

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



Facultad de Ingeniería Automotriz

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tema:

**Estudio de Emisiones de un Motor con Encendido Electrónico Mediante un
Variador de Chispa**

**Jonathan Paul Echeverría Jumbo
Geovanny José Dillon Ruales
Ronny Andrés Maza Montenegro**

**Director
Ing. Miguel Granja, MSc.
Quito, Julio, 2018**

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Nosotros, Jonathan Paul Echeverría Jumbo, Geovanny José Dillon Ruales y Ronny Andrés Maza Montenegro declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Firma del Graduado
Jonathan Paul Echeverría Jumbo

Firma del graduado
Ronny Andrés Maza Montenegro

Firma del graduado
Geovanny José Dillon Ruales

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, Ing., Miguel Granja, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado
Mgs. Ing. Miguel Granja MSc.
Director

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a mi madre Teresa Jumbo y a mi padre Edgar Echeverria por darme todo el apoyo necesario día a día y así impulsarme a luchar y perseverar para alcanzar mis metas y objetivos personales, sin su apoyo a lo largo de todo este tiempo la culminación de este proyecto no hubiera sido posible.

De antemano quiero agradecer a mis amigos y compañeros de la Universidad ya que han brindado apoyo y más aún colaborado en diferentes proyectos a lo largo del transcurso del periodo universitario.

Reconocer A la Universidad Internacional Del Ecuador por abrirme las puertas y formarme académicamente, moralmente y éticamente por medio de los diferentes docentes los cuales han realizado su trabajo y más aún ha difundido sus conocimientos de manera profesional y más aún brindar una amistad de docente- alumno.

Jonathan Paul Echeverria Jumbo

Dedicatoria

A mi madre Teresa Jumbo por brindarme el apoyo en todo momento, por medio de sus consejos, valores y la motivación recibida a nunca rendirme, lo cual me ha permitido ser una mejor persona y no solo en el ámbito profesional.

A mi padre Edgar Echeverria, por su ejemplo de perseverancia y dedicación lo que lo han caracterizado, el mismo que ha servido de guía ante las diferentes adversidades que he padecido en el transcurso de este periodo.

A mis amigos, los cuales han brindado una mano y un gran apoyo, con su acción nos solo han permitido lograr este objetivo, más aun han permitido fomentar una amistad grata y sincera a pesar de ya no compartir clases.

Y por último a los docentes, que a lo largo de este camino han estado ahí no solo con el fin de dar seguimiento académico sino brindar apoyo y fomentar las relaciones ente alumno y profesor.

Jonathan Paul Echeverria Jumbo

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme bendecido en los momentos en los que más le necesite y por haberme guiado por los obstáculos en el transcurso de mi vida.

A mi madre, que con su demostración de una mujer ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

Mi inmenso agradecimiento a la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador por abrirme las puertas y formarme como un gran profesional, a mis profesores por haber infundido sus conocimientos y prepararme como profesional.

Geovanny José Dillon Ruales

Dedicatoria

Dedico este trabajo especialmente a Dios, por haberme dado la fortaleza para seguir adelante cuando más lo he necesitado y por permitir que haya llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por darme ese impulso esencial en todo momento y por reconfortar mis caídas para que pudiera seguir adelante, facilitando la cosecha de mis logros con sus buenos ejemplos, valores, su perseverancia y constancia, lo cual me ha ayudado en los momentos más difíciles. Al igual que a Luis, quien ha sido un gran apoyo para mi formación.

A mi hermano quien ha estado siempre a mi lado motivándome y brindándome consejos para ser una persona de bien.

A mi sobrino Benjamín Dillon que con su ternura ha encendido una nueva luz en nuestras vidas, en especial te dedico este trabajo por darnos esa felicidad y cariño que tanto velamos, compartiremos muchas aventuras en el futuro, y espero disfrutarlas tanto como las he disfrutado con tu papá.

A mi padre por haberme enseñado la importancia de la sinceridad y honestidad.

A mi tíos, tías y primos quienes siempre han estado presentes para darme un consejo, su apoyo y por compartir tantos momentos llenos de anécdotas y grandes experiencias de vida.

Finalmente, a todos mis maestros quienes fueron el pilar principal de mi formación profesional durante mi vida universitaria, compartiendo sus conocimientos y habilidades para forjar a un futuro colaborador de la patria.

Geovanny José Dillon Ruales

Agradecimiento

Principalmente quiero agradecer a DIOS por sobre todas las cosas porque aun en medio las adversidades mi FE la eh puesto totalmente en EL y por consiguiente eh visto su inmenso amor y su fidelidad conmigo

A mis Padres por darme el apoyo incondicional en esta etapa de mi vida, cada uno me ha aportado con su granito de arena con respecto a los valores que debe ser una persona íntegra antes de ser un profesional

A mis hermanos por brindarme sus conocimientos y su paciencia para conmigo, han sido un pilar fundamental en mi vida

Mi gratitud a la Universidad Internacional del Ecuador por formarme como un gran profesional, a mis queridos profesores por impartirme sus conocimientos y así prepararme como profesional.

Ronny Andrés Maza Montenegro

Dedicatoria

Agradezco principalmente a Dios quien me ha sostenido en este tiempo de adversidades que se me han presentado sin su apoyo y amor incondicional no estaría logrando culminar este objetivo.

Agradezco a mis padres, a mi papá por su perseverancia en hacer justicia ante las irregularidades y a mi mama por esa fuerza de siempre salir adelante: a los dos por brindarme su apoyo incondicional para no quedarme n el camino si no avanzar con paso firme durante toda mi carrera.

A mis hermanos, mi hermano mayor Javier que me enseñó que la rectitud y la palabra de un hombre valen mucho, a mi hermana menor Gaby por esa firmeza en tomar sus decisiones: a los dos por sus consejos, por esos ánimos, por esas fuerzas que cada vez que conversábamos me alentaban aún más.

A mi líder Adrián Meneses por ser ese guía espiritual el cual todos deberíamos de tener, para saber tomar buenas decisiones y aún más encaminarnos en el propósito que DIOS tiene escrito para nosotros.

A mis amigos de toda la vida Jefferson Villalba y Christian Castro que siempre han estado para mí en las buenas como en las malas, prevaleciendo siempre nuestra amistad de más de 8 años.

Ronny Andrés Maza Montenegro

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	2
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	3
Agradecimiento - Jonathan Paul Echeverria Jumbo.....	4
Dedicatoria - Jonathan Paul Echeverria Jumbo.....	5
Agradecimiento - Geovanny José Dillon Ruales.....	6
Dedicatoria - Geovanny José Dillon Ruales.....	7
Agradecimiento - Ronny Andrés Maza Montenegro	8
Dedicatoria - Ronny Andrés Maza Montenegro.....	9
Artículo Científico.....	11
Abstract.....	11
1. Introducción	12
2. Marco Teórico.....	12
3. Materiales y Métodos.....	15
4. Resultados.....	19
5. Conclusiones.....	19
Bibliografía.....	20
ANEXOS	21
ANEXO 1 - INYECCION ELECTRONICA – CONTROL DE EMISIONES	21
ANEXO 2 - ANÁLISIS DE LOS GASES DE ESCAPE DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	23
ANEXO 3 -SISTEMAS DE INYECCION ELECTRÓNICA A GASOLINA	27
ANEXO 4 - SISTEMAS DE INYECCION POR SUS CARACTERISTICAS	39
ANEXO 5 - SISTEMA DE LUBRICACION DIESEL, PARTES Y FUNCIONAMIENTO	46

Artículo Científico

ESTUDIO DE EMISIONES EN FUNCIÓN DEL PULSO, UTILIZANDO UN VARIADOR DE CHISPA

Universidad Internacional Del Ecuador-Facultad de Ingeniería Mecánica

Av. Simón Bolívar y Jorge Fernández

Quito- Ecuador

OBJETIVO

Determinar las fluctuaciones en emisiones contaminantes de un motor con encendido electrónico, mediante la utilización de un variador de chispa.

Resumen

El presente estudio tiene como finalidad determinar el funcionamiento de un motor de combustión interna y poder medir las emisiones contaminantes que estos provocan y ocasionan en el funcionamiento y en el medio ambiente, por esta razón se realiza la medición de gases con la utilización de un variador de chispa, el cual nos permita modificar el amperaje y de esta manera sea proporcional a la variación de voltaje que esta entregara a las bujías y provocaran la chispa eléctrica y posteriormente la combustión, de esta manera poder definir y estudiar cómo influye una mejor o peor combustión dentro del cilindro provocado por una variación de la misma, las pruebas serán realizadas en un vehículo de prueba, el cual será seleccionado por su aceptación en el medio local y fácil acceso a sus componentes.

Es importante enunciar que la combustión y calidad de la combustión es un factor influyente en el rendimiento adecuado de un automotor y una reducción considerable del valor numérico de las emisiones.

Palabras Claves: Variador, chispa, voltaje, amperaje, combustión

Abstract

The purpose of this study is to determine the operation of an internal combustion engine and to measure the pollutant emissions that these cause and produce in the operation and in the environment, for this reason the measurement of gases is made with the use of a spark variator, which allows us to modify the amperage and in this way it is proportional to the variation of voltage that it will delivered to the spark plugs and provoke the electric spark and later the combustion, in this way it will be defined and studied how it influences for better or worse the combustion inside the cylinder caused by a variation of the same, the tests will be performed in a test vehicle, which will be selected for its acceptance in the local environment and its easy access to its components.

It is important to state that the combustion and quality of the combustion is an influential factor in the adequate performance of a motor vehicle and a considerable reduction of the numerical value of the emissions.

Keywords: Variator, spark, voltage, amperage, combustion

1. Introducción

El presente estudio de emisiones, se encuentran englobados varios aspectos y uno de estos es el previo conocimiento del sistema de inyección a gasolina en los vehículos que, actualmente ha sido la variante en consumo y rendimiento.

Actualmente cada vehículo cuenta con una computadora principal (ECU) la cual mediante pulsos eléctricos controla todos los sensores que se emplean en cada automotor.

En el sistema de Inyección podemos observar que se puede apreciar que el proceso de combustión se maneja el aspecto de las emanaciones y controles de las mismas. En un análisis profundo y detallado de cada parte, sectores y comparativo de los mismos; se observa cuanto contaminamos cada día o durante el uso del vehículo cotidiano.

Las grandes empresas están siempre en la búsqueda de la reducción en la polución global con lo que se ha generado una competencia de patentes y en aspectos políticos, que cada regio o país implemente medidas para contrarrestar las mismas.

Dentro del Ecuador, se manifiestan varias agencias metropolitanas en función de la protección del ambiente y las emanaciones al igual que la supervisión del buen estado y condiciones vehiculares para su andar en las diferentes ciudades. En la ciudad de Quito, se encuentra la Agencia Metropolitana de Tránsito, cuya función es cumplir las normas ambientales y de circulación e urbanidad, es decir que, la agencia procede a evaluar el estado de cada vehículo.

Los aspectos a evaluarse en cada estación de control son: suspensión, gases y emanaciones, dirección, luces, llantas y labrado. El aspecto más importante es el que se da en la máquina evaluadora de gases ya que, esta procede a medir la cantidad de los mismos entregados a la atmósfera en todas las

revoluciones. La gran mayoría de casos se solucionan al colocar un convertidor catalítico, y un reajuste en el paso del combustible.

La contaminación, tomándola no a una gran escala o la misma sea global, se aprecian más sus afectaciones, dentro del Distrito Metropolitano de Quito, se puede apreciar a simple vista los lugares donde la cantidad de polución ha ido afectando, desde infraestructuras hasta el medio ambiente por el cual se ve involucrado el paso constante de vehículos al igual que salud de las personas cuyas residencias estén aproximadas a estas locaciones.

2. Marco Teórico

FUNCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS SENSORES

FUNCIÓN Y APLICACIÓN.

Según la aplicación y función de cada uno de los sensores estos se dividen en:

- Sensores funcionales.

Destinados principalmente a las tareas de mando y regulación.

- Sensores para fines de seguridad y aseguramiento.

Es decir, sensores antirrobo.

- Sensores para la vigilancia del vehículo.

Es decir, los sensores que envían toda la información para que pueda ser revisada e interpretada por el conductor (los gases, la presión del aire, etc.)

SEGÚN SU SEÑAL DE SALIDA.

Si tomamos en cuenta las características los sensores se pueden dividir en:

- Los que proporcionan una señal analógica (ejemplo: la que

proporciona el caudal metro o medidor de caudal de aire aspirado, la presión del turbo, la temperatura del motor etc.)

- Los que proporcionan una señal digital (ejemplo: señales de conmutación como la conexión/desconexión de un elemento o señales de sensores digitales como impulsos de revoluciones de un sensor Hall)
- Los que proporcionan señales pulsatorias (ejemplo: sensores inductivos con informaciones sobre el número de revoluciones y la marca de referencia)

Sensor de posición del cigüeñal (ckp)

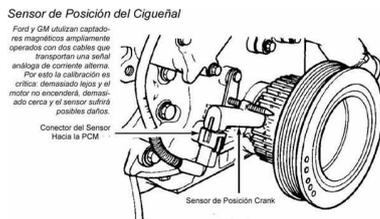


Figura 1. Sensor CKP

Función:

Proporcionar al pc la posición del cigüeñal y los rpm. Es del tipo captador magnético.

Síntomas de falla:

Motor no arranca.
 El automóvil se tironea.
 Puede apagarse el motor espontáneamente.

Aplicación:

Probar que tenga una resistencia de 190 a 250 ohm del sensor esto preferente a temperatura normal el motor.
 Continuidad de los 2 cables.
 Y con el scanner buscar el número de cuentas.

Sensor de velocidad del vehículo

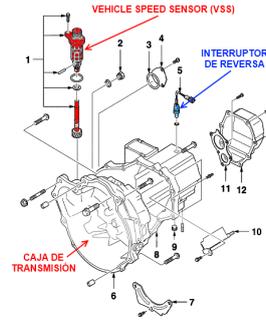


Figura 2. Sensor de velocidad

Los voltajes que proporciona este sensor la computadora los interpreta para:
 La velocidad de la marcha mínima.
 El embrague del convertidor de torsión.
 Información para que marque la velocidad, el tablero eléctrico digital.
 Para la función del sistema de control de la velocidad de crucero (cruise control).

Sensor de detonación (KS)

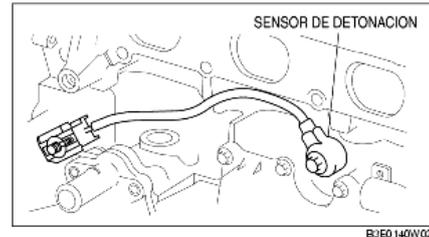


Figura 3. Conexión sensor de detonación



Figura 4. Sensor de golpeo

Es un sensor de tipo piezoeléctrico, la detonación o cascabeleo del motor provoca que el sensor genere una señal de bajo voltaje y esta es analizada por el pc (computadora del carro).

Esta información es usada por el pc para controlar la regulación del tiempo, atrasa el tiempo hasta un límite que varía según el fabricante puede ser de 17 a 22 grados, esto lo hace a través de un módulo externo llamado control electrónico de la chispa.

Sensor de Posición del Acelerador (TPS)

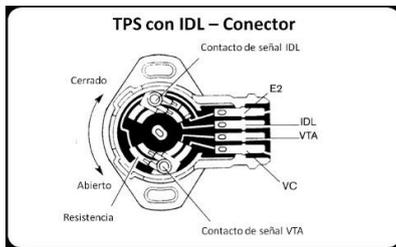


Figura 5. Sensor TPS

Informa al pc la posición de la mariposa del cuerpo de aceleración.

Calcula el pulso del inyector.

Calcula la curva de avance del encendido.

Es de tipo potenciómetro.

Calcula el funcionamiento del sistema del control de emisiones.

Las señales que genera este sensor la computadora las usa para modificar:

Regulación del flujo de los gases de emisiones del escape a través de la válvula egr.

La relación de la mezcla aire combustible.

Corte del aire acondicionado por máxima aceleración.

SENSOR DE OXÍGENO EN LOS GASES DE ESCAPE

Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además, la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

La sonda está constantemente expuesta a las peores condiciones de funcionamiento, y recibe golpes, variaciones de temperatura, hollín, gases

Perjudiciales, quema de aceite, gasolina con plomo y otras cosas más que podrán acortar su vida útil.

CONTROL DE EMISIONES

Un vehículo para desplazarse debe adquirir energía de alguna fuente y transformarla mediante el motor en energía cinética para que las ruedas giren y se produzca el desplazamiento.

Un vehículo convencional adquiere la energía que se encuentra almacenada en un combustible fósil, que se libera mediante la combustión en el interior de un motor térmico convencional. Estos combustibles fósiles son primordialmente derivados del petróleo: gasolina y diésel; aunque también podrían ser biocombustibles, de los que hablaremos más adelante.

Las emisiones de CO2 se producen por la quema del combustible y son expulsadas a través del tubo de escape. La cantidad de CO2 emitida, si atendemos únicamente al tipo del vehículo –y no a la forma de

conducción—, depende de la cantidad de energía necesaria para circular y de la eficiencia del motor. La cantidad de energía necesaria depende del peso del vehículo y de su potencia. Por tanto, a mayor potencia y mayor peso, mayor consumo de combustible y mayores emisiones de CO₂.

Para determinar la cantidad de emisiones que los vehículos generan, se emplea la fórmula con los diversos factores de conversión.

Para realizar el cálculo de la huella de carbono debida a los desplazamientos en vehículos se necesita saber cuál es el consumo de combustible. Se puede disponer de este dato de dos formas:

- Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos.
- Kilómetros recorridos, marca y modelo del vehículo.

Para vehículos eléctricos se necesitará saber la electricidad consumida (kWh).

Factor de emisión

Gasolina 2,196 kg CO₂/l

Diésel 2,471 kg CO₂/l

El factor de emisión para cada marca y modelo de coche habrá que determinarlo con su respectivo manual del fabricante o simplemente acudir a los registros en los centros de emisiones a nivel nacional.

Ejemplo:

Volkswagen Golf 1.6. 110 CV 99

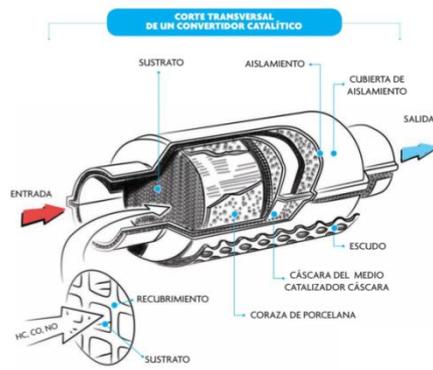


Figura 6. Catalizador



Figura 7. Emisiones de escape

3. Materiales y Métodos

3.1 MATERIAL

La medición y comprobación de voltaje de la chispa y la variación del amperaje para medir las emisiones contaminantes del vehículo de prueba la realizamos mediante el uso de varios componentes en la facultad de ingeniería automotriz:

- Basamos el estudio a realizar en un modelo común de vehículo con motor de combustión interna



Figura 8: Aveo activo 1.6

- El modelo escogido para la realización de esta práctica es el Chevrolet Aveo Activo Motor 1.6

- Obtuvimos dos vehículos del mismo modelo y misma motorización y diferente año para la práctica.
- Un vehículo económico referente a consumo y motor doble árbol de levas.



Figura 9: módulo de bobina de encendido del Aveo activo 1.6

Para la realización de esta práctica, requerimos materiales indispensables como:

PROCESO DE ANALISIS DE GASES

Para el proceso de medición, se procede a colocar en el vehículo el analizador de gases que consiste en una manguera la cual tiene en su interior o dependiendo del modelo una especie de micrófono el cual da las lecturas mediante un ordenador. Los datos que se proceden a evaluar son:

- La contaminación es decir el CO₂ que genera el vehículo a las diferentes relaciones.
- El componente de los gases, es decir, las demás partículas que se involucran en la combustión del automotor

Dentro del programa el cual nos ira diciendo mediante marcadores las emisiones, se encuentra que el proceso de lectura se lo realiza hasta las dos mil quinientas revoluciones por minuto máximo tres mil, ya que la mayoría de

motores trabajan a ese punto en el cambio de marcha.

Después del análisis y las lecturas, se puede realizar un análisis más exhaustivo retirando los sensores o simplemente tomar la lectura con vehículo que no cuenten con el convertor catalítico o cuenten con algún dispositivo que amplifique el sonido y la salida de gases al ambiente.

El convertor catalítico al momento de esta ya no estar funcional, las lecturas son muy elevadas, al igual que se pueden detectar si los inyectores están trabajando de una manera inadecuada.

Se emplean varios métodos para aquellos vehículos que ya sea su motivo como la edad de fabricación necesitan de una implementación de sustancias que vayan directo a la gasolina y alteren a la misma para que las emisiones sean correctas o disminuyan significativamente y aprobar la matriculación.



Figura 10. Sonda analizadora



Figura 11. Pantalla analizadora

Analizador de emisión de gases. Combustible Súper, Extra y Eco País



Figura 12. Analizador de emisiones
3.2 El método empleado en esta investigación es la siguiente:

Conocer la cantidad de gases emitidos utilizando un variador de chispa comandado por el sistema FSA desde la bobina de encendido del vehículo a 2500rpm y a ralentí.

GASES EMITIDOS EN EL ANALISIS DE EMISIONES

Tabla 1. Limite máximos de emisiones

Tabla 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o talenti (prueba estatica)				
Año Modelo	% CO*		ppm HC*	
	0-1500**	1500-3000**	0-1500**	1500-3000**
2000 y posteriores	1	1	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

* volumen
 ** Altitud= metros sobre el nivel del mar (msnm)

Los gases son la resultante de la combustión generada por la chispa en la bujía en conjunto con la mezcla aire gasolina, en el proceso se generan una cantidad específica de los mismos y estos a su vez son clasificados de manera, contaminante y no contaminante.

Gases no contaminantes

- **Dióxido de carbono**

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera actualmente en una proporción de 350 ppm. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

- **Nitrógeno**

El nitrógeno es el componente principal de la atmósfera del planeta Tierra, con el 78,1% de su volumen. Esta concentración es resultado del balance entre la fijación del nitrógeno atmosférico por acción bacteriana, eléctrica (relámpagos) y química (industrial) y su liberación a través de la descomposición de materias orgánicas por bacterias o por combustión.

- **Oxígeno**

Elemento químico gaseoso, esencial en los procesos de respiración de la mayor parte de las células vivas y en los procesos de combustión. Es el elemento más abundante en la corteza terrestre. Cerca de una quinta parte del aire es oxígeno.

- **Agua**

Es aspirada por el motor debido al ambiente dentro del cual nos ubiquemos es decir su región barométrica, se ve involucrada ya que es un subproducto generado en la expulsión del gas y emanaciones y no genera nada de inconvenientes al automotor.

Gases contaminantes

- **Monóxido de Carbono**

Gas carbonoso y anhídrido carbonoso, incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo. Los vehículos con el motor encendido también lo despiden.

- **Hidrocarburos**

Los motores a gasolina emiten mayores cantidades de este gas nocivo, entre las diferentes clases y variedades de los mismos, encontramos al benceno que es un gas nocivo para cualquier tipo de ambiente y altamente cancerígeno, se emite en los automóviles a todo momento y en las pérdidas de emanaciones en combustibles mal almacenados.

- **Óxidos de nitrógeno.**

El dióxido de nitrógeno es el principal contaminante de los óxidos de nitrógeno, y se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. Se trata de una sustancia de color amarillento, que se forma en los procesos de combustión en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato.

- **Dióxido de azufre**

El Dióxido de azufre, también llamado dióxido de sulfuro, es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante que se comienza a percibir con 0,3 a 1,4 ppm y es perfectamente distinguible a partir de 3 ppm -partes por millón-. Su densidad es el doble que la del aire. No es un gas inflamable, ni explosivo y tiene mucha estabilidad, es muy soluble en agua y en contacto con ella se convierte en ácido sulfúrico.

- **Material particulado**

El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas

partículas además producen reacciones químicas en el aire.

PARÁMETROS	VALORES	
	A 736 rpm	A 2500 rpm
HC	107 ppm	68 ppm
CO	0.18 % vol.	0.16 % vol.
O2	0.25 % vol.	0.51 % vol.
Lambda	1.002	1.016
CO2	15.00 % vol.	14.8 % vol.

El sistema de análisis en conjunto con el scanner y los softwares de control de emisiones proceden a darnos lectura de cada uno de estos aspectos detallados.

En la medición se procede a dar la lectura y mediante un reajuste, calibración o simplemente el catalizador, podemos apreciar su disminución.

En la prueba que se generó por parte del grupo, se analizó los gases a las diferentes revoluciones, empezando a partir de ralentí hasta aumentar a una revolución máxima en la máquina de dos mil revoluciones.

Lo que nos dio a concluir que un vehículo que no tenga una correcta calibración de gases incluyendo su conversor catalítico, genera mucha contaminación inclusive si este no se mueve y se mantiene su motor encendido, al igual que se procedió con la evaluación de un vehículo a carburador que dio valores negativos en los gases y una elevada polución ya que el mismo no estaba calibrado de acuerdo con las normativas.

4. Resultados

De esta manera, se procedió a dar encendido al motor. Ya se podía observar en la pantalla del FSA los datos resultantes de la medición.



Figura 13. Proyecciones de los resultados del equipo FSA de BOSCH
Fuente: Autores

Tabla 4: Primera medición de gases

- Como podemos observar en la tabla el (CO) = Monóxido de carbono.
- (CO₂) = Dióxido de carbono, (HC) = Hidrocarburos en estado puro.
- (O₂) = Oxígeno, (ppm) = Partículas por millón de hidrocarburos.
- (RPM/ °C) = Revoluciones por minuto / Grados centígrados.



5. Conclusiones

Además, se logró realizar un análisis mediante la realización del estudio de variación de la chispa en cada cilindro, con el cual logramos comprobar la teoría, la bobina puede operar en si grandes picos de potencia por tanto esta tiene que estar ajustada y operada apropiada mente para asegurar su eficiencia y gastos económicos.

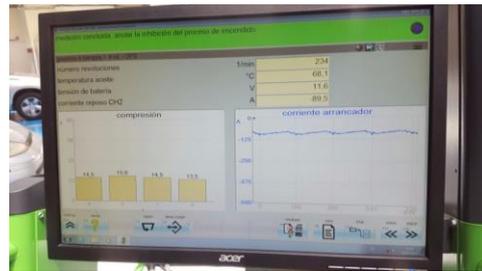


Figura 9: Análisis del equipo FSA Bosch

- El sistema de inyección no contamina al medio ambiente a comparación del sistema de carburación que siempre está contaminando.
- Los sistemas actualmente han mejorado, logrando un óptimo desarrollo, potencia y trabajo sin la necesidad de generar grandes cantidades de contaminación,
- Todo vehículo contamina, mediante cada chequeo o supervisión, estamos aportando a que el automotor primeramente este en óptimas condiciones y excelente estado mecánico y de la misma manera contribuimos al medio ambiente.

Bibliografía

- [1] C. merchan, Determinacion de la potencia y torque en motores de combustion interna. Comunidad SENNA. (4 de Marzo de 2010). *Google.blogspot*. Recuperado el 17 de Febrero de 2017, de misena.edu: <https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/sistema-electronico--de-inyeccion>
- [2] D. e. tiempo, «Gasolina extra aumenta octanaje a nivel nacional».
- [3] M. d. Hidrocarburos, «informacion sobre combustible ecopais».
- [6] F. Villacreses, «Aumento de la potencia del motor segun el octanaje,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/123701477/Aumento-de-Potencia-del-motor-segun-el-octanaje>.
- AutoAvance. (25 de Enero de 2015). *AutoAvance*. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de Blog tecnico automotriz: <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/150-inyeccion-electronica-y-control-de-emisiones>
- CISE. (25 de Abril de 2010). *Cise Electronica*. Recuperado el 17 de Febrero de 2017, de electronica CISE portal fichas tecnicas : <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-an%C3%A1lisis-de-los-gases-de-escape-de-los-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.html>
- conevyt. (2014). *Sistemas de Control de Emisiones*. Mexico DF: CDMX.
- Descarbonizadoras . (2010). *Interpretacion del Analisis de Gases*. España: Vintimilla.
- Jarrin, P. F. (2015). *Analisis de resultados de la medicion de emisiones de gases contaminantes de fuentes moviles*. Ecuador: UPSE.
- Perez, C. (25 de Mayo de 2013). *Blogspot*. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de cperesautomotriz: <https://cperezautomotriz2013ctplm.blogspot.com/2012/09/inyeccion-electronica-gasolina.html>
- Rodriguez, A. P. (2007). *Sistema de control de inyeccion,encendido para motores OTTO*. España: Escuela Tecnica Superior de Barcelona.
- Salud GEO Ambiental . (2010). *Materiales contaminantes en la cobustion*. Mexico: CISE.

ANEXOS

ANEXO 1 - INYECCION ELECTRONICA – CONTROL DE EMISIONES

En los vehículos de inyección electrónica encontramos sistemas que se encargan del buen funcionamiento y del rendimiento del motor, entre ellos tenemos el sistema **ECCS** (sistema de alimentación y control de emisiones) este sistema está compuesto por diversos componentes (la **ECU**, Sensores y Actuadores) que se encargan de regular la mezcla de aire-combustible



de tal forma que esta sea la ideal para el buen funcionamiento del motor y que a la hora de ser quemada no emita gases contaminantes que atenten con nuestro medio ambiente.

La unidad de control electrónico (**ECU**) es la encargada de determinar la cantidad de combustible que es inyectado en la cámara de combustión, esto lo hace teniendo en cuenta el tiempo de apertura de la válvula de admisión. La cantidad de combustible inyectado es un valor que este preestablecido por las condiciones de funcionamiento del motor determinadas por las señales de entrada que entregan los sensores **CKP** y el **MAF** indicando las **RPM** (Revoluciones por minuto) del motor y el flujo de aire que pasa por el colector de admisión.

Adicionalmente, la cantidad de combustible inyectado en la cámara de combustión es compensado con el fin de mejorar el rendimiento del motor bajo diversas condiciones de funcionamiento ya sea en un arranque en frío o en aceleraciones bruscas.

Para lograr tener un mejor control en la relación de la mezcla aire-combustible los vehículos tienen un sistema de retroalimentación el cual está diseñado para controlar con precisión la relación de la mezcla a un punto estequiométrico, para que el catalizador pueda reducir las emisiones de **CO**, **HC**, y **NOx**. Este sistema usa un sensor en el múltiple de escape conocido como sensor de oxígeno o sonda lambda el cual es utilizado para informar cuando la mezcla esta pobre o rica teniendo en cuenta los gases que salen por este múltiple, ayudando a la **ECU** a comprobar la relación aire-combustible. La unidad de control ajusta la amplitud del pulso de inyección de acuerdo con el voltaje del sensor, de esta forma la relación de mezcla estará dentro del rango de la relación estequiométrica aire-combustible. Esta etapa se refiere a la condición de control de lazo cerrado.

La condición de control de lazo abierto se refiere a aquella bajo la cual la **ECU** detecta un mal funcionamiento del sensor de gases de escape o insuficiente activación de este sensor a baja temperatura del motor, en cualquiera de estas condiciones el sistema de control de retroalimentación se detiene manteniendo estable la combustión.

El sistema de control de retroalimentación de la relación de mezcla registra la señal transmitida por el sensor de gases de escape. Esta señal de retroalimentación es enviada

después a la **ECU** para controlar la cantidad de combustible a inyectar. Dado así la relación de mezcla teórica. Sin embargo, la relación de mezcla básica no necesariamente está controlada como originalmente se diseñó. Esto es debido a errores de fabricación y cambios durante la operación de las partes del sistema **ECCS** (sistema de alimentación y control de emisiones) que afectan directamente la relación de la mezcla.

Por consiguiente, la diferencia entre las relaciones de mezcla básica y teórica se registrará en este sistema. Esta es manejada en términos de tiempo que dura la inyección compensando así automáticamente la diferencia que exista entre las dos relaciones.

ANEXO 2 - ANÁLISIS DE LOS GASES DE ESCAPE DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Del resultado del proceso de combustión del motor se obtienen diversos gases y productos, entre ellos los más importantes son el CO (Monóxido de carbono), el CO₂ (Dióxido de carbono), el O₂ (Oxígeno), Hidrocarburos no quemados (HC), Nitrógeno, agua y bajo ciertas condiciones Nox (óxidos de Nitrógeno).

Un correcto análisis de las proporciones de los gases puede dar lugar a diagnósticos muy importantes del funcionamiento del motor.

El analizador de gases de escape analiza la química de estos gases y nos dice en que proporciones se encuentran los mismos.

Todos estos productos se obtienen a partir del aire y del combustible que ingresa al motor, el aire tiene un 80 % de Nitrógeno y un 20 % de Oxígeno (Porcentajes aproximados).

Podemos entonces escribir lo siguiente:

AIRE + COMBUSTIBLE =====> CO + CO₂ + O₂ + HC + H₂O + N₂ + Nox (bajo carga)

Una combustión completa, donde el combustible y el oxígeno se queman por completo solo produce CO₂ (dióxido de carbono) y H₂O (agua).

Este proceso de una combustión completa y a fondo muy pocas veces se lleva a cabo y entonces surge el CO (monóxido de carbono) y consiguientemente aparece O₂ (Oxígeno) y HC (Hidrocarburos), tengamos en cuenta que la aparición de los mismos es porque al no completarse la combustión "siempre queda algo sin quemar."

Los valores normales que se obtienen a partir de la lectura de un analizador de gases conectado a un motor de un vehículo de Inyección Electrónica son los siguientes:

CO < 2 % O₂ < 2%

CO₂ > 12% HC < 400 ppm.

El nitrógeno normalmente, así como entra en el motor, sale del mismo y en la medida que el motor no esté bajo una carga importante no forma Óxidos de Nitrógeno.

Vamos a estudiar cada uno de estos gases:

CO (Monóxido de carbono):

El Monóxido es resultado del proceso de combustión y se forma siempre que la combustión es incompleta, es un gas toxico, incoloro e inodoro. Valores altos del CO, indican una mezcla rica o una combustión incompleta. Normalmente el valor correcto está comprendido entre 0,5 y 2 %, siendo la unidad de medida el porcentaje en volumen.

CO₂ (Dióxido de Carbono):

El dióxido de Carbono es también resultado del proceso de combustión, no es toxico a bajos niveles, es el gas de la soda, el anudrido carbónico.

El motor funciona correctamente cuando el CO₂ está a su nivel más alto, este valor porcentual se ubica entre el 12 al 15 %. Es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión.

Como regla general, lecturas bajas son indicativas de un proceso de combustión malo, que representa una mala mezcla o un encendido defectuoso.

HC (Hidrocarburos no quemados):

Este compuesto representa los hidrocarburos que salen del motor sin quemar.

La unidad de medida es el ppm, partes por millón de partes, recordemos que el porcentaje representa partes por cien partes y el ppm, partes por millón de partes.

La conversión sería $1\% = 10000 \text{ ppm}$.

Se utiliza el ppm, porque la concentración de HC en el gas de escape es muy pequeña.

Una indicación alta de HC indica:

Mezcla rica, el CO también da un valor alto.

Mala combustión de mezcla pobre.

Escape o aceite contaminado.

El valor normal está comprendido entre 100 y 400 ppm.

O₂ (Oxígeno):

Este compuesto es el oxígeno del aire que sobra del proceso de combustión.

Un valor alto de Oxígeno puede deberse a mezcla pobre, combustiones que no se producen o un escape roto.

Un valor de 0% significa que se ha agotado todo el oxígeno, si el Co es alto es indicativo de un mezcla rica. Normalmente el Oxígeno debe ubicarse debajo del 2 %.

Nox (Óxidos de Nitrógeno):

Los óxidos de Nitrógeno se simbolizan genéricamente como Nox, siendo la "x" el coeficiente correspondiente a la cantidad de átomos de Nitrógeno, puede ser 1, 2,3 etc.

Estos óxidos son perjudiciales para los seres vivos y su emisión en muchos lugares del mundo se encuentra reglamentada. Los óxidos de Nitrógeno surgen de la combinación entre sí del oxígeno y el nitrógeno del aire, y se forman a altas temperaturas y bajo presión. Este fenómeno se lleva a cabo cuando el motor se encuentra bajo carga, y con el objetivo de disminuir dicha emisión de gases, los motores incorporan el sistema EGR (recirculación de gas de escape).

El EGR está constituido por una válvula, de accionamiento neumático o eléctrico, que permite que partes de los gases de escape pasen a la admisión del motor, y de esta forma se encarezca la mezcla. Si bien el motor pierde potencia, la temperatura de combustión baja y ello lleva aparejado una disminución en la emisión de Nox.

Tenemos que destacar que la válvula EGR, se abre en motores naftenos sólo bajo condiciones de carga y su apertura es proporcional a la misma.

El sistema EGR disminuye las emisiones de óxidos de nitrógenos, por una baja significativa en la temperatura de la cámara de combustión, como consecuencia del ingreso del gas de escape a la misma.

Relación Lambda:

Se define a la relación Lambda como $\text{Rel. Lambda} = \text{R. Real} / 14.7$, Siendo R.Real la relación en peso aire- combustible real que tiene el motor en ese momento.

La relación ideal aire-combustible es de 14.7 gr. de aire y 1 gr. de nafta.

Supongamos que el motor está funcionando con una mezcla un poco rica, por ejemplo, con una relación 13.8:1, entonces la relación lambda será $R. \text{Lambda} = 13.8/14.7$

Vemos que este valor será 0.9.

En resumen, una relación lambda menor que 1, significa que la mezcla aire combustible se está produciendo en una condición de riqueza.

Una relación lambda mayor que 1, significa que la relación aire combustible se está efectuando en una condición de pobreza.

Tengamos presente algo muy importante:

"Una relación lambda=1, significa que el aire y el combustible han sido mezclados en la proporción exacta, lo que no implica que el motor después queme bien esos productos"

Esto puede interpretarse como que a pesar de que la mezcla es correcta, el motor puede tener deficiencias y quemar mal esa mezcla.

Este concepto es importante porque nos puede indicar problemas en el motor, como una mala puesta a punto de la distribución, un encendido defectuoso, combustiones desparejas por inyectores sucios, etc.

Analizadores de Gases Infrarrojos

Funcionamiento y principios básicos:

Actualmente existen diversos tipos de sistemas para análisis de gases de escape.

Trataremos a continuación la teoría y explicación del funcionamiento de los analizadores de gases de escape infrarrojos. La energía infrarroja IR es una forma de luz. La longitud de onda de esta energía es más larga que la de la luz que nosotros podemos llegar a ver, de todas maneras, el ser humano no puede ver la energía infrarroja directamente desde sus ojos. De hecho, existen algunos dispositivos que pueden detectar la presencia de ondas de luz infrarroja.

Muchos gases tienen la propiedad de absorber ondas de luz específicas. Los gases principales en el campo de trabajo automotriz como lo son: monóxido de carbono, hidrocarburos, dióxido de carbono, etc. tienden a absorber las bandas estrechas de longitudes de ondas infrarrojas 5 ó 6 veces más largas que la luz visible. La absorción del ancho de las bandas de cada uno de los componentes de un gas es relativamente estrecha. Afortunadamente hay un muy pequeño lapso de absorción de bandas en varios gases presentes en una corriente de gases.

Es posible detectar la presencia de un gas, por medición del equivalente de la luz infrarroja absorbida en una onda particular de energía infrarroja que pasa a través de las células contenidas en la mezcla de un gas. Si un gas absorbe un espectro de luz infrarroja, y este espectro es característico y específico de dicho gas, entonces la indicación de esta absorción puede ser usada como indicación de la concentración de dicho gas.

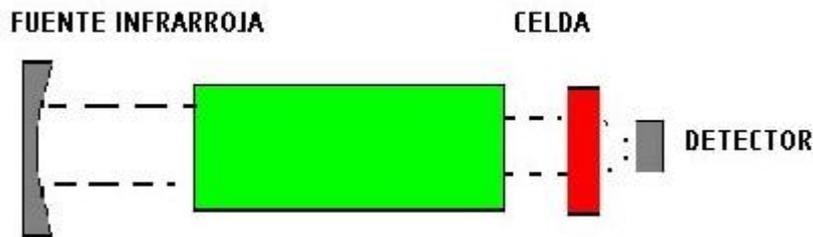
La concentración de un gas que se quiere medir puede ser expresada porcentualmente de acuerdo a la absorción de IR que pasa a través de una celda que contenga ese gas en una mezcla de gases.

El método frecuentemente usado en analizadores de gases de escape para poder medir la concentración de los gases presentes en la mezcla consiste en hacer pasar luz infrarroja

por una celda que contiene el gas, y detectar la energía absorbida por cada uno de los gases con detectores apropiados. Estos detectores consisten en un filtro óptico formando por un lente que permite solo pasar las longitudes de onda del espectro infrarrojo correspondientes al gas cuya concentración se quiere medir.

Luego de este filtro, la luz es censada por un sensor óptico electrónico (fotodiodo o fototransistor).

Esquemáticamente:



Entre la celda de medición y el emisor de infrarrojo existe un disco ranurado que deja pasar la luz infrarroja en intervalos regulares (CHOPPER), en el caso el analizador de gases sea de dos gases existe un filtro para cada uno de estos gases. La celda de medición es sometida a un leve incremento de temperatura que es controlada por un dispositivo.

Los sensores ópticos, así constituidos envían señales eléctricas a circuitos electrónicos amplificadores, los cuales terminan indicando en un display los valores de cada uno de los gases que son censados por estos dispositivos.

RESUMEN:

Motores sin catalizador

CO 1-2 %

CO₂ > 13%

O₂ < 2%

HC < 300ppm

Nox , depende de la condición de carga del motor.

En motores con catalizador se busca disminuir las concentraciones de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógenos.

Los catalizadores pueden tener varias vías, y se denomina vía, a la posibilidad de disminuir cada uno de los gases.

Por ejemplo, un catalizador de 2 vías disminuye las emisiones de CO y HC. Uno de 3 vías, las emisiones de CO, HC y Nox.

El sensor lambda, ubicado antes del catalizador, le asegura al mismo una concentración mínima de oxígeno a los efectos de que pueda trabajar. Tengamos presente que para cada uno de los procesos químicos que se llevan a cabo en un catalizador, siempre hace falta Oxígeno.

Cuando el motor se encuentra frío, el oxígeno resulta insuficiente, ya que la mezcla es rica, a los efectos de garantizar oxígeno aun en esas condiciones, los motores más ecológicos incorporan la bomba de aire (bomba aire al sistema de escape), para que el convertidor (o catalizador) pueda trabajar.

ANEXO 3 -SISTEMAS DE INYECCION ELECTRÓNICA A GASOLINA

Introducción

Debido a la evolución muy rápida de los vehículos, el viejo carburador ya no sirve más para los nuevos motores, en lo que se refiere a la contaminación del aire, economía de combustible, potencia y respuestas rápidas en las aceleraciones, etc.

Entonces Bosch desarrolló sistemas de inyección electrónica de combustible, que tiene como objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más economía en todos los regímenes de funcionamiento, y principalmente menor contaminación del aire.

Los sistemas de inyección electrónica tienen la característica de permitir que el motor reciba solamente el volumen de combustible que necesita. Con eso se garantiza:

- Menos contaminación
- Más economía
- Mejor rendimiento
- Arranque más rápido
- No utiliza el ahogador (choque)
- Mejor aprovechamiento del combustible



Clasificación de los sistemas de inyección. Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- 1.-Según el lugar donde inyectan.
- 2.-Según el número de inyectores.
3. Según el número de inyecciones.
- 4.Según las características de funcionamiento.

A continuación, especificamos estos tipos:

1. Según el lugar donde inyectan:

INYECCION DIRECTA: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault.

INYECCION INDIRECTA: El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.

2. Según el número de inyectores:

INYECCION MONOPUNTO: Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de anti-polución.

INYECCION MULTIPUNTO: Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo

“inyección directa o indirecta”. Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con anti-polución o sin ella.

3. Según el número de inyecciones:

INYECCION CONTINUA: Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

INYECCION INTERMITENTE: Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la centralita de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

SECUENCIAL: El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

SEMISECUENCIAL: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

SIMULTANEA: 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.

4. Según las características de funcionamiento:

INYECCIÓN MECANICA (K-jetronic)

INYECCIÓN ELECTROMECHANICA (KE-jetronic)

INYECCIÓN ELECTRÓNICA (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant, etc.)

COMPONENTES

TANQUE DE COMBUSTIBLE

BOMBA ELECTRICA DE GASOLINA.-



La bomba eléctrica de combustible forma parte del sistema de alimentación del automóvil y puede encontrarse tanto dentro del tanque del combustible como fuera de él, denominándose según el caso IN TANK o IN LINE respectivamente.

PREFILTRO

Para proteger a la bomba el pre filtro cuela el combustible antes de que pase por ella la durabilidad de la misma depende entonces de este dispositivo. Se recomienda cambiarlo cada 30, 000 Km (mínimo) o cuando se reemplace la bomba.



FILTROS DE COMBUSTIBLE.-

Los filtros de combustible tienen que evitar el ingreso de partículas sólidas a los inyectores y el motor.

El filtro posee un elemento de papel, responsable por la limpieza del combustible, y luego después se encuentra una tela para retener posibles partículas del papel del elemento filtrante.

Es el componente más importante para la vida útil del sistema de inyección. Se recomienda cambiarlo a cada 20.000 kms en promedio.

En su mayoría, los filtros están instalados bajo del vehículo, cerca del tanque. Por no estar visible, su reemplazo muchas vez es se olvida, lo que produce una obstrucción en el circuito. El vehículo puede parar y dañar la bomba.

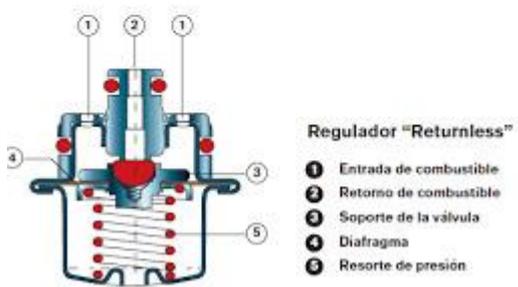


- 1 Elemento de papel
- 2 Malla
- 3 Soporte

REGULADOR DE PRESIÓN.- garantiza presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de revolución. Cuando se sobrepasa la presión, ocurre una liberación en el circuito de retorno. El combustible retorna al tanque sin presión.



- 1 Entrada de combustible
- 2 Retorno de combustible
- 3 Placa de la válvula
- 4 Soporte de la válvula
- 5 Diafragma
- 6 Resorte de presión
- 7 Conexión para el múltiple de admisión

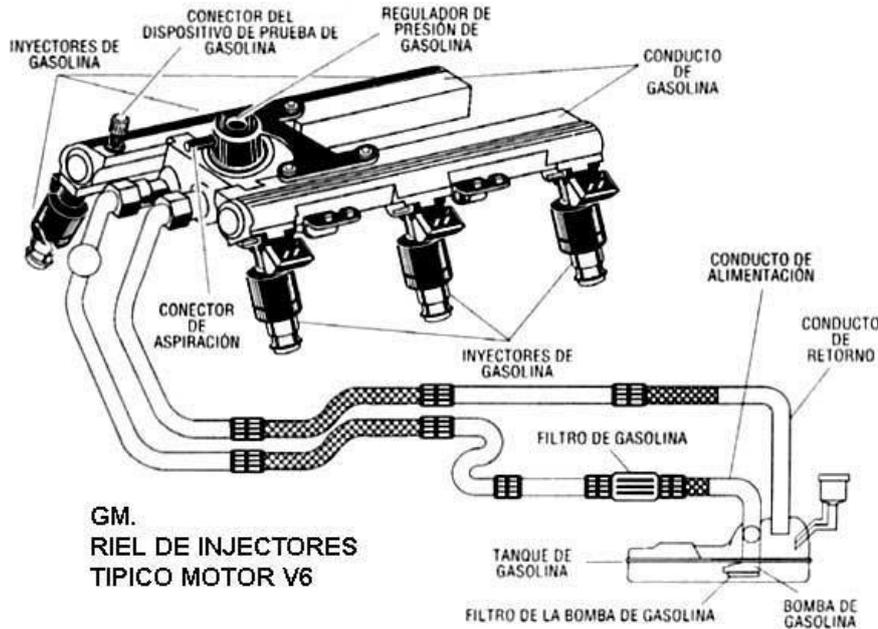


- Regulador "Returnless"**
- 1 Entrada de combustible
 - 2 Retorno de combustible
 - 3 Soporte de la válvula
 - 4 Diafragma
 - 5 Resorte de presión

RIEL DE COMBUSTIBLE.- Se encuentra montado en la sección inferior del múltiple de admisión. Distribuye el combustible entre los cilindros a través de inyectores individuales.

el riel consiste de un cuerpo alargado que tiene una pluralidad de enchufes de inyector de combustible que se extienden transversalmente y separados axialmente, cada uno de los enchufes está adaptado para recibir un inyector de combustible apropiado para suministrar el combustible desde su enchufe hacia el motor, el cuerpo además tiene un pasaje de combustible que se extiende axialmente, la porción inferior del cual intersecta los enchufes para suministrar el combustible hacia los enchufes caracterizado en que la

dimensión vertical del pasaje excede considerablemente la dimensión horizontal del pasaje mediante lo cual el vapor del combustible retenido en el combustible que fluye a través del pasaje se recoge en la porción superior del pasaje y la porción inferior del pasaje suministra solamente combustible líquido hacia los enchufes del inyector de combustible.



INYECTORES

Son válvulas operadas electromagnéticamente. La cantidad de combustible entregada es determinada por la computadora del vehículo. La computadora recibe información de varios sensores del motor y calcula el tiempo que el inyector debe abrirse.

Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando.

COMPONENTES ELECTRÓNICOS

CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.

Los sensores para automóviles pueden clasificarse teniendo en cuenta distintas características como son:

FUNCIÓN Y APLICACIÓN.

- Según esta característica los sensores se dividen en:
- Sensores funcionales, destinados principalmente a las tareas de mando y regulación.

- Sensores para fines de seguridad y aseguramiento, es decir sensores antirrobo.
- Sensores para la vigilancia del vehículo, es decir los sensores que envían toda la información para que pueda ser revisada e interpretada por el conductor (los gases, la presión del aire, etc.)

SEGÚN SU SEÑAL DE SALIDA.

Si tomamos en cuenta las características los sensores se pueden dividir en:

Los que proporcionan una señal analógica (ejemplo: la que proporciona el caudal metro o medidor de caudal de aire aspirado, la presión del turbo, la temperatura del motor etc.)

Los que proporcionan una señal digital (ejemplo: señales de conmutación como la conexión/desconexión de un elemento o señales de sensores digitales como impulsos de revoluciones de un sensor Hall)

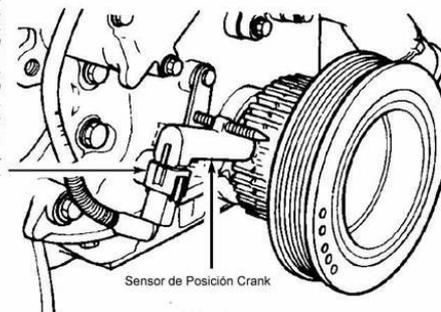
Los que proporcionan señales pulsatorias (ejemplo: sensores inductivos con informaciones sobre el número de revoluciones y la marca de referencia)

Sensor de posición del cigüeñal (ckp)

Sensor de Posición del Cigüeñal

Ford y GM utilizan captadores magnéticos ampliamente operados con dos cables que transportan una señal análoga de corriente alterna. Por esto la calibración es crítica: demasiado lejos y el motor no encenderá, demasiado cerca y el sensor sufrirá posibles daños.

Conector del Sensor
Hacia la PCM



Ubicación:

En la tapa de la distribución o en el monoblock.

Función:

Proporcionar al pcm la posición del cigüeñal y las rpm. Es del tipo captador magnético.

Síntomas de falla:

Motor no arranca.

El automóvil se tironea.

Puede apagarse el motor espontáneamente.

Pruebas:

Probar que tenga una resistencia de 190 a 250 ohms del sensor esto preferente a temperatura normal el motor.

Continuidad de los 2 cables.

Y con el scanner buscar el número de cuentas.

Sensor de temperatura de refrigerante del motor (etc.)

Ubicación:

Se encuentra en la caja del termostato conocida como toma de agua.

Función:

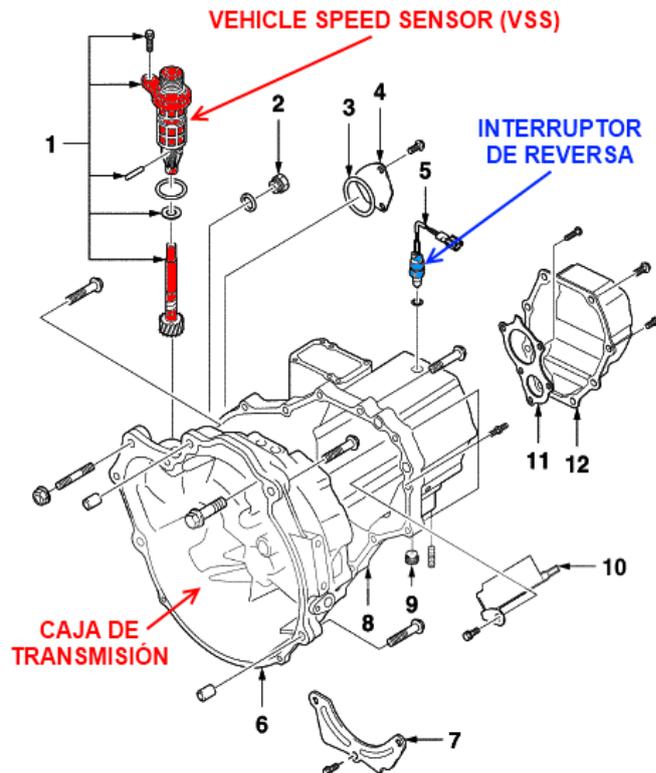
Informar al PCM la temperatura del refrigerante del motor para que este a su vez calcule la entrega de combustible, la sincronización del tiempo y el control de la válvula EGR , así como la activación y la desactivación del ventilador del radiador.

Síntomas de falla:

- Ventilador encendido en todo momento con motor funcionando.
- El motor tarda en arrancar en frío y en caliente.
- Consumo excesivo de combustible.
- Niveles de con muy altos.
- Problemas de sobrecalentamiento.

Pruebas:

- Se conecta el multímetro a la punta izquierda del sensor, que es la de corriente y se prueba el volts que debe dar un valor de 4.61 v
- Se conecta el multímetro en ohms y se checa resonancia con el interruptor del carro apagado.

Sensor de velocidad del vehículo (vss)

**Tipos:**

Puede ser del tipo generador de imán permanente. Genera electricidad de bajo voltaje. (Parecido a la bobina captadora del distribuidor del sistema de encendido).

Del tipo óptico. Tiene un diodo emisor de luz y una foto transmisor.

Ubicación:

En la transmisión, cable del velocímetro o atrás del tablero de instrumentos.

La señal puede ser una onda o del tipo alterna o del tipo digital.

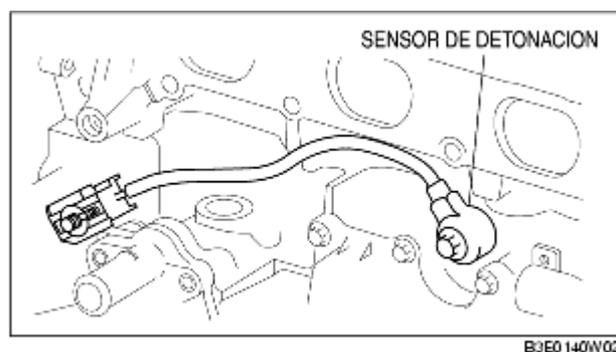
Función:

Los voltajes que proporciona este sensor la computadora los interpreta para:

- La velocidad de la marcha mínima.
- El embrague del convertidor de torsión.
- Información para que marque la velocidad, el tablero eléctrico digital.
- Para la función del sistema de control de la velocidad de cruceo (Cruise control).

Síntomas:

- Marcha mínima variable.
- Que el convertidor de torsión cierre.
- Mucho consumo de combustible.
- Pérdida de la información de los kilómetros recorridos en un viaje, el kilometraje por galón, todo esto pasa en la computadora.
- El control de la velocidad de cruceo pueda funcionar con irregularidad o que no funcione.

Sensor de detonación (KS)**Ubicación y Función:**

Está situado en el bloque del motor en el múltiple de admisión o en la tapa de válvulas.

Es un sensor de tipo piezoeléctrico, la detonación o cascabeleo del motor provoca que el sensor genere una señal de bajo voltaje y esta es analizada por el pcm (computadora del carro).

Esta información es usada por el pcm para controlar la regulación del tiempo, atrasa el tiempo hasta un límite que varía según el fabricante puede ser de 17 a 22 grados, esto lo hace a través de un módulo externo llamado control electrónico de la chispa.

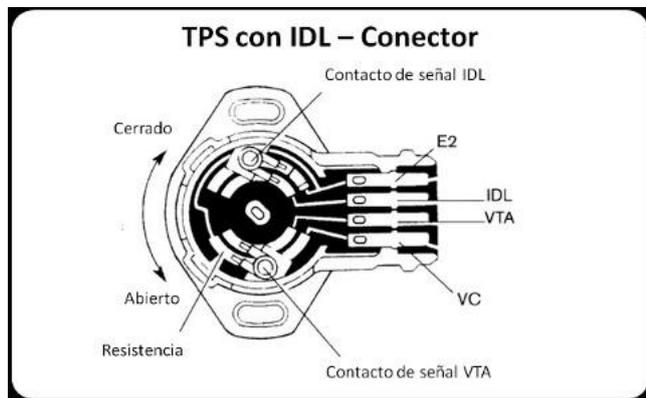
Síntomas:

Perdida de potencia o cascabeleo del motor y por lo tanto deterioro de algunas partes mecánicas.

Pruebas:

Golpear levemente el múltiple de admisión, hacer una pequeña marca visible en la polea del cigüeñal y con una lámpara de tiempo ponerla directamente en la marca y golpear y veremos cómo se atrasa el tiempo.

Sensor de Posición del Acelerador (TPS)



Ubicación y Función:

- Localizado en el cuerpo de aceleración.
- Informa al pcm la posición de la mariposa del cuerpo de aceleración.
- Calcula el pulso del inyector.
- Calcula la curva de avance del encendido.
- Es de tipo potenciómetro.
- Calcula el funcionamiento del sistema del control de emisiones.
- Las señales que genera este sensor la computadora las usa para modificar:
- Regulación del flujo de los gases de emisiones del escape a través de la válvula egr.
- La relación de la mezcla aire combustible.
- Corte del aire acondicionado por máxima aceleración.

Síntomas:

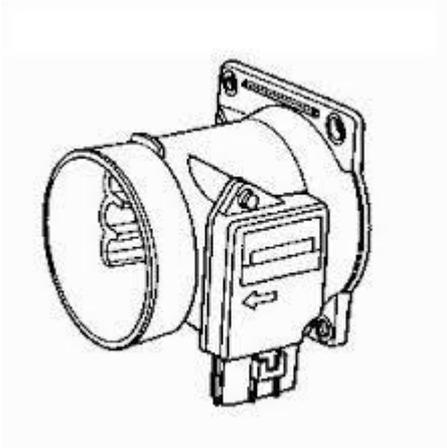
- La marcha mínima es variable están más bajas o más altas las rpm normales.

- El titubeo y el ahogamiento durante la desaceleración.
- Una falta de rendimiento del motor o mayor consumo de combustible.

Pruebas:

- Revisar 5 volts del potenciómetro del sensor con un multímetro.
- Revisar que todas las líneas estén bien esto se hace checando la continuidad con el multímetro.

Sensor de la masa de aire (MAF)



Ubicación y Función:

Localizado entre el filtro del aire y de la mariposa del acelerador o cuerpo de aceleración. Se usa como un dispositivo de medición térmica.

Una resistencia térmica mide la temperatura del aire de admisión se enfría cuando más aire pasa cerca de la resistencia y cuando menos aire pasa menos se enfría.

La computadora analiza los cambios de potencia de electricidad necesaria para calentar y mantener la temperatura de la resistencia térmica a 75 grados centígrados.

Síntomas:

- Ahogamiento del motor (exceso de combustible) por que el sensor no calcula la cantidad de combustible.
- Consumo excesivo de combustible, niveles altos de co (monóxido de carbono).
- Falta de potencia.
- Humo negro por el escape.

Pruebas:

- Cuando el sensor físicamente está sucio se limpia con dieléctrico.
- Cuando el sensor no funciona nos da 8 volts de salida si existe una fuga del conducto de aire y se va a valores a menos de .60 volts.

Sensores del árbol de levas

El sensor de árbol de levas está colocado en la cabeza del cilindro, y lee la posición del árbol de levas gracias a una rueda dentada.

Se necesita esta información para iniciar la inyección en motores de inyección secuencial, o activar la señal para la válvula magnética en sistemas con bomba de inyección con válvula o para el control de la detonación en cada cilindro.

Sensores de presión

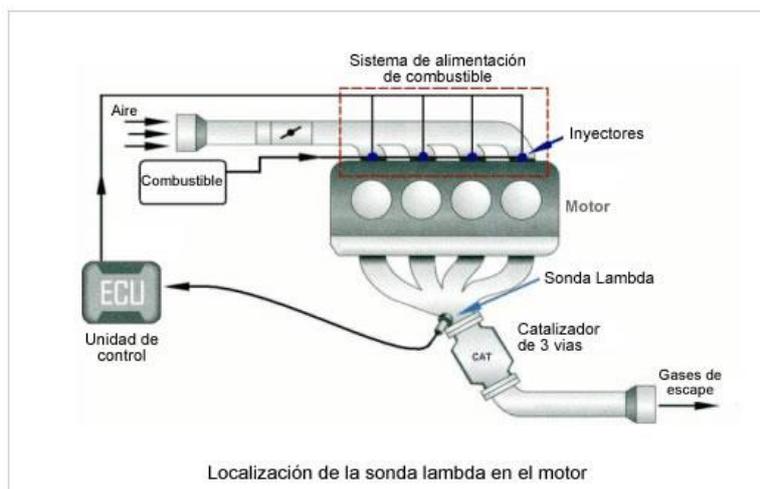
Los sensores MAP y T-MAP miden la presión de aire en el colector de entrada, detrás de la válvula del acelerador, para determinar la entrada de aire. Esta información es muy importante para calcular el combustible que debe inyectarse y garantizar una mezcla correcta. Por esta razón, la capacidad de medida dinámica de este elemento de gestión del motor es crítica para reducir las emisiones.

Sensor de presión MAP para motores turbo para la medición de la presión de aire detrás del turbocompresor (rango de medida 500–3000 hPa)

Sensor de presión T-MAP con sensor de temperatura integrado.

EGRT (Sensor de temperatura de la recirculación de los gases):

El sensor de la temperatura de la EGR es utilizado para monitorear la proporción y flujo de la recirculación de los gases de escape hacia el sistema de admisión



SENSOR DE ORÍGENO EN LOS GASES DE ESCAPE

Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además, la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

Ubicación:

Su localización es en el tubo de escape, puede también estar en el colector de escape, o cualquier lugar en donde pueda tener un contacto directo con los gases de la combustión. La sonda está constantemente expuesta a las peores condiciones de funcionamiento, y recibe golpes, variaciones de temperatura, hollín, gases perjudiciales, quema de aceite, gasolina con plomo y otras cosas más que podrán acortar su vida útil.

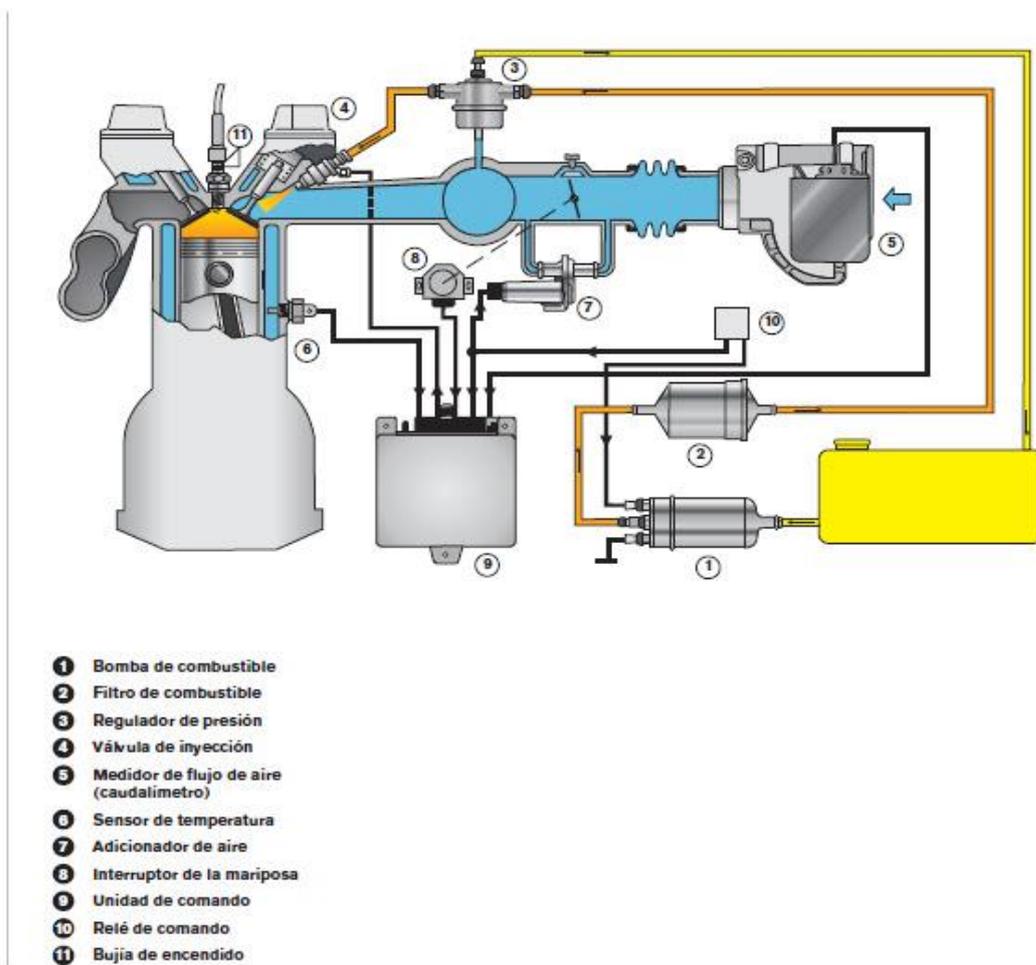
ANEXO 4 - SISTEMAS DE INYECCION POR SUS CARACTERISTICAS

SISTEMA LE-JETRONIC

El sistema Le-Jetronic es comandado electrónicamente y pulveriza el combustible en el múltiple de admisión. Su función es suministrar el volumen exacto para los distintos regímenes de revolución (rotación).

La unidad de comando recibe muchas señales de entrada, que llegan de los distintos sensores que envían informaciones de las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor. La unidad de comando compara las informaciones recibidas y determina el volumen adecuado de combustible para cada situación. La cantidad de combustible que la unidad de comando determina, sale por las válvulas de inyección. Las válvulas reciben una señal eléctrica, también conocido por tiempo de inyección (TI). En el sistema Le-Jetronic las válvulas de inyección pulverizan el combustible simultáneamente. En ese sistema la unidad de comando controla solamente el sistema de combustible.

El sistema Le-Jetronic es analógico. Por esa característica no posee memoria para guardar posibles averías que pueden ocurrir. No posee indicación de averías en el tablero del vehículo para el sistema de inyección.

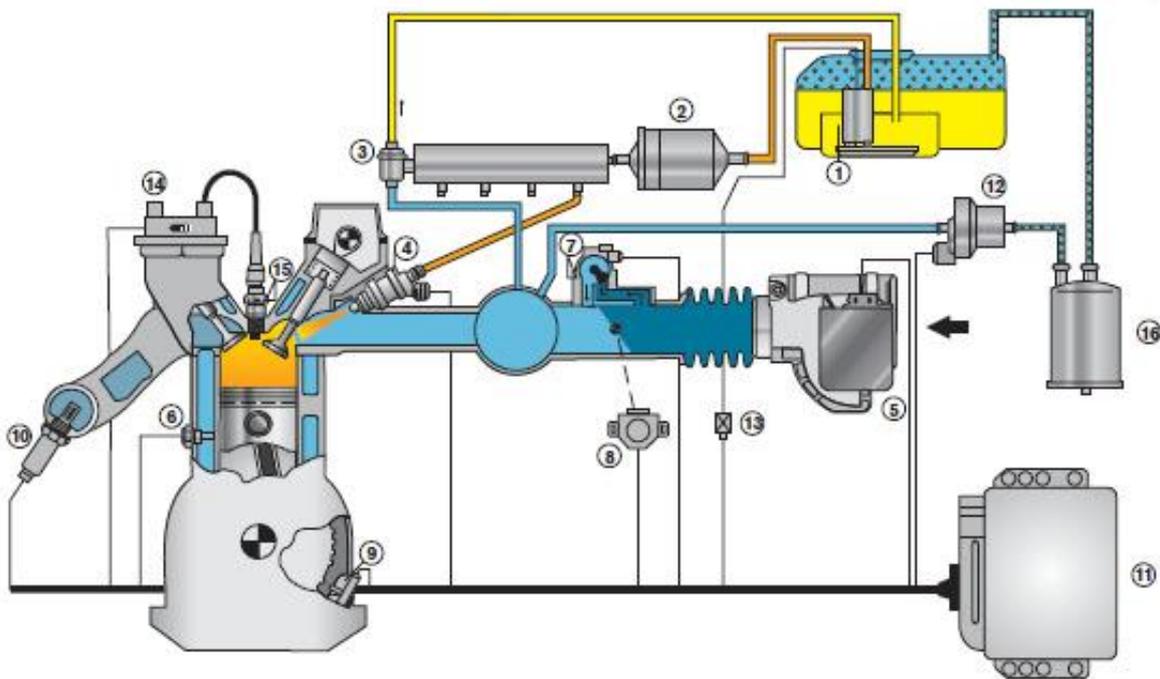


SISTEMA MOTRONIC

El sistema Motronic también es un sistema multipunto. Diferente del sistema Le-Jetronic, el Motronic trae incorporado en la unidad de comando también el sistema de encendido. Posee sonda lambda en el sistema de inyección, que está instalada en el tubo de escape.

El sistema Motronic es digital, posee memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero.

En vehículos que no utilizan distribuidor, el control del momento del encendido (chispa) se hace por un sensor de revolución instalado en el volante del motor (rueda con dientes). En el Motronic, hay una válvula de ventilación del tanque, también conocida como válvula del cánister, que sirve para reaprovechar los vapores del combustible, que son altamente peligrosos, contribuyendo así para la reducción de la contaminación, que es la principal ventaja de la inyección



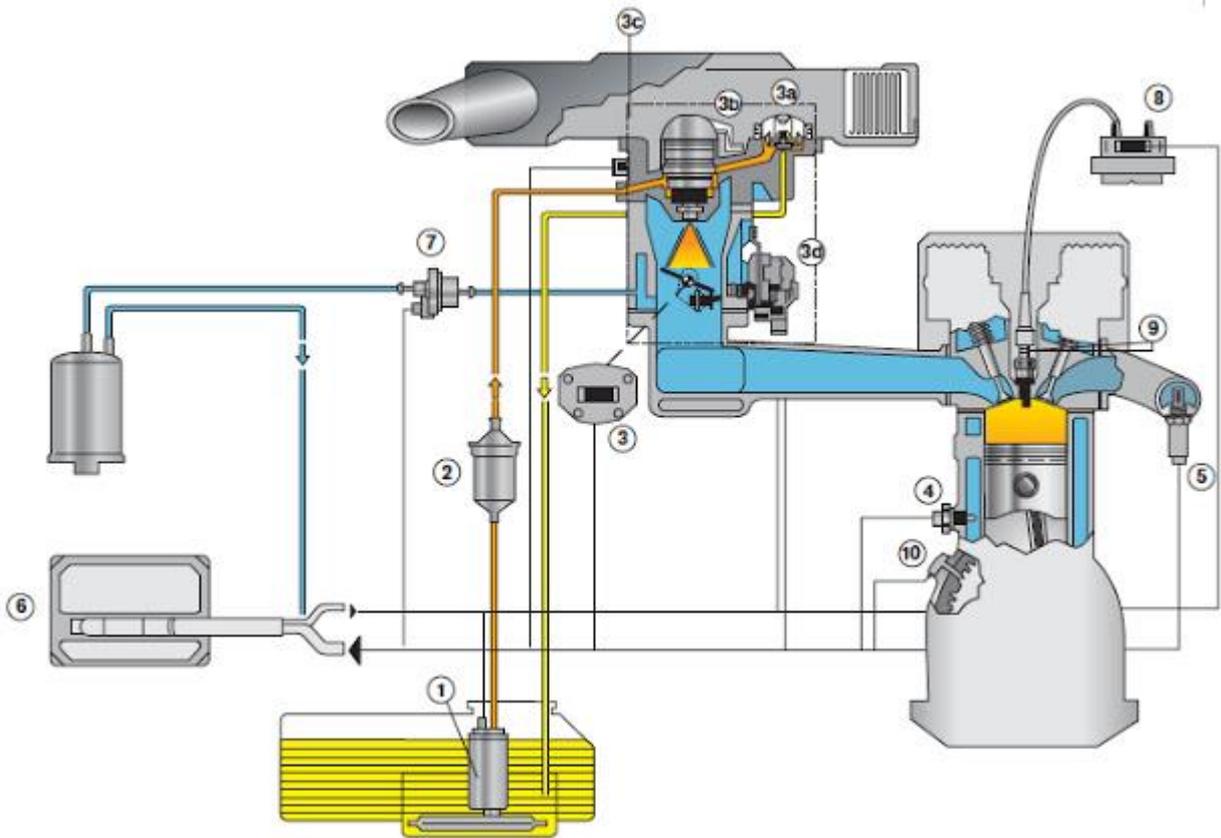
- ① Bomba de combustible
- ② Filtro de combustible
- ③ Regulador de presión
- ④ Válvula de inyección
- ⑤ Medidor de flujo de aire (caudalímetro)
- ⑥ Sensor de temperatura
- ⑦ Actuador de ralentí (marcha lenta)
- ⑧ Potenciómetro de la mariposa
- ⑨ Sensor de revolución (pertenece al sistema de encendido)

SISTEMA MONO MOTRONIC

La principal diferencia del sistema Motronic es utilizar una sola válvula para todos los cilindros. La válvula está instalada en el cuerpo de la mariposa (pieza parecida con un carburador).

El cuerpo de la mariposa integra otros componentes, que en el sistema Motronic están en diferentes puntos del vehículo, ex: actuador de marcha lenta, potenciómetro de la mariposa y otros más.

En el sistema Mono-Motronic el sistema de encendido también se controla por la unidad de comando. Los sistemas Motronic y Mono Motronic son muy parecidos, con respecto a su funcionamiento, la diferencia es la cantidad de válvulas de inyección.

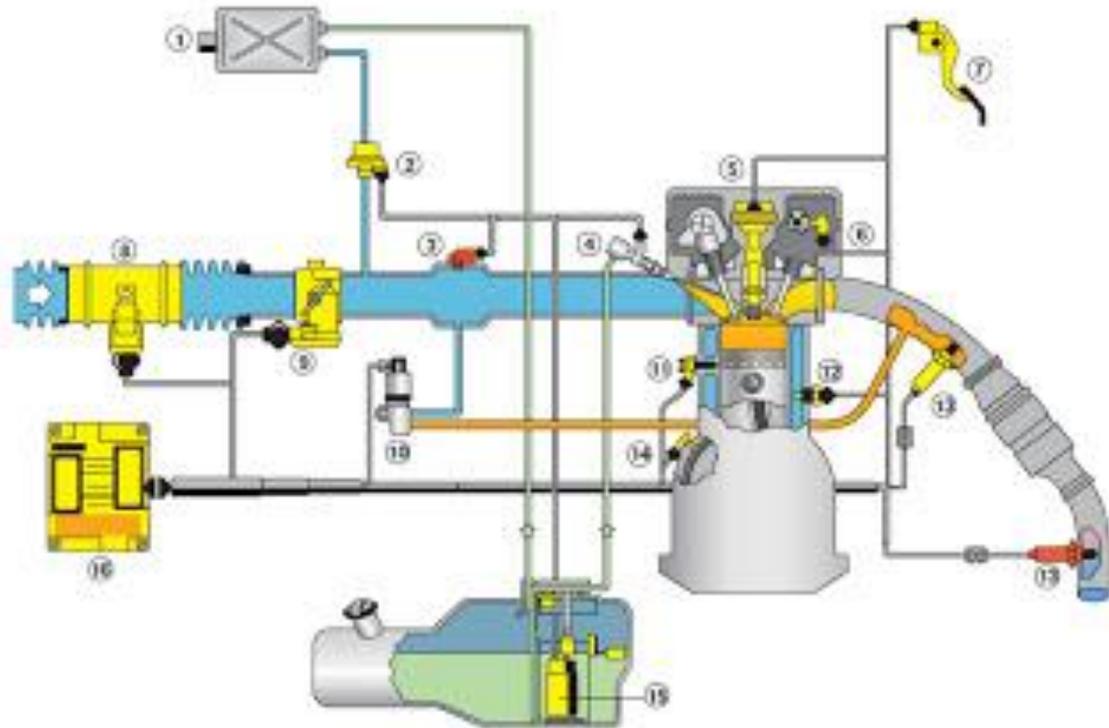


MOTRONIC ME7

Mariposa con comando electrónico de aceleración; gerenciamiento del motor basado en torque y a través de este son ajustados los parámetros y funciones del sistema de inyección y encendido.

El deseo del conductor se capta a través del pedal del acelerador electrónico. La unidad de mando determina el torque que se necesita y a través de análisis del régimen de funcionamiento del motor y de las exigencias de los demás accesorios como aire acondicionado, control de tracción, sistemas de frenos ABS, ventilador del radiador y otros más, se define la estrategia de torque, resultando en el momento exacto del encendido, volumen de combustible y apertura de la mariposa.

Estructura modular de software e hardware, proporcionando configuraciones específicas para cada motor y vehículo; comando electrónico de la mariposa, proporcionando mayor precisión, reduciendo el consumo de combustible y mejorando la conducción; sistema basado en torque proporciona mayor integración con los demás sistemas del vehículo; sistema con duplicidad de sensores, garantiza total seguridad de funcionamiento.



MOTRONIC MED 7

El sistema de inyección directa de combustible MED 7 es uno de los más avanzados del mundo.

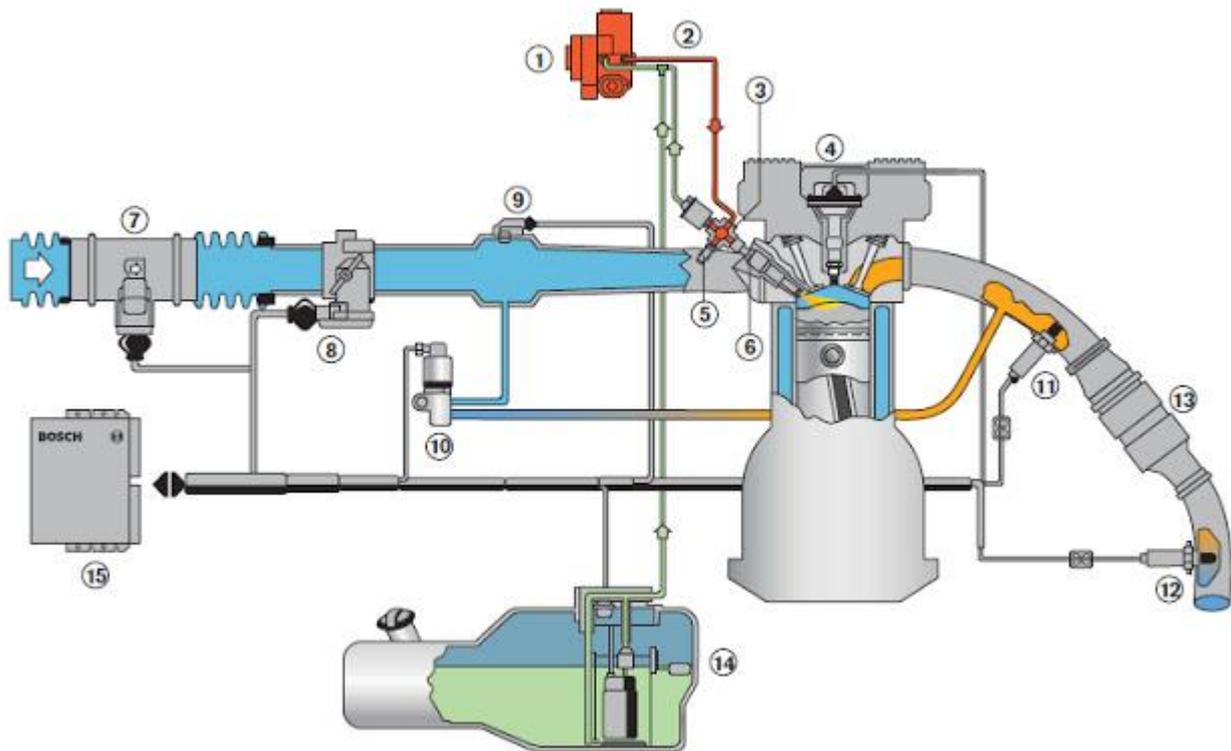
El permite que el combustible se pulverice directamente en la cámara de combustión, bajo a presiones alrededor de 160 bar.

El sistema MED 7 se utiliza de una bomba de baja presión dentro del tanque, que envía el combustible a una bomba mecánica principal, donde la presión se aumenta a valores elevados.

El inyector recibe el combustible bajo alta presión y lo inyecta directamente en la cámara de combustión.

Eso resulta en:

- Mayor rendimiento del motor.
- Mejor aprovechamiento y economía del combustible.
- Mínima emisiones de gases contaminantes



MOTORES A DIESEL

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE MOTORES DIESEL

El motor diésel es un motor térmico de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada producto de la compresión del aire en el interior del cilindro. Fue inventado y patentado por Rudolf Diésel en 1892, por lo que a veces se denomina también motor Diésel, utilizando su motor originalmente un biocombustible: aceite de Palma, coco...(pero incluso Diésel reivindicó en su patente el uso de polvo de carbón como combustible, pero no se utiliza por lo abrasivo que es).

Un motor diésel funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gas sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, compresión. El combustible diésel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión. Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación. Para que se produzca la auto inflamación es necesario emplear combustibles más pesados que los empleados en el motor de gasolina, empleándose la fracción de destilación del petróleo comprendida entre los 220 y 350°C, que recibe la denominación de gasóleo.

La principal ventaja de los motores diésel comparados con los motores a gasolina estriba en su menor consumo de combustible, el cual es, además, más barato. Debido a la constante ganancia de mercado de los motores diésel en turismos desde los años noventa (en muchos países europeos ya supera la mitad), el precio del combustible tiende a acercarse a la gasolina debido al aumento de la demanda. Este hecho ha generado grandes problemas a los tradicionales consumidores de gasóleo como transportistas, agricultores o pescadores.

En automoción, las desventajas iniciales de estos motores (principalmente precio, costos de mantenimiento y prestaciones) se están reduciendo debido a mejoras como la inyección electrónica y el turbocompresor. No obstante, la adopción de la pre cámara para los motores de automoción, con la que se consiguen prestaciones semejantes a los motores de gasolina, presenta el inconveniente de incrementar el consumo, con lo que la principal ventaja de estos motores prácticamente desaparece.

Actualmente se está utilizando el sistema Common-rail en los vehículos automotores pequeños, este sistema brinda una gran ventaja, ya que se consigue un menor consumo de combustible, mejores prestaciones del motor, menor ruido (característico de los motores Diésel) y una menor emisión de gases contaminantes

CICLO DE FUNCIONAMIENTO

Primer tiempo o admisión: en esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal da 180° y el árbol de levas da 90° y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente

Segundo tiempo o compresión: Al llegar al final de carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2° tiempo el cigüeñal da 360° y el árbol de levas da 180°, y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente

Tercer tiempo o explosión: Al no poder llegar al final de carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado, salta la chispa en la bujía provocando la inflamación de la mezcla, mientras que, en los motores diésel, se inyecta con jeringa el combustible que se auto inflama por la presión y temperatura existentes en el interior del cilindro. En ambos casos, una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal da 170° mientras que el árbol de levas da 240°, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente

Cuarto tiempo o escape: En esta fase el pistón empuja cuidadosamente, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al final de carrera superior, se cierra la válvula

de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal da 360° y el árbol de levas da 180° y su carrera es ascendente.

ANEXO 5 - SISTEMA DE LUBRICACION DIESEL, PARTES Y FUNCIONAMIENTO

INYECCION DIRECTA E INDIRECTA DIESEL

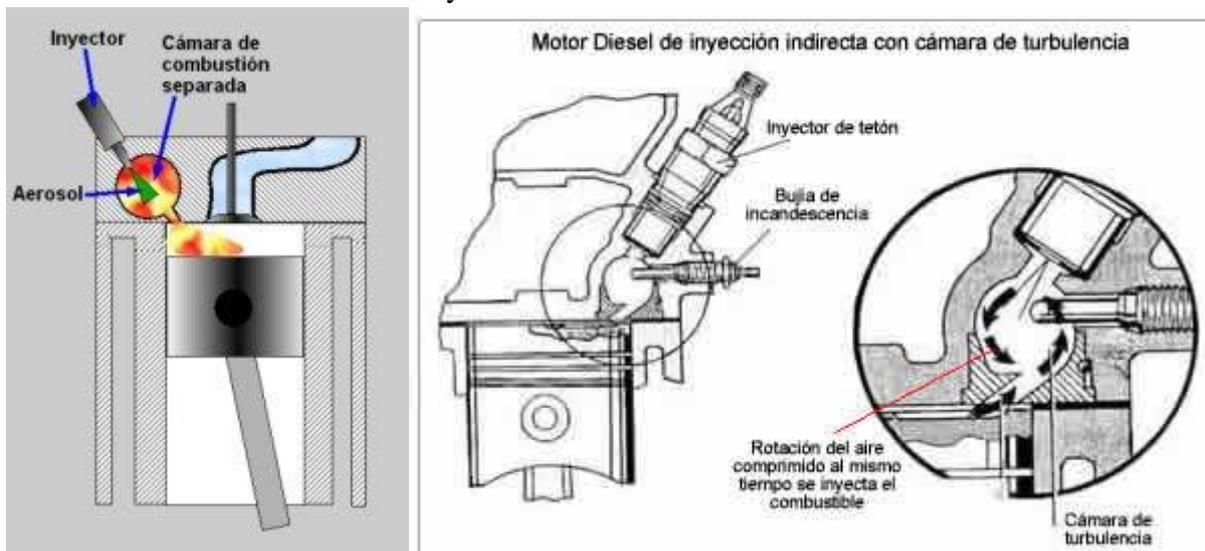
INYECCIÓN INDIRECTA

Es un sistema de inyección en el cual se produce la inyección en una precámara a la cámara principal de combustión. Se emplea en motores ligeros para permitir aumentar las revoluciones de giro del motor, disminuyendo los ruidos producidos en las detonaciones del combustible.

Los motores con este sistema de inyección disponen de una cámara auxiliar de turbulencias situada en la culata. Esta se encuentra interconectada con el cilindro por un conducto oblicuo (conducto de combustión). Durante el periodo de compresión se le fuerza al aire a entrar en la cámara auxiliar, generando unas turbulencias y un calentamiento debido a la compresión producida.

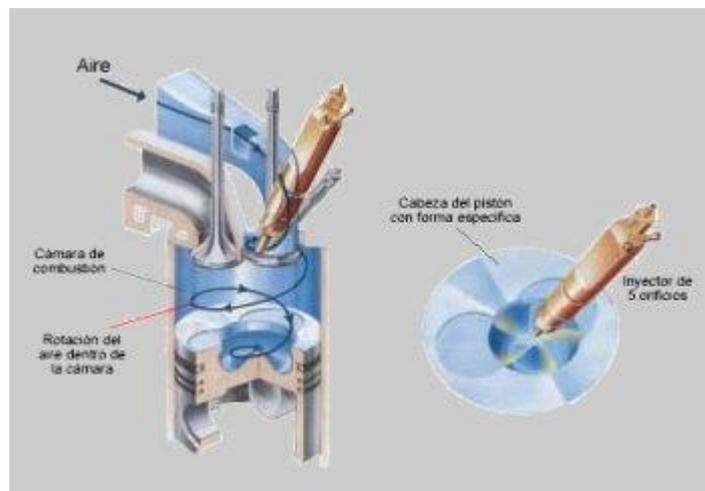
El combustible es inyectado perpendicularmente al torbellino de aire e incide en el lado opuesto caliente de la cámara. Al provocarse la combustión de la mezcla gaseosa que es impulsada en sentido contrario, es decir, hacia el cilindro, lugar donde se combina con el resto del aire para terminar la combustión. El diseño de la cámara auxiliar, la ubicación del inyector, la configuración del chorro y la pulverización de combustible, y la disposición del calentador se encuentran optimizados y adaptados con objeto de obtener la combustión ideal.

En la inyección indirecta son utilizados inyectores de espiga estranguladora estos realizan su apertura cuando se ven sometidos a una presión de 110 a 140 bar. Al iniciar la apertura del inyector, el efecto de estrangulación provocado en la espiga produce un chorrillo recto (inyección piloto) que seguidamente se modifica, ensanchándose al aumentar la presión y elevando a un más la aguja de su asiento. Este proceso de preinyección provoca una combustión más silenciosa y menos violenta.



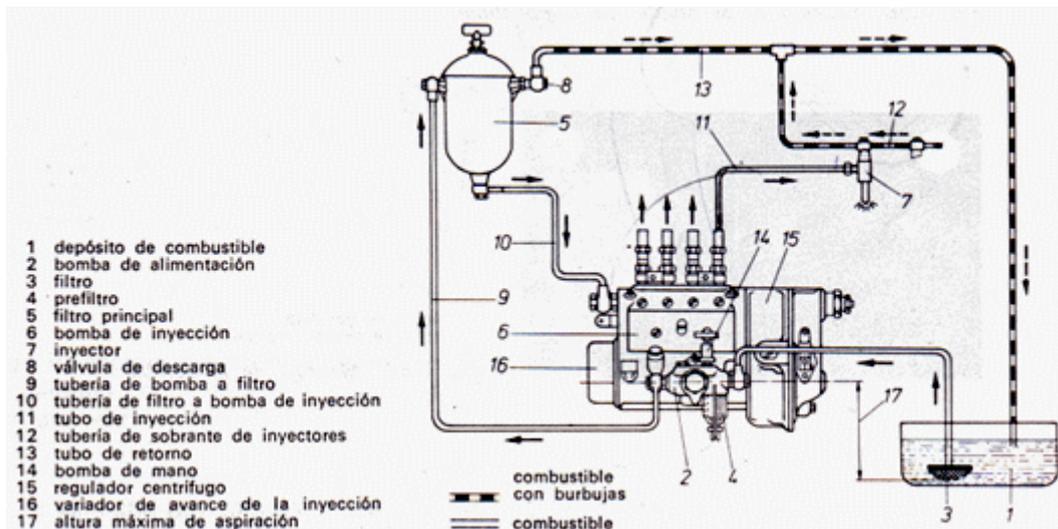
INYECCIÓN DIRECTA

Consiste en inyectar el combustible directamente en la cámara de combustión sobre la cabeza del pistón. Este sistema se empleaba habitualmente en vehículos pesados, ya que proporciona un excelente par motor y una gran economía de combustible, en su contra tiene el inconveniente de ser motores poco revolucionados y lentos de giro, y además producen mucho ruido en su funcionamiento. En la actualidad, estos inconvenientes se están minimizando gracias a la aparición de la gestión electrónica diésel. En este caso, la cámara de combustión está ubicada justo encima del pistón, el cual a su vez dispone de una cavidad en la cabeza donde se produce la combustión. Dicha cavidad se perfecciona con relación a su diámetro, profundidad, conicidad del fondo y anillo de turbulencia para producir una combustión lo más acertada posible. Los colectores de admisión se diseñan para producir una turbulencia a la entrada del cilindro y provocar un torbellino acelerado por la compresión del pistón. El inyector se encuentra ubicado en el centro de la cámara de combustión sobre el hueco de la cabeza del pistón y está constituido por una serie de orificios, normalmente cinco. Estos se encuentran distribuidos uniformemente a su alrededor e inclinados hacia la cavidad de la cabeza del pistón. La colocación de los orificios del inyector con el hueco de la cabeza del pistón es un factor determinante en la instalación del inyector en forma de lápiz.



En un motor de inyección directa la combustión se realiza en un tiempo más reducido que en uno de cámara auxiliar, por lo que resulta una combustión más violenta. El aumento en el nivel de ruido producido en la combustión, de modo particular durante la aceleración, se ve gratificado por ahorro de carburante de hasta un 20%, representando una gran economía en este tipo de vehículos.

SISTEMA DE ALIMENTACION DIESEL



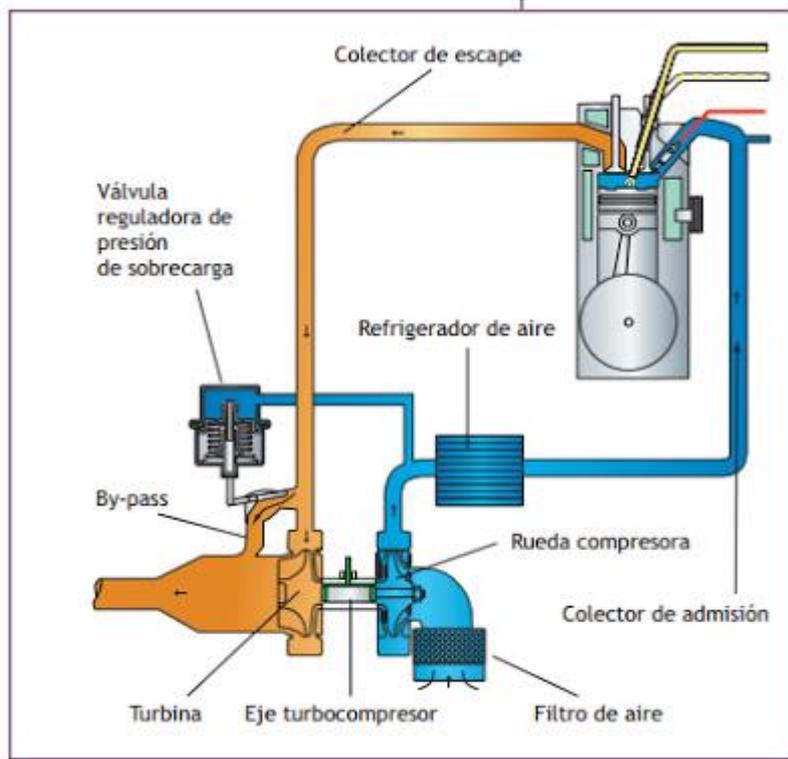
SOBREALIMENTACION DE MOTORES DIESEL

La sobrealimentación consigue aumentar el par motor y la potencia del vehículo sin variar la cilindrada ni el régimen del motor, elevando el valor de la presión media efectiva del cilindro del motor. Un motor sobrealimentado puede conseguir hasta un 40% más de potencia que un motor de iguales características no sobrealimentado. Este aumento de potencia se debe tener en cuenta a la hora de fabricar los motores con el objetivo de evitar sobrecalentamientos del motor o presiones y temperaturas excesivas de encendido en la cámara de combustión provocados por la alta capacidad de entrega de aire y presión. De todas formas, se emplean dispositivos que limitan la velocidad máxima o rendimiento de potencia para evitar perjudicar al motor.

El turbocompresor

El turbocompresor es una bomba de aire diseñada para operar con la energía que normalmente se pierde en los gases de escape del motor. Estos gases impulsan la rueda de turbina (lado escape) que va acoplada a la rueda de compresor (lado Admisión). Cuando giran, aportan un gran volumen de aire a presión, aumentando la presión en las cámaras de combustión del motor. El turbocompresor es el más utilizado porque no consume potencia del motor y puede girar a más de 100 000 rpm. Se pueden clasificar en:

- Turbocompresores de geometría fija
- Turbocompresores de geometría variable.



La energía térmica, de velocidad y presión de los gases de escape del motor son utilizadas para hacer girar el rotor de la turbina. La velocidad de rotación del conjunto rotativo y rotor del compresor es determinada por la forma y tamaño del rotor y la carcasa de la turbina. La carcasa actúa como un caracol, dirigiendo el flujo del gas para los álabes del rotor de la turbina, éstos giran con la misma rotación. El aire filtrado es aspirado por el rotor y la carcasa del compresor, donde es comprimido y distribuido a través del colector de admisión para la cámara de combustión.

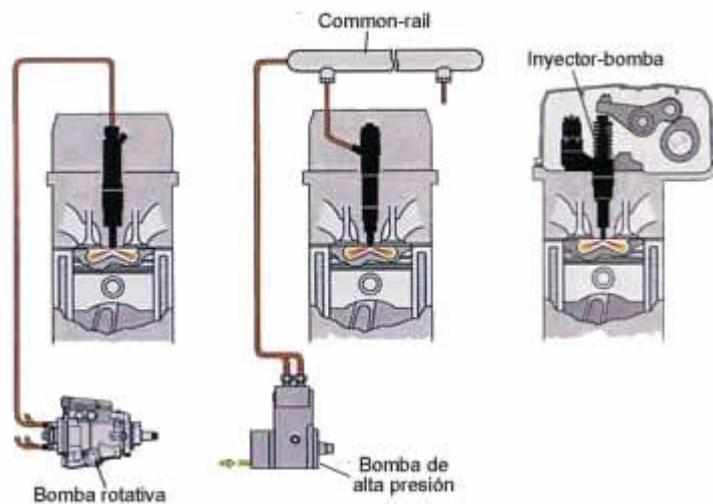
Sistema intercooler

El sistema intercooler consiste en un intercambiador de calor en el que se introduce el aire que sale del turbocompresor para enfriarlo antes de introducirlo en los cilindros del motor. Al enfriar el aire disminuye la densidad de éste por lo que para el mismo volumen de los cilindros se puede introducir mayor masa de aire y así mejorar el rendimiento del motor.

Inyección electrónica diésel

Dentro de los motores de inyección directa hay que distinguir tres sistemas diferentes a la hora de inyectar el combustible dentro de los cilindros.

- Mediante bomba de inyección rotativa.
- Common Rail.
- Inyector-bomba.



Diferentes sistemas:

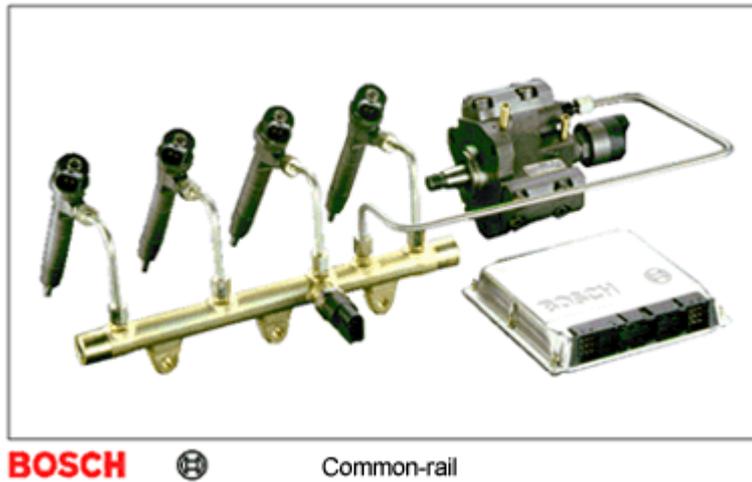
Sistema que utiliza la tecnología tradicional de los motores diésel de "inyección indirecta" basado en una bomba rotativa (por ejemplo, la bomba "tipo VE" de BOSCH) que dosifica y distribuye el combustible a cada uno de los cilindros del motor. Esta bomba se adapta a la gestión electrónica sustituyendo las partes mecánicas que controlan la "dosificación de combustible" así como la "variación de avance a la inyección" por unos elementos electrónicos que van a permitir un control más preciso de la bomba que se traduce en una mayor potencia del motor con un menor consumo. Este sistema es utilizado por los motores TDI del grupo Volkswagen y los DTI de Opel y de Renault, así como los TDi de FORD.



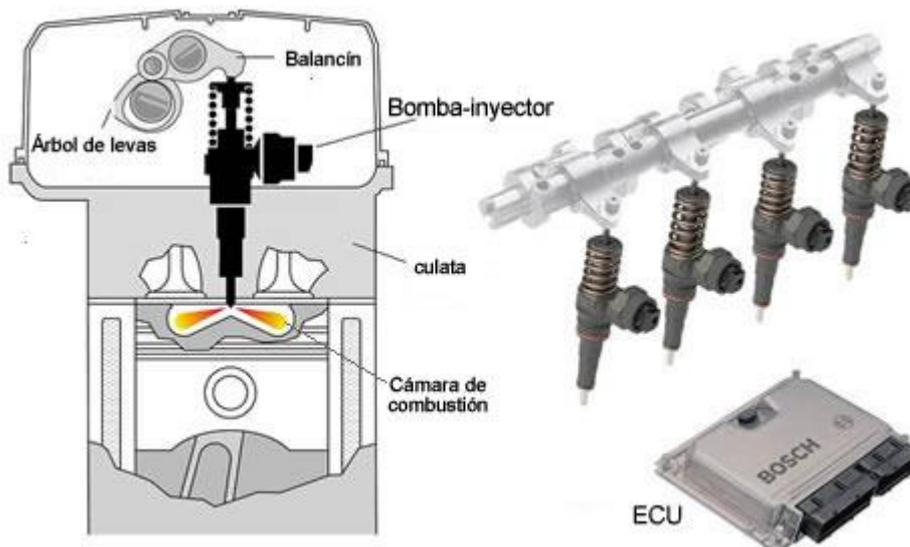
Foto de una bomba de inyección rotativa (bomba electrónica con su centralita).

Sistema de conducto común (common-rail) en el que una bomba muy distinta a la utilizada en el sistema anterior, suministra gasóleo a muy alta presión a un conducto común o acumulador donde están unidos todos los inyectores. En el momento preciso una centralita electrónica dará la orden para que los inyectores se abran suministrando combustible a los cilindros. Esta tecnología es muy parecida a la utilizada en los motores de inyección de gasolina con la diferencia de que la presión en el conducto común o acumulador es mucho mayor en los motores diésel (1300 Bares) que en los motores gasolina (6 Bares máximo).

Este sistema es utilizado por los motores, DCI de Renault de nueva generación, los HDI del Grupo PSA y los JTD del Grupo Fiat,



Sistema de Bomba-inyector en el que se integra la bomba y el inyector en el mismo cuerpo con eso se consigue alcanzar presiones de inyección muy altas (2000 Bares), con lo que se consigue una mayor eficacia y rendimiento del motor.. Existe una bomba-inyector por cada cilindro. Este sistema es utilizado por el grupo Volkswagen en sus motores TDI de segunda generación.



En la figura de arriba tenemos todos los componentes que forman un sistema de alimentación para motores TDi de última generación que utilizan la nueva tecnología de la bomba-inyector.

Inyección electrónica diésel

Llamada en inglés **EDC (Electronic Diesel Control)**. La inyección electrónica diésel es propiamente un sistema de gestión del motor capaz de monitorear y controlar todas las variables y sistemas involucradas en la entrega del combustible diésel a los cilindros bajo cualquier condición de operación con la finalidad de que dicha entrega de combustible se de en la cantidad exacta y en el momento preciso y con el mínimo de emisiones contaminantes.

De forma general, el sistema de gestión electrónica tiene sensores que miden en cada intervalo de tiempo las rpm y temperatura del motor, la presión y temperatura del aire en el múltiple de admisión, la posición del árbol de levas, y la posición del acelerador entre otras variables.

Estas señales son enviadas al CPU (Central Process Unit), donde son digitalizadas, de este modo pueden ser manipuladas y procesadas en intervalos de tiempo muy pequeños el resultado es una orden emitida a los actuadores electromecánicos encargados de inyectar el combustible, y/o controlar el adelanto o atraso de la inyección. Los sistemas **EDC** pueden operar tanto en lazo abierto como cerrado. Ver figuras.

El **EDC** es aplicable a todos los sistemas de inyección diésel modernos, esto es:

Bombas de inyección en-línea, PE

Bombas de inyección de distribución, VE y VR

Sistemas de inyector unitario, UIS

Sistemas de bomba unitaria, UPS

Sistemas de riel común, CRS

Aunque estos sistemas de inyección difieren en muchos aspectos, y están instalados en una amplia variedad de diferentes vehículos, todos ellos están equipados con una forma similar de **EDC**.

Sistema Electrónico de Inyección

El combustible es el elemento necesario para producir la potencia que mueve a un vehículo.

En la actualidad son varios los combustibles que pueden ser utilizados en los motores; el diésel y la gasolina son los más comunes pero también se pueden utilizar el gas licuado de petróleo (LP), el gas natural comprimido (GNC), el gas natural licuado (GNL), el propano, el metanol, el etanol y otros.

Para obtener el máximo aprovechamiento de la energía del combustible se requiere mezclar con oxígeno, el cual es obtenido del aire y así generar la combustión.

Tres son los factores que influyen en el fenómeno de combustión y éstos son:

La Temperatura

La temperatura de la cámara de combustión es fundamental para generar una buena combustión. Generalmente a mayor temperatura se tiene una mejor combustión, sin embargo esto afecta las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) las cuales se incrementan al tener mayores temperaturas. Las temperaturas bajas generan una mala combustión y generalmente provocan altas emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) y de monóxido de carbono (CO).

La Turbulencia

Se refiere a la forma en la cual se mezclan el aire y el combustible. En este sentido los fabricantes han tratado por diferentes medios de incrementar la turbulencia, algunas veces a través del diseño del múltiple de admisión, otras en la cabeza del pistón, otras en la forma de la cámara, etc.

El Tiempo de Residencia

Se refiere al tiempo que la mezcla aire/combustible permanece dentro de la cámara de combustión. En este tiempo, la mezcla aire/combustible debería quemarse completamente.

Un sistema de combustible que no cumpla los requisitos necesarios puede producir los siguientes efectos:

- Sobre consumo de combustible
- Desgaste prematuro de partes por contaminación del lubricante con combustible y provocar adelgazamiento de la película lubricante
- Falta de potencia
- Daño al convertidor catalítico
- Fugas de combustible
- Conatos de incendio

Por todo esto es importante conocer cómo trabaja el sistema de combustible y las acciones que puedan llegar a afectar de manera negativa al desempeño del vehículo.

El sistema de combustible tiene varios objetivos; entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Proporcionar la mezcla adecuada de aire/combustible acorde a las condiciones de operación del vehículo.
- Mezclar el aire y el combustible para el mejor aprovechamiento del combustible.
- Dosificar el combustible o la mezcla aire/combustible en la cámara de combustión.

Para cumplir con estos objetivos existen diferentes sistemas de combustible entre ellos, se tienen los sistemas carburados o de admisión natural y los sistemas de inyección electrónica.

DIFERENCIAS ENTRE LA CARBURACIÓN Y LA INYECCIÓN

El sistema de admisión natural cuenta con un carburador el cual se encarga de dosificar la mezcla aire combustible a la cámara de combustión utilizando el principio de tubo Venturi, es decir, generando un vacío en la parte más estrecha del tubo lo cual provoca la succión del combustible al pasar el aire por este estrechamiento. El control de la dosificación se lograba en los primeros sistemas utilizando únicamente medios mecánicos, (palancas, émbolos, diafragmas, etc.) sin embargo en los últimos carburadores se contaba ya con controles electrónicos.

Estos sistemas tienen las siguientes características:

- Son sistemas relativamente sencillos con pocos componentes
- El principio de funcionamiento es por la depresión que se genera en el tubo Venturi que es la parte fundamental del diseño
- La velocidad del aire es mayor que la del combustible, por lo cual el combustible es arrastrado por el aire.
- Generalmente proporcionan mezclas ricas de aire/combustible.
- Son fáciles de instalar
- Son de precio bajo
- No permiten un control estricto de las emisiones contaminantes
- No permiten una dosificación homogénea a todos los cilindros
- La presión del sistema de combustible es del orden de 5 lb/pulg²

Al sistema carburado lo forman:

1. Tanque o depósito de combustible
2. Filtro de combustible
3. Líneas de combustible
4. Bomba de combustible mecánica (de diafragma)
5. Múltiple de admisión
6. Carburador
7. Ahogador o “choke”
8. Válvula de aceleración
9. Línea de retorno
10. Filtro de aire

Desde hace algunos años, sin embargo, aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión. Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape. Las razones de estas ventajas residen en el hecho de que la inyección permite una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.

Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla.

También permite la supresión del carburador; dar forma a los conductos de admisión, permitiendo corrientes aerodinámicamente favorables, mejorando el llenado de los cilindros, con lo cual, se favorece el par motor y la potencia, además de solucionar los conocidos problemas de la carburación, como pueden ser la escarcha, la percolación y las inercias de la gasolina.

Los sistemas de inyección de combustible presentan las siguientes características:

- Son sistemas más complicados y tienen más componentes
- El principio de funcionamiento es por la presión con la que se inyecta el combustible, lograda por la bomba de alimentación y el regulador de presión del sistema
- La velocidad del aire es menor que la del combustible, por lo cual el combustible es mezclado mejor con el aire.
- Generalmente proporcionan mezclas aire/combustible pobres.
- Son de precio medio y alto.
- Permiten un control estricto de las emisiones contaminantes.
- Permiten una dosificación homogénea a todos los cilindros.
- La presión del sistema de combustible es del orden de 35 a 70 lb/pulg² en motores de gasolina y mucho mayores en motores diesel (mayores de 3,000lb/ pulg²).

VENTAJAS DE LA INYECCIÓN

CONSUMO REDUCIDO

Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un

inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

MAYOR POTENCIA

La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

GASES DE ESCAPE MENOS CONTAMINANTES

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección electrónica realizan una mezcla muy próxima a la estequiométrica (14,7:1 para la gasolina), lo que garantiza una muy buena combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera.

La relación estequiométrica es la proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa de todo el combustible.

ARRANQUE EN FRÍO Y FASE DE CALENTAMIENTO

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralenti. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INYECCION ELECTRONICA

Los sistemas de inyección electrónica de combustible, constan fundamentalmente de una o más unidades de control (computadoras), sensores y actuadores, para controlar en un 100% el suministro de combustible y otras funciones del motor.

Para poder cumplir con éste propósito la unidad de control debe calcular la masa o cantidad de aire que entra al motor. La masa de aire es medida en libras de aire por minuto. Generalmente se usan dos métodos para calcular la entrega de combustible al motor:

MEDICIÓN DEL AIRE

En estos sistemas, la computadora recibe información de un aparato que mide el flujo de aire entrando al motor, y calculará la cantidad de combustible dependiendo del flujo de aire o flujo de masa de aire, además de la información de los sensores de temperatura del motor, temperatura de aire y posición de la mariposa de la admisión.

DENSIDAD DE LA VELOCIDAD

En éste sistema la computadora recibe información de los varios sensores de entrada, calcula la masa de aire, y proporciona la cantidad de combustible necesario. Para comprender como la computadora calcula la masa de aire, es necesario ver como este sistema controla la entrega de combustible.

La capacidad del motor de llenar en un 100% cada cilindro en la carrera de admisión, es conocida como eficiencia volumétrica. Esto sería si el motor fuera una perfecta bomba de aire, lo cual en realidad solamente es de un 50% a 80% de su capacidad total de llenado. Este es un factor fundamental en el cálculo de la masa de aire por parte de la computadora.

El sensor MAP (Presión de la Masa de Aire) se encarga de esta evaluación. Por medio de la presión de aire en el múltiple de admisión, la computadora es informada de la cantidad de aire que es suministrada al motor.

Este sistema también informa sobre la densidad del aire, ya que éste cambia con la temperatura y la presión atmosférica; por lo tanto, es incorporado un sensor de información sobre la presión barométrica y temperatura del aire que entra al motor.

En síntesis; la computadora inicialmente usa las lecturas de RPM y el MAP para calcular la densidad del aire, y después usa la información del MAP y la temperatura del aire para determinar la densidad, definiendo la masa de aire y el flujo total de aire.

Con esta información, además de la temperatura del motor y la posición de la mariposa de paso de aire, la computadora determina la cantidad de combustible requerido para conservar la mezcla aire/combustible que ocupa el motor.

La computadora con esta información, manda el pulso al inyector. El inyector es un solenoide o válvula electrónica que permite el flujo de combustible hacia el cilindro. Entonces deducimos que el flujo de combustible es controlado por la variación de la anchura de pulso o ciclo de trabajo del inyector.

La presión del combustible en la mayoría de estos sistemas, es constante, la presión de operación varía de un sistema a otro, que va desde 12 psi a 48 psi, lo suficiente para poder atomizar el combustible a la lumbrera de admisión. Sin embargo, existen otros sensores que determinan o ajustan la anchura de pulso; como son:

Sensor de temperatura del motor:

Este es un sensor muy importante, ya que la anchura de pulso del inyector se prolongará a medida que la temperatura descienda. Informa a la unidad de control que tan frío o caliente está operando el motor, para así, poder enriquecer la mezcla en los arranques en frío para simular la operación de un estrangulador, además de prevenir la detonación cuando el motor está caliente.

Sensor de posición de la mariposa:

Informa el porcentaje de apertura de la mariposa de admisión, para que la computadora determine si el motor se encuentra en marcha ralentí, media carga o carga plena. Este es un sensor muy importante, ya que puede indicar si el motor es acelerado o desacelerado abruptamente.

Sensor de temperatura de aire:

Algunos utilizan este sensor, el cual indica la temperatura del aire que entra al motor. El aire, entre más frío es más denso, y deducimos que la densidad del aire es más alta cuando la temperatura del aire es baja. La unidad de control por lo tanto aumentará la anchura de pulso del inyector cuando la temperatura sea baja.

Debido al aumento riguroso del control del medio ambiente (contaminación) en la mayoría de los países y principalmente de los gases nocivos de escape en los vehículos, los fabricantes se han visto obligados a la instalación de varios sistemas para minimizar los sub-productos nocivos de los motores de combustión interna.

El uso de convertidores catalíticos y de computadoras para poder regular la emisión de Hidrocarburos (HC), Monóxido de Carbono (CO), y Óxidos de Nitrógeno (NOx), son las mayores ventajas de los sistemas electrónicos de inyección con unidad de control (ECU). La incorporación de un sensor de oxígeno, logra casi con exactitud mantener siempre una relación aire/combustible que no afecte el rendimiento del motor ni los niveles de contaminación. Los convertidores catalíticos operan con su mayor eficiencia cuando la relación aire/combustible es de 14.7 a 1.

Sensor de oxígeno:

En la mayoría de los sistemas de inyección de combustible es integrado este sensor, el cual manda una señal que la computadora procesa como cantidad de oxígeno en los gases de escape, que a su vez es indicador de mezcla pobre o rica, la computadora entonces aumentará o disminuirá el pulso al inyector dependiendo del caso.

En ciertos casos los motores no operan bien con la relación aire/combustible 14.7 a 1, y se presenta aceleración brusca, arranque irregular, mala operación del motor en frío, etc. Para esto la unidad de control (ECU) debe estar capacitada para balancear la relación de aire/combustible entre las demandas del motor y la eficiencia del convertidor catalítico.

Cuando el motor opere con otra relación que no sea igual a 14.7 a 1, el sistema entrará en CIRCUITO ABIERTO (Open Loop), en este modo la unidad de control ignorará la señal

del sensor de oxígeno, y el control de combustible será basado en otras señales del sistema.

Cuando la unidad de control (ECU) analiza que la relación de 14.7 a 1 es aceptable, el control de combustible es basado en el sensor de oxígeno, a esta estrategia se le conoce como CIRCUITO CERRADO (Closed Loop).

La unidad de control permanecerá en circuito cerrado siempre y cuando los sensores del motor no indiquen lo contrario.

Esto es, básicamente el principio de funcionamiento de los sistemas de inyección de combustible. Algunos sistemas utilizan más sensores que otros, pero el propósito general es mantener la cantidad de aire/combustible lo más exacta posible.

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE INYECCION

Los sistemas de inyección se pueden clasificar en función de tres características distintas:

1. Según el lugar donde inyectan
2. Según el número de inyectores
3. Según el número de inyecciones

SEGÚN EL LUGAR DONDE INYECTAN

INYECCIÓN DIRECTA

Independientemente de si se trata de un motor de gasolina o diesel, se dice que el sistema de inyección es directo cuando el combustible se introduce directamente en la cámara de combustión formada por la culata y la cabeza del pistón, que suele estar labrado para favorecer la turbulencia de los gases, y mejorar así la combustión.

Los inyectores de un motor de gasolina (en un sistema MPI) suelen estar ubicados en el colector de admisión, lo que explica la denominación de estos sistemas. El combustible es inyectado por delante de una válvula cerrada o bien encima de la válvula abierta y es mezclado de forma casi completa con el aire de admisión en cada una de las toberas del colector de admisión. Pero esta mezcla de aire y neblina de combustible inyectado no permite su perfecta explosión en el cilindro si no está preparada conforme a una exacta relación estequiométrica comprendida en unos límites muy específicos (14,7/1).

Esta precisa relación de aire/combustible tiene que ser ajustada durante cada uno de los ciclos del motor cuando la inyección tiene lugar en el colector de admisión. El problema de estos sistemas viene dado principalmente a cargas parciales del motor cuando el conductor solicite una potencia no muy elevada, por ejemplo con el acelerador a medio pisar.

Los efectos se podrían comparar con una vela encendida dentro de un envase que se va tapando poco a poco por su apertura superior: la llama de la vela va desapareciendo conforme empeoran las condiciones de combustión. Esta especie de estrangulación supone un desfavorable comportamiento de consumo de un motor de ciclo Otto en los momentos de carga parcial.

Es aquí donde se declaran las grandes virtudes de la inyección directa de gasolina. Los inyectores de este sistema no están ubicados en las toberas de admisión, sino que están incorporados de forma estratégica con un determinado desplazamiento lateral por encima de las cámaras de combustión.

La inyección directa de la gasolina posibilita una definición exacta de los intervalos de alimentación del carburante en cada ciclo de trabajo de los pistones así como un preciso control del tiempo que se necesita para preparar la mezcla de aire y combustible.

En unas condiciones de carga parcial del motor, el combustible es inyectado muy cerca de la bujía y con una determinada turbulencia cilíndrica al final de la fase de compresión mientras el pistón se está desplazando hacia su punto muerto superior. Está concentrada carga de mezcla puede ser explosionada aunque el motor se encuentre en esos momentos en una fase de trabajo con un determinado exceso de aire (12.4/1).

Su grado de efectividad termodinámica es correspondientemente más alto. Comparado con un sistema de inyección en el colector de admisión (MPI) se obtienen unas importantes ventajas de consumo de combustible merced a la eliminación de la citada estrangulación. Los motores de inyección directa gasolina funcionan con dos tipos de mezcla según sea la carga del motor: mezcla estratificada y mezcla homogénea.

MEZCLA ESTRATIFICADA:

El motor es alimentado con una mezcla poco enriquecida cuando el vehículo se desplaza en unas condiciones de carga parcial (pedal del acelerador a medio pisar). Para poder conseguir una mezcla pobre para alimentar el motor, éste debe ser alimentado de forma estratificada.

La mezcla de aire y combustible se concentra en torno a la bujía ubicada en una estratégica posición central en las cámaras de combustión, en cuyas zonas periféricas se acumula prácticamente sólo una capa de aire. Con esta medida se consigue la eliminación de la mencionada estrangulación para proporcionar un importante ahorro de combustible.

La positiva característica de economía de consumo es también una consecuencia de la disminuida dispersión de calor. El aire concentrado de la manera comentada en la periferia del espacio de combustión mientras se produce la explosión de la mezcla en la zona central de la cámara proporciona una especie de aislamiento térmico.

Con esta estratificación específica de la carga, el valor Lambda en el área de combustión oscila entre 1,5 y 3. De este modo, la inyección directa de gasolina alcanza en el campo de carga parcial el mayor ahorro de combustible frente a las inyecciones convencionales; en marcha de ralentí incluso un 40%.