



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA

**GUÍA DE ANÁLISIS PARA TALLERES GERSON EN INYECCIÓN
ELECTRÓNICA GASOLINA**

GERSON RAFAEL LÓPEZ CHEN

Asesorado por Ing. Gilberto Morales Baiza

Guatemala, Octubre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA DE ANÁLISIS PARA TALLERES GERSON EN INYECCIÓN
ELECTRÓNICA GASOLINA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Presentado a la Junta Directiva de la

Facultad de Ingeniería

POR

GERSON RAFAEL LÓPEZ CHEN

Asesorado por Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza

Al conferírsele el título de

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
VOCAL V:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR:	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR:	Ing. Anacleto Medina Gómez
SECRETARIA:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**GUIA DE ANÁLISIS PARA TALLERES GERSON EN INYECCIÓN
ELECTRÓNICA GASOLINA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 16 de septiembre de 2004.

GERSON RAFAEL LÓPEZ CHEN

Guatemala, 11 de octubre de 2004

Ingeniero
José Arturo Estrada Ramírez
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director

De la manera más atenta me dirijo a usted, para informarle que he asesorado el trabajo de graduación de **Gerson Rafael López Chen**, titulado: **GUÍA DE ANÁLISIS PARA TALLERES GERSON EN INYECCIÓN ELECTRÓNICA GASOLINA.**

Después de leer y analizar los conceptos expuestos en este trabajo de graduación y estando satisfecho en mi calidad como asesor me permito someterla a su coordinación.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Colegiado # 5190

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área Complementaria, al trabajo de graduación, **GUÍA DE ANÁLISIS PARA TALLERES GERSON EN INYECCIÓN ELECTRÓNICA GASOLINA**, del estudiante, **Gerson Rafael López Chen**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Arturo Estrada Martínez
COORDINADOR

Guatemala, octubre 2004.

ACTO QUE DEDICO A

Dios	Padre eterno, mejor es adquirir sabiduría que oro preciado y adquirir inteligencia vale más que la plata. Gracias Señor
Mis padres	Daniel López, Lili Chen de López por el apoyo incondicional en mi vida.
Mis abuelitos	Luis Vicencio López Barrientos (QEPD), Juanita Matheu de López, Gumencinda Donis de Chen (QEPD) y Félix Chen por su cariño.
Mis hermanos	Lily López Chen y José López Chen por su apoyo en todo sentido.
Mi esposa	Claudy Marroquín de López, por su apoyo incondicionalmente y darme su amor y comprensión junto a nuestro hijo Carlos Daniel López Marroquín.
Mis tíos	Alisita López Matheu, Aura López Matheu, Dora López Matheu, Luis López Matheu y Betty López Matheu.
Mi familia en general	
Usted	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VIII
RESUMEN	X
GLOSARIO	XI
OBJETIVOS	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
1. FUNCIONAMIENTO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA	 1
1.1 ¿Por qué inyección electrónica de gasolina?	1
1.2 ¿Qué es inyección electrónica de gasolina?	3
2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOCALIZACIÓN DE FALLAS	15
2.1 Inspección básica del panel	15
2.2 Presión del combustible	17
2.3 Circuito de arranque y carga	21
2.3.1 Inspección del voltaje de arranque	21
2.3.2 Inspección del circuito a tierra de la batería	22

2.3.3	Caída de voltaje	22
2.3.4	El motor de arranque	23
2.3.4.1	Inspección del amperaje	23
2.3.5	El alternador	26
2.3.6	Amperaje de la salida del alternador	30
2.3.7	Voltaje del alternador – pérdida de AC	30
2.4	Sistema de ignición	31
2.4.1	El distribuidor	31
2.4.2	Avance mecánico	34
2.4.3	Avance de vacío	36
2.4.4	Cables de las bujías	38
2.4.5	Bujías	39
2.4.6	Grado térmico	41
2.4.7	Leyendo las bujías	41
2.4.8	Instalación	42
2.4.9	Voltaje disponible para el encendido de las bujías	44
2.4.10	Voltaje disponible para la bobina	45
2.4.11	Inspección de voltaje de brecha del terminal entre la pauta del rotor y la tapa	45
2.5	Sistema de recirculación de los gases de escape	46
2.5.1	Inspección de los sistemas de EGR	47
2.5.2	Válvula moduladora de vacío de EGR	48

2.5.3	Limpieza de la válvula de EGR	49
2.6	Sistema de control de evaporación de emisiones	51
2.6.1	Inspección	52
2.6.2	Válvula de purga operada eléctricamente	53
2.7	Función de la computadora	55
2.8	Localización de fallas basadas en síntomas	56
3.	RECUPERACIÓN DE FALLAS DE LOS CÓDIGOS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	63
3.1	Modo de operación	65
3.2	Recuperación de Códigos	67
3.3	Limpiando Códigos	68
4.	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE COMPONENTES	73
4.1	Circuito eléctrico de la bomba de combustible	73
4.2	Relé mecánico	77
4.2.1	Relé con cuatro terminales	77
4.2.2	Relé con tres terminales	79
4.2.3	Relé de múltiples de circuito	81
4.2.4	Relé de bomba de inyección	82
4.3	Sensores	83

4.3.1	Sensor de presión absoluta múltiple de admisión	83
4.3.2	Sensor de ángulo de apertura del acelerador	87
4.3.3	Sensor de oxígeno	90
4.3.4	Sensor de temperatura	94
5.	HERRAMIENTAS PARA DIAGNOSTICAR LA INYECCIÓN	
	ELECTRÓNICA GASOLINA	97
5.1	Multímetro digital	97
5.2	Bombilla de prueba	100
5.3	Scanner Ezlink	101
	CONCLUSIONES	116
	RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFÍA	118
	APÉNDICE	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Vista general de un sistema de control computarizado del motor.	5
2	Esquema de un sistema típico de inyección electrónica de gasolina.	6
3	Vista de un conjunto de riel de inyección.	10
4	Diagrama de sistema de inyección común.	11
5	Diagrama de flujo de aire de un sistema de inyección.	13
6	Diagrama de un sistema de inyección completa.	14
7	Muestra de los más comunes de la luz de CHECK.	16
8	Muestra de panel del vehículo con luz CHECK ENGINE.	16
9	Lecturas de operación de un manómetro de presión de bomba de inyección de gasolina.	20
10	Medidor de presión de combustible.	21
11	Amperímetro inductivo para descubrir una caída de voltaje.	25
12	El rotor se debe chequear por desgaste o corrosión.	32
13	Defectos comunes que encuentra cuando inspecciona la tapa del distribuidor.	33
14	Diagrama de un sistema de inyección electrónica.	33
15	Diagrama de un avance mecánico.	35
16	Distribuidor completo.	36
17	Unidad de avance de vacío y observe el movimiento	38

	de la placa del distribuidor.	
18	Como calibrar una bujía.	40
19	Procedimiento a realizar antes de instalar una bujía	44
20	Figura de una válvula EGR.	49
21	Válvula EGR instalada en el manifold de admisión	50
22	Control del sistema de recirculación de gases de escape	50
23	Válvula PCV.	53
24	Válvula PCV deteriorada.	54
25	Computadora estándar	56
26	Sistema de arranque y sistema de carga operando adecuadamente.	65
27	Circuito eléctrico de la bomba de combustible.	77
28	Relé con tres terminales.	81
29	Relé de múltiples circuitos.	82
30	Relé de bomba de Inyección.	83
31	Sensor de presión del múltiple de admisión MAP.	87
32	Sensor del ángulo de abertura del acelerador TPS.	90
33	Sensor de oxígeno y rango de funcionamiento.	92
34	Sensor de temperatura.	95
35	Multímetro digital.	100
36	Bombilla de prueba.	101
37	Diferentes conectores de <i>scanner</i>	103
38	Conector del scanner <i>Ezlink</i>	112
39	Ubicación del conector para el <i>scanner</i>	113
40	Scanner <i>Ezlink</i> y sus partes exteriores que se utiliza en Taller Gerson	114

TABLAS

I	Propiedades de los hidrocarburos.	120
II	Propiedades de los refrigerantes.	121

LISTA DE SÍMBOLOS

ECU	Unidad de Control Electrónico
EGR	Recirculación de gases de escapes
H	Hidrógeno
HP	Caballos de Fuerza (Horse Power)
ISC	Inyección Servocontrolada
kg.	Kilogramos
MAP	Presión Absoluta del Múltiple de Admisión
mm.	Milímetros
Mol	Peso Molecular
O	Oxígeno
PSI	Libras por Pulgada Cuadrada
PCV	Ventilación Positiva del Cárter

PMS	Punto Muerto Superior
PMI	Punto Muerto Inferior
rpm	Revoluciones por Minuto
TPS	Sensor de Posición del Acelerador
km.	Kilómetro

RESUMEN

El control electrónico de la inyección de combustible en los motores de combustión interna ha variado continuamente con el avance de la tecnología, es necesario conocer el funcionamiento básico de los dispositivos periféricos que ayudan al control de la dosificación de mezcla, para comprender su operación; así como tener una orientación técnica para la solución de problemas prácticos.

Los dispositivos periféricos se componen de inyección electrónica, envían impulsos eléctricos a la computadora UCE, la cual recibe esta información y la procesa para enviar una señal eléctrica a los inyectores y válvulas actuadas que controlan la cantidad de mezcla, aire – combustible.

La cantidad de aire que fluye por el múltiple de admisión es variable por estar sujeto a cambios climáticos como altura, densidad del aire, presión atmosférica y temperatura. Elementos que al variar su estado, también cambia la cantidad de aire y combustible que pasa por las diferentes válvulas e inyectores, para luego finalizar en la cámara de combustión. De esta forma se obtiene el mayor rendimiento del motor se aprovecha al máximo el poder calorífico del combustible, se evita la formación de residuos del carbón por

combustible sin quemar, pérdida de fuerza en el motor y consumo excesivo de combustible.

GLOSARIO

Acelerador	Dispositivo mecánico que varía la cantidad de aire que entra al múltiple de admisión.
Admisión	Ciclo de combustión donde ingresa aire y combustible a la cámara de combustión.
Cárter	Estructura sólida hecha de aleación de aluminio que constituye el cuerpo de un motor de combustión interna, donde encontramos depositado el aceite.
Combustible	Sustancia, que al combinarse con el oxígeno u otro oxidante, arde fácilmente dando lugar a una combustión. Acción y efecto de arder o quemar, cuando se enciende la mezcla aire – combustible.
Isoentrópica	Ciclo térmico en el que se mantiene constante la entropía.
Mezcla	Combinación de dos o más sustancias químicas.

Motor	Máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía.
Sensores	Elementos que transforman la energía térmica en impulsos eléctricos.
Transmisor	Dispositivo capaz de transmitir cualquier tipo de información, ya sea óptica, electromagnética, térmica o acústica.
Trabajo	Ciclo de la combustión donde enciende la mezcla aire - combustible y ejerce una fuerza sobre el pistón.

OBJETIVOS

General

Elaborar un manual que servirá para uniformar los procedimientos en el análisis de inyección electrónica en Talleres Gerson.

Específicos

1. Mejorar la eficiencia de Talleres Gerson.
2. Evitar el deterioro de algunos sensores preventivamente.
3. Proporcionar una mejor inyección de combustible por medio de una revisión técnica.
4. Tener la seguridad de que el trabajo realizado es satisfactorio, tanto para el cliente como para el personal del taller.

INTRODUCCIÓN

El combustible se regula con mucha más precisión en todas las condiciones de operación, ya que uno o varios inyectores se encargan de atomizarlo a presión, en el lugar de moverse a través de conductos del carburador por diferencia de presión. Cuando el combustible se atomiza a presión, en vez de desplazarse por diferencia de presión, la cantidad de combustible suministrado se puede aumentar o disminuir más rápido. En otras palabras, un sistema de inyección de combustible responde más rápido que un carburador a los cambios en las condiciones de operación, es por eso que reemplazó totalmente al carburador.

Los sistemas computarizados de control del motor se desarrollaron originalmente para ayudar a los vehículos a satisfacer las regulaciones de emisiones especificadas por el gobierno. Un sistema típico consta de una computadora, sensores de información y actuadores de salida que actúan recíprocamente el uno con el otro para reunir, almacenar y enviar a la computadora datos para controlar virtualmente todas las operaciones del motor.

Los vehículos y los camiones son la causa número uno de la contaminación atmosférica de este país; producen más de la mitad de los contaminantes suspendidos en el aire – hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y otros – a los que nos referimos colectivamente con el nombre de humo o *smog*.

1. FUNCIONAMIENTO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA GASOLINA

1.1 ¿Por qué inyección electrónica de gasolina?

En la actualidad, cada vehículo nuevo que se vende en este país cuenta con un sistema de inyección de combustible. Pero no siempre fue así. Durante más de 75 años prácticamente todos los fabricantes usaron carburadores en todos los vehículos, con excepción de unos pocos modelos especiales. Bajos costos de producción y alta potencia eran las prioridades y no emisiones baja ni alto millaje. A mediados de los ochenta, los carburadores con retroalimentación electrónica habían alcanzado un grado de refinamiento empezando 20 años antes. Pero a pesar de este progreso, el tiempo del venerable carburador finalmente terminó. Sencillamente no pudo cumplir las normas de emisión estatal y federal. Los carburadores presentan cinco grandes problemas:

La constricción del venturi limita la cantidad de mezcla disponible a mayores velocidades, lo que hace que la potencia caiga. Hay dos soluciones: carburación múltiple, que genera una mezcla demasiado rica a bajas velocidades del motor o en secundarias enlazadas progresivamente. La segunda es la mejor solución, pero el resultado es un carburador mucho más complejo.

La distancia entre el carburador y las cámaras de combustión dan como resultado un mezcla mal distribuida y poco uniforme. Este problema se agrava

por la cantidad limitada de espacio que existe generalmente para el múltiple de admisión. Así, la forma del múltiple de admisión no es generalmente para el múltiple de admisión. Así, la forma del múltiple de admisión no es generalmente la ideal para llevar la mezcla aire/combustible a la cámara de combustión.

La puesta en marcha en frío puede ser difícil en un vehículo equipado con carburador. Un mecanismo estrangulador ayuda, pero debido a que su ángulo de abertura nunca es una respuesta exacta a las condiciones de operación reales del motor durante el calentamiento inicial, este mecanismo siempre malgasta combustible y restringe el funcionamiento. El uso de un estrangulador también necesita de una leva de marcha rápida mínima, que abra levemente la placa de la mariposa mientras el motor está “ahogado”. La leva de marcha rápida mínima ofrece una marcha más rápida durante el calentamiento, sin la cual el motor se puede parar.

El enriquecimiento durante la aceleración es pobre. Cuando la mariposa se abre repentinamente, la mezcla se empobrece debido que el flujo de combustible se queda atrás con respecto a la velocidad del aire. La adición de una bomba de aceleración alivia este problema chorreando combustible adicional a la garganta del carburador, pero esta bomba malgasta combustible y aumenta las emisiones.

Al doblar muy rápido en las curvas, el combustible en la taza del flotador trata de “trepar” por las paredes de la taza, bajando el nivel de combustible en la taza, elevando el flotador, cerrando la válvula del flotador y bloqueando el

suministro de combustible. Desviadores diseñados adecuadamente que se instalan en la taza del flotador pueden disminuir esta tendencia.

Los vehículos con sistemas de inyección de combustible no tienen ninguno de estos problemas. El combustible se regula con mucha más precisión en todas las condiciones de operación ya que uno o varios inyectores se encargan de atomizarlo a presión, en lugar de moverse a través de conductos del carburador por diferencia de presión. Cuando el combustible se atomiza a presión, en vez de desplazarse por diferencia de presión, la cantidad de combustible suministrado se puede aumentar o disminuir mucho más rápido. En otras palabras, un sistema de inyección de combustible responde más rápido que un carburador a los cambios en las condiciones de operación. Y es por eso que reemplazo totalmente al carburador.

1.2 ¿Qué es inyección de combustible?

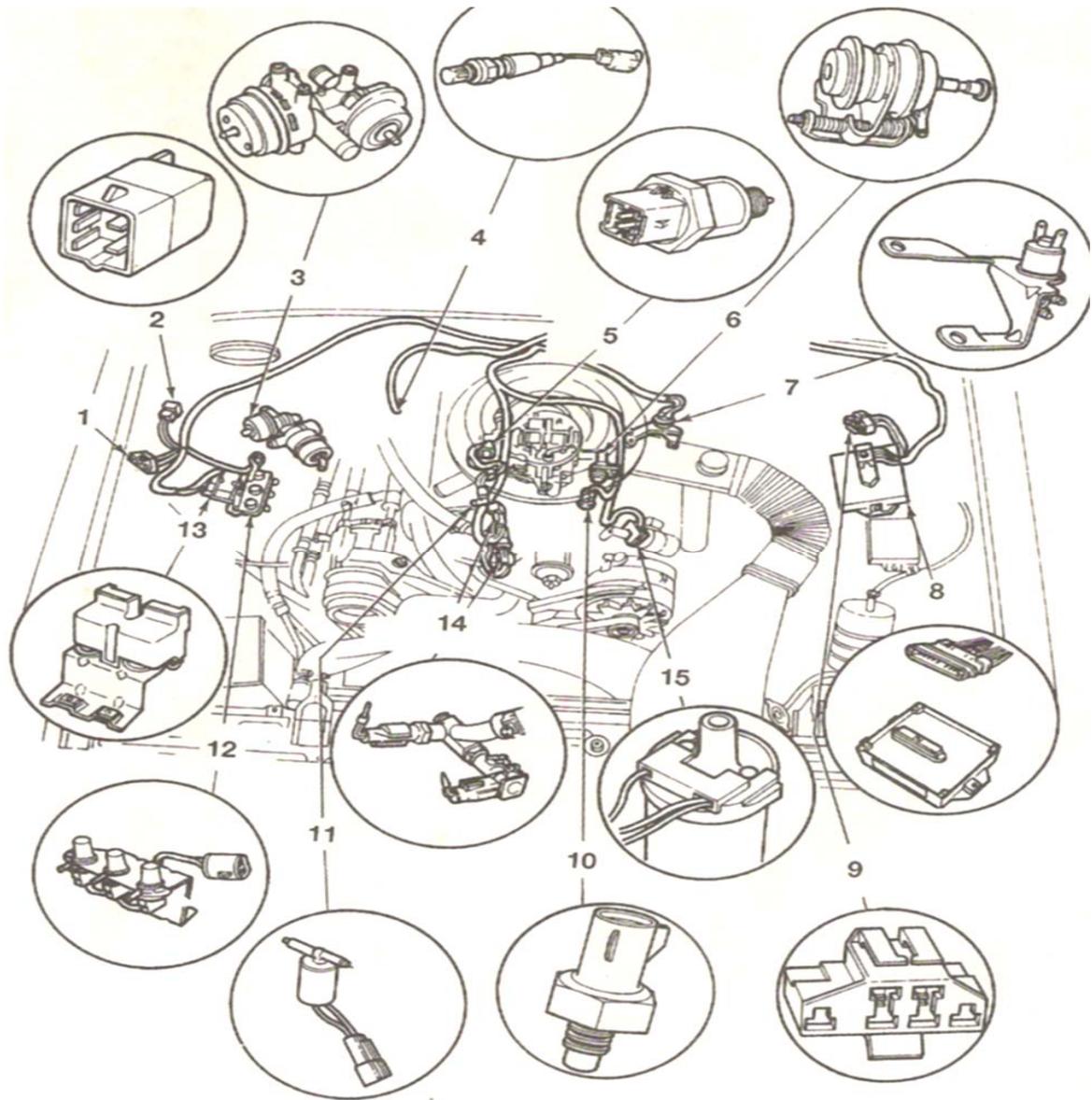
Hay muchos tipos de inyección de combustible y algunos de los componentes difieren de un sistema a otro, pero el principio es siempre el mismo: el combustible a presión se inyecta en la superficie interior de un cuerpo de aceleración mediante uno o dos inyectores, o directamente en cada puerto de admisión mediante un inyector. Además de los inyectores, la mayoría del resto de los componentes que usa un sistema de inyección se encuentra en todos los sistemas de inyección. Más adelante veremos dichos componentes.

Primero veamos que ocurre en un motor con inyección de combustible: El combustible se bombea desde el tanque de combustible mediante una bomba eléctrica de combustible, pasa a través de las tuberías y filtros de combustible hasta el cuerpo de inyección (sistemas de inyección de cuerpo de

aceleración) o hasta el riel del combustible (sistema de inyección de combustible por orificio) y después, a través de uno o más inyectores, al flujo de aire. Cada inyector contiene una pequeña válvula que se abre y se cierra mediante un solenoide pequeño. Una computadora pequeña “dispara” el inyector haciendo girar este solenoide que levanta la válvula y permite que el combustible a presión abandone el inyector a través de una boquilla maquinada con precisión que “atomiza” el combustible de forma similar la boquilla de manguera de jardín. Cuando la computadora deja sin energía el solenoide, la válvula se cierra, deteniendo la atomización del combustible. Este ciclo ocurre una y otra vez, varias veces en un segundo, mientras el motor este funcionando. Los inyectores se diseñan y se garantizan para que duren mucho tiempo, por lo menos cinco años o 50,000 millas (80,000 km). Obviamente, los inyectores se fabrican con un alto grado de precisión.

Actualmente se usan dos tipos básicos de inyección de combustible en los vehículos, electrónica y mecánica. La inyección mecánica conocida generalmente como inyección continua o simplemente CIS, fue fabricada por Robert Bosch, pero no se utiliza en los vehículos actuales. Sin embargo, más de 6, 000,000 de vehiculo hechos por fabricantes europeos para venderlos en USA y Canadá se equiparon con varias versiones de CIS y muchos de esos vehículos aún se encuentran en funcionamiento.

Figura 1. Vista general de un sistema de control computarizado del motor



Fuente: <http://www.redtecnicacaautomotriz.com>

-Partes de los sensores y actuadores la figura 1

1. Conector de autocomprobación
2. Rele de reductor de marcha accionado por el acelerador
3. Válvula de aire Themator
4. Al sensor EGO
5. Actuador de realimentación del carburador
6. Actuador reductor de marcha accionado por el acelerador
7. Solenoide del reductor de marcha accionado por el acelerador
8. Módulo MCU
9. Conector de auto prueba
10. Sensor detonación
11. Solenoide de purga del recipiente de vapores

12. Interruptores de vacío de por zonas
13. Solenoide para desviación del aire de la bomba del aire
14. Entrada al tacómetro

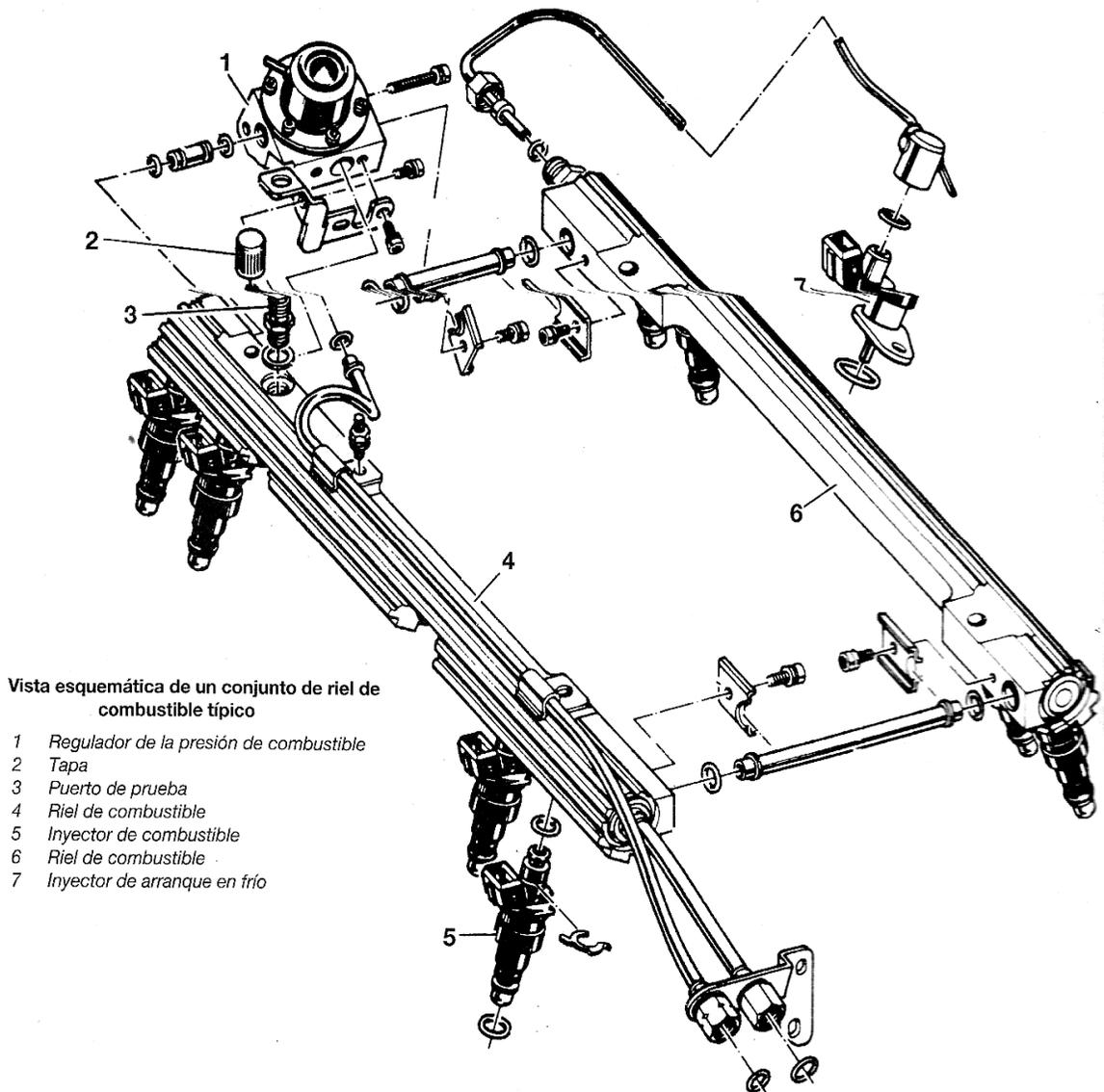
- Nombres del sistema típico de inyección electrónica de la figura 2

1. Tanque de combustible
2. Bomba de combustible
3. Filtro de combustible
4. Tubería de distribución
5. Regulador de presión
6. Unidad de control
7. Inyector
8. Inyector de puesta en marcha en frío

9. Tornillo de ajuste de velocidad
10. Interruptor de válvula de la mariposa
11. Válvula de la mariposa
12. Sensor del flujo de aire
13. Combinación de relé
14. Sensor de oxígeno
15. Sensor de temperatura
16. Interruptor de tiempo térmico
17. Distribuidor
18. Válvula de aire auxiliar
19. Tornillo de ajuste de mezcla para la marcha mínima
20. Batería

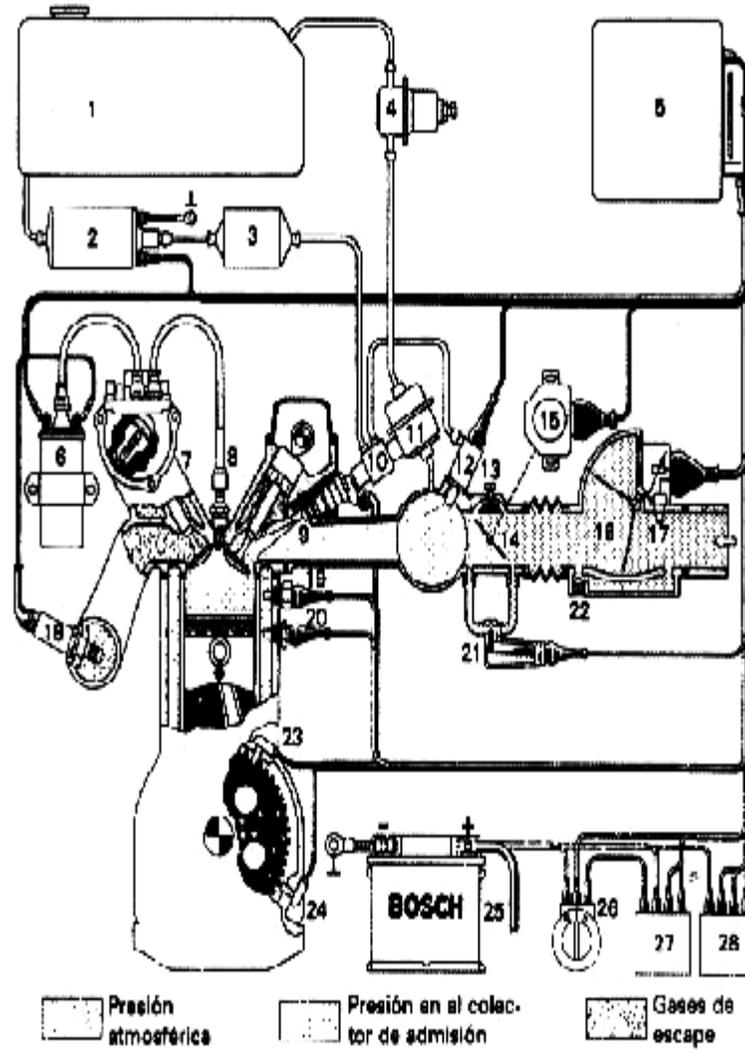
21. Interruptor de ignición

Figura 3. Vista de un conjunto de riel de inyección

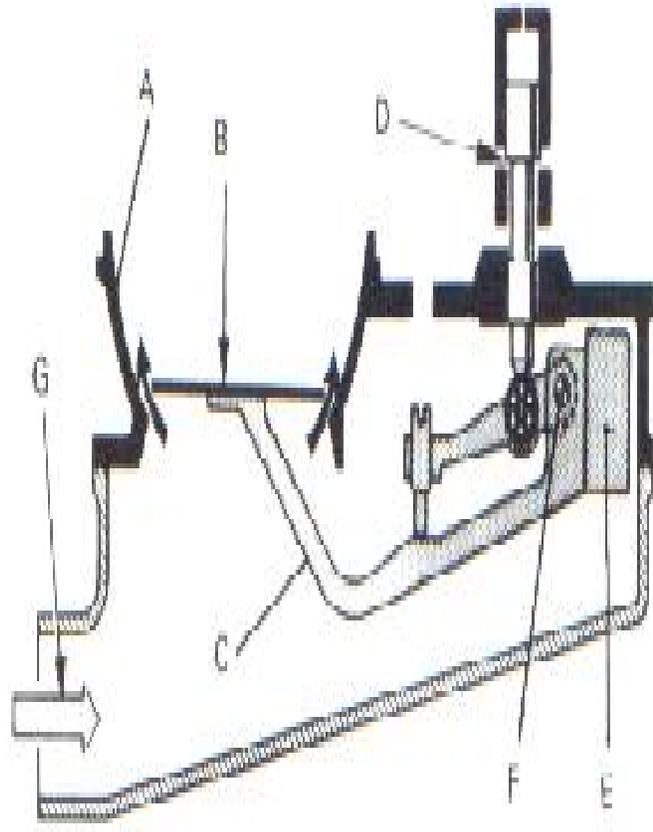


Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 4. Diagrama de sistema de inyección común

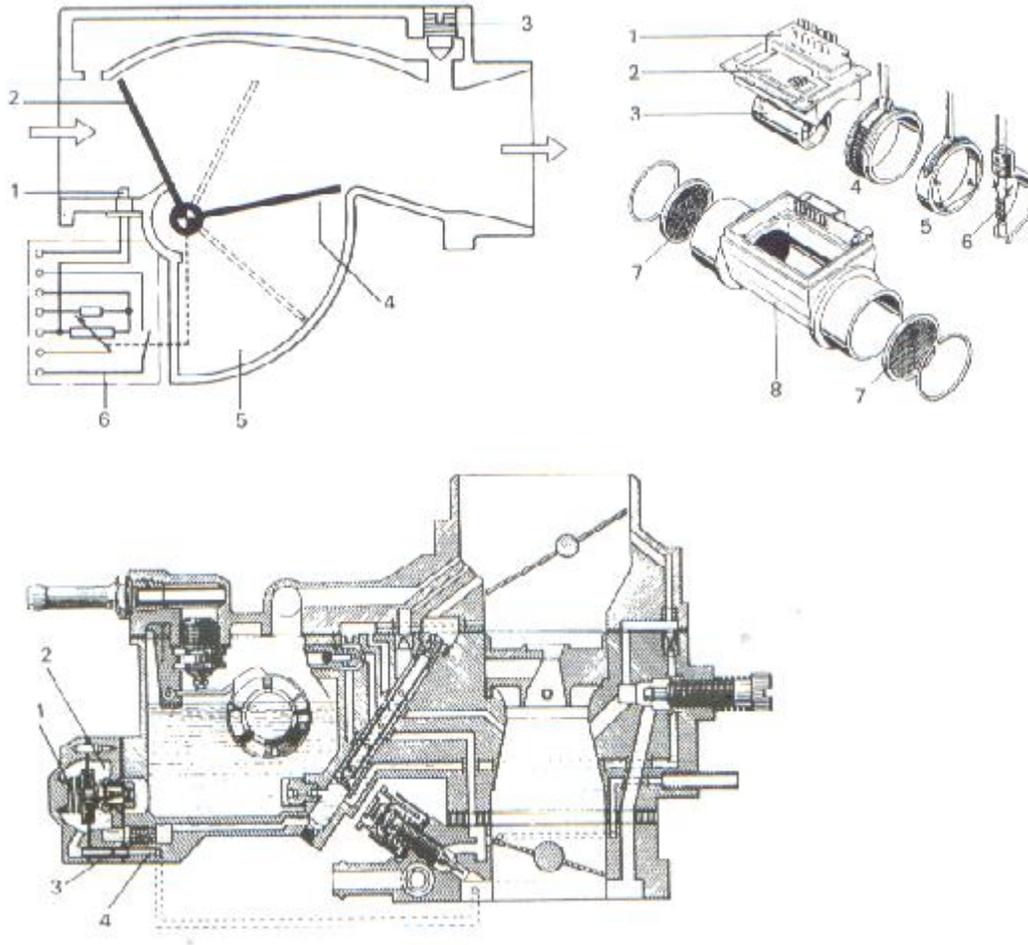


Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>



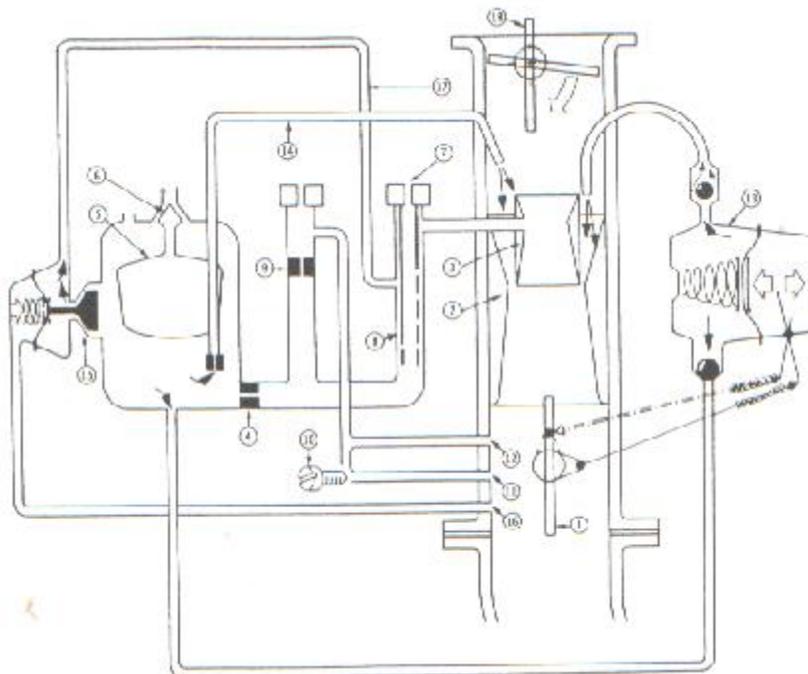
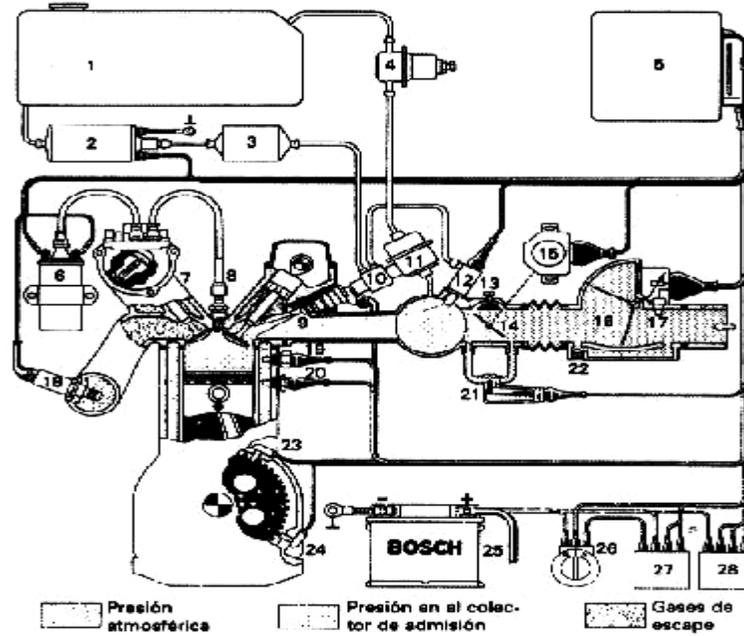
Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 5. Diagrama de flujo de aire de un sistema de inyección



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 6. Diagrama de un sistema de inyección completa



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOCALIZACIÓN DE FALLAS

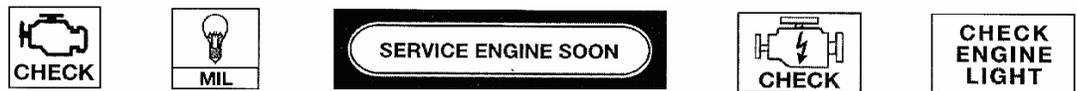
Un sistema o componente de inyección de combustible que esté fallando puede causar una variedad de problemas, algunos que pueden ser obvios y otros que no. Los síntomas obvios podrían incluir un vehículo que no se puede poner en marcha o que no sigue andando, bajo rendimiento o falta de potencia, detonaciones, encendido prematuro o exceso de humo en el escape. Los síntomas que son más difíciles de diagnosticar incluyen un olor a combustible ocasional, una falla de encendido intermitente o una disminución del millaje del combustible.

2.1 Inspección básica del panel

El panel de control en un vehículo es necesario que tenga todas sus indicaciones en óptimas condiciones para poder dar un buen diagnóstico del sistema de inyección, la mayoría de veces el panel le indica al técnico como está trabajando el motor en sus condiciones de temperatura normal, en el panel siempre aparecerá una luz CHECK, dependiendo del fabricante del vehículo.

A continuación algunas formas en que aparecerá la luz de CHECK en algunos vehículos:

Figura 7. Muestra de los más comunes de la luz de CHECK



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 8. Muestra de panel del vehículo con luz CHECK ENGINE



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

2.2 Presión del combustible

Los componentes claves del sistema de inyección de combustible incluyen la bomba de combustible y el regulador de presión de combustible. La presión de combustible inexacta podría causar síntomas, como un motor difícil de poner en marcha o que no se ponga en marcha, hasta un motor vacila, oscila o detona. Cualquier procedimiento básico de localización de fallas debe incluir una revisión de la presión de la bomba de combustible.

La gasolina es extremadamente inflamable, razón por lo cual se debe tener mucha precaución al trabajar en cualquier parte del sistema del combustible. No fume ni permita la presencia de llamas expuestas o bombillas sin protección cerca del área de trabajo, y no trabaje en el taller donde haya artefactos de gas natural con un piloto (como calentadores de agua o secadoras de ropa). Como la gasolina es carcinógena, use guantes de látex cuando haya posible exposición al combustible. Si derrama combustible en la piel, enjuáguela de inmediato con jabón y agua. Limpie inmediatamente cualquier derrame y no almacene trapos con combustible en lugares donde puedan inflamarse. El sistema de combustible está bajo presión constante, por lo cual, antes de desconectar alguna tubería de combustible se debe liberar la presión del combustible en el sistema. Al realizar cualquier tipo de trabajo en el sistema de combustible, use anteojos de seguridad y tenga un extintor Clase B al alcance.

El primer paso al chequear la presión de combustible en sistemas de inyección electrónica es determinar qué tipo de tuberías de combustible posee el vehículo y cómo instalar el manómetro de combustible en el riel o en el

sistema de combustible. Esto puede parecer simple, pero muchos de los principales fabricantes de automóviles han cambiado sus sistemas muchas veces durante los últimos diez años de explosión tecnológica en la industria automotriz. Los productos Ford usan uniones de tipo bloqueo por resorte, mientras los productos GM usan desacopladores de tuberías de combustible de tipo presión localizada. GM también usa una versión más pequeña del sistema del tipo bloqueo por resorte. Las herramientas de las tuberías de combustible de Ford no funcionan en las tuberías de combustible de GM. Nissan, Honda y Chrysler también poseen sus propios tipos y herramientas para realizar las reparaciones.

Ubique el orificio de prueba correspondiente al manómetro de combustible. Este orificio generalmente se ubica al lado del regulador de presión del combustible, en el riel del combustible. Si el sistema del motor de su vehículo no cuenta con uno, será necesario ubicar una sección adecuada en la tubería de combustible antes del regulador de presión de combustible, para instalar el manómetro de combustible. En primer lugar, se analizarán los rieles de combustible equipados con un orificio de prueba para el manómetro.

Si el orificio de prueba tiene una válvula Schrader de rosca que calza con el manómetro de combustible, instalar la herramienta solamente requiere liberar la presión de combustible y conectar el manómetro de combustible. En el caso de que el manómetro de presión requiera un adaptador especial, es posible fabricar uno para el orificio de prueba de presión de combustible. Por ejemplo: el último modelo de Honda Accord, es necesario comprar un perno de 12 mm. con un paso de rosca de 1.25. Corte la cabeza del perno y haga una perforación a través del centro para permitir que el combustible entre en el manómetro de combustible. Conecte la herramienta hecha en casa en el

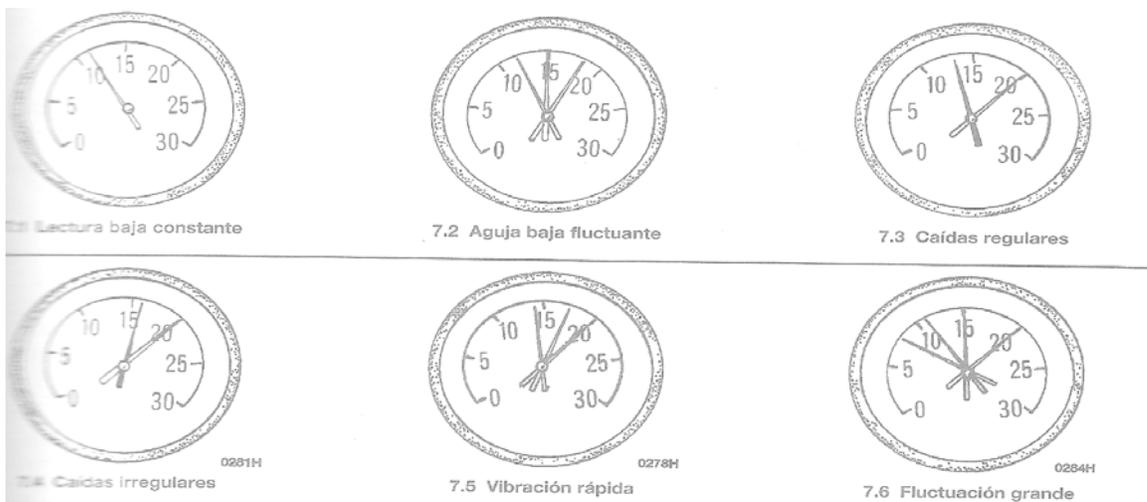
manómetro de combustible e instálela en el orificio de servicio del riel de combustible. Ponga el motor en marcha y lea la presión de combustible. Otro ejemplo de prueba de presión de combustible que tiene una mayor dificultad es la del Toyota Previa. La ubicación más sencilla para el manómetro de combustible es el filtro de combustible. La elaboración del adaptador también resultará más difícil. Ésta herramienta en particular es muy similar a la del Honda Accord. Tiene el mismo paso de rosca, diámetro, perno y longitud. La diferencia es que se debe realizar una perforación vertical y una horizontal. Esto permitirá que la presión del sistema fluya a través del riel de combustible. Todos los adaptadores de presión de combustible en tubería requerirán que el perno tenga un orificio horizontal.

A continuación se analizarán los sistemas de inyección de combustible que no cuentan con un orificio de prueba instalado. Muchos sistemas con TBI (cuerpo de inyección de combustible) no tienen un orificio de prueba o una válvula Schrader. Remueva la tubería de admisión de combustible desde el cuerpo de inyección e instale un adaptador para tuberías de combustible con forma de T, con el manómetro de combustible conectado al centro. Ponga el motor en marcha y registre la presión de combustible. En motores equipados con adaptadores de conexión rápida o uniones de bloqueo por resorte será necesario comprar un ensamblaje especial de tuberías de combustible que permitirá instalar el manómetro de combustible en el sistema de combustible. Estas herramientas están disponibles en compañías dedicadas a la venta de herramientas para automóviles.

Una vez el manómetro de combustible se encuentre en su lugar, instale un alambre puente en las terminales ubicadas en el conector del relé de la bomba de combustible para activar esta bomba. Permita que el sistema de

combustible presurice el manómetro y chequee si hay fugas. La mayoría de los sistemas MPFI (inyección de combustible por múltiples) presurizan el sistema entre 35 y 45 psi (libras por pulgadas cuadradas). La mayoría de los sistemas TBI (cuerpo de inyección de combustible) presurizan el sistema entre 10 y 20 psi. Instale el relé de la bomba de combustible y ponga el motor en marcha. La presión del combustible durante la marcha debe ser levemente menor.

Figura 9. **Lecturas de operación de un manómetro de presión de bomba de inyección de gasolina**



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 10. **Medidor de presión de combustible**



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

2.3 Circuito de arranque y carga

2.3.1 Inspección del voltaje de arranque

La siguiente revisión es el voltaje de arranque. La revisión del voltaje haciendo girar el motor se usa para determinar si la batería tiene suficiente capacidad de reserva.

Desconecte el encendido.

Conecte un voltímetro a la batería. Ahora, haga girar el motor durante algunos segundos y observe el voltaje de la batería. Esto hará que la batería use el motor de arranque como carga para la batería.

El límite bajo para esta prueba es de 9.6 voltios. Si la caída del voltaje es menos de 9.6 voltios, la batería no tiene suficiente poder de reserva y nunca podrá cumplir con las exigencias del sistema de arranque. Reemplace la batería.

2.3.2 Inspección del circuito a tierra de la batería

Otro valor que se debe inspeccionar, mientras gira el motor, es el voltaje del circuito a tierra de la batería. Conecte el electrodo positivo del voltímetro a la tierra de la batería en el bloque del motor o motor de arranque y el electrodo negativo al terminal negativo de la batería. Asegúrese de tocar la sonda del voltímetro directamente al borne de la batería, no a la abrazadera. Si toca la abrazadera, cualquier resistencia adicional en esa conexión al receptor, no se mediría. Con el encendido desconectado todavía, gire el motor durante algunos segundos y observe la lectura del voltímetro. Las lecturas estarán probablemente en algún lugar entre 0.1 y 0.3 voltios. Cualquier cosa sobre 0.3 voltios es una señal de una mala conexión a tierra. Inspeccione, limpie y reemplace las piezas según sea necesario.

2.3.3 Caída de voltaje

La siguiente preocupación es la caída de voltaje (la cantidad de pérdida de voltaje de un punto a otro en un circuito eléctrico) en los terminales de la batería, los cables, el motor de arranque y las conexiones. Conecte un

voltímetro de modo que el medidor esté conectado cruzando las conexiones donde se va a chequear la caída de voltaje, por ejemplo: si va a inspeccionar la pérdida del voltaje entre el receptor de la batería y la abrazadera, las sondas del voltímetro deben conectarse al receptor y a la abrazadera.

Ajuste el medidor a la escala de voltios y lea la cantidad de caída de voltaje del indicador, debería ser de 0.2 voltios máximo, a través de ninguna de las conexiones probadas.

Una lectura mayor que ésta indicaría una caída de voltaje excesiva causada por una conexión floja, un cable o un extremo corroído, una conexión oxidada, etc. Si se encuentra, repare cualquiera de dichas condiciones y vuelva a inspeccionar las conexiones para asegurarse que el problema se ha corregido.

2.3.4 El motor de arranque

2.3.4.1 Inspección del amperaje (en el modo de arranque)

Para inspeccionar la cantidad de amperaje requerido para operar el motor de arranque, deberá hacerse uso de un indicador económico de amperios inductivo que se puede encontrar en la mayoría de las tiendas de repuestos para automóviles.

Desconecte el sistema de encendido, si no ha terminado aún con las pruebas previas.

Coloque el indicador directamente en el cable de la batería. Para que la lectura sea exacta, se requiere que el indicador se coloque directamente en el cable de la batería a una distancia de tres o cuatro pulgadas aproximadamente de todos los otros componentes para evitar interferencia magnética.

Gire el motor y tome una lectura después que el motor de arranque haya alcanzado una velocidad de giro constante. Esto demora cerca de dos a tres segundos. No opere continuamente el motor de arranque por más de 30 segundos, se puede dañar por recalentamiento. Compare sus lecturas a estas pautas generales:

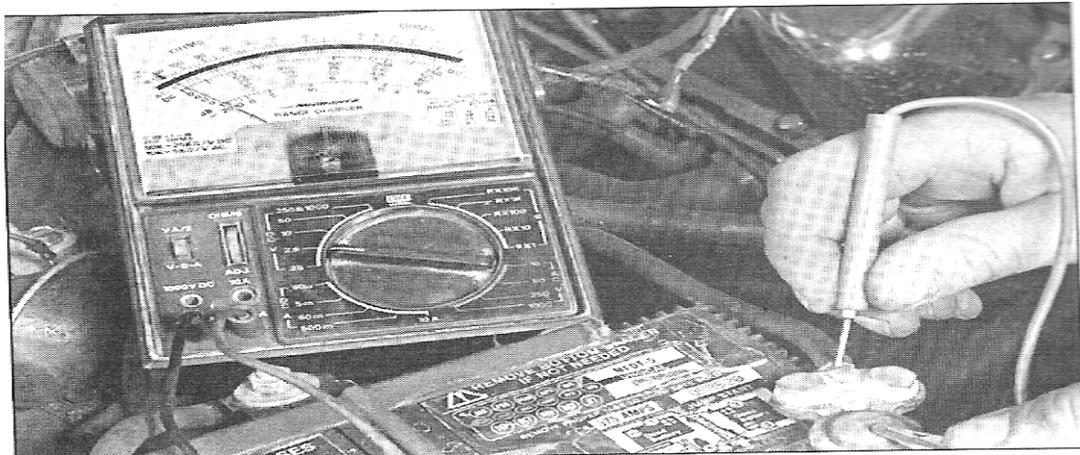
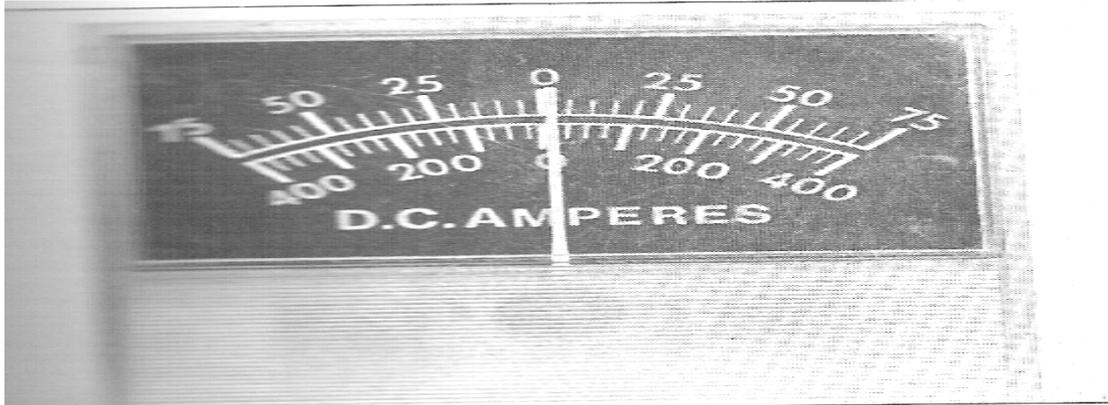
Motor de cuatro cilindros – 120 – a – 180 – amperios.

Motor de seis cilindros – 150 – a – 200 – amperios.

Motor de ocho cilindros – 180 – a – 220 – amperios.

Los motores de ocho cilindros de alta compresión o de muchas pulgadas cúbicas, así como motores que usan motor de arranque de alto rendimiento, puede usar normalmente 300 – a – 350 – amperios.

Figura 11. Amperímetro inductivo para descubrir una caída del voltaje



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

2.3.5 El alternador

Si ocurre una falla en el sistema de carga no asuma automáticamente que el alternador está causando el problema. Primero chequee los aspectos visuales y de mantenimiento.

1. Inspeccione la batería.
2. Con la llave desconectada, remueva el cable del terminal negativo de la batería. Conecte una luz de prueba entre el receptor negativo de la batería y la abrazadera del cable negativo desconectada.
3. Si no enciende la luz de prueba, reconecte la abrazadera.
4. Si la luz de prueba se enciende con mucho brillo, hay un cortocircuito (pérdida) en el sistema eléctrico del vehículo.
5. El cortocircuito debe repararse antes de inspeccionar el sistema de carga.
6. Desconecte el arnés de cables del alternador.
7. Si la luz se apaga, hay un problema en el alternador. Repárelo o reemplácelo.

8. Si la luz sigue encendida, remueva cada fusible hasta que la luz se apague. Cuando la luz se apaga, indica cuál es el circuito que tiene el problema.

9. Ahora reemplace el fusible e inspeccione y / o desconecte cada componente individual de ese circuito para encontrar la causa de la pérdida de corriente actual.

10. Reconecte el cable al terminal negativo de la batería. Ponga en marcha el motor, aumente la velocidad hasta 2,000 rpm (revoluciones por minuto) aproximadamente y vuelva a chequear el voltaje de la batería. Ahora debería ser aproximadamente de 13.5 a 14.7 voltios.

11. Encienda los faros delanteros. El voltaje debe bajar, y luego subir, si es que el sistema de carga está funcionando apropiadamente.

12. Si la lectura del voltaje es más de 14.7 voltios aproximadamente, revise la conexión a tierra del regulador. Si la conexión a tierra está bien, el problema está en el regulador, alternador o los cables entre ellos. Si el vehículo tiene un regulador interno, reemplace el alternador. Si el vehículo tiene un regulador montado remotamente, remueva el conector eléctrico del regulador y repita la revisión de voltaje a 2,000 rpm. Si el voltaje baja con el regulador desconectado, reemplace el regulador. Si el voltaje continúa alto, hay un cortocircuito en los cables entre el alternador y el regulador o hay un cortocircuito en el rotor o estator dentro del alternador. Inspeccione los cables, si están bien, reemplace el alternador.

13. Si el voltaje es menos de 13 voltios, hay una condición de carga disminuida. Si el vehículo está equipado con una luz indicadora, conecte la llave de encendido y vea si la luz se enciende. Si lo hace, proceda al próximo paso:

14. Si el circuito de la luz indicadora está bien, busque una mala conexión a tierra en el regulador de voltaje. Si la conexión a tierra está bien, el problema está en el alternador, regulador o los cables entre ellos. Si el vehículo tiene un regulador interno, reemplace el alternador. Si el vehículo tiene un regulador montado remotamente, inspeccione los cables. Si es necesario, desconecte el cable del terminal negativo de la batería y revise la continuidad, utilizando el diagrama del cableado del vehículo para referencia. Si los cables están bien, deberá determinar si el problema está en el alternador o regulador. Si no lo hace, revise el circuito de la luz indicadora. En algunos vehículos, un circuito defectuoso podría causar que el alternador falle.

15. Una buena manera de determinar si el problema de carga disminuida es causado por el alternador o regulador es con una prueba de campo total. El campo total envía alto voltaje a través del sistema eléctrico del vehículo, lo que puede dañar componentes, en particular componentes electrónicos. Cuidadosamente monitoree el voltaje del sistema de carga durante la prueba de campo total para asegurarse de que no exceda de 16 voltios. Tampoco opere un alternador con el campo total energizado durante un período extenso de tiempo. Opérela lo suficiente como para tomar una lectura de voltaje. Básicamente, la prueba de campo total no pasa por el regulador para enviar voltaje de la batería al campo del alternador. Si el voltaje de carga es normal cuando el alternador está en campo total, usted sabe que el alternador está bien. Si el voltaje todavía es bajo, el problema está en el alternador. Es mejor obtener diagramas de cableado del vehículo para determinar la mejor manera

de enviar voltaje de batería al campo. Sin embargo, lo siguiente da algunas pautas generales que le pueden ayudar a determinar cómo hacer un campo total en el alternador:

16. En alternadores más antiguos Delco (GM) Con reguladores remotamente montados (tipo circuito B), desconecte el conector eléctrico del regulador y conecte un cable de acoplamiento entre los terminales BAT y F del conector.

17. En alternadores Ford Motorcraft con reguladores remotamente montados (tipo circuito B) desconecte el conector eléctrico del regulador y conecte un cable de acoplamiento entre las terminales A y F del conector.

18. En alternadores Chrysler con reguladores de voltaje electrónicos remotamente montados (tipo circuito A), desconecte el conector del regulador y conecte un cable de acoplamiento entre el terminal de cable verde del conector y a tierra.

19. Haga las conexiones con el encendido apagado. La lectura de voltaje debería ser alta (alrededor de 15 a 16 voltios). Si no lo es, es probable que el regulador esté malo.

2.3.6 Amperaje de la salida del alternador

Para revisar la cantidad del amperaje de la salida se requerirá el uso de un indicador inductivo del amperaje. Para que la lectura sea exacta, el uso de este indicador solamente requiere que se coloque en el cable de salida del alternador.

1. Coloque una carga en el sistema eléctrico del vehículo. Haga esto prentiendo todas las luces y los accesorios por aproximadamente un minuto antes y durante la prueba.
2. Ponga en marcha el motor y acelere hasta alrededor de 1500 – a – 2000 rpm. Sujete el indicador y lea el amperaje, debería estar dentro de unos pocos amperios del rango de salida del alternador. El amperaje de salida de un alternador está estampado o en una etiqueta pegada en el compartimiento del alternador.

2.3.7 Voltaje del alternador – pérdida de AC

Una última revisión es buscar “fugas” de voltaje AC o “pérdida” del voltaje. Las subidas del voltaje causadas por diodos defectuosos o débiles pueden engañar al ECM (módulo de control electrónico) y crear una falla de encendido del motor. Se supone que los diodos en el alternador dirigen todo el flujo eléctrico al voltaje DC (corriente continua). Un diodo defectuoso o debilitado puede permitir que pequeñas cantidades de voltaje AC se devuelvan por el circuito.

La pérdida de AC se puede inspeccionar de dos maneras:

Para revisar la condición de la salida del alternador, incluso si no hay síntomas actuales, conecte un voltímetro al cable de salida del alternador y a la tierra. Ajuste el selector al voltaje de AC. Con el motor en marcha no debería haber más de 0.5 voltios AC. Cualquier lectura mayor de 0.5 voltios indica que es necesario reemplazar o reparar el alternador.

Ponga en marcha el motor para ver si hay falla en el motor. Si la hay, apague el motor y desconecte el cable de salida del alternador (cable del alternador a la batería). Vuelva a encender el motor con el cable desconectado. Si el motor no falla, realice una revisión completo, pruebe el sistema de carga.

2.4 Sistema de ignición

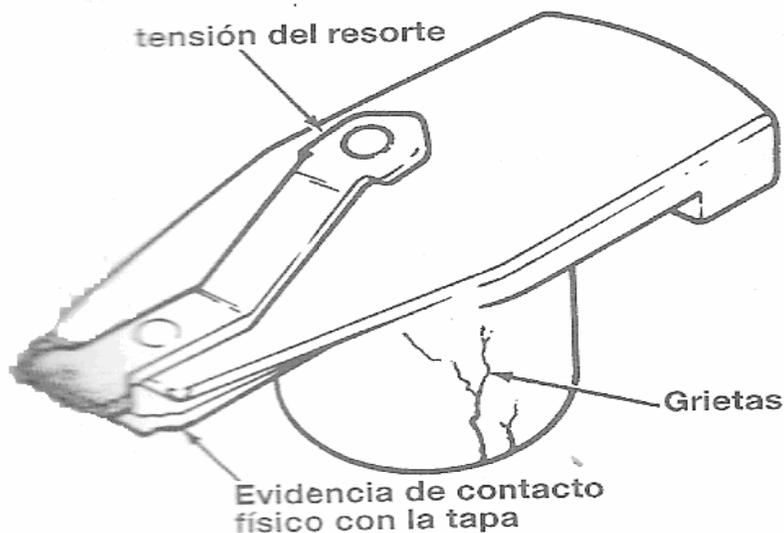
2.4.1 El distribuidor

El distribuidor es un componente clave que determina el funcionamiento y rendimiento del motor. El distribuidor se compone de un sistema mecánico, eléctrico y, en algunos modelos, un sistema de vacío. Cada uno de éstos necesita ser inspeccionado, reparado y / o reemplazado según sea necesario. Muchos vehículos de modelo más reciente usan avance mecánico sobre la velocidad de la marcha mínima (ellos sí tienen alguna sincronización mecánica incorporada para el tiempo inicial), estos vehículos tienen una sincronización de avance controlado por computadora.

- Cerciórese de que los cables estén numerados antes de su extracción, luego remueva los cables de bujía de la tapa del distribuidor. Remueva la tapa

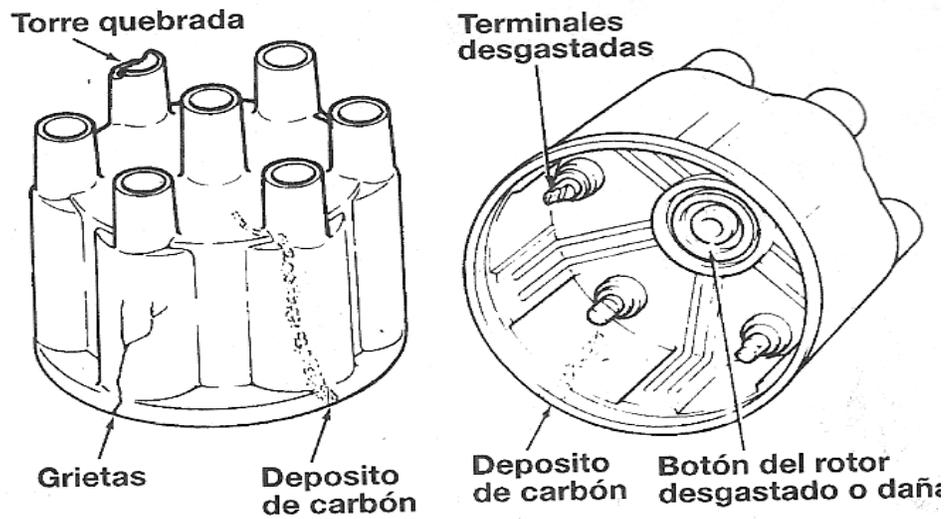
del distribuidor y el rotor e inspeccione las piezas por grietas, surcos carbonizados entre los terminales, picaduras o corrosión acumulada en los electrodos, etc. Si cualquiera de éstos es evidente reemplace las piezas necesarias. Siempre reemplace la tapa y el rotor juntos como un juego. La brecha entre la punta del rotor y el terminal en la tapa es fundamental para entregar el voltaje correcto de encendido.

Figura 12. **El rotor se debe chequear por desgaste o corrosión**



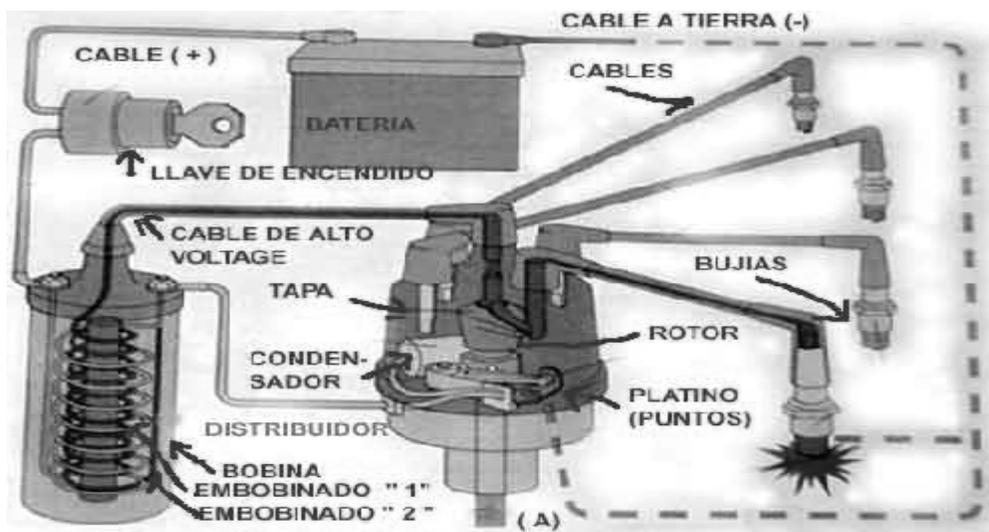
Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 13. Defectos comunes que encuentra cuando inspecciona la tapa del distribuidor



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 14. Diagrama de un sistema de inyección electrónica



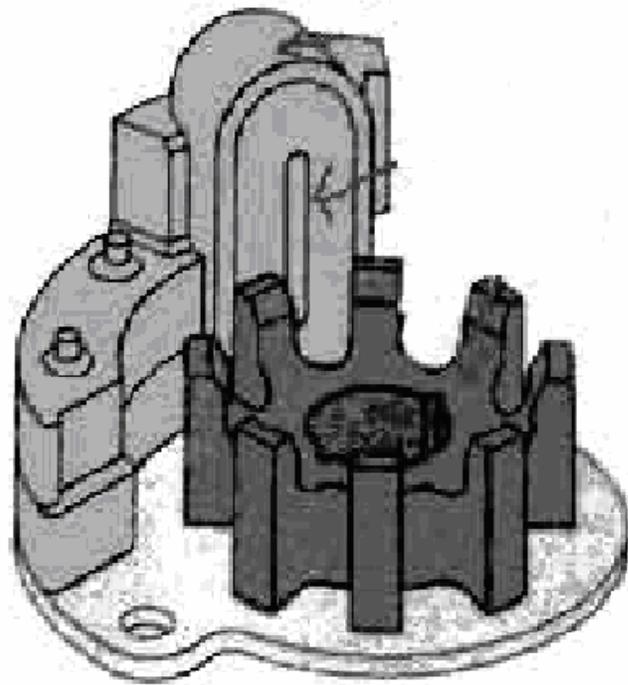
Fuente: <http://www.autoxuga.com>

2.4.2 Avance mecánico

La mayoría de los distribuidores usan pesos y resortes mecánicos para avanzar mecánicamente la sincronización del encendido a medida que aumentan las rpm (revoluciones por minuto). Una vez que la tapa y el rotor se remueven, las posiciones de montaje de los pesos y resortes se pueden ver fácilmente.

1. Con el rotor removido gire el eje, solamente se moverá levemente y permita que se devuelva rápido, de golpe. Si opera apropiadamente, los pesos deben salirse de sus posiciones de descanso al girarse, y la tensión del resorte debería devolverlos de golpe a su posición cuando se suelta el eje.
2. Observe que los pesos no se queden pegados. Una película muy delgada de lubricación entre los pesos y la parte superior del eje debería ser todo lo que se necesita para permitir que los pesos se muevan libremente.

Figura 15. Diagrama de un avance mecánico



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

Figura 16. **Distribuidor completo**



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

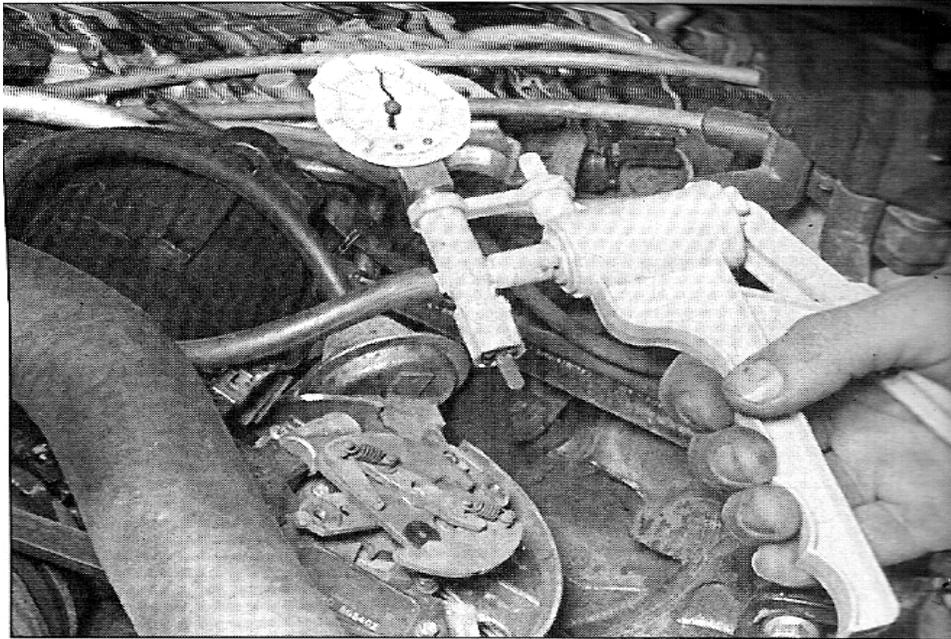
2.4.3 Avance de vacío

Los controles por computadora han eliminado el avance de vacío en muchos modelos de vehículos nuevos. Esta información solamente corresponde a modelos de avance operado por vacío.

El conjunto del diafragma está conectado a la placa del interruptor del distribuidor. Una línea de vacío conecta el compartimiento del diafragma a una fuente de vacío con puerto. A medida que el vacío cambia de marcha mínima a aceleración y a desaceleración y de vuelta a marcha mínima, la sincronización cambia según corresponda.

1. Con el motor apagado, revise la condición de la manguera de vacío del distribuidor a la fuente de vacío. Cerciórese de que la manguera esté conectada y que todas las conexiones estén bien selladas.
2. Desconecte y tape la manguera de vacío al distribuidor. Conecte una bomba de vacío al diafragma de vacío. Aplique entre 15 a 20 in hg. y cerciórese de que el conjunto de diafragma sujete el vacío. Si se escapa reemplace el conjunto de diafragma. Conecte una luz de sincronización al motor según las instrucciones de los fabricantes.
3. Ponga en marcha el motor y déjelo en marcha mínima. Alumbre la escala con la luz mientras observa el indicador de tiempo, aplique de 5 a 10 in Hg. al diafragma.
4. A medida que se aplica el vacío, ¿cambia la sincronización del tiempo? Debería hacerlo, esto indica que el avance trabaja apropiadamente. El motor vacilará y se detendrá a medida que se aplica más vacío pero no se lleva a cabo, un avance del tiempo, la placa de avance dentro del distribuidor está pegada.
5. Si el avance de vacío está funcionando como se describió, sería bueno inspeccionar y probar otros componentes o sistemas de manera general, primero para buscar fallas obvias. Luego, si no se encuentra la causa, inspeccione los sistemas diferentes con énfasis en la búsqueda de componentes que aparecen en las especificaciones.

Figura 17. **Unidad de avance de vacío: observe el movimiento de la placa del distribuidor**



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

2.4.4 Cables de las bujías

Los cables de las bujías se deben revisar según los intervalos recomendados y cada vez que se instalen bujías nuevas en el motor.

- Usando un trapo limpio, limpie todo el largo del cable para remover suciedad y grasa acumulada. Una vez que esté limpio el cable, revise por quemaduras, grietas y otros daños. No doble mucho el cable, porque se puede romper el conductor.

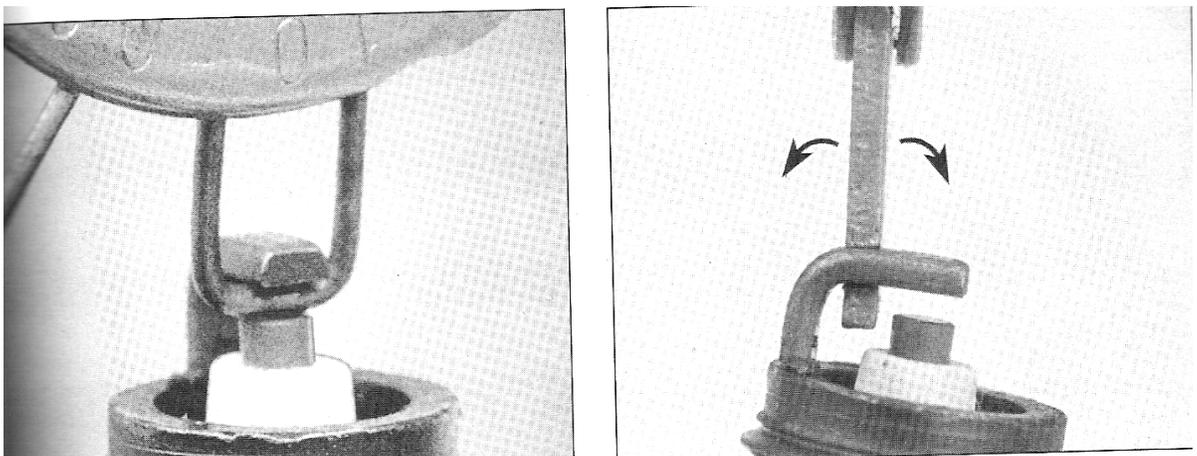
- Revise visualmente los cables de bujía mientras el motor esté en marcha. En un garage oscuro ponga en marcha el motor y observe cada cable de bujía.
- Tenga cuidado de no tocar ninguna pieza movable del motor. Si hay una ruptura en el cable, verá un arco eléctrico o una chispa pequeña en el área dañada. Si se observa un arco, detenga el motor, permita que el motor se enfríe y reemplace las piezas necesarias.
- Si es necesario, los cables deberían revisarse aún más, uno a la vez para prevenir que se mezcle el orden, ya que es esencial para el funcionamiento adecuado del motor.
- Desconecte los cables de la bujía. Una herramienta extractora se puede usar para este propósito o usted puede agarrar el botín de caucho y darle una media vuelta para soltarlo de la bujía, y tirar del botín. No tire del cable mismo.
- Desconecte el cable del distribuidor, o bobina.
- Revise dentro del botín para buscar corrosión, que se parecerá a un polvo blanco grueso.

2.4.5 Bujías

Las bujías proporcionan una especie de ventana hacia la cámara de combustión y pueden dar una gran cantidad de información acerca del funcionamiento del motor para un mecánico. La mezcla de combustible, el rango del calor, el consumo de aceite y la detonación, todos dejan su marca en los extremos de las bujías.

1. Antes de comenzar el chequeo, conduzca el vehículo a velocidad de carretera, dejando que se caliente bien sin marcha mínima excesiva. Apague el motor y espere hasta que se enfríe lo suficiente como para no quemarse si toca los múltiples de escape.
2. Ya sea que reemplace las bujías en este momento, o solamente remuévalas para inspeccionarlas e intente volver a usar las bujías viejas, compare la condición y el color de cada bujía vieja.

Figura 18. **Como calibrar una bujía**



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

2.4.6 Grado térmico

1. Remueva las bujías y póngalas en orden encima del purificador. Fíjese en la marca y número de las bujías.
2. El motor debe tener bujías del grado térmico. Las bujías que son muy calientes podrán enmascarar una lectura de mezcla de combustible rica; por el contrario las bujías frías tendrían una tendencia a viciar una mezcla normal.

2.4.7 Leyendo las bujías

Si alguna de las bujías está mojada con aceite, se necesitan reparaciones en el motor inmediatamente. Si las bujías tienen depósitos significativos, grises o blancos, significa que una cantidad moderada de aceite se está pasando a través de los cilindros y se necesitarán reparaciones pronto, o significa que ha estado conduciendo durante muchos trayectos cortos.

El color ideal para las bujías que se usan en motores que usan la gasolina con plomo es marrón claro en el cono aislante y beige en el electrodo de tierra. Los motores que usan gasolina sin plomo tienden a dejar muy poco color en las bujías. Los modelos más modernos de motores de emisión controlada usan mezcla muy pobre. Normalmente, las bujías van de casi blanco a color canela en el cono aislante de porcelana y el electrodo de tierra debe ser de marrón claro a gris oscuro.

Las mezclas de combustible excesivamente ricas causan que los extremos de las bujías se vuelvan negras y las mezclas pobres tengan extremos color canela claro o blanco.

Si el motor tiene una falla de encendido y una o más bujías están carbonizadas, busque un problema de encendido o la compresión baja en el cilindro afectado. A veces las bujías variarán entre ellas respecto al color a causa de la distribución inadecuada de la mezcla. Busque una junta de múltiple de admisión que tiene fuga en caso que uno o más cilindros adyacentes reciban mezcla pobre. Si las bujías se encienden desigualmente, usted puede tener una fuga de vacío, o un problema de distribución de combustible en el sistema de inyección de combustible.

La detonación, el preencendido y las bujías que son demasiado largas pueden tener como resultado daño físico en el extremo.

Necesitará también un calibrador. Hay diferentes tipos disponibles, para inspeccionar y ajustar la brecha de la bujía y una llave de torsión para apretar las bujías nuevas a la torsión especificada.

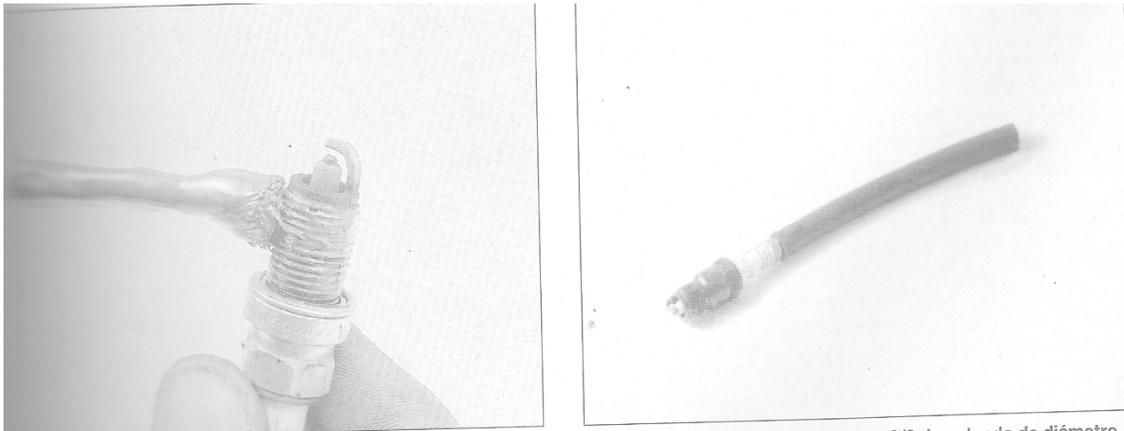
2.4.8 Instalación

- Antes de la instalación, aplique una película delgada de compuesto antiatasador o una gota de aceite en las roscas de la bujía. A menudo es difícil insertar las bujías en sus roscas sin cruzar las roscas. Para evitar esta posibilidad, coloque un pedazo corto de manguera de caucho de 3/8 de pulgada de diámetro interior, o un botín viejo de bujía, sobre el extremo de la bujía. La manguera flexible, o el botín, actúa como una coyuntura universal para ayudar a

alinearse la bujía con la rosca. Si la bujía comenzara a cruzar las roscas, la manguera resbalará sobre la bujía, evitando daño en la rosca.

- Las bujías con una junta requieren solamente de $\frac{1}{4}$ de vuelta adicional, después que la junta hace el contacto con la cabeza del cilindro, para sellarse apropiadamente.
- Las bujías con asiento cónico, las que no tienen junta, requieren solamente de $\frac{1}{16}$ de vuelta adicional, después que el asiento de la bujía hace contacto con la cabeza del cilindro, para sellarse apropiadamente.
- Conecte el cable de bujía a la bujía nueva, una vez más girando el botón hasta que quede firmemente asentado en el extremo de la bujía.
- Siga los procedimientos anteriores para las bujías restantes, reemplazándolas una por una para evitar que se confundan los cables de bujía.

Figura 19. **Procedimiento a realizar antes de instalar una bujía**



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

1. **Se aplica una capa delgada de aceite.**
2. **Una manguera de caucho de 3/8 de pulgada que evitará daños en la instalación de la bujía.**

2.4.9 Voltaje disponible para el encendido de las bujías

Antes de comenzar estos procedimientos, cerciórese de que el vehículo esté en posición de neutro o estacionamiento con el freno de estacionamiento aplicado. Siempre realice todas las pruebas parado a un costado del vehículo, nunca delante de él.

Para evitar una descarga eléctrica, siempre use alicates aislados cuando sea necesario sujetar el cable de bujía de alto voltaje, con el motor en marcha para realizar las pruebas.

2.4.10 Voltaje disponible para la bobina

Esta prueba inspeccionará el voltaje disponible de la bobina para verificar la condición de ésta.

- a. Conecte el probador inductivo kV a uno de los cables de bujía. Desconecte el cable de la bujía y asegúrelo lejos del motor. Nunca tire del cable mismo, se puede dañar internamente. Tome el botón que está sobre el extremo de la bujía. El circuito abierto que se crea al desconectar el cable causa la acumulación de voltaje que la bobina está tratando de enviar a la tierra a través de la bujía. El voltaje disponible de la bobina llega a la acumulación máxima cuando se hace esta apertura de circuito.

- b. Inhabilite el sistema de combustible para que no arranque el motor y gire el motor lo bastante como para tomar la lectura.

2.4.11 Inspección de voltaje de brecha del terminal entre la pauta del rotor y la tapa

Esta prueba revisa la condición de la tapa del distribuidor y el rotor sin remover la tapa.

1. Para realizar la prueba conecte el probador inductivo kV a los cables de bujía, inhabilite el sistema de combustible para que el motor no arranque.

2. Desconecte el cable de la bujía y ponga el terminal a tierra entre el bloque o cabeza de cilindros, gire el motor, lea el voltaje en el medidor.

3. Con el cable conectado directamente a tierra, la única brecha que queda en el circuito es la que está entre la punta del rotor y el receptor terminal. Por lo que la lectura de voltaje es lo que se requiere para hacer puente en la brecha.

2.5 Sistema de recirculación de los gases de escape

Para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno, se circula una pequeña cantidad de gas de escape por la válvula de EGR (recirculación de los gases de escape) hacia el múltiple de admisión. La introducción del gas inerte reduce las temperaturas de combustión, lo cual reduce los óxidos de nitrógeno. El sistema de EGR (recirculación de los gases de escape) consiste típicamente en la válvula de EGR, el modulador de EGR, la válvula de intercambio, el ECM (módulo de control electrónico) y el sensor de temperatura de gas EGR.

Los primeros sistemas de EGR se componen de una válvula operada por vacío que admite gas de escape en el múltiple de admisión, y una manguera que está conectada a una fuente de vacío con lumbrera. Un interruptor TVS (interruptor térmico de vacío) se une a un tubo que se introduce en el radiador o, más comúnmente, en el pasadizo del anticongelante cerca del termostato. El TVS detecta la temperatura de funcionamiento del motor y no permite que la EGR funcione hasta que se llegue a la temperatura correcta.

2.5.1 Inspecciones de los sistemas de EGR (recirculación de los gases de escape)

Use guantes cuando sea necesario tocar la válvula de EGR – puede calentarse mucho durante el funcionamiento del motor.

Hay varias inspecciones básicas de sistema de EGR que usted puede realizar en su vehículo para localizar problemas con precisión. Para realizar estas inspecciones, necesitará una bomba de vacío y un indicador de vacío.

1. Busque una fuente de vacío conectando un indicador de vacío a la línea que va hacia la válvula de EGR.
2. Si no se encuentra vacío, el vehículo puede tener solenoides controlados por computadora, que regulan el vacío hacia la válvula de EGR, dependiendo de condiciones tales como si la transmisión está enganchada, el motor a temperatura de funcionamiento de la computadora en ciclo abierto o cerrado, etc.
3. Si tiene acceso al diafragma de la válvula EGR, levemente empújela hacia arriba o hacia abajo con suavidad (contra la presión del resorte) para ver si se puede mover y maniobrar libremente.
4. Si el vástago de EGR continúa fallando, busque una fuga de vacío pequeña en el diafragma de la válvula de EGR.

5. Después que el motor ha llegado a la temperatura de funcionamiento normal, abra el acelerador a aproximadamente 2,500 rpm y observe el vástago de la válvula EGR a medida que se mueve con la subida de rpm del motor. Use un espejo o incluso un dedo colocado en el diafragma para sentir el movimiento, si es necesario. Si no se mueve, remueva la manguera de vacío y revise el vacío con un indicador. Conecte de nuevo la manguera, suba las rpm del motor y vea o sienta si la válvula se abre y / o fluctúa en 1/8 de pulgada aproximadamente. Los movimientos más grandes bruscos y desiguales y / o que se abra completamente causará un problema de conducción y no son un indicativo de funcionamiento correcto. Reemplace la válvula EGR.

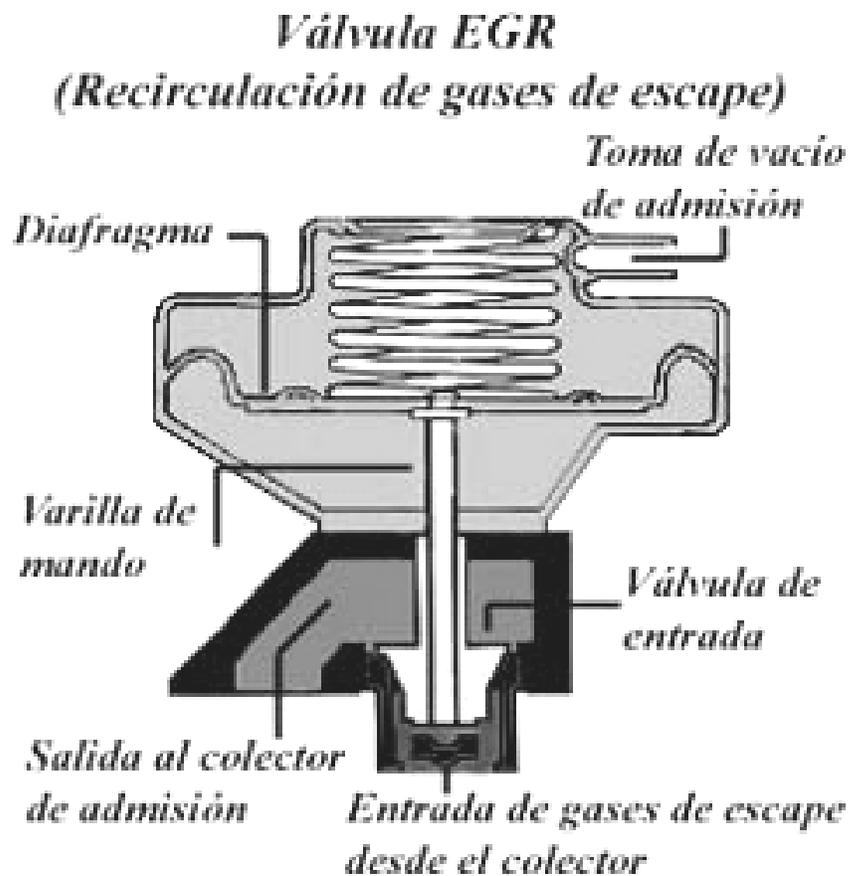
2.5.2 Válvula moduladora de vacío de EGR (recirculación de los gases de escape) (si la tiene)

1. Remueva la válvula.
2. Remueva la cubierta e inspeccione los filtros.
3. Reemplace los filtros o límpielos con aire comprimido, vuelva a instalar la cubierta y el modulador.

2.5.3 Limpieza de la válvula de EGR (recirculación de los gases de escape)

Los fondos de las válvulas EGR a menudo se cubren con depósitos de carbón, causando la restricción del flujo de escape o fuga de escape. Hay que remover la válvula para poder limpiar el fondo y los pasadizos en el múltiple.

Figura 20. **Figura de una válvula EGR**



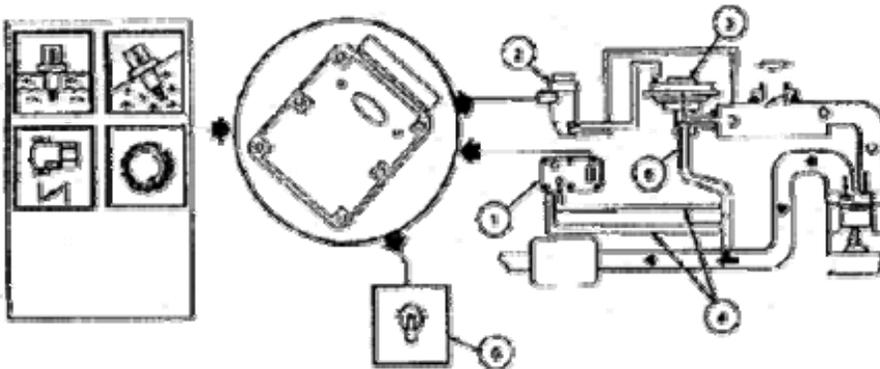
Fuente: <http://www.autoxuga.com>

Figura 21. Válvula EGR instalada en el manifold de admisión



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

Figura 22. Control del sistema de recirculación de gases de escape



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

2.6 Sistema de control de evaporación de las emisiones EVAP

El sistema de control de evaporación de emisiones almacena vapores de combustible generados en el tanque de combustible en un recipiente de carbón cuando el motor no está funcionando. Cuando se pone en marcha el motor, los vapores de combustible son atraídos hacia el múltiple de admisión y se queman. El sistema de control de emisiones del cárter funciona de este modo: cuando el motor va a velocidad crucero, la válvula de control de purga (válvula de derivación) se abre levemente y una pequeña cantidad de gas soplado es atraído hacia el múltiple de admisión y se quema. Cuando el motor se pone en marcha en frío o en marcha mínima, la válvula de derivación previene que cualquier vapor entre al múltiple de admisión, ya que causaría una mezcla de combustible excesivamente rica.

Dos tipos de válvulas de purga o válvulas de derivación se usan en estos modelos: una válvula operada eléctricamente o una válvula operada por vacío. Para averiguar qué tipo tiene su vehículo, siga la manguera del recipiente de carbón hasta localizar la válvula de purga. Algunas están ubicadas en el múltiple de admisión y otras cerca del recipiente de carbón. Busque un conector eléctrico a la válvula de purga (operada eléctricamente) o una línea de vacío que pase entre la válvula y el cuerpo de aceleración (operada por vacío).

Un sistema defectuoso de EVAP afecta la conducción del motor solamente cuando las temperaturas son altas. El sistema de EVAP no es generalmente la causa de una partida en frío difícil o cualquier otro problema de funcionamiento en frío.

2.6.1 Inspección

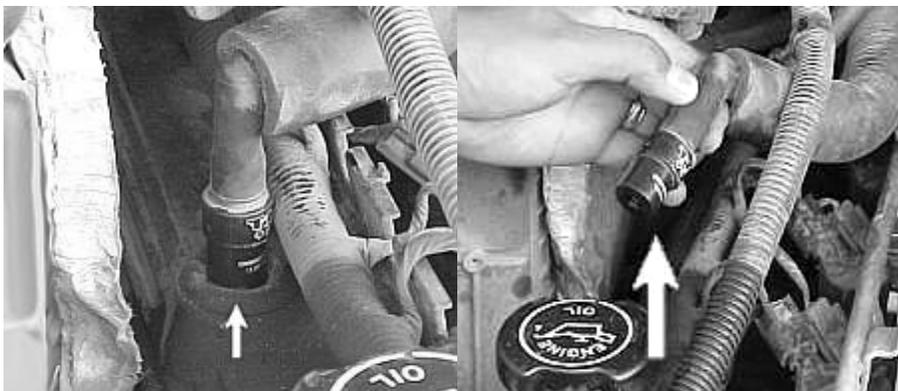
a) Válvula de purga operada por vacío

1. Remueva las líneas de vacío de la válvula de purga y sople en el puerto más grande de la válvula. Debería estar cerrada y no pasar aire.
2. Desconecte la manguera de vacío pequeña de la válvula. La válvula de purga debería estar abierta y el aire debería pasar sin problema.
3. Si los resultados de la prueba son incorrectos, reemplace la válvula de purga con un repuesto nuevo.

Figura 23. Válvula PCV



Fuente: <http://www.autoxuga.com>



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

2.6.2 Válvula de purga operada eléctricamente

Desconecte cualquier línea de la válvula de purga y sin desconectar el conector eléctrico, coloque la válvula en un lugar conveniente para realizar la

prueba. Fíjese que la válvula haga un sonido de “clic” cuando ponga la llave de encendido en la posición ON (encendido).

- Si la válvula no hace dicho sonido, desconecte el conector de válvula y revise para ver si llega energía a la válvula usando una luz de prueba o un voltímetro.
- Si hay voltaje de batería, reemplace la válvula de purga. Si no hay voltaje, inspeccione la unidad de control y el arnés de cables para ver si hay cortocircuitos o componentes defectuosos.

Figura 24. **Válvula PCV deteriorada**



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

2.7 Función de la computadora

Las funciones internas de la computadora no se pueden revisar sin el equipo de diagnóstico. Los concesionarios lo reemplazan con una unidad que se sabe “funciona bien”, un paso muy popular en los manuales de servicio de fábricas, pero para un diagnóstico práctico realmente no importa.

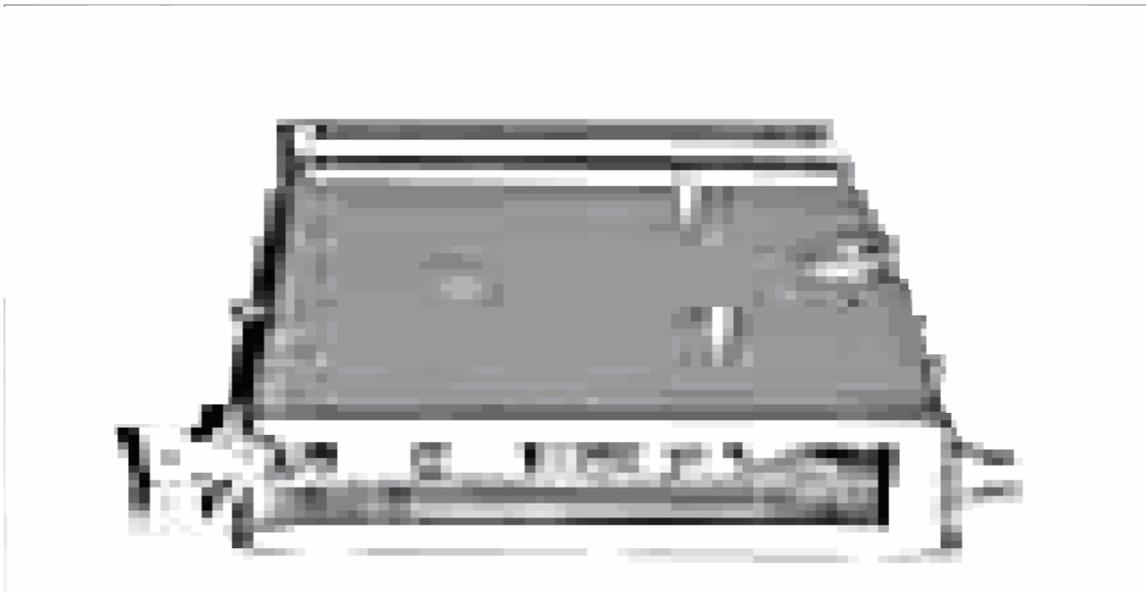
La inyección de combustible electrónica y los componentes de control del motor son realmente bastante confiables. En realidad hay muchos más problemas con el cableado, mangueras de vacío y conexiones. Incluso cantidades muy pequeñas de óxido o corrosión pueden de seguro interferir con la pequeña corriente de miliamperaje que se usa en los circuitos de la computadora.

Cualquier problema de la computadora se presentaría normalmente cuando el vehículo está recién armado y funciona como vehículo nuevo. Pero después de los años y las millas, a veces pueden ocurrir fallas. El calor, la humedad, la vibración, el aire salado corrosivo, las inspecciones previas, la reparación o el mantenimiento, podrían tener un efecto sobre la condición de la computadora y los sistemas relacionados.

Localice la computadora y revise las conexiones del arnés y las conexiones a tierra eléctricas. Si es necesario, desarme los acopladores y busque corrosión o pasadores doblados. Limpie los acopladores con un limpiador de contactos eléctricos y vuelva a conectar la computadora, cerciórese de que todos los terminales están firmemente asentados en los

acopladores. Inspeccione todas las conexiones a tierra de la computadora para descubrir corrosión y cerciórese de que están limpias, apretadas y firmes.

Figura 25. **Computadora estándar**



Fuente: Automotive electric/ Electronic system, Bosch Robert.

2.8 Localización de fallas basadas en síntomas

a) Ruido en el motor

1. Silbido – fuga(s) de vacío.
2. Arco eléctrico (ruido de chasquido)

b) El motor gira, pero no arranca, revisar

1. Recipiente de carbón lleno de combustible.
2. MAP (sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión) defectuoso, MAF(sensor del flujo de la masa de aire) (si está equipado) o sensor o circuito de anticongelante.
3. Válvula de EGR (recirculación de los gases de escape).
4. Válvula de ventilación del recipiente defectuosa.
5. Falta de presión de combustible o presión incorrecta.
6. Tanque de combustible vacío.
7. Agua en el combustible.
8. El inyector de encendido en frío no se abre.
9. Batería descargada (el motor gira lentamente).

10. Conexiones del terminal de baterías flojas o corroídas.
11. Agua / humedad excesiva dentro de la tapa de distribuidor.
12. Bujías defectuosas o cables de bujía en mal estado.
13. Componentes defectuosos del distribuidor.
14. Bobina receptora del distribuidor o módulo de encendido defectuosos.
15. Fuga de vacío severa.
16. Inyectores severamente restringidos.
17. Cables rotos, flojos o desconectados en el circuito de arranque.
18. Distribuidor flojo (cambio de la sincronización de encendido).
19. Medidor del flujo de aire atascado.
20. Válvula de aire auxiliar pegada.

c) Motor difícil de poner en marcha – en frío

1. Fuga de inyectores.
2. El carbón del rotor del distribuidor está desgastado.
3. Funcionamiento defectuoso del estrangulador.

d) Motor difícil de poner en marcha – en caliente

1. Batería descargada o baja.
2. Filtro de aire obstruido.
3. Válvula de PVC (ventilación positiva del cárter) atascada en posición abierta.
4. Fuga de vacío.
5. Sensor o circuito defectuoso del anticongelante.
6. Sensor o circuito de MAF (sensor del flujo de la masa del aire) defectuoso (si está equipado).

7. Sensor o circuito de MAP (sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión) defectuoso (si está equipado).
8. TPS (sensor del ángulo de apertura del acelerador) o circuito defectuoso.
9. Conexiones corroídas de la batería.
10. Mala conexión a tierra del motor.
11. Bujías defectuosas.
12. Presión de combustible incorrecta.
13. Presión de combustible residual insuficiente.
14. Medidor del flujo de aire defectuoso.
15. Válvula de arranque en frío con fugas o funcionando continuamente.

e) El motor arranca pero no marcha

1. Válvula defectuosa de la ventilación del canasto.

2. Válvula de EGR (recirculación de los gases de escape) atascada en posición abierta.
3. Conexiones eléctricas flojas o dañadas en el distribuidor, la bobina o el alternador.
4. Fugas del vacío del múltiple de admisión.
5. Flujo de combustible insuficiente.

f) El motor desacelera en marcha mínima, marcha mínima áspera o errática en frío

1. Filtro de aire obstruido.
2. Sincronización de aceleración sucia o perforada.
3. Placa de aceleración sucia o perforada.
4. El ajuste de la marcha mínima fuera de especificación.
5. Válvula de EGR (recirculación de los gases de escape).

6. Válvula de PVC.
7. Válvula de control térmico atascada en posición abierta.
8. Calentador EFE (sistema de evaporación temprana del combustible) (si está equipado) inoperante.

g) El motor desacelera en marcha mínima, marcha mínima áspera o errática en caliente

1. Válvula de control térmico atascada en posición cerrada.
2. TPS (sensor del ángulo de apertura del acelerador) o circuito defectuoso o fuera de ajuste.
3. Sensor o circuito MAF (sensor del flujo de la masa del aire) (si está equipado) fuera de ajuste o defectuoso.

3. RECUPERACIÓN DE CÓDIGOS DE PROBLEMAS DE LA COMPUTADORA

Cuando esté diagnosticando problemas en motores controlado por sistemas de computadora, recuerde que muchos síntomas de maniobrabilidad y / o problemas no tienen que necesariamente ser ocasionados por la computadora. La computadora solamente responde a la entrada (o el cambio de la información de entrada) de los muchos sensores que controlan los sistemas fundamentales. A menos que todos los sistemas básicos del motor funcionen adecuadamente, los controles electrónicos tienen información inadecuada para administrar las emisiones y sistema de combustible del motor adecuadamente.

Condenar una computadora, sensor de entrada o actuador de salida, antes de averiguar que los sistemas fundamentales estén operando correctamente, comúnmente conduce a un diagnóstico incorrecto.

Antes de proceder a las pruebas de los sistemas de control electrónicos haga las revisiones generales siguientes:

a) Que el motor esté en buena condición mecánica, indicado por una prueba de vacío y de compresión.

b) La batería está limpia y libre de corrosión en las conexiones, en buena condición y totalmente cargada.

1. Sistema de arranque y sistema de carga operando adecuadamente

- a) Todos los fusibles de enlace estén intactos.

- b) Todos los conectores eléctricos estén libres de corrosión y conectados firmemente.

- c) Todas las líneas de vacío estén en buen estado, correctamente en su ruta, e instaladas firmemente.

- d) Los sistemas de provisión de combustible y aire estén libres de restricciones y trabajando adecuadamente.

- e) La PVC (ventilación positiva del cárter), EGR (recirculación de los gases de escape), EVAP (sistema de control de evaporación de las emisiones) y los otros sistemas de emisiones trabajen adecuadamente y mantenidos como se requieren.

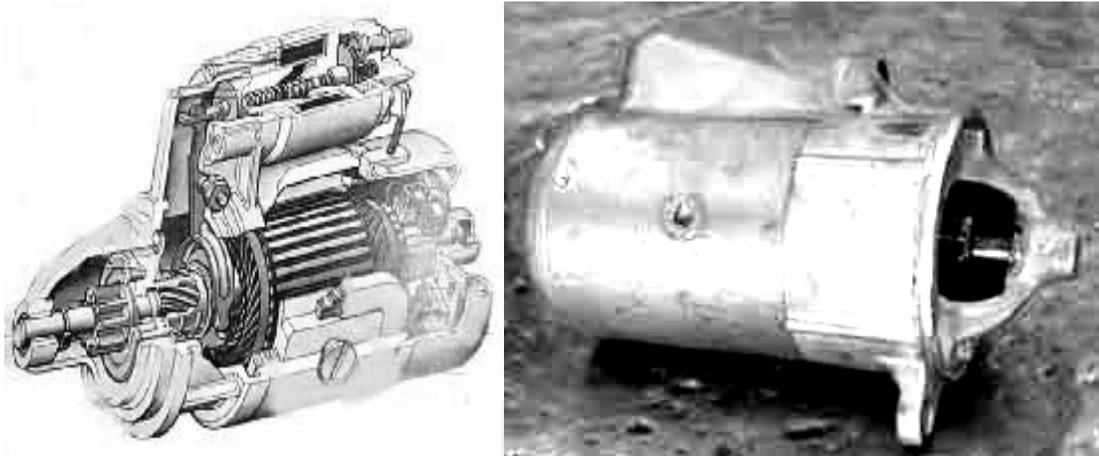
- f) La condición y el nivel del anticongelante esté bien, que el termostato esté en su lugar y que la temperatura de funcionamiento esté correcta.

- g) La condición y el nivel de aceite del motor estén bien.

- h) El sistema de ignición esté en buena condición sin ninguna señal de cruce de chispa, fallo de disparo, vías de carbón, corrosión, o desgaste.

- i) El tiempo base y la marcha mínima estén de acuerdo a las especificaciones encontradas e la VECI (etiqueta de información para el control de las emisiones del vehículo).
- j) La computadora entra en la operación de ciclo o bucle cerrado.

Figura 26. Sistema de arranque y sistema de carga operando adecuadamente



Fuente: <http://msm/www.redtecnicaautomotriz.com>

3.1 Modo de operación

Si después de que todos los procedimientos básicos de identificación y resolución de problemas se han desempeñado, la afinación está bajo las

especificaciones, y el problema todavía existe, es tiempo de mirar más cerca de la computadora los sistemas de control del motor.

El control de manejo del motor por la computadora toma lugar en dos modos, “ciclo abierto” y “ciclo cerrado”. La computadora debe ser capaz de entrar desde la operación de “ciclo abierto” a “ciclo cerrado”, a fin de adecuadamente revisar y controlar los sistemas para el control del motor.

Ciclo abierto es el modo operativo del sistema cuando el vehículo es primero puesto en marcha y el motor y el sensor de oxígeno se estén calentando. Hasta que todos los criterios requeridos se cumplan, tal como tiempo y temperatura, la computadora permanecerá en ciclo abierto. Esto significa que todos los controles de funciones de la computadora permanecerán “fijos” a los ajustes predeterminados del fabricante.

Estos ajustes predeterminados pueden también ser usados en el caso del fracaso de un componente. Ellos permiten que el vehículo corra, aunque pobremente, en el modo de “cojera” hasta que las reparaciones puedan hacerse.

El ciclo cerrado es el modo operativo normal de un motor caliente y un sensor de oxígeno suficientemente caliente para generar una señal de trabajo a la computadora, el sistema también espera una cantidad predeterminada de tiempo antes de entrar en “ciclo cerrado” todavía cuando el motor y el sensor de oxígeno estén ya a la temperatura de operación.

En algunos vehículos, unos minutos en marcha mínima ocasionan que el sensor de oxígeno se enfríe lo suficiente para permitir que el sistema regrese a “ciclo abierto”; en estos vehículos el sistema puede que intercambie entre ciclo abierto y ciclo cerrado según la temperatura del sensor de oxígeno sube y baja.

3.2 Recuperación de códigos

Hay una variedad de métodos de recuperación de códigos, dependiendo del fabricante. La mayoría de los sistemas trabajan conjuntamente con una luz en el tablero que se ilumina cuando una avería se detecta y un código se almacena. La luz se marca – CHECK ENGINE, POWER LOSS, SERVICE ENGINE SOON – o algo similar, y se usa para destellar el código o códigos almacenados en la computadora cuando manualmente se acciona el conector de diagnóstico, si la computadora del vehículo permite acceso para recuperar códigos de esta manera.

En otros modelos, el código puede ser accedido conectando un voltímetro al conector de diagnóstico y contando los movimientos de la aguja o en una del LED (diodo emisor de luz) en la computadora misma.

Una vez que los códigos se recobran, inspecciónelos contra la tabla en su vehículo. Porque los sistemas de manejos del motor pueden diferir en cada año y modelo, diferentes códigos de problemas indican diferentes cosas, dependiendo del vehículo que está siendo reparado.

Algunos modelos requieren de una herramienta o explorador de diagnóstico especial que recupere los códigos. Estos exploradores son fáciles de usar para reunir información.

Cuando la batería se desconecta, los vehículos con computadora y sistemas de memoria pueden perder todos los datos en la memoria. Problemas de maniobrabilidad pueden existir hasta que los sistemas de aprendizaje de la computadora hayan completado un ciclo de aprendizaje.

Si el estéreo en su vehículo se equipa con un sistema de antirrobo, asegúrese de que tiene el código correcto de activación antes de desconectar la batería.

3.3 Limpiando códigos

a) Acura (Honda)

Para borrar los códigos después de hacer las reparaciones, remueva el fusible de advertencia en la terminal positiva de la batería (Integra) o el fusible del alternador en la caja de relé del compartimiento del motor (Legend) por lo menos diez segundos.

b) BMW

Si el estéreo en su vehículo se equipa con un sistema de antirrobo, asegúrese que tiene el código correcto de activación antes de desconectar la batería.

Después que las reparaciones se hallan hecho, el código de diagnóstico puede ser borrado desconectando el cable negativo de la batería por 5 segundo o más tiempo. Después de la cancelación, desempeñe una prueba del vehículo en la carretera y asegúrese que la luz de advertencia no se encienda. Si se desea, la revisión puede repetirse.

c) Chrysler, Dodge y Plymouth – camiones de carga y vehículos domésticos

Si el estéreo en su vehículo se equipa con un sistema de antirrobo, asegúrese que tiene el código correcto de activación antes de desconectar la batería.

Códigos de problemas pueden ser limpiados desconectando el cable negativo de la batería por lo menos 15 segundos.

d) Ford, Lincoln y Mercury

Para borrar los códigos desde la memoria del PCM (módulo de control de la potencia del motor), comience con el procedimiento de diagnóstico KOEO (interruptor de la ignición encendido y el motor apagado) e instale el alambre puente en el Conector de Diagnóstico de Prueba. Cuando los códigos comiencen a mostrar en la luz CHECK ENGINE o voltímetro, remueva el alambre puente desde el conector de diagnóstico de prueba. Esto borrará cualquier código almacenado dentro del sistema.

e) Honda

El procedimiento para limpiar los códigos son los mismos para todos los sistemas. Para borrar los códigos después de hacer las reparaciones, asegúrese que la ignición esté apagada, entonces desconecte el cable negativo de la batería por diez segundos.

f) Hyundai

Limpie los códigos después de las reparaciones, desconectando el cable negativo de la batería por 15 segundos.

g) Isuzu

Después de revisar el sistema, mueva el puente y borre los códigos en la memoria de la computadora removiendo el fusible ECM apropiado en los

modelos de cuatro cilindros, BLM (memoria de bloque de aprendizaje) por diez segundos.

h) Mazda

Desconecte el cable negativo de la batería. Apriete el pedal de freno por lo menos 5 segundos. Reconecte el cable de la batería.

i) Mercedes

En vehículos convencionales, desconecte el cable negativo de la batería. Los códigos de problemas almacenados se borrarán cuando la batería se desconecte.

En vehículos de California, desconectando la batería no borrará el código. Cada código que se almacena en la unidad de control CIS – E tendrá que ser borrado individualmente.

Prese el interruptor que no se cierra, ubicado en el conector de diagnóstico en el rincón trasero derecho del compartimiento del motor de 2 a 4 segundos.

Cuando la avería se muestre, preme el interruptor de cierre de 6 a 8 segundos. El código se borrará. Repita el procedimiento hasta que todos los códigos almacenados se hayan borrado.

Preme el botón de comienzo en el contador de pulso de 2 a 4 segundos máximo. El contador de pulso mostrará el código de avería. Preme el botón de comienzo nuevamente de 6 a 8 segundos. El código de avería se borra cuando el contador de pulso no muestre más códigos de avería.

Repita el procedimiento para otros códigos de avería almacenado. Cuando el contador de pulso exhiba el número "1", ninguna avería está almacenada.

4. MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE COMPONENTES

4.1 Circuito eléctrico de la bomba de combustible

La primera prueba determinará si la bomba de combustible opera realmente. En el caso de que el motor gire pero no se ponga en marcha, la prueba más obvia sería averiguar si la bomba de combustible funciona. El lugar más fácil para oír si la bomba de combustible está funcionando está directamente en el tapón de llenado de combustible. Remueva simplemente el tapón del cuello de llenado de combustible y pida a alguien que haga girar el motor moviendo la llave de encendido a la posición de arranque. La mayoría de las bombas de combustible eléctricas se activarán durante unos pocos segundos con sólo girar la llave del encendido a la posición de prendido sin que el motor funcione. Es conveniente que usted se encuentre en un lugar relativamente silencioso cuando realice esta prueba. Oirá un zumbido que durará por lo menos un par de segundos. Si la bomba funciona y el motor todavía no se pone en marcha, revise de nuevo si hay alguna línea de combustible obstruida o un módulo de encendido o un ignitor defectuoso. Recuerde que se necesita combustible, chispa y compresión para que produzca la combustión. Es muy probable que el motor no se ponga en marcha debido a un problema del sistema de encendido.

La segunda prueba determinará si el fusible que protege el circuito de la bomba de combustible está fundido o corroído hasta el extremo de causar el mal funcionamiento de la bomba de combustible. Localice el panel de fusibles – está ubicado generalmente bajo el área del tablero de instrumentos o en el

compartimiento del motor en un centro de fusibles / relees. Inspeccione cuidadosamente el fusible para cerciorarse de que esté intacto. Si el fusible está fundido, reemplácelo con uno nuevo. Revise también si hay corrosión en los terminales del fusible de la bomba de combustible. Los motores de muchos volvos 240 giran al ser activados con la llave de encendido, pero no se ponen en marcha hasta 20 ó 30 segundos más tarde. Una vez en marcha, el motor vacila levemente pero continúa funcionando. Este problema desconcierta totalmente al propietario del vehículo, hasta que por último se remueve y limpia el fusible de la bomba de combustible que está ubicado en el interior del panel protector lateral de los pies del conductor. Limpie cuidadosamente las hojas del fusible, así como los terminales en el panel.

La tercera prueba determinará si la bomba y / o el circuito de combustible operan apropiadamente. Esta inspección implicará una serie de pequeñas revisiones y el proceso de eliminación para poder resolver el problema. Remueva simplemente el relé de la bomba de combustible y revise si llega voltaje de la batería al conector del relé, luego hágale un puente al conector del relé para aplicar voltaje de la batería a la bomba de combustible y escuche para ver si percibe el zumbido que indica que la bomba de combustible está activada.

La parte más difícil de este paso consiste en encontrar el relé de la bomba de combustible. Muchos fabricantes agrupan la bomba de combustible con otros relees en un centro de fusibles / relees ubicados generalmente en el compartimiento del motor o debajo del tablero de instrumentos.

Ahora que ha localizado el relé de la bomba de combustible, remuévalo del conector, gire la llave de encendido a la posición de **ENCENDIDO** (con el motor sin funcionar) y vea si hay voltaje de la batería. Si dispone de un diagrama del cableado eléctrico del vehículo, siga el cable directamente desde el conector del relé de la bomba de combustible hasta llegar a la llave de encendido. Revise si hay voltaje de la batería. Si no dispone de un diagrama del cableado eléctrico, toque las terminales del conector de relé de la bomba de combustible con las puntas de prueba con un voltímetro o luz de pruebas para ver si hay voltaje de la batería. Si no hay voltaje de la batería en el conector de la bomba de combustible, esto indica que hay un fusible malo o un problema en el arnés de cables en algún lugar entre el panel de fusibles y la llave de encendido y / o la batería. Diagnostique el cortocircuito eléctrico antes de continuar.

Ahora que por fin hay voltaje de la batería en el conector del relé de la bomba de combustible, hágale un puente al conector para activar la bomba de combustible. Será necesario revisar un diagrama del cableado eléctrico para determinar exactamente cuáles son los dos terminales que controlan la bomba de combustible. Es posible revisar si existe continuidad eléctrica entre el conector del arnés del cable de la bomba de combustible y el conector del relé para determinar el terminal correcto.

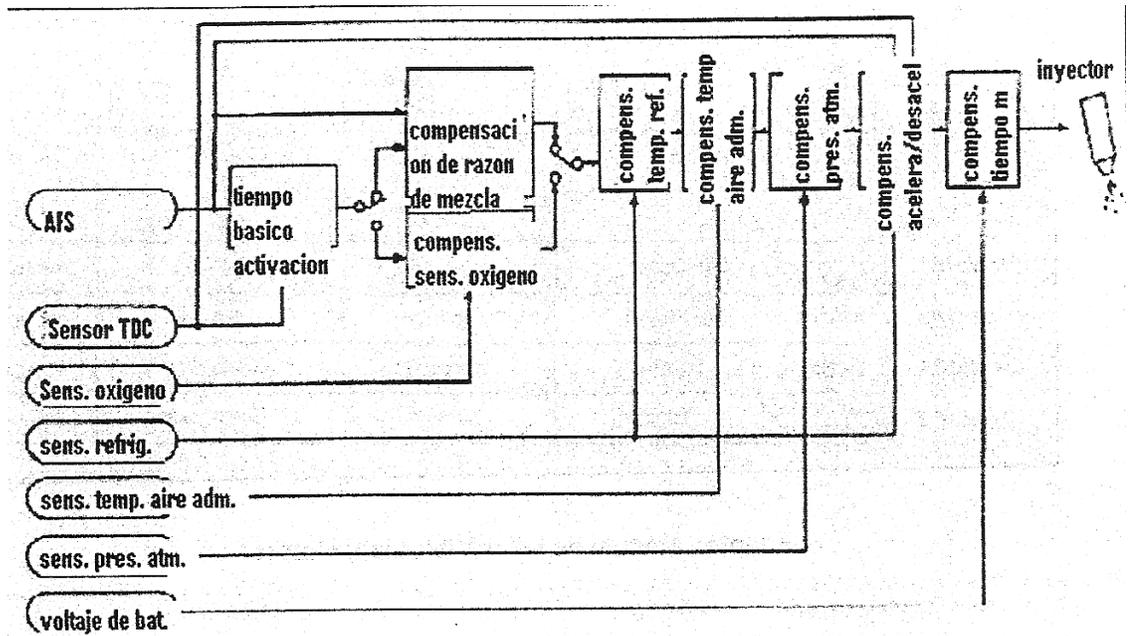
Deberá oír un zumbido proveniente del área del tanque de combustible o de la parte inferior de la carrocería. Muchos fabricantes incluyen un puerto especial de pruebas para hacerle un puente a la bomba de combustible. Este puerto de pruebas está ubicado generalmente en el compartimiento del motor. La mayoría de los fabricantes indican que se conecte un cable puente desde la batería al puerto de pruebas para activar la bomba de combustible, pero

algunos usan solo cable puente desde una fuente de energía eléctrica en el puerto de pruebas. Estos puertos o conectores de pruebas son muy útiles para revisar rápidamente la presión de la bomba de combustible, pero no revisa el estado operativo del relé de la bomba de combustible. Esta es la razón por la que es preferible proseguir y hacer todos los chequeos básicos sin usar los puertos de pruebas, al menos que sea absolutamente necesarios.

Si la bomba de combustible no se activa, será necesario seguir el arnés de cables hasta la bomba de combustible y ver si hay voltaje de la batería de la misma. Si hay voltaje de la batería en la bomba de combustible y la bomba está debidamente conectada a tierra, reemplace la bomba de combustible con una nueva. Revisando cuidadosa y metódicamente el relé y su circuito a lo largo de su recorrido completo hasta la bomba de combustible, el mecánico, podrá determinar la causa por la que la bomba de combustible no funciona.

Los procedimientos de pruebas del relé se dividen en tres categorías diferentes: relees mecánicos, relees de múltiples circuitos y relees de estado sólido. Los relees mecánicos que operan un sistema de bomba de combustible para un solo fin tienen generalmente tres o cuatro terminales. La primera categoría abarca los relees mecánicos de un solo circuito. La segunda categoría abarca los relees que tienen más de un circuito involucrado en su función de control. Esta categoría abarca los relees de múltiples circuitos. La última categoría abarca los relees de estado sólido. Estos relees operan usando señales de bajo voltaje y deben diagnosticarse usando métodos diferentes.

Figura 27. Circuito eléctrico de la bomba de combustible



Fuente: <http://msm/www.redtecnicaautomotriz.com>

4.2 Relé mecánico

4.2.1 Relé con cuatro terminales

En la mayoría de los relees con cuatro terminales, dos de las cuatro terminales son para el circuito de control del relé (van conectados a la bobina del relé). Los otros dos son para el circuito de alimentación eléctrica del relé (van conectados al contacto del inducido y al contacto fijo).

Si usted dispone de diagramas del cableado eléctrico para su vehículo, podrá ver los terminales que se conectan a las varias partes del relé. A menudo, los terminales de los relees están marcados para que sirvan de ayuda.

Por regla general, los dos cables más gruesos conectados al relé son para el circuito de alimentación eléctrica; los dos cables más delgados son para el circuito de control.

Remueva el relé del vehículo y chequee si hay continuidad entre los terminales del circuito de alimentación eléctrica del relé. No debe haber continuidad.

Conecte un cable puente equipado con fusible entre uno de los dos terminales del circuito de control y el terminal positivo de la batería. Conecte otro cable puente entre el otro terminal del circuito de control y tierra. Al efectuar las conexiones, el relé debe emitir un chasquido. En algunos relees, la polaridad puede ser crítica, de manera que si el relé no emite ningún chasquido, trate de cambiar los cables puente en los terminales del circuito de control.

Una vez conectados los cables puente, revise si hay continuidad entre los terminales del circuito de alimentación eléctrica. Ahora debería haber continuidad.

Si el relé falla cualquiera de las pruebas arriba indicadas, reemplácelo.

4.2.2 Relé con tres terminales

Si el relé tiene tres terminales, es una buena idea revisar el diagrama del cableado eléctrico del vehículo para determinar qué terminales se conectan a los varios terminales de los componentes del relé. La mayoría de los relees de tres terminales están conectados a tierra en su propia caja o externamente.

En un relé conectado a tierra en su propia caja, un lado del circuito de control del relé está conectado a través de su propia caja, eliminando así la necesidad de un cuarto terminal. Este tipo de relé exige que su caja esté conectada firmemente a una buena tierra del chasis. Revise este tipo de relé de la misma manera que lo haría con un relé de cuatro terminales, teniendo en cuenta que uno de los terminales del circuito de control es en realidad la caja del relé.

En un relé conectado a tierra externamente, uno de los terminales del relé está conectado a una fuente eléctrica positiva. Lo llamaremos terminal de corriente de la batería. Dentro del relé, el terminal de corriente de la batería está conectado a un lado de los dos circuitos, es decir, el circuito de alimentación eléctrica y el circuito de control. Otro terminal está conectado al otro lado del circuito de control y el circuito se completa a través con un interruptor conectado a tierra. El tercer terminal está conectado al otro lado del circuito de alimentación eléctrica; está conectado a tierra en el componente de carga del circuito. Este tipo de relé de tres terminales es a veces del tipo enchufable sin conexión entre la caja y tierra.

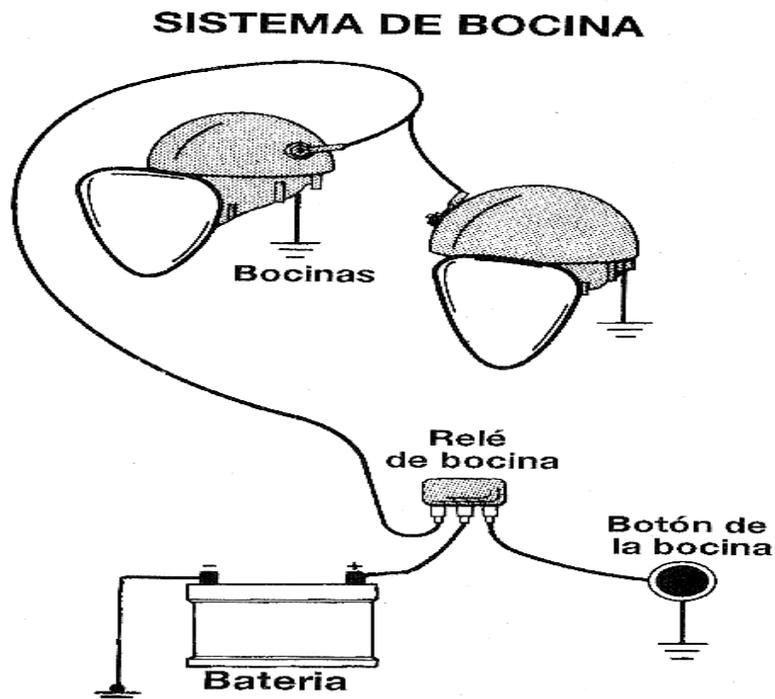
Para revisar un relé conectado a tierra externamente, remuévalo del vehículo y vea si hay continuidad entre los dos terminales del relé siguientes: el

terminal de corriente de la batería y el terminal del circuito de alimentación eléctrica. No debe haber continuidad.

Conecte un cable puente equipado con fusible entre el terminal de corriente de la batería y el terminal positivo de la batería. Conecte otro cable puente entre el terminal del circuito de control del relé y tierra. El relé debe emitir un chasquido.

Una vez conectados correctamente los cables puente, conecte una luz de pruebas entre el terminal del circuito de alimentación eléctrica del relé y la tierra. La luz de pruebas debe encenderse. Si el relé falla cualquiera de estas pruebas, reemplácelo.

Figura 28. Relé con tres terminales

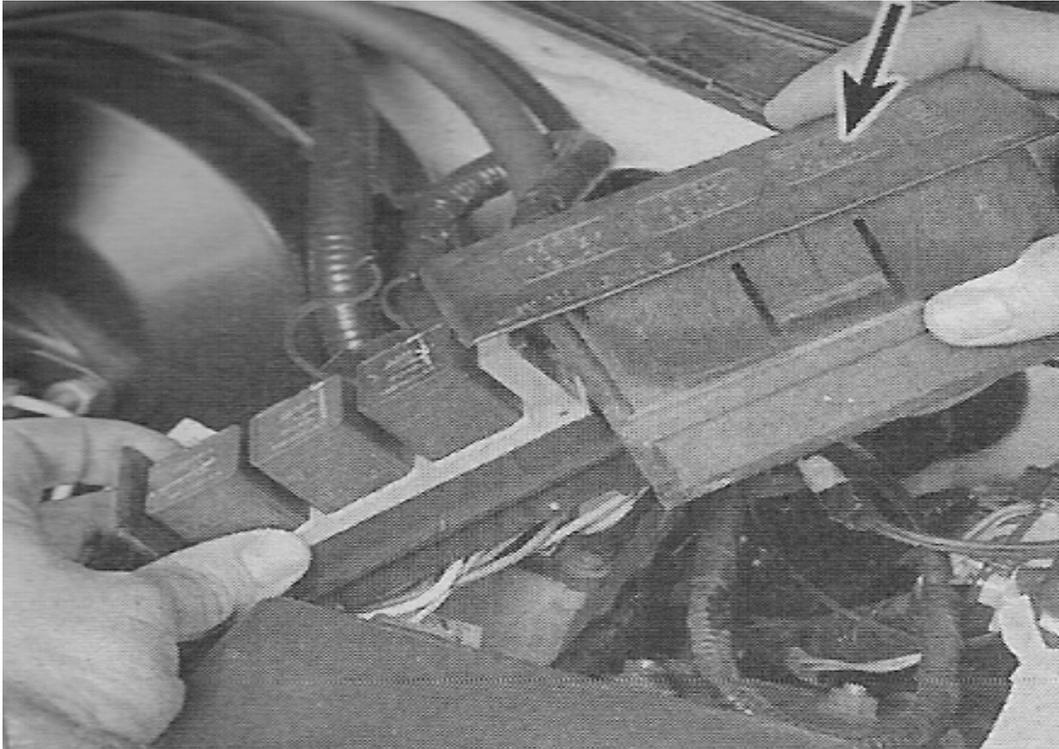


Fuente: <http://msm/www.redtecnicautomotriz.com>

4.2.3 Relé de múltiples circuitos

Los relees de múltiples circuitos se revisan de la misma manera que los relees de cuatro terminales. Será necesario adquirir un diagrama del cableado eléctrico del sistema para identificar apropiadamente los terminales exactos que controlan el sistema de la bomba de combustible. La prueba consiste simplemente en revisar el relé dentro del relé. Siga los pasos anteriores.

Figura 29. **Relé de múltiples circuitos**

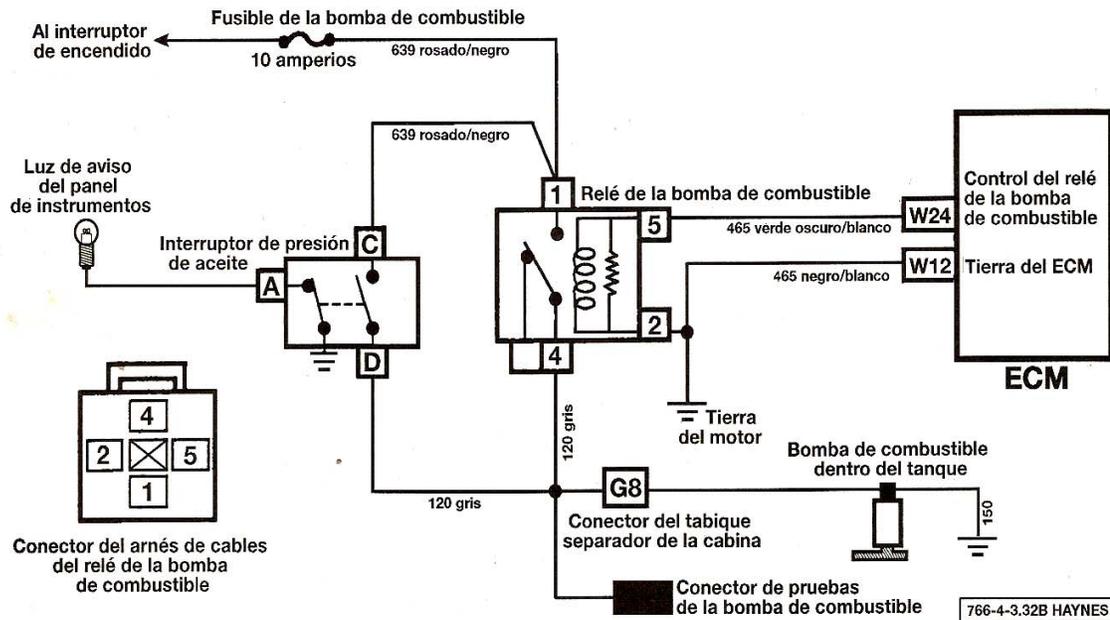


Fuente: <http://msm/www.redtecnicautomotriz.com>

4.2.4 **Relé de Bomba de Inyección**

Un transistor puede actuar como un relé de estado sólido en un circuito, siendo éste uno de los usos más importantes de los transistores en los sistemas eléctricos automovilísticos. Operan diferentemente en teoría pero funcionan de la misma manera que un relé de tipo electromagnético. La combinación de diodos, resistores y diodos Zener puede controlar la acción conmutadora con rapidez y eficiencia.

Figura 30. Relé de Bomba de Inyección



Fuente: <http://msm/www.redtecnicaautomotriz.com>

4.3 Sensores

4.3.1 Sensor de presión absoluta múltiple de admisión MAP

El MAP (sensor de la presión absoluta múltiple de admisión), reporta la carga del motor a la computadora, la cual usa la información para ajustar el avance del encendido y el enriquecimiento de la mezcla de combustible. El sensor MAP mide la presión y el vacío en el múltiple de admisión en la escala absoluta. El sensor MAP lee el vacío y la presión a través de una manguera

conectada al múltiple de admisión. Un elemento de cerámica o silicio sensible a la presión y un circuito electrónico en el sensor generan una señal de voltaje que cambia en proporción directa a la presión. Hay dos tipos de sensores MAP; uno que varía del voltaje de la señal y otro que varía la frecuencia. El primero puede leerse fácilmente en un voltímetro digital o analógico mientras que el segundo debe medirse con un tacómetro en el que se ha seleccionado la escala de 6 cilindros. Si no está seguro exactamente del tipo de sensor MAP instalado en su vehículo, realice el chequeo de la señal del voltaje primero y si el sensor MAP no reacciona, use un tacómetro para chequear la señal de frecuencia.

En condiciones de baja carga y alto vacío, la computadora empobrece la mezcla de aire / combustible y avanza la sincronización de la chispa para una mejor economía de combustible. En condiciones de alta carga y bajo vacío, la computadora enriquece la mezcla de aire / combustible y retarda la sincronización de la chispa para evitar la detonación. El sensor MAP sirve como el equivalente electrónico del avance de vacío en un distribuidor y una válvula de potencia en el carburador.

4.3.1.1 Inspección del sensor MAP

Cualquier cosa que obstaculice la entrada precisa de información del sensor puede trastornar la mezcla de combustible y la sincronización del encendido. Esto incluye el sensor MAP en sí, así como también cualquier cortocircuito o circuito abierto en el circuito del cableado del sensor y / o fugas de vacío en el múltiple de admisión o manguera de vacío. Algunos de los síntomas de conducción del vehículo más típicos asociados con problemas en el circuito del sensor MAP incluyen:

- Detonación y falla del encendido debido a un avance aumentado de la sincronización del encendido y una mezcla pobre de combustible.

- Pérdida de potencia y / o economía de combustible y, a veces, incluso la emisión de humo negro debido a una sincronización retrasada del encendido y una mezcla de combustible muy rica.

- Economía pobre de combustible.

- Arranques difíciles y / o paros del motor.

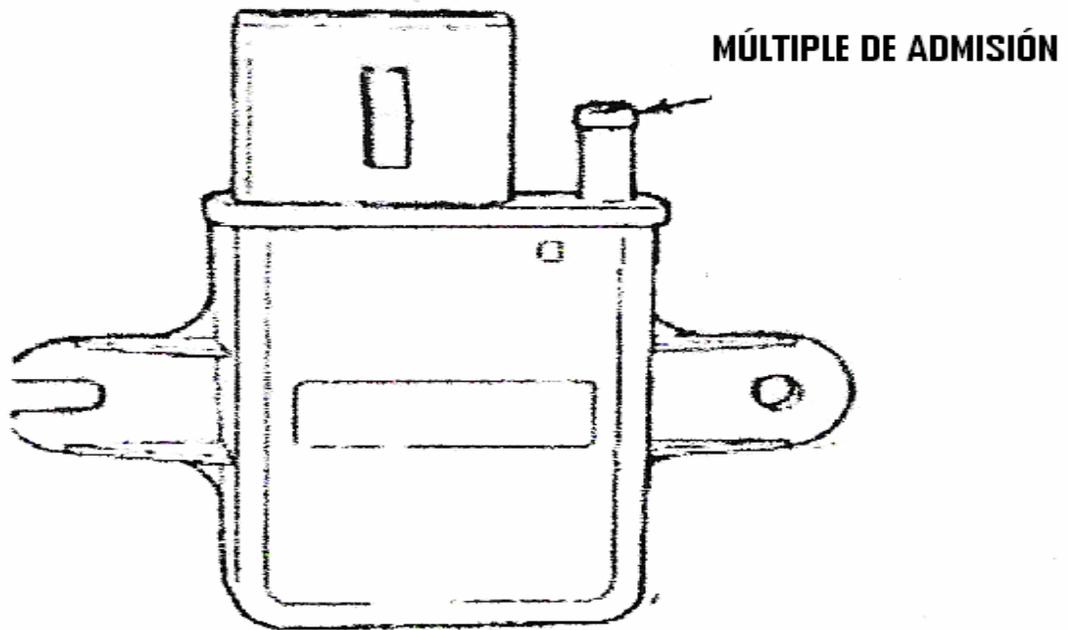
Cuando se detecta un código de problema en el sensor MAP, asegúrese de revisar primero si hay fugas de vacío en las mangueras que van al mismo o daños en los conectores o cables eléctricos en el circuito del sensor MAP. Puede haber dobleces, bloqueos o desgarros en las mangueras que impidan que el sensor responda exactamente a los cambios de presión en el múltiple. Inspeccione a ver si hay algo obvio que pueda repararse fácilmente antes de reemplazar el sensor.

Para revisar el sensor MAP será necesario acoplar la punta negativa del alambre de un voltímetro / tacómetro al cable de tierra del conector del sensor MAP y la punta de ensayo positiva al cable de la señal. El cable de tierra es negro típicamente. El cable de la señal puede distinguirse del cable de referencia revisando si hay una señal de referencia de 5.0 voltios y, por el proceso de eliminación, se puede designar cada cable. Recuerde que el cable de la señal variará el voltaje o la frecuencia a medida que se aplique vacío al

sensor MAP. Si hay alguna duda, consulte un diagrama del cableado eléctrico para ver las designaciones correctas de los terminales.

Un sensor MAP producirá típicamente una señal de voltaje que disminuirá al bajar la presión en el múltiple. Las especificaciones de pruebas variarán según el fabricante y tipo de motor. Un sensor MAP típico leerá de 4.6 a 4.8 voltios si el vacío aplicado es de 0 pulgadas de hg. Si se aumenta el vacío a 5 pulgadas de Hg., la lectura deberá descender a 3.75 voltios aproximadamente. Si se aumenta de nuevo a 20 pulgadas de hg., la lectura deberá descender a 1.1 voltios aproximadamente. Un sensor MAP típico leerá de 300 a 320 rpm con un vacío de 0 pulgadas de Hg. aplicado al mismo. Aumente el vacío a 5 pulgadas de Hg. y la lectura deberá descender a una cifra de 275 a 295 rpm aproximadamente. Auméntelo de nuevo a 20 pulgadas de Hg. y la lectura deberá descender a una cifra de 200 a 215 rpm aproximadamente. Todas las pruebas deben realizarse con la llave de encendido en la posición de **ENCENDIDO** y el motor sin funcionar.

Figura 31. **Sensor de presión del múltiple de admisión MAP**



Fuente: <http://msm/www.redtecnicaautomotriz.com>

4.3.2 **Sensor del ángulo de abertura del acelerador TPS**

El TPS (sensor del ángulo de abertura del acelerador), generalmente está montado en la parte del cuerpo de aceleración. Algunos se encuentran dentro del cuerpo de aceleración. El TPS está conectado directamente al eje de acelerador y varía simultáneamente con el ángulo de la placa del acelerador. Su

misión es informar a la computadora sobre la velocidad de abertura del acelerador y la posición relativa del acelerador.

4.3.2.1 Inspección del TPS

Los sensores del ángulo de abertura del acelerador tienen generalmente sus propios tipos de síntomas de conducción que pueden distinguirse de los de otros sensores de información. El síntoma más común de un sensor defectuoso o mal ajustado es la vacilación o trepidación durante la aceleración.

Hay básicamente dos inspecciones de voltaje que puede realizar para revisar el TPS.

- La primera prueba es para determinar si hay voltaje en el cable de alimentación del TPS después de girar la llave de encendido en la posición de PRENDIDO. El sensor no puede entregar la señal correcta si no recibe la alimentación eléctrica apropiada. Usted puede determinar la función de cada cable individual tocando cada uno de ellos con las puntas de prueba de un voltímetro y revisando los distintos voltajes. El voltaje que permanece constante cuando el acelerador se abre y cierra será el voltaje de alimentación. Si no hay voltaje en ninguno de los cables, hay probablemente un circuito abierto o un cortocircuito en el arnés de cables que va al sensor. La mayor parte de los sistemas utilizan 5.0 voltios en el cable de alimentación.

- La segunda revisión es para ver si se produce el cambio apropiado del voltaje cuando el acelerador se abre y cierra. Cuando la placa del acelerador se mueve desde la posición de cerrada a la de totalmente abierta, típicamente el

voltaje en el cable de señales debería aumentar uniformemente de 1 voltio a 5 voltios.

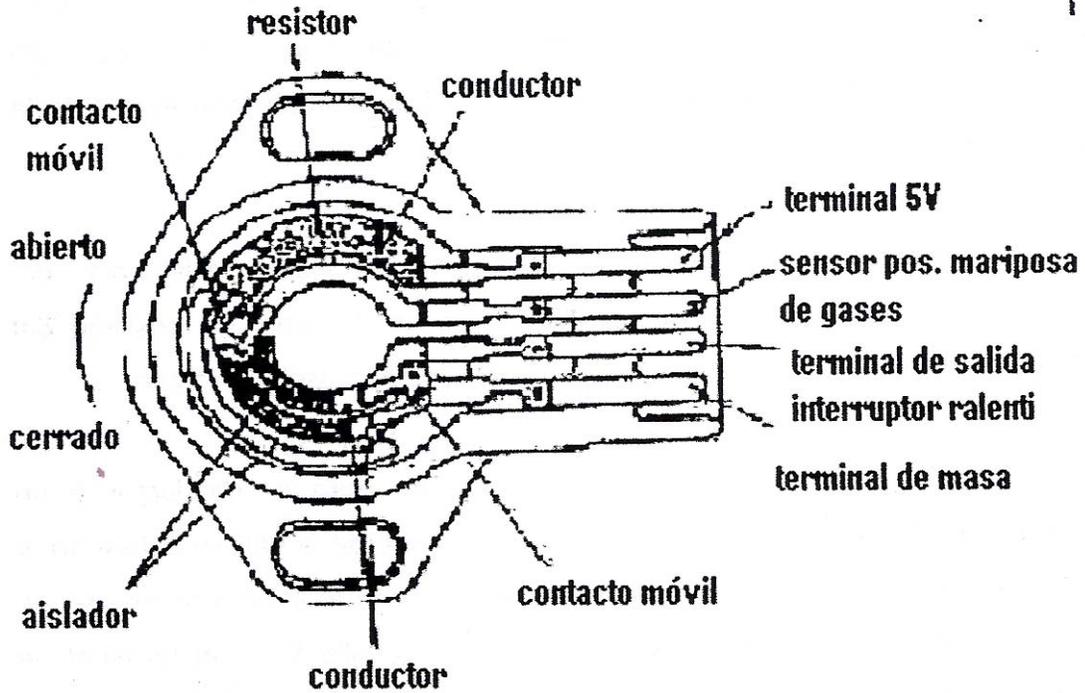
Un método alternativo para revisar la gama es una prueba de resistencia. Conecte las puntas de prueba de un ohmímetro a los cables de alimentación y de señales. Estando la llave de encendido en la posición de APAGADO, mueva lentamente el acelerador a través de su gama completa. Observe cuidadosamente si se produce algún cambio inusual en la resistencia a medida que aumenta de baja a alta resistencia.

Además, revise sus códigos de diagnóstico para ver si hay alguna diferencia en las fallas de circuitos en comparación con la falla del sensor. Asegúrese de haber revisado todos los puntos obvios antes de reemplazar el sensor del ángulo de abertura del acelerador.

4.3.2.2 Ajuste

Los TPS rara vez necesitan ajustarse. Normalmente sólo necesitará un voltímetro para ajustar el TPS. Conecte el voltímetro a los terminales de señal (retorno) y de tierra (no al cable de referencia de cinco voltios) y afloje los tornillos de montaje. Con el acelerador en la posición especificada (generalmente contra el tope de la placa del acelerador), gire el sensor hacia la derecha o izquierda hasta obtener el voltaje especificado, lo normal es 0.5 voltio aproximadamente. Apriete de nuevo los tornillos de montaje y revise el voltaje otra vez.

Figura 32. Sensor del ángulo de abertura del acelerador TPS



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

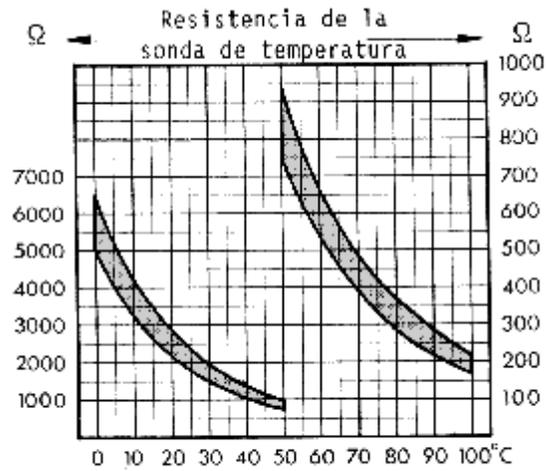
4.3.3 Sensor de oxígeno

El sensor de Oxígeno conocido también como sensor Lambda o sensor EGO(sensor de Oxígeno para el escape) está ubicado en el múltiple de escape o en el tubo de escape, cerca del múltiple de escape y produce una señal de voltaje proporcional al contenido de Oxígeno en el escape. Un contenido de Oxígeno más alto a través de la punta del sensor variará el diferencial de Oxígeno, con lo que disminuirá el voltaje de salida del sensor. Por otro lado, un contenido de Oxígeno más bajo aumentará el voltaje de salida. Típicamente, el

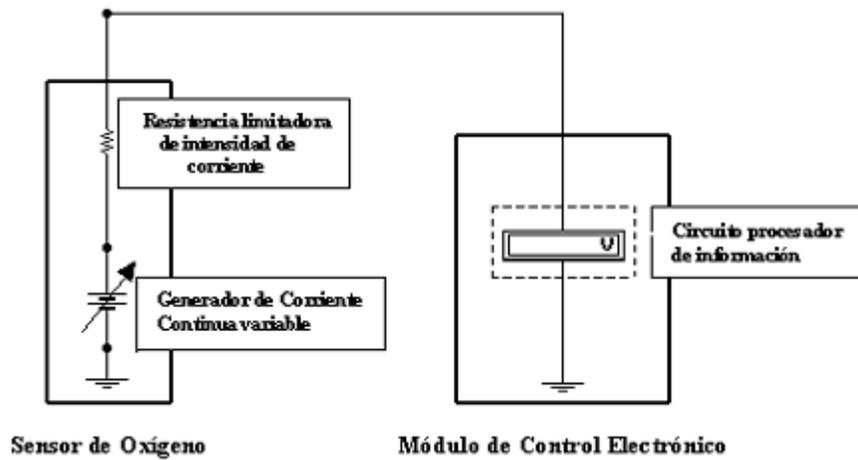
voltaje varía de 0.10 voltios (contenido pobre) a 0.90 voltios (contenido rico). La computadora usa el voltaje de entrada del sensor para ajustar la mezcla de aire / combustible, empobreciéndola cuando el sensor detecta una condición rica o enriqueciéndola cuando detecta una condición pobre. Cuando el sensor alcanza la temperatura normal de operación (600 grados F) producirá una señal de voltaje variable basada en la diferencia entre la cantidad de Oxígeno en el escape (interna) y la cantidad de Oxígeno en el aire directamente circundante al sensor (externa). La relación estequiométrica de aire combustible producirá 0.45 voltios aproximadamente.

Hay básicamente dos tipos de sensores de oxígeno en el mercado. El tipo más popular es un elemento de circonio en su punta. El último tipo de sensor de oxígeno usa un elemento de titanio. En vez de producir su propio voltaje, la resistencia del elemento de titanio alterará una señal de voltaje suministrada por la computadora en sí. Aunque el elemento de titanio trabaje diferente al elemento de circonio, los resultados son básicamente idénticos. La diferencia más grande es que el elemento de titanio responde más rápidamente y permite que la computadora mantenga un control más uniforme sobre una gran variedad de temperaturas de escape.

Figura 33. Sensor de oxígeno y rango de funcionamiento



Fuente: <http://www.autoxuga.com>



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

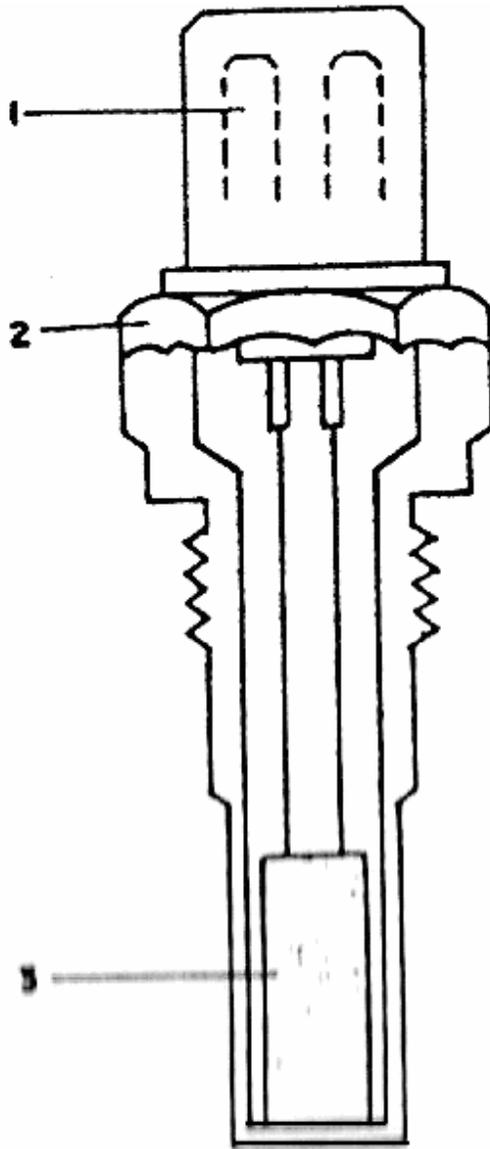
La contaminación puede afectar directamente el rendimiento del motor y la vida útil del sensor de oxígeno. Hay básicamente tres tipos de contaminación: de carbón, de plomo y de silicio. La acumulación de carbón debido a una condición de operación rica causará lecturas inexactas y aumentará los síntomas del problema. Diagnostique el sistema de inyección de combustible o los controles de retroalimentación de carburador para identificar los ajustes correctos de combustible requeridos. Una vez que el sistema se haya reparado, haga funcionar el motor a una velocidad elevada sin carga con el vehículo estacionado para remover los depósitos de carbón. Evite el uso de gasolina con plomo pues causa la contaminación del sensor de oxígeno. Evite también el uso de sellador de silicona del tipo antiguo RTV (vulcanizador accionado a la temperatura ambiente) en las juntas del sistema de admisión o de escape. Este sellador libera compuestos volátiles hacia el cárter que terminan depositándose eventualmente en la punta del sensor.

Asegúrese siempre de que el sellador RTV que use sea compatible con los sistemas modernos de emisiones. Antes de que un sensor de oxígeno pueda funcionar apropiadamente deberá alcanzar una temperatura operativa mínima de 600 grados F. El período de calentamiento anterior a este evento se denomina modo de “ciclo abierto”. En este modo, la computadora detecta una temperatura baja del anticongelante (arranque frío) y una condición en el que el acelerador está totalmente abierto (período de calentamiento). Hasta que el motor alcance la temperatura normal de operación, la computadora hace caso omiso de las señales del sensor de oxígeno.

4.3.4 Sensor de temperatura

Todos los sistemas de inyección de combustible usan sensores de temperatura para medir la temperatura del aire y del motor debido a que la temperatura afecta la densidad del aire de admisión y la proporción de la mezcla aire / combustible. Un sensor de temperatura puede ser simplemente un interruptor de encendido apagado que se abre y se cierra cuando se alcanza un determinado acceso de temperatura. La mayoría de los sensores de temperatura, sin embargo, son termistors. Un termistor, también conocido como resistencia de NTC (coeficiente de temperatura negativa), es un tipo especial de resistencia variable cuya resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura. El elemento bimetálico usado en un termistor tiene una característica altamente repetitiva. La cantidad de corriente y de voltaje que conduce a una temperatura específica es siempre la misma. Esta característica hace del termistor un sensor de temperatura analógico excelente. A medida que la temperatura aumenta, la resistencia disminuye, aumentando la corriente y el voltaje. La unidad de control usa esta señal de voltaje en aumento, junto con señales de otros sensores para alterar la amplitud del pulso del inyector o la presión del combustible, mientras el motor se calienta.

Figura 34. **Sensor de temperatura**



- 1. Conexión Eléctrica.**
- 2. Cuerpo.**
- 3. Resistencia NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura).**

Fuente: <http://www.autoxuga.com>

5. HERRAMIENTAS PARA DIAGNOSTICAR LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA

Hay un gran número de interesantes aparatos de alta tecnología disponibles para efectuar pruebas de los sensores, actuadores, dispositivos de control de emisiones y componentes del sistema de combustible conectados al sistema de un motor controlado por computadora. Las herramientas apropiadas para revisar los dispositivos que conectan la computadora al motor son el objetivo principal de este capítulo, puesto que, por lo general, la computadora en sí no es el problema. A menudo, la única manera de determinar si la computadora está defectuosa es asegurarse de que todos los demás sistemas y dispositivos funcionen correctamente. Hay herramientas especiales denominadas “exploradores” que se usan para revisar la computadora, aunque por lo general son sumamente caros y son usados principalmente por los mecánicos de los concesionarios.

5.1 Multímetro digital

El multímetro es una pequeña herramienta diagnóstica manual que combina un ohmímetro y un voltímetro y a veces un amperímetro en una unidad fácil de manejar. Un multímetro puede medir el voltaje y la resistencia de un circuito. Muchos dispositivos y sistemas de control de emisiones y de inyección de combustible están accionados por energía eléctrica, por lo que el multímetro es una herramienta esencial.

Hay dos tipos de multímetros: unidades convencionales, una caja con dos cables y puntas de prueba; y los de tipo sonda, pequeñas unidades manuales con una sonda incorporada y una punta de ensayo flexible. Las sondas, que son casi del mismo tamaño que una pluma portátil de soldar, son más fáciles de usar en espacios restringidos debido a sus dimensiones compactas. Por lo general, los multímetros de tipo sonda incorporan menos funciones que las unidades convencionales.

¿Por qué es preferible un multímetro digital? Porque los multímetros digitales son más fáciles de leer, particularmente cuando se trata de leer décimas de voltio o de ohmio. Pero el motivo principal de que necesite un multímetro digital en vez de uno análogo, es que los multímetros digitales son instrumentos más precisos que los análogos.

El uso de un multímetro para leer el voltaje es muy simple: seleccione la graduación de voltaje y conecte el instrumento en **PARALELO** al circuito que desee revisar. Los multímetros analógicos, que son más antiguos, siempre han permitido que cierta cantidad de voltaje se desvíe a través de este circuito en paralelo, lo que afecta la precisión de la medición que se está tomando.

Este voltaje que se drena no es tan importante cuando se están midiendo circuitos de 12 voltios y se desea saber si un circuito tiene 12, 13 ó 14 voltios presentes. Pero muchos circuitos de control de motor operan a cinco voltios o menos; y algunos de ellos operan en el rango *de los milivoltios. Así pues, las lecturas de voltaje han ser bastantes exactas. Aunque un multímetro analógico más antiguo pudiera medir valores de voltaje tan bajos.

Los multímetros digitales tienen 10 megaohmios de resistencia incorporada en sus circuitos internos para impedir las fugas de voltaje a través del multímetro.

Algunos de los multímetros más sofisticados pueden realizar muchas de las mismas funciones que los exploradores, tales como la revisión de los sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas, carburadores de retroalimentación, inyección de combustible a tiempo, motores AC(motor de control para la marcha mínima), sensores MAF(sensor del flujo de la masa del aire), sensores MAP(sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión), sensores de oxígeno, sensores de temperatura y sensores de posición del acelerador.

Figura 35. **Multímetro digital**



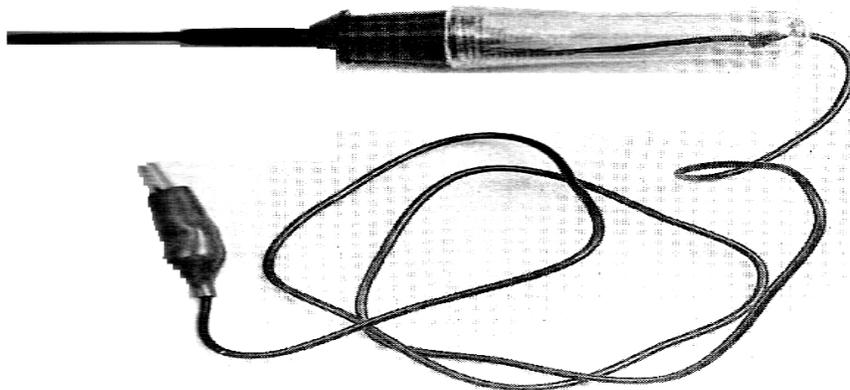
Fuente: <http://www.autoxuga.com>

5.2 Bombilla de prueba

Las bombillas de prueba son útiles para verificar si hay voltaje en un circuito alimentado. Una bombilla de prueba es uno de los dispositivos de prueba eléctricos disponibles; debe ser el primer elemento de su caja de herramientas de búsqueda y reparación de averías eléctricas. Las bombillas de prueba pueden fabricarse también con partes adquiridas en una tienda de suministros automotrices o electrónicos. Vienen en diversos estilos, pero todas tienen tres partes básicas: una bombilla, una sonda de prueba y un cable con un conector a tierra. Pueden probarse sistemas de 6, 12 ó 24 voltios,

cambiando la bombilla al voltaje adecuado. A pesar que no pueden obtenerse mediciones de voltaje exactas con una luz de prueba, si pueden detectarse grandes diferencias a través del brillo relativo de la bombilla encendida. Antes de usar una bombilla de prueba para diagnóstico, chequéela conectándola a la batería, asegurándose que la bombilla se encienda brillante.

Figura 36. **Bombilla de prueba**



Fuente: <http://www.autoxuga.com>

5.3 Scanner Ezlink

Los Sistemas de diagnóstico a bordo u OBD se encuentran en la mayoría de automóviles y camiones ligeros actuales. Durante la década de los 70 y principio de los 80 se introdujeron componentes electrónicos para cumplir los estándares de emisión de gases de la EPA, posteriormente la implantación de sistemas OBD para controlar funciones del motor y diagnosticar problemas

supuso una mayor complejidad en la electrónica integrada en los vehículos. A través de los años los sistemas OBD se han hecho mas sofisticados. OBD-II, un nuevo estándar introducido a mediados de los 90, aporta un control casi completo del motor también monitoriza partes del chasis y otros dispositivos del vehiculo, asimismo es el centro de control de diagnóstico del coche. Con el tiempo los primitivos módulos de control de motor o ECMs se han hecho más complejas y han pasado a convertirse en las actuales unidades de control electrónico o ECU (electronic control unit), verdaderas cajas negras de un vehiculo. Inicialmente hubo varios estándares y cada fabricante tenia sus propios sistemas y códigos. En 1988 la sociedad de ingenieros de automoción o SAE (Society of Automotive Engineers) definió un conector estándar y un conjunto de códigos de diagnóstico.

Figura 37. Diferentes conectores de scanner

	CONECTOR GENÉRICO PARA UN VEHÍCULO OBD II
CONECTOR PARA VEHÍCULO GM OBD I DE 1982 - 1995	
	CONECTOR PARA VEHÍCULO FORD OBD I DE 1983 - 1995
CONECTOR PARA VEHÍCULO CHRYSLER OBD I DE 1983 - 1995	
	CONECTOR GENÉRICO ESPECÍFICO PARA VEHÍCULOS DE 1996 - 2004

Fuente: <http://www.autoxuga.com>

5.3.1 Objetivos del diagnóstico a bordo

1. Reducir altas emisiones en vehículos que estén describiendo mal funciones de emisiones.
2. Reducir el tiempo entre la aparición de una mala función y esto sea detectado y reparado.
3. Asistiendo en el diagnóstico y reparando la emisión describiendo el problema.
4. Regresando a la historia de diagnóstico a bordo primera generación.
5. El sistema de a bordo primera generación es incorporado en 1985 para 1988 y vehículos más modernos.
6. Monitoreo de componentes y el sistema.
7. Salida de datos de componentes de la unidad de control del motor (ECU).
8. Aparatos de medición de combustible llamado egr exhaust gas recirculation system.

9. OBD 2 es incorporado en 1989 pero muchos en 1994 y 1995, requeridos para todos en 1996 y vehículos más nuevos.

5.3.2 Requerimientos generales de OBD 2

1. Virtualmente todas las emisiones, sistemas de control y componentes que puedan afectar las emisiones deben ser monitoreadas.

2. Las malas funciones deben ser detectadas antes de que las emisiones excedan a las estandarizadas por el fabricante.

3. En la mayoría de los casos las malas funciones deben ser detectadas con 2 ciclos de trabajo.

4. Llave de requerimientos de monitoreo de OBD 2.

5. Componentes primarios del sistema de control de emisiones.

6. Catalizador.

7. Pérdidas de chispa.

8. Sistema evaporativo.

9. Sistema de combustible.
10. Sensor de oxígeno.
11. Sistema secundario de inyección de aire.
12. Sistema de calentamiento del catalizador.

Comparaciones de OBD 1 y OBD 2

OBD 1	OBD 2
Sensor de oxígeno	Sensor de oxígeno ampliado/avanzado
Sistema egr	Sistema egr ampliado/avanzado
Sistema de combustible	Sistema de combustible ampliado avanzado
Componentes electrónicos de entrada	Componentes electrónicos de entrada
Diagnóstico de información	Componentes electrónicos de salida
Códigos de falla	Eficiencia del catalizador
	Calentamiento del catalizador

	Pérdida de chispa en el motor
	Sistema evaporativo
	Sistema de aire secundarios
	información de diagnostico
	Códigos de falla
	Parámetros de datos del motor
	Congelamientos de datos del motor
	Estandarización

5.3.3 Beneficios del diagnóstico a bordo

Estandarización: reducen los costos, la complejidad de diagnóstico, fallas, protocolos de comunicación, conectores de diagnóstico, herramientas de exploración, códigos de falla de ayuda para identificar componentes dañados, información del diagnóstico en tiempo real, proporcionar continuamente actualizando los parámetros y datos del motor, información en cuadros de congelamiento de datos.

5.3.4 Definición de OBD 2

1. Una serie de regulaciones intentadas para reducir en vehículos de uso sus emisiones por medio de fallas y deterioros del motor y caja de velocidades (mecánica y automática).
2. Una luz de mal función visible al vehículo en operación debe ser iluminada y un código de falla aparecerá cuando se presente ésta en el monitoreo de un componente.

a) Efectos del diseño OBD 2

1. El tren motriz (*powertrain*) es mucho más rápido, tiene más memoria y soporte. Los costos y complejidad incrementan significativamente.
2. Componentes adicionales el sistema podrá ser requerido por la mayoría de los monitores. Ejemplos son sensores de oxígeno adicionales, tanque de gasolina y la presión de sensores de la egr.

5.3.5 Chequeo de smog en la incorporación de OBD 2

1. Verifique que el Mil no esté encendida.
2. Verifique que el mantenimiento e inspección sea leído los códigos y revisados.

3. Verificar que no haya códigos presentes.

5.3.6 ¿Qué es OBD 3?

Un programa para minimizar el borrado entre la detección de una mal función de emisiones por el sistema OBD 2 y la reparación del vehículo.

Dos elementos básicos:

1. Lecturas presentes del sistema OBD 2 de vehículos en uso.
2. Tres caminos para enviar y recibir datos:
 - Lector de camino (*roadside*); red de estación local (*local station network*); satélite.
 - Las ventajas serán: el conductor podrá saber cuando hubo una mal función y podrá solicitar ayuda por celular, le dirán que mal presenta y su solución.

Este sistema podrá auto diagnosticarse desde el arranque del motor hasta el apagado del mismo.

Esta tecnología permitirá que la computadora pase a modo seguro o auto calibración de componentes al suscitar una mal función y guardar la falla en memoria viva para después revisarla con el escáner. Se habla de un escáner tipo *beeper* con una explicación básica de la mal función y sugerencias para la reparación que vendrá en las unidades como un servicio agregado del fabricante al dueño del vehículo.

Básicamente, OBD viene a revolucionar el diagnóstico del motor, más sencillo, con mayor claridad para el diagnóstico, cantidad o tamaño, códigos de fallas para un diagnóstico preciso, evitará las horas perdidas en detección y corrección de fallas, ahora cualquier técnico en *fuel injection* o mecánico podrá arreglar un vehículo *fuel injection* sin dudar del componente dañado.

Otra ventaja es la reducción de precios de escanners ya que la EPA ha exigido un escáner *reader* es decir un lector de fallas y borrado de un costo bajo y accesible, tal es el caso de otc, sacaron un escáner para OBD 1, en el caso de actron mediante su división sun-pro han bajado los costos del escáner para solo unidades OBD 2 genéricas.

Pero todos se preguntaran que hay de OBD como diagnóstico, como no perder tanto tiempo diagnosticando y que el diagnóstico sea preciso así como su procedimiento.

5.3.7 Instalación de las baterías

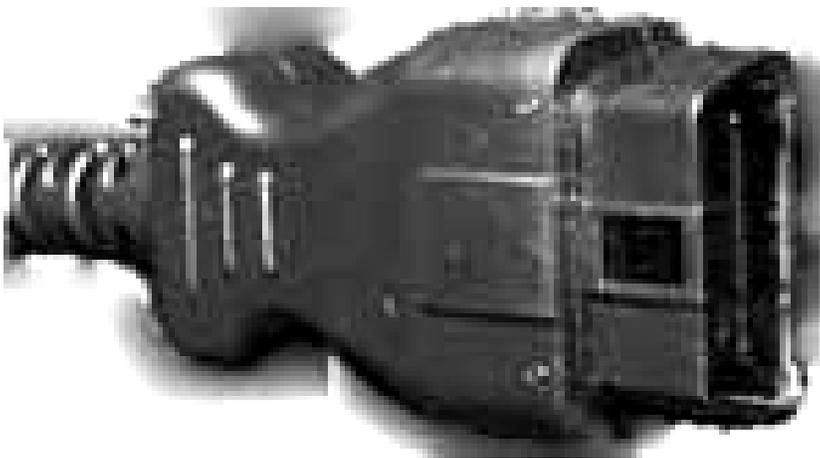
1. La unidad *Auto Xray Ezlink* funciona con cuatro baterías AA. Es muy importante colocarlas como se indica en el compartimiento de las baterías. Para mejores resultados, utilice pilas alcalinas.
2. Todos los datos almacenados en la memoria de su equipo, tanto de escaneo como de configuración, se guardarán aunque usted la apague.
3. La unidad se apagará después de 30 minutos en caso de que no exista movimiento en los botones. Si esto sucede, el último escaneo que realizó se guardará en la memoria.
4. Si usted reemplaza las baterías por unas nuevas, deberá hacerlo inmediatamente para que la información almacenada no se pierda, ya que esta información se guardará sólo por 1 ó 2 minutos aproximadamente al momento de retirar las baterías, de lo contrario si usted demora más tiempo, la información se perderá.
5. Si se reconfigura la unidad y / o escanea otro vehículo, los datos anteriores se perderán.
6. Si al momento de efectuar el cambio de baterías a su unidad no lo hace lo suficientemente rápido para que no pierda la información anterior, o con el tiempo necesario para que borre ésta, es posible que le aparezcan signos o

datos ilegibles. Si esto sucede, quite las baterías, presione el botón de *power* por 5 segundos y vuelva a colocar las baterías.

5.3.8 Cómo configurar su unidad para vehículos OBD 2

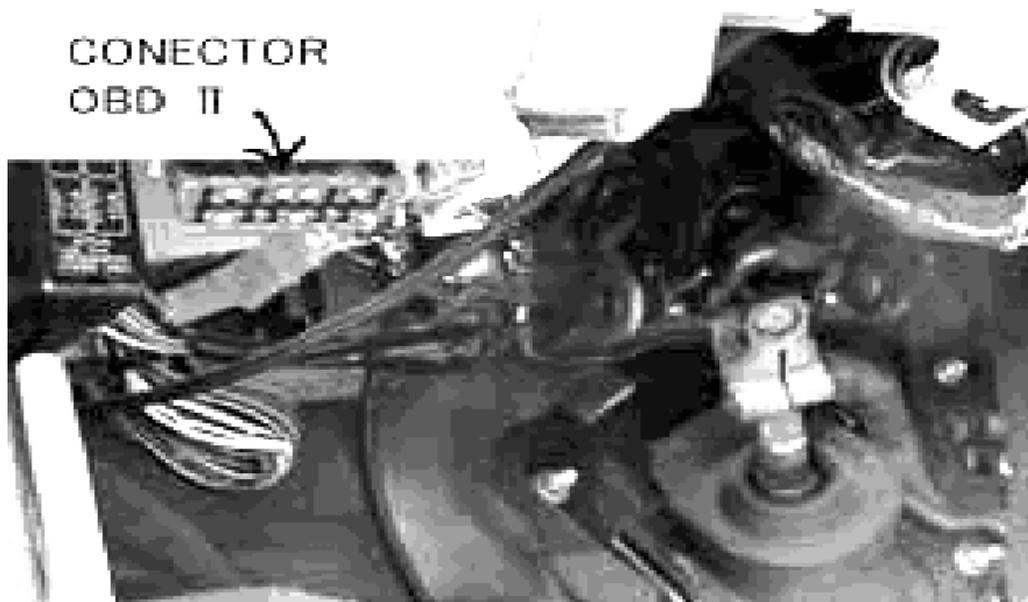
1. Encienda su unidad y presione el botón de CONFIG para configurar el vehículo.
2. Utilice los botones para seleccionar 1-CONFIG Unidad y presione ENTER.
3. Utilice los botones para seleccionar el tipo de vehículo a escanear, en este caso OBD II Genérico y presione ENTER o presione CONFIG para regresar a la pantalla inicial.

Figura 38. **Conector del escáner EZLINK**



Fuente: <http://msm/www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 39. Ubicación del conector para el escáner

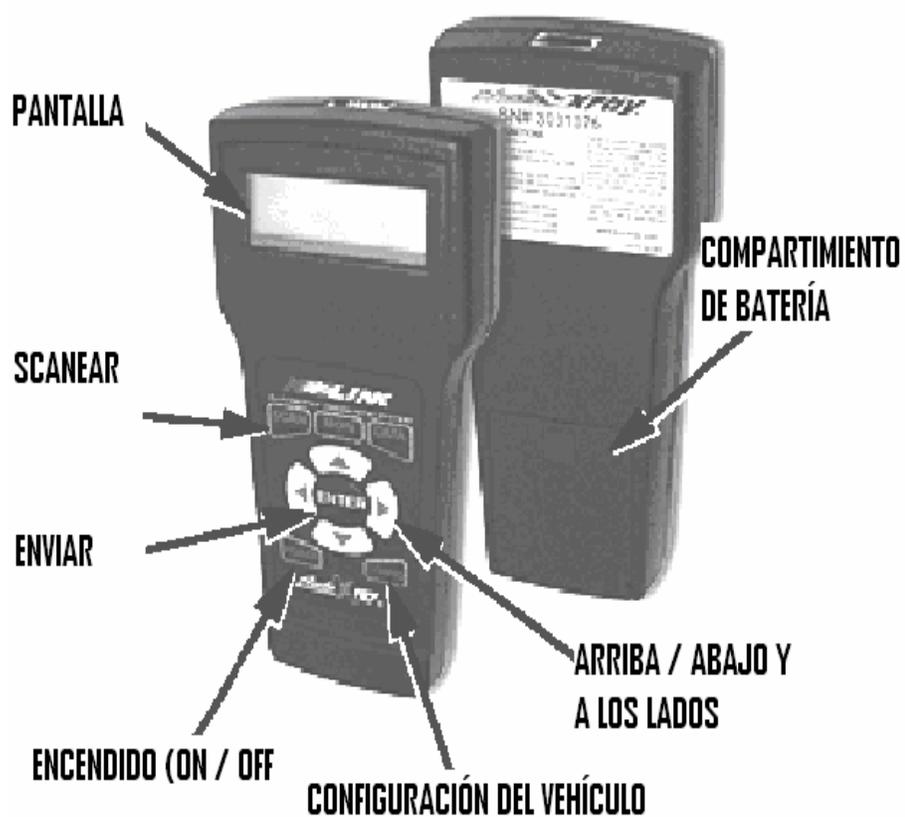


Fuente: <http://msm/www.redtecnicautomotriz.com>

Figura 40. Escáner Ezlink y sus partes exteriores que se utiliza en Taller Gerson



Fuente: <http://msm/www.redtecnicautomotriz.com>



Fuente: <http://msm/www.redtecnicaautomotriz.com>

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de inyección de combustible por control electrónico, poseen una unidad de mando electrónico conocida como computadora que gobierna, a través de impulsos eléctricos, el suministro de combustible que llega a la cámara de combustión, mejorando el rendimiento y reduciendo las emisiones de gases de escape del motor. Para esto se vale de sensores y electro válvulas, que operan en forma sincronizada para llevar el control, y la estabilidad del motor.
2. Los sensores son los que envían señales eléctricas a través de mando para variar mezcla aire – combustible y la dosificación de combustible en los inyectores para optimizar el consumo y el rendimiento del motor.
3. Los catalizadores sirven para reducir las emisiones de gases de escape que provienen de la cámara de combustión. Con esto se evita la contaminación atmosférica, puede ser de dos y tres vías, están contruidos de tal manera que reduzcan la emisiones de gases que salen de la combustión del motor.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar la información de los nuevos dispositivos periféricos que ayudan a controlar a la inyección de combustible, tales como los sensores que los fabricantes modifican para mejorar el rendimiento de los motores de acuerdo a los avances tecnológicos.
2. Cuando se reparan vehículos con problemas de inyección, se deben utilizar señales electrónicas como escáner de diagnóstico u osciloscopios, para obtener valores de resistencias y longitud de onda de los impulsos eléctricos que llegan a la computadora de los diferentes dispositivos periféricos que ayudan a controlar la inyección electrónica. Estos valores pueden ser consultados y comparados con datos que el fabricante recomiende, a través de manuales y por Internet.
3. Se debe evitar la eliminación de sensores para omitir señales luminosas en el panel del vehículo, pues aparentemente, no afecta la marcha al motor, pero en realidad desajustan la regulación automática de la mezcla aire / combustible, produciendo un mayor consumo de combustible, bajo rendimiento en el motor y mayor emisión de gases de escape, que ayudan a obstruir el convertidor catalítico con mayor rapidez.
4. En vehículos que son expuestos a condiciones muy húmedas se recomienda revisar posibles corrosiones en las conexiones y juntas eléctricas, para esto se puede utilizar un aditivo anticorrosivo que evita estas formaciones reductoras.

BIBLIOGRAFÍA

Sánchez Jr., Arnaldo. **Manual Haynes de diagnóstico de inyección de combustible**. Haynes Norte América, Inc. Inglaterra. 1996.

Chilton. **Electronic engine controls 1978 – 1985**. USA CHILTON book Company, 1985.

support @autoxray.com

msm/http/www.autoxugamovil.com (02/10/2004)

msm/http/www.redtecnicautomotriz.com (07/10/2004)

Manual en español para usuario del mercado americano. **Sistema de diagnóstico automotriz**. Editorial Larousse. España. 1981.

APÉNDICE

Tabla I. Propiedades de los hidrocarburos

	Fórmula	Temperatura °C			Densidad		Potencia calorífica (1) en kcal			Calor latente en Kcal por kg	Valoración en octano	Performance number (2) en EE.UU. por galón = 3.785 litros	
		Fusión	Ebullición	TAI (2)	Específica	API	Superior por kg	Inferior por kg	De la mezcla por m ³			Normal (3)	Rica
Gas (Metano)	CH ₄	-162	-161	730	0,424	202,5	13249	11977	774	138	110 (3)	...	...
Gas (Etano)	C ₂ H ₆	-172	-88	565	0,546	194,0	12444	11442	821	97	104 (3)	...	...
Gas LP (Propano)	C ₃ H ₈	-186	-42	534	0,582	142,0	12027	11119	834	93	100	...	...
Gas LP (Butano)	C ₄ H ₁₀	-135	(-10,56)	516	0,570	116,5	11832	10966	844	91	92	...	...
Gas LP (Pentano)	C ₅ H ₁₂	-129	36	500	0,626	94,5	11721	10888	848	89	61	(3)	63
Gasolina (n-Heptano)	C ₇ H ₁₆	-91	99	478	684	75,5	11583	10782	852	78	6	(3)	(3)
Gasolina (n-Heptano)	C ₇ H ₁₆	-25	81	...	0,690	...	...	10610	...	69	...	200	360
Gasolina (Iso-Octano)	C ₈ H ₁₈	-107	99	732	0,692	73,5	11433	10642	850	71	100	153	153
Fuel Oil (Decano)	C ₁₀ H ₂₂	-30	174	463	0,730	62,5	11444	10669	859	60	...	...	...
Fuel Oil (Dodecano)	C ₁₂ H ₂₆	-10	216	...	0,749	57,5	11416	10651	862	59	...	...	...
Fuel Oil (Hexadecano)	C ₁₆ H ₃₄	18	280	...	0,774	51,5	11344	10592	862	...	100	...	...
Fuel Oil (Octadecano)	C ₁₈ H ₃₈	27	307	...	0,782	49,5	11333	10581	866	...	...	...	...
Olefinas (Propeno)	C ₃ H ₆	-185	-47	...	0,61	103,0	11666	10805	859	...	85	...	...
Olefinas (Buteno-1)	C ₄ H ₈	-195	-6	...	0,625	...	11612	10749	863	82	84	...	58,1
Olefinas (Hexeno-1)	C ₆ H ₁₂	-138	63	...	0,675	76,0	10583	9867	854	92	84,1	...	...
Naftenos (Ciclopentano)	C ₅ H ₁₀	94	49	...	0,746	56,7	10432	9718	837	...	83	100	160
Naftenos (Ciclohexano)	C ₆ H ₁₂	6	80	...	0,778	51,6	10393	9683	837	86	77	84	130
Aromáticos (Benceno)	C ₆ H ₆	5	80	739	0,88	29,0	10088	9549	861	94	110 (3)	68	160
Aromáticos (Tolueno)	C ₆ H ₆	-95	110	811	0,87	31,0	10166	9699	881	86	104(3)	95	160
Aromáticos (Xileno)	C ₈ H ₁₀	-26	140	...	0,86	31,0	10277	9722	868	80	105 (3)	...	...
Alcoholes (Metanol)	CH ₃ OH	-97	65	...	0,792	46,4	5428	5022	801	279	98	95	180
Alcoholes (Etanol)	C ₂ H ₅ OH	-117	78	...	0,785	47,1	7099	6446	835	220	99	75	180
Tetraetil-plomo	C ₈ H ₂₀ Pb	-136	182	...	1,653	...	...	...	...	40	...	...	...
Hidrógeno (gas)	H ₂	...	...	...	...	...	...	2388	...	...	...	...	...
Agua	H ₂ O	0	100	...	0,998	...	...	0	...	539	...	...	...
Carbón sólido	C	...	...	...	...	...	...	8110	...	...	...	...	...
Gasolina (normal)	...	-60	43-149	...	...	...	...	10555	...	...	140 (3)	78	93
Óxido de carbono	CO	...	-191	608	...	...	2114	2415	...	...	...	...	...

(1). A volumen constante, a 25 °C y a una presión de 1,033 kg por cm² (Presión absoluta).
 (2). La temperatura de autoignición (TAI) es aquella temperatura a la cual el combustible a presión arde sin acercarle ninguna llama o chispa
 (3). Aproximado.
 (4). Sin tetraetil-plomo.

Tabla II Propiedades de los refrigerantes

Basadas en los valores establecidos por la American Society of Refrigerating Engineers (ASRE)

Propiedades	Freon - 12 (F -12), CC1 ₂ F ₂	Anhidrido carbónico. CO ₂	Amoniaco NH ₃	Anhidrido sulfuroso SO ₂	Cloruro de metwto CH ₂ Cl	Carrene CH ₂ C1 ₂
Punto de fusión, °C	-157.7	-107.0	-77.3	-72.7	-97.6	-96.6
Punto de ebullición, °C.....	-29.1	-78	-33.3	-10	-23.6	39.8
Temperatura crítica, °C.....	117.7	31	132.8	157	143.1	216
Presión crítica absoluta, kg/cm ²	40.9	75.2	115.9	80.2	68.1	47.1
Temperatura de aspiración, °C (incluyendo 5o de recalentamiento)	-10.0	-10	-10	-10	-10	-10
Temperatura de descarga, °C	30.0	30	30	30	30	30
Temperatura del líquido, °C.....	25.0	25	25	25	25	25
Presión absoluta de aspiración, kg/cm ² -15o C....	1.85	23.3	2.39	0.826	1.5	6.3 cm Hg.
Presión absoluta de descarga, kg/cm ² , 30o C	7.5	73.3	11.8	4.6	6.7	54.9 cm. Hg.
Entalpia del líquido, kcal/kg, -10o C.....	14.19	39.15	71.37	21.66	24.04	14.5
Entalpia del vapor, kcal/kg, -10°C	44.33	79.07	343.7	103.14	109.65	92.8
Entropía.....	0.17317	1.3085	1.3368	0.4002	0.4258	0.3618
Densidad a -15o C.....	1.445	0.985	0.66	1.475	0.98	1.336
Temperatura después de la compresión, °C	41.3	80	105.8	94.9	74.1	.....
Recalentamiento en la descarga, °C	6.4	32.3	58.0	47.2	26.4	.....
Efecto de refrigeración, kcal/kg	30.06	39.9	272.3	81.2	85.5	78.3
Volument específico en la aspiración, m ³ /kg.....	0.0944	0.0182	0.521	0.428	0.29	3.009
Kg de refrigerante, por ton por min.....	1.888	1.263	0.185	0.621	0.589	0.644
Desplazamiento de dm ³ por ton/min.....	157.73	23.1	96.85	266.99	171.21	1946.31
Refrigeración por m ³ , kcal	320.3	2180.2	519.7	186.8	293.6	25.7
k = cp/cu	1.14	1.31	1.3	1.25	1.2	1.21
Relación de compresión.....	4.07	3.14	4.93	5.63	4.58	8.5