

ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD **Automotriz**

Para estudiantes, aficionados y profesionales mecánicos

En este número:

**LOS SISTEMAS DE
INYECCIÓN
ELECTRÓNICA EN
LA PRÁCTICA
(FUEL INJECTION)**

**Aprendizaje
gradual**

Recibe más y **GRATIS**
www.mecanica-facil.com

Multimedia • Videoclips • Documentos técnicos

Argentina \$ 6,90 • Bolivia • Chile \$ 1,800
Colombia \$ 7,500 • Ecuador us \$ 2,50
Paraguay Gs \$ 13,000 • Perú
Uruguay \$ 70,00 • Venezuela

No. 5



PRINCIPALES TEMAS

Cómo funciona un sistema de inyección electrónica • ¿Qué es la Inyección de combustible? • Características de los componentes • Clasificación de los sistemas de inyección • Tipos de sistemas • Procedimientos preventivos y correctivos para el lavado de inyectores



¡Poner manos a la obra!

Aprenda
PRACTICANDO,
pero sin olvidar los
conocimientos
teóricos básicos.

Los sistemas de inyección electrónica
en la práctica (Fuel injection)



Diagnóstico
a bordo
utilizando el
escáner



Mediciones
prácticas con el
multímetro
automotriz



Los modernos
sistemas
electrónicos de
seguridad



¡Y muchos temas más!

www.mecanica-facil.com

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

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

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

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

CRÉDITOS DE ESTA EDICIÓN

Concepto y dirección editorial
Juana Vega Parra

Asesor técnico de la materia
León Felipe López Gomiciaga

Consultor técnico
Alberto Augusto López

Concepto y realización gráfica
Verónica Franco Sánchez

Redacción y corrección de estilo
Eduardo Mondragón Muñoz

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

Agradecemos especialmente a las empresas BOSCH y RENAULT por las imágenes proporcionadas para esta publicación. Agradecemos el apoyo brindado en el manejo de laboratorio a Martín Enriquez Flores de Herramientas Daniel's

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

Distribución y Circulación Internacional
International Graphics & Printing Co.

Impreso y encuadernado por:
R. R. Donnelley Argentina S.A.
Ruta Panamericana Km. 36,7
Garín-Bs. - Argentina. 08/05

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

Capital: Vaccaro Sánchez, Moreno 794 P. 9, Cap.
Interior: Distribuidora Bertrán S.A.C. - Av. Vélez
Sarfield 1950 (12B5), Buenos Aires.

Bolivia: Agencia Moderna Ltda.
México: Distribuidora Intermex S.A de C.V.

Chile: Distribuidora Alfa, S.A.

Colombia: Distribuidoras Unidas

Venezuela: Distribuidora Continental

Ecuador: Distribuidora Andes

Perú: Distribuidora Bolivariana S.A.

Av. República de Panamá 3631-3637 Piso 3

San Isidro Lima, Perú. RUC 20100133050

Paraguay: Selecciones S.A.C.

Uruguay: Distribuidora Careaga

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

ISBN: 970-779-042-3
Clave: 1174

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

Contenido

Capítulo 1. Cómo funciona el sistema de inyección electrónica

Qué es la combustión de gasolina	4
El motor de combustión interna	5
Sistema de carburación	6
Sistema de inyectores	8
¿Qué son los inyectores?	9
La inyección electrónica	10
Características de los componentes básicos	12

Capítulo 2. Clasificación de los sistemas de inyección

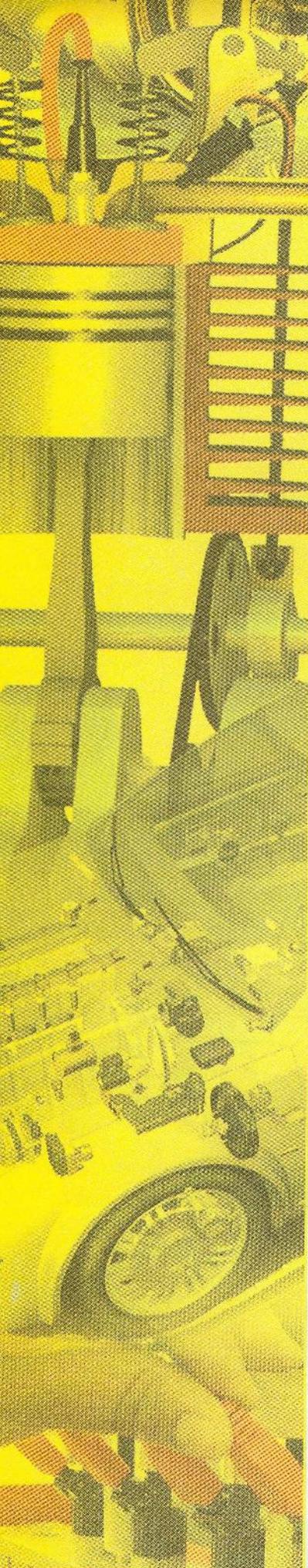
Según el lugar donde inyectan	19
• Inyección directa	
• Inyección indirecta	
Según el número de inyectores	20
• Monopunto	
• Multipunto	
Según el número de inyecciones	21
• Secuencial	
• Semisecuencial	
• Simultánea	
Según el tipo de inyección	22
• Inyección por el cuerpo de aceleración (TBI)	
• Inyección por puerto múltiple (MPI)	
Según sus características de funcionamiento	24
• Mecánica	
• Electromecánica	
• Electrónica	

Capítulo 3. El control electrónico del sistema de inyección

Monitoreo y control	29
---------------------------	----

Capítulo 4. Lavado de inyectores

Lavado preventivo	34
• Lavado con boya	
• Lavado con bote presurizado	
• Lavado con aditivo en el tanque de gasolina	
Lavado correctivo	41
• Laboratorio de inyectores	
• Laboratorio de ultrasonido	



Introducción

En el mundo actual existe una creciente preocupación por la contaminación asociada al desarrollo de la civilización y los problemas del medio ambiente. Por esta razón, distintos organismos han propuesto una limitación para cualquier tipo de contaminación con el objetivo de minimizar al máximo posible los riesgos de salud tanto para el hombre como para el medio ambiente.

Conscientes de que una de las fuentes más importantes de dicha contaminación son los automóviles, desde hace años se están emitiendo leyes en los distintos continentes y países que limitan la cantidad de contaminantes emitida a la atmósfera por los motores que mueven a estos vehículos.

Por su parte, los distintos fabricantes han tenido que ir adaptando sus diseños de fabricación de tal manera que sus vehículos se adaptaran a estas leyes. Hoy, los fabricantes crean nuevos motores que cumplen leyes que aún ni siquiera han entrado en vigor, y que los potencia entre sus competidores, al utilizar dichas innovaciones como argumentos de ventas.

Pues bien, los fabricantes se han dado cuenta que una forma efectiva de reducir la contaminación en los motores de gasolina es el empleo de la inyección de combustible electrónica.

El objetivo del presente fascículo es conocer el sistema de inyección de combustible electrónica de un automóvil. Veremos cuáles son sus características, cómo funciona y qué tipos de inyección existen; también describiremos las características y pruebas básicas de sus componentes.

Nuestras explicaciones se basan en casos prácticos, analizando las características y funcionamiento de este sistema. Básicamente, describiremos las partes que lo integran, los procedimientos preventivos y correctivos de los inyectores y el servicio en general al sistema de combustible electrónico.

CÓMO FUNCIONA EL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Los primeros indicios de la inyección de gasolina en los vehículos se remontan al año 1912 cuando la compañía Bosch fabricó un sistema de inyección de combustible utilizando una bomba de aceite; sin embargo, el proyecto fue detenido para dar prioridad a las necesidades de la guerra.

Al término de la primera guerra mundial, se retomaron las ideas anteriores sobre la inyección de combustible y empezó a usarse en autos producidos en serie. Durante estos años la revolución electrónica todavía no se extendía, y por ello los sistemas de inyección de combustible eran estrictamente mecánicos.

Por otra parte, la industria del carburador había perfeccionado a tal grado este producto que pocos fabricantes de autos se atrevían a experimentar con otras alternativas.

Pero a pesar de estos inconvenientes, la generalización del sistema no pudo ser contenida por muchos años; primero, porque la electrónica evolucionó considerablemente con la introducción del transistor y segundo, porque se empezaron a imponer restricciones fuertes a las emisiones contaminantes.

Fue así como la Volkswagen pidió a la firma Bosch que adaptara el nuevo sistema de inyección de combustible electrónica a sus modelos “escarabajo”. Y debido a que los resultados fueron sorprendentes, tanto en materia de potencia y economía de combustible, como en las bajas emisiones de contaminantes, se marcó entonces el principio de una nueva era: la era de la inyección electrónica.

Por ello, mientras que cada vez disminuye más la frecuencia de servicio proporcionado a vehículos que utilizan carburador para inyectar el combustible, el servicio a motores fuel injection muestra un claro aumento (dado que esta tecnología se utiliza en la mayoría de los vehículos modernos) y, por lo tanto, requiere paulatinamente de técnicos más preparados y actualizados.

Ahora bien, para poder entender las bases de funcionamiento del sistema de inyección electrónica, debemos primero hacer un recuento general de cómo se lleva a cabo la combustión de gasolina en un vehículo, ya que esto es lo que a fin de cuentas dará “vida” al motor.



Qué es la combustión de gasolina

El propósito de un motor a gasolina en un vehículo es aprovechar el combustible para producir movimiento. Para este proceso, en los automóviles se utiliza un motor de combustión interna (figura 1.1).

Podemos decir que básicamente existen dos clases de motores de combustión interna: el motor carburado y el motor con control de inyección. La diferencia principal entre ellos radica en la calidad de la mezcla combustible-aire que se obtiene.

Se sabe, que la combustión de dicha mezcla es lo que determina el tiempo de vida del motor, así como la vida de todos los que habitamos este planeta, ya que si durante el proceso de combustión se permite la expulsión de gases altamente contaminantes, nuestros días estarían contados.

Por esta razón, tanto un carburador como el sistema de inyección electróni-

ca debe funcionar sobre la base de una mezcla precisa de aire-combustible (14.7 partes de aire por 1 de combustible).

Se debe saber que cuanto mejor mezclado está el combustible con el aire, mejor es su combustión, y por lo tanto mayor es la potencia y mejor el rendimiento.

En los sistemas carburados, al acelerar, la presión al interior del tubo de venturi aumenta con lo que se tienen gotas más grandes (peor mezcla). Además la administración misma de la gasolina se hace por medio de una pequeña bomba que lanza un chorro de combustible directamente en el venturi, teniendo como resultado una calidad de mezcla notablemente de menor calidad.

En cambio, en los sistemas de inyección se superan los problemas mencionados anteriormente, ya que cuentan con un control electrónico para lograr que las proporciones de la mezcla sean más precisas.

Comentario del especialista

Cuando la proporción de gasolina es mayor a la proporción de 14.7 partes de aire por 1 de combustible, decimos que la mezcla es "ideal". Se habla de mezcla "rica" cuando aumentan las proporciones del combustible; y por el contrario, cuando baja la proporción de combustible, se habla de una mezcla "pobre".

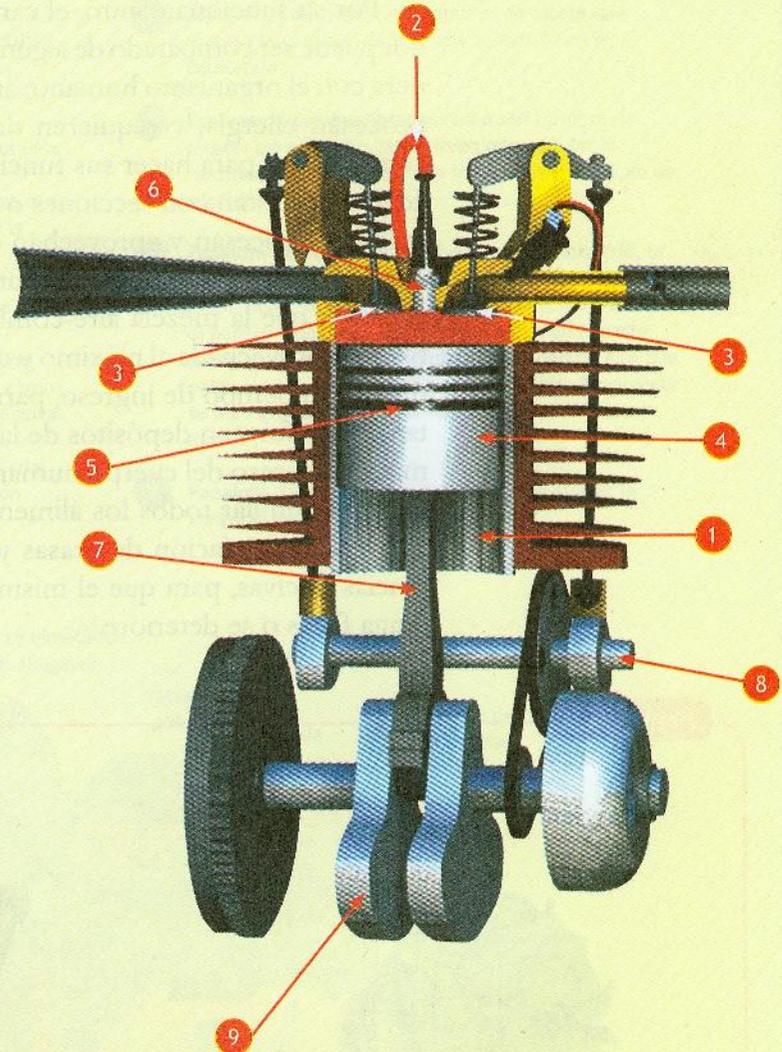
Ahora bien, cuando la mezcla es "rica" no se alcanza a quemar todo el combustible y una parte quedará sin quemar o parcialmente quemado, con formación de partículas contaminantes.

Figura 1.1



El motor de combustión interna

- 1 **Cilindro:** es el espacio dónde el pistón se mueve de arriba abajo. Existen vehículos de 4, 6 y 8 cilindros, colocados en una de tres formas: en línea, en V u opuestos.
- 2 **Bujía:** provee la chispa que enciende la mezcla de aire-combustible para que pueda ocurrir la combustión. La chispa debe ser proporcionada en el momento exacto.
- 3 **Válvulas:** las válvulas de admisión y escape se abren en el instante en que la mezcla entra y cuando sale (respectivamente). Durante la combustión las válvulas están cerradas y la cámara de combustión está sellada.
- 4 **Pistón:** un pistón es una pieza de metal cilíndrica que se mueve de arriba a abajo dentro del cilindro. Su principal función es comprimir la mezcla aire-combustible para facilitar la combustión.
- 5 **Anillos del pistón:** proveen un sello móvil entre el borde exterior e interior del cilindro. Los anillos sirven para dos propósitos: previenen que la mezcla de aire-combustible en la cámara de combustión se filtre durante la compresión y combustión y mantienen al aceite lejos del área de combustión.
- 6 **Cámara de combustión:** es el área donde la compresión y la combustión tienen lugar. Mientras el pistón se mueve de arriba a abajo, el tamaño de la cámara de combustión cambiará. Tiene un volumen máximo y un mínimo. La diferencia entre el volumen máximo y el mínimo es llamada desplazamiento o relación de compresión.
- 7 **Biela:** conecta el pistón al cigüeñal. Puede rotar y moverse para que la polea ruede.
- 8 **Árbol de levas:** aprovecha el giro del cigüeñal para proveer de movimiento a las válvulas de admisión y escape.
- 9 **Cigüeñal:** su función es transmitir el movimiento hacia el volante; el cual, a su vez, lo transmite hacia la caja de velocidades.



Comentario del especialista

También existen los motores de combustión externa. Motores a vapor en los viejos trenes y botes son los mejores ejemplos de máquinas de combustión externas. El combustible (carbón, madera, aceite, etc.) en una máquina de vapor se quema fuera de la máquina para crear vapor y el vapor genera movimiento dentro de la máquina. Sin embargo, casi todos los autos de hoy utilizan una máquina de combustión interna porque es relativamente eficiente, baratas y fáciles de abastecer.

Sistema de

El carburador aparece y comienza a ser aplicado, cuando se desarrolla la industria automotriz. Es decir, a principios del siglo XX.

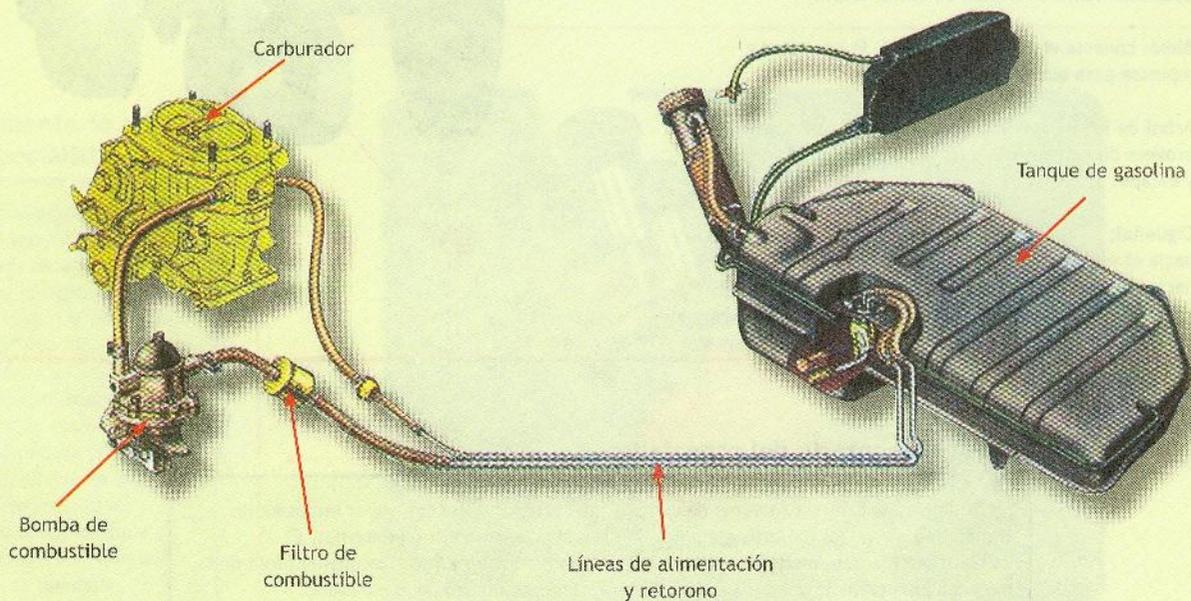
Por su funcionamiento, el carburador puede ser comparado de alguna manera con el organismo humano; ambos procesan energía, y requieren de una alimentación para hacer sus funciones; además, cuentan con secciones o sistemas que procesan y aprovechan dicha alimentación. En el caso del carburador, se busca que la mezcla aire-combustible sea aprovechada al máximo y que se mejore su tiempo de ingreso, para evitar que se formen depósitos de la misma; y en el caso del cuerpo humano, se procura asimilar todos los alimentos y evitar la acumulación de grasas y sustancias nocivas, para que el mismo no tenga fallas o se deteriore.

En estos sistemas, no se mide la mezcla de aire-combustible, únicamente se busca que la dosificación de combustible mantenga una proporción casi constante con el flujo de aire, debido a que depende del vacío del múltiple. También la mezcla se prepara al mismo tiempo para todos los cilindros en la corriente creciente del múltiple de admisión.

Componentes

El sistema de carburación (figura 1.2) está formado por el carburador, el tanque y las líneas de alimentación de combustible, la bomba de gasolina (que en el ejemplo recién descrito es de tipo mecánico), el deposito del canister, el filtro de aire, el múltiple de admisión y sus diversos ajustes de combustible y aire.

Figura 1.2

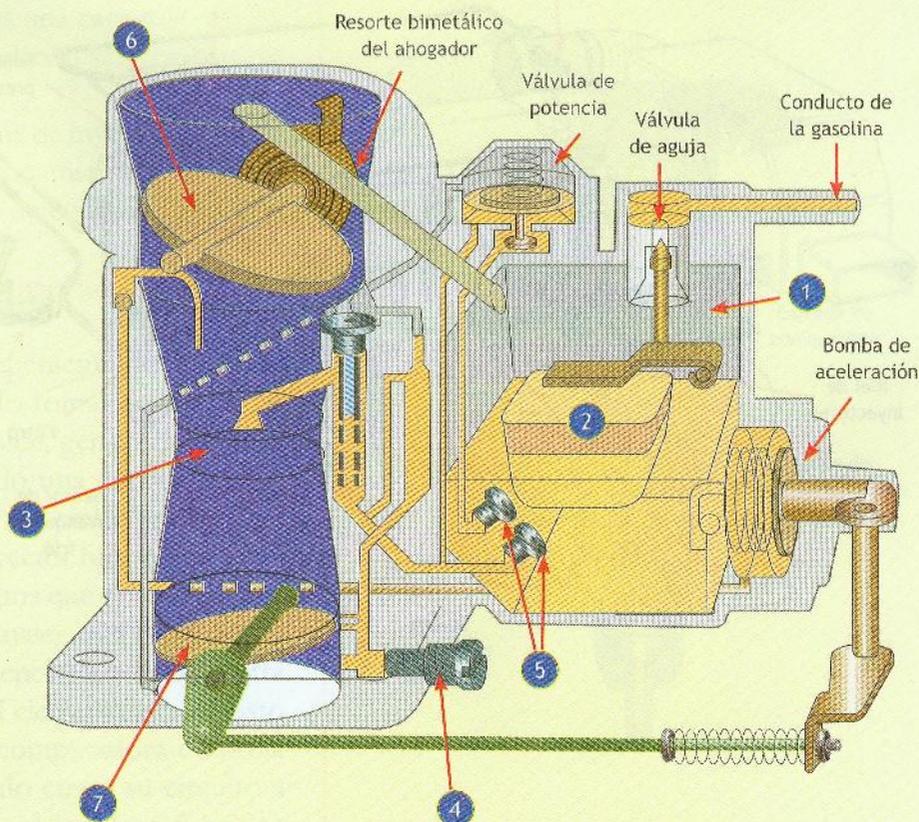


Carburación

El carburador

Las partes del carburador, principal componente del sistema de carburación, son las siguientes:

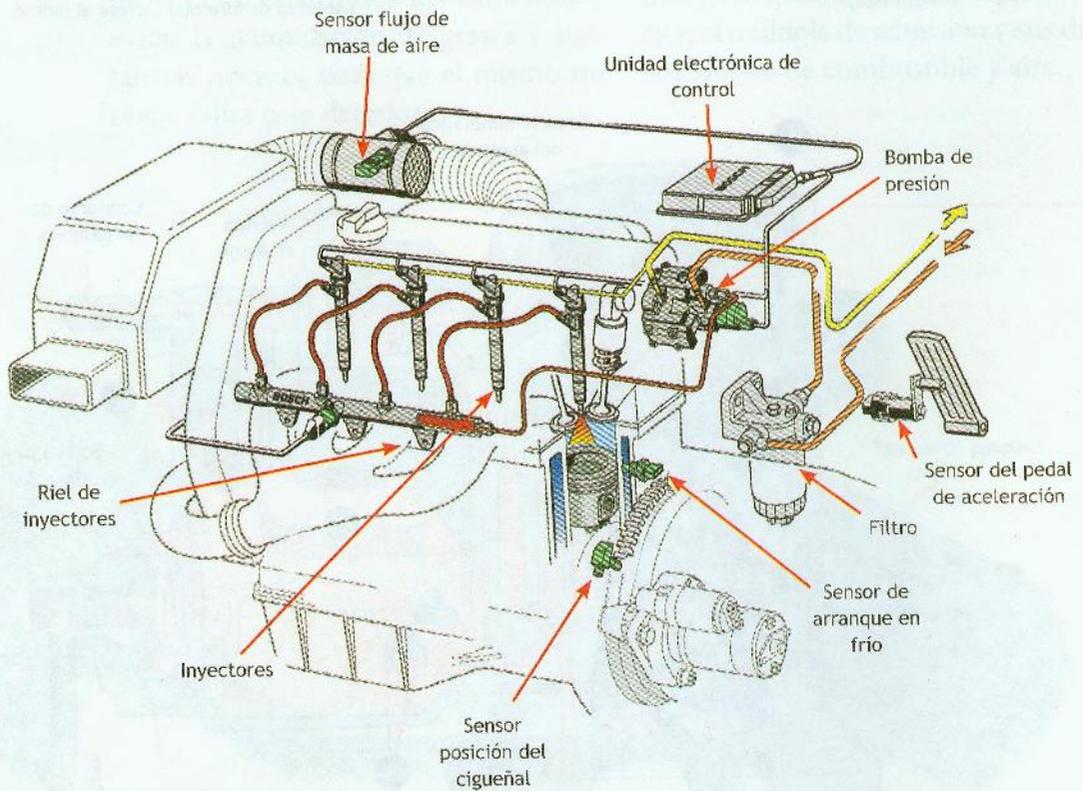
- 1 Taza o cuba: depósito de combustible del carburador.
- 2 Flotador: dispositivo que se encuentra en la taza o cuba. Es desplazado hacia abajo, por acción de la fuerza de gravedad al vaciarse la cuba.
- 3 Efecto venturi: para asegurar que siempre haya suficiente vacío en el carburador y succionar combustible de la taza del flotador, la garganta de éste se estrecha hasta formar lo que se conoce como "efecto venturi"; y cuando el aire pasa por esta zona, aumenta la velocidad y -por lo tanto- disminuye la presión. También cuenta con un respiradero, el cual hace que la gasolina sea empujada por la presión atmosférica.
- 4 Espreas de aire: son unos tornillos de ajuste que regulan la cantidad de aire que se mezcla en el carburador.
- 5 Espreas de combustible: también son tornillos de ajuste; pero en este caso, sirven para regular la cantidad de combustible que ingresa en el múltiple de admisión.
- 6 Papalote del ahogador: cuando el motor está frío, la gasolina no se evapora correctamente y -por lo tanto- el arranque se realiza con dificultad. Debido a esto, el papalote del ahogador (situado cerca de la parte superior del carburador) limita la cantidad de aire que entra al venturi; esto enriquece la mezcla. El papalote se abre gradualmente, conforme va calentándose el motor.
- 7 Papalote del acelerador: se encarga de ajustar la cantidad de aire que ingresa al motor.



En la inyección de combustible las gotitas de combustible son arrojadas a la corriente de aire que entra a presión. Con el inyector montado cerca de la válvula de admisión hay poca o ninguna facilidad de que se humedezcan las paredes del múltiple (figura 1.3). Todo el combustible entra al cilindro rápidamente permitiendo un control muy preciso de la producción aire-combustible.

En estos sistemas la dosificación de combustible toma en cuenta el flujo de masa de aire, velocidad del motor, posición de la válvula de estrangulación y temperatura del motor como parámetros esenciales de control. Se abastece combustible en forma individual a cada cilindro, en cantidades uniformes para cualesquiera condiciones. Eso ahorra combustible y produce más potencia.

Figura 1.3



Inyectores

¿Qué son los inyectores?

Los inyectores son válvulas electro-magnéticas encargadas de suministrar el combustible al motor. Estas válvulas están controladas por una computadora. El ó los orificios por donde sale la gasolina en el inyector están fabricados con tolerancias muy pequeñas, con un espesor aproximado al abrir de una "1" micra, y sólo se mantienen abiertos por muy pocos milisegundos (de 2 a 15 milisegundos dependiendo de la condición de trabajo) para que pase la gasolina. La entrada de gasolina al inyector se protege con una malla filtrante fina de 20 micras. Cuando un impulso electrónico abre la válvula, se hace pasar con gran presión a través de los pequeños orificios dosificadores una cantidad precisa de combustible, el cual sale totalmente atomizado.

Todo el sistema de inyección depende del buen funcionamiento y precisión de los inyectores de combustible.

Principios de operación

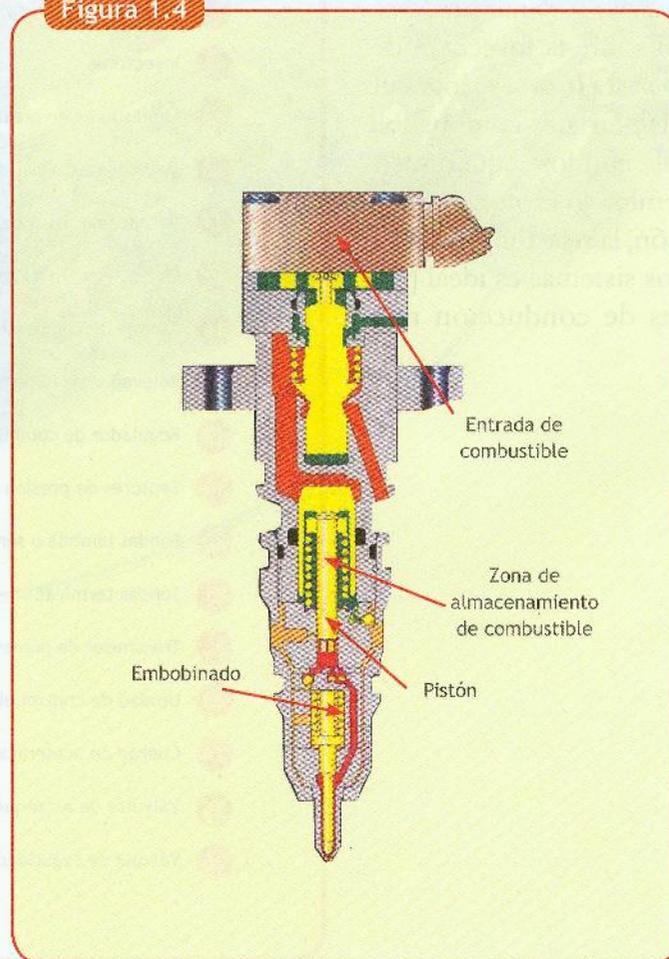
El principio de operación de un inyector es muy simple: tomando en cuenta que es un solenoide, genera un campo magnético cuando una corriente eléctrica circula por su embobinado. Comúnmente, el inyector funciona con un voltaje de 12 voltios que se suministra a una de sus terminales cuando se activa el interruptor de encendido; y en su otra terminal, la ECM cierra el circuito. Esto significa que la computadora controla al inyector cuando cierra su circuito a tierra. Entonces, el inyector funciona

como una válvula que abre y cierra el suministro de combustible.

Un inyector consta de las siguientes partes (figura 1.4):

- » Una entrada o toma de combustible.
- » Una zona de almacenamiento de combustible.
- » Un pistón, que abre o cierra el circuito interno de combustible.
- » Un embobinado, que impulsa al pistón encargado de abrir y cerrar la cámara de combustible.

Figura 1.4



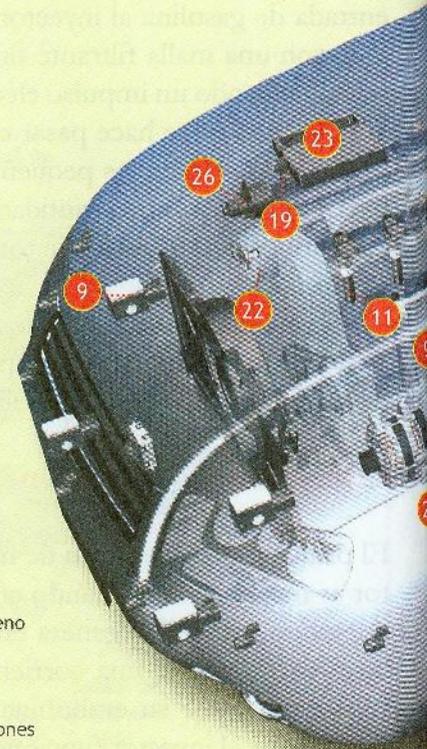
La tendencia a reemplazar al carburador por sistemas de inyección electrónica continúa en aumento. La característica principal del sistema es que en lugar del carburador, se usan inyectores y que utiliza el control preciso provisto por una computadora para suministrar el combustible necesario por el motor.

El volumen de admisión de aire del motor, temperatura del refrigerante, temperatura de admisión de aire, relación de aceleración o desaceleración y otras condiciones son detectadas por sensores que envían señales a la computadora para que los compare con los parámetros almacenados en su memoria y pueda calcular y ordenar un determinado control sobre la inyección del combustible. De esta forma se logra un ajuste de la relación aire-combustible para que cumpla con los requerimientos de un determinado motor.

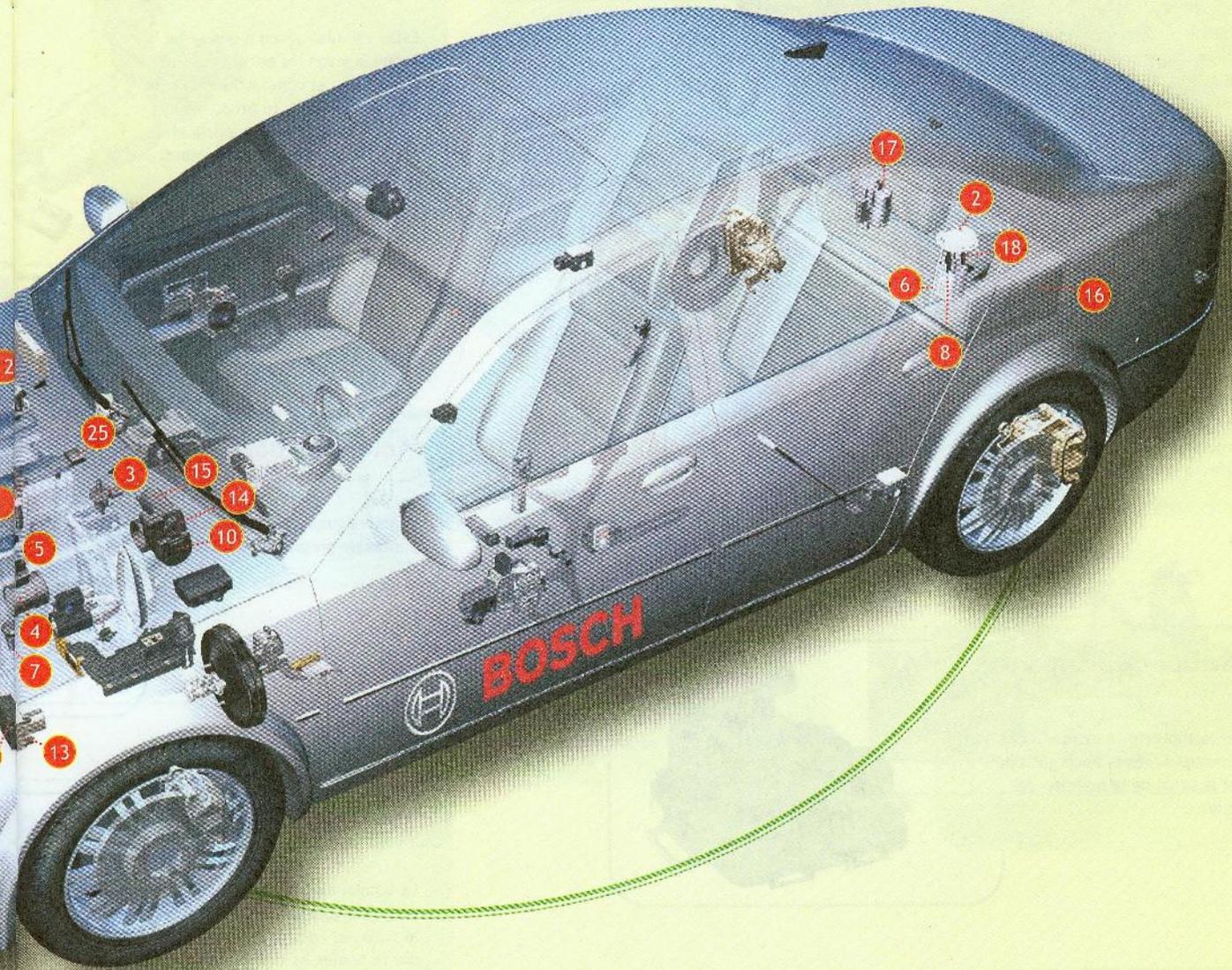
Por esta razón, la relación aire-combustible en estos sistemas es ideal para las condiciones de conducción normales.

Componentes del Sistema de Inyección

- 1 Riel de inyectores
- 2 Líneas de alimentación y retorno de combustible
- 3 Actuador de ralentí
- 4 Acumulador de combustible
- 5 Amortiguador de presión
- 6 Bomba de combustible
- 7 Filtro de combustible
- 8 Filtro de la bomba o cedazo
- 9 Sensor de temperatura
- 10 Sensor de mariposa
- 11 Inyectores
- 12 Limitadores de presión
- 13 Medidor de caudal de aire
- 14 Medidor de masa de aire
- 15 Potenciómetro de mariposa
- 16 Tanque de combustible
- 17 Relevador de la bomba
- 18 Regulador de combustible
- 19 Sensores de presión
- 20 Sondas lambda o sensores de oxígeno
- 21 Sondas térmicas
- 22 Transmisor de número de revoluciones
- 23 Unidad de control electrónico
- 24 Cuerpo de aceleración
- 25 Válvulas de arranque en frío
- 26 Válvula de seguridad o de prueba de presión



electrónica



Características de los del sistema

Actuador de ralentí

Es el encargado de mantener estable el número de revoluciones de ralentí bajo las condiciones del motor en marcha mínima.



Inyectores

Estas válvulas abren a una señal definida y son los encargados de suministrar el combustible. Gracias a la alta presión, se produce la oscilación de alta frecuencia en la aguja de la válvula, y el combustible se pulveriza aún con caudales mínimos.

Acumulador de combustible

El acumulador de combustible mantiene bajo presión durante un tiempo al sistema después de parar el motor, asegurando el arranque perfecto con el motor caliente.



Amortiguador de presión

El amortiguador de presión suaviza las puntas de presión para reducir ruidos.

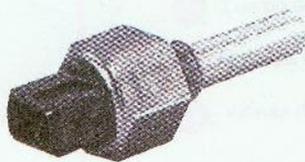
Sensor de mariposa

Este interruptor está montado encima de la mariposa. Es el encargado de enviar la señal de la posición del acelerador.



Sensor de temperatura

El interruptor térmico limita el tiempo de inyección de la válvula de arranque en frío, hasta que el motor alcanza una temperatura normal.



Bomba de combustible

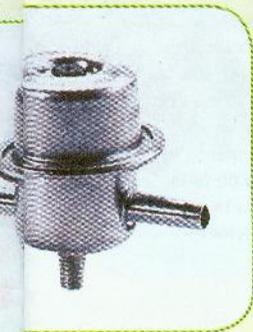
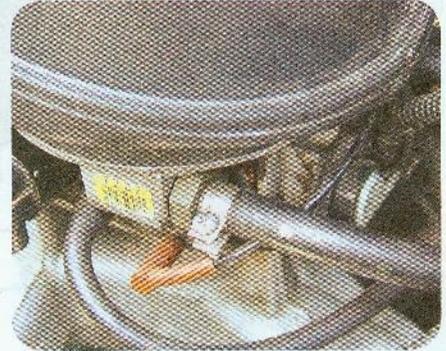
La bomba de combustible suministra en forma continua el combustible al sistema. La presión suministrada por la bomba es siempre mayor que la demanda máxima de combustible del motor para mantener siempre la presión necesaria. Las bombas pueden ser internas (dentro del tanque de combustible) o externas (fuera del mismo); estas últimas se usan por ejemplo en el Volkswagen Sedán; pero en la mayoría de los automóviles actuales, se emplea un sistema con bomba interna.

componentes básicos de inyectores



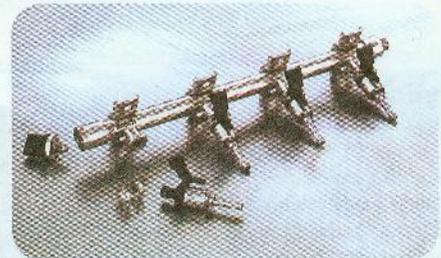
Líneas de alimentación y retorno de combustible

Son tuberías que conducen el combustible hacia el riel de inyectores, y que retornan al tanque de gasolina. Por lo general, son dos líneas; una de alimentación y una de retorno; la primera se puede identificar fácilmente, porque en ella se encuentra el filtro de combustible. Los sistemas de inyección actuales tienen una sola línea de alimentación de combustible.



Riel de inyectores

Es la tubería en que se montan los inyectores, y por medio de la cual ellos reciben combustible. En este riel, la presión del combustible puede ser -tal como ya se dijo- de 12 a 55 PSI (según el sistema de que se trate).



Comentario del especialista

Comúnmente, se dice que un tanque de gasolina nunca debe tener menos de un cuarto de combustible; así se evita que la bomba se fuerce o se queme, porque no queda sumergida en el combustible que la enfría; además, se evita que la bomba succione basura o tierra debido al vacío de combustible en el cual se encuentra el tanque de combustible.

Características de los del sistema de inyección

Limitadores de presión

El limitador de presión controla la diferencia de presiones antes y después de la mariposa del acelerador. En caso de sobrepasar la diferencia de presión ajustada, circula aire adicional al tubo de aspiración.



Medidor de masa de aire

Es el encargado de medir la masa de aire que entra al sistema por medio de un hilo caliente. Este hilo es enfriado por el aire, enviando la señal a la unidad de control electrónico para que calcule la cantidad de combustible necesaria.

Filtro de la bomba o cedazo

Filtra partículas de polvo o cualquier otra impureza que flota en el tanque de combustible o yace en la gasolina, para que no lleguen a la línea de combustible. Normalmente, los filtros de la bomba se localizan en la entrada de la bomba de combustible.

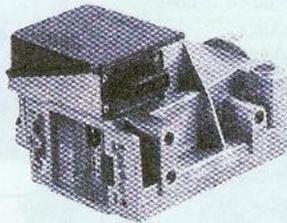


Potenciómetro de mariposa

El potenciómetro de mariposa está montado sobre la unidad central de inyección. Este elemento registra la posición del acelerador y la velocidad del ángulo de los movimientos de apertura y cierre. Este elemento no se puede cambiar, en caso de falla, se debe cambiar completa la parte inferior la unidad de inyección.

Medidor de caudal de aire

Es el encargado de medir a través de una aleta sonda gobernada por un resorte, la cantidad de aire que entra al motor. La inclinación de la aleta sonda es transformada en una tensión eléctrica por una resistencia variable (potenciómetro) para que la unidad de control electrónico calcule la cantidad de combustible necesaria.



Regulador de presión

Los reguladores de presión son los encargados de mantener constante la presión dentro del tubo de alimentación de combustible. También es el encargado de devolver sin presión el combustible sobrante del sistema al depósito.

Filtro de combustible

Se encarga de filtrar las partículas provenientes del tanque de combustible. De esta manera, evita que los inyectores sean obstruidos o tapados. Este filtro se encuentra en la línea de alimentación de combustible.



Componentes básicos electrónicos (continuación)



Relay de la bomba

El relay o relevador de la bomba tiene la función de conmutar; es decir, hace que el circuito de alimentación de la bomba pase de la condición de cerrado a la condición de abierto, y viceversa. Por lo general, este relevador se localiza en la caja de relevadores; y en algunos casos, se encuentra en la caja de fusibles del automóvil.



Sensores de presión

Los sensores de presión registran la presión y la transmiten como señal eléctrica a la unidad de mando.



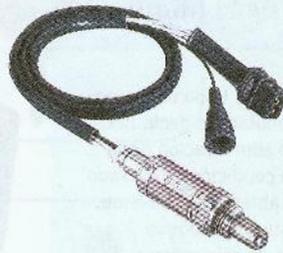
Comentario del especialista

El filtro de combustible debe ser cambiado durante la afinación del sistema de combustible. Esto debe hacerse, una vez que el vehículo haya recorrido de 7,500 a 10,000 kilómetros o se haya utilizado durante un año.

Características de los componentes del sistema de inyección

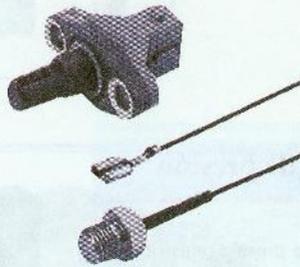
Sondas lambda o sensores de oxígeno

La sonda lambda mide el contenido de oxígeno de los gases de escape enviando una señal eléctrica a la unidad de control electrónico para que haga modificaciones de mezcla. Esta pieza está ubicada en el múltiple de escape.



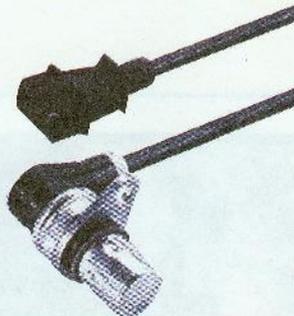
Sondas térmicas

La sonda térmica del motor mide la temperatura del motor y entrega una señal eléctrica a la unidad de control electrónico. La señal de temperatura del motor tiene gran importancia para las fases de arranque y calentamiento.



Transmisor de número de revoluciones

En el cigüeñal está montada una rueda dentada ferromagnética con marca de referencia. El tacómetro detecta la secuencia de dientes. La unidad de control electrónico calcula con la señal la posición del cigüeñal y el número de revoluciones.



Unidad de control electrónico

Determina la presión y cantidad de combustible necesario y controla todos los elementos de ajuste y las válvulas de inyección. Todo esto tomando como referencia las respectivas señales de los sensores para el registro de temperatura, presión y carga. Las unidades de control electrónico en algunos sistemas controlan además el momento de encendido.

Cuerpo de aceleración

Esta unidad controla y coordina a la válvula de inyección, el regulador de presión, la mariposa y el actuador de mariposa así como a los sensores de temperatura del aire y de la posición de la mariposa.

Válvulas de arranque en frío

La válvula de arranque en frío inyecta adicionalmente combustible en el tubo de aspiración durante la fase de arranque. La válvula de arranque en frío está montada en el múltiple de admisión, luego todos los cilindros se alimentan uniformemente. El tiempo de apertura está gobernado por el interruptor térmico de tiempo o por la unidad de control electrónico.

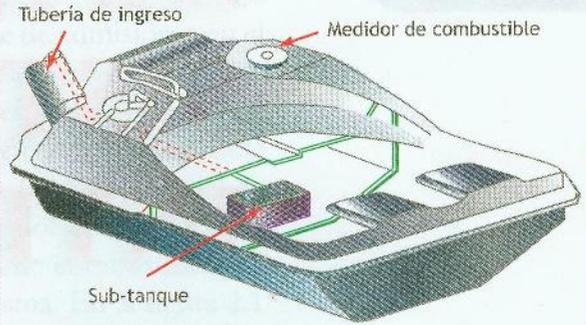
Componentes básicos de inyección (continuación)



Tanque de combustible

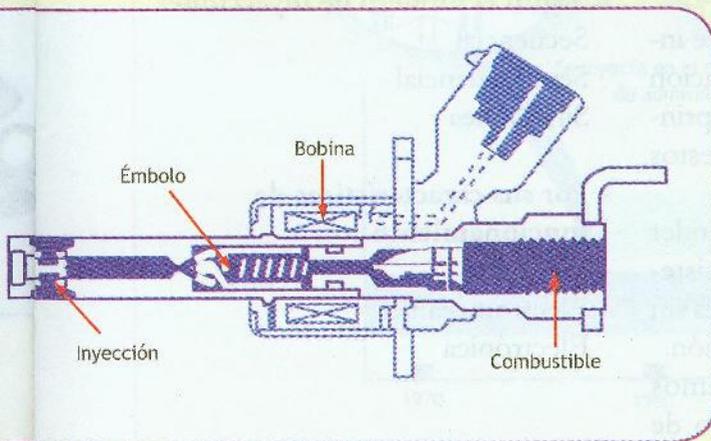
Es un depósito en el cual se guarda el combustible; por lo general, es metálico; pero en algunos casos, es de plástico especial resistente a la gasolina.

Comúnmente, este tanque se localiza a la altura del asiento de los pasajeros. Y en dicho sitio, está expuesto a ser contaminado por la basura y diferentes partículas si el automóvil carece de tapón de combustible; o bien, si el automóvil se encuentra estacionado en un lugar que tiene mucho polvo y tierra.



Válvula de seguridad o de prueba de presión

En esta válvula se puede conectar el manómetro de presión, para verificar la presión de combustible. También se puede conectar un sistema de lavado de inyectores, ya sea por boya o bote presurizado. Esta válvula consta de una toma que se localiza en el riel de inyectores.



Comentario del especialista

A la fecha, existen sistemas en los que el regulador de combustible se encuentra en el tanque de combustible; para ser más precisos, en la bomba.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

Ya pasó la época en la que con sólo observar durante algunas horas, era posible entender cómo funcionaba un motor y cómo se le podía reparar. Hoy, lo normal es encontrar una mayor cantidad de cables, conexiones, dispositivos electrónicos e incluso computadoras.

Si a esto le añadimos que en muchas ocasiones los fabricantes utilizan ciertas particularidades en sus sistemas con el fin de lograr mayor penetración en los mercados, el panorama se complica un poco más.

Por lo tanto no es raro que cuando un mecánico con muchos años de servicio al escuchar la expresión fuel injection, piensa en algo muy moderno y complicado.

Obviamente que esto hace indispensable tener una capacitación constante para entender los principios de funcionamiento de estos modernos sistemas.

Una manera fácil de entender mejor cómo funcionan los sistemas de inyección electrónica es sin duda estudiando su clasificación.

En términos generales podemos entender por clasificar al proceso de

agrupar a los diferentes sistemas de inyección considerando cuatro características específicas:

» **Según el lugar donde inyectan**

- Inyección directa
- Inyección Indirecta

» **Según el número de inyectores**

- Monopunto
- Multipunto

» **Según el tipo de inyección**

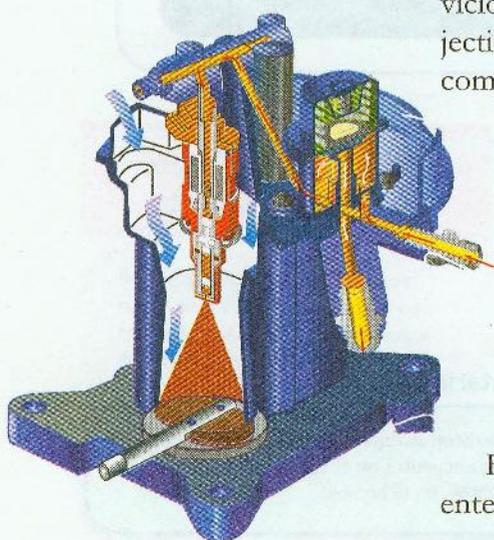
- Inyección por el cuerpo de aceleración (TBI)
- Inyección por puerto múltiple (MPI)

» **Según el número de inyecciones**

- Secuencial
- Semisecuencial
- Simultánea

» **Por sus características de funcionamiento**

- Mecánica
- Electromecánica
- Electrónica



Según el lugar donde inyectan

Inyección directa

La inyección es directa, cuando se realiza dentro de la cámara de combustión y está sincronizada con el tiempo de encendido del motor.

Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault.

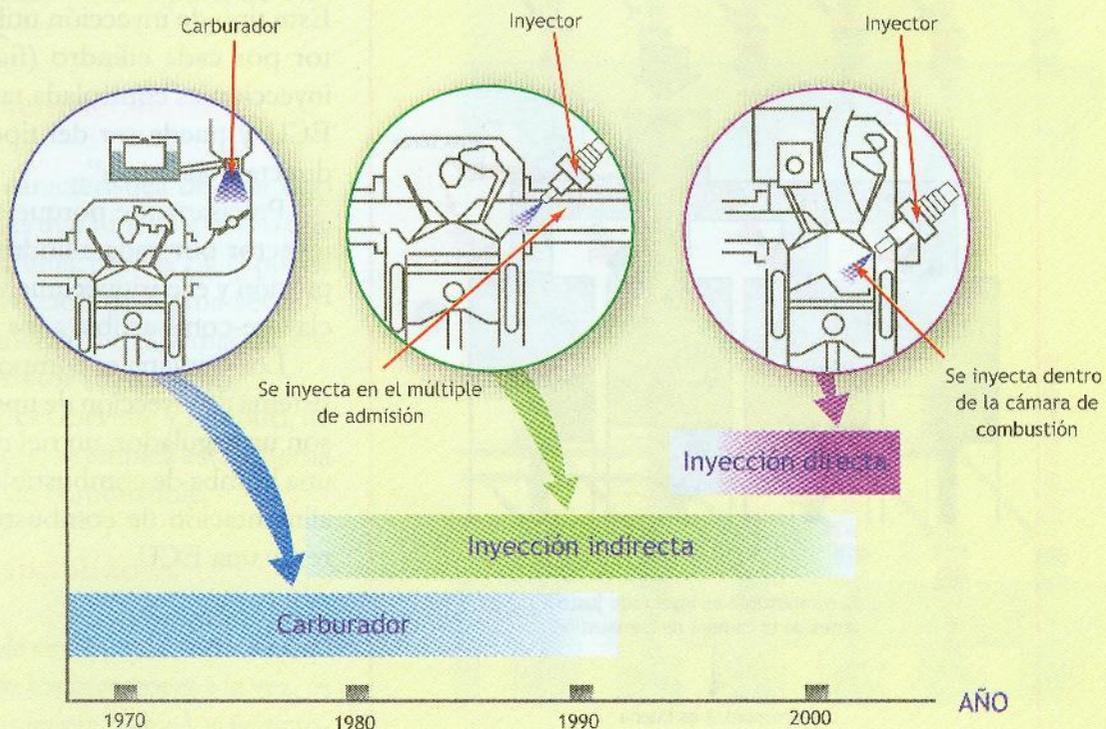
Los principales componentes de este tipo de inyección de combustible son los inyectores, los filtros, el riel de inyectores, el regulador de combustible, la ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma.

Inyección indirecta

Este tipo de inyección se realiza fuera de los cilindros; específicamente, en los ductos del múltiple de admisión o en el cuerpo de aceleración.

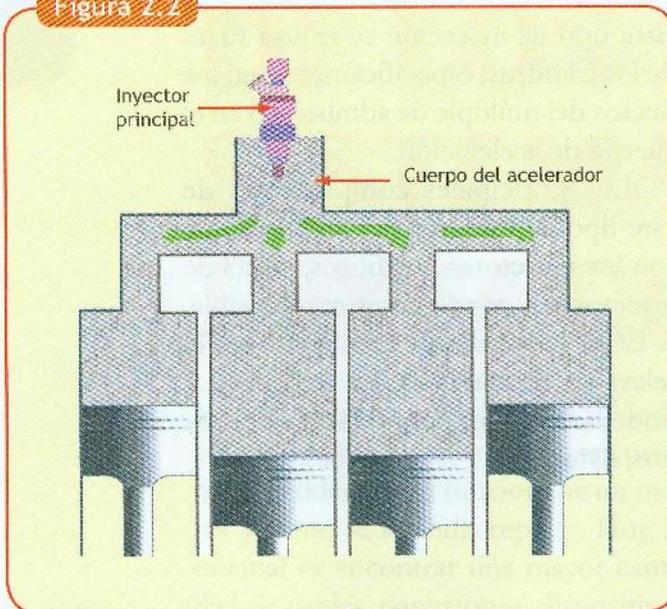
Los principales componentes de este tipo de inyección de combustible son los inyectores, los filtros, el riel de inyectores, el regulador de combustible, la ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma. En la figura 2.1 podemos ver un comparativo de ambos sistemas.

Figura 2.1



Según el número de inyectores

Figura 2.2



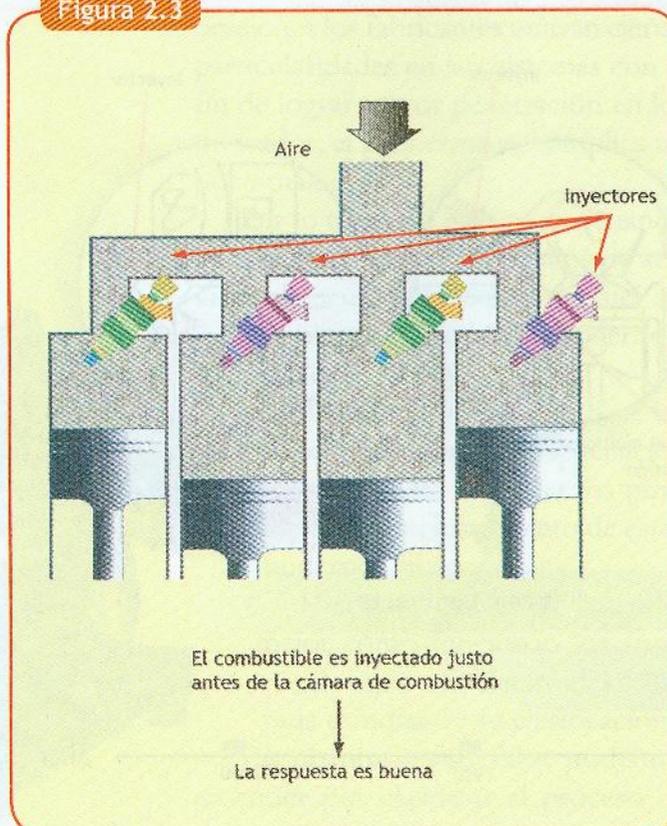
Monopunto

La inyección de tipo monopunto es la que se puede realizar en un solo sitio. Por lo regular, la inyección de combustible ocurre a la altura del cuerpo de aceleración (figura 2.2).

Este tipo de inyección cuenta con uno o dos inyectores. La ECU controla la inyección y la bomba de combustible; y recibe información proveniente de los sensores, para modificar la inyección de combustible.

Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de antipolución.

Figura 2.3



Multipunto

Este tipo de inyección utiliza un inyector por cada cilindro (figura 2.3). La inyección es controlada también por la ECU y puede ser del tipo "inyección directa o indirecta".

Precisamente porque se emplea un inyector por cada cilindro, aumenta la presión y el enriquecimiento de la mezcla aire-combustible a los inyectores.

Los principales componentes de un sistema de inyección de tipo multipunto, son un regulador, un riel de inyectores, una bomba de combustible, tuberías de alimentación de combustible, inyectores, y una ECU.

Según el número de inyecciones

Inyección secuencial

El combustible se inyecta de acuerdo con un orden basado en el ciclo Otto, del cual hablamos en el fascículo 4 de esta misma serie.

El encendido y la inyección de combustible se realizan en sincronía, debido al tiempo de admisión del motor. Así que el combustible ingresa a las cámaras de combustión, sólo cuando va a ser utilizado (cuando se va a quemar); es decir, se optimiza el uso del mismo.

Las variantes de este tipo de inyección son la inyección individual secuencial y la inyección secuencial por pares (figura 2.4A).

Este tipo de inyección se utiliza en unidades Cuttlas y Eurosport, de General Motors.

Inyección semisecuencial

La principal característica de este tipo de inyección, es que funciona como una inyección continua; pero la ECU puede realizar la inyección de forma secuencial, coordinándola con el tiempo de encendido del motor (figura 2.4B).

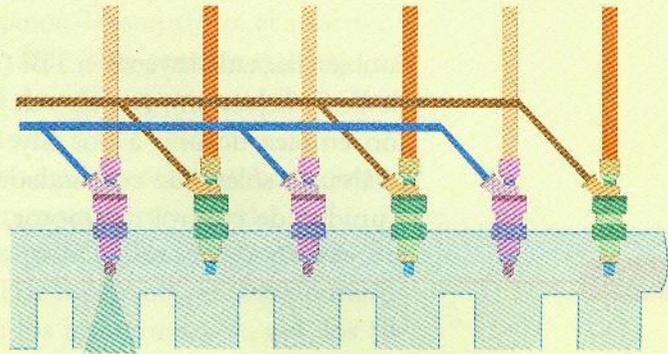
En unidades Corvette y Firebird, de General Motors, se emplea este sistema de inyección de combustible.

Inyección simultánea

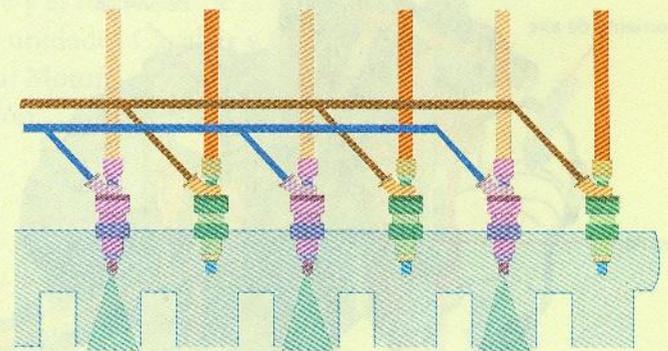
El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo (figura 2.4C).

Figura 2.4

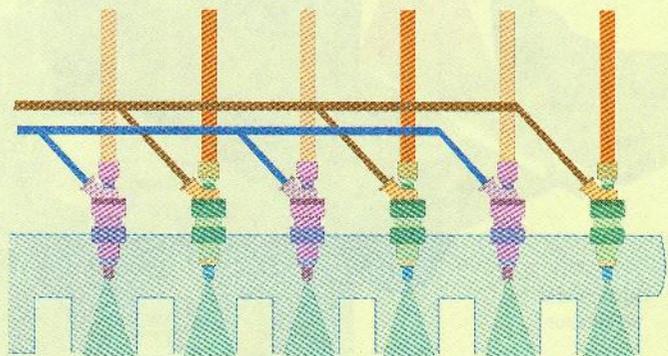
A Secuencial



B Semisecuencial



C Simultánea

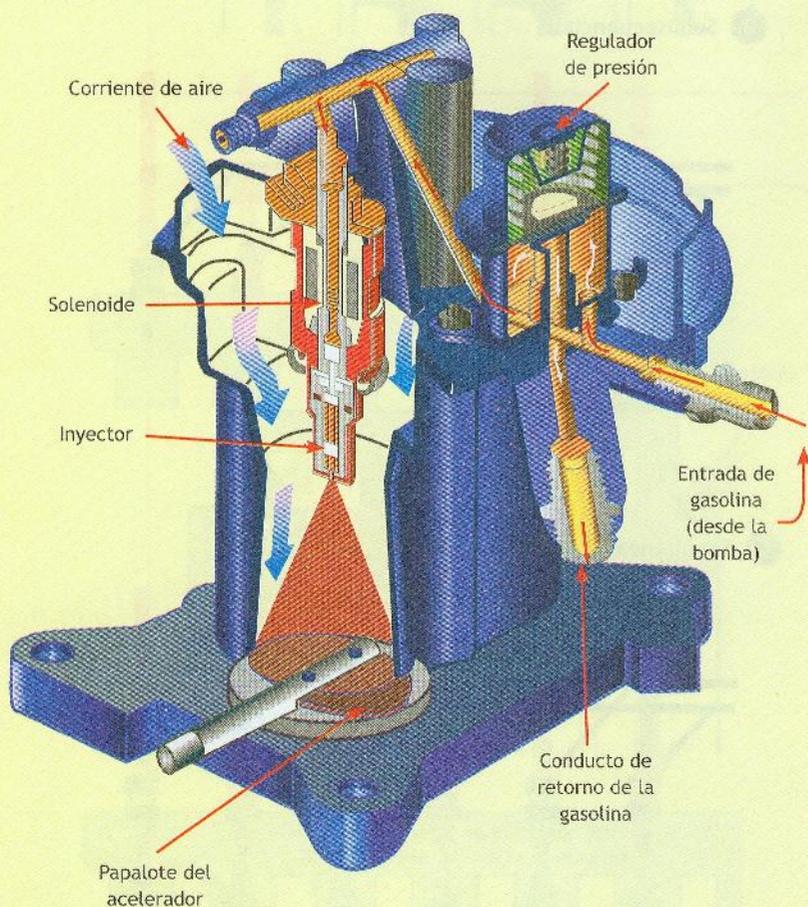


Según el tipo de inyección

Inyección por el cuerpo de aceleración (TBI)

También llamada Inyección TBI (Throttle Body Injection), este tipo de inyección emplea de uno a dos inyectores o válvulas solenoide comandadas por la unidad de control del motor, mon-

Figura 2.5



tadas sobre un cuerpo de aceleración que, aunque muy parecido a un carburador, carece de todos los componentes de éste y sólo cuenta con las placas de aceleración y los distintos puertos de vacío requeridos (figura 2.5).

La inyección por el cuerpo de aceleración es una tecnología totalmente electrónica, en la que el eje de todo el sistema es una computadora.

Dicha computadora recibe una serie de señales de distintas condiciones tanto del motor del vehículo como del terreno por donde éste circula (entre ellas la altura sobre el nivel del mar), a las que procesa para hacer los cálculos de los que se derivan las señales de comando que envía a los distintos dispositivos; por ejemplo, los inyectores que actúan como compuertas entre la gasolina a presión y el múltiple de admisión.

En este tipo de sistemas, por lo general es fácil ver cómo los inyectores atomizan la gasolina; sólo se requiere de una lámpara estroboscópica.

Los principales componentes de este tipo de inyección son los inyectores y su riel, los filtros, el regulador de combustible, la ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma.

Este sistema se utiliza en unidades Chevy, camionetas S10 y Blazer de General Motors, modelo 2002 y de años anteriores.

Inyección por puerto múltiple (MPFI)

Este tipo de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca posible de la válvula de admisión (figura 2.6).

La inyección por puerto múltiple, tiene la gran ventaja de que todos los cilindros del motor reciben igual calidad de mezcla. Esto contrasta con los sistemas carburados o los sistemas TBI, en los cuales los cilindros más cercanos al surtidor reciben las mezclas “ricas” y los que están más lejos reciben mezclas “pobres”. Ya que ante tales condiciones se origina un desbalance en el motor, la tarea de preparar o ajustar una mez-

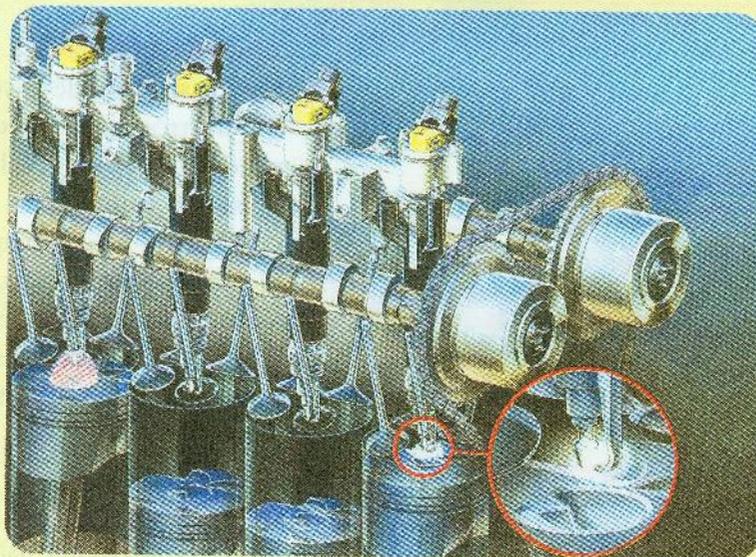
cla equilibrada, se hace necesaria para no afectar el rendimiento de los cilindros lejanos; lo que afecta el ahorro de combustible y no permite que haya un control muy preciso de emisiones contaminantes.

Salvo esta situación, ambos sistemas trabajan exactamente igual.

Los principales componentes del sistema de inyección por puerto múltiple son los inyectores y su riel, los filtros, las tuberías de alimentación y retorno de combustible, el regulador de combustible, la ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma.

En unidades Cavalier y Cuttlas, de General Motors, se emplea este tipo de inyección.

Figura 2.6



Mecánica

Este tipo de sistemas introducen el combustible por medio de inyectores que se abren al ser vencidos por la presión constante con que la bomba de combustible los alimenta.

Un ejemplo de este tipos de sistemas el llamado K-Jetronic, en el cual se dosifica en forma continua el combustible según el caudal de aire aspirado por el motor. El K-Jetronic se ha aplicado desde 1973 hasta 1995 (figura 2.7A).

Precursor de la inyección moderna y sus muchas variedades, la evolución de este sistema se ha enfocado principalmente en el campo del control.

Electromecánica

También conocidos como sistemas KE-Jetronic, estos son una variante de los sistemas mecánicos y funcionan de manera similar, pero incluyen un sistema

electrónico de control, capaz de modificar el caudal de combustible enviado a los inyectores, adaptándolos a las diferentes condiciones de funcionamiento (figura 2.7B).

Un sistema electrónico adicional registra un sinnúmero de magnitudes de medición en el motor y posibilita así la optimización del consumo de combustible a la calidad de los gases de escape.

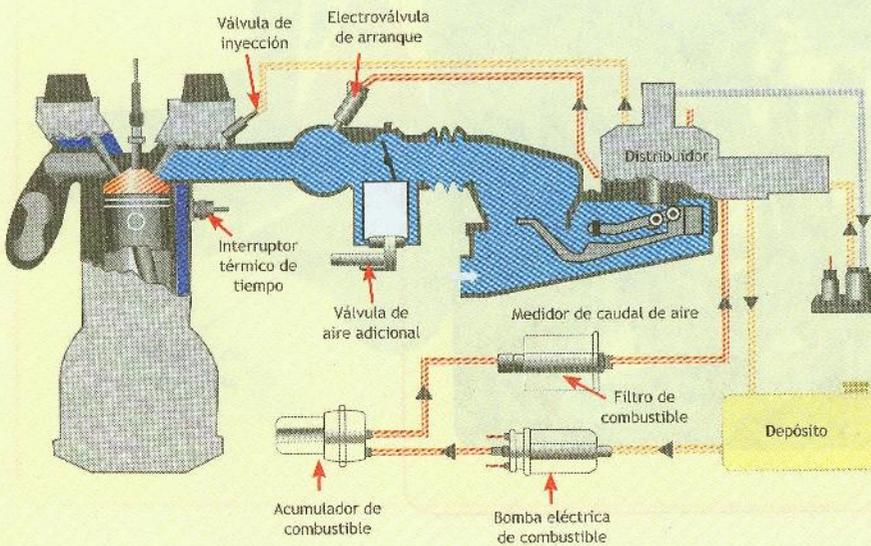
Electrónica

En estos sistemas el combustible es introducido en el motor por medio de inyectores electromagnéticos, cuyas aperturas son gobernadas por un sistema electrónico de control, que adapta los tiempos de inyección a las distintas fases de funcionamiento, en función de la información recibida de una serie de sensores acoplados al motor.

Entre los principales sistemas de este tipo se encuentran los llamados sistemas L-Jetronic (figura 2.7C), Digijet, Digifant, Motronic.

Figura 2.7A

Sistema mecánico (K-Jetronic)



Sistema L-Jetronic

Es un sistema de inyección controlado electrónicamente con medición de caudal de aire según el principio de aleta sonda e inyección de combustible controlada electromagnéticamente en el tubo de aspiración. A través de un sinnúmero de sensores se registran todas las modificaciones originadas por el motor y se procesan en la unidad de mando.

Sistema Digijet

El sistema Digijet usado por el grupo Volkswagen es similar al sistema L-Jetronic con la diferencia de que la ECU

s de funcionamiento

calcula digitalmente la cantidad necesaria de combustible y controla también la estabilización del ralentí.

Sistema Digifant

El sistema Digifant usado también por el grupo Volkswagen es un perfeccionamiento del sistema Digijet. Es similar al Motronic. La ECU controla la inyección de gasolina, el encendido, la estabilización del ralentí y la sonda Lambda (sonda de oxígeno). Este sistema no dispone de inyector de arranque en frío

y sus 4 inyectores trabajan de manera simultánea.

Motronic

El sistema Motronic combina la inyección de gasolina del L-Jetronic con un sistema de encendido electrónico a fin de formar un sistema de regulación del motor completamente integrado. La diferencia principal con el L-Jetronic consiste en el procesamiento digital de las señales y la activación de los inyectores según el orden de encendido.

Figura 2.7B

Sistema electro-mecánico (KE-Jetronic)

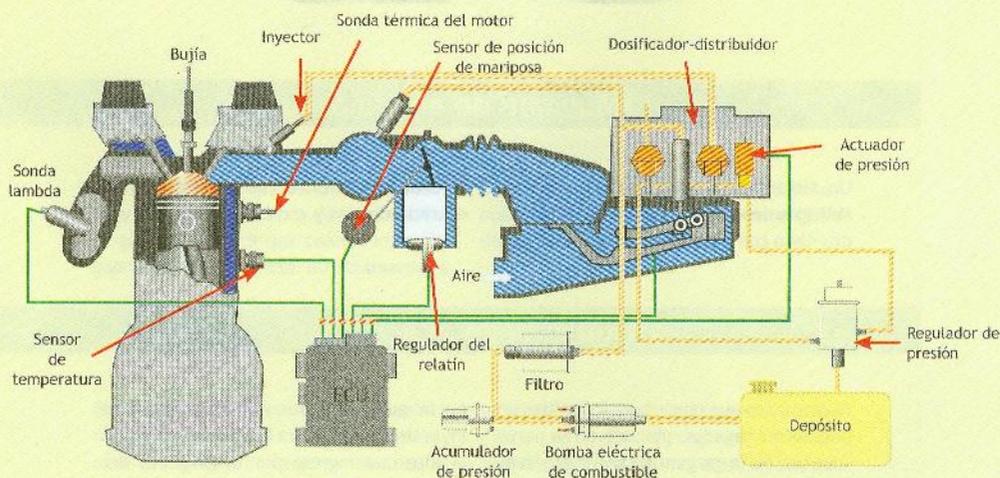
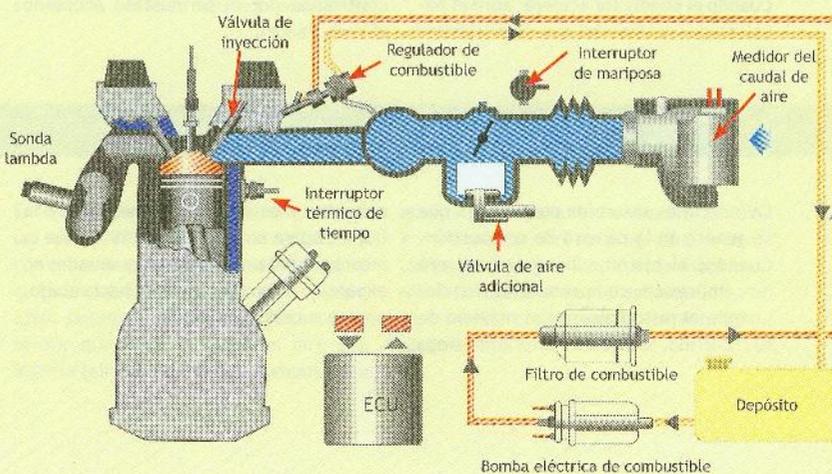


Figura 2.7C

Sistema electrónico (L-Jetronic)



Según sus características

MECÁNICO



Múltiple de admisión

Un sistema con carburador ocupa un **Múltiple de admisión**. El carburador está diseñado con mecanismos que funcionan

sincronizadamente, administrando la entrada de aire y combustible.

¿Qué sucede al acelerar?

Recordemos que un carburador utiliza un papalote ahogador, ubicado en la parte superior de la garganta, cuya función es cerrar el paso del aire cuando el conductor pisa el acelerador. Y de esta manera, al no ingresar aire se enriquece la mezcla.

Cuando el conductor acelera, abre el papalote de aceleración, que se encuentra

en la parte inferior de la garganta, e inyecta gasolina para que se mezcle con el aire que ingresa por la garganta del carburador. El papalote ahogador debe mantenerse cerrado cuando el motor está frío, y abrirse totalmente cuando el motor está caliente (esta función es controlada por el termostato acoplado al carburador).

¿Cómo se inicia la combustión?

La mezcla es absorbida por el vacío que se genera en la cámara de combustión. Cuando, el pistón sube en su carrera de compresión, comprime esta mezcla. Cuando el pistón alcanza el máximo de su recorrido, la mezcla comprimida llega

caliente; y es en este momento que la bujía dispara una chispa, haciendo que la mezcla se inflame, los gases quemados en expansión, empujan el pistón hacia abajo, en una sucesión continua.

ELECTROMECÁNICO



Múltiple de

El cuerpo de inyectores se encuentra la pa instalado en forma similar que en un carburador. Al activarse los inyectores, po

¿Qué sucede al

El sistema electromecánico no ocupa qu carburetor y por consecuencia la mezcla abe aire-combustible se realiza de manera mi diferente. Cuando el conductor acelera, ele no se inyecta combustible. elé Lo que sucede es que se abre el papalote cor de la garganta o aceleración, para

¿Cómo se inicia e

La cámara de combustión también genera que vacío. El cuerpo de inyectores tiene así instalado un sensor llamado TPS. Este que mide la apertura de la garganta el y envía la señal a la computadora para que est que calcule el tiempo de las pulsaciones

de funcionamiento

MECÁNICO



¿Cómo funciona el múltiple de admisión?

La gasolina es rociada dentro del múltiple para ser mezclada con el aire que ingresa por el mismo cuerpo.

¿Qué sucede al acelerar?

Para que pueda entrar el aire. Este aire es absorbido por la cámara de combustión, mientras que los inyectores se activan electrónicamente, obedeciendo impulsos eléctricos-electrónicos generados por la computadora del vehículo.

¿Cómo se inicia la combustión?

El sistema deberá tener el inyector y mantener así una mezcla correcta. Se entiende que, la apertura de la garganta permite el ingreso de aire y mientras más abierta esté, más aire ingresa.

ELECTRÓNICO



Múltiple de admisión

Los inyectores se encuentran instalados muy cerca de la cámara de combustión, lo que quiere decir que cuando inyectan gasolina, ésta ingresa directamente a

la cámara de combustión, mezclándose con el aire que ingresa por el múltiple de admisión.

¿Qué sucede al acelerar?

El sistema electrónico no ocupa papalote ahogador. Cuando el conductor acelera, abre el papalote de la garganta o aceleración, para que pueda ingresar el aire, que absorbe la cámara de combustión. La acción de acelerar, y abrir el papalote de la garganta, es detectada por el sensor de posición del acelerador. La

señal es interpretada por la computadora y de acuerdo con su programa activa los inyectores. Algunos, motores, utilizan un inyector adicional que funciona cuando el motor está frío, obedeciendo las señales de un interruptor térmico.

¿Cómo se inicia la combustión?

Este tipo de sistema, también lleva un sensor TPS que envía la señal a la computadora, para indicar exactamente cuál es la apertura del acelerador. Estos sistemas también cuentan con un sensor que mide el peso del aire que ingresa (air flow meter). La computadora

analiza y compara las señales recibidas, y de acuerdo con su programa, activa los inyectores, por medio de pulsaciones electrónicas durante el tiempo suficiente para mantener una mezcla correcta aire-combustible.

EL CONTROL ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

La aplicación de la electrónica a los sistemas de inyección, ha elevado notablemente el grado de eficacia a la hora de inyectar la cantidad exacta de combustible que necesita un cilindro. Gracias a las últimas tecnologías desarrolladas en los sistemas electrónicos de inyección-encendido, la alimentación de combustible se acerca a los límites de la perfección. Para conseguirlo, existen una serie de condiciones que han de cumplirse.

Por ejemplo, la alimentación debe tener un sistema de medición del peso específico del aire y de la gasolina, de forma que en cualquier condición se obtenga la dosificación adecuada. De la misma manera, debe controlar la temperatura tanto del aire como de la gasolina, que hace variar sus pesos. Con estos parámetros bajo control, el sistema electrónico permite modificar la aportación de gasolina con respecto a la de aire, y así mantener siempre una dosificación correcta para cada uno de los múltiples estados de funcionamiento del motor.

Otro parámetro a controlar por los sistemas electrónicos de inyección es el giro del motor para determinar la dosificación más correcta, y así enriquecer o empobrecer la mezcla gaseosa según sea

necesario. Lo mismo ocurre en función de la temperatura de funcionamiento del motor; en el momento del arranque en frío se requiere una mezcla mucho más rica en gasolina y, progresivamente, ha de ir empobreciéndose según aumenta la temperatura del motor.

Una de las características más importantes de los sistemas electrónicos de inyección de combustible, consiste en que sus Unidades de Control Electrónico disponen de analizadores de gases de escape, que permanentemente proporcionan información sobre las proporciones de gases contaminantes de los residuos de la combustión, de forma que estos se corrijan inmediatamente, con la consiguiente reducción de emisiones nocivas a la atmósfera.

Todo este control se lleva a cabo mediante un monitoreo constante de sensores, colocados en diferentes partes del motor. En este capítulo veremos las principales características y funcionamiento de los sensores más importantes del sistema, pero cabe mencionar que por esta ocasión no ahondaremos en análisis de señales ni mediciones, sólo queremos mostrar un panorama general del funcionamiento.



Monitoreo y control

Empezaremos por decir que la Unidad de Control Electrónico o ECU es una computadora que recibe las diferentes señales de los principales sensores; y que a través de ella, se condicionan las órdenes que enviará a determinados dispositivos (figura 3.1). Por ahora sólo analizaremos los sensores más importantes que suministran las señales a la ECU y que se encuentran directamente relacionados con el sistema de inyección.

Pero antes de iniciar, es importante comentar que todas las computadoras trabajan en dos fases:

Circuito abierto

Esta fase se inicia cuando el motor está frío, por lo que se requiere de una mezcla rica.

Cuando, el sensor de temperatura del anticongelante alcanza la tempera-

tura especificada por el fabricante, se inicia la fase de circuito cerrado.

Con esto podemos darnos cuenta que un vehículo sin sensor de temperatura no logrará que se registre la temperatura requerida, y evitará que la computadora cierre su circuito; teniendo como consecuencia que el motor siga funcionando en la posición de circuito abierto, gastando la gasolina como si estuviera frío y contaminando el ambiente.

Circuito cerrado

Es la fase normal o correcta en la que debe funcionar la computadora. Para llegar a esta posición, el motor debe alcanzar su temperatura de trabajo y la computadora inicia el monitoreo de las señales más importantes y ajusta las condiciones de trabajo del motor (incluida la calidad de la mezcla).

Si esto no llegara a suceder, la computadora mantendrá su posición de circuito abierto, y seguirá entregando una mezcla rica.

Figura 3.1



Sensor de encendido en frío

Recordemos que cuando el motor está frío, necesita de una mezcla rica. En algunos sistemas de inyección, los fabricantes han diseñado un inyector especial para esta función. Este se activa por medio de un interruptor que se encuentra ubicado muy cerca del termostato o sensor de temperatura del agua (figura 3.2).

Cuando el motor está frío, este inyector surte de gasolina al sistema y una vez que el motor se calienta, se desconecta.

Comentario del especialista

Si el motor no tuviera termostato, o tuviera algún daño que le impidiera cerrarse, el agua correría libremente y no alcanzaría la temperatura, para activar o desactivar este sensor, y como consecuencia la computadora permanecería trabajando en fase de *circuito abierto*.

Si el motor ya se encuentra caliente y el inyector sigue activado, provocaría fallas debido a que seguiría entregando una mezcla rica.

Sensor de temperatura

Se encuentra ubicado cerca de la manguera que lleva agua al motor y después del termostato. Su función es sensa la temperatura del agua dentro del motor y debido a que funciona como un interruptor, activa o desactiva el abanico eléctrico del radiador (figura 3.3).

Figura 3.2

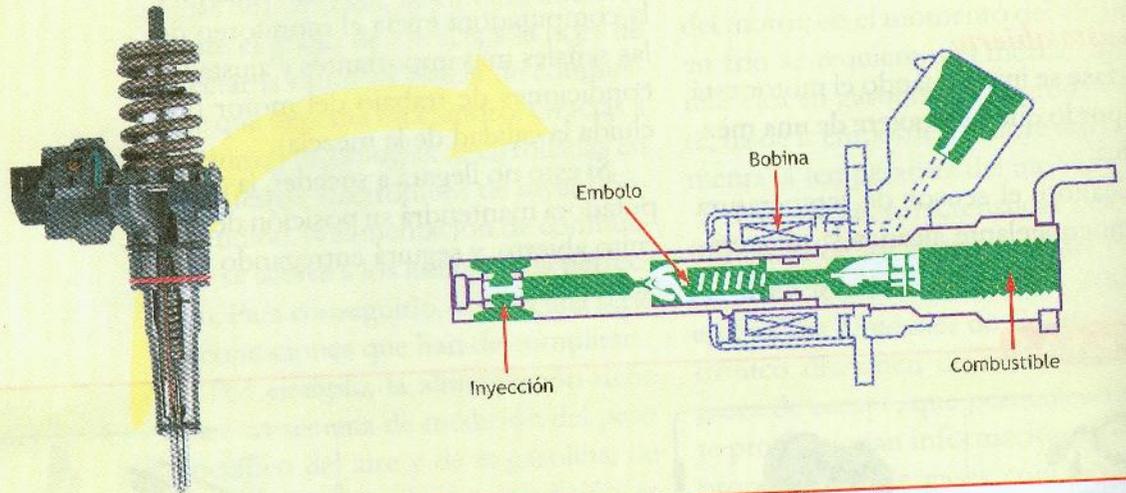
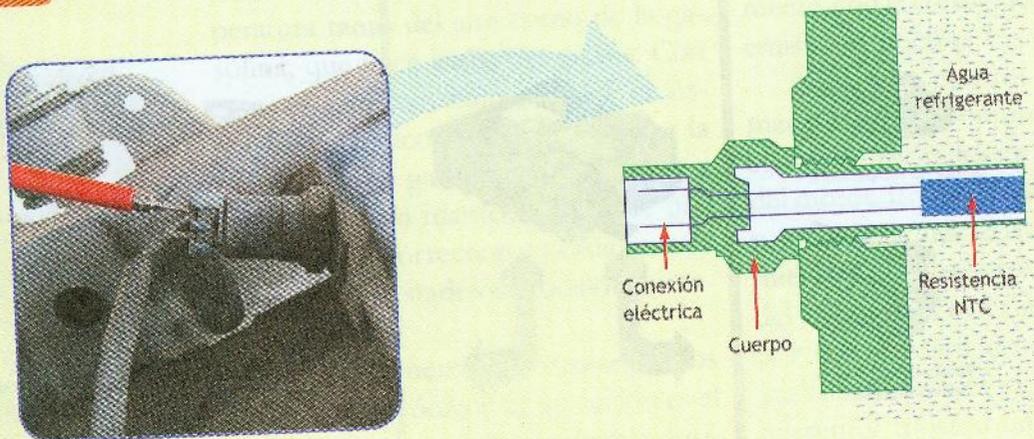


Figura 3.3



Sensor del flujo de aire

Cuando el conductor acelera, se abre la placa de la toma de aire y el aire que absorbe el motor ingresa. El aire empuja la compuerta del medidor, de tal manera que mientras más aire absorba el motor más se abrirá la compuerta.

Esta compuerta al abrirse activa una señal, que es enviada a la computadora para que active los inyectores el tiempo suficiente para que la mezcla aire-combustible siempre sea la correcta (figura 3.4).

Sensor de posición del acelerador

Este sensor está ubicado a un lado del chicote del acelerador o de la garganta del acelerador; lleva un conector eléctrico por medio del cual recibe de la computadora un voltaje de referencia. Cuando aceleramos se abre el papalote y el aire ingresa del exterior. Al suceder esto, el voltaje de referencia se altera y la computadora lo interpreta y activa a los inyectores el tiempo suficiente para que la mezcla aire-combustible siempre sea la correcta. Recuerde que la apertura de la garganta viene preajustada de fábrica (figura 3.5).

Figura 3.4

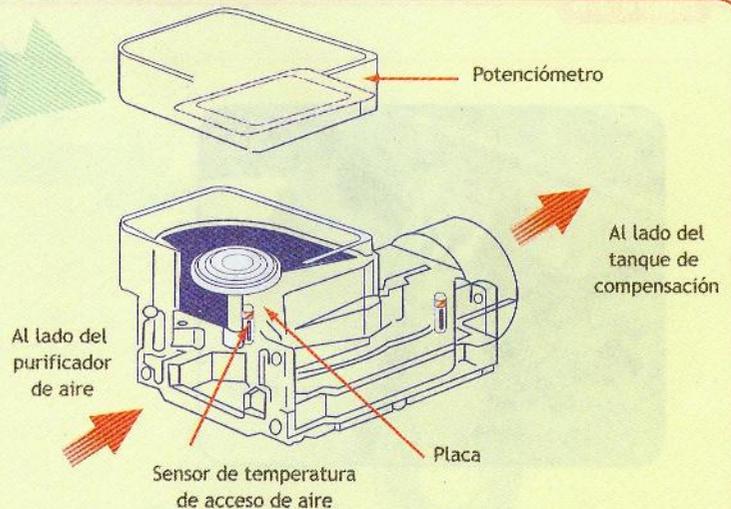
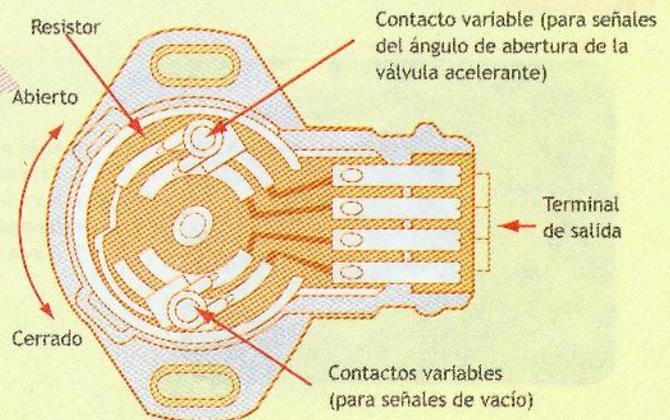
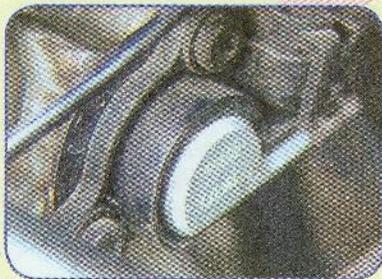


Figura 3.5



Sensor de presión absoluta del múltiple

Este sensor mide el vacío dentro del múltiple de admisión, la computadora interpreta esta señal para determinar el monto de gasolina que el motor requiere en las diferentes condiciones de trabajo.

Generalmente se encuentra ubicado en la pared de fuego del motor (figura 3.6).

Sensor de posición de cigüeñal

Este sensor, es utilizado, en motores equipados, con el sistema de encendido

directo (DIS). Al no tener distribuidor, este sensor indica a la computadora el momento en que los pistones alcanzan el recorrido máximo de su carrera. Esta señal, la utiliza la computadora, para que en concordancia con el módulo de encendido se genere la chispa en cada una de las bujías.

Generalmente se encuentra ubicado cerca de la polea del cigüeñal o a un lado en el bloque de cilindros (figura 3.7).

Debido a que funciona magnéticamente, al dar vueltas el cigüeñal, alinea un corte que el sensor detecta; esta señal es enviada al módulo de encendido y de allí a la computadora.

Comentario del especialista
 Las fallas de este sensor se manifiestan, por ausencia o deficiencia de chispa en las bujías, confundiendo con fallas del módulo de encendido.

Figura 3.6

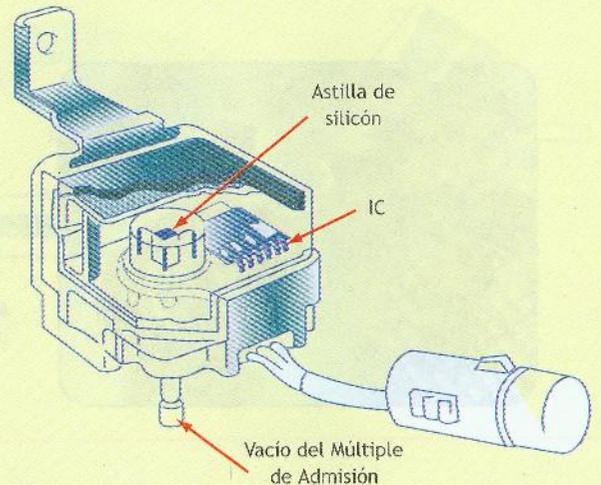
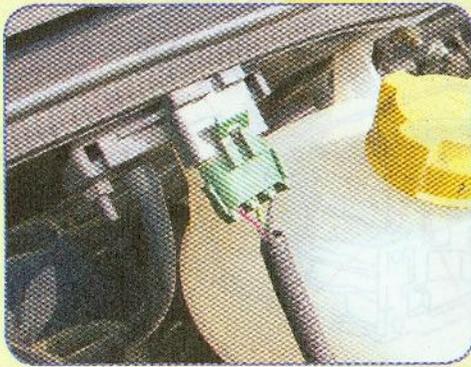
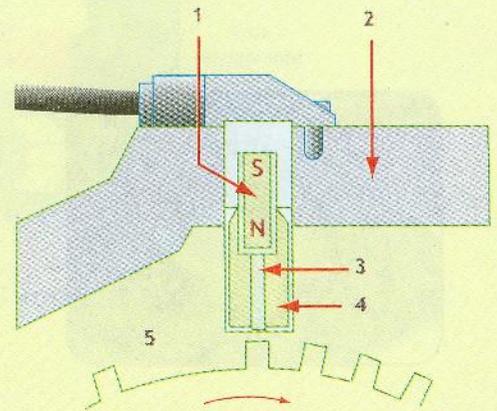


Figura 3.7



1. Imán permanente
2. Caja del motor
3. Núcleo de hierro dulce
4. Devanado
5. Rueda fónica



Sensor de oxígeno

Se encuentra instalado cerca o en el tubo de escape y está conectado por un solo cable directamente hacia la computadora (figura 3.8).

Este sensor sólo trabaja cuando está caliente y se encarga de "olfatear" los gases que el sistema de combustión expulsa hacia el sistema de escape.

Tomando como parámetro los datos de una mezcla rica o mezcla pobre, envía la señal a la computadora para que ésta a su vez ajuste la mezcla y/o atrasar o adelantar el tiempo de encendido.

Este sensor es el único, que no recibe corriente de referencia de la computadora, debido a que está compuesto de un tipo de material llamado zirconio;

el cual tiene la particularidad de generar corriente.

Válvula auxiliar de aire

Este regulador cuenta en su interior con una especie de bypass; el cual, mientras el motor está frío permite que ingrese aire (figura 3.9). Su uso es frecuente en vehículos japoneses, como Nissan, Toyota, etc.

Recordemos que el sistema *fuel injection*, se caracteriza por la forma en que reacciona frente a una entrada de aire; lo que quiere decir que cualquier entrada de aire al sistema, debe ser monitoreado y enviada la información hacia la computadora, de no ser así; el motor tendrá fallas.

Comentario del especialista

Existen sensores que cuentan con tres cables, uno hacia la computadora y los otros dos sirven para alimentar una resistencia, que se encarga de mantenerlo caliente.

Figura 3.8

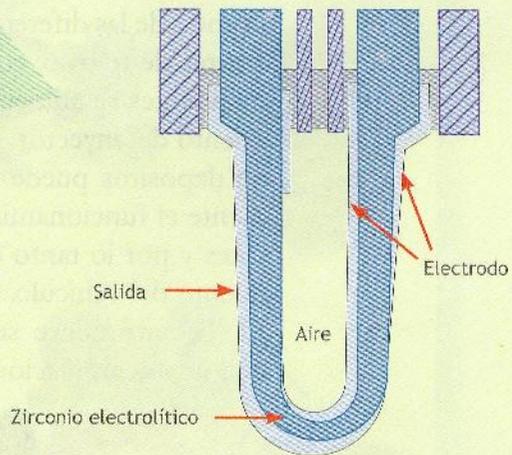
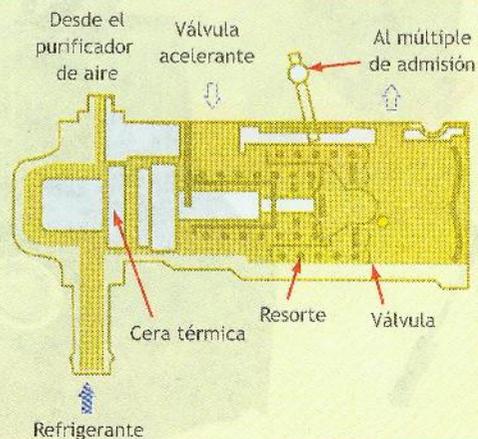


Figura 3.9



LAVADO DE INYECTORES

Todo el sistema de inyección depende del buen funcionamiento y precisión de los inyectores de combustible.

Los problemas empiezan a surgir cuando las partículas, químicos y barnices contenidos en la gasolina, se acumulan en el interior del inyector (en la malla filtrante, en la aguja, en el asiento de la aguja o en los orificios de salida) los cuales se cristalizan, como consecuencia de las diferencias en las temperaturas de trabajo, con lo que los contaminantes se adhieren a las paredes y asiento del inyector. Esta acumulación de depósitos puede cambiar drásticamente el funcionamiento de los inyectores y por lo tanto el buen funcionamiento del vehículo.

Técnicamente se ha demostrado que una acumulación de partículas en

el interior del inyector de sólo 5 micras, puede reducir el caudal hasta en un 25% aproximadamente. Cualquier partícula en el interior del inyector puede afectar el flujo de combustible y alterar la inyección, causando emisiones excesivas de escape, así como un mayor consumo de gasolina y un funcionamiento inadecuado del motor.

Y ¿qué hacer en estos casos?

Los vehículos actuales están equipados con un sistema electrónico de autodiagnóstico que identifica de forma rápida y precisa los componentes defectuosos en el motor.

Sin embargo, debido a que los inyectores son en parte electrónicos y en parte mecánicos, es precisamente muchas veces la parte mecánica, la afectada por los agentes contaminantes.

Para poder analizar con precisión el funcionamiento mecánico de los inyectores, se tienen que desmontar del vehículo, para ser analizados cuidadosamente en cuanto a la existencia de fugas, atomización y caudal de alimentación de combustible con un amplio programa de simulación.

En este capítulo analizaremos los dos procedimientos más recomendados para el servicio de estos dispositivos: el lavado preventivo y el lavado correctivo.



Lavado preventivo

Es un lavado de mantenimiento, cuya realización depende de la frecuencia o tipo de uso del vehículo o de su antigüedad. Algunos fabricantes recomiendan que este lavado se haga a la unidad, una vez que haya recorrido de 15,000 a 25,000 kilómetros; o bien, luego de 12 o 18 meses de uso (lo que ocurra primero). Recuerde que es sólo un lavado de tipo preventivo.

Para realizar este trabajo tenemos tres opciones, las cuales describiremos a continuación:

- » Lavado con boya
- » Lavado con bote presurizado
- » Lavado con aditivo en el tanque de gasolina

Lavado con boya

El procedimiento de lavado con boya es una técnica que está considerada como parte de una afinación menor. Es recomendable realizar el lavado por medios más completos y profesionales como puede ser un lavado con el laboratorio de inyectores.

Sin embargo esta técnica resulta muy útil cuando no contamos con los adaptadores adecuados para el tipo de inyectores que vamos a lavar.

Comentario del especialista

Algunos productos para el lavado y mejoramiento del trabajo de los inyectores, contienen tetraetilo de plomo; el cual es extremadamente dañino para el sensor de oxígeno y catalizador. Es recomendable que antes de utilizar cualquier producto, consulte las indicaciones del fabricante.

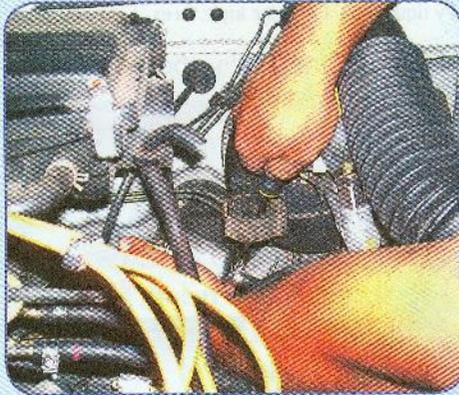
Materiales y herramientas

Se requiere de una boya, conectores adecuados para el tipo de inyección (y en su caso, conectores para desconectar mangueras), desarmadores, una compresora y líquido para limpiar inyectores.



1

Desconecte la bomba de combustible. Para ello, desconecte el fusible o el relevador correspondiente de la caja de control. También puede desactivarla retirando el conector de entrada de alimentación de la misma bomba o realice una conexión de retorno con la línea de regreso de combustible; con esto, logrará que la gasolina regrese al tanque.



2

Para despresurizar las líneas de combustible, después de desconectar la bomba ponga a funcionar el vehículo por algunos segundos.



3

Conecte la boya en la válvula de prueba; o en la manguera de alimentación de combustible, por medio de la conexión especial del equipo. Tape la línea de retorno de combustible, si el sistema de inyección es de los que todavía cuentan con ella. Sea cuidadoso; debido a que la línea está sujeta a alta presión, el combustible puede saltarle a los ojos.



Limpiamiento

Vierta en la boya el líquido limpiador de inyectores, y cierre el depósito de la misma.



Al conectar la compresora, regule su presión y la de la boya con sus respectivos reguladores de presión. Verifique que no haya fugas de líquido limpiador ni de combustible. Encienda la unidad, y ponga a funcionar la marcha; ésta se apagará, en cuanto se termine el líquido limpiador de inyectores.



6

Desconecte la boya y cierre su llave de paso. Cierre también la compresora y reconecte las líneas de combustible, así como la bomba de combustible.



7

Verifique que no existan fugas del combustible en el sistema y compruebe el funcionamiento de la bomba abriendo y cerrando el interruptor de encendido del automóvil. Si está funcionando correctamente, deberá escucharse cuando ésta empieza a funcionar.



Materiales y herramientas

- » Bote presurizado
- » Conexiones especiales para el mismo
- » Desarmadores
- » Llaves de diferente tipo



Lavado con bote presurizado

La técnica del bote presurizado consiste en usar un bote que contiene líquido limpiador a presión. Este bote es conectado en el riel de inyectores, y se deja ahí hasta que se termine su contenido. También hay que desconectar la bomba de combustible, tal como en el caso del lavado preventivo por boya. Y se deben tapan las líneas de combustible, para evitar que el líquido limpiador entre en el tanque de combustible y se mezcle con éste (si esto ocurre, el lavado de los inyectores será incorrecto).

Procedimiento

1

Desconecte la bomba de combustible. Para ello, desconecte el fusible o el relevador correspondiente de la caja de control. También puede desactivarla retirando el conector de entrada de alimentación de la misma bomba o realice una conexión de retorno con la línea de regreso de combustible; con esto, logrará que la gasolina regrese al tanque.



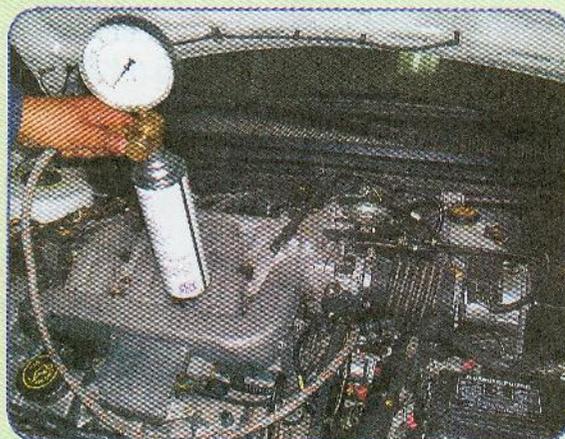
2

Para despresurizar las líneas de combustible, después de desconectar la bomba ponga a funcionar el vehículo por algunos segundos.



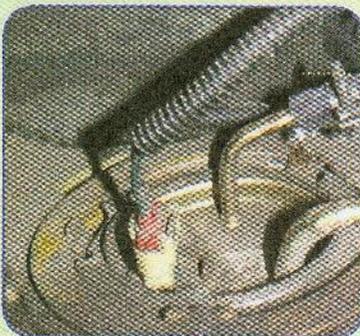
3

Por medio de las conexiones especiales del bote presurizado, conéctelo en la válvula o en la línea de alimentación de combustible. Bloque la línea de retorno de combustible, si el sistema de inyección es de los que todavía cuentan con ella. También verifique que no haya fugas de combustible en las conexiones. Sea cuidadoso ya que la línea está sujeta a alta presión y el combustible puede saltarle a los ojos. Encienda la unidad, y haga funcionar la marcha. La marcha se apagará, en cuanto se termine el líquido limpiador de inyectores contenido en el bote. Es importante que verifique la posición del bote, porque algunos botes de lavado despresurizado se utilizan con la válvula de alimentación hacia abajo y lo indican con una flecha.



4

Desconecte el bote presurizado. Reconecte la bomba de combustible, así como las partes desconectadas del sistema de combustible.



Lavado con aditivo en el tanque de gasolina

Consiste en agregar un líquido limpiador en el tanque de combustible. Asegúrese de usar un líquido de calidad, y de no verterlo en el tanque si está vacío; algunos líquidos pueden dañar el empaque o las partes plásticas del sistema de

combustible. Recomendamos líquido limpiador de la marca Ciclo, KWX o Winis; las agencias autorizadas que hacen este tipo de lavado, tienen sus propias marcas de líquidos limpiadores. En cualquiera de los casos, antes de agregar el líquido al tanque, es importante leer las instrucciones que lo acompañan.

Materiales y herramientas

Líquido limpiador



Comentario del especialista

El líquido agregado al tanque debe ser de una marca de prestigio. De lo contrario, se afectará el funcionamiento del sistema de combustible y se dañarán conectores o componentes del sistema.

Procedimiento

1

Vierta el líquido en el tanque de combustible, previo a llenar el tanque. De esta manera se aprovechará el caudal de la manguera de llenado para mezclar el producto.



2

Conduzca el vehículo hasta que casi se vacíe el tanque. Vuelva a llenar el tanque de combustible y realice nuevamente la prueba de manejo.



Lavado correctivo con el laboratorio de inyectores

El lavado correctivo es aquel que se realiza con equipo especializado con el fin de corregir fallas o alteraciones en los inyectores.

Este tipo de lavado es más delicado que el lavado preventivo, porque se tienen que desmontar los inyectores; y el desmontaje de estos componentes, implica mover también juntas y empaques que pueden llegar a dañarse.

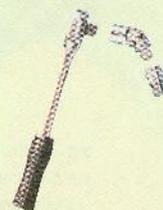
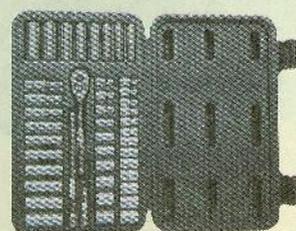
Sin embargo, la verdadera utilidad del lavado correctivo en el laboratorio de inyectores, es que permite verificar el flujo real de estos elementos pese a que se encuentren fuera del motor y de esta manera, poder determinar cuáles tienen alguna falla o problema de rendimiento.

En este procedimiento, realizaremos cuatro pruebas básicas:

1. **Prueba de Fugas:** observar si hay fugas por la puntilla o por el cuerpo de ensamblaje.
2. **Prueba de inyección** comprobar fácilmente la calidad del atomizado.
3. **Prueba de flujo:** medir la cantidad de combustible que suministran los inyectores al motor.
4. **Funcionamiento electrónico:** comprobar el funcionamiento de los inyectores bajo diferentes condiciones de operación (RPM) con un programa de simulación y varía el tiempo de apertura de los inyectores en milisegundos.

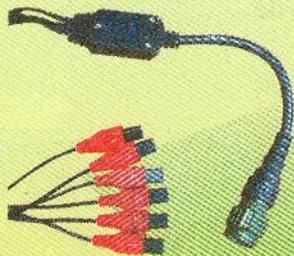
Materiales y herramientas

- » Autocele
- » Desarmadores
- » Pinzas
- » Laboratorio de inyectores
- » Líquido limpiador
- » Inyectores con o sin riel (depende del tipo de laboratorio que se va a utilizar)
- » Despresurizador
- » Tina ultrasónica

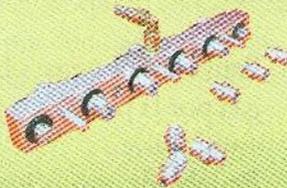


Comentario del especialista

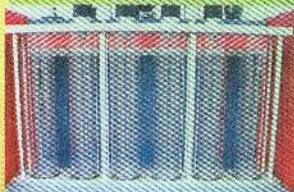
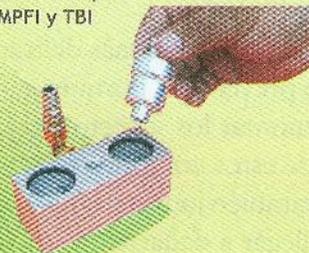
Para seleccionar un laboratorio de inyectores profesional, es importante que observe que cuente con las características y funciones más modernas. Para nuestras explicaciones utilizaremos un laboratorio de la marca LAUNCH.



Conectores-indicadores para hasta 6 inyectores



Conectores y adaptadores para inyectores tipo MPFI y TBI



Receptores de combustible graduados para la medición de resultados



Funciones de lavado, inyección autodiagnóstico, control de tiempo y emulación de condiciones de trabajo del vehículo.



Indicador del nivel de combustible



Tina ultrasónica

Procedimiento

1

Desconecte la bomba de combustible. Para ello, desconecte el fusible o el relevador correspondiente de la caja de control. También puede desactivarla retirando el conector de entrada de alimentación de la misma bomba o realice una conexión de retorno con la línea de regreso de combustible; con esto, logrará que la gasolina regrese al tanque. Despresurice las líneas de combustible, después de desconectar la bomba ponga a funcionar el vehículo por algunos segundos.

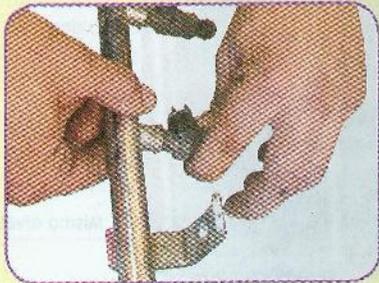


2

Retire el tapón del riel de combustible, y coloque debajo de él un pedazo de estopa para evitar que la gasolina se derrame sobre el motor. También desconecte la manguera de alimentación de combustible del riel; tenga precaución de colocar un pedazo de estopa. Aunque el riel está despresurizado, aún puede derramar un poco de combustible.

3

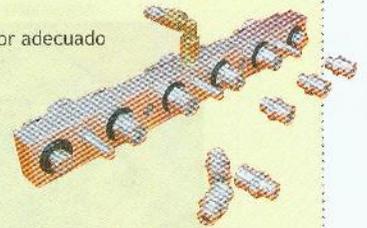
Libere los inyectores de su respectivo conector, retire los tornillos sujetadores del riel y extráigalo y con cuidado desmonte cada uno de los inyectores.



4

Prepare el laboratorio de inyectores. En este caso nosotros utilizaremos un laboratorio de la marca Launch para ejemplificar todo el proceso.

A Seleccione el conector adecuado al tipo de inyector.



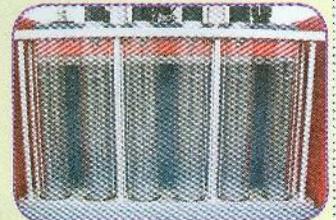
B Selle los conectores que no utilizará.



C Conecte los cables de alimentación.



D Coloque los recipientes receptores del combustible.



E Vierta combustible en el tanque del laboratorio; tenga cuidado en respetar el nivel de llenado recomendado (éste puede variar dependiendo del laboratorio utilizado).



5

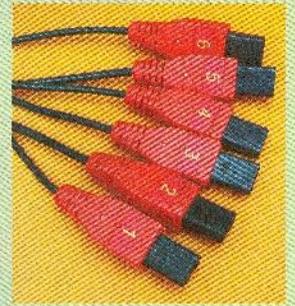
Coloque los inyectores según la posición original en el riel, en los conectores del laboratorio de inyectores. Debe conservar un orden, para que en caso de falla pueda determinar fácilmente de cuál de ellos proviene.



Comentario del especialista



Los conectores del laboratorio de inyectores vienen marcados para poder identificar fácilmente el número de inyector.



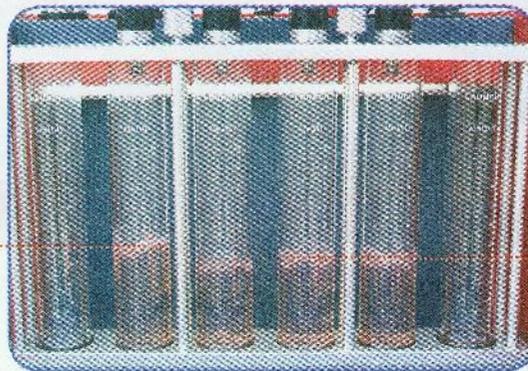
6

La primera prueba que realizaremos será para observar si existen fugas en el inyector. Seleccione la función Prueba de goteo (*Leakage test*); en este caso no tenemos que seleccionar ningún otro parámetro, pues este laboratorio se ajusta automáticamente. Presione el botón *Run* y el equipo empezará a realizar la prueba.



7

Observe y registre el volumen entregado por cada inyector. Debe tomar como referencia los inyectores que hayan inyectado el mismo volumen de combustible y compare los resultados con los datos técnicos del manual del vehículo.



Diferente nivel

Mismo nivel

e dimiento

8

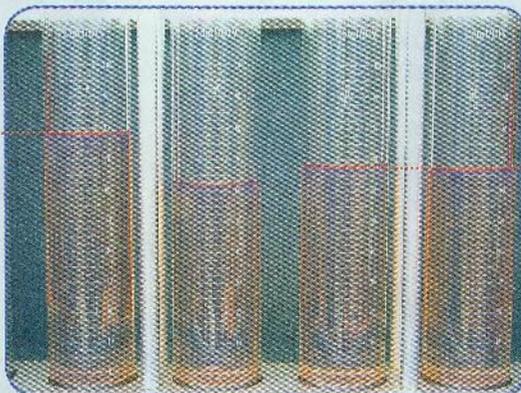
La segunda prueba será para comprobar la calidad de inyección. Para ello, seleccione la función Prueba de inyección *Sprayability test*. En este caso sí debemos seleccionar los parámetros de Pw (ms) que son el número de pulsos que se inyectaran por milisegundos; es decir, el tiempo que el inyector que permanecerá abierto (es importante que consulte los parámetros de funcionamiento indicados según el modelo del vehículo. También debemos seleccionar el tiempo que deseamos que dure la prueba. Una vez ajustados los parámetros presione el botón *Run*.



9

Observe y registre el volumen entregado por cada inyector. Debe tomar como referencia los inyectores que hayan inyectado el mismo volumen de combustible y compare los resultados con los datos técnicos del manual del vehículo.

Diferente nivel



Mismo nivel

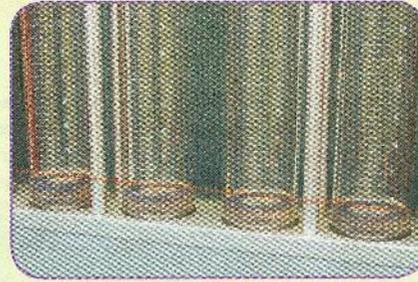
10

Para realizar la prueba de flujo y medir la cantidad de combustible que suministran los inyectores al motor, seleccione la función *Injecting flow test*, seleccione los parámetros de funcionamiento y presione el botón *Run*.



11

Observe y registre el volumen entregado por cada inyector. Debe tomar como referencia los inyectores que hayan inyectado el mismo volumen de combustible y compare los resultados con los datos técnicos del manual del vehículo.



Mismo nivel

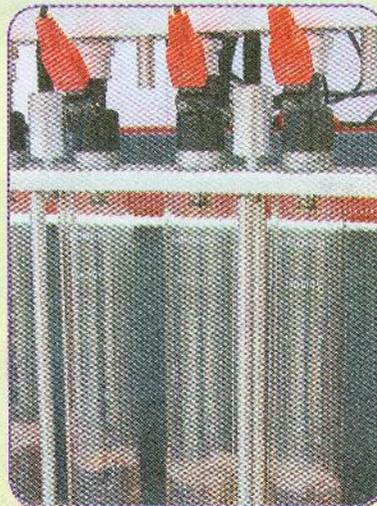
12

La última prueba será verificar el funcionamiento electrónico de los inyectores bajo diferentes condiciones de operación (RPM). Para ello seleccione la función Autopueba *Auto test*; este programa se encargará de realizar la prueba simulando diferentes condiciones, variando la velocidad (alta, baja y velocidad de cruce); así como condiciones en modo de aceleración y desaceleración.



13

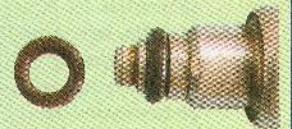
Observe y registre el volumen entregado por cada inyector. Debe tomar como referencia de buen funcionamiento los inyectores que hayan inyectado el mismo volumen de combustible. De esta manera, con esta última prueba ya estamos en condiciones de diagnosticar el estado de funcionamiento de los inyectores y determinar si es necesario reemplazar alguno o bien, proceder al lavado por ultrasonido.



Comentario del especialista



Cada vez que lave los inyectores, es recomendable que reemplace los empaques. Para realizar el cambio no utilice ninguna herramienta, para evitar cualquier daño en el empaque nuevo.



Lavado con laboratorio de ultrasonido

La ventaja de este tipo de lavado, es que se realiza en contra del flujo convencional de los inyectores. Esto evita que se

tapen con las impurezas, y permite darles un servicio más completo.

Procedimiento

1

Desmonte los inyectores con el procedimiento ya descrito anteriormente.



2

Conecte cada uno de los inyectores a las líneas de alimentación del laboratorio de inyectores y colóquelos en la tina de ultrasonido. Vierta el líquido limpiador en la tina de ultrasonido y encienda el equipo.



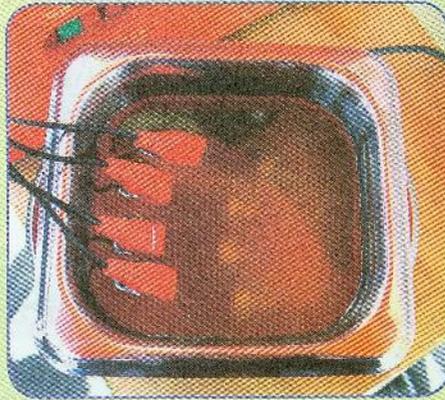
3

Seleccione el tiempo de lavado recomendado por el fabricante del laboratorio (lo recomendable es dejar que el lavado dure mínimo 5 minutos).



4

Durante el procedimiento podremos observar cómo el líquido limpiador se va enturbiando dependiendo de la suciedad de los inyectores.



5

Cuando finalice el proceso, limpie los inyectores con un paño y colóquelos nuevamente en el motor.



6

Verifique que no se dañen las juntas o los orings, que no existan fugas de combustible en el sistema, y que todo funcione correctamente.

