante para los procedimientos de auto diagnóstico y los listados de códigos de falla.

L. Estrategia de activación primaria de la bomba de combustible (Fuel Pump Priming)

Finalidad:

- Eliminar el aire atrapado en el riel de combustible (purgar el sistema de alimentación).
- Cancelar la bomba de combustible cuando el motor no está funcionando (KOEO), interruptor puesto y motor apagado.

La mayoría de sistemas de inyección electrónica de combustible tienen esta estrategia, activan la bomba de combustible por unos segundos cuando el interruptor de encendido está en la posición ON y el motor no ha sido arrancado, en ese momento la ECU activa la bomba de combustible de 2 a 3 segundos y si no recibe señal de RPM, cancela el funcionamiento de la bomba de combustible.

El inicio de la bomba es controlada por la ECU en la mayoría de los sistemas de inyección, también la operación con motor arrancado puede variar de una marca a otra.





1. DIFERENCIAS DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

En grupos de 3 ó 4 personas, expliquen oralmente las diferencias de funcionamiento entre los sistemas de inyección de combustible, anótenlas en hojas de rotafolio y péguenlas en la pared del taller donde estén a la vista.

2. IDENTIFICACIÓN DE SÍMBOLOS

Obtenga una copia de un diagrama de un sistema de inyección mono punto y uno de un sistema de inyección multipunto, que contenga los elementos que se trataron en esta unidad, identificándolos por sus símbolos. Describa las características del automóvil, modelo, número de cilindros. Presente un reporte escrito a su facilitador.

3. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

En un automóvil equipado con sistema de inyección con control electrónico (ya sea mono punto o multipunto), identifique los elementos que se trataron en la presente unidad, anote su tipo y características físicas (numeración colores, número de pines, etc.), indique la ubicación de la bomba de gasolina, el (los) inyector(es), medidor de flujo de aire de admisión, sensor de temperatura del refrigerante, encendedor, bobina de encendido y presente un reporte escrito a su facilitador.

4. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Realice una investigación bibliográfica sobre el tema: pruebas que se deben hacer para verificar el sistema de inyección con control electrónico, para automóviles que utilicen sistema de inyección mono punto y multipunto. Presente un reporte escrito a su facilitador.

5. INSPECCIÓN DE SISTEMAS DE INYECCIÓN

En grupos de 3 o 4 personas, obtengan un automóvil equipado con sistema de inyección con control electrónico que tenga la luz de mal funcionamiento (Check Engine) encendida, cuando el motor esté en marcha. Realicen un diagnóstico electrónico empleando el Scanner, verificando los códigos de falla y anótenlos si hubiera alguno. Si la luz no está activada, desconecte por un momento algún sensor cuando el motor este en marcha, observe nuevamente la luz de mal funcionamiento, esta debe encender. Realicen nuevamente el diagnóstico electrónico. Anoten el procedimiento para ingresar los datos del automóvil y los códigos de falla que muestre el scanner. Conecte nuevamente el sensor y borre los códigos de falla con el procedimiento que indica el scanner, inspeccione la luz de mal funcionamiento con el motor en marcha, esta debe estar apagada. Presente un reporte escrito a su facilitador que incluya: datos del automóvil, código de falla de los diagnósticos y los procedimientos que ejecutaron durante el proceso.



Un sistema de alimentación almacena y suministra el combustible. El sistema de dosificación recibe el combustible, que envía el sistema de alimentación. Las características principales que un sistema de dosificación debe tener son: dosificar la cantidad necesaria de combustible para obtener la puesta en marcha (arranque) inmediata en cualquier clima y temperatura, funcionamiento en cada rango de velocidades y cargas de un MCI. La dosificación de combustible debe resultar en una relación adecuada de aire-combustible y con ello, un bajo consumo, bajo nivel de contaminación por las emisiones de los gases tóxicos generados en la combustión cuando funciona un MCI.

El sistema de inyección de combustible controlado mecánicamente, es un sistema de inyección de combustible de tipo continuo, en el cual todos los inyectores suministran combustible al mismo instante y los inyectores no tienen ningún tipo de control eléctrico, funcionan por presión de combustible, este sistema es comúnmente conocido como sistema K-Jetronic. El sistema KE-Jetronic es una versión mejorada del sistema K-Jetronic. Este sistema utiliza una ECU y sensores y actuadores, pero la inyección sigue siendo continua y con inyectores sin control eléctrico. El sistema de inyección de combustible controlado electrónicamente se conoce comúnmente como sistema EFI. Para la dosificación del combustible el sistema EFI utiliza: La unidad de control electrónico (ECU), sensores y actuadores que van dispuestos en el MCI.

La ECU maneja eléctricamente a las electro-válvulas (inyectores) en base a programas e información grabada en su memoria, señales de información de cada uno de los sensores del sistema EFI. Los sistemas de inyección EFI, pueden ser de dos tipos:

Sistema de inyección monopunto, que utiliza desde UNO hasta CUATRO inyectores para suministrar el combustible. En este sistema, los inyectores se ubican en el cuerpo del obturador (acelerador o mariposa), en forma similar a la posición de montaje de un carburador normal. El sistema monopunto puede ser de baja presión o de alta presión. Este sistema se conoce comúnmente como sistema TBI.

Sistema de inyección Multipunto, utiliza un inyector por cada cilindro del MCI. Los inyectores se ubican en orificios que tienen el múltiple de admisión o la culata frente a la válvula de admisión de cada cilindro. Este sistema se conoce comúnmente como sistema EFI multipunto.

Los sensores de un sistema EFI son: de temperatura del refrigerante y del aire de admisión, posición de la mariposa del obturador, de la cantidad de la carga de aire (sensores que miden: el volumen: VAF y Karmann Vortex, la masa: MAF y la presión del múltiple de admisión: MAP) sensor de oxígeno de los gases de escape, posición del cigüeñal, barométrico, de golpeteo, de cargas auxiliares del MCI, de velocidad del automóvil.

Los actuadores de un sistema EFI son: los inyectores, válvula de control de marcha en ralentí, bobina de encendido, válvula de control de la recirculación de los gases de escape EGR, relé de la bomba de combustible, relé del sistema de enfriamiento del MCI.

Las estrategias de operación de los sistemas de inyección son: autodiagnóstico, control de la marcha en ralentí constante y bajo carga, control de la fase de calentamiento, ciclo cerrado y ciclo abierto, corte de combustible por desaceleración, desahogamiento, control de alimentación, inyección asincrónica por aceleración repentina, activación primaria de la bomba de combustible, control del tiempo de encendido, respaldo bajo falla o modo de emergencia, y de arranque en frío o en caliente.

Las fallas en los MCI provistos de sistemas EFI, pueden ocurrir por: sensores, actuadores, arnés o la ECU que estén defectuosos. Así mismo, las fallas pueden ser ocasionadas por problemas mecánicos en el MCI. Por esta razón, es necesario realizar un diagnóstico preciso, utilizando el manual del fabricante, herramienta y equipo adecuados para ese automóvil en particular.



evaluación

1. Para el sistema de inyección controlado mecánicamente, la _____ del combustible se realiza mediante inyectores sin control eléctrico.
 - A) Presurización
 - B) Vaporización
 - C) Dosificación
 - D) Circulación
2. El sistema de inyección con control mecánico KE Jetronic, utiliza un _____ para regular la mezcla aire combustible.
 - A) Actuador electro-hidráulico
 - B) Medidor de flujo de hilo caliente
 - C) Sensor de posición de Cigüeñal
 - D) Regulador de presión
3. La principal diferencia entre un sistema EFI multipunto y uno mono punto, es la ubicación de los _____ en el MCI.
 - A) Sensores
 - B) Cables de alto voltaje
 - C) Filtros de combustible
 - D) Inyectores
4. El sensor de _____, siempre va dispuesto en el obturador. El valor de su resistencia varía según sea el ángulo de apertura de la mariposa.
 - A) Posición del eje Cigüeñal
 - B) Posición del Acelerador
 - C) Velocidad del automóvil
 - D) Temperatura del aire de admisión
5. El _____, es parte de la ECU de un sistema EFI. Representa la información y programas que controlan al sistema EFI. Su característica principal es, que es intangible.
 - A) Conjunto de Memorias
 - B) Software
 - C) Hardware
 - D) Microprocesador
6. La señal del sensor de _____, la utiliza la ECU. para realizar la mezcla de aire/combustible adecuada durante el arranque en frío o en caliente del MCI.
 - A) Oxígeno de los gases de escape
 - B) Cantidad de carga de aire de admisión
 - C) Temperatura del refrigerante
 - D) Posición del eje cigüeñal
7. El sensor Karman Vortex produce una señal de tipo digital, que es proporcional a la _____ de la carga de aire que ingresa al múltiple de admisión durante la aspiración de los cilindros, durante el funcionamiento de un MCI.
 - A) Masa
 - B) Volumen
 - C) Temperatura
 - D) Humedad
8. En un sistema EFI, cuando el sensor de _____ no envía ninguna señal, la ECU tampoco envía las señales de control para activar el encendedor y los inyectores.
 - A) Volumen de aire de admisión VAF
 - B) Posición del Cigüeñal
 - C) Temperatura del refrigerante
 - D) Posición de la mariposa del obturador

9. Un sensor defectuoso del sistema EFI, tiene como consecuencia, una falla en el sistema. Cuando el sensor de temperatura del refrigerante está defectuoso, comúnmente ocasiona _____.

- A) Retardo excesivo en el tiempo de encendido
- B) Que la ECU. no envíe señal de control al encendedor
- C) Que la válvula de control de la marcha en ralentí no se active
- D) Que la ECU. dosifique una mezcla muy rica y por tanto, el MCI. emita humo negro

10. Usted está realizando una inspección a un automóvil provisto de un sistema EFI. El dueño del automóvil le dice que cuando le desconecta el MAF, el MCI mejora su funcionamiento. En base a los conocimientos adquiridos en este manual, usted le explica al dueño que el MCI mejora el funcionamiento por que el (la) _____.

- A) MAF no ocasiona dicha falla
- B) ECU no necesita de la señal del MAF para que el MCI trabaje adecuadamente
- C) ECU está ejecutando la estrategia de modo de emergencia ya que el MAF está defectuoso
- D) ECU está ejecutando la estrategia de auto diagnóstico.

UNIDAD 4

REPARACIÓN DE SISTEMAS DE FRENOS A.B.S



OBJETIVOS de la unidad

Coadyuvar al desarrollo de las siguientes competencias:

- ◉ Identificar componentes del sistema de frenos ABS, de acuerdo su ubicación y función.
- ◉ Realizar diagnósticos de fallas en frenos ABS con equipo computarizado, de acuerdo al proceso técnico de trabajo establecido y especificaciones técnicas de fabricantes.

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS A.B.S., DE ACUERDO SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

4.1 EL SISTEMA DE FRENOS A.B.S.

.....

Un sistema de frenos tiene como finalidad detener el automóvil cuando está en marcha, evitar el exceso de velocidad cuando el automóvil desciende, y mantenerlo estático cuando se detiene sobre pendientes. Se diseña de modo que el esfuerzo de frenado pueda ser cambiado por el conductor, para mantenerlo bajo control en el momento que este lo requiera. Los frenos se controlan mecánicamente, por vacío o en forma hidráulica. El efecto del frenado aumenta a medida que la fuerza del pedal empuja los revestimientos (pastillas y zapatas) estacionarios contra una superficie móvil de frenado (discos y tambores). El frenado máximo ocurre justo antes de que la rueda se detenga, lo cual hace que la llanta se deslice sobre la superficie de la carretera.

En los sistemas de frenado convencionales, cuando el conductor presiona el pedal del freno se transmite una fuerza de frenado exactamente igual hacia las cuatro ruedas. Pero esta fuerza de frenado no es la que provoca directamente la desaceleración del automóvil. La fuerza de frenado solamente ejerce una resistencia al giro de las ruedas. El frenado efectivo se produce por la fuerza de fricción entre la rueda y el pavimento.

Entre la rueda y el pavimento existe un coeficiente de fricción, cuyo valor está en función del estado de las llantas y del tipo y condición de la superficie. Por lo general cada rueda experimenta un coeficiente de fricción diferente, dando como resultado un agarre diferente en cada rueda.

El resultado de un agarre distinto en cada rueda da como resultado que durante el frenado, las ruedas no aporten la misma fuerza para producir la desaceleración del automóvil, provocando desviaciones en un plano horizontal, por tanto el automóvil se desliza y el conductor del automóvil pierde el control del mismo. Si la frenada es enérgica, esto puede ser extremadamente peligroso y dar origen a accidentes.

Debido a lo expuesto anteriormente, los fabricantes de automóviles han desarrollado un sistema que denominaron A.B.S. (del inglés Antilock Brake System, Sistema de Frenos Antibloqueo), que en gran medida soluciona el problema de los deslizamientos al frenar enérgicamente.

El sistema de frenos A.B.S. no permite que el automóvil derrape al frenar intensamente.

El sistema que controla las funciones del A.B.S. es una unidad de control electrónico instalada en el automóvil. Cada rueda tiene un sensor de velocidad de giro, información que se transmite a la unidad de control. La señal de salida de la unidad de control se envía a las electro-válvulas, que regulan el flujo del líquido de frenos a cada rueda y con ello, la presión que activa el sistema de frenado de la rueda en particular.

La unidad de control electrónica tiene como prioridad mantener el movimiento de las ruedas a una misma velocidad, regulando la fuerza de frenado de cada rueda.

Si en un proceso de frenado, alguna rueda reduce sensiblemente

su velocidad, comparada con la de las otras ruedas, es porque tiene tendencia a patinar. Entonces el sistema le disminuye la fuerza de frenado a dicha rueda, hasta igualar su velocidad a la de las restantes.

Usted debe darse cuenta de la importancia de obtener de esta forma, una acción de frenado uniforme, con la seguridad de que dicha fuerza de frenado es la máxima posible, compatible con las

condiciones, que hace que el automóvil se detenga en la distancia más corta posible, manteniendo las cualidades de manejo del automóvil, compatible con una desaceleración segura.

Además es importante que sepa que las ruedas delanteras mantienen su capacidad de dirigir el automóvil, siempre y cuando se encuentren girando. Si están bloqueadas, la acción de dirección requerida por el conductor no se cumple y el automóvil pierde el control.

El sistema A.B.S. evita el bloqueo de las ruedas durante las frenadas enérgicas, en cualquier condición de camino y por tanto, el conductor no pierde el control del automóvil.

4.1.1 DEFINICIÓN DE SISTEMA DE FRENOS A.B.S.

Sistema de frenos controlado electrónicamente que no permite derrapes durante frenadas enérgicas, manteniendo las ruedas a la misma velocidad, evitando que cualquiera de ellas se detenga por completo durante el proceso de frenado. Para su funcionamiento, utiliza sensores de velocidad en cada rueda y un sistema de presurización en el sistema hidráulico de bombeo.

4.1.2 TIPOS DE SISTEMAS DE FRENOS A.B.S.

El sistema de frenos A.B.S. puede ser de:

- A. Un canal:** este sistema sólo controla las ruedas traseras, las cuales no son controladas en forma individual.
- B. Tres canales:** el sistema hidráulico está dividido en dos partes, el de las ruedas delanteras y el de las traseras. En este sistema, las dos ruedas traseras y cada una de las ruedas delanteras son controladas por el A.B.S. En este tipo de A.B.S. las

ruedas traseras son controladas juntas, mediante un sólo circuito hidráulico, y las ruedas delanteras son independientes.

- C. Cuatro canales:** cada una de las ruedas es controlada por separado. Se utiliza en sistemas de frenos de **potencia dividida diagonalmente**.

El sistema A.B.S. puede ser o no integrado. La diferencia entre uno y otro tipo, es que el no integrado utiliza un cilindro maestro dual convencional y un sobre-elevador (booster), mientras que el sistema integrado utiliza un cilindro maestro especial y no utiliza **sobre-elevador** convencional, sino un servo de sobre elevación.

4.1.3 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS A.B.S.

El sistema de frenos antibloqueo integrado usualmente está formado por los siguientes componentes: (Ver figura 4.1)

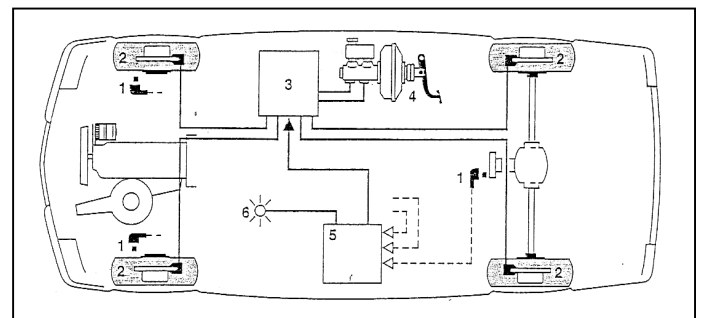


Figura 4.1
Sistema A.B.S. integrado

1. Sensores de ruedas, 2. Bombas auxiliares, 3. Unidad de control hidráulico, 4. bomba centra, 5. Módulo de control electrónico, 6. Luz de advertencia ABS.

- 1) Acoplamiento de bomba y motor:** es el conjunto de la bomba hidráulica del sistema de frenos y el motor, que activa la bomba para que suministre la presión adecuada al sistema hidráulico de frenos A.B.S.

- 2) **Acumulador hidráulico:** es el depósito en el cual se acumula el líquido de frenos que el modulador desvía, de la línea que alimenta al freno de cada rueda.
- 3) **Unidad de control hidráulico:** es un elemento electromecánico, compuesto por las válvulas solenoides que están en la línea hidráulica que alimenta al sistema de freno de cada rueda y por el depósito acumulador.

Esta unidad trabaja con las señales que envía la unidad de control electrónico.

- 4) **Módulo de control electrónico:** es un dispositivo electrónico que envía las señales de control a la unidad de control hidráulico, en base a programas e información contenida en su memoria y la que recibe de los sensores del sistema A.B.S.
- 5) **Sensores de velocidad:** elementos sensores que envían las señales de velocidad de las ruedas a la unidad de control electrónico.
- 6) **Anillos de los sensores de velocidad:** son ruedas dentadas instaladas en el eje de la rueda del automóvil.
- 7) **Luz de advertencia A.B.S.:** es la luz testigo de malfuncionamiento del sistema ABS. Está ubicada en el tablero de instrumentos del automóvil y se activa cuando hay un problema en el sistema.
- 8) **Arnés de alambrado:** es el conjunto de alambres y conexiones, que interconectan a todos los elementos del sistema de frenos A.B.S.

El sistema de frenos antibloqueo no integrado utiliza un cilindro maestro dual convencional, y un sobre elevador de frenos de potencia al vacío (booster). La función del freno antibloqueo se añade al sistema hidráulico del cilindro maestro dual. Los componentes del sistema no integrado, usualmente son:

- 9) **Ensamble de válvula moduladora:** está compuesto por las válvulas solenoides, que están en la línea hidráulica que alimenta al sistema de freno de cada rueda y por el depósito acumulador. Esta unidad trabaja con las señales que envía la unidad de control electrónico.

- 10) **Módulo de control del freno electrónico (EBCM):** dispositivo electrónico que envía las señales de control al ensamble de la válvula moduladora, en base a programas e información contenida en su memoria y la que recibe de los sensores del sistema ABS.

- 11) **Sensores de velocidad de la rueda:** son sensores que envían las señales de velocidad de las ruedas a la unidad de control electrónico.

- 12) **Arnés de alambrado:** conjunto de alambres y conexiones, que interconectan a todos los elementos del sistema de frenos A.B.S.

- 13) **Luz indicadora de A.B.S.:** luz testigo de malfuncionamiento del sistema ABS. Está ubicada en el tablero de instrumentos del automóvil y se activa cuando hay un problema en el sistema.

El funcionamiento del sistema ABS integrado es el siguiente:

- A. **Modo de frenado normal:** durante el frenado normal, cuando se inicia la aplicación de los frenos, las electro válvulas de aislamiento están abiertas hacia las salidas del cilindro maestro, para permitir que se aplique la presión hidráulica. Las válvulas de abatimiento y de elevación están cerradas y el circuito servo del sobre elevador (booster) está bloqueado por las válvulas de elevación y de retén (figura 4.2)

1. Sensores de ruedas, 2. Bombas auxiliares, 3. Unidad de control hidráulico, 3a. Válvula solenoide, 3b. Acumulador, 3c. Bomba hidráulica 4. Bomba central, 5. Módulo de control electrónico.

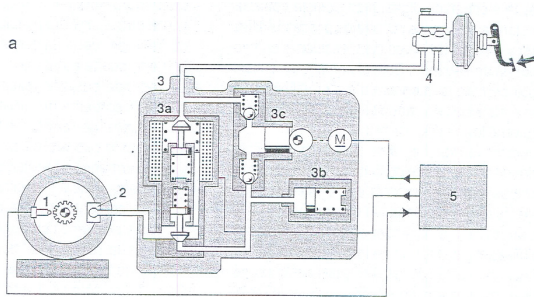


Figura 4.2
Modo de frenado normal

Modo de elevación de presión (pedal oprimido): en el modo de elevación de presión, las válvulas de aislamiento están cerradas, bloqueando la presión del cilindro maestro e impidiendo que llegue a los frenos de las ruedas. Las válvulas de abatimiento están cerradas. Las válvulas de elevación están abiertas para permitir que la presión del servo del sobre elevador fluya hacia los frenos de las ruedas, con el fin de proporcionar un frenado asistido por potencia.

B. Modo de presión de mantenimiento (pedal del freno aplicado pero no en movimiento): en el modo de presión de mantenimiento las válvulas de aislamiento, de abatimiento y de elevación están todas cerradas, atrapando la presión hidráulica en los actuadores (pinza y mordaza) y en los cilindros de rueda, en un modo de mantenimiento (figura 4.3).

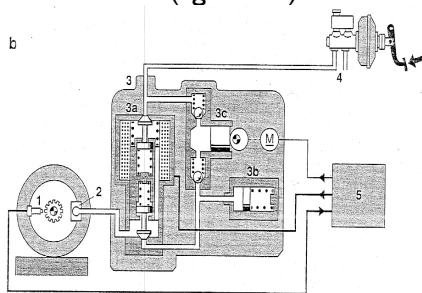


Figura 4.3
Modo de mantenimiento de presión

C. Modo de abatimiento (pedal libre o suelto): en el modo de abatimiento, las válvulas de aislamiento están cerradas, bloqueando la presión de aplicación del cilindro maestro. Las válvulas de elevación están cerradas, bloqueando el circuito servo del sobre elevador. Las válvulas de abatimiento están abiertas, permitiendo que el líquido hidráulico escape del depósito (figura 4.4).

Figura 4.4
Modo de abatimiento

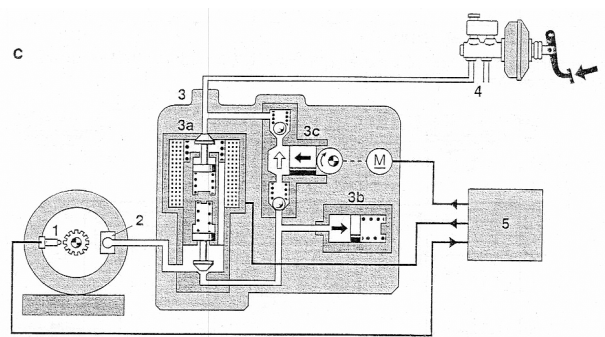


Figura 4.4
Modo de abatimiento

Cuando la unidad de control electrónico recibe una señal de cualquiera de los sensores de velocidad de la rueda, la unidad de control cicla las válvulas de control correspondientes a esa rueda, abriéndolas y cerrándolas sucesivamente en los modos de elevación, mantenimiento y abatimiento, lo cual ocurre varias veces por segundo, hasta que la unidad de control reciba una señal normal de velocidad de la rueda, mientras que en las otras ruedas el funcionamiento es normal.

4.1.4 MANTENIMIENTO BÁSICO DEL SISTEMA DE FRENOS A.B.S.

Los fabricantes de los sistemas de frenos A.B.S., recomiendan que se le realice periódicamente, un mantenimiento preventivo a dicho sistema, con la

finalidad de preservar por mayor tiempo el funcionamiento del sistema en óptimas condiciones, ofreciendo mayor seguridad a los ocupantes del automóvil.

En el manual del fabricante, usted podrá informarse acerca de los procedimientos y períodos específicos, para realizar un mantenimiento preventivo al sistema de frenos A.B.S. de un automóvil en particular.

A continuación se le presenta una serie de pasos de un mantenimiento preventivo general, de los sistemas A.B.S:



Paso No. 1:

Inspeccione la luz de advertencia de falla del sistema A.B.S. La luz debe apagarse inmediatamente después de que el MCI se ponga en marcha. Esto indica que la ECU, no reporta ninguna falla en el sistema. Si la luz está encendida cuando el MCI está en marcha, esto significa que la ECU está indicándole al piloto que existe un problema relacionado con el sistema A.B.S.

Para obtener los códigos de falla que la ECU almacena, es necesario realizarle un diagnóstico al sistema. El procedimiento para obtener los códigos de falla del sistema, se presenta en la sección 4.6.

NOTA: Puede darse el caso de que la bombilla esté fundida o que el propietario actual o el anterior, hayan eliminado la bombilla de la luz de advertencia de falla, con la finalidad de ocultar algún problema del sistema A.B.S.



Paso No. 2:

Verifique en el manual del fabricante el procedimiento que usted debe realizar para el mantenimiento preventivo, así como las tolerancias mínimas del grosor de las pastillas y las zapatas de freno, para reemplazarlas.

Cuando reemplace pastillas o zapatas de freno, tome en cuenta lo siguiente: en algunos sistemas de frenos A.B.S. las pastillas y zapatas de freno, tienen sensores de nivel de desgaste. Si usted reemplaza estos elementos por unas que no contengan dichos sensores, la luz de advertencia del A.B.S. encenderá, indicando que hay un problema en el sistema A.B.S. Además en algunos sistemas, es necesario realizar un procedimiento específico, que el manual del fabricante describe para el sangrado del sistema hidráulico.



Paso No. 3:

Realice una inspección del sistema de tuberías y mangueras de distribución del líquido de frenos, verificando que estén bien apretadas las abrazaderas o uniones y que no presenten fugas o goteo de líquido.



Paso No. 4:

Realice una inspección visual de los conectores eléctricos de los sensores de las ruedas y de los actuadores del sistema A.B.S., verificando que estén bien sujetos y que tanto las espigas de los sensores como los conectores eléctricos, estén libres de sarro, humedad o aceite.

Paso No. 5:

Si el propietario del automóvil le indica algún tipo de falla o si usted detecta algún problema durante el proceso de frenado, consulte el manual del fabricante, antes de realizar cualquier práctica de reparación.

NOTA: Realizar prácticas inadecuadas en un sistema A.B.S., puede ocasionar problemas mayores a los que inicialmente presentaba, y como consecuencia, usted, puede perder tiempo y dinero.

Paso No.6:

Cuando termine el proceso de mantenimiento preventivo, asegúrese de que todo quede dispuesto en su lugar, con las conexiones eléctricas y que los tornillos y tuercas de los pernos de las ruedas (chuchos) estén bien apretados.

**MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA DE FRENOS ABS**

Las medidas generales de seguridad que usted debe aplicar al trabajar con un sistema de frenos A.B.S., se presentaron en los preliminares de este manual. Además, aplique las siguientes medidas, al trabajar con la ECU:

- 1) No realice ningún tipo de reparación, antes de obtener información correcta acerca del sistema que está trabajando.
- 2) No le realice ninguna prueba o conexión eléctrica al arnés de la unidad de control, sin antes consultar el manual del fabricante y el diagrama eléctrico correspondiente al sistema.

- 3) Cuando reemplace algún elemento del sistema A.B.S., asegúrese de que este sea el indicado para dicho sistema, de lo contrario se activará la luz de falla y el sistema no trabajará a su capacidad total. Tenga presente que esto le representará a usted pérdidas de tiempo, dinero y la confianza del propietario del automóvil.
- 4) No permita que caiga líquido de frenos en la pintura del automóvil o en el chasis, el líquido de frenos mancha la pintura y arruina las partes metálicas del automóvil. Si ocurre un derrame, lave inmediatamente con abundante agua y jabón, las áreas afectadas.

4.2 LOS SENSORES DE LOS FRENOS A.B.S.

Envían las señales de velocidad de las ruedas hacia la unidad de control electrónico. La velocidad de cada rueda es vigilada en forma independiente, en las ruedas traseras el control es determinado por la rueda con mayor tendencia a un bloqueo.

4.2.1 COMPONENTES DE LOS SENSORES DE LA RUEDA

Los componentes de los sensores de la rueda son (figura 4.5):

- Elemento de captación inductivo.
- Conector eléctrico.
- Casco protector del sensor.
- Rueda dentada instalada en el eje de la rueda del automóvil.

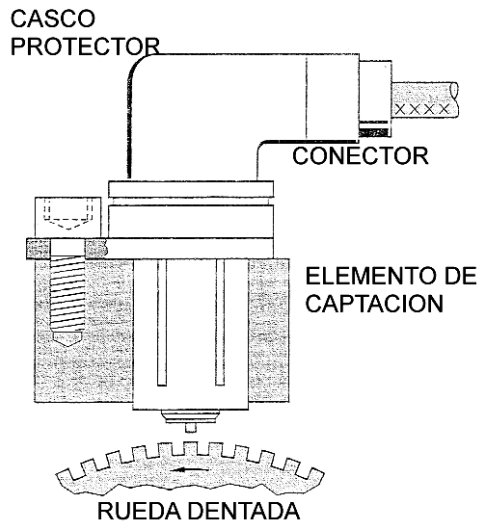


Figura 4.5
Componentes del sensor de la rueda

4.2.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DE LA RUEDA

Los tipos de sensores de la rueda se clasifican de la forma siguiente:

- **Inductivo:** Los sensores de tipo inductivo generan una señal senoidal en base al giro de la rueda dentada, que está acoplada al eje de cada rueda del automóvil. Estos sensores no necesitan que la unidad de control electrónico les envíe alimentación de voltaje.
- **De efecto Hall:** Los sensores de tipo de efecto Hall, conectan a tierra la señal que la unidad de control electrónico les envía en base al giro de un rotor de diafragmas. Este tipo de sensores es similar al que utiliza el sistema de encendido con sensor Hall. La señal resultante durante el giro de la rueda es una señal digital.

4.2.3 UBICACIÓN DE LOS SENSORES DE LOS FRENOS A.B.S.

Los sensores de la rueda se ubican a un costado del elemento giratorio de la rueda (paralelamente al disco de freno o al tambor), con la finalidad de generar una señal en base a la velocidad de giro de cada rueda.

Cuando desmonte los discos o tambores del sistema de frenos A.B.S., aplique para los sensores de velocidad de giro de la rueda y los engranajes dentados, las siguientes medidas de seguridad:



MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LOS SENSORES DE LA RUEDA

- 1) No lastime ni cambie la distancia de los sensores a los engranajes dentados, ya que esto dará como resultado que la luz de falla en el sistema se active y por tanto, no funcionará a su capacidad total.
- 2) Cuando termine el proceso de mantenimiento, asegúrese de que todo quede en su lugar, con las conexiones eléctricas, los tornillos y tuercas de las ruedas bien apretadas.

4.3 SCANNER PARA DIAGNÓSTICO DEL A.B.S.

La unidad de control electrónico del sistema de frenos A.B.S., tiene la capacidad de verificar el funcionamiento de algunos de los componentes del sistema. Cuando un componente no funciona adecuadamente, la unidad lo detecta y guarda en su memoria, un código correspondiente a la falla de dicho componente.

El scanner tiene la capacidad de extraer los códigos de mal funcionamiento guardados en la memoria de la unidad de control electrónico.

Con esto usted puede analizar el comportamiento del sistema A.B.S. Interpretando estos valores, es posible detectar algún problema, aún cuando no aparezca un código de falla en el scanner.

4.4 UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

Su función principal es detectar la tendencia al bloqueo de las ruedas, controlar el sistema en modo de bloqueo, vigilar la operación del sistema eléctrico y desplegar los códigos de falla ABS, en modo de diagnóstico.

4.4.1 DEFINICIÓN DE UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

La unidad de control electrónico es un conjunto de elementos electrónicos como transistores, resistencias, circuitos integrados, etc. y las programaciones necesarias para ejecutar operaciones de:

- A. Lectura de datos de sensores de velocidad de giro de las ruedas y de los sensores de presión en el sistema hidráulico.
- B. Cálculos de funcionamiento para evitar el bloqueo de cada rueda controlada por el sistema A.B.S.
- C. Señales para manejar los actuadores del sistema y de esta forma, evitar que alguna rueda se bloquee.

4.4.2 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

Las partes de la unidad de control electrónico son:

- 1) Elementos electrónicos como chips de memoria, microprocesador, condensadores, transistores, diodos, resistencias etc.
- 2) Conector eléctrico para ensamblar el arnés del sistema A.B.S.

El funcionamiento de la unidad de control electrónico es el siguiente:

- A. Modo de inicio: en este modo la unidad de control inicia su programa, enciende la luz de advertencia de falla y posteriormente, realiza un chequeo de todas las señales que los sensores le envían, así como activa la electro bomba para que el sistema hidráulico se presurice a un valor estipulado en su memoria. Si todas las señales de los sensores están en su rango de operación, ejecuta el procedimiento para apagar la luz de advertencia de falla del sistema A.B.S.
- B. Modo de mantenimiento normal: durante este modo, la unidad de control electrónico verifica las presiones hidráulicas en los distintos puntos del sistema, del sensor de activación del pedal del freno y de todos los demás sensores del mismo. En este modo, la unidad de control mantiene al sistema hidráulico, a los valores necesarios para poder efectuar las acciones que el modo de frenado requiere.
- C. Modo de frenado: durante la activación del freno por parte del conductor, la unidad de control requiere constantemente la lectura de las señales que provienen de los sensores de la velocidad de giro y de la presión del

sistema hidráulico. Con esta información, la unidad de control envía la señal de mando adecuada a los actuadores del sistema hidráulico, para mantener las ruedas sin bloquearse y el sistema hidráulico a la presión necesaria para su funcionamiento adecuado, hasta que el automóvil se detenga o el conductor libere el pedal de freno.

4.4.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

.....

El mantenimiento preventivo de la unidad de control consiste en requerirle los códigos de falla del sistema. Además debe verificar, que esté libre de humedad, en sus conectores y fija a su base de soporte.



MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

Las medidas de seguridad que usted debe tomar en cuenta al trabajar con la unidad de control electrónico del sistema de frenos ABS, son las mismas que se presentan en la sección 4.1.

REALIZAR DIAGNÓSTICOS DE FALLAS EN FRENOS A.B.S. CON EQUIPO COMPUTARIZADO, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

4.5 EL MODULADOR HIDRÁULICO A.B.S.

.....

El modulador hidráulico está ubicado entre el cilindro maestro y las líneas de conexión hidráulica que accionan el sistema de freno de cada rueda.

El modulador hidráulico es el encargado de variar la presión que activa el freno de cada rueda, en base a las órdenes de la unidad de control electrónico del sistema ABS.

4.5.1 DEFINICIÓN DE MODULADOR HIDRÁULICO A.B.S.

.....

Dispositivo electromecánico que regula la presión individual del sistema de freno de cada rueda de un automóvil.

4.5.2 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DEL MODULADOR HIDRÁULICO A.B.S.

.....

El modulador hidráulico está compuesto por (figura 4.6):

- 1) Válvulas solenoides: encargadas de variar el flujo hidráulico que entrega el cilindro maestro al sistema de freno de cada rueda.
- 2) Depósito acumulador: depósito en el cuál se acumula el líquido de frenos que el modulador desvía de cada línea que alimenta al freno de cada rueda, cuando varía el flujo hidráulico que acciona dichos sistemas de frenos.

- 3) Electro bomba hidráulica: se encarga de suministrar el líquido de frenos que está en el depósito acumulador a las líneas del sistema hidráulico.

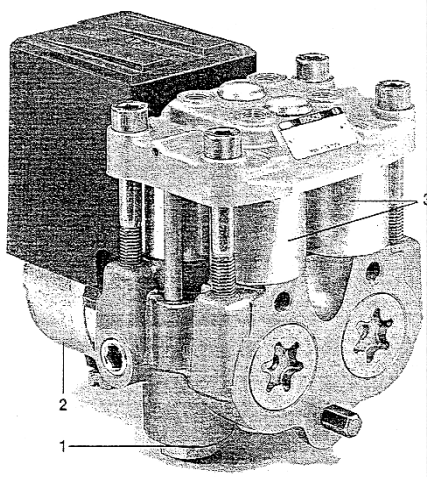


Figura 4.6
Modulador hidráulico

1. Acumulador, 2. Bomba de recirculación y 3. Válvula electromagnética.

El funcionamiento del modulador hidráulico es el siguiente:

Al momento que el piloto del automóvil acciona el pedal de freno, el cilindro maestro envía la presión hidráulica a los sistemas de freno de cada rueda para accionarlos.

La unidad de control electrónico continuamente está monitoreando la velocidad de giro de cada rueda.

Si la unidad de control electrónico detecta que hay una o más ruedas a punto de bloquearse (velocidad de giro cero km/h), envía las señales necesarias para que el modulador hidráulico actúe inmediatamente.

El modulador hidráulico en respuesta a las órdenes que envía la unidad de control electrónico, activa las válvulas solenoides que están en la línea hidráulica que alimenta al sistema de freno de la rueda que está a punto de bloquearse, y libera de la presión hidráulica enviando parte del flujo del líquido de frenos al depósito acumulador.

La unidad de control electrónico prosigue verificando la velocidad de giro de cada rueda, si detecta que aún hay indicios de que la rueda se bloquee, se repite el proceso de liberar la presión de las líneas hidráulicas. Cuando la rueda ya no está a punto de bloquearse, envía la señal necesaria al modulador hidráulico, para que desenergice las válvulas solenoides.

El líquido que está en el depósito acumulador es devuelto al sistema, mediante la electro bomba que está en el modulador hidráulico.

4.5.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MODULADOR HIDRÁULICO

El mantenimiento del modulador hidráulico varía según el fabricante. Usted debe consultar en el manual, los pasos que el fabricante recomienda para la ejecución de dicha tarea.

Generalmente, el mantenimiento preventivo consiste en la verificación de que las conexiones eléctricas no estén en mal estado o sucias. Además debe inspeccionar y verificar que no existan fugas de líquido de frenos en el modulador o en las tuberías y mangueras que están conectadas a dicho elemento.



MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL MODULADOR HIDRÁULICO

Observe cuidadosamente los valores de resistencia, voltaje y presiones del modulador. Ponga atención a las dimensionales de los valores nominales y a los parámetros de cada elemento, para asegurar una buena comprobación.

4.6 DIAGNÓSTICO DE FRENOS A.B.S. CON SCANNER

Puesto que los sistemas de frenos A.B.S. son controlados electrónicamente necesitan ser verificados a través del scanner, para la extracción de los códigos de fallas almacenados en la memoria de la unidad de control electrónica.

4.6.1 PROCESO DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN LOS SISTEMAS DE FRENOS A.B.S. CON SCANNER

Los pasos que usted debe ejecutar para efectuar el diagnóstico del sistema A.B.S. con scanner son los siguientes:

Paso No. 1

Identifique la marca del automóvil que va a diagnosticar.

Paso No. 2

Obtenga el número de VIN (del inglés Vehicle Identification Number, Número de Identificación del Vehículo o Número de Chasis): este está dispuesto por lo general, en la parte izquierda del panel de instrumentos, cerca de la unión del vidrio delantero con el panel de instrumentos.

Paso No. 3

Coloque los cartuchos que corresponden a la marca del automóvil en el scanner e ingrese los datos del VIN del automóvil, según se lo requiera el scanner.

Paso No.4

Observe en la pantalla del scanner la ubicación del conector de diagnóstico del sistema A.B.S. en el

automóvil. Adquiera un conector adecuado del scanner, para la conexión de diagnóstico.

Paso No. 5

Coloque el conector del scanner a la conexión de diagnóstico. Siga las instrucciones que el scanner proporciona en la pantalla, para la comunicación con la unidad de control electrónica del sistema A.B.S.

Paso No. 6

Ejecute la función de datos, observe los datos de funcionamiento del sistema, además, inspeccione si existen códigos de falla en el sistema.

Paso No. 7

Imprima los códigos de falla (escriba los códigos en una hoja si no tiene impresora).

Paso No. 8

Consulte en el manual del fabricante, el procedimiento para la verificación del código de error que reportó el scanner.

Paso No. 9

Si no hay código de falla, verifique los valores de funcionamiento y compárelos con el manual de servicio del fabricante.

Paso No. 10

Limpie y guarde el Scanner.



MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL DIAGNOSTICO DEL SISTEMA A.B.S. CON SCANNER

Cuando esté ejecutando un diagnóstico a un sistema de frenos A.B.S. con el scanner tome en cuenta las medidas generales de seguridad presentadas en los preliminares del manual y además tome en consideración lo siguiente:

- 1) Asegúrese de conectar el scanner en el conector de diagnóstico apropiado.

- 2) Cuando instale el conector de alimentación de voltaje del scanner a la batería del automóvil, verifique que pase libremente a través de las ventanas del automóvil, que no se queme con el escape del MCI o se enrede con las aspas del ventilador del radiador.
- 3) Verifique que el scanner tenga instalado el cartucho adecuado, para el automóvil al que le efectuará el diagnóstico electrónico.
- 4) Cuando termine el diagnóstico, verifique que el conector del scanner no se quede en el interior del automóvil.

4.7 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES DEL A.B.S.

Los sensores de rueda en el sistema de frenos ABS están dispuestos a un costado de la rueda. Por cada rueda del automóvil hay un sensor de velocidad. Cada rueda tiene en su eje, un engranaje dentado que sirve como reluctor del sensor inductivo de velocidad de giro de la rueda (figura 4.7).

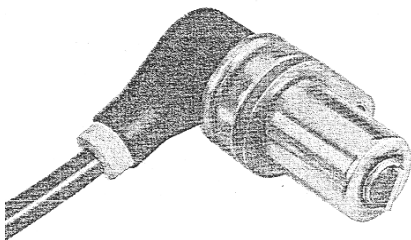


Figura 4.7
Sensor de rueda

La comprobación de los sensores de las ruedas se realiza de forma visual, inspeccionando su estado físico, electrónico por medio del scanner y a través de la medición de la señal que genera, por medio del osciloscopio.

4.7.1 PROCESO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES DEL A.B.S.

El proceso de ubicación y comprobación de los sensores de la rueda se realiza de la siguiente manera: la señal que el sensor genera en base al giro de la de rueda es de tipo senoidal.

La inspección del sensor se efectúa con tres procesos de verificación:

- A. **Inspección visual:** verifique el estado de la conexión eléctrica del sensor, que esté sujeto a la base que lo fija en su punto de trabajo, así como el estado físico del engranaje dentado y del sensor.
- B. **Diagnóstico con el scanner:** efectúe el diagnóstico con el scanner, verificando en la modalidad de datos, que los sensores generen los valores de velocidad, requeridos. Si hay algún sensor que no esté enviando la señal de velocidad de giro, la unidad de control electrónico lo registrará activando la luz de advertencia de A.B.S. Usted puede acceder a los códigos de mal funcionamiento que la unidad de control electrónico registra, por medio del scanner. La unidad de control le comunicará al scanner qué código de mal funcionamiento registra.
- C. **Inspección de la señal del sensor:** usted puede verificar el funcionamiento de cada sensor de velocidad de giro de la rueda por medio del osciloscopio. Con el osciloscopio usted puede observar la señal que el sensor genera, en base al giro de la rueda. Si durante la prueba el sensor, este no genera ninguna señal, significa que está defectuoso (siempre y cuando usted verifique previamente el estado físico del conector eléctrico y su fijación a la base de sujeción).



**MEDIDAS DE SEGURIDAD
PARA LA COMPROBACIÓN DE LOS
SENSORES DE RUEDA**

Aplique las siguientes medidas:

- 1) Cuando realice la medición de los sensores de rueda, no destruya los conectores. Asegúrese de extraerlos de la forma correcta.
- 2) No intente alimentar con algún tipo de señal o voltaje que no sea el que el fabricante recomienda, a los sensores o al arnés del sistema A.B.S., durante la prueba que el manual indica.
- 3) Cuando termine la prueba, asegúrese de que todo quede en su lugar, con las conexiones eléctricas, los tornillos y tuercas bien apretadas.

**4.8 COMPROBACIÓN
DE LOS ELEMENTOS
ELÉCTRICOS DEL
MODULADOR
HIDRÁULICO**

La comprobación de los elementos eléctricos del modulador se debe realizar únicamente cuando el manual de servicio del fabricante lo indique.

Por lo general, los elementos que usted puede comprobar en el modulador son las electro válvulas solenoides que regulan el flujo en las líneas hidráulicas del sistema de freno de cada rueda y el motor que acciona la bomba hidráulica.

**4.8.1 PROCESO PARA LA
COMPROBACIÓN DE LOS
ELEMENTOS ELÉCTRICOS
DEL MODULADOR
HIDRÁULICO**

Los pasos que usted debe realizar para el proceso de comprobación de los elementos eléctricos del modulador hidráulico son los siguientes:



Paso No. 1

Adquiera el manual del fabricante la herramienta y el equipo, que utilizará para la comprobación de los elementos eléctricos del modulador del sistema A.B.S.



Paso No. 2

Conecte el scanner en el conector de diagnóstico del sistema A.B.S., realice la extracción de códigos de falla y los datos de funcionamiento, observando los datos y pruebas relacionadas con el modulador.



Paso No. 3

En el manual encontrará la sección de comprobación de los elementos eléctricos del sistema A.B.S. Si el fabricante recomienda procedimientos para la comprobación eléctrica del modulador, en el manual encontrará los valores de resistencia de las electro-válvulas, del motor de la bomba hidráulica y la ubicación de los pines que usted debe medir en el conector del modulador, para verificar los valores de resistencia de cada elemento.

**Paso No. 4**

Realice la comprobación de los elementos eléctricos en base a los procedimientos que el manual indica y los obtenidos con el scanner. Compare contra los valores que el fabricante proporciona.

**Paso No. 5**

Verifique y ejecute las acciones necesarias que el manual del fabricante recomienda para los resultados que obtuvo de la comprobación de los elementos, sustituirlos por ejemplo.

**Paso No. 6**

Arme y limpie todos los elementos del modulador. Guarde el manual, la herramienta y el equipo que utilizó para la comprobación de los elementos eléctricos del modulador.



**Tus
apuntes...**



I. CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS ANTIBLOQUEO

Complete las palabras que faltan en el siguiente párrafo: el sistema de frenos _____, es el sistema que evita que las _____ se bloqueen durante una frenada enérgica. El sistema A.B.S. puede ser diseñado para controlar: únicamente las dos ruedas _____ (de un canal), cada rueda _____ y las dos traseras (de tres canales) o las cuatro ruedas (de _____). Los dos tipos de sistemas A.B.S. son el _____ y el no _____. La diferencia básica entre los dos es que el no integrado utiliza un _____ maestro y un _____, similar a los que utiliza el sistema de frenos convencional.

2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS ANTIBLOQUEO

En grupos de 3 ó 4 personas, expliquen en forma oral las diferencias de funcionamiento entre los sistemas de frenos convencional y A.B.S., anótenlas en una hojas de rotafolio y péguenlas en la pared del taller donde realizan la practica.

3. IDENTIFICACIÓN DE SÍMBOLOS

Obtenga una copia de un diagrama para el sistema A.B.S., que contenga los elementos que se estudiaron en esta unidad, identificándolos por sus símbolos.

Describa las características del automóvil, modelo, número de cilindros, etc. Presente un reporte escrito a su facilitador.

4. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Realice una investigación bibliográfica sobre el tema: pruebas que deben realizarse para verificar el sistema de frenos A.B.S., para un automóvil en particular que utilice dicho sistema de frenos. Presente un reporte escrito a su facilitador.

5. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS ANTIBLOQUEO

En grupos de 3 o 4 personas, obtengan un automóvil equipado con sistema de frenos A.B.S. Realicen mediciones en los sensores de velocidad de giro de la rueda, empleando un osciloscopio. Dibujen la forma de la señal que genera el sensor, midan el valor de voltaje y frecuencia de la señal generada para distintas velocidades de giro de las ruedas. Presenten un reporte escrito a su facilitador que incluya el diagrama de conexiones del sensor, un dibujo de la señal que genera el sensor con sus valores de voltaje y la frecuencia.



En los sistemas de frenos convencionales, cuando el conductor presiona el pedal del freno, se transmite una fuerza de frenado exactamente igual en las cuatro ruedas.

La fuerza de frenado no es la que provoca directamente la desaceleración del automóvil, solamente ejerce una resistencia al giro de las ruedas. El frenado efectivo se produce por la fuerza generada por la fricción entre la rueda y el pavimento.

Durante el frenado las ruedas no aportan la misma fuerza para producir la desaceleración del automóvil, este tiende a deslizarse y el conductor pierde el control del mismo.

Debido a lo expuesto, los fabricantes de automóviles han desarrollado un sistema que denominaron A.B.S. (del inglés Antilock Brake System, Sistema de Frenos Antibloqueo), que en gran medida otorga solución al problema.

El sistema de frenos A.B.S. además de cumplir con este cometido, ejecuta otra función muy importante en la frenada, cuando el automóvil está en movimiento, y es no dejar que el automóvil derrape al frenar intensamente.

El sistema que controla las funciones del A.B.S. es una unidad de control electrónico instalada en el automóvil. Cada rueda tiene un sensor de velocidad de giro, cuya señal se transmite a la unidad de control electrónico. La señal de salida de la unidad de control activa electro válvulas que regulan la presión del líquido de freno a cada rueda.

El sistema tiene como prioridad mantener las ruedas del automóvil a la misma velocidad de giro, regulando la fuerza de frenado de cada una de ellas. Si en un proceso de frenado, alguna rueda reduce sensiblemente su velocidad, en comparación con la de las otras, es porque tiene tendencia a patinar.

El sistema A.B.S. evita precisamente este bloqueo en las ruedas, manteniendo la disponibilidad de dirigir al automóvil, aún en frenadas enérgicas y en cualquier condición de camino.

El sistema A.B.S. es un sistema de frenos que no permite derrapes durante una frenada fuerte. Utiliza sensores de velocidad en cada rueda y un sistema de presurización en el sistema hidráulico de bombeo. El sistema de frenos A..B.S. puede ser de uno, tres o cuatro canales.

Hay dos tipos de sistemas A.B.S., el sistema A.B.S. integrado y el sistema A.B.S. no integrado.

El funcionamiento del sistema A.B.S. integrado tiene tres modos de frenado, el de elevación de presión (pedal oprimido), el de presión de mantenimiento (pedal del freno aplicado pero no en movimiento) y el de abatimiento (pedal libre o suelto).

Cuando la unidad de control electrónico recibe una señal de cualquiera de los sensores de velocidad de la rueda, la unidad de control, envía las señales para las válvulas de control correspondientes a esa rueda, abriéndolas y cerrándolas sucesivamente en los modos de elevación, mantenimiento y abatimiento, lo cual ocurre varias veces por segundo hasta que la unidad de control reciba una señal de velocidad normal de la rueda, mientras que en las otras ruedas el funcionamiento es normal.

Los sensores de la rueda envían señales de velocidad de las ruedas, hacia la unidad de control electrónica. Se ubican a un costado del elemento giratorio de la rueda, paralelos al disco de freno o al tambor.

La unidad de control electrónico ejecuta operaciones de lectura de datos de sensores de velocidad de giro de las ruedas, y de los sensores de presión en el sistema hidráulico, realiza cálculos de funcionamiento para evitar el bloqueo de cada rueda controlada por el sistema A.B.S. y envía las señales para manejar los actuadores del sistema, y de esta forma, evita que alguna rueda se bloquee.

El modulador hidráulico es un dispositivo electromecánico que regula la presión individual del sistema de freno de cada rueda de un automóvil; está compuesto por electro válvulas solenoides, depósito acumulador y una electro bomba hidráulica.



evaluación

1. En el sistema de frenos A.B.S. de tres canales, las llantas _____, se controlan individualmente.
 - A) Traseras
 - B) Diagonales
 - C) Delanteras
 - D) Izquierdas

2. Sistema A.B.S. que no utiliza sobre-elevador convencional:
 - A) Integrado
 - B) No integrado
 - C) De un canal
 - D) Con modulador

3. La función del acumulador hidráulico es _____ el líquido de frenos.
 - A) Filtrar
 - B) Almacenar
 - C) Enfriar
 - D) Bombear

4. El modulador hidráulico en su interior utiliza un (una) _____, para regular la presión del líquido de frenos de cada rueda.
 - A) Regulador
 - B) Bomba
 - C) Electro válvula
 - D) Diafragma

5. En el sistema A.B.S. no integrado, el (la) _____ amplifica la fuerza que el conductor aplica al pedal de freno.
 - A) Modulador hidráulico
 - B) Bomba hidráulica
 - C) Acumulador hidráulico
 - D) Sobre elevador

6. La señal que genera el sensor de rueda es de tipo:
 - A) Senoidal
 - B) Diente de sierra
 - C) Constante
 - D) Cuadrada

7. La señal que el sensor de rueda genera es utilizada por el (la) _____ para verificar la velocidad de la rueda, en un sistema A.B.S.

- A) Conductor
- B) Unidad de control electrónico
- C) Velocímetro
- D) Caja de velocidades

8. El objetivo principal del sistema de frenos A.B.S. es:

- A) Detener el automóvil
- B) Comunicar los códigos de falla del sistema al scanner
- C) Que el conductor no pierda el control del automóvil durante una frenada enérgica
- D) Que las ruedas se bloqueen al frenar para una frenada inmediata

9. Suponga que usted conduce un automóvil y de repente la luz del A.B.S. aparece en el tablero de instrumentos. Lo que la unidad de control del sistema A.B.S. indica es que:

- A) La bombilla de A.B.S. está en buen estado
- B) Hay un problema con el alternador
- C) No hay presión de aceite de motor
- D) Ha detectado un problema con el sistema de frenos

10. Usted está inspeccionando un automóvil, el cuál no apaga la luz de A.B.S. El procedimiento que debe ejecutar es:

- A) Quitar la bombilla del tablero para que ya no encienda
- B) Realizar un diagnóstico con el scanner para obtener códigos de falla
- C) Revisar y calibrar los frenos
- D) Desconectar la batería para borrar los códigos de falla

UNIDAD 5

REPARACIÓN DE SISTEMAS DE SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA



Coadyuvar al desarrollo de las siguientes competencias:

- ◉ Identificar componentes del sistema de suspensión electrónica, de acuerdo a su ubicación y función.
- ◉ Realizar la comprobación del funcionamiento de la unidad de control hidráulico y electrónico, de acuerdo al proceso técnico de trabajo establecido y especificaciones técnicas de fabricantes.

IDENTIFICAR COMPONENTES DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA, DE ACUERDO A SU UBICACIÓN Y FUNCIÓN

5.1 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

El sistema de suspensión es el encargado de **amortiguar** las **oscilaciones** del automóvil debidas a las imperfecciones de la superficie donde circula, tiene como objetivo absorber las desigualdades del terreno sobre el que se desplaza, y mantener las ruedas en contacto con el pavimento, proporcionando a los pasajeros un adecuado confort y seguridad de marcha, protegiendo la carga y las piezas del automóvil. También evita una inclinación excesiva de la carrocería (durante los virajes), y de la parte delantera (durante el frenado).

Las características de manejo de un automóvil dependen del chasis y del diseño de la suspensión. En un extremo se encuentra la suspensión, diseñada para proporcionar un desplazamiento suave, que se emplea en automóviles de lujo. En el otro extremo se encuentra la suspensión diseñada para proporcionar un desplazamiento firme y tenso, como la suspensión de automóviles de carreras.

La mayoría de los automóviles de motor poseen suspensiones que proporcionan un desplazamiento intermedio.

En el diseño de la suspensión del automóvil, la diferencia entre el peso amortiguado y el no amortiguado es importante. El **peso amortiguado** es la totalidad del peso soportado por los muelles del automóvil, lo cual incluye la carrocería, estructura, motor, componentes de transmisión y todo lo que estos contienen.

El **peso no amortiguado** es el de las partes entre los muelles o lo cual incluye llantas, ruedas, frenos partes de la dirección y montajes del eje trasero.

El sistema está compuesto por un elemento flexible (muelle de resorte helicoidal, ballesta, barra de torsión, estabilizador, muelle de caucho (goma), gas o aire, etc.) y un elemento de amortiguación (amortiguador), cuya misión es neutralizar las oscilaciones de la masa suspendida, originada por el elemento flexible, al adaptarse a las irregularidades del terreno.

Los tipos de suspensión son:

- Independiente: consiste en que cada rueda está conectada al automóvil de forma independiente.
- No independiente: las ruedas izquierda y derecha están conectadas al mismo eje sólido.
- Semi independiente: es utilizada por algunos automóviles con tracción delantera y en este tipo de suspensión las ruedas motrices son independientes.

En un sistema de suspensión electrónica además de amortiguar las oscilaciones, se tiene la ventaja de que es capaz de variar el grado de amortiguación y altura del automóvil, obteniéndose óptimos resultados en el manejo y seguridad durante la conducción del mismo, en cualquier terreno y situación en la que se circule.

La suspensión electrónica controla la consistencia del **amortiguador** a través de un actuador hidráulico, en la parte superior de este, modificando la presión y la velocidad con las que fluye el líquido hidráulico al amortiguador.

En el tablero hay un interruptor donde el conductor puede seleccionar entre un amortiguamiento suave, normal o deportivo (duro).

5.1.1 DEFINICIÓN DE SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....

Sistema de suspensión en el cual, el nivel de amortiguación es controlado electrónicamente.

5.1.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....

Los tipos de suspensión electrónica son:

- A. **Suspensión de estado constante:** varía la altura de la suspensión y el nivel de amortiguación del automóvil, según la elección del conductor.
- B. **Suspensión activa:** varía automáticamente por medio de una unidad de control electrónico, los niveles de altura y amortiguación, en base al giro, aceleración y desaceleración del automóvil.

5.1.3 ELEMENTOS COMPONENTES DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....

Los componentes de la unidad de control hidráulico son:

- 1) **Bomba hidráulica:** proporciona la presión hidráulica para operar los actuadores. Es impulsada por un motor eléctrico.
- 2) **Unidad multiválvula:** regula la salida hidráulica de la bomba hacia los actuadores que controlan la presión de los amortiguadores.

- 3) **Válvulas de control de presión:** controlan la presión hidráulica de los actuadores, en respuesta a las órdenes de la unidad de control.
- 4) **Actuadores hidráulicos:** controlan el movimiento y posición de la suspensión, en respuesta a las órdenes de la unidad de control.
- 5) **Acumuladores principales:** almacenan el líquido hidráulico a presión, para ser utilizado de forma inmediata por los actuadores.
- 6) **Sensores de gravedad (g):** envían señales a la unidad de control de las **fuerzas g** transversales (al girar) y longitudinales (al acelerar y desacelerar).
- 7) **Sensor de velocidad:** envía información a la unidad de control sobre la magnitud de la velocidad del automóvil.
- 8) **Sensores de altura:** envían señales a la unidad de control electrónica, sobre la altura de la suspensión en cada una de las ruedas.
- 9) **Unidad de control electrónico:** controla el sistema en función de la información grabada en su memoria, y la información de los sensores del sistema. Almacena los códigos de falla y proporciona la capacidad de autodiagnóstico.
- 10) **Lámpara testigo del sistema de suspensión electrónica:** le informa al piloto del automóvil del estado del sistema de suspensión electrónica. Si la lámpara testigo no se apaga cuando el MCI está en marcha, esto indica que la ECU ha detectado un problema y es necesario un diagnóstico del sistema.
- 11) **Resortes:** proporcionan parte del soporte al automóvil y una operación a prueba de fallas, en caso de falla completa del sistema hidráulico.

5.2 LOS SENSORES DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

Los sensores del sistema de suspensión electrónica son los encargados de recibir la información y enviarla a la unidad de control electrónica.

5.2.1 DEFINICIÓN DE SENSOR

Dispositivo electrónico capaz de detectar una señal física y convertirla en tensión o corriente eléctrica.

5.2.2 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES

- A. **Sensor de gravedad:** envía una señal en base a las fuerzas que se generan, cuando el automóvil toma una curva (fuerza centrífuga) o cuando acelera y desacelera.
- B. **Sensor de velocidad del automóvil:** envía una señal a la unidad de control electrónico, que es proporcional a la velocidad del automóvil.
- C. **Sensor de altura del automóvil:** envía una señal proporcional a la altura del automóvil. Esta altura es tomada con respecto a los amortiguadores.

5.2.3 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

Los sistemas ABS utilizan una variedad de sensores para su funcionamiento, a continuación se describe cada uno de ellos.

- 1) **Sensor de gravedad:** el sensor de gravedad puede ser del tipo de posición de bola. Este detecta los cambios en el campo magnético causados por el cambio de la posición de una bola metálica, como resultado del cambio de la aceleración en un sentido, cuando por ejemplo, se gira. Otro sensor de gravedad que se utiliza en los sistemas de suspensión, es el tipo piezoeléctrico. Este sensor está compuesto por dos partes esenciales: una pequeña masa en la cuál la fuerza de gravedad actúa (de manera similar a la bola del tipo anterior de sensor) y un elemento piezoeléctrico, que convierte el movimiento de la masa en una señal eléctrica proporcional a dicha fuerza de gravedad (aceleración).
- 2) **Sensor de velocidad del automóvil:** El sensor de velocidad del automóvil es el mismo que utiliza el sistema de inyección electrónica, los tipos y características se presentaron en la unidad 3.
- 3) **Sensor de altura del automóvil:** El sensor de la altura del automóvil es de tipo inductivo. Este sensor está montado en el pistón del amortiguador. Cuando el pistón del amortiguador se mueve verticalmente, pasa en el centro de dos bobinas, las cuales varían su campo magnético dependiendo de la posición del pistón dentro de ellas. Esta variación del campo magnético es proporcional a la altura del automóvil.
- 4) **Sensor de velocidad angular de dirección:** El sensor de velocidad angular de dirección es de proceso óptico. Está ubicado en la parte inferior del timón. La señal que el sensor proporciona, es utilizada por la ECU para calcular la magnitud del giro y velocidad con la que el piloto gira el timón del automóvil.
- 5) **Sensor de gravedad:** envía señales a la unidad de control electrónico sobre las modificaciones de la fuerza de gravedad.

- 6) **Sensor de velocidad:** envía información a la unidad de control electrónico sobre la velocidad del automóvil.
- 7) **Sensor de velocidad angular de dirección:** envía información a la unidad de control sobre el ángulo de la dirección y la velocidad de viraje del timón.
- 8) **Sensor de altura del automóvil:** envía una señal proporcional a la altura del automóvil.

5.2.4 UBICACIÓN DE LOS SENSORES DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

Los sensores que utiliza un sistema de suspensión electrónica, están ubicados en:

- 1) **Sensores de gravedad:** por lo general, se ubican dos en la parte media del automóvil, uno delantero y uno trasero. Además, otros dos se colocan en la parte trasera a los costados, uno en el lado derecho y otro en el lado izquierdo. La unidad de control electrónico recibe del primer par de sensores, la información sobre la magnitud de las fuerzas centrífugas que sufre el automóvil al virar en una curva y el otro par de sensores informa sobre la magnitud de las fuerzas verticales que actúan sobre el automóvil al acelerar y desacelerar.
- 2) **Sensor de velocidad del automóvil:** está ubicado en la caja de velocidades o en indicador de velocidad, en el tablero de instrumentos del automóvil.
- 3) **Sensor de velocidad angular de dirección:** está ubicado en la parte inferior del timón.
- 4) **Sensor de posición del acelerador TPS:** está ubicado en el eje de la mariposa del obturador del múltiple de admisión. Es del mismo tipo de sensor que utiliza el sistema de inyección de combustible.

5.2.5 GENERACIÓN DE SEÑALES DE LOS SENSORES

Las señales que los sensores del sistema de suspensión envían a la ECU del sistema son:

- 1) **Sensores de gravedad:** Según el tipo de sensor que utilice el sistema la señal puede ser de tipo digital (para los sensores piezoeléctricos), similar a la señal del MAP tipo Ford. Si el sensor es del tipo de bola metálica, la señal es de tipo senoidal, cuyo valor de amplitud varía con la posición de la bola metálica en el campo magnético dentro del sensor.
- 2) **Sensor de altura del automóvil:** La señal que envía este sensor a la ECU del sistema es de tipo senoidal. La amplitud de la señal senoidal varía según la altura del amortiguador (posición del pistón del amortiguador).
- 3) **Sensor de velocidad angular de dirección:** La señal que este sensor envía a la ECU es de tipo digital. El sensor conecta a tierra digitalmente, el voltaje de referencia que la ECU le envía (similar a la señal de un sensor de posición de cigüeñal de proceso óptico).



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad que usted debe tomar en cuenta cuando trabaje con un sistema de suspensión electrónica, se presentaron en los preliminares de este manual. Además de estas medidas generales de seguridad, aplique las siguientes medidas:

- 1) No realice ningún tipo de reparación antes de obtener la información correcta acerca del sistema que está trabajando.
- 2) No realice ninguna prueba o conexión eléctrica al arnés de la unidad de control hidráulico, sin antes consultar el manual del fabricante y el diagrama eléctrico correspondiente al sistema.

- 3) Cuando reemplace algún elemento del sistema de suspensión, asegúrese de que este sea el indicado para dicho sistema, de lo contrario se activará la luz de falla. Y el sistema no trabajará a su capacidad total. Tenga presente que esto le representará a usted pérdidas de tiempo, dinero y de la confianza del propietario del automóvil.

5.3 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS DE LA SUSPENSIÓN

Los fabricantes de los sistemas de suspensión electrónica, recomiendan que se realice periódicamente, un mantenimiento preventivo a dicho sistema, con la finalidad de preservar por mayor tiempo el funcionamiento del sistema en óptimas condiciones, ofreciendo mayor seguridad a los ocupantes del automóvil.

En el manual del fabricante, usted podrá informarse acerca de los procedimientos y períodos específicos para realizar un mantenimiento preventivo al sistema de suspensión de un automóvil en particular.

5.3.1 PROCESO DE COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

A continuación se le presenta una serie de pasos de un mantenimiento preventivo general de los sistemas de suspensión:

Paso No. 1:

Inspeccione la lámpara testigo del sistema de suspensión. La luz debe apagarse inmediatamente después de que el MCI se ponga en marcha. Esto indica que la ECU, no reporta ninguna falla en el sistema.

Si la luz está encendida cuando el MCI está en marcha, esto significa que, la ECU está indicando al piloto que existe un problema relacionado con el sistema.

Para obtener los códigos de falla que la ECU almacena, es necesario realizarle un diagnóstico al sistema. El procedimiento para obtener los códigos de falla del sistema, se presentará en la sección 5.7.

Es importante que usted tome nota de lo siguiente: Puede darse el caso de que la bombilla esté fundida o que el propietario actual o el anterior, hayan eliminado la bombilla de la luz de advertencia de falla, con la finalidad de ocultar algún problema del sistema de suspensión.



Paso No. 2:

Verifique en el manual del fabricante el procedimiento que usted debe realizar para el mantenimiento preventivo, así como las tolerancias mínimas altura y amortiguación del automóvil.

Cuando reemplace los amortiguadores u otros elementos del sistema, tome en cuenta lo siguiente: En los sistemas de suspensión electrónica los amortiguadores que reemplace, deben ser los que el fabricante recomiende. Si usted reemplaza estos elementos por unos que no sean los especificados, la luz de advertencia encenderá indicando que hay un problema en el sistema de suspensión.

Paso No. 3:



Realícele una inspección al sistema de tuberías y mangueras de distribución de aceite, verificando que estén bien apretadas las abrazaderas o uniones y que no presenten fugas o goteo de aceite.

**Paso No. 4:**

Realice una inspección visual a los conectores eléctricos de los sensores y de los actuadores del sistema de suspensión, verificando que estén bien sujetos y que las espigas de los sensores como los conectores eléctricos estén libres de sarro, humedad o aceite.

**Paso No. 5:**

Si el propietario del automóvil le indica algún tipo de falla o si usted detecta algún problema durante el recorrido de prueba, consulte el manual del fabricante, antes de realizar cualquier práctica de reparación.

Realizar prácticas indebidas en un sistema de suspensión electrónica, puede ocasionar problemas mayores a los que inicialmente presenta y como consecuencia, usted puede perder tiempo y dinero.

**Paso No.6:**

Cuando termine el proceso de mantenimiento preventivo, asegúrese de que todo quede dispuesto en su lugar, con las conexiones eléctricas, los tornillos y tuercas bien apretados.

**MEDIDAS DE SEGURIDAD**

Las medidas de seguridad que usted debe tomar en cuenta cuando trabaje con un sistema de suspensión electrónica, se presentaron en la sección 5.2.

**PROTECCIÓN AMBIENTAL**

Las medidas de protección ambiental que usted debe tomar en cuenta cuando trabaje con un sistema de suspensión electrónica, se presentaron en los preliminares de este manual.

5.4 UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

En los sistemas de suspensión controlados electrónicamente, la función de la unidad de control hidráulico, es enviar constantemente presión de aceite a los distintos actuadores hidráulicos del sistema, para obtener un control continuo de los elementos hidráulicos del sistema de suspensión.

5.4.1 DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

Dispositivo electro-hidráulico que almacena, genera y controla la presión que reciben los actuadores hidráulicos de cada rueda, en función de las instrucciones que le envía la ECU del sistema de suspensión electrónica.

La unidad de control hidráulico, está compuesta de: bomba y acumulador de la bomba, unidad multiválvula y acumulador principal de aceite.

5.4.2 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....
Las partes de la unidad de control hidráulico son:

- 1) **Bomba de aceite:** la bomba es la encargada de generar la presión de aceite que alimenta al sistema hidráulico. Por lo general, la bomba puede suplir un flujo máximo de doce litros de aceite por minuto.
- 2) **Acumulador de la bomba:** la unidad de control hidráulico está provista de un acumulador de la bomba. Su función es amortiguar las pulsaciones de alta frecuencia, que la bomba genera.
- 3) **Unidad multiválvula:** la unidad multiválvula está formada por válvulas. Su función principal es el control de la presión hidráulica del sistema de suspensión.
- 4) **Acumulador principal:** el acumulador principal tiene dos funciones: almacena el aceite de la unidad multiválvula y provee un flujo extra hacia los actuadores cuando es necesario, y mantiene la altura del automóvil cuando el MCI está apagado.

5.5 UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....
La ECU detecta las señales de los distintos sensores del sistema y enviar las órdenes a la unidad de control hidráulico para obtener el control de la

amortiguación del automóvil, vigila la operación e informa de los códigos de falla del sistema cuando está en modo de diagnóstico.

5.5.1 DEFINICIÓN DE UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....
La unidad de control electrónico es un conjunto de elementos electrónicos como transistores, resistencias, circuitos integrados, etc., y la programación necesaria para ejecutar operaciones de:

- 1) Lectura de datos de sensores del sistema de suspensión.
- 2) Cálculos de funcionamiento para la amortiguación y altura del automóvil adecuada, según las características de la carretera, la velocidad a la que gira el automóvil en una curva y la inclinación de la carrocería durante una frenada.

5.5.2 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....
Las partes de la unidad de control electrónico son:

- 1) Elementos electrónicos como chips de memoria, microprocesadores, condensadores, transistores, diodos, resistencias etc.
- 2) Conector eléctrico para ensamblar el arnés del sistema de suspensión electrónica.

El funcionamiento de la unidad de control electrónico es el siguiente:

- 1) **Modo de inicio:** en este modo la unidad de control inicia su programa, enciende la luz de advertencia de falla y posteriormente, realiza un chequeo de todas las señales que los sensores le envían y activa la electro bomba, para que el sistema hidráulico se presurice a un valor estipulado en su memoria. Si todas las señales de los sensores están en su rango de operación, ejecuta el procedimiento para apagar la luz de advertencia de falla del sistema de suspensión.
- 2) **Modo de mantenimiento normal:** durante este modo, la unidad de control electrónico verifica las presiones hidráulicas en los distintos puntos del sistema, y envía las órdenes a la unidad de control hidráulico. En este modo, la unidad de control mantiene al sistema hidráulico, a los valores necesarios para poder efectuar las acciones de amortiguación y ajuste de la altura del automóvil, en el momento requerido.

5.5.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....

El mantenimiento preventivo de la unidad de control consiste en requerirle los códigos de falla del sistema. Además, debe verificar, que esté libre de humedad, en sus conectores y fija a su base de soporte.

REALIZAR LA COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO Y ELECTRÓNICO, DE ACUERDO AL PROCESO TÉCNICO DE TRABAJO ESTABLECIDO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES

5.6 COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO Y ELECTRÓNICO

.....

La comprobación de los elementos de la unidad de control hidráulico y electrónico del sistema, se deben realizar únicamente cuando el manual de servicio del fabricante lo indique.

Por lo general, los elementos que usted puede comprobar de la unidad de control hidráulico y electrónico del sistema, son las electro válvulas solenoides que regulan el flujo en las líneas hidráulicas del sistema de suspensión de cada amortiguador, y las señales que entran y salen de la ECU del sistema.

5.6.1 PROCESO DE COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO Y ELECTRÓNICO

.....

Los pasos que usted debe realizar para el proceso de comprobación de los elementos de la unidad de control hidráulico y electrónico son los siguientes:



Paso No. 1

Adquiera el manual del fabricante la herramienta y el equipo, que utilizará para la comprobación de los elementos del sistema de suspensión.



Paso No. 2

Conecte el scanner en el conector de diagnóstico del sistema de suspensión, realice la extracción de códigos de falla y los datos de funcionamiento, observando los datos y pruebas relacionadas con la unidad de control hidráulico.



Paso No. 3

En el manual encontrará la sección de comprobación de los elementos eléctricos del sistema de suspensión. Si el fabricante recomienda procedimientos para la comprobación eléctrica de la unidad de control hidráulico y electrónico, en él encontrará los valores de resistencia de las electro válvulas, del motor de la bomba hidráulica y la ubicación de los pines que usted debe medir en el conector de la unidad de control hidráulico y electrónico, para verificar los valores de resistencia y de voltaje de cada elemento.



Paso No. 4

Realice la comprobación de los elementos eléctricos en base a los procedimientos que el manual indica y los obtenidos con el scanner. Compare contra los valores que el fabricante proporciona.



Paso No. 5

Verifique y ejecute las acciones necesarias que el manual del fabricante recomienda para los resultados que obtuvo de la comprobación de los elementos, como sustituirlos por ejemplo.



Paso No. 6

Arme y limpie todos los elementos de la unidad de control hidráulico y electrónico. Guarde el manual, la herramienta y el equipo que utilizó para la comprobación de los elementos.

5.7 REALIZACIÓN DE DIAGNÓSTICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

.....

El scanner es un equipo de diagnóstico de los sistemas controlados electrónicamente, específicamente del sistema de suspensión. Con el scanner usted puede obtener los códigos de falla y en algunos casos datos de funcionamiento, para facilitar el diagnóstico y mantenimiento del sistema.

5.7.1 PROCESO DE DIAGNÓSTICO DE LA SUSPENSIÓN ELECTRÓNICA

Los pasos que usted debe ejecutar para efectuar el diagnóstico del sistema de suspensión con scanner son los siguientes:



Paso No. 1

Identifique la marca del automóvil que va a diagnosticar.



Paso No. 2

Obtenga el número de VIN (del inglés Vehicle Identification Number, Número de Identificación del automóvil o Número de Chasis): este está dispuesto por lo general, en la parte izquierda del panel de instrumentos, cerca de la unión del vidrio delantero con el panel de instrumentos.



Paso No. 3

Coloque los cartuchos que corresponden a la marca del automóvil en el scanner e ingrese los datos del VIN del automóvil, según se lo requiera el scanner.



Paso No. 4

Observe en la pantalla del scanner la ubicación del conector de diagnóstico del sistema de suspensión en el automóvil. Adquiera un conector adecuado del scanner, para la conexión de diagnóstico.



Paso No. 5

Coloque el conector del scanner a la conexión de diagnóstico. Siga las instrucciones que el scanner proporciona en la pantalla, para la comunicación con la unidad de control electrónica del sistema de suspensión.



Paso No. 6

Ejecute la función de datos, observe los datos de funcionamiento, además, inspeccione si existen códigos de falla en el sistema.



Paso No. 7

Imprima los códigos de falla (escriba los códigos en una hoja si no tiene impresora).



Paso No. 8

Consulte en el manual del fabricante, el procedimiento para la verificación del código de error que reportó el scanner.



Paso No. 9

Si no hay código de falla, verifique los valores de funcionamiento y compárelos con el manual de servicio del fabricante.



Paso No. 10

Limpie y guarde el Scanner.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

Aplique las siguientes medidas de seguridad:

- 1) Asegúrese de conectar el scanner en el conector de diagnóstico apropiado.
- 2) Cuando instale el conector de alimentación de voltaje del scanner a la batería del automóvil, verifique que: pase libremente a través de las ventanas del automóvil, que no se queme con el escape del MCI o se enrede con las aspas del ventilador del radiador.
- 3) Verifique que el scanner tenga instalado el cartucho adecuado, para el automóvil al que le efectuará el diagnóstico electrónico.
- 4) Cuando termine el diagnóstico, verifique que no se quede el conector del scanner en el automóvil.



1. CONSTITUCIÓN DE LA SUSPENSIÓN CON COMPONENTES ELECTRÓNICOS

En un sistema de _____ electrónica, los sensores de gravedad, por lo general se ubican en la parte media del automóvil, uno _____ y uno trasero. Además, otros dos se colocan en la parte _____ a los costados, uno en el lado derecho y otro en el lado izquierdo. El sensor de _____, está ubicado en la caja de velocidades o en el _____ de velocidad, en el tablero de instrumentos del automóvil. El sensor de _____ de dirección, está ubicado en la parte inferior del timón. El sensor de posición del acelerador, está ubicado en el eje de la _____ del múltiple de admisión. Es el mismo tipo de sensor que utiliza el sistema de inyección de combustible.

2. FUNCIONAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN CON COMPONENTES ELECTRÓNICOS

En grupos de 3 ó 4 personas, expliquen en forma oral las diferencias de funcionamiento entre los sistemas de suspensión convencional y con control electrónico, anótenlas en un rotafolio y péguenlas en la pared del taller donde realizan la práctica.

3. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Realice una investigación bibliográfica sobre el tema pruebas que deben realizarse para verificar el sistema de suspensión electrónica, en automóviles que utilicen este sistema. Presente un reporte escrito a su facilitador.

4. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

En un automóvil equipado con sistema de suspensión electrónica, identifique los elementos que se trataron en la presente unidad, anote su tipo y características físicas (numeración colores, número de pines, etc.), indique la ubicación de la bomba hidráulica, de la unidad multiválvula, válvulas de control de presión, actuadores hidráulicos, acumuladores principales, acumuladores secundarios, sensores de gravedad (g), sensor de velocidad, sensores de altura, unidad de control electrónico y resortes. Presente un reporte escrito a su facilitador.



El sistema de suspensión es el encargado de amortiguar las oscilaciones del automóvil debidas a las imperfecciones de la superficie donde se circula, tiene como objetivo absorber las desigualdades del terreno sobre el que se desplaza, y mantener las ruedas en contacto con el pavimento, proporcionando a los pasajeros un adecuado confort y seguridad de marcha, protegiendo la carga y las piezas del automóvil.

El sistema de suspensión evita una inclinación excesiva de la carrocería durante los virajes y la inclinación excesiva de la parte delantera, durante el frenado.

Las características de manejo de un automóvil, dependen de su chasis y del diseño de su suspensión.

El peso amortiguado es la totalidad del peso soportado por los muelles del automóvil, lo cual incluye la carrocería, estructura, motor, componentes de transmisión y todo lo que estos contienen.

El peso no amortiguado es el de las partes entre los muelles, lo cual incluye llantas, ruedas, frenos partes de la dirección y montajes del eje trasero. Los tipos de suspensión son independiente, no independiente y semi independiente.

El sistema de suspensión electrónica además de amortiguar las oscilaciones es capaz de variar el grado de amortiguación, verifica la consistencia del amortiguador a través de un actuador controlado electrónicamente en la parte superior de cada amortiguador y modifica las válvulas internas para alterar la velocidad del líquido hidráulico.

La amortiguación pueden ser activa (controlada por la ECU) y controlada por el usuario.

Los sensores del sistema de suspensión electrónica automóvil pueden ser de gravedad y de velocidad, de posición del acelerador, de altura del automóvil o de velocidad angular de dirección.

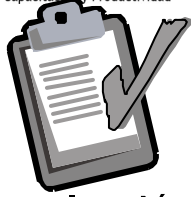
Los componentes de la unidad de control hidráulico del sistema de suspensión electrónica incluyen la bomba hidráulica, unidad multiválvula, actuadores y acumuladores hidráulicos.

En un sistema de suspensión electrónica, los sensores de gravedad, uno delantero y uno trasero, por lo general se ubican al medio del automóvil, del automóvil. Otros dos se ubican a los costados de la parte trasera, uno en el lado derecho y otro en el lado izquierdo.

El sensor de velocidad, está ubicado en la caja de velocidades o en indicador de velocidad en el tablero de instrumentos del automóvil. El sensor de velocidad angular de dirección, está ubicado en la parte inferior del timón y el sensor de posición del acelerador, en el eje de la mariposa del obturador del múltiple de admisión. Es el mismo que utiliza el sistema de inyección de combustible.

Cuando se activa la luz de advertencia del sistema de suspensión (esta se enciende cuando el MCI está en marcha), le indica al piloto que hay una falla en el sistema de suspensión. La lámpara testigo está ubicada en el tablero de instrumentos del un automóvil.

El scanner es un equipo de diagnóstico de los sistemas controlados electrónicamente, específicamente del sistema de suspensión. Con él usted puede obtener los códigos de falla y en algunos casos, datos de funcionamiento, para facilitar el diagnóstico y mantenimiento del sistema.



evaluación

1. La finalidad del sistema de suspensión es:

- A) Amortiguar las pulsaciones de la bomba de combustible
- B) Suspender el suministro de energía eléctrica
- C) Amortiguar el sonido del MCI
- D) Amortiguar las oscilaciones de la carrocería del automóvil

2. El sistema de suspensión _____ que el automóvil tenga una inclinación excesiva durante los virajes y al frenar.

- A) Evita
- B) Contribuye
- C) Ayuda
- D) Sirve para

3. El sistema de suspensión de un automóvil de carreras hace que el desplazamiento sea:

- A) Suave y confortable
- B) Sin ningún tipo de amortiguación
- C) Firme y tenso
- D) Rápido

4. El peso amortiguado de un automóvil es igual al peso:

- A) Total del automóvil
- B) Del sistema de suspensión y dirección
- C) Entre los muelles del automóvil
- D) De la cabina y los sillones

5. En el sistema de suspensión _____, cada rueda está conectada al automóvil de forma separada con las otras ruedas.

- A) Independiente
- B) No independiente
- C) Semi independiente
- D) Casi independiente

6. Los sensores de _____, _____ se utilizan en un sistema de suspensión electrónica.

- A) Altura del automóvil y de gravedad
- B) Posición del acelerador y de revoluciones del MCI
- C) Velocidad del automóvil y de el flujo de aire de admisión
- D) Gravedad y de temperatura del refrigerante

7. El sensor de gravedad detecta la _____ del automóvil.

- A) Gravedad de un accidente
- B) Gravedad con que atrae la tierra al automóvil
- C) Aceleración centrífuga del automóvil durante un giro
- D) Inclinación de la carrocería durante una frenada.

8. El _____ está ubicado en la parte inferior del timón del automóvil.

- A) Sensor de posición del acelerador
- B) Sensor de velocidad angular de dirección
- C) Interruptor de la luz de freno
- D) Emblema del fabricante del automóvil

9. El sensor de altura del automóvil es de:

- A) Proceso óptico
- B) Efecto Hall
- C) Inductivo
- D) Potenciómetro (resistencia variable)

10. Para realizar un diagnóstico de códigos de fallas del sistema de suspensión electrónico, usted debe utilizar un (una):

- A) Osciloscopio
- B) Multímetro digital
- C) Punta lógica
- D) Scanner



Glosario

Actuadores:

Dispositivos electromecánicos capaces de realizar una acción definida, en base de una señal eléctrica de control. Algunos ejemplos de actuadores son las electro válvulas inyectoras (inyectores) en un sistema electrónico de inyección de combustible.

Amortiguador:

Dispositivo mecánico que elimina las oscilaciones de los resortes que componen al sistema de suspensión de un automóvil.

Amortiguar las oscilaciones del automóvil:

Acción de eliminar las oscilaciones del automóvil.

Apertura:

Abertura.

Angulo de cierre (Dwell Angle):

Ángulo de desplazamiento del eje del distribuidor, durante el cuál circula una corriente. En el arrollamiento primario de la bobina de encendido, hacia la masa del automóvil.

Anillos de los sensores de velocidad (frenos ABS):

Anillos dentados que van dispuestos en los ejes giratorios de las ruedas, utilizados en el conjunto sensor de velocidad de un sistema de frenos anti bloqueo.

Arnés de alambrado:

Conjunto de alambres y conectores eléctricos cuya función es servir de canal de distribución de señales de voltaje, control y masa en un determinado sistema o circuito de un automóvil.

Bobina captadora:

Pequeña bobina ubicada en el distribuidor de alto voltaje. Forma parte del conjunto de elementos del generador de señales.

Bomba de combustible húmeda:

Bomba de combustible eléctrica, está dispuesta dentro del tanque de almacenamiento de combustible.

Chispa de alto voltaje:

Arco electro voltaico que se genera al romper la capa dieléctrica que separa a dos electrodos. Específicamente, el aire que está entre el electrodo positivo y el de masa en una bujía.

Circuito primario de bobina de encendido:

Arrollamiento por el cuál circula la corriente primaria en una bobina de encendido. Esta corriente es conducida a la masa del automóvil por medio de los contactos (para el sistema convencional de encendido), o el encendedor en los sistemas de encendido transistorizado y electrónico.

Circuito secundario de la bobina de encendido:

Arrollamiento en el cuál se induce un alto voltaje debido al campo magnético generado por la corriente que circula en el circuito primario de la bobina de encendido. Este alto voltaje es utilizado para generar la chispa en las bujías del motor de combustión interna.

Conductividad eléctrica:

Facilidad que tiene un material para conducir corriente eléctrica. La conductividad eléctrica está relacionada con la cantidad de electrones libres en la capa de valencia ó capa exterior de la estructura atómica de un material. A mayor cantidad de electrones libres, mayor será la conductividad eléctrica del material.

Conmutación:

Acción de conmutar de un estado a otro. Puede ser de un estado con energía eléctrica a otro estado sin energía, por ejemplo.

Convertidores de señal digital/analógico:

Dispositivos de estado sólido que convierten una señal de tipo digital, en una señal analógica proporcional a la señal digital.

Corriente convencional:

Corriente eléctrica que circula en el sentido inverso a la que circulan los electrones. Se dice que es la corriente que circula en la dirección de los huecos que dejan los electrones al circular por un conductor, llamándose por convención únicamente corriente y fluye de un terminal positivo a uno negativo.

Corriente de colector:

Corriente eléctrica que circula a través de la unión Base-Colector en un transistor de unión bipolar. El sentido de la corriente de colector depende del tipo de transistor que se utilice, si es NPN, la corriente fluye de Colector a Base, si es PNP, la corriente fluye de Base a Colector.

Cobertor aislante del cable de alta tensión para las bujías:

Cobertor fabricado de un material aislante. Evita que el alto voltaje que llega a la terminal de la unión de la bujía con el cable de alto voltaje se descargue a la masa del automóvil y protege a la terminal de la bujía y el cable contra la humedad. Comúnmente se conoce como capuchón.

Dopado del material:

Acción de agregar a la red cristalina de un material, átomos de un material distinto. A los átomos agregados se les llama impurezas. El dopado se realiza con la finalidad de cambiar las propiedades físicas de un material en particular, la conducción de corriente eléctrica por ejemplo.

Directamente proporcional:

Se dice que un fenómeno es directamente proporcional a otro cuando, para un incremento del primer fenómeno se da un incremento del segundo.

Dispositivo:

Elemento o conjunto de elementos que han sido diseñados para ejecutar una acción o tarea específica, dispositivo de generación de carga eléctrica de un automóvil (formado por el alternador, rectificador y regulador de voltaje), por ejemplo.

ECU:

De las siglas en inglés Electronic Control Unit, cuyo significado en español es Unidad de Control Electrónico. Es el conjunto de elementos electrónicos interconectados y que además tienen la programación necesaria para controlar un proceso, por ejemplo la inyección electrónica de gasolina en un automóvil.

Electrodo:

Conductor a través del cual entra o sale una corriente eléctrica de un dispositivo o un sistema, un diodo con su electrodo positivo (ánodo) y electrodo negativo (cátodo) por ejemplo.

Electrones de valencia:

Electrones que giran en la capa exterior del átomo de un material.

Encendedor (igniter):

Elemento electrónico formado por transistores, resistencias, etc., que abre o cierra el paso de la corriente del circuito primario de la bobina de encendido hacia la masa del automóvil, en base a la señal que envía el generador de señales, con la finalidad de formar el alto voltaje en el arrollamiento secundario de la bobina de encendido.

FET:

Siglas del inglés Field Effect Transistor. Es un transistor de efecto campo que funciona en base del principio de repulsión o de atracción de cargas debido a la superposición de un campo eléctrico. La amplificación de la corriente se consigue de modo similar al empleado en el control de rejilla de un tubo de vacío. Los transistores de efecto campo funcionan de forma más eficaz que los bipolares, ya que es posible controlar una señal grande con una cantidad de energía muy pequeña.

Electrónica:

Rama de la física que se ocupa del diseño y las aplicaciones de dispositivos como diodos, transistores, y circuitos integrados en los sistemas electrónicos.

Frenos de potencia dividida diagonalmente:

Sistema de frenos en el cual, las ruedas que están en diagonal se conectan en un mismo circuito hidráulico para su activación.

Fuente de corriente constante:

Dispositivo electrónico que suministra corriente constante a un circuito eléctrico. Su función es mantener la corriente eléctrica en un valor constante (idealmente) sin importar cuanta carga eléctrica este conectada en el circuito eléctrico.

Fuerzas g:

Fuerzas centrífugas que actúan sobre un automóvil cuando gira en una curva, dando como resultado, que la carrocería se incline hacia el lado opuesto al que está girando. Estas fuerzas también actúan cuando el automóvil se pone en marcha y cuando se detiene, experimentando una inclinación de la carrocería hacia adelante y atrás respectivamente.

Ganancia de corriente eléctrica:

Proporción en la que aumenta o disminuye una corriente de entrada en función de su salida, en un dispositivo eléctrico o electrónico.

Generador de señales magnético:

Dispositivo electromagnético que genera una señal eléctrica senoidal cuando gira su eje. La señal eléctrica es el resultado de procesos magnéticos que se llevan a cabo entre los componentes del generador como lo son: un imán permanente, una reluctancia y una bobina captadora.

Impurezas:

Átomos que se agregan por medio de un proceso químico llamado Dopado, a la red cristalina de un material, con la finalidad de modificar sus propiedades físicas. Los átomos que se agregan son de un material extraño al material que los recibe.

Mapear:

Acción de obtener un mapa de valores, en los laboratorios de los fabricantes de motores de combustión interna, en el cual se graban todos los posibles rangos de funcionamiento de un sistema de encendido. En el caso del avance de la chispa, se realizan mediciones de avances para distintos rangos de velocidades del motor, temperatura del refrigerante, cantidad de aire aspirado por el múltiple de admisión, presión atmosférica, etc. Con la ayuda de un computador se analiza el avance de la chispa que produzca mayor potencia y menor contaminación para cada rango de velocidades del motor de combustión interna, temperatura del refrigerante, cantidad de aire aspirado por el múltiple de admisión, presión atmosférica, etc. La información del mapa del avance de la chispa óptimo se graba en la memoria de la unidad de control electrónico, para que controle el sistema de encendido electrónico en un automóvil en particular.

Materiales Pentavalentes:

Materiales que en su estructura atómica, tienen cinco electrones en su capa exterior. Ejemplos de materiales pentavalentes son: Fósforo, Arsénico y Antimonio. Estos materiales son utilizados para dopar a los materiales semiconductores. Del dopado de un material trivalente con el Silicio (o Germanio) resulta un material semiconductor del tipo N.

Material Tetravalente:

Material que posee cuatro electrones libres en su capa de valencia. Ejemplos de materiales pentavalentes son: Silicio y Germanio. A estos materiales se les conoce como semiconductores.

Materiales Trivalentes:

Materiales que en su estructura atómica, tienen tres electrones en su capa exterior. Ejemplos de materiales trivalentes son: Galio, Indio, Boro y el Aluminio. Estos materiales son utilizados para dopar a los materiales semiconductores. Del dopado de un material trivalente con el Silicio (o Germanio) resulta un material semiconductor del tipo P.

MCI:

Siglas de Motor de Combustión Interna.

Memoria volátil:

Memoria a base de elementos semiconductores, cuya característica principal, es que cuando se interrumpe el suministro de alimentación eléctrica, pierde los datos almacenados previamente.

Microcircuito:

Circuito compuesto por elementos semiconductores en miniatura, de tamaño microscópico. Estos circuitos se fabrican con la ayuda de microscopios.

Monocrystalino:

Un circuito integrado es un pequeño circuito electrónico, formado a partir de la interconexión de varios materiales semiconductores sobre una pastilla de silicio monocrystalino, fabricado dentro de una cápsula de plástico.

Monolítico:

Circuitos integrados fabricados sobre un único cristal de silicio.

Nano segundo(ns):

Fracción de tiempo que equivale a 1×10^{-9} de un segundo.

Número atómico:

Es el número de protones que existen en el núcleo de un átomo. Para un átomo neutro (la suma de las

cargas eléctricas igual a cero, esto es el número de protones en el núcleo es igual al número de electrones fuera del núcleo), el número atómico representa el número de electrones que posee dicho átomo y determina el lugar del elemento en la tabla periódica.

Obturador:

Válvula de control (mariposa o acelerador), que regula el flujo de aire aspirado por el múltiple de admisión de un motor de combustión interna.

Peso amortiguado:

Totalidad del peso soportado por los muelles del automóvil, lo cual incluye la carrocería, estructura, motor, componentes de transmisión y todo lo que estos contienen.

Peso no amortiguado:

Peso de las partes entre los muelles, lo cual incluye llantas, ruedas, frenos partes de la dirección y montajes del eje trasero.

Piezoeléctrico:

Material que cuando experimenta una presión, genera un pequeño voltaje. El voltaje generado cambia si la presión en el material cambia. En los sensores fabricados a base de materiales piezoeléctricos, el voltaje que genera el material piezoeléctrico es utilizado como señal para la unidad de control electrónico.

Potenciómetro:

Resistencia variable con tres terminales, una de ellas, por lo general la central, es capaz de variar su valor de resistencia en base a su desplazamiento entre las otras dos terminales en los extremos de la resistencia, obteniéndose un divisor de voltaje variable con una fuente única de alimentación. Ejemplos de potenciómetros son el sensor de posición del obturador y el control de volumen de un radio receptor.

Presión relativa:

Es la diferencia entre la presión de combustible que empuja el combustible fuera del inyector, y la presión del múltiple de admisión.

Pulsaciones en la línea de combustible presurizado:

Pulsaciones en la línea de combustible, debidas a la operación de los inyectores en un sistema EFI.

Pulso de Inyección:

Señal que controla la ECU con la finalidad de activa uno o más inyectores de un sistema EFI.

Rectificación de Corriente eléctrica:

Acción de convertir la corriente eléctrica alterna en corriente directa.

Región de Trabajo:

Área particular de la curva característica (gráfica de funcionamiento) de un dispositivo, un diodo por ejemplo. La curva del diodo tiene dos regiones de trabajo, la región de polarización directa y la de polarización inversa.

Regulador de corriente:

Dispositivo que regula la cantidad de corriente en un circuito eléctrico. Su función es mantener la corriente eléctrica en un valor constante (idealmente) para alimentar distintas cargas eléctricas que estén conectadas en un circuito eléctrico.

Regulador de voltaje

Dispositivo que regula la cantidad de voltaje en un circuito eléctrico. Su función es mantener el voltaje en un valor constante (idealmente) para alimentar distintas cargas eléctricas que estén conectadas en un circuito eléctrico.

Resistencia lineal y no lineal

Resistencia lineal es aquella que su curva característica es una línea. La curva de una resistencia esta dada por los valores de voltaje y corriente que se aplican a una resistencia dada.

RMS:

Siglas del inglés Root-Mean-Square, que significa, la raíz media cuadrática. Este término define al valor eficaz de una onda periódica, sinusoidal por ejemplo. Un ejemplo de onda senoidal es la que comúnmente conocemos como voltaje o corriente alterno. Por tanto el valor eficaz de una corriente alterna sinusoidal (o cualquier tipo de corriente periódica) es por definición igual al valor de la corriente continua que al circular por una resistencia R le entrega la misma potencia que la corriente alterna sinusoidal.

Sensor:

Dispositivo diseñado para convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica, como por ejemplo, convertir un valor de temperatura del refrigerante del motor de combustión interna, en una señal eléctrica proporcional al valor de la temperatura del refrigerante.

SCR:

Siglas en inglés de Silicone Controlled Rectifier que significa Rectificador Controlado de Silicio. El SCR es un dispositivo rectificador controlado. A diferencia del diodo rectificador común, el SCR tiene una terminal de control para manejar el paso de la corriente en la polarización directa en un circuito rectificador dado.

Sistema de encendido transistorizado (SET):

Sistema de encendido en el que se utiliza un generador de señales magnético para activar y desactivar el transistor de potencia del encendedor. El encendedor es el dispositivo que abre y cierra el paso de la corriente primaria, de la bobina de encendido hacia la masa del automóvil, para generar un alto voltaje en el secundario de la bobina de encendido.

Sobre elevador (booster):

Dispositivo mecánico que amplifica la fuerza que el piloto ejerce sobre el pedal cuando activa el sistema

de frenos, utilizando el vacío que proviene del múltiple de admisión de un MCI, durante una frenada.

Stand-by:

Expresión del idioma inglés, cuyo significado en español es, listo para actuar inmediatamente o en espera de.

Saturación:

Región de trabajo de un transistor, en la cual la unión base-emisor está polarizada directamente. En esta región, el transistor es capaz de conducir la corriente eléctrica que entra por el colector y sale por el emisor (para un transistor NPN), comportándose como un conductor con una resistencia mínima.

Semiconductor Intrínseco y Extrínseco:

Un semiconductor Intrínseco es el que posee todas sus características naturales, mientras que un extrínseco, es el semiconductor que posee unas nuevas características debido a un proceso de agregar impurezas (dopado).

Tabla periódica de los elementos:

Arreglo de los elementos químicos según su número atómico. El arreglo está dispuesto de tal modo que los elementos que tengan las mismas propiedades químicas resulten agrupados.

Tarjeta Electrónica:

Placa de circuito impreso en la que están conectados distintos dispositivos electrónicos, resistencias, transistores, chips, etc. para ejecutar una función específica, un radio receptor por ejemplo.

Termistor:

Resistencia que varía con la temperatura de su estructura. Los termistores se pueden clasificar en dos tipos, los de coeficiente de temperatura negativo (NCT), que disminuyen el valor de su

resistencia con el aumento de la temperatura, y los de coeficiente de temperatura positivo (PCT), que aumentan el valor de su resistencia con el aumento de la temperatura. Se utilizan como sensores de temperatura de refrigerante y del aire de admisión del MCI.

Termómetro ambiental:

Instrumento de medición, utilizado para medir la temperatura del ambiente.

Tiristor:

Los tiristores son dispositivos semiconductores de cuatro capas que se utilizan para rectificar corrientes eléctricas alternas y conmutar corrientes directas, con un mecanismo de control.

Transductor:

Dispositivo que es capaz de convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica proporcional a la variación del fenómeno, por ejemplo el calor.

Transistor:

El transistor es un dispositivo de tres capas de material semiconductor. Pueden ser NPN o PNP. Los transistores NPN tienen dos capas de tipo N y una de tipo P. Los transistores PNP tienen dos de tipo P y una de tipo N. El emisor se representa esquemáticamente por medio de una flecha, que señala la dirección del flujo de huecos. Por convención, se acepta que el emisor inyecta portadores mayoritarios a la base, de modo que un emisor de tipo P se muestra con la flecha señalando hacia la base, y un emisor de tipo N se representa con la flecha alejándose de la base, para indicar que se inyectan electrones. El transistor puede funcionar como amplificador, interruptor y fuente de corriente. Además de la clasificación de los transistores en NPN o PNP, los transistores pueden ser Bipolares y Unipolares. Los Bipolares (BJT del inglés Bipolar Junction Transistor), son los transistores en los que los huecos y los electrones participan en su funcionamiento. Los transistores bipolares son los más conocidos y utilizados en los

circuitos electrónicos. Para el transistor Unipolar (UJT del inglés Unijunction Transistor), sólo participan los electrones o los huecos.

Transistor Bipolar:

El término bipolar refleja el hecho que los huecos y los electrones participan en el proceso de inyección de portadores en el material polarizado opuestamente. Si solamente un portador es empleado (electrón o hueco), se considera un dispositivo unipolar.

Transistor de potencia:

Transistor diseñado para conducir corrientes de colector o emisor mayores a un amperio en la región de saturación. Por lo general este tipo de transistor está dispuesto en una configuración Darlington (cascada).

Transitorio:

Fenómeno o perturbación que ocurre momentáneamente, con una duración muy corta durante un proceso. En la red eléctrica un pico de aumento del nivel de voltaje sobre el nivel normal de operación por ejemplo. Esta perturbación puede deteriorar el equipo sensible a los transitorios, siendo necesario la protección de la red con algún dispositivo que suprima los transitorios de aumento o descenso del nivel de voltaje en dicha red eléctrica.

Varistor:

Resistencia que varía su valor en base a la variación del voltaje. Cuando aparece un alto voltaje transitorio en un circuito, el varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo. Un alto voltaje transitorio es un voltaje que aparece repentinamente, que dura muy poco tiempo, con un valor mucho mayor al que se utiliza en el circuito. El voltaje transitorio es absorbido por el varistor, protegiendo de esa manera los componentes sensibles a grandes cambios de voltaje en el circuito. Su variación se produce en forma instantánea.

Voltaje de compuerta de un SCR:

Voltaje que se aplica a la compuerta de un SCR, con la finalidad de que el SCR conduzca en polarización directa (aplicándole un voltaje positivo al ánodo y uno negativo al cátodo). El valor del voltaje de compuerta oscila entre 0.8 a 2.0 voltios dependiendo de la capacidad de conducción de corriente de rectificación del SCR.

Voltaje inverso de ruptura:

Valor de voltaje en el un elemento semiconductor deja que circula una corriente cuyo sentido es inverso a la corriente que circula cuando se polariza directamente el mismo elemento. El valor de voltaje inverso de ruptura es mayor que el voltaje de polarización directa.

ANEXO

A. SEÑALES ELECTRÓNICAS AUTOMOTRICES

A.1 SEÑALES ELÉCTRICAS

Tanto en los circuitos eléctricos, como en los electrónicos se generan señales que son utilizadas para activar o desactivar un circuito y/o un componente.

Todo técnico que se dedique al mantenimiento de vehículos automotores, debe conocer e identificar los tipos de señales eléctricas que existen:

- 1) Señales digitales (ON – OFF)
- 2) Señales análogas o analógicas

Aún cuando no se estudia electrónica digital, si es necesario analizar el funcionamiento de componentes tales como: sensores de efecto Hall, módulos de encendido, bobinas captadoras, los cuales generan señales analógicas o digitales. Estas señales muchas veces no se interpretan por sus valores numéricos sino por su forma.

Para analizar la forma de estas señales, es necesario utilizar un Osciloscopio de uno o doble trazo para aplicaciones automotrices, lo cual significa que se puede medir una o dos señales simultáneamente.

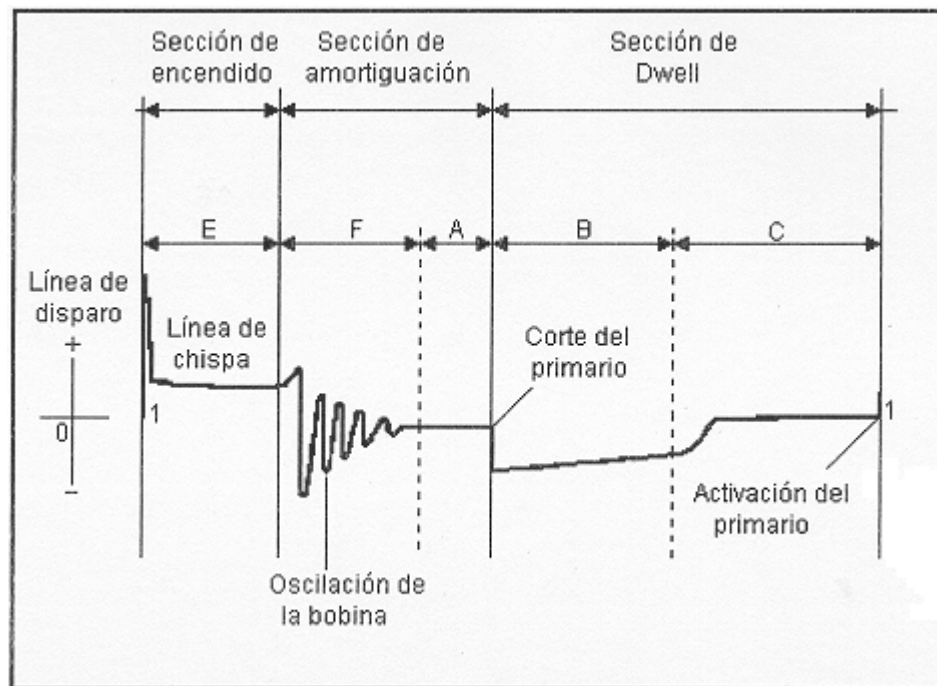


Figura A.1: Pantalla de Osciloscopio

A.1.1 Señal analógica o digital

Es la forma más sencilla de señal, una señal analógica es una variación de voltaje en un período de tiempo, tal como la onda sinusoidal. Esta es el resultado de una corriente alterna producida por componentes tales como las bobinas captadoras, utilizadas como sensores de velocidad, en sistemas de encendido y en general, por todo dispositivo electromagnético. El voltaje oscila de o voltios a valores pico, en ambos sentidos, positivo y negativo, tal como se muestra en la figura A.2.

El concepto frecuencia está relacionado con las señales eléctricas, su unidad de medida es el **Hertz** (Hz) y se define como el número de veces que la corriente completa un ciclo en un segundo, es decir, si se completa un ciclo en un segundo existe una frecuencia de 1 Hz.

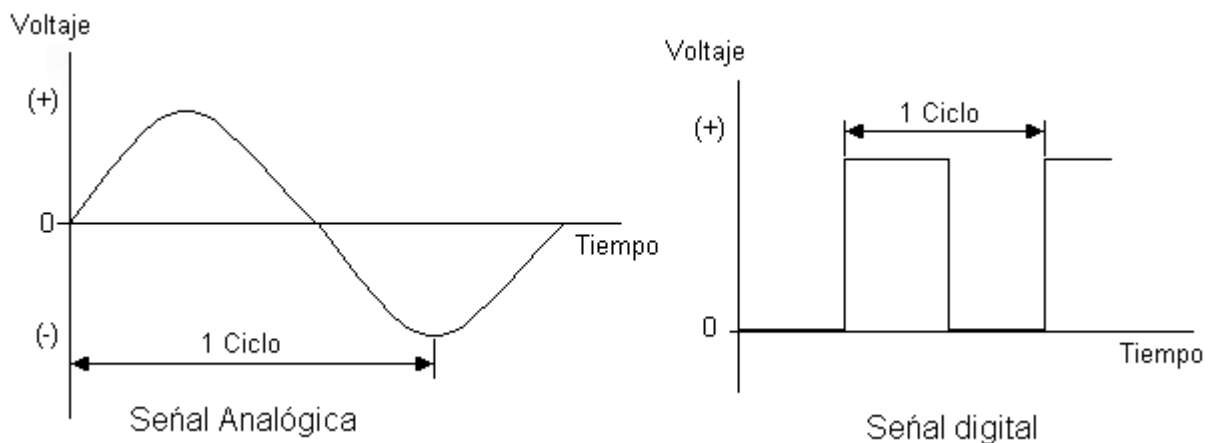


Figura A.2: Tipos de señales eléctricas

A1.2 Señal digital

La figura A.2 muestra la señal de un circuito digital básico, esta señal es denominada “onda o señal cuadrada”, cada fluctuación indica una posición de encendido/apagado (ON/OFF), indicando que el voltaje ha sido rápidamente desconectado (OFF) y de la misma forma conectado (ON).

En la Figura A.3, se muestra la activación de un inyector, el cual es un solenoide, mediante una señal digital que muestra el “golpe inductivo” producido por la aplicación de voltaje. Es decir en la realidad las ondas no son completamente cuadradas y al observarlas mediante un Osciloscopio se nota el golpe inductivo.

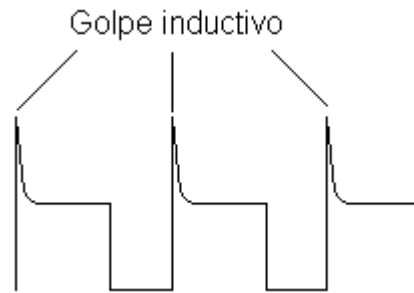
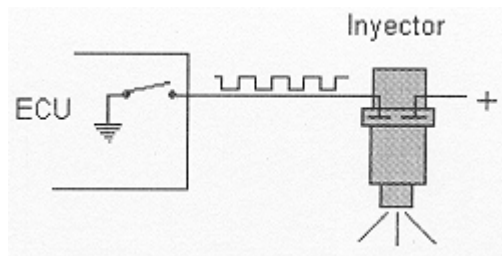
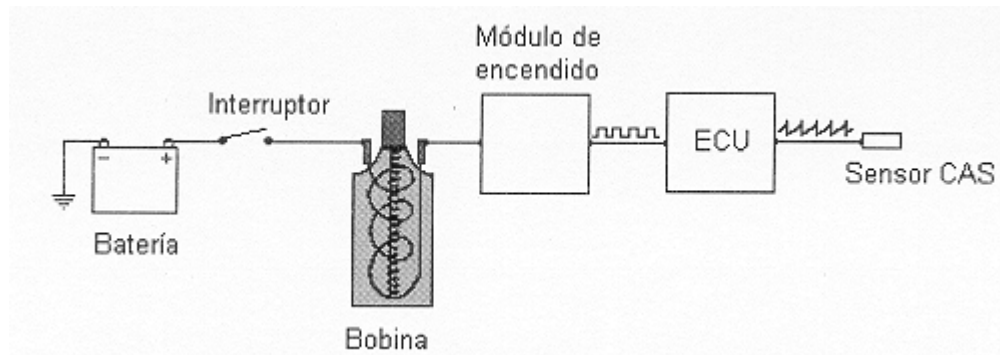


Figura A.3: Detalle del golpe inductivo

Las señales más utilizadas en los sistemas controlados por computadora (ECU), son las señales digitales, debido a que generan información que las ECU es capaz de procesar. Los datos ON/OFF son fácilmente convertidos en ceros (OFF) y unos (ON), ya que la ECU procesa toda la información en ceros y unos, es decir, en lenguaje binario. La ECU mediante su unidad de conversión interna, puede “contar” cada evento ON/OFF para determinar la frecuencia de dichos eventos, en un determinado período de tiempo, y luego utiliza esta información para realizar los cálculos necesarios para controlar otras funciones del motor u otros sistemas controlados.



(a)



(b)

Figura A.4: Tipos de señales y sus aplicaciones

B. PROCESO DE MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN DE SEÑALES ELECTRÓNICAS CON EL OSCILOSCOPIO

Para medir e interpretar señales electrónicas con el osciloscopio, realice los siguientes pasos:

1) Preparar equipo, herramienta y materiales a utilizar.

Prepare el equipo, herramienta y materiales a utilizar de acuerdo con el orden de trabajo o el listado de dotación. Haga un inventario e inspeccione el equipo, herramienta y materiales a utilizar, si encuentra algo defectuoso notifíquelo al facilitador de tecnología o al bodeguero.

2) Preparar el Osciloscopio y el equipo auxiliar para las pruebas y mediciones

En esta practica se utilizara un osciloscopio automotriz, que forma parte del equipo analizador de motores marca BEAR.

En esta oportunidad usted solamente utilizara el osciloscopio; posteriormente en otras practicas sobre encendido electrónico e inyección electrónica tendrá la oportunidad de conocer mas afondo este equipo.

Con ayuda de esta guía de practica y su instructor siga los siguientes procedimientos para la preparación del osciloscopio.

A. Encender el equipo analizador de motores

En la parte posterior del equipo se encuentra un interruptor de encendido, colóquelo en posición de encendido, este automáticamente enciende la CPU, el monitor y la impresora, espere unos 30 segundos y en la pantalla del monitor le aparecerá automáticamente el Menú de pruebas de servicio. Vea la fig. B.1 .

En este menú usted podrá apreciar que en las ventanas superiores se encuentran opciones como ----**pruebas de servicio**, --**pruebas secuenciales**,--- **reportes de diagnóstico**, --y --**utilidades**, cada una de ellas le servirán para realizar diferentes procedimientos de diagnóstico de motores y reporte de los mismos. Vea la Fig. B.1

En esta practica que usted esta en este momento iniciando, solamente utilizara el Osciloscopio, por tal razón solamente se ubicara en **Pruebas de Servicio**.

La ventana central tiene como titulo “**Menú prueba de servicio** (convencional) “, allí encontrará usted 12 opciones para desarrollar procedimientos para el análisis de motores, procedimientos que se utilizaran en su debido tiempo en otros módulos de aprendizaje.

Como se indico anteriormente: en esta practica, solamente se utilizará el Osciloscopio, por tal razón solamente nos ubicaremos en **Osciloscopio de doble trazo** y en **Uniscopio de alta velocidad**. Vea la fig. B.1.

Por ultimo, usted, encontrara 5 ventanas en la parte inferior, Vea la Fig. B.1, ventanas que son ejecutadas con las teclas F. Del teclado de su computadora. Con estas teclas usted podrá seleccionar otras opciones allí mismo detalladas, pero que en esta practica no utilizaremos.

PRUEBAS SERVICIO	PRUEBAS SECUENCIALES	REPORTE DIAGNÓSTICO	UTILIDADES
MENU PRUEBA DE SERVICIO (CONVENCIONAL)			
1	1 MEDIDORES MÚLTIPLES	(D)	
2	2 ARRANQUE/(CARGA	(D)	
3	KV SECUNDARIO DIGITAL	(D)	
4	SISTEMA COMBUSTIBLE	(D)	
5	EFICIENCIA DE CILINDROS		
6	TIEMPO DE IGNICIÓN		
7	PRUEBA DE POTENCIA		
8	IMÁGENES DE IGNICIÓN		
9	ANÁLISIS DE FALLA DE CILINDROS		
10	ALTURA DE LAS LÍNEAS DE DISPARO		
11	OSCILOSCOPIO DE DOBLE TRAZO		
12	UNISCOPIO DE ALTA VELOCIDAD		
13	MEDIDORES MÚLTIPLESZ		

F1 CONVENCIONAL SELECCIÓN	F2 DIS SELECCION	F3 PRUEBA LINEAS	F4 SALIR	F5 INFORME CLIENTE
--	-------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------------------------

Figura B.1

B. Encender la interfase del analizador de motores

Para que exista una comunicación con la unidad central del equipo y todos los elementos auxiliares del analizador de motores necesitamos una Unidad de Interfase entre ellos, que es la encargada de procesar toda la información externa, para luego trasladarla a la unidad central, esta unidad de interfase debe de estar encendida por lo tanto, ya ubicado el menú del analizador de motores en posición de **Pruebas de Servicio**, alimente la Unidad de Interfase con un acumulador adicional o con el mismo acumulador del automóvil en estudio. Seguidamente coloque el interruptor (color rojo) de la unidad de interfase en posición de encendido.

C. Ingresar a Osciloscopio de Doble trazo

Encendida la interfase, utilice las flechas del teclado y ubíquese en osciloscopio de doble trazo en el listado del menú, aplique Enter, y esto lo conducirá a la pantalla del Osciloscopio de doble trazo. Vea la fig. B.2.

En esta pantalla usted podrá ver que en la ventana del lado izquierdo se encuentra el canal A con punta roja y el canal B con punta negra, cada uno de ellos posee una punta de prueba hacia el exterior. Vea la fig. B.2

Observaciones:

El canal A que en la pantalla el trazo es de color rojo posee una punta de prueba de color negro, y el canal B que en la pantalla el trazo es de color amarillo, posee una punta de prueba de color rojo.

También en esa misma ventana usted encontrara la opción de Disparador, la cual en esta practica debe de estar en posición de **Ninguno**, las otras opciones se utilizaran en pruebas especificas del encendido. Vea la fig. B.2.

En esta misma ventana izquierda usted encontrara **La Escala de Tiempo**, la cual le servirá para calibrar el Osciloscopio en tiempo por división y tiempo de grabado. Vea la Fig. B.2.

En la ventana del lado derecho usted encontrara las dos pantallas de trazos del osciloscopio, y cada una de ellas está dividida en dos cuadrantes, con voltaje positivo y voltaje negativo. Vea la Fig. B.2.

OSCILOSCOPIO DE DOBLE TRAZO

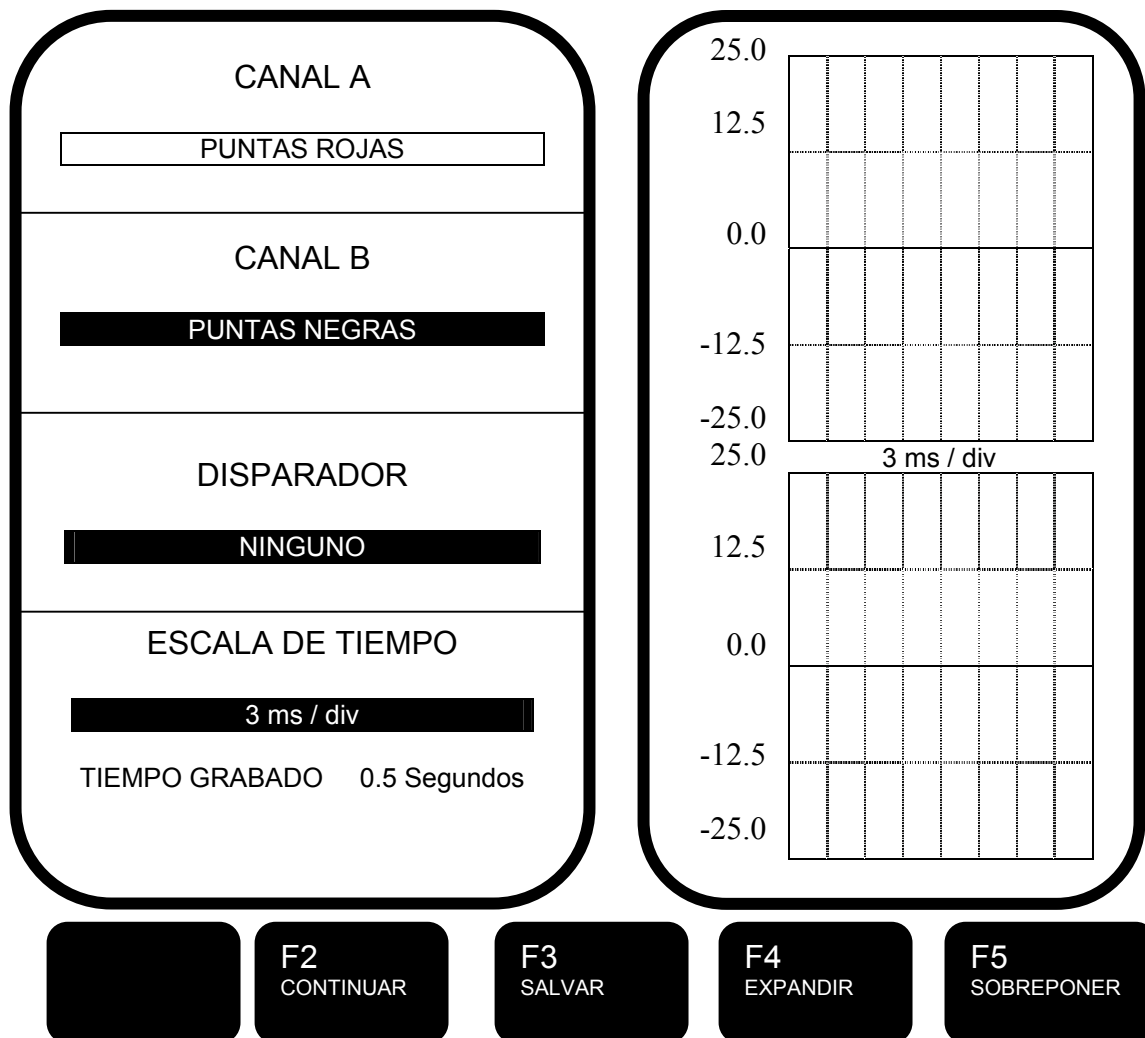


Figura B.2

D. Seleccionar el voltaje de las puntas de prueba del osciloscopio

Como usted puede observar en la figura B.2, en la ventana izquierda se puede leer canal A puntas rojas, y canal B puntas negras. Con las flechas del teclado usted puede trasladarse de puntas rojas a puntas negras, ya posesionado en cualquiera de ellas aplique Enter y automáticamente ingresara al menú de selección de voltaje de las puntas de prueba. Vea la figura B.3.

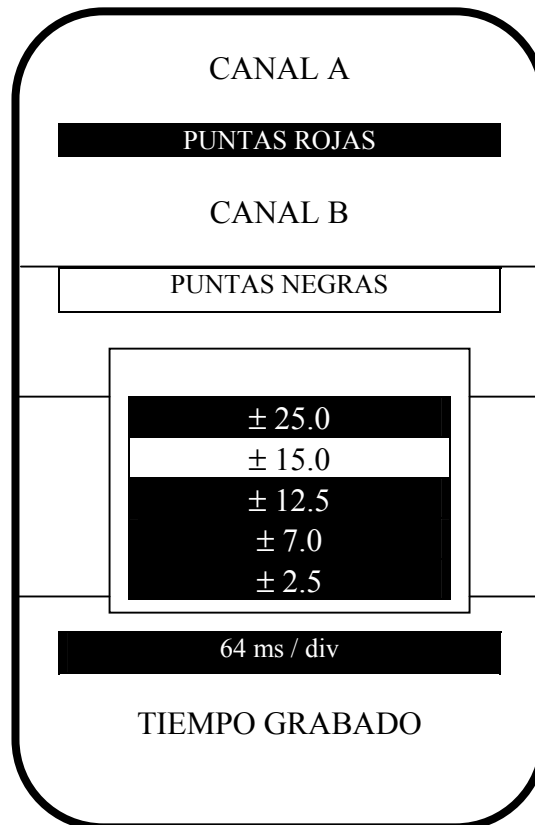


Figura B.3

Ya ingresado al menú del voltaje de puntas, seleccione la más indicada según las pruebas a realizar, note en la figura B.3, que la escala de voltajes esta desde 2.5 hasta 25 voltios, y que como ejemplo se esta marcando 15.0 voltios con polaridad \pm , recuerde que usted este utilizando un osciloscopio de doble trazo con dos cuadrantes con voltaje positivo y negativo cada uno.

Observaciones:

Cada Una de las puntas del osciloscopio se calibra individualmente como lo indica el paso anterior.

E. Seleccione el Disparador

Como usted puede observar en la figura B.2, en la ventana izquierda, se encuentra el concepto Disparador, esta opción del menú es utilizado para seleccionar específicamente la fijación de las puntas a un elemento determinado de los sistemas de Encendido que manejan influencias con los cortes inductivos, esto se verá en los estudios de los sistemas de encendido electrónico.

En este caso del estudio e interpretación de señales en osciloscopio usted solamente utilizara la opción **Ninguno**.

Con ayuda de las flechas del teclado ubíquese en disparador y aplique Enter, automáticamente lo trasladar a el menú del Disparador. Vea la figura. B.4.

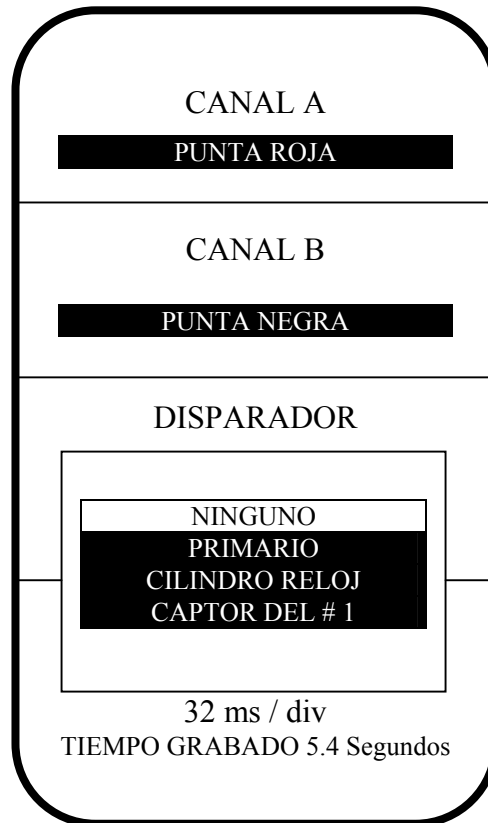


Figura B.4

F. Selección de la escala de tiempo

Es importante controlar la escala de tiempo cuando se realiza una medición de una señal o alimentación digital. La escala de tiempo nos sirve para fijar los ciclos por segundo medidos en una división, por ejemplo: si usted mide una señal que tenga 10 ciclos por segundo, y usted selecciona la escala de tiempo de 3 ms / div, observara no mas de 3 expresiones de 10 ciclos por segundo cada una pues, son 3 mili segundos por división, si usted selecciona el otro extremos de la escala de tiempo que es 64 ms / div. Usted podrá observar un trazo diferente.

A continuación con ayuda de las flechas del teclado, posesiónese en el valor de ms / div de la escala de tiempo que aparezca, (normalmente aparece en todo inicio 3 ms / div), aplique Enter, ello lo conducirá al menú de las escalas de tiempo. Vea la figura B.5

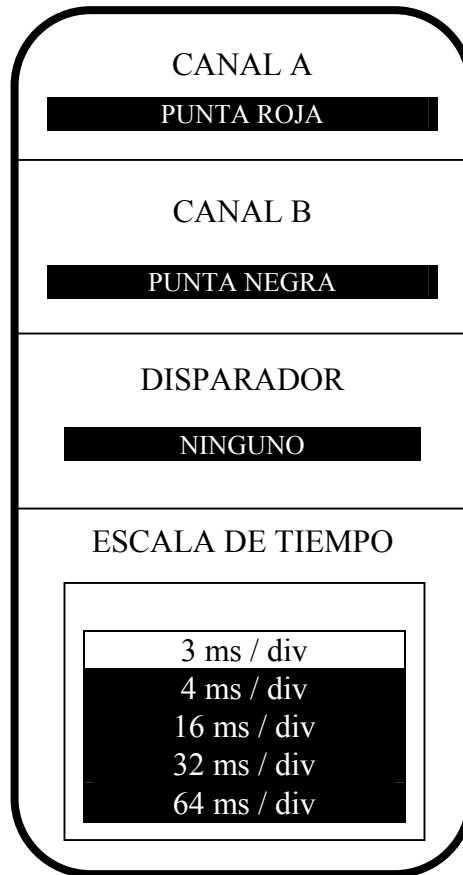


Figura B.5

Usted notara en la figura anterior , B.5, que la escala de tiempo tiene un menú que inicia de 3 ms /div, y finaliza en 64 ms / div. Con auxilio de las flechas del teclado, seleccione la escala a utilizar en las mediciones y aplique Enter, ello lo llevara nuevamente a la pantalla del osciloscopio de doble trazo.

G. Expandir la pantalla del osciloscopio de doble trazo

Ya calibrado el osciloscopio con el voltaje de las puntas de prueba, el disparador, y la escala de tiempo; pasemos ahora, a expandir la pantalla para que permita una mejor visión de los trazos en estudio, y para ello, auxiliémonos con la tecla F4 como lo indica la ventana inferior.

Al presionar la tecla F4, automáticamente el cuadrante del osciloscopio de doble trazo cubre toda la pantalla del monitor. Vea la figura B.6. Con esta pantalla podremos mejorar el análisis y estudio de los trazos.

Note en la figura B.6, que tanto el voltaje y la escala de tiempo esta expresada, esto le ayudara para corroborar las mediciones hechas.

Si en caso se requiera ajustar nuevamente el voltaje de las puntas de prueba, busque en las ventanas inferiores (vea la figura B.6) la tecla F2 AJUSTES, esto le indica que tiene que oprimir la F2 de su teclado, y automáticamente lo llevara nuevamente a la pantalla inicial del osciloscopio de doble trazo para que se realicen los ajustes necesarios tanto de Voltaje de puntas, Disparo y la escala de tiempo por división.

EXPANDIDO

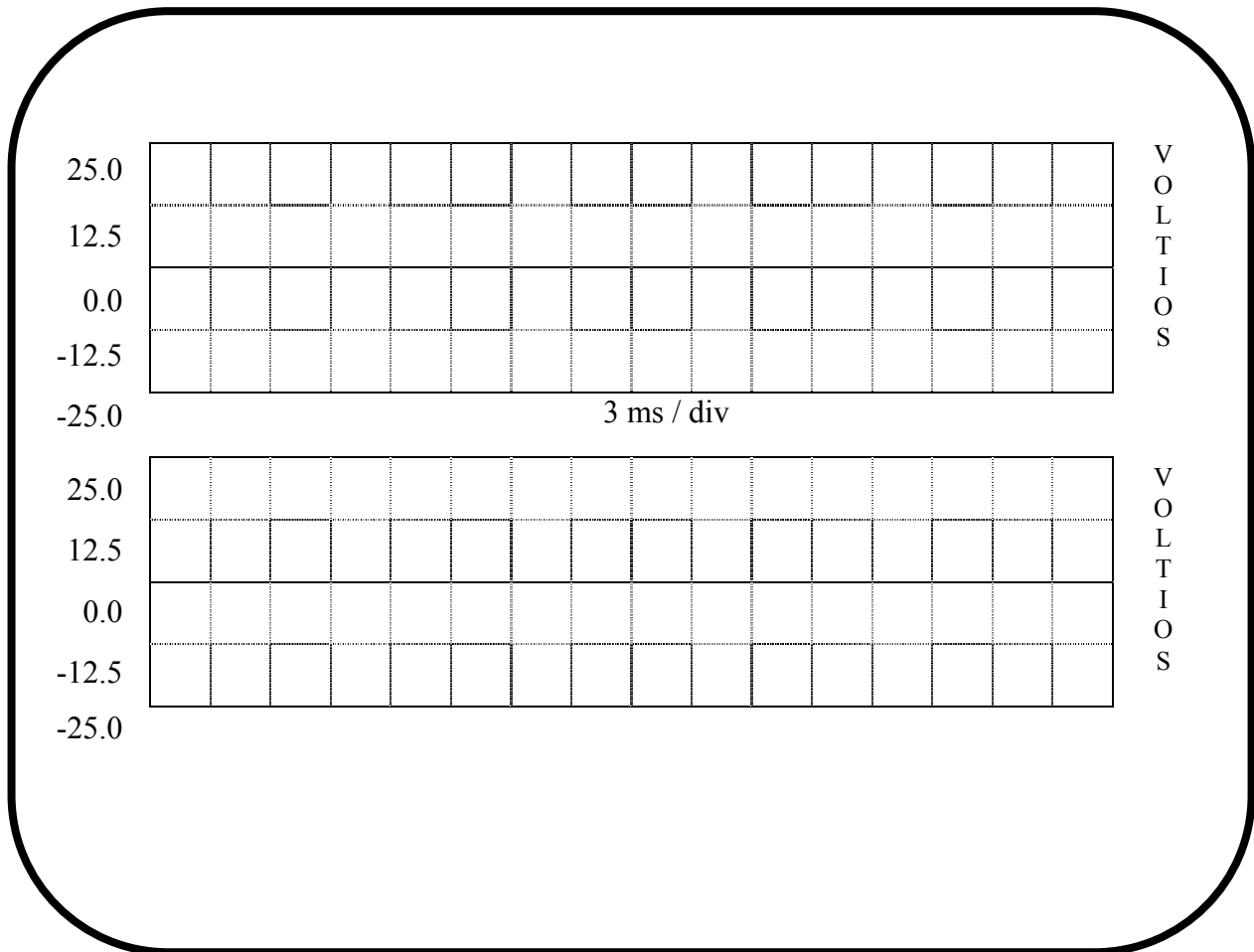
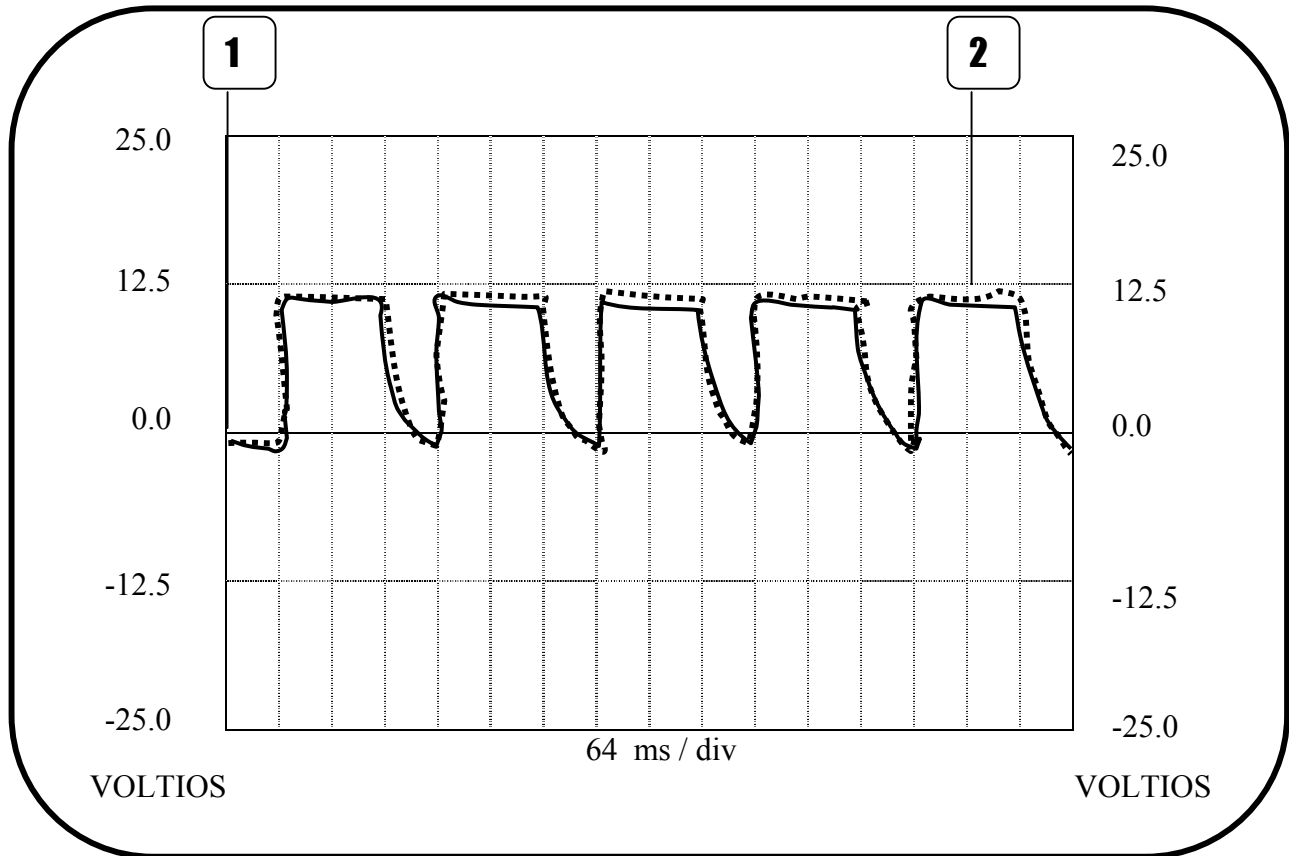


Figura B.6

Note usted las ventanas inferiores de la figura B.6, F2 AJUSTES, que ya fue explicado anteriormente, F3 CONGELAR, ventana que está indicando que al oprimir la F3 de su teclado, se congela el trazo que en ese momento se está expresando en la pantalla.

La congelación de la imagen la utilizamos para realizar un análisis de la grafica o trazo, descubrir fallas de la señal y/o realizar un estudio lento de la figura y forma del trazo para la elaboración de diagnósticos. En el dibujo B.7 se aprecian trazos congelados, note que cuando la imagen se encuentra congelada aparecen datos que indican el voltaje mínimo y el voltaje máximo del trazo, indicado con un numero en la grafica, y con valores reales de la tensión, la frecuencia y la escala de tiempo. En el dibujo B.7 se presenta un ejemplo: note que aparece el trazo de la punta roja y el trazo de la punta negra con sus respectivos valores.

SOBREPUESTO



PUNTAS ROJAS

PUNTAS NEGRAS

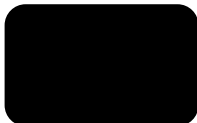


Figura B.7

H. Limpiar y proporcionar mantenimiento básico al equipo y herramienta utilizada

Limpie con Wipe las herramientas y el equipo utilizado después de terminar con todos los procesos o al terminar la jornada de trabajo, de esta manera usted observara si está en buenas condiciones para su uso posterior.

I. Limpiar y ordenar área de trabajo

Limpie con una escoba el piso del área de trabajo. Limpie con un trapo la superficie del banco de trabajo donde estuvo colocado el mechero bunsen. Deposite los desechos (si los hubiere) en depósitos adecuados para ellos y sí es posible en depósitos para reciclaje de plásticos y/o metales. El manejo adecuado de desechos contribuye con la protección del ambiente. Si tiene alguna duda con el manejo adecuado de desechos, consulte a su facilitador de tecnología y él le explicará el proceso de manejo de desechos

J. Almacenar adecuadamente el equipo, herramienta y material utilizado

Al terminar cualquier práctica haga de nuevo un inventario de la herramienta, equipo que utilizo y de los materiales sobrantes, para saber el estado de los mismos, si alguna herramienta, equipo eléctricos o materiales está defectuosos repórtelo inmediatamente a su facilitador de tecnología, almacene adecuadamente el equipo y la herramienta en cajas para herramienta. Si no se almacena la herramienta en una caja de herramientas tiene que almacenarlo junto con los materiales utilizados en una bodega, que no tenga mucha humedad, que la temperatura no exceda los 30° C, que no este expuesta al polvo y a los rayos solares directos, que tenga una ventilación e iluminación adecuada.

Bibliografía

- BOSCH, GmbH.** “*Automotive Handbook*”. Third Edition, Robert Bosch.
- BOYLESTAD, Nashelsky,** “*Electrónica, Teoría de Circuitos*”. Prentice Hall.
- DALES N. Davis, Thiessen Frank J.** “*Manual ded Electrónica Automotriz y Rendimiento del Motor*”. Tomos I y II, Prentice Hall Hispanoamericana S. A.
- DUFFY y Smith,** “*Auto Fuel and Emisión Control Systems Technology*”. The Goodheart Willcox Company, Inc.
- MAROTTA James,** “*Fuel Injection Diagnosis and Repair*”. Serie Chilton’s.
- HALDERMAN, James D.** “*Manual de Diagnóstico y Localización de Fallas en los Sistemas Eléctrico, Electrónico y de Computación Automotrices*”. Tomos I y II, Pearson Educación.
- INTECAP** Guatemala 2, “*Laboratorio de control de Emisión de Gases en Motores Gasolina*”. Intecap.
- JURGEN, Ronald,** “*Automotive Electronics Handbook*”. Mc Graw Hill, Inc.
- JAPÓN,** Asistencia Oficial para el Desarrollo, “*Toyota (TCCS) Manual de entrenamiento*”. Intecap.
- PROBST, Charles,** “*How to Understand, Service and Modify Ford Fuel Injection & Electronic Engine Control*”. Robert Bentley, Publishers.
- RIBBENS, William B.** “*Understanding Automotive Electronics*”. Fourth Edition, SAMS.
- RUEDA, Jesús,** “*Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz*”. Varios Fasiculos, CODESIS LTDA.
- WATSON, J.** “*Analog and Switching Circuit Design*”. John Wiley & Sons.
- WESTBROOK, M. H., Turner J. D.,** “*Automotive Sensors*”. Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia.