

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Construcción de un banco de pruebas y limpieza de
inyectores a gasolina**

Proyectos Técnicos

Daniel Alfonso Fuseau Ayala

José Luis González Montero

Diego Fernando Proaño Jiménez

Electromecánica Automotriz

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de del título de Licenciado en Electromecánica
Automotriz.

Quito, 6 de septiembre del 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Construcción de un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina.

Daniel Alfonso Fuseau Ayala

José Luis González Montero

Diego Fernando Proaño Jiménez

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Gonzalo Tayupanta, MSc.

Firma del profesor

Quito, 6 de septiembre del 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Daniel Alfonso Fuseau Ayala

Código: 00071550

Cédula de Identidad: 1719292813

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: José Luis González Montero

Código: 00072764

Cédula de Identidad: 1715284525

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Diego Fernando Proaño Jiménez

Código: 00072354

Cédula de Identidad: 1712036886

Lugar y fecha: Quito, septiembre de 2016

RESUMEN

La investigación y desarrollo es parte fundamental de la evolución en donde la ciencia y tecnología juegan un papel importante en el desarrollo, en donde se busca mejorar las condiciones de vida al cuidar el medio ambiente.

La gasolina es un medio de combustión que tiene un alto impacto en el medio ambiente. En la actualidad varias empresas automovilísticas han creado vehículos ecológicos con menor impacto que aportan a la reducción de elementos contaminantes.

Con estas acotaciones y en pro de ayudar a mejorar las condiciones actuales se ha propuesto realizar una investigación a base de los bancos de prueba de los inyectores electromagnéticos y su mantenimiento, pues un adecuado mantenimiento de los motores a combustión permitiría que el vehículo y el motor trabajen de forma eficiente y por tanto sea menos contaminante.

La optimización se genera cuando los inyectores cumplen con un riguroso proceso de mantenimiento y limpieza mediante el ultrasonido y el banco de pruebas, en donde se verifica que el funcionamiento de los inyectores cumpla con los estándares que deben seguirse bajo el uso de manuales con la finalidad de garantizar un adecuado proceso y manipulación de los inyectores para lograr una óptima combustión y el funcionamiento eficiente del motor.

Un mantenimiento adecuado se da mediante el control y supervisión; es decir que el vehículo debe cumplir con 30 mil kilómetros para acceder a su primer mantenimiento y limpieza para alcanzar un óptimo desempeño del inyector.

ABSTRACT

Research and development is a key part of evolution where science and technology play an important role in development, which seeks to improve living conditions to protect the environment.

Gasoline combustion is a means having a high impact on the environment. Currently several auto companies have created green vehicles with less impact contributing to reducing pollutants.

With these assessments and towards helping to improve the current conditions it is proposed to conduct an investigation based on the test benches of electromagnetic injectors and maintenance, for proper maintenance of combustion engines allow the vehicle and the engine work efficiently and therefore less polluting.

Optimization is generated when the injectors meet a rigorous maintenance and cleaning by ultrasound and the test bench, where it is verified that the operation of the injectors meets the standards to be followed under the use of manual order to ensure due process and handling of the injectors for optimum combustion and efficient engine operation.

Proper maintenance is given by the control and supervision; this means that the vehicle must meet 30 thousand kilometers to access its first maintenance and cleaning for optimal performance of the injector.

ÍNDICE DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS	2
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
GLOSARIO DE TÉRMINOS	12
Inyectores Electromagnéticos	12
Rampa de Inyectores.....	12
Limpieza de los Inyectores con Equipos de Ultrasonido.....	13
Potencia del Motor	13
INTRODUCCIÓN.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVO ESPECIFICO.....	16
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	17
1.1 Historia de la Inyección de Gasolina	17
1.3 Definición e Importancia de la Inyección Electrónica	19
1.4 Sistemas de Inyección Electrónica.....	21
1.3.1 Sistema Multipunto Jetronic y Motronic	21
1.3.2 Sistema Mono punto- Nono Motronic.....	21
1.3.3 El sistema Motronic.....	23
1.3.4 El Sistema Mono Motronic	24
1.3.5 Sistema Motronic ME 7.....	25
1.3.6 Sistema Flex Fuel.....	27
1.3.7 Sistema Trifuel	29
1.5 Inyección Directa de Gasolina Bosch.....	32
1.4.1 Nuevos Caminos para la Inyección de Gasolina.....	32
1.6 Componentes del Sistema Electro/Electrónico.....	33
1.5.1 Unidad de Comando	33
1.5.2 Medidor de Flujo de Aire	34
1.5.3 Medidor de Masa de Aire	35
1.5.4 Interruptor de la Mariposa de Aceleración.....	35
1.5.5 Potenciómetro de la Mariposa.....	36
1.5.6 Sensor de Temperatura del Motor	37

1.5.7 Relé.....	38
1.5.8 Sonda Lambda.....	39
1.5.8 Válvula de Ventilación del Tanque	40
1.5.9 Adicionador de aire	41
1.5.10 Actuador de Ralentí	42
1.6 Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible	43
1.6.1 Prefiltro	45
1.6.2 Filtro de Combustible	45
1.6.3 Válvula de Inyección	46
1.6.4 Regulador de Presión	48
1.7 Pruebas del Sistema de Alimentación de Combustible	49
1.7.1 Presión	49
1.7.2 Caudal	51
1.7.3 Medición de Corriente.....	53
CAPITULO II DISEÑO	56
2.1 Estructura del Diseño	57
2.2 Funcionamiento.....	57
2.3. Limpieza de Inyectores por Ultrasonido.....	60
2.4 Descripción del Equipo de Ultrasonido	60
2.4 Procedimiento.....	61
2.5 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido con el Equipo.....	63
2.6 Equipo de Ultrasonido.....	63
2.7 Limpieza de inyectores con Boya con el equipo.....	64
2.8 Comprobación de Inyectores	65
2.9 Breve descripción para un Correcto Acondicionamiento de Inyectores.....	66
2.10 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido.....	67
2.10.1 Procedimiento Limpieza de Inyectores por Ultrasonido.....	69
CAPITULO III “IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS Y LIMPIEZA DE INYECTORES A GASOLINA.....	71
3.1 Objetivo del Capítulo	71
3.2 Descripción Estructura Banco de Pruebas	71
3.2.1 Estructura.....	72
3.2.2 Partes y Diagrama del Distribuidor	73
3.2.3 Diagrama Eléctrico	74

3.2.4 Panel de control.....	75
2.2.5 Diagrama de Línea de Líquido	77
3.3 Funciones de Sistema Banco de Pruebas.....	78
3.3.1 Secuencias de Prueba y Limpieza	79
3.3.2 Proceso después de la Operación.....	79
3.4 Diseño de Pruebas	80
3.4.1 Operación Limpieza por Ultrasonidos	80
3.4.2 Prueba de Uniformidad y Capacidad de Pulverización	81
3.4.3 Instalación y Procedimientos de Prueba para Inyectores de Alimentación Lateral.....	83
3.4.4 Prueba de Fuga	84
3.4.5 Prueba de flujo de Inyección	85
3.4.6 Prueba Automática.....	86
3.5 Fase Experimental.....	86
3.5.1 Prueba de Inyectores.....	86
3.5.2 Análisis De Resultados.....	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
Conclusiones.....	95
Recomendaciones.....	96
BIBLIOGRAFIA	97
Bibliografía en libros.....	97
Bibliografía en sitios web.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2 Principio de Funcionamiento	20
Tabla 3 Descripción Estructura Banco de Pruebas	73
Tabla 4 Partes y Diagrama del Distribuidor.....	74
Tabla 5 Descripción de Diagrama Eléctrico	75
Tabla 6 Descripción de Panel de control	76
Tabla 7 Estructura Diagrama de Línea de Líquido	77
Tabla 8 Especificaciones de Diagrama de Línea de Líquido	78
Tabla 9 Funciones de Sistema Banco de Pruebas	78
Tabla 10 Operación Limpieza por Ultrasonidos.....	80
Tabla 11 Elementos de Operación Limpieza por Ultrasonidos	81
Tabla 12 Prueba de Uniformidad y Capacidad de Pulverización	82
Tabla 13 Instalación y Procedimientos de Prueba para Inyectores de Alimentación Lateral	83
Tabla 14 Prueba de Fuga	85
Tabla 15 Prueba de Flujo de Inyección	85
Tabla 16 Prueba Automática	86
Tabla 17 Prueba de Inyectores	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Inyección Electrónica.....	19
Gráfico 2 Sistema Multipunto Jetronic y Motronic.....	21
Gráfico 3 Sistema Mono punto- Nono Motronic	22
Gráfico 4 Sistema LE-Jetronic.....	23
Gráfico 5 El Sistema Motronic.....	24
Gráfico 6 El Sistema Mono Motronic.....	25
Gráfico 7 Sistema Motronic ME 7	27
Gráfico 8 Sistema Flex Fuel.....	28
Gráfico 9 Sistema Trifuel.....	30
Gráfico 10 Inyección Directa de Gasolina Bosch	32
Gráfico 11 Unidad de Comando.....	33
Gráfico 12 Medidor de Flujo de Aire.....	34
Gráfico 13 Medidor de Masa de Aire.....	35
Gráfico 14 Interruptor de la Mariposa de Aceleración	36
Gráfico 15 Potenciómetro de la Mariposa	37
Gráfico 16 Sensor de Temperatura del Motor	38
Gráfico 17 Relé	39
Gráfico 18 Sonda Lambda	40
Gráfico 19 Válvula de Ventilación del Tanque	41
Gráfico 20 Adicionador de Aire	42
Gráfico 21 Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible	44
Gráfico 22 Prefiltro	45
Gráfico 23 Filtro de Combustible.....	46
Gráfico 24 Válvula de Inyección.....	47
Gráfico 25 Regulador de Presión.....	48
Gráfico 26 Prueba de Presión	49
Gráfico 27 Prueba de Presión (1)	50
Gráfico 28 Bomba.....	51
Gráfico 29 Caudal.....	51
Gráfico 30 Pruebas de Presión y Caudal	52
Gráfico 31 Medición de Presión y Caudal al mismo Tiempo.....	52
Gráfico 32 Medición de Corriente	53
Gráfico 33 Funcionamiento Atomización del Combustible.	58
Gráfico 34 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido	60
Gráfico 35 Procedimiento de limpieza Equipo de Ultrasonido	62
Gráfico 36 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido con el Equipo.....	63
Gráfico 37 Equipo de Ultrasonido	64
Gráfico 38 Limpieza de Inyectores con Boya con el Equipo	65
Gráfico 39 Comprobación de Inyectores	65
Gráfico 40 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido	71
Gráfico 41 Elementos del Banco de Pruebas.....	72
Gráfico 42 Descripción Estructura Banco de Pruebas	72

Gráfico 43 Partes y Diagrama del distribuidor	73
Gráfico 44 Diagrama Eléctrico.....	74
Gráfico 45 Panel de Control.....	76
Gráfico 46 Diagrama de Línea de Líquido.....	77
Gráfico 47 Operación Limpieza por ultrasonidos	81
Gráfico 48 Prueba de Inyectores	87
Gráfico 49 Prueba de Ángulo de Inyección de Inyectores Volkswagen	89
Gráfico 50 Prueba de flujo de Inyección de Inyectores Volkswagen	89
Gráfico 51 Limpieza de los Inyectores en la Tina Ultrasónica	90
Gráfico 52 Prueba de Ángulo de Inyección luego de la Limpieza Ultrasónica	91
Gráfico 53 Prueba de Flujo de Inyección luego de la Limpieza Ultrasónica.....	91
Gráfico 54 Prueba de Ángulo de Inyección.....	92
Gráfico 55 Resultados de Prueba de Ángulo de Inyección	92
Gráfico 56 Resultados de Prueba de Flujo de Inyección	92
Gráfico 57 Resultados de Prueba de Ángulo de Inyección luego de Limpieza Ultrasónica	93
Gráfico 58 Resultados de Prueba de Flujo de Inyección luego de Limpieza Ultrasónica.....	94

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Inyectores Electromagnéticos

El inyector (o válvula inyectora) está formado por un cuerpo en cuyo interior está el paso de gasolina, tamizado por un cilindro de malla. En el extremo del cuerpo del inyector se aloja la tobera de salida de combustible, que pulveriza dentro del conducto de admisión al hacerlo salir por el agujero calibrado con gran precisión. Una aguja metálica cierra, dentro del inyector el agujero de salida de la tobera, mediante el acoplamiento entre el cono de la punta de la aguja y la zona cónica mecanizada a la entrada del paso del combustible de la tobera. El cierre de la aguja es debido a la presión de un muelle que la empuja contra su asiento.

Rampa de Inyectores

La rampa de inyectores es un conducto de gasolina del que parten la toma de los inyectores. El conducto esta dimensionado de manera que en la situación de consumo máximo exista un caudal más que suficiente para todos los inyectores y no pueda darse el caso de que un cilindro resulte deficientemente alimentado por pérdidas de carga en el circuito de combustible.

Inyector de Reposo

Para inyectar combustible es necesario desplazar a la aguja con el inyector de reposo, la alta presión del combustible llega por igual a la parte superior de la aguja a la parte inferior. Por lo tanto la aguja no se mueve. En esta situación, la válvula de platillo esta cerradas e impide que la alta presión de combustible escape por el conducto de retorno.

Patrón de Atomización:

La forma de descarga en los orificios de la tobera del inyector se llama patrón de atomización. Este patrón se determina por características como el número, tamaño, longitud y ángulo de los orificios y también por la presión del combustible dentro del inyector. Todos estos factores influyen en la forma y longitud de la atomización.

Tobera

La función de la tobera es inyectar una carga de combustible en la cámara de combustión de forma que pueda arder por completo. Para ello existen diversos tipos de toberas, todas con variaciones de la longitud, número de orificios y ángulo de atomización. El tipo de tobera que se emplee en el motor depende de los requisitos particulares de sus cámaras de combustión.

Limpieza de los Inyectores con Equipos de Ultrasonido.

Estos equipos efectúan la limpieza por vibración ultrasónica, al mismo tiempo que se realiza una abertura del inyector para evacuar la suciedad, suelen incorporar una serie de probetas graduadas y una pistola estroboscópica para realizar la comparación del caudal de los inyectores y el chequeo visual de la atomización.

Potencia del Motor

Se llama potencia a la a cantidad de trabajo que puede realizar por unidad de tiempo, cuando más potente es el motor de una vehículo, más peso puede arrastrar a la misma velocidad, llevando el mismo peso, mayor es la que velocidad que puede alcanzar.

Banco de Pruebas

Está diseñado para permitir una evaluación completa del inyector, y dar al mismo tiempo una limpieza efectiva, esto se debe al novedoso sistema de flujo de aire y líquido que circula por el inyector.

Panel de Control

Permite la selección de todos los inyectores individualmente, con su selector de frecuencia, simula los cambios en las R.PM del motor, además cuenta con un sistema de protección electrónica para inyectores en cortocircuito, selección de funcionamiento de aire y/o líquido durante la limpieza, proporciona un sistema de protección de bomba interna, previniendo errores en la manipulación y una conexión Test PUMP externa.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto investigativo se encuentra basado en el estudio de los inyectores electromagnéticos a gasolina y su mantenimiento. Los inyectores son actuadores importantes para que el funcionamiento del motor se desarrolle de forma adecuada. Por lo tanto, es de vital importancia que se deba conocer el funcionamiento interno con el fin de saber las condiciones adecuadas para poder generar un mantenimiento óptimo por lo cual se ha identificado la necesidad de desarrollar un estudio que busque construir un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina.

Adicionalmente, se debe considerar que cada vez más se busca la preservación del medio ambiente, porque es necesario el poder obtener y manejar una óptima combustión, para la obtención de resultado es necesario que los inyectores de gasolina desarrollen su trabajo de forma eficiente en el cual su objetivo es la generación de residuos de la combustión sean menores.

A través de esta investigación y la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en el periodo de estudio se busca generar una propuesta en la cual su enfoque se encuentre relacionado con el mantenimiento y limpieza de inyectores a gasolina a través de diversos métodos; entre ellos, la limpieza por ultrasonido y el desarrollo de pruebas para poder verificar el correcto funcionamiento.

Es de vital importancia el empleo de mantenimiento a los inyectores en el proceso de funcionamiento del motor con ritmo defectuoso en el desarrollo de las revoluciones por minuto y evidenciar la disminución en la potencia al acelerar por lo tanto los especialistas recomiendan el primer mantenimiento a los treinta mil kilómetros.

Finalmente se busca generar un adecuado funcionamiento de los inyectores de gasolina para que se genere un menor consumo de gasolina y el motor pueda funcionar de forma correcta.

OBJETIVO GENERAL

Generar un óptimo funcionamiento de los inyectores de gasolina para minimizar el impacto ambiental a través del mantenimiento y limpieza de inyectores mediante el uso del ultrasonido.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Mejorar el funcionamiento del motor mediante el uso de inyectores electromagnéticos con lo cual se pueda optimizar la combustión.
- Disminuir los residuos de combustión mediante el mantenimiento y limpieza de inyectores bajo un cierto parámetro de controles sugeridos para optimizar el rendimiento.
- Contribuir a mejorar el impacto ambiental mediante la implementación de un inyector electromagnético óptimo.

CAPITULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Historia de la Inyección de Gasolina

El Catálogo Boch (2007) expresa que:

Los sistemas de encendido y de inyección de gasolina están basados en más de 100 años de investigaciones de Bosch. Entonces, muchos fabricantes de automóviles tienen a Bosch como suministradora de su equipo original, lo que asegura su liderazgo en el mercado de piezas de repuesto. Además de un programa completo que abarca miles de ítems de inyección de gasolina, Bosch también ofrece las piezas de repuesto y desgaste correspondientes para autopartes y talleres.

La historia de la inyección de combustible se origina en el siglo XIX ya que N.A. Otto y J.J.E. Lenoir, en la Feria Mundial de París en el año de 1867 exhibieron una muestra de motores de combustión interna, en el año de 1875, Wilhelm Maybach de Deutz desarrollo un motor de gas para que su funcionamiento sea con gasolina, este modelo de motor requería de un carburador acompañado de una mecha suspendida a través del flujo del aire entrante además los extremos de la mecha debían estar sumergidos en la gasolina y en el recipiente debajo de la mecha para posteriormente en el encendido del motor el aire entrante pasaba a través de la mecha, pueda evaporarse la gasolina y llevar el vapor del combustible dentro del motor para ser quemado. A finales del siglo, el invento de Maybach, Carl Benz y otros, ya poseía un alto nivel de desarrollo tecnológico en el carburador el cual se caracterizaba por poseer un carburador de chorro de rocío controlado por un flotador. En el año de 1883, con el empleo de carburadores ya se experimentaba la inyección de combustible rudimentaria a cargo de Edward Butler, Deutz para posteriormente diseñar otros sistemas precursores de inyección de combustible. Por lo tanto, la inyección de la combustible gasolina tomó importancia en la aviación la cual resulto tener un rol en la aviación práctica (foros.hondaclub.com, 2009)

La evolución de la inyección a gasolina en el paso de los años se estructura de la siguiente forma:

<p>1902</p> <p>Suministro del primer magneto de alta tensión y de la primera bujía de encendido.</p>	<p>1925</p> <p>La empresa Robert Bosch GmbH presenta el encendido por batería.</p>	<p>1939</p> <p>Primer sistema de inyección de gasolina Bosch es probado en un avión Alemán.</p>	<p>1951</p> <p>Presentación de la inyección de gasolina de Bosch en la exposición de automóviles en Frankfurt.</p>	<p>1954</p> <p>Montaje del vehículo deportivo Mercedes-Benz 300 SL con sistema de inyección Bosch.</p>
<p>1967</p> <p>Primera norma sobre gases de escape en los EE.UU. Introducción del primer sistema de inyección electrónica: D-Jetronic con regulación por presión en el múltiple de admisión.</p>	<p>1973</p> <p>Crisis energética: la reducción del consumo de gasolina se vuelve el objetivo de desarrollo más importante, Bosch introduce el sistema L-Jetronic y K-Jetronic.</p>	<p>1979</p> <p>Introducción en el mercado mundial del Motronic. Ese sistema se mostró único debido al procesamiento digital de muchas funciones del motor. Combina el L-Jetronic y el encendido electrónico mapeado.</p>	<p>1981</p> <p>Introducción en el mercado mundial del LH-Jetronic. En vez de un medidor de flujo de aire de mariposa, el sistema básico L-Jetronic fue equipado con un medidor de masa de aire de hilo caliente.</p>	<p>1982</p> <p>Introducción en el mercado mundial del KE-Jetronic. El K-Jetronic, ampliado por un circuito de regulación electrónico y la sonda lambda, fue utilizado por primera vez como KE-Jetronic en un vehículo de serie.</p>
<p>1987</p> <p>Introducción en el mercado mundial del Mono-Jetronic. El Mono-Jetronic es un sistema de inyección central especial mente económico, que permitió incluso que vehículos menores se equiparan con inyección electrónica.</p>	<p>1988</p> <p>Introducción en el mercado del Mono-Motronic. Como desarrollo posterior de Mono-Jetronic se llegó al Mono-Motronic con un encendido electrónico mapeado, además de un microprocesador. Inicio de la aplicación del sistema basado en torque (ME7.5.10)</p>	<p>1989</p> <p>EGAS (acelerador electrónico). Los sistemas con EGAS detectan el deseo del conductor a través de un sensor localizado en el pedal acelerador. La unidad de comando Motronic evalúa la señal del sensor y regula la mariposa accionada por un motor, teniendo en cuenta otros datos del vehículo y del motor.</p>	<p>1993</p> <p>Sistema sin retorno de combustible – Inicio del desarrollo de software y hardware. Primer motor con turbocompresor con inyección de combustible.</p>	<p>1997</p> <p>Utilización creciente de módulos de aspiración. Los módulos de aspiración son conjuntos pre montados, compuestos de múltiple de admisión, incluyendo las válvulas de inyección, cuerpo de mariposa, regulador de presión, etc.</p>
<p>1999</p> <p>Surgen los sistemas de inyección directa de combustible en motores a gasolina.</p>	<p>2000</p> <p>Introducción en el mercado mundial de la inyección directa de gasolina Motronic MED 7. El sistema Motronic MED 7 con control basado en torque consigue el más bajo consumo con la más alta dinámica posibles.</p>	<p>2003</p> <p>Lanzamiento del sistema Flex-Fuel drive-by-wire y basado en torque (ME7.5.10).</p>	<p>2004</p> <p>Presentación de prototipo de la tecnología Tri Fuel con motor turbo (Turbo Tri Fuel).</p>	<p>2005</p> <p>Presentación de la nueva tecnología de arranque en frío con sistema de calentamiento del combustible en la galería (FLEX-START).</p>

1.3 Definición e Importancia de la Inyección Electrónica

El Catálogo Boch (2007) expresa que:

“Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el viejo carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones, etc.”.

Partiendo de esta manifestación se ha identificado que la marca Bosch diseñó e implementó sistemas de inyección electrónica de combustible, cuyo objetivo es proporcionar al motor un adecuado y mejor rendimiento para generar más ahorro en el funcionamiento del motor y a la vez que proporcione un funcionamiento suave, económico; pero que no genere contaminación al medio ambiente para lo cual se requiere el uso de una mezcla aire/combustible perfecta en todos los niveles de rotación y de un carburador para generar la respectiva regulación pero no genera alimentación al motor en una adecuada proporción de mezcla.

Gráfico 1 Inyección Electrónica



Fuente:

http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.2.1 Principio de Funcionamiento

El mismo catálogo manifiesta que:

“Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de rotación señala a la unidad de comando la rotación del motor, En el movimiento de bajada, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor”.

También se identifica que el medidor debe informar a la unidad de comando el volumen de aire admitido; para lo cual la unidad de comando debe generar que las respectivas válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible requerido según el volumen de aire admitido, para posteriormente estimular la relación aire/combustible. Por lo tanto, cuanto más adecuada es la mezcla genera mejor rendimiento en la economía y reduce la emisión de gases contaminantes, un sistema de inyección está conformado por sensores y actuadores.

Tabla 1 Principio de Funcionamiento

<p>¿Qué son actuadores?</p> <p>Son componentes que reciben informaciones de la unidad de comando y actúan en el sistema de inyección, variando el volumen de combustible que el motor recibe, corrigiendo el punto de encendido, ralentí, etc. Ej.: actuador de ralentí, válvulas de inyección, etc.</p> <p>Los sistemas de inyección pueden ser de dos tipos: Multipunto (LE-Jetronic y Motronic) y Monopunto (Mono Motronic).</p>	<p>¿Qué son sensores?</p> <p>Son componentes que están instalados en varios puntos del motor y sirven para enviar informaciones a la unidad de comando (señales de entrada). Ej.: sensor de temperatura, rotación, etc.</p>
--	--

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.4 Sistemas de Inyección Electrónica

Arques, “Moteurs Alt (1.987), manifiesta que:

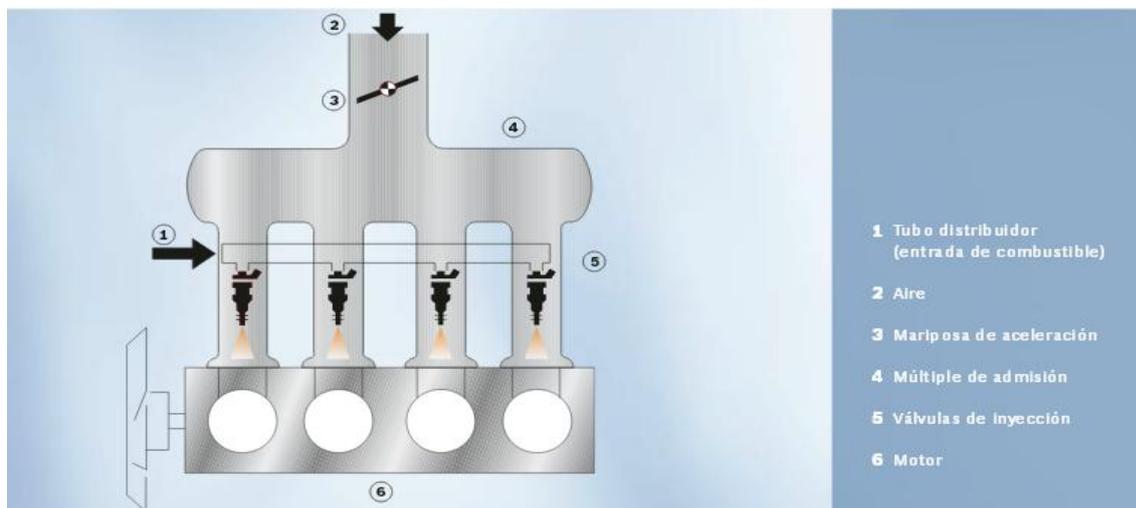
“La inyección electrónica de combustible consta de un sistema que intenta reemplazar el carburador de los motores que funcionan con gasolina. Constituye un sistema bastante más amigable con el medio ambiente que el sistema clásico con el carburador, ya que disminuye en forma considerable la emisión de gases nocivos de los motores”

Estos sistemas poseen la siguiente clasificación:

1.3.1 Sistema Multipunto Jetronic y Motronic

El Sistema Multipunto Jetronic y Motronic se caracteriza porque emplea una válvula de inyección para cada cilindro del motor.

Gráfico 2 Sistema Multipunto Jetronic y Motronic

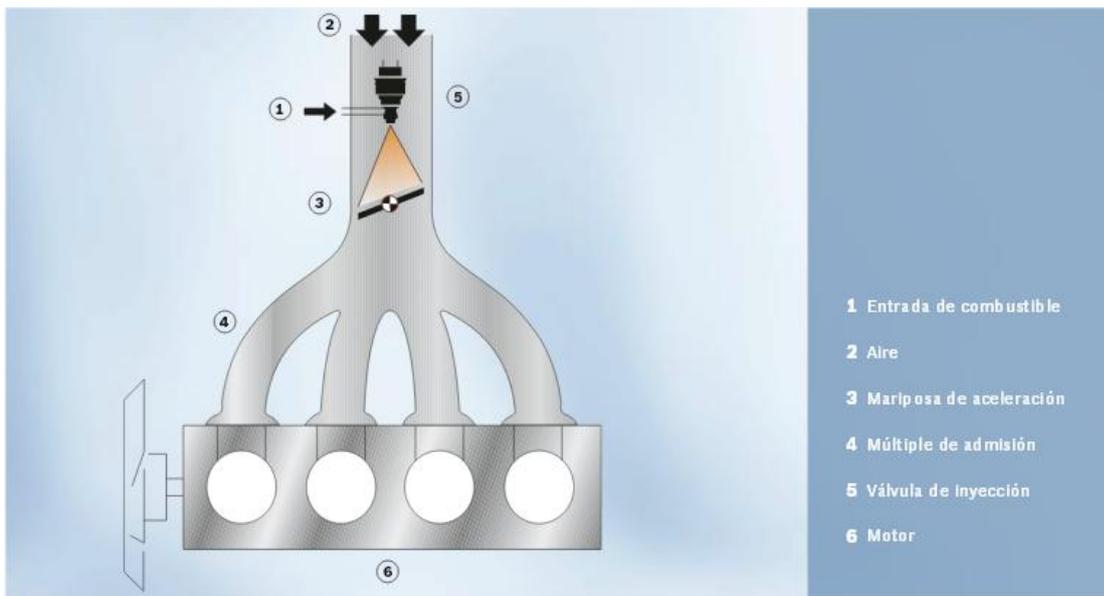


Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.2 Sistema Mono punto- Nono Motronic

El Sistema Mono punto- Nono Motronic se caracteriza por que emplea una única válvula de inyección para los distintos cilindros del motor.

Gráfico 3 Sistema Mono punto- Nono Motronic

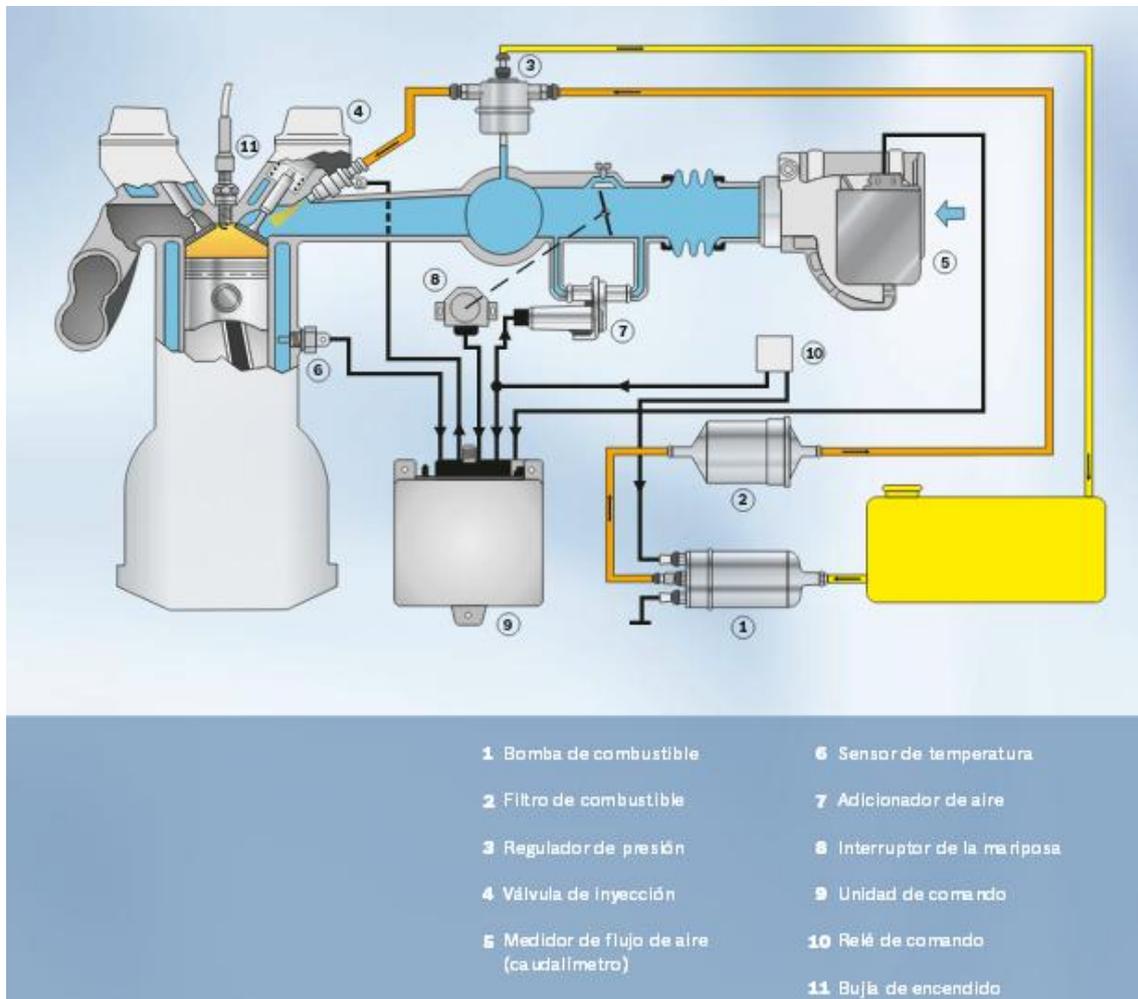


Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.3 Sistema LE-Jetronic

El Sistema LE-Jetronic se caracteriza por que es dirigido de forma electrónica y a la vez pulveriza el combustible en el múltiple de admisión, su función se enfoca en la administración adecuada del volumen exacto para cada uno de los regímenes de revoluciones en donde la unidad de comando recibe diversas señales de entrada, éstas llegan a los sensores los cuales envían información de las condiciones para el funcionamiento del motor. Por lo tanto, la unidad de comando busca comparar las informaciones recibidas con el fin de determinar el volumen requerido de combustible; según sea éste, la cantidad de combustible en la unidad de comando determina el volumen que va a salir por las válvulas de inyección ya que estas válvulas reciben una señal eléctrica, que además recibe el nombre de tiempo de inyección (TI). El sistema LE-Jetronic de las válvulas de inyección busca pulverizar el combustible de forma simultánea ya que en este sistema la unidad de comando es la que controla solamente al sistema de combustible además es analógico porque no posee memoria que permita guardar posibles averías, por lo que no posee ningún tipo de indicación en el caso de suceder averías en el tablero del vehículo para el sistema de inyección.

Gráfico 4 Sistema LE-Jetronic



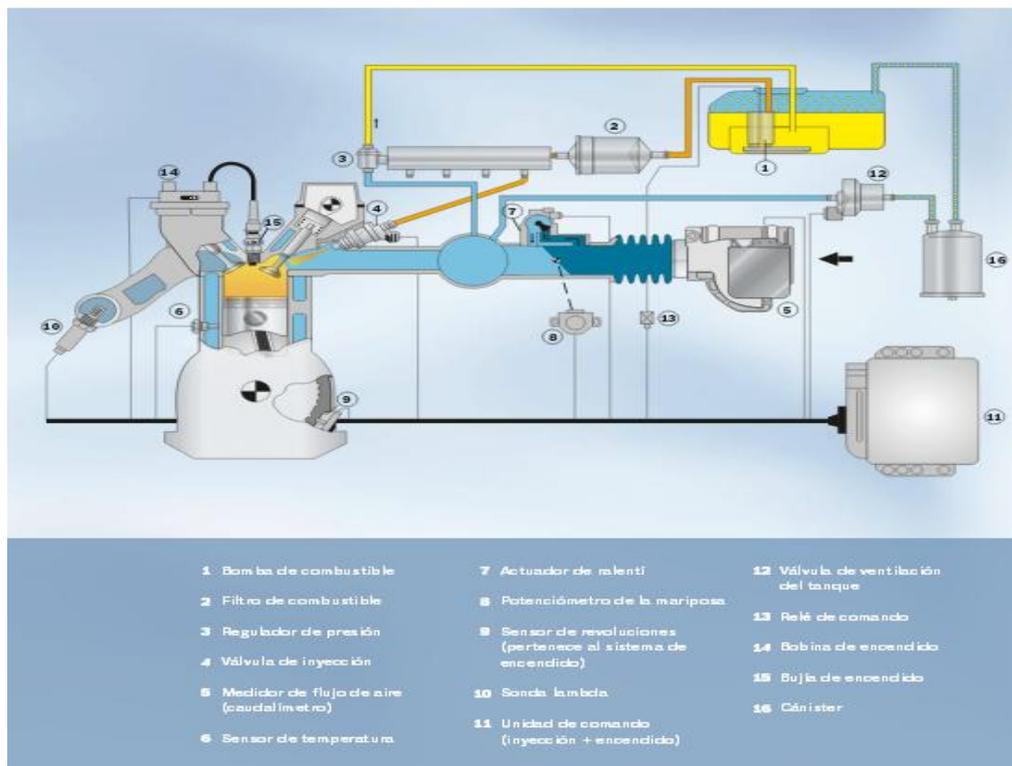
Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.3 El sistema Motronic

El sistema Motronic es también conocido como un sistema multipunto el cual es diferente del sistema LE-Jetronic, ya que en este sistema se encuentra incorporada la unidad de comando en el sistema de encendido, además posee de una sonda lambda en el sistema de inyección, la cual se encuentra instalada en el tubo de escape, además este sistema es digital, ya que posee memoria para la adaptación y refleja las indicaciones de averías en el tablero. Los vehículos que no poseen distribuidor, en el control al momento del

encendido (chispa) su mecanismo se desarrolla a través de un sensor de revoluciones el cual se encuentra instalado en el volante del motor, en este sistema existe una válvula de ventilación del tanque, también llamada como válvula del cánister, cuya función es la de reaprovechar los vapores del combustible, los cuales son altamente peligrosos, por lo cual el sistema busca el poder contribuir a la reducción de la contaminación, con lo que se identifica a una de las principales ventajas de la inyección.

Gráfico 5 El Sistema Motronic



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.4 El Sistema Mono Motronic

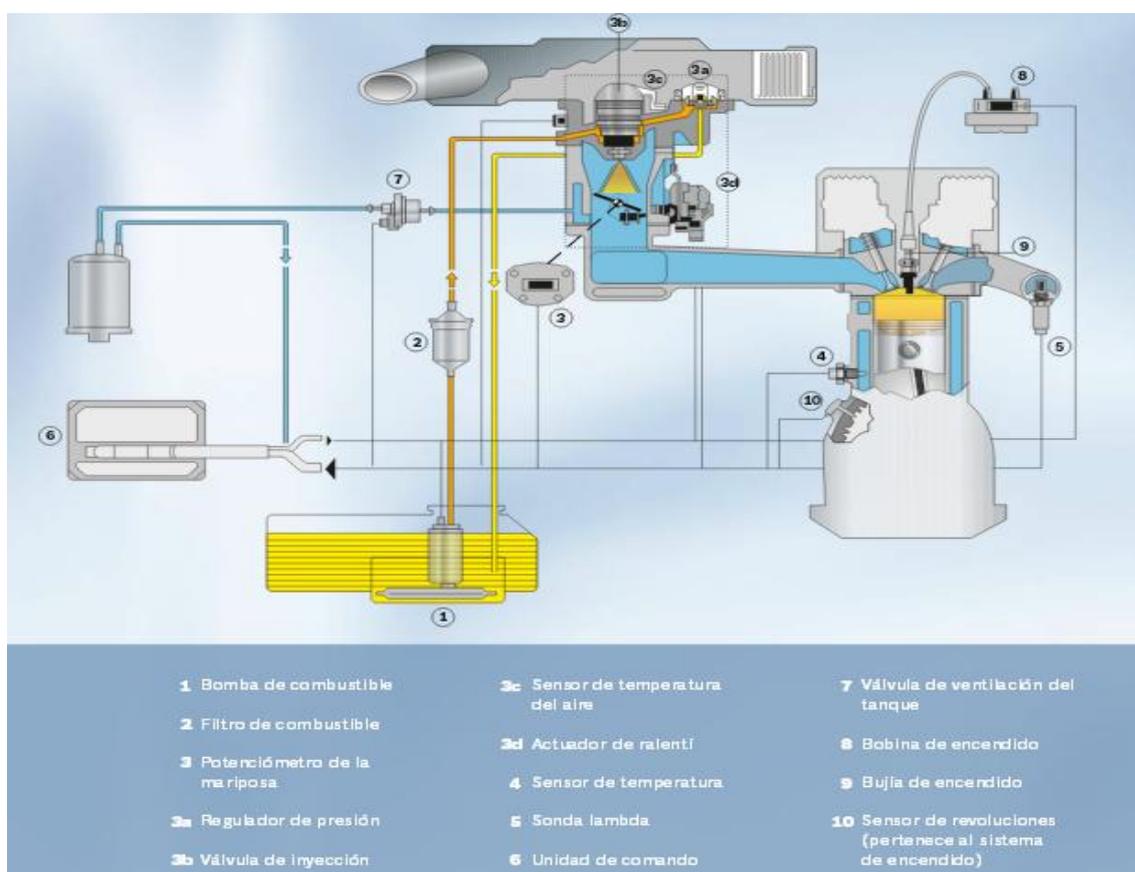
El sistema Mono Motronic se diferencia del sistema Motronic ya que para su funcionamiento usa una sola válvula para todos los cilindros, la cual se encuentra instalada en el cuerpo de la mariposa (esta pieza es parecida al carburador).

El cuerpo de la mariposa se encuentra conformado por otros componentes, los cuales en el sistema Motronic están localizados en los diferentes puntos del

vehículo, tal es el caso del actuador de ralentí, potenciómetro de la mariposa y otros más.

Además en el sistema Mono Motronic, el sistema de encendido es controlado por la unidad de comando ante esto se evidencia que los sistemas Motronic y Mono Motronic son parecidos con relación al funcionamiento pero su diferencia se encuentra en el uso y cantidad de válvulas de inyección.

Gráfico 6 El Sistema Mono Motronic



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.5 Sistema Motronic ME 7

Este sistema está conformado por una mariposa acompañada de un comando electrónico de aceleración el cual permite la administración del motor con base

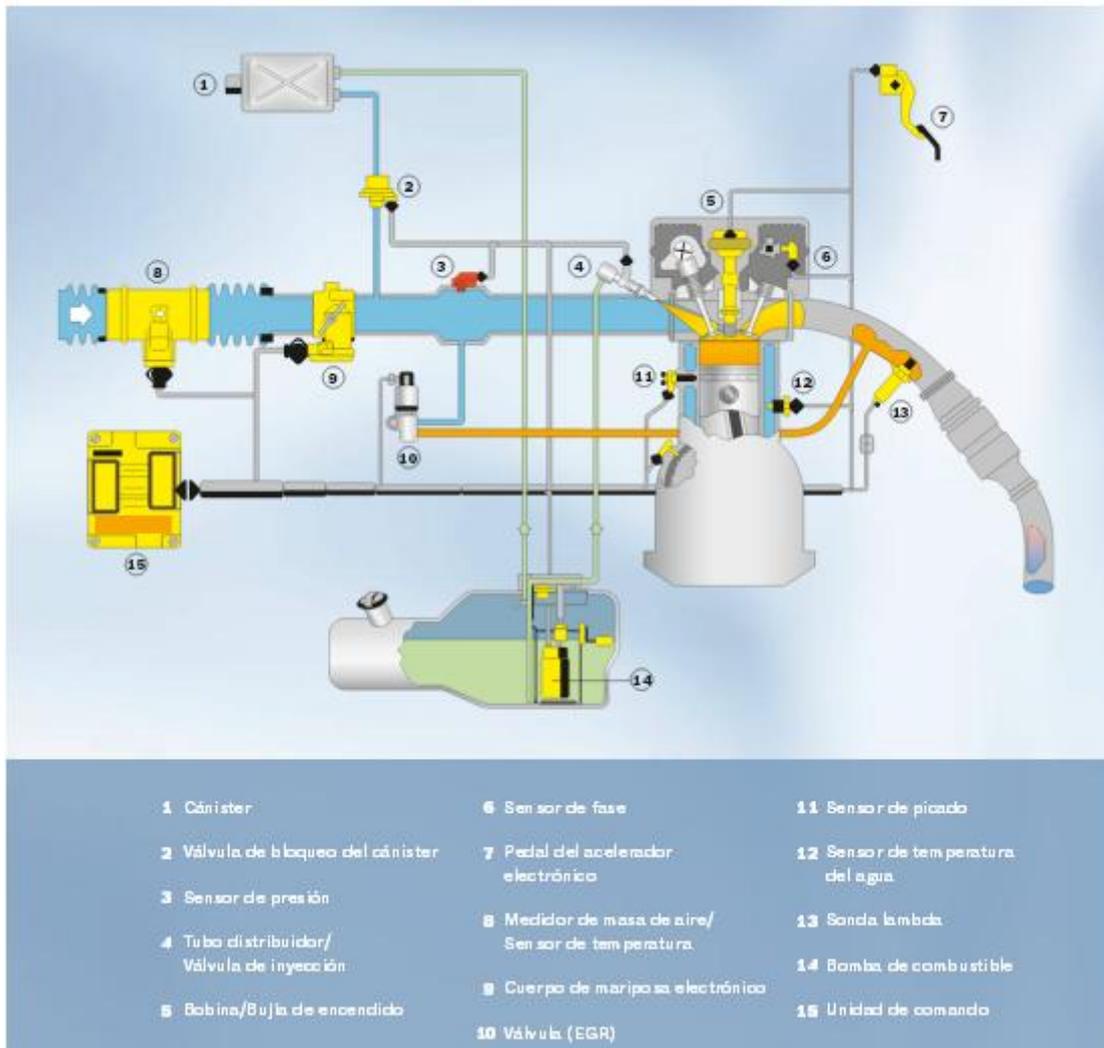
en el torque ya que con el uso de este se pueden ajustar los diversos parámetros y funciones del sistema de inyección y encendido.

Adicionalmente, capta el deseo del conductor a través del pedal del acelerador electrónico por lo tanto la unidad de mando busca determinar el torque que se necesita a través de un análisis al régimen de funcionamiento del motor, además de las respectivas exigencias de los accesorios tales como el aire acondicionado, seguido del control de tracción, sistemas de frenos ABS, ventilador del radiador, etc. Con el fin de definir la estrategia de torque, la cual se emplea en el momento exacto del encendido, volumen de combustible y apertura de la mariposa.

La estructura modular de software y hardware, proporciona la configuración específica en el motor y vehículo, así como en el comando electrónico de la mariposa.

Para proporcionar una mayor precisión, con el fin de generar una reducción al consumo de combustible, perfeccionamiento de la conducción; además del manejo del sistema en base del torque el cual busca proporcionar una mayor integración a los otros sistemas del vehículo, además de la generación de un sistema con duplicidad de sensores, con el fin de generar un alto nivel de seguridad al funcionamiento.

Gráfico 7 Sistema Motronic ME 7



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.6 Sistema Flex Fuel

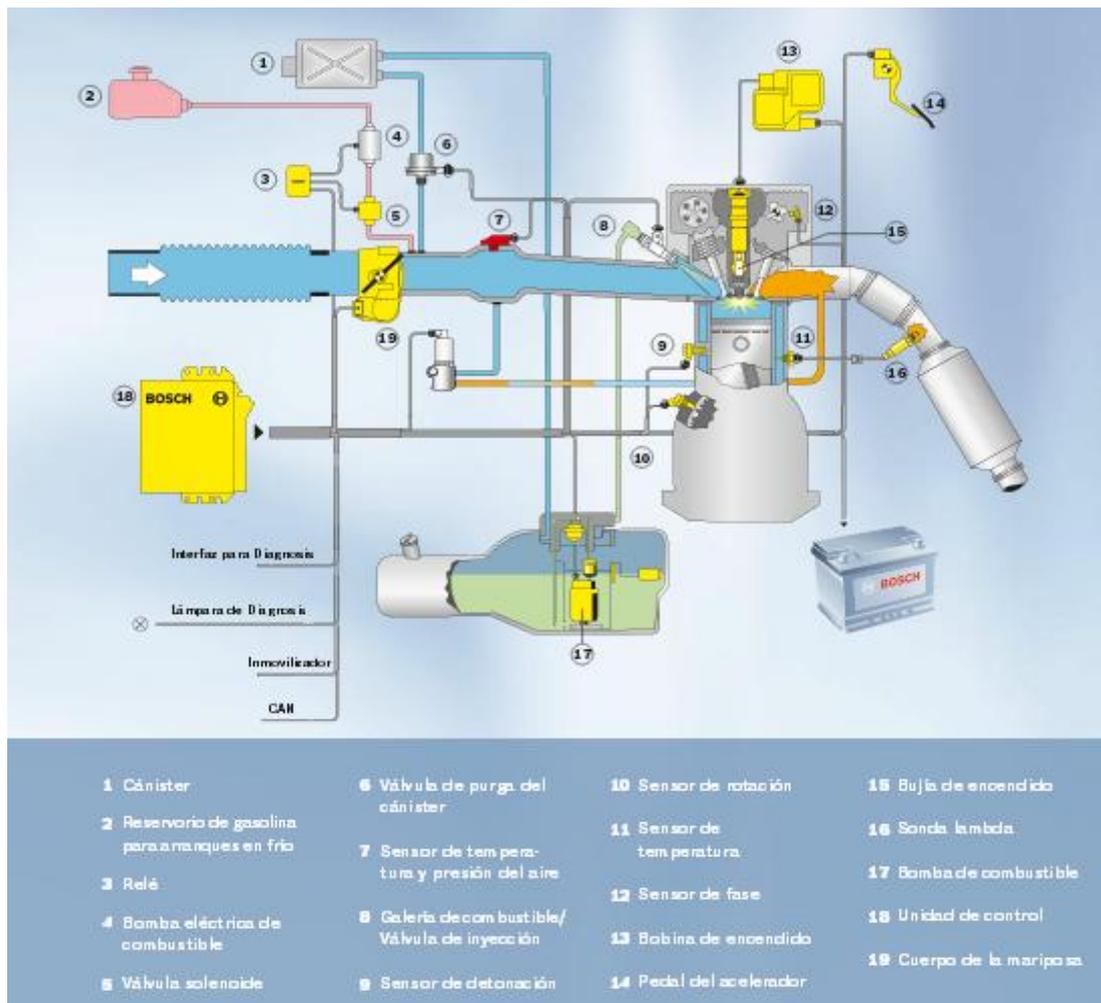
El sistema Flex Fuel de Bosch se caracteriza por que posee la capacidad de reconocer y adaptar de forma automática a las diversas funciones que se relacionan con la administración del motor con el fin de proporcionar la mezcla entre el alcohol y gasolina los cuales se encuentran en el tanque. El proceso de

identificación de la mezcla se realiza a través del uso del sensor de oxígeno o también conocido como sonda lambda.

El sistema notifica de forma continua al módulo de comando, la información específica tal como cantidad de oxígeno la cual se encuentra presente en el tubo de escape; y, la cantidad de alcohol en la cual el sistema lo considera como combustible.

Busca identificar en el deseo del conductor a través del acelerador, el software de la unidad de comando en la cual realiza una comparación con los puntos ideales mapeados, por lo tanto se procura identificar a los diversos componentes del sistema los cuales buscan generar un adecuado desempeño esperado, para la obtención de menores índices posibles en los mecanismos de consumo y emisión de los agentes contaminantes.

Gráfico 8 Sistema Flex Fuel



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.3.7 Sistema Trifuel

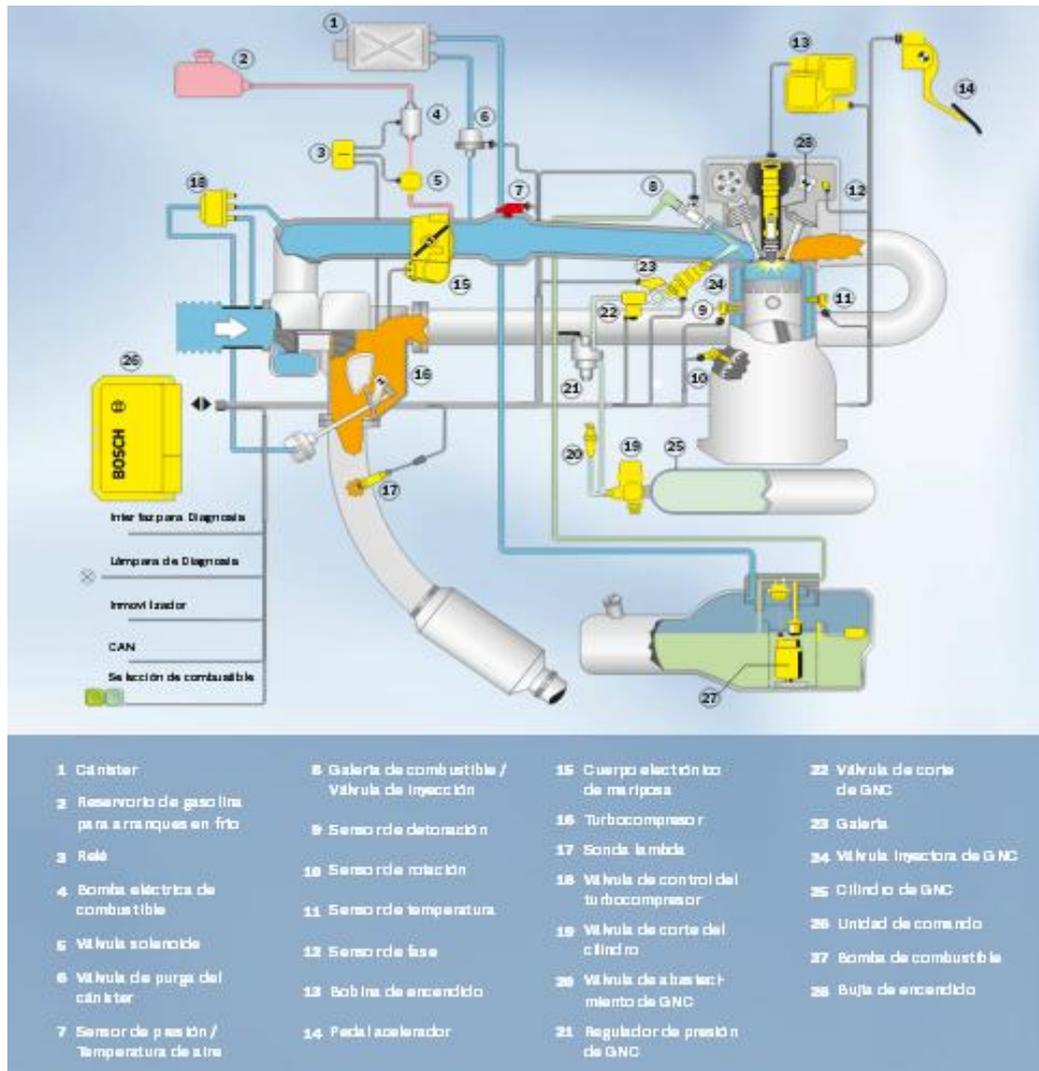
El sistema Trifuel Bosch se caracteriza por poseer un sistema digital multipunto el cual se enfoca a la administración de motor, busca el poder habilitar el uso de Gas Natural Comprimido (GNC), además de otros aspectos tales como son la gasolina, alcohol o cualquier otra mezcla generada en los dos últimos combustibles en el mismo vehículo.

Con una sola unidad de comando, el Trifuel debe llevar la administración de los temas de inyección, encendido, control de aire, regulación de detonación y de los otros componentes que poseen una base en el análisis a los varios sensores lo cual permita el poder ajustar la mezcla, el avance y la cantidad de aire que entra en el motor.

También es importante la presencia de un turbocompresor en el sistema, el cual busca aprovechar a las distintas características en el uso de los tres combustibles.

El sistema puede generar un incremento del torque el cual busca el poder llegar a combatir e eliminar la pérdida de rendimiento existente para los autos convertidos.

Gráfico 9 Sistema Trifuel



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5 Inyección Directa de Gasolina Bosch

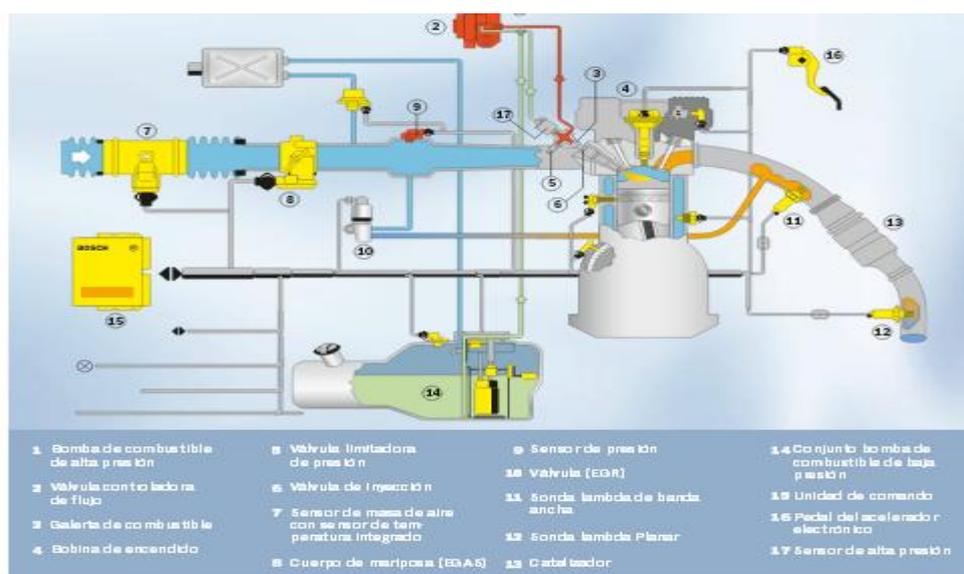
1.4.1 Nuevos Caminos para la Inyección de Gasolina

En el Catalogo Bosch (2007) se ha identificado que:

“Hasta el lanzamiento del sistema de inyección electrónica MED, la mezcla de aire y combustible era generada en el tubo de aspiración. La búsqueda por nuevas posibilidades para mejorar todavía más la inyección originó una nueva técnica: la inyección directa de gasolina con regulación electrónica – Motronic MED7 – una nueva generación con una reducción de consumo de hasta un 15%”.

Se identifica que con el sistema MED7, el funcionamiento del motor es económico en el ralentí y en situaciones de denso tránsito urbano ya que contiene una carga escalonada, eso facilita que el motor trabaje con una mezcla de pobre y genere un consumo reducido, en el caso de requerir de la potencia completa, el MED7 inyecta la gasolina para generar una mezcla homogénea. Por este motivo, el motor de inyección directa es considerado como el más económico de los motores convencionales al momento de entrar en funcionamiento.

Gráfico 10 Inyección Directa de Gasolina Bosch



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.6 Componentes del Sistema Electro/Electrónico

1.5.1 Unidad de Comando

La unidad de comando es considerada como el cerebro del sistema ya que procura determinar un adecuado volumen de combustible el cual es totalmente pulverizado; tomando en consideración la información que recibe de los sensores del sistema.

La cantidad de combustible que el motor recibe es determinada por la unidad de mando a través del tiempo de apertura de las válvulas, que también es conocido como el tiempo de inyección.

Las diversas señales que son enviadas por los sensores a la unidad de comando son el medidor de flujo de aire. El cual mide la cantidad y temperatura del aire que fue aspirado por el motor, ya que a través de la mariposa de aceleración el sensor de temperatura determina las revoluciones del motor para que este pueda arrancar (Sodemo, Sytel, 2005).

Gráfico 11 Unidad de Comando



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

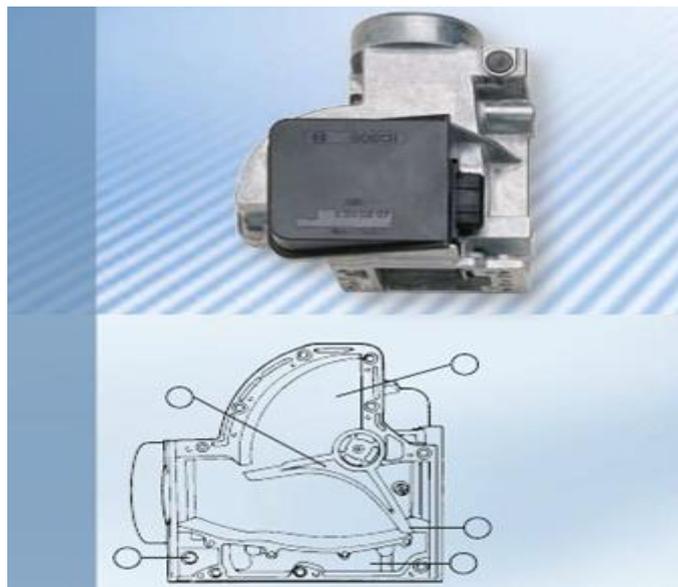
1.5.2 Medidor de Flujo de Aire

Según la web sensovant.com (2014) se ha identificado que:

“Su función es informar a la unidad de comando, la cantidad y temperatura del aire admitido, para que las informaciones modifiquen la cantidad de combustible pulverizada. La medición de la cantidad de aire admitida tiene como base la fuerza producida por el flujo de aire aspirado, que actúa sobre la palanca sensora del medidor, contra la fuerza de un resorte”.

El medidor de flujo de aire está conformado por un potenciómetro cuya función es la de transformar las posiciones de la palanca sensora para generar una adecuada señal para la unidad de mando, el cual debe estar instalado en la carcasa del medidor. Adicionalmente, consta de un sensor de temperatura de aire, que debe informar a la unidad de comando la temperatura con el fin de influir en la cantidad de combustible inyectada. Por lo tanto, es considerado como un componente de poco desgaste que corre el riesgo de daño si ingresa agua al circuito. Y, en caso de daño debe ser remplazado por completo.

Gráfico 12 Medidor de Flujo de Aire



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.3 Medidor de Masa de Aire

El medidor de masa de aire se encuentra ubicado en la mitad del filtro de aire y la mariposa, su función es la de medir la corriente de masa de aire aspirado. Además de que la unidad de comando debe determinar el volumen exacto de combustible para que el motor pueda funcionar adecuadamente.

Gráfico 13 Medidor de Masa de Aire



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.4 Interruptor de la Mariposa de Aceleración

Este dispositivo se encuentra conformado por un interruptor el cual está fijado al cuerpo de la mariposa. Se enfoca en el accionar de los ejes de la aceleración, posee de dos posiciones las cuales son: de carga máxima y de ralentí.

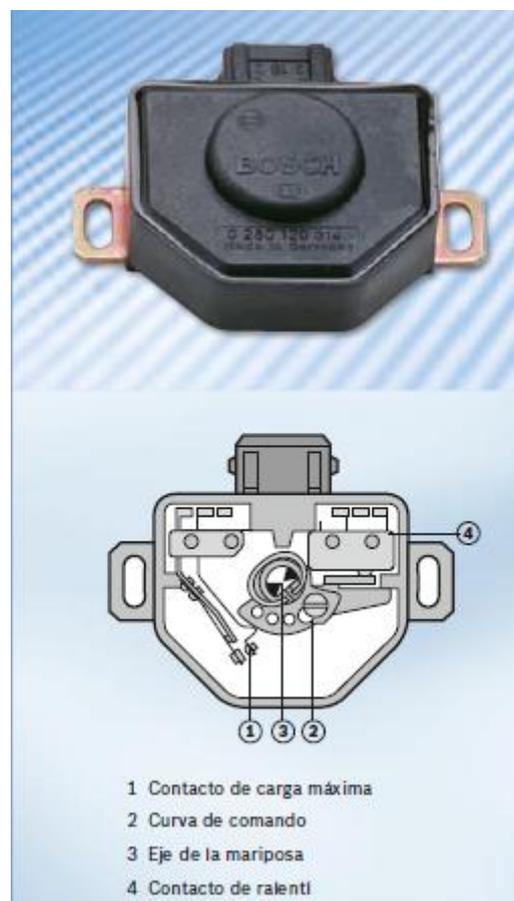
En la posición de carga máxima el motor tiende a desarrollar la potencia máxima elevándola a su totalidad, este nivel de enriquecimiento es controlado por la unidad de comando. Esta unidad debe recibir información del contacto cerrado del interruptor de la mariposa, en el caso de que este se encuentre abierto.

En la posición de ralentí se ha identificado que en este tipo de régimen de funcionamiento, la alimentación de combustible debe ser bloqueada para los valores los cuales son superiores según la rotación, además de ser controlada

por la unidad de comando, a través de mantener las válvulas de inyección cerradas, para poder ahorrando combustible.

Para el desarrollo del funcionamiento de esta unidad, el comando debe evaluar las señales provenientes del interruptor de la mariposa y bajar las revoluciones al abrir el contacto de ralenti. Por otra parte, las válvulas de inyección pulverizan al combustible para poder evitar que el motor se apague; y, una de las debilidades es que este componente se desgasta en los contactos y debe ser remplazado (Bosch, 2005).

Gráfico 14 Interruptor de la Mariposa de Aceleración



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.5 Potenciómetro de la Mariposa

El potenciómetro se encuentra fijado en el eje de la mariposa de aceleración, su función es la de informar a todas las posiciones de la mariposa. Por lo

tanto, la unidad de mando debe recibir información precisa para que se modifique el suministro de combustible según sean los requerimientos del motor.

Gráfico 15 Potenciómetro de la Mariposa

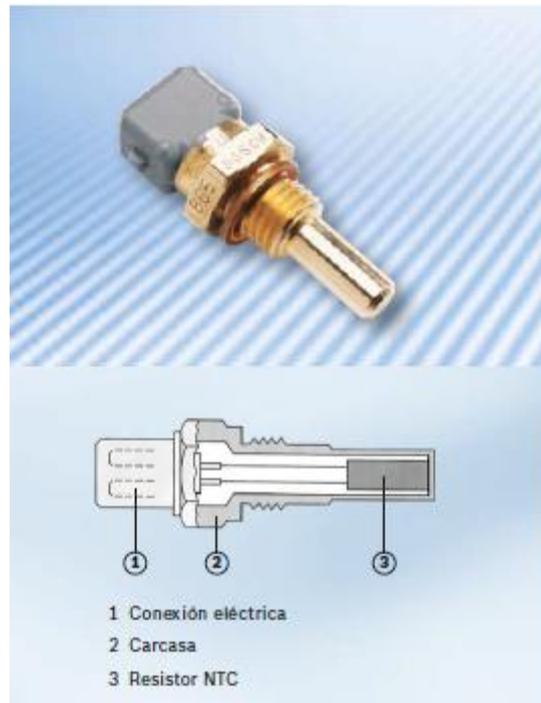


Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.6 Sensor de Temperatura del Motor

El sensor de temperatura del motor se encuentra instalado entre el block del motor y el contacto con el líquido de enfriamiento, su función es la de medir la temperatura del motor por medio del líquido a nivel interno que posee una resistencia NTC. Además de que su valor es alterado por la temperatura del agua, la variación de resistencia varía la señal que es recibida en la unidad de comando. El volumen de combustible pulverizado es modificado según la señal, por lo tanto la inyección del sensor de temperatura es presentado como un componente de gran importancia el mayor problema de esta pieza es que es afectada por el funcionamiento del motor, por lo que necesita ser probado y reemplazado si necesario (Bosch, 2005).

Gráfico 16 Sensor de Temperatura del Motor



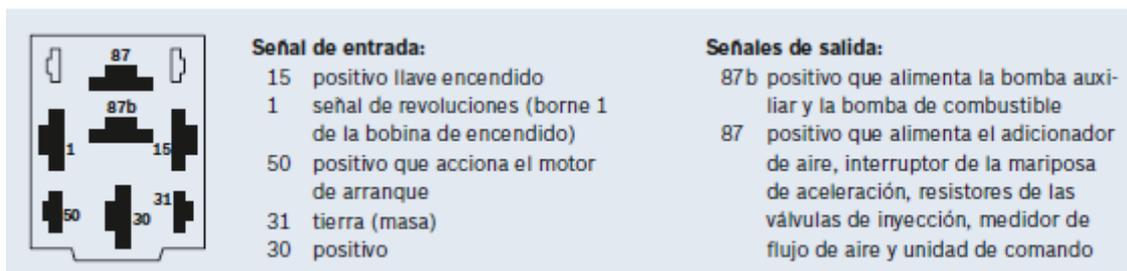
Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.7 Relé

El relé de comando es considerado como el responsable de mantener la alimentación eléctrica de la batería para la bomba de combustible y de los otros componentes que son parte del sistema, en el caso de ocurrir un accidente el relé debe interrumpir la alimentación de la bomba de combustible, con el fin de que la bomba funcione con el motor apagado. La interrupción se genera cuando el relé no recibe más la señal de revoluciones, que provienen de la

bobina de encendido. Un componente que al estar dañado puede llegar a apagar al motor.

Gráfico 17 Relé



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.8 Sonda Lambda

La sonda lambda se encuentra ubicada en el tubo de escape del vehículo (el lugar es estratégico ya que regula la temperatura hasta generar la más adecuada para que todos los componentes del motor puedan funcionar).

La sonda se encuentra instalada en un lado el cual está en contacto con los gases de escape, el otro lado está en contacto con el exterior.

Si la cantidad de oxígeno en los dos lados no se encuentra igual, esta pieza generará una señal eléctrica (tensión) que será enviada a la unidad de

comando. La señal enviada a la sonda lambda, le permitirá a la unidad de comando poder llegar a variar el volumen de combustible pulverizado. Por lo tanto, este componente tiene una vital importancia para el sistema de inyección, ya que su mal funcionamiento contribuye a la generación de la contaminación del aire (Bosch, 2005).

Gráfico 18 Sonda Lambda



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.8 Válvula de Ventilación del Tanque

Esta válvula es considerada como un componente que permite se reaprovechen los vapores del combustible almacenados en el tanque, para poder impedir que estos salgan a la atmosfera. Por lo general, este tipo de vapores son altamente contaminantes.

La válvula de ventilación del tanque debe controlar que la unidad de comando determine el mejor momento para que los vapores sean reaprovechados según el régimen de funcionamiento del motor con lo cual el componente contribuye a

que se pueda garantizar la eficiencia del sistema de inyección electrónica para generar el aire más limpio (Bosch, 2006).

Gráfico 19 Válvula de Ventilación del Tanque

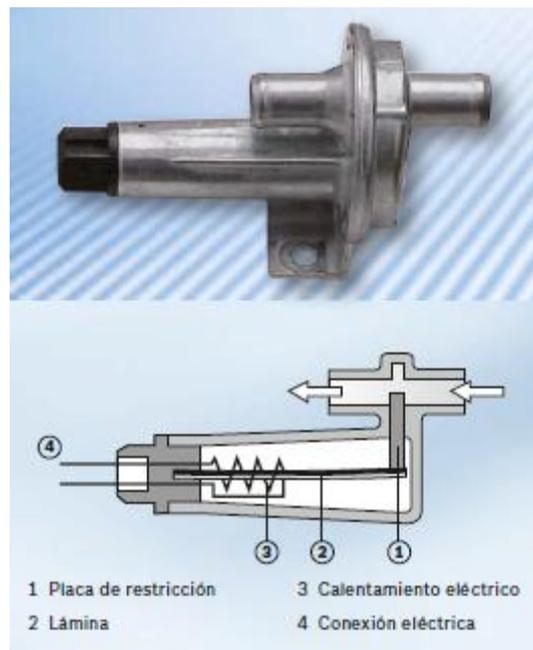


Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.9 Adicionador de aire

El adicionador de aire es considerado como el ahogador en los vehículos carburados, ya que da paso a una cantidad adicional de aire con el fin de incrementar las revoluciones mientras el motor esté frío. Por lo tanto, en el aire acondicionado existe una placa de restricción la cual comanda a través de un resorte el cual da paso al aire mientras el motor está frío pero el aire al ser liberado estimula a que se suban las revoluciones. Según el incremento de la temperatura del motor el adicionador debe cerrar de forma lenta el paso de aire para que las revoluciones bajen hasta el régimen de ralentí. Además la lámina es calentada de forma eléctrica, con lo cual este limita al tiempo de apertura del motor, cuando el motor se encuentra frío este generalmente presenta diversos problemas de funcionamiento ya que el componente puede presentar alguna avería (Bosch, 2006).

Gráfico 20 Adicionador de Aire



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.5.10 Actuador de Ralentí

Este tipo de componente llamado actuador de ralentí se caracteriza por su funcionamiento, similar al acondicionador de aire del sistema Le-Jetronic; pero a su vez se diferencia por que posee más funciones.

Procura garantizar la presencia de un ralentí estable para el periodo de calentamiento además de mantener independencia entre las diversas condiciones de funcionamiento del motor a nivel interno el actuador se caracteriza por poseer dos imanes: un inducido, el cual está fijado en un disco de paleta el cual gira y genera un control “by-pass” de aire con el fin de

controlar la unidad de comando a su vez inducir al disco de paleta que se mueva para modificar el volumen de aire aspirado.

Además la variación se encuentra determinada por las diversas condiciones de funcionamiento momentáneo del motor, por lo tanto la respectiva unidad de comando es la que recibe a través de sensores las respectivas informaciones con el fin de determinar las respectivas acciones del actuador de ralenti (Bosch, 2006).

Gráfico 21 Actuador de Ralenti



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.6 Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible

Según la web Multiservicio Automotriz 3H (2012) se expresa que:

“El Sistema del motor encargado de recibir, almacenar y proporcionar el combustible para el funcionamiento del motor, proporcionar en forma dosificada el combustible necesario para todos los regímenes de funcionamiento del motor, ya sea en ralenti, media velocidad o a plenos gases”

Además en el sistema se ha identificado que el combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, el cual posteriormente esta suministrado bajo presión a través de un tubo distribuidor en el cual se encuentran las válvulas de inyección.

La bomba provee más combustible con el fin de poder mantener la presión constante en el sistema en los diversos regímenes de funcionamiento, además todo el excedente debe retornar al tanque.

Es indispensable que la bomba no tenga ningún riesgo de explosión, ya que en su interior no existe ninguna mezcla que posea condiciones de combustión, además en la bomba no existe mantenimiento ya que es una pieza sellada la cual requiere ser probada y si es necesario debe ser remplazada.

En el sistema Motronic se identifica que la bomba debe estar instalada en el tanque del combustible (bomba IN TANK) según sea el tipo de vehículo este puede estar instalado fuera del tanque (IN LINE).

Gráfico 21 Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible

Bomba de combustible IN LINE



Bomba de combustible IN TANK



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.6.1 Prefiltro

El prefiltro se ubica antes de la bomba, se requiere que este no sea remplazado ya que puede llegar a quemarla, sin el prefiltro no puede funcionar bien la bomba ya que su función es la de aspirar impurezas contenidas en el combustible, por eso es necesario no olvidarse del prefiltro.

Gráfico 22 Prefiltro



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

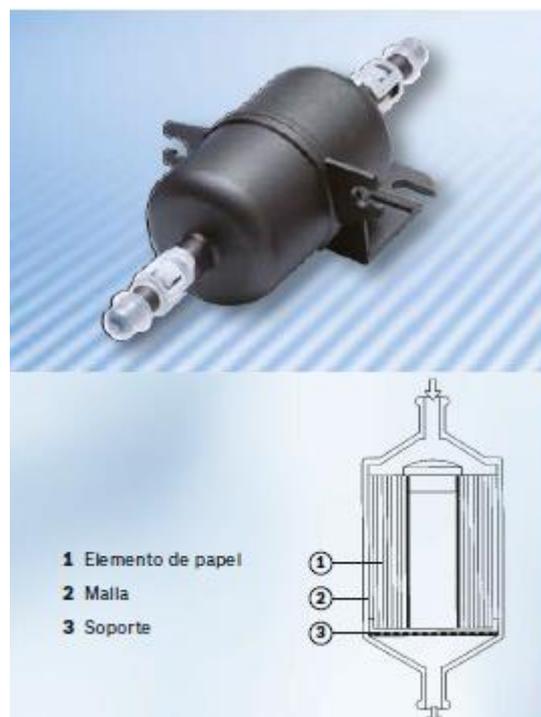
1.6.2 Filtro de Combustible

En el sistema es el accesorio que más se desgasta ya que el filtro se encuentra instalado después de la bomba, reteniendo posibles impurezas contenidas en el combustible, existe una tela que permite retener posibles partículas del papel del elemento filtrante ante esto se identifica como un motivo el cual el combustible debe tener una dirección indicada y expuesta en la carcasa del filtro, la cual debe ser conservada por lo tanto es considerado como el componente más importante de la vida útil en el desarrollo del sistema de inyección por lo que se recomienda que sea cambiado en cada 20.000 km en promedio, si existirá dudas se deberá consultar al fabricante del automóvil para la obtención de información del periodo de cambio.

Un alto porcentaje de los filtros se encuentran instalados en la parte de abajo del vehículo, cerca del tanque, también se identifica que por no estar visible, su remplazo es objeto de olvido ante esto se produce una obstrucción en el

circuito por lo tanto el vehículo puede parar y dañar la bomba (recambios coche.es ,2014)

Gráfico 23 Filtro de Combustible



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.6.3 Válvula de Inyección

En el desarrollo del sistema de inyección, cada cilindro debe emplear una válvula de inyección la cual debe pulverizar al combustible antes de la válvula

de admisión del motor, con el fin de que el combustible pulverizado sea mezclado con el aire para generar una mezcla como fruto de la combustión.

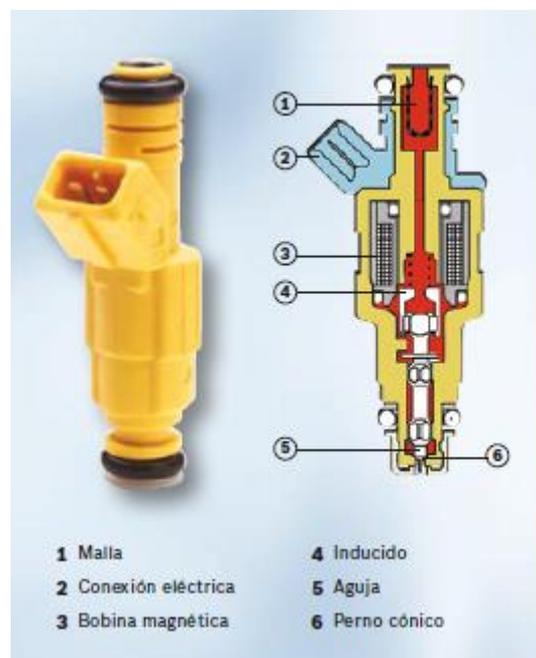
Las diversas válvulas de inyección generalmente son comandadas por impulsos electromagnéticos con el fin de poder abrir y cerrar la respectiva unidad de comando.

Para obtener la perfecta distribución del combustible, pero que a la vez no genere pérdidas por condensación, es necesario evitar que se genere un chorro de combustible el mismo que no debe tocar las paredes internas de la admisión.

El ángulo de inyección de combustible cada vez difiere de motor en motor, así como también la cantidad de orificios de la válvula, así también existe un tipo de válvula de inyección para cada motor.

Por lo tanto las válvulas son consideradas como un componente de elevada precisión la cual debe ser revisada periódicamente (Aficionados a la Mecánica, 2014).

Gráfico 24 Válvula de Inyección



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.6.4 Regulador de Presión

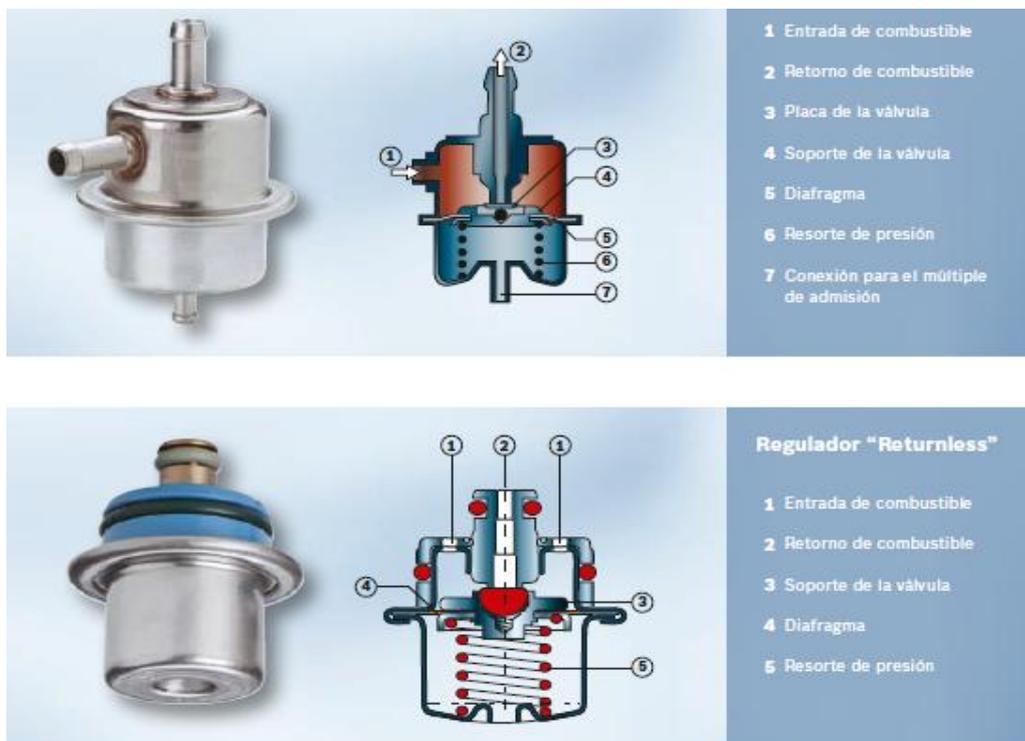
El regulador de presión es un componente que se caracteriza por mantener el combustible bajo presión en el sector del circuito de alimentación y parte en las válvulas de inyección.

Después de ser instalado el tubo distribuidor o en el circuito cerca de la bomba es considerado como un regulador con flujo de retorno.

Una de sus funciones es poder garantizar la presión uniforme y constante del círculo de combustible, esto genera que el motor posea un mejor funcionamiento (perfecto en todos los mecanismos).

En el caso de ocurrencia de que sobrepasa la presión, se genera una liberación en el circuito de retorno con lo cual el combustible retorna al tanque sin presión para posteriormente ser probado por un profesional y si lo requiere debe ser cambiado al momento de generar inconvenientes ya que su rendimiento estará comprometido (swagelok.com, 2008).

Gráfico 25 Regulador de Presión



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.7 Pruebas del Sistema de Alimentación de Combustible

1.7.1 Presión

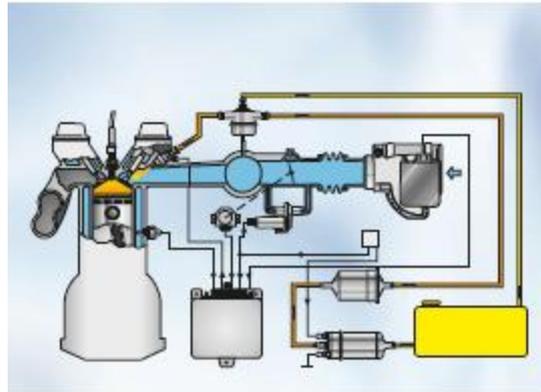
La presión es considerada como una de las pruebas más importantes que se aplican en el sistema de inyección; con el fin de saber si la presión del combustible se encuentra de acuerdo a los requerimientos del motor. Para su desarrollo se requiere del uso de un manómetro en la línea de presión para posteriormente arrancar al motor, para lo cual se mide si el combustible está circulando en el circuito de alimentación.

En los diversos modelos del vehículo existe un valor de presión, que es determinado por el fabricante del vehículo y está acompañado del fabricante del sistema de inyección electrónica; lo cual se informa a través del uso de una tabla de valores.

Existen algunos países en los que se utiliza la unidad de medida “bar”, pero otros emplean las libras por pulgada cuadrada (lb/pul²). 1 bar equivale a 14,2 lbs.

De forma normal en los vehículos multipunto la presión se encuentra alrededor de 3 bar (43 lbs), y en los diversos monopunto (un solo inyector) 1 bar (14,2 lbs) (Soluciones mecánicas, 2012).

Gráfico 26 Prueba de Presión



Monopunto: 1 bar = 14,2 lbs
 Multipunto: 3 bar = 43 lbs

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

Gráfico 27 Prueba de Presión (1)



- ▶ Medir si la bomba recibe la alimentación necesaria, (en voltios) que es la misma tensión de la batería (12...12,5 V)
- ▶ Si el valor es inferior a lo indicado, el problema puede estar en los cables o en el relé de la bomba.

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

Según la web soluciones mecánicas (2010) se ha identificado que:

“Si la bomba recibe la alimentación adecuada y el valor de presión no alcanza lo que se indica, el problema puede estar en la propia bomba o en el regulador de presión. Para saber si es el regulador o la bomba hay varias formas de probarlos, dependiendo del sistema que trae el vehículo”

Por lo tanto, en los diversos sistemas de inyección que contienen un regulador instalado en las extremidades del tubo distribuidor además de

contar con un motor funcionando, este es interrumpido en el tubo de retorno, con el uso de una pinza o con las manos en la cual se dobla la manguera por un pequeño lapso de tiempo.

Finalmente, es necesario observar en el manómetro si la presión aumenta ya que con esto se evidencia y es una señal de que la falla es en el regulador, pero la bomba produce presión, ante eso se ha detectado que el regulador que no está generando el adecuado alcance de la presión que el sistema necesita. Es importante saber que el regulador debe poseer a nivel interno un resorte y un diafragma los cuales estén en contacto con el combustible ya que con el tiempo de uso se encontrarán deteriorados y requerirán de cambio.

Gráfico 28 Bomba

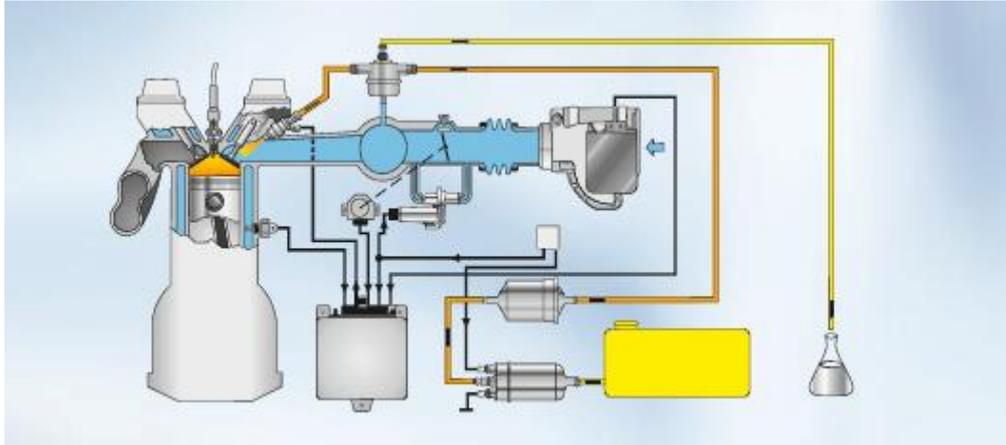


Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.7.2 Caudal

Es importante saber si la bomba envía combustible en la cantidad suficiente para que el motor pueda proveerse en las diversas fases de funcionamiento. Las cuales van desde el ralentí hasta plena carga, para que finalmente sea comprobado a través de la medición de caudal y poder generar seguridad para afirmar si el motor se encuentra recibiendo todo el volumen de combustible que necesita para un adecuado funcionamiento (Lara Aguilera Escobar, 2006).

Gráfico 29 Caudal



Monopunto: 500 cm³ / 30 seg. (1/2 litro)
 Multipunto: 800 cm³ / 30 seg. (3/4 litro, mín.)

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

Las pruebas de presión y caudal son de vital importancia porque permiten identificar la situación actual del circuito de alimentación de combustible.

Gráfico 30 Pruebas de Presión y Caudal

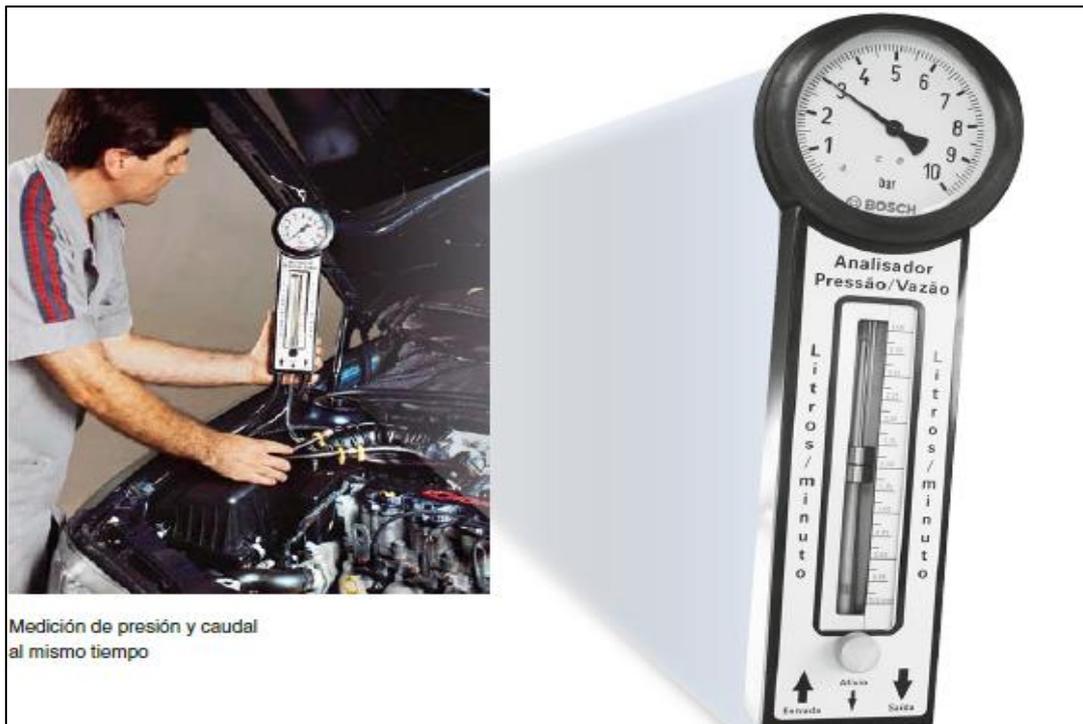


Medición de presión

Medición de caudal

Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

Gráfico 31 Medición de Presión y Caudal al mismo Tiempo



Fuente. http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

1.7.3 Medición de Corriente

El objetivo de esta prueba básicamente es llegar a medir la corriente consumida por la bomba, con el uso de esta medición se permita llegar a detectar si la bomba posee algún problema interno como desgaste, suciedad, etc...

Sin embargo, si ocurre que la bomba tiene buena presión y caudal, aun no es suficiente para poder afirmar que existen buenas condiciones, pero si no se desarrolla esta medición de corriente consumida existe el peligro de que esté en riesgo el motor pequeño eléctrico de corriente continua, con el fin de que este motor pueda llegar a funcionar de forma adecuada y alimentado con corriente de batería, y ese consumo se mide en amperios.

Gráfico 32 Medición de Corriente



Para la medición se utiliza la escala de amperios, indicada por la letra "A" del multímetro.

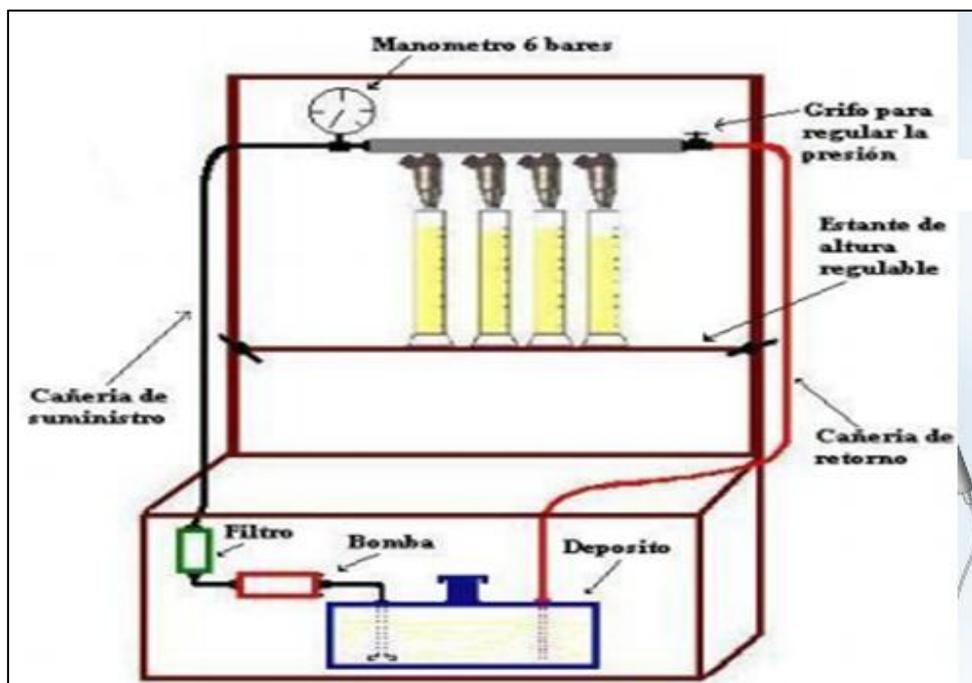
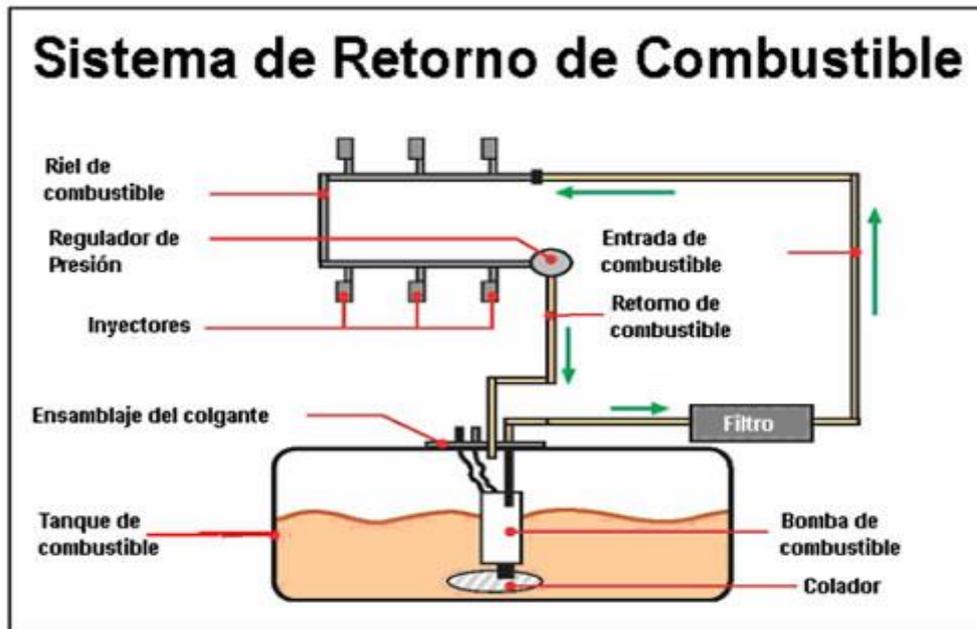
- ▶ Con el motor apagado se desconecta el conector del relé.
- ▶ Se conectan los cables del multímetro en los conectores (30 + 87b).
- ▶ En ese momento la bomba empieza a funcionar, presionando el combustible y consumiendo corriente de la batería que estará circulando a través del multímetro.
- ▶ Si la corriente está por encima de lo recomendado, eso indica que la bomba puede tener alguna avería interna, o el circuito de combustible tiene obstrucción, como:
 - Filtro tapado (saturado)
 - Manguera doblada
 - Prefiltro obstruido
 - etc.



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

CAPITULO II DISEÑO

Después de definir y recopilar información sobre la inyección electrónica y sus diversos componentes es necesario identificar y desarrollar un diseño el cual estará conformado por el sistema de retorno de combustible que se estructura así:



Fuente: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

2.1 Estructura del Diseño

Se puede construir un banco de pruebas para inyectores, de tal forma que el usuario pueda probar los inyectores.

Se va a explicar la forma de construirlo tanto el banco de pruebas así como también un generador de pulsos excitar los inyectores.

El principio de funcionamiento del equipo es el siguiente:

- En un tanque se tiene el líquido de comprobación, una bomba eléctrica toma el líquido de este depósito.
- El líquido es filtrado y luego se mantiene a presión de trabajo sobre un riel similar al que está en el motor de automóvil.
- Los inyectores están colocados en este riel, un generador de pulsos permite que los inyectores puedan inyectar el líquido en probetas.
- Al cabo de un tiempo de funcionamiento, se comparan los volúmenes de líquido vertido en cada una de las probetas.
- La prueba es comparativa según lo vertido por cada inyector.
- El banco puede armarse sobre un bastidor de hierro.
- Para excitar los inyectores se usará un generador de pulsos. El mismo generador puede usarse para limpiar inyectores también.
- Un banco de estas características es muy similar a los equipos que se pueden comprar para este trabajo.
- Los bancos de pruebas de inyectores comprados suelen tener también el equipo para limpieza por ultrasonido.

2.2 Funcionamiento

Dentro del vehículo es imposible observar el funcionamiento de los inyectores, por tal motivo es necesario desmontarlos y ponerlos en un banco de prueba.

Los inyectores de la figura muestran un ejemplo de una incorrecta atomización del combustible.

Esto es solo posible observarlo en un banco de prueba. Aunque el vehículo con estos inyectores funciona regularmente bien, en realidad la marcha en mínimo resulta alterada, la distribución del combustible entre los cilindros no es homogénea y la mala atomización crea depósitos de carbón en los pistones y en las válvulas con el consecuente deterioro de los mismos.

Por tal motivo, a estos inyectores es necesario aplicarles servicio para recuperar la correcta atomización, ya que de ella depende que haya una buena combustión.

Para obtener un mejor rendimiento del motor, economía de combustible y una buena conducción del vehículo, la correcta atomización no es una opción, es un requerimiento.

En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula.

Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra.

Gráfico 33 Funcionamiento Atomización del Combustible.



Fuente: <http://www.aeroforo.com/showthread.php/15062-%C2%BFcomo-es-un-carburador-de-aviacion/page2>

Es importante recordar que después de un tiempo prolongado del uso de un vehículo con sistema de inyección de gasolina se efectúe la limpieza de los inyectores, debido a la formación de sedimentos en su interior que impiden la pulverización adecuada del combustible dentro del cilindro, produciendo marcha lenta irregular, pérdida de potencia que poco a poco se va apreciando en la conducción.

Se puede adquirir en las tiendas de partes, líquidos limpiadores de inyectores que se pueden agregar al combustible y que son relativamente efectivos. Estos limpiadores se le pueden agregar al combustible periódicamente considerando este procedimiento como un programa de mantenimiento regular.

- Otra forma de limpiar los inyectores más rápidamente, es inyectar en el sistema de inyección solventes desincrustadores directamente con el combustible en las tuberías mientras el motor se encuentra en marcha acelerada a un nivel de R.P.M. que permita el arrastre de las incrustaciones y el carbón que se puedan haber depositado en los inyectores. Esto se denomina limpieza de inyectores sin desmontar del motor.
- Terminada la operación limpieza, se montan en un banco de caudales para reproducir el funcionamiento y medir el rendimiento de cada uno, mismo que no debe superar un diez por ciento entre todos los inyectores.

En aquellos casos que uno o algunos inyectores se encuentren por debajo del diez por ciento del mejor que?? se deben inspeccionar para ver si todavía no están suficientemente limpios o reemplazarlos por defectuosos.

Cuando se reinstalan los inyectores se deben reemplazar los anillos Ö de cada inyector para asegurarse que no se produzcan pérdidas de combustible que son muy peligrosas.

Cuando se trabaja en las tuberías de combustible en un sistema de inyección se debe tener muy en cuenta que el sistema puede estar bajo presión, por lo tanto lo primero que se debe hacer antes de desmontar algo, es sacarle la

presión de combustible remanente, para lo cual se deben colocar alrededor de las tuberías trapos absorbentes o papeles que puedan retener todo el combustible para que no se derrame, porque puede ser fatal, considerando el grado de inflamabilidad de la gasolina.

2.3. Limpieza de Inyectores por Ultrasonido

Este procedimiento consiste en desmontar los inyectores del motor y luego ponerlos a funcionar dentro de un equipo de ultrasonido.

Los inyectores deben estar funcionando bajo la acción de un generador de pulsos y al mismo tiempo estar sometidos a la acción de un equipo de ultrasonido.

En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula.

Gráfico 34 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido



Fuente: <http://gmperformance.esforos.com/how-to-limpieza-de-inyectores-con-ultrasonido-t143>

2.4 Descripción del Equipo de Ultrasonido

Un equipo de ultrasonido es una herramienta muy interesante para tener en un taller de reparaciones.

No solo servirá para limpiar inyectores, sino que también será de mucha utilidad para limpiar todo tipo de piezas, especialmente aquellas donde se

desea limpiar partes internas y que no es posible llegar a estas partes, como por ejemplo: Carburadores, Válvulas, Electroválvulas, rodamientos, etc.

Existen equipos de ultrasonido de diferentes capacidades 2 litros, 4 litros, 6 litros, 10 litros, etc.

Para limpiar los inyectores y piezas chicas, un equipo de 2 litros es suficiente, pero si además se desea usar para limpiar piezas mayores (Ej. Un carburador), uno de 6 litros será el apropiado.

Un equipo de ultrasonido limpia por el fenómeno de Cavitación Ultrasónica.

La cavitación ultrasónica es el fenómeno mediante el cual es posible comprender el principio del lavado por ultrasonido.

En un medio líquido, las señales de alta frecuencia producidas por un oscilador electrónico y enviadas a un transductor especialmente colocado en la base de una batea de acero inoxidable que contiene dicho líquido, generan ondas de compresión y depresión a una altísima velocidad. Esta velocidad depende de la frecuencia de trabajo del generador de ultrasonido. Generalmente estos trabajan en una frecuencia comprendida entre 24 y 55 KHz. Las ondas de compresión y depresión en el líquido originan el fenómeno conocido como "Cavitación Ultrasónica".

2.4 Procedimiento

1. Desmontar los inyectores del motor. Esto se consigue aflojando los tornillos del riel o rampa y luego sacando uno por uno a los inyectores. En muchos casos suelen tener una traba, misma que se debe retirar una a una.

Estas trabas suelen estar colocadas en una ranura que tiene el cuello de cada inyector.

Se debe prestar atención a la ranura ya que a veces algunos inyectores tienen dos ranuras y la traba siempre va colocada en la ranura superior.

Gráfico 35 Procedimiento de limpieza Equipo de Ultrasonido



Fuente: <http://gmperformance.esforos.com/how-to-limpieza-de-inyectores-con-ultrasonido-t143>

2. Una vez desmontado los inyectores se los debe limpiar primero por fuera, para esto se puede usar cualquier desengranaste o un poco de gasolina. Lo que evitará que se ensucie el líquido en el equipo de ultrasonido.
3. Coloque los inyectores en el equipo de ultrasonido y simultáneamente conecte el generador de pulsos. Posteriormente, ponga en funcionamiento el equipo de ultrasonido.
4. Deje funcionando el equipo de ultrasonido por unos 15 minutos, luego de este tiempo saque los inyectores del líquido y sopetéelos ingresando el aire comprimido por la boca de acceso del combustible a los inyectores. Para que el aire pase por dentro de los inyectores, el generador debe estar funcionando.
5. Se debe repetir el procedimiento nuevamente desde el punto 3.

2.5 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido con el Equipo

Este procedimiento consiste en desmontar los inyectores del motor y luego ponerlos a funcionar dentro de un equipo de ultrasonido. Los inyectores pueden estar funcionando bajo la acción de un generador de pulsos y al mismo tiempo estar sometidos a la acción de un equipo de ultrasonido.

Gráfico 36 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido con el Equipo



Fuente: <http://gmperformance.esforos.com/how-to-limpieza-de-inyectores-con-ultrasonido-t143>

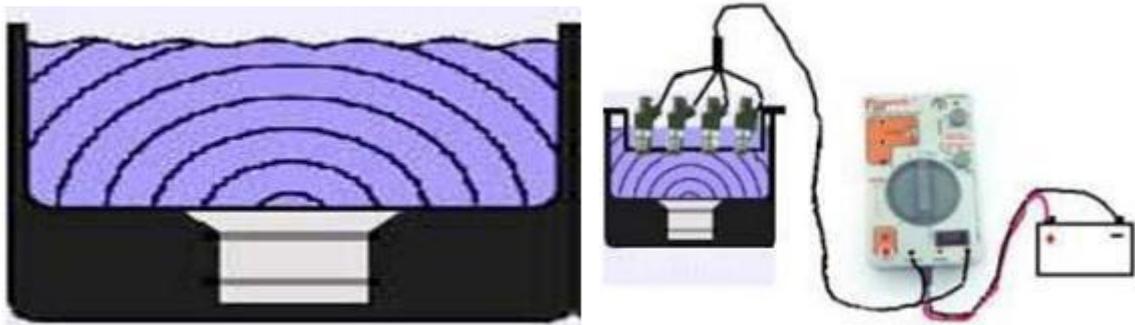
2.6 Equipo de Ultrasonido

El equipo de ultrasonido limpia por el fenómeno de cavitación ultrasónica. La cavitación ultrasónica es el fenómeno mediante el cual es posible comprender el principio del lavado por ultrasonido.

En un medio líquido, las señales de alta frecuencia producidas por un oscilador electrónico y enviadas a un transductor especialmente colocado en la base de una batea de acero inoxidable que contiene dicho líquido, generan ondas de compresión y depresión a una altísima velocidad.

Esta velocidad depende de la frecuencia de trabajo seleccionada del generador de ultrasonido. Generalmente se trabaja en una frecuencia comprendida entre 24 y 55 KHz. Las ondas de compresión y depresión en el líquido originan el fenómeno conocido como "Cavitación Ultrasónica".

Gráfico 37 Equipo de Ultrasonido



Fuente: <http://www.badilub.com/servicios/limpieza-de-inyectores-por-ultrasonido.html>

El equipo de ultrasonido posee un transductor piezoeléctrico y un generador electrónico, que posibilitan la transmisión de ondas de alta frecuencia en el líquido logrando el fenómeno de Cavitación. El Generador de pulsos se conecta a los inyectores, estos son excitados en forma pulsante, logrando que la válvula interna abra y cierre en forma pulsante.

Este fenómeno se combina con la acción del ultrasonido.

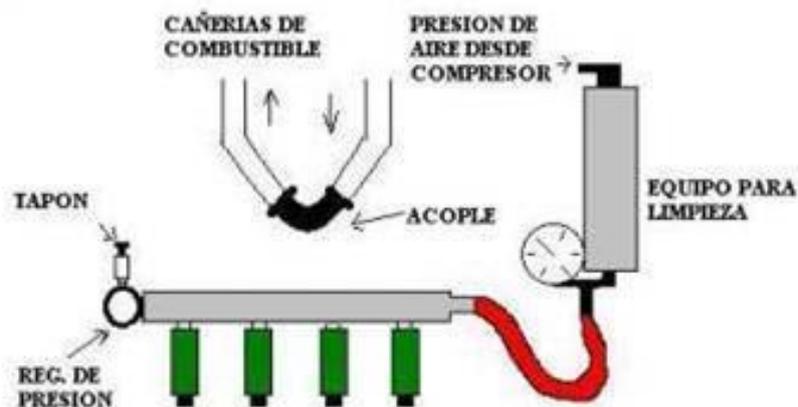
2.7 Limpieza de inyectores con Boya con el equipo

Para este procedimiento se suele usar un equipo especialmente diseñado para tal fin llamado Boya. La técnica consiste en realizar un puente o bypass entre la llegada de combustible y el retorno hacia el tanque, de tal forma que el combustible retorne sin pasar por el riel. Luego se ingresa un combustible y se mezcla con un líquido limpiador por la entrada de combustible hacia los inyectores, a la presión de trabajo de cada automóvil, y se hace funcionar el

motor con este combustible. Este producto combustible, tiene la particularidad que al pasar por los inyectores., limpia los mismos en su interior.

Es un sistema bastante efectivo, sobre todo en aquellos motores donde es complicado desmontar inyectores. Pero no es una limpieza tan profunda y además no se pueden probar los inyectores en un banco de comprobación. De todas formas es efectiva en muchos casos.

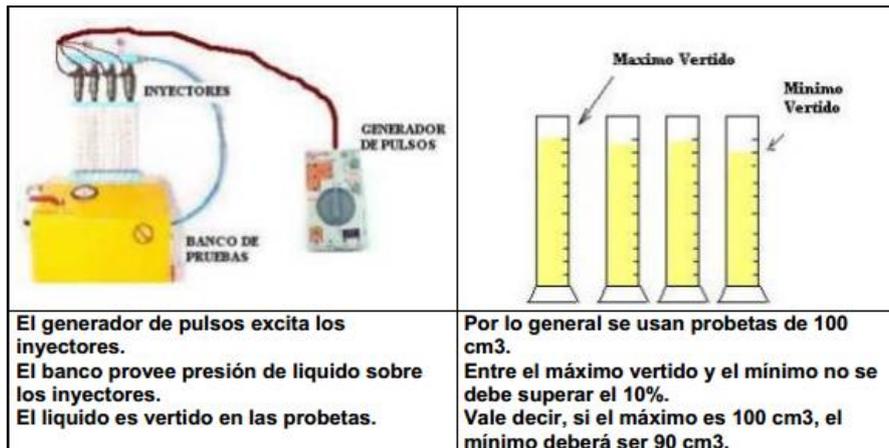
Gráfico 38 Limpieza de Inyectores con Boya con el Equipo



Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/cap3.pdf

2.8 Comprobación de Inyectores

Gráfico 39 Comprobación de Inyectores



Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/cap3.pdf

Los inyectores pueden ser comprobados en un banco de pruebas.

El equipo consiste en un sistema similar al del mismo vehículo y con el cuál se le entrega presión de un líquido de comprobación a los inyectores.

Un generador de pulsos excita los inyectores a una frecuencia similar al rango de trabajo que los mismos tienen en el motor del automóvil.

El líquido que liberan los inyectores es recogido en probetas calibradas y así se puede verificar la cantidad de líquido inyectado en forma comparativa.

Se permite hasta un 10 % de diferencia entre los volúmenes vertidos en las probetas.

2.9 Breve descripción para un Correcto Acondicionamiento de Inyectores

Los inyectores al ser desmontados del vehículo se deben colocar en un banco de pruebas para su evaluación, en este proceso se le retiran los componentes al inyector, como son: las puntas o casquillos, los sellos y los micros filtros, utilizando las herramientas diseñadas para tales fines. Luego se procede a realizar las siguientes pruebas:

- *Prueba de Fugas:* Consiste en observar si hay fugas o no por la punta o cuerpo de ensamblaje del inyector. En el banco de prueba, el regulador

de presión variable nos permite ajustar la presión del sistema al mismo valor existente en el vehículo.

- *Prueba de Atomizado:* Como su nombre lo dice consiste en observar la calidad del atomizado. En el tablero de mando del banco de prueba existen opciones que simulan el funcionamiento de los inyectores como si estuviesen en el vehículo, permitiéndonos una comprobación más real.
- *Prueba de Llenado:* Consiste en medir la cantidad de combustible que suministran los inyectores al motor, pudiéndose comprobar la deficiencia o exceso existente en cada uno, en un buen banco de pruebas se pueden probar varios inyectores simultáneamente, esto nos permite hacer comparaciones más precisas.
- *Funcionamiento Electrónico:* Consiste en comprobar el funcionamiento de los inyectores bajo diferentes condiciones de operación o funcionamiento.

Según los resultados obtenidos de dichas pruebas podemos determinar si los inyectores ameritan o no la limpieza por ultrasonido. El proceso de limpieza por ultrasonido destruye en solo 10 minutos, todas las partículas y agentes contaminantes cristalizados que se encuentran en el interior del inyector, los cuales impiden el correcto flujo de combustible a través de estos, devolviéndolos a sus condiciones normales de funcionamiento.

Después que los inyectores salen de la limpieza por ultrasonido, deben ser sometidos nuevamente a todas las pruebas anteriores y una vez que están correctamente ajustados y calibrados, se procede a la instalación de los componentes o KIT y así estarán listos para ser montados de nuevo en el vehículo.

2.10 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido

Este procedimiento consiste en desmontar los inyectores del motor y luego ponerlos a funcionar dentro de un Equipo de Ultrasonido.

Los inyectores deben estar funcionando bajo la acción de un generador de pulsos y al mismo tiempo estar sometidos a la acción de un Equipo de Ultrasonido.

- Lavador por Ultrasonido de 6 litros de capacidad
- Generador de pulsos
- El Equipo de Ultrasonido

Un equipo de ultrasonido es una herramienta muy interesante para tener en un taller de reparaciones.

No solo le servirá a Usted para limpiar inyectores, sino que también le será de mucha utilidad para limpiar todo tipo de piezas, especialmente aquellas donde se desee limpiar partes internas y que no es posible llegar a estas partes, como por ejemplo: Carburadores, Válvulas, Electroválvulas, rodamientos, etc.

Existen equipos de ultrasonido de diferentes capacidades, 2 litros, 4 litros, 6 litros, 10 litros, etc.

Para limpiar los inyectores y piezas chicas, un equipo de 2 litros es suficiente, pero si Ud. además lo piensa usar para limpiar piezas mayores (Ej. Un carburador), uno de 6 litros le será apropiado.

Un equipo de ultrasonido limpia por el fenómeno de Cavitación Ultrasónica.

La cavitación ultrasónica es el fenómeno mediante el cual es posible comprender el principio del lavado por ultrasonido.

En un medio líquido, las señales de altas frecuencias producidas por un oscilador electrónico y enviadas a un transductor especialmente colocado en la base de una batea de acero inoxidable que contiene dicho líquido, generan ondas de compresión y depresión a una altísima velocidad.

Esta velocidad depende de la frecuencia de trabajo del generador de ultrasonido.

Generalmente estos trabajan en una frecuencia comprendida entre 24 y 55 KHz. Las ondas de compresión y depresión en el líquido originan el fenómeno conocido como "Cavitación Ultrasónica" Electrónico, que posibilitan la transmisión de ondas de alta frecuencia en el líquido logrando el fenómeno de Cavitación.

El Generador de pulsos se conecta a los inyectores, estos son excitados en forma pulsante, logrando que la válvula interna abra y cierre en forma pulsante.

Este fenómeno se combina con la acción del ultrasonido.

2.10.1 Procedimiento Limpieza de Inyectores por Ultrasonido

1. Desmontar los inyectores del motor. Esto se consigue aflojando los tornillos del riel o rampa y luego sacando de a unos los inyectores. En muchos casos suelen tener una traba, retire las trabas de a una.

Estas trabas suelen estar colocadas en una ranura que tiene el cuello de cada inyector.

Preste atención a la ranura. A veces algunos inyectores tienen dos ranuras y la traba siempre va colocada en la ranura superior, (Cortesía Robert Bosch).

La Flecha indica la ranura donde va colocada la traba de sujeción

La Flecha indica la ranura donde va colocada la traba de sujeción

2. Una vez desmontado los inyectores, límpielos primeramente por fuera, use para esto cualquier desengranaste o un poco de gasolina. Esto evitara que Ud. mismo ensucie el líquido en el equipo de ultrasonido.
3. Coloque los inyectores en el equipo de ultrasonido y simultáneamente conecte el generador de pulsos. Ponga en funcionamiento el equipo de ultrasonido.

Saque los inyectores del líquido y sopleteelos ingresando el aire comprimido por la boca de acceso del combustible a los inyectores. Para

que el aire pase por dentro de los inyectores, el generador debe estar funcionando.

4. Repita el procedimiento nuevamente. Desde el punto 3.

¿Qué pasa cuando los inyectores se ensucian?

Los problemas empiezan a surgir cuando las partículas, químicos y barnices contenidos en la gasolina, se acumulan en el interior del inyector; en la malla filtrante (en la aguja), en el asiento de la aguja o en los orificios de salida. Dichos sedimentos se cristalizan, como consecuencia de las diferencias de temperaturas a las que está sometido el motor.

Esta acumulación de depósitos puede cambiar drásticamente el funcionamiento de los inyectores y por lo tanto el buen funcionamiento del vehículo.

Técnicamente se ha demostrado que una acumulación de partículas en el interior del inyector de sólo 5 micrones, puede reducir el caudal hasta en un 25%, es decir, cualquier partícula en el interior del inyector puede afectar el caudal de combustible, cambiar la correcta atomización, provocando incorrectas emisiones de escape, un mayor consumo de combustible y un funcionamiento inadecuado del motor.

Los vehículos actuales están equipados con un sistema electrónico de auto diagnóstico que identifica de forma rápida y precisa los componentes defectuosos en el motor. Sin embargo, los inyectores son en parte electrónicos y en parte mecánicos, y es precisamente la parte mecánica la que es afectada por los agentes contaminantes.

El funcionamiento mecánico de los inyectores no se puede verificar con precisión montados en el vehículo. Los inyectores deben ser desmontados del vehículo para ser analizados cuidadosamente en cuanto a la existencia de fugas, atomizada y caudal de alimentación de combustible con un amplio programa de simulación. Muchas veces son olvidados los inyectores en las revisiones periódicas del vehículo.

Gráfico 40 Limpieza de Inyectores por Ultrasonido

Fuente: <http://www.tallercalderon.com/files/2012/04/prueba-inyectores.jpeg>

CAPITULO III “IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS Y LIMPIEZA DE INYECTORES A GASOLINA

3.1 Objetivo del Capitulo

Desarrollar una propuesta de implementación de un sistema de banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina, con el fin de contribuir y generar nuevas condiciones que permitan llegar a manejar un adecuado mantenimiento. Para así obtener y alcanzar una óptima combustión, donde prevalezca la mejor manera de preservación y cuidado del medio ambiente.

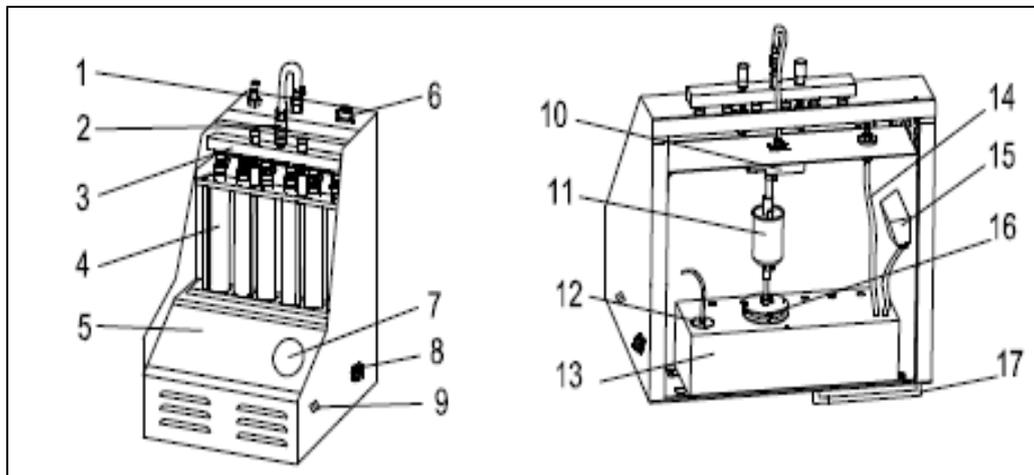
3.2 Descripción Estructura Banco de Pruebas

Como parte del diseño de la presente propuesta es necesario exponer la estructura que se va a emplear en relación al sistema de banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina; por lo tanto, se conforma de la siguiente forma:

3.2.1 Estructura

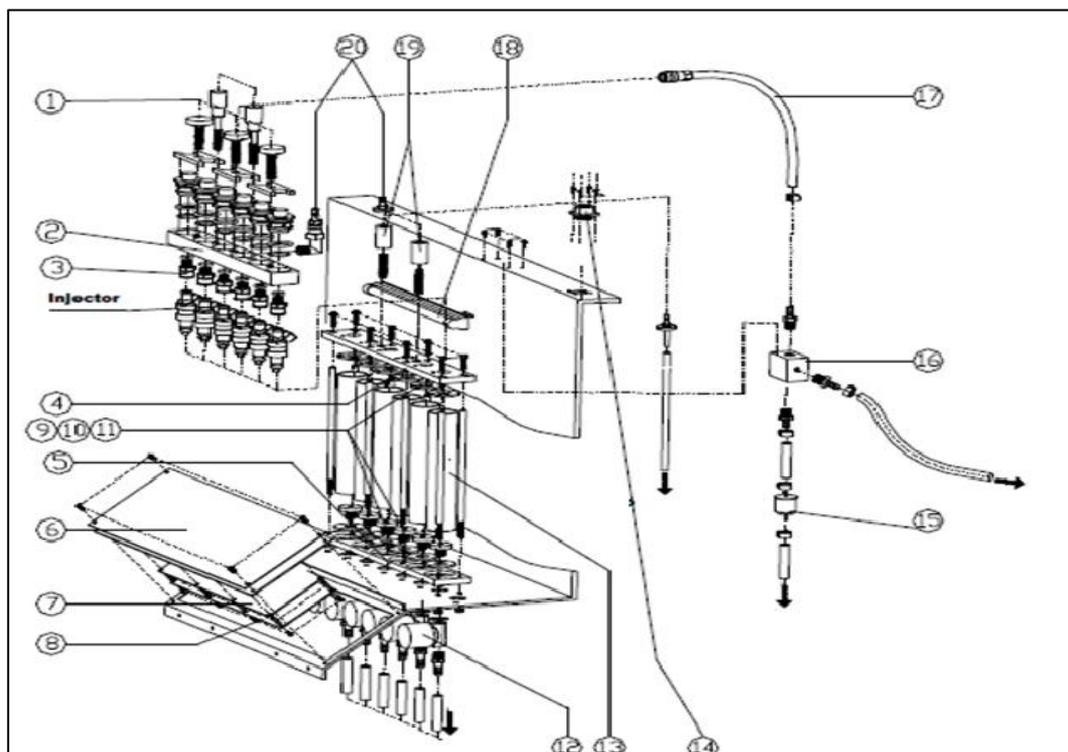
El sistema de banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina se caracteriza porque posee la siguiente estructura:

Gráfico 41 Elementos del Banco de Pruebas



Fuente: <http://books.google.com.ec/books?id=lvDitKKI1SAC&pg=PA1162&dq=Estructura+del+banco+de+pruebas&hl>

Gráfico 42 Descripción Estructura Banco de Pruebas



Fuente: <http://books.google.com.ec/books?id=lvDitKKI1SAC&pg=PA1162&dq=Estructura+del+banco+de+pruebas&hl>

A continuación se va a proceder a enumerar a cada uno de los elementos los cuales son:

Tabla 2 Descripción Estructura Banco de Pruebas

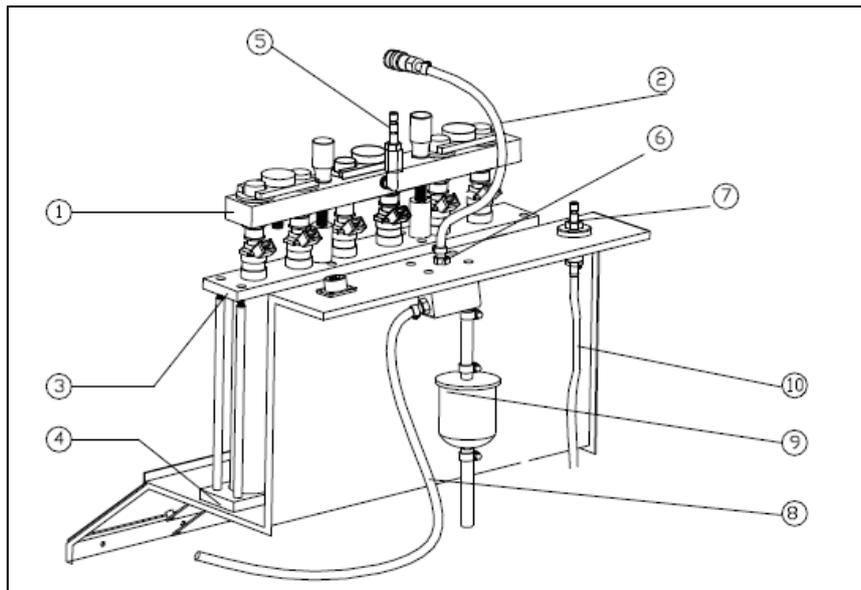
Numero	Descripción
1	Conector de retorno de combustible,
2	Conector de salida de combustible,
3	Suministro superior de combustible,
4	Probeta de medición,
5	Panel de control
6	Cable de señal de pulso
7	Manómetro
8	Toma de corriente y fusible
9	Interruptor de encendido
10	Tee
11	Filtro
12	Interruptor de nivel de líquido
13	Tanque
14	Manguera de retorno
15	Llenado de combustible
16	Bomba
17	Indicador de nivel de fluido y manguera de drenaje de liquido
18	Cortina corrediza
19	Limpiador ultrasónico
20	Cajón

Fuente: Investigación de Campo

3.2.2 Partes y Diagrama del Distribuidor

El diagrama de sus partes según el distribuidor se caracteriza de la siguiente forma:

Gráfico 43 Partes y Diagrama del distribuidor



Fuente: <http://books.google.com.ec/books?id=lvDitKK11SAC&pg=PA1162&dq=Estructura+del+banco+de+pruebas&hl>

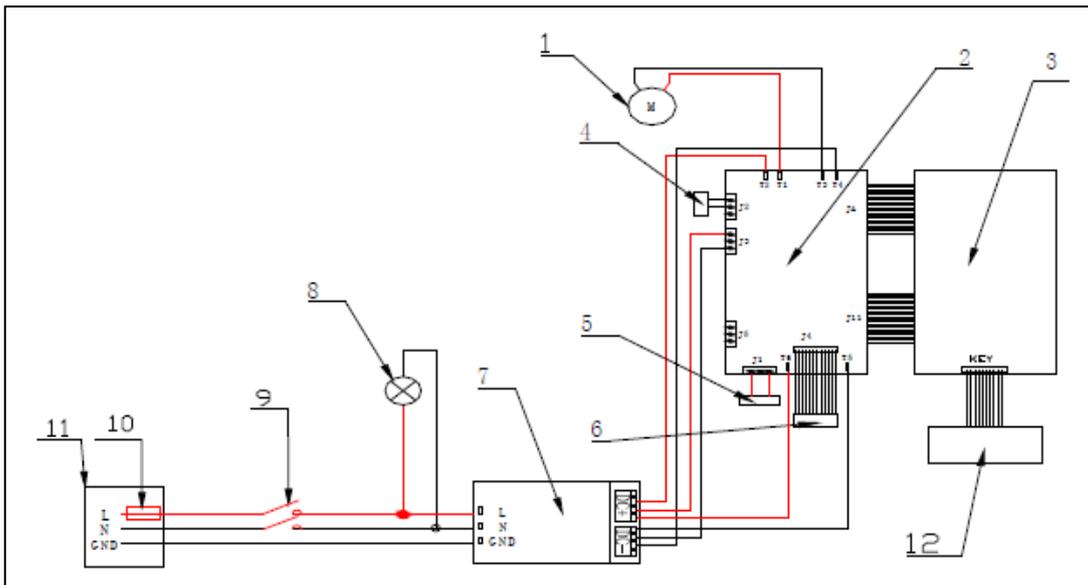
Tabla 3 Partes y Diagrama del Distribuidor

Numero	Descripción
1	6-cylinder fuel distributor
2	Quick connection hose
3	Upper plate
4	Lower plate
5	Quick connector (male)
6	Tower connector
7	Quick connector
8	Copper hose, $\Phi 2.5$
9	Gasoline filter
10	Return fuel viewer for on-vehicle cleaning

Fuente: Investigación de Campo

3.2.3 Diagrama Eléctrico

Gráfico 44 Diagrama Eléctrico



Fuente: Investigación de Campo

Tabla 4 Descripción de Diagrama Eléctrico

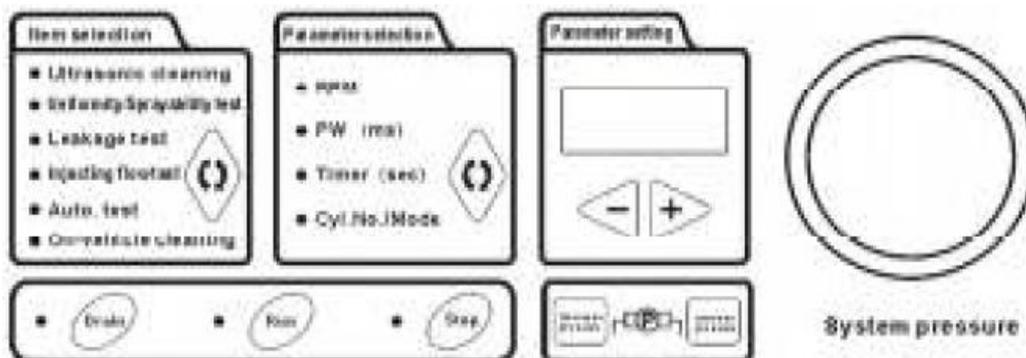
Numero	Descripción
1	Bomba
2	Panel de Unidad
3	Panel de control
4	Interruptor de nivel
5	Electroválvula
6	Inyector
7	Fuente de alimentación
8	Luz de fondo
9	Interruptor de corriente
10	Fusible
11	Toma para la fuente de alimentación
12	Panel de Operación

Fuente: Investigación de Campo

3.2.4 Panel de control

El panel de control se divide en 5 áreas las cuales se detallan a continuación:

Gráfico 45 Panel de Control



Fuente: <http://books.google.com.ec/books?id=lvDitKKI1SAC&pg=PA1162&dq=Estructura+del+banco+de+pruebas&hl>

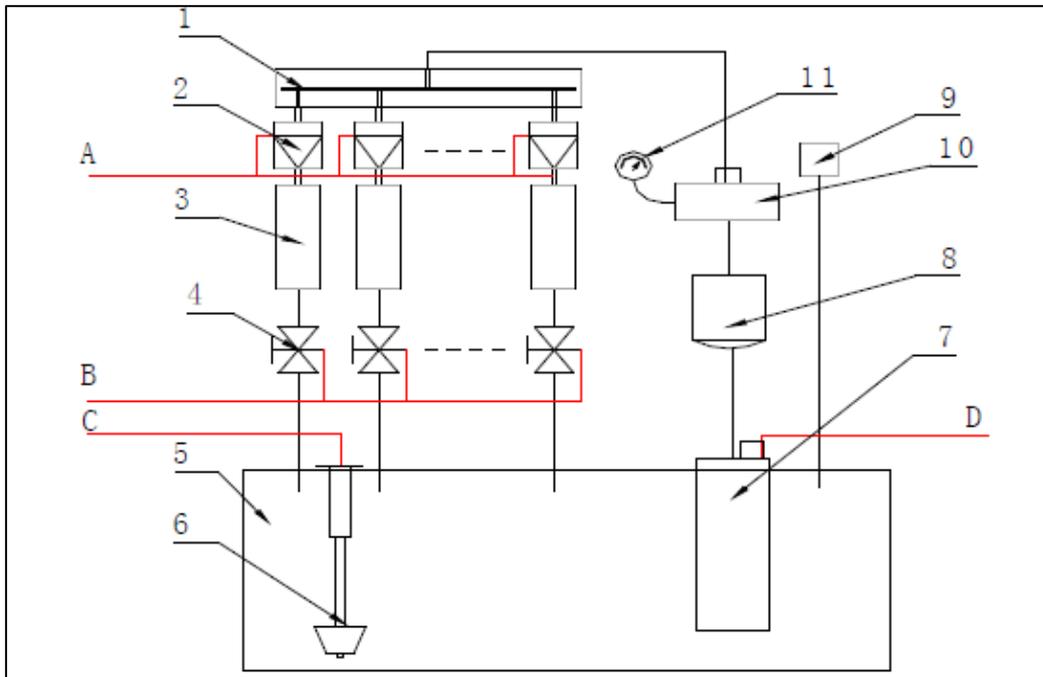
Tabla 5 Descripción de Panel de control

Área	Descripción
1. Selección de función	Seleccione una función presionando la tecla.
2. Selección de parámetros	Seleccione el parámetro presionando la tecla
3. Configuración de parámetros	El usuario puede ajustar el parámetro presionando [◀] / [▶]. ([▶] es para incrementar, [◀] para disminuir.) el valor ajustado se verá en la pantalla.
4. Control de sistema	Ubicado bajo el área de parámetros, tiene el control de drenado, iniciar y parar.
5. Control de presión	Permite ajustar la presión del sistema presionando [aumentar] /[disminuir].

Fuente: Investigación de Campo

2.2.5 Diagrama de Línea de Líquido

Gráfico 46 Diagrama de Línea de Líquido



Fuente: Investigación de Campo

Tabla 6 Estructura Diagrama de Línea de Líquido

Numero	Descripción
1	Distribuidor de combustible
2	Inyector
3	Tubo de medición
4	Válvula solenoide
5	Depósito de combustible
6	Interruptor de nivel
7	Bomba de combustible
8	Filter
9	Conector de la manguera de retorno
10	Tee
11	Manómetro,
	A- cables de señal de pulso, B-control de la válvula magnética, C-cables para el interruptor de nivel, D-cables de control para bomba de combustible

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 7 Especificaciones de Diagrama de Línea de Líquido

Especificaciones	Condiciones de trabajo
Temperatura	-10 ~ +40 °C;
Humedad relativa	<85%;
Intensidad de campo magnético exterior	<400 A / m; No llama a 2m.
Especificaciones	Condiciones Técnicas
Unidad principal fuente de alimentación	AC220V ± 10%, 50/60Hz; AC110V ± 10%, 50/60Hz.
Alimentación de la unidad principal	230W (CNC-601A / 602A), 280W (CNC-801A)
Poder limpiador de ultrasonidos	100W
Revoluciones de simulación	10 ~ 9990rpm;
Rango de tiempo:	1 ~ 9999s;
Ancho de pulso	0,5 ~ 25ms, paso 0,1 ms
Capacidad del depósito	4700ml (601A/801A) 4000ml (602A)
Dimensiones	400mm x 410mm x 580mm (602A), 500 mm x 580 mm x 1400 mm (601A/801A)
Peso	27 kg (CNC-602A) 95kg (CNC-601A/801A)

Fuente: Investigación de Campo

3.3 Funciones de Sistema Banco de Pruebas

Como parte del diseño de la propuesta es necesario identificar a cada una de las funciones que el sistema desarrolla, éstas son:

Tabla 8 Funciones de Sistema Banco de Pruebas

Tipo de Función	Descripción
Limpieza ultrasónica	Desarrolla la limpieza simultánea en varios inyectores para eliminar los depósitos de carbono en el inyector completamente
Prueba de Uniformidad y capacidad de pulverización	Comprueba la uniformidad, capacidad de inyectar de cada inyector, con el fin de supervisar el estado de pulverización en cada inyector el cual debe contar con una luz de fondo con lo cual se concluye que esta prueba es

	de flujo inverso.
Prueba de fugas	Permite el poder comprobar las condiciones de sellado y el goteo de inyectores bajo presión del sistema.
Prueba de flujo de inyección	Permite el poder comprobar la cantidad de inyección del inyector en 15 segundos de inyección continua.
Prueba automática	Genera la oportunidad de probar inyectores simulando diferentes condiciones de trabajo.

Fuente: Investigación de Campo

3.3.1 Secuencias de Prueba y Limpieza

El sistema de banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina posee una secuencia completa, la cual se describe a continuación:

- Limpieza por método de ultrasonido
- Verificación de la Uniformidad / capacidad de pulverización
- Manejo de prueba de fugas
- Manejo de flujo
- Manejo de prueba automática
- Selección del respectivo parámetro para el diseño de pruebas.

3.3.2 Proceso después de la Operación

El proceso que se debe desarrollar después de que la limpieza se ha ejecutado y se encuentre completa, se detalla a continuación:

- Pulsar [Drenar] con el fin de que se ejecute el drenado del líquido de prueba al tanque.
- Apagar y desenchufar la toma.
- Se debe drenar el detergente en el envase original para ejecutar la limpieza al limpiador ultrasónico con un paño suave.
- Ejecutar la limpieza al limpiador de inyectores y panel de control con un paño suave.

- Drenar el líquido de prueba desde el tanque en un recipiente con el fin de poder llegar a evitar la volatilización además se debe guardar el líquido de prueba en un lugar seguro con el fin de que posteriormente se pueda volver a utilizar hasta que pierda su vida útil.

3.4 Diseño de Pruebas

Como parte de la propuesta de implementación de un sistema de banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina se ha identificado que el diseño para el desarrollo de las pruebas se encuentra conformada de la siguiente forma:

3.4.1 Operación Limpieza por Ultrasonidos

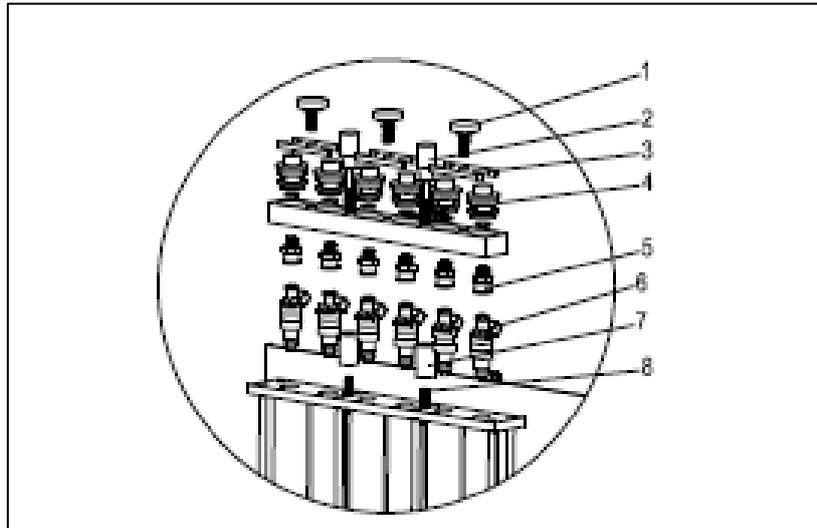
Aprovecha la penetrabilidad y el impacto de onda causado por la onda ultrasónica que circula a través del medio para proporcionar una limpieza de gran alcance en objetos con formas complejas, cavidades y poros, de modo que los depósitos de carbono difíciles pueden ser retirados de los inyectores.

Tabla 9 Operación Limpieza por Ultrasonidos

<i>Paso</i>	<i>Descripción</i>
1	Se debe conectar un extremo del cable de alimentación a la toma de corriente en el limpiador ultrasónico y el otro extremo a la toma de corriente
2	Se debe colocar los inyectores que han pasado por la limpieza de la superficie en un lavado
3	Se debe añadir suficiente detergente en el limpiador ultrasónico hasta aproximadamente 20 mm por encima de la válvula de aguja de los inyectores
4	Conectar los cables de señal de pulso del inyector respectivamente, encienda el interruptor de alimentación del limpiador ultrasónico
5	Seleccionar la opción [Limpieza Ultrasónica] posteriormente se debe seleccionar [Temporizador] y ajuste el temporizador (el tiempo predeterminado es de 10 minutos) en la columna de valor y finalmente Pulse [Ejecutar] para iniciar la limpieza.
6	Cuando se acabe el tiempo, se detendrá automáticamente cuando suena el beeper.
7	Desconecte la alimentación del limpiador ultrasónico, lleve los inyectores a secar con un paño suave y seco.

Fuente: Investigación de Campo

Gráfico 47 Operación Limpieza por ultrasonidos



Fuente: <http://books.google.com.ec/books?id=lvDitKKI1SAC&pg=PA1162&dq=Estructura+del+banco+de+pruebas&hl>

Tabla 10 Elementos de Operación Limpieza por Ultrasonidos

<i>Paso</i>	<i>Descripción</i>
1	Tornillo de base
2	Tornillo de apriete
3	Placa Media luna
4	Tapón
5	Adaptador alimentación superior
6	Inyector
7	Tuerca moleteada
8	Tornillo ajustable

Fuente: Investigación de Campo

3.4.2 Prueba de Uniformidad y Capacidad de Pulverización

La prueba de uniformidad tiene como objetivo comprobar si el flujo cumple con las especificaciones y si están bajo las mismas condiciones de trabajo y que este tipo de prueba debe reflejar las influencias globales en el inyector los cuales son causados por la naturaleza eléctrica además de la variación del agujero y obstrucción.

Por lo tanto la prueba de capacidad de pulverización busca la capacidad a la inspección en el cumplimiento de la pulverización a través de la monitoreo de los inyectores.

Tabla 11 Prueba de Uniformidad y Capacidad de Pulverización

Paso	Descripción
1	Se debe elegir el tapón del distribuidor de combustible (4) de la caja de accesorios y monte un O-ring adecuado. Además se debe recordar que es necesario aplicar una grasa lubricante sobre el O-ring. Montar el tapón distribuidor de combustible (4) en el distribuidor de combustible superior.
2	Se debe montar la placa media luna (3) y apretar con un perno (1).
3	Se debe elegir un adaptador apropiado (5) de acuerdo con el tipo de inyector y montarlo al acoplador correspondiente en el distribuidor de combustible superior.
4	Es necesario instalar los inyectores (Aplicar un poco de grasa.)
5	Se debe colocar en el distribuidor de combustible y el inyector en el soporte con un tornillo ajustable y tuercas estriadas, y apriete los dos tornillos (negros).
6	Se debe conectar el cable de señal del inyector.
7	Antes de hacer esta prueba, se deberá pulsar la opción [Drain] para drenar el líquido de prueba si hubiese.
8	Posteriormente se debe seleccionar la opción [Uniformidad / capacidad de pulverización] en el panel de control, establezca los parámetros correspondientes (consultar el apéndice para ajuste de presión, consulte los manuales de vehículos según sea necesario), y luego presione [Run] para iniciar la prueba. (El equipo puede cambiar entre la prueba de uniformidad y pulverizado pulsando [Drain] cuando esté en funcionamiento.)
9	Una vez finalizada la prueba, el equipo para de forma automática con una alarma.

Fuente: Investigación de Campo

3.4.3 Instalación y Procedimientos de Prueba para Inyectores de Alimentación Lateral

Tabla 12 Instalación y Procedimientos de Prueba para Inyectores de Alimentación Lateral

Paso	Descripción
1	Elija acoples apropiados para los inyectores de alimentación lateral (3) y los O-ring. (Recuerde que debe aplicar un poco de grasa lubricante.)
2	Montar los inyectores en los acopladores e instalarlos en el distribuidor lateral
3	Monte la placa (1) y apriete con tornillos
4	Monte el distribuidor de combustible y los inyectores en el soporte del distribuidor y apriete los dos tornillos (negros).
5	Conecte el cable de señal de pulso del inyector.
6	Antes de hacer esta prueba, pulse [Drain] para drenar el líquido de prueba si hubiese.
7	Seleccione [Uniformidad / pulverización] en el panel de control, establezca los parámetros correspondientes y pulse [Ejecutar] para realizar la prueba. (cuando está funcionando, presione la tecla [] y pulse [Ejecutar] la presión del sistema volverá al valor de presión predeterminado)
8	Cuando la prueba ha terminado, el sistema para automáticamente con una alarma.

Fuente: Investigación de Campo

En el proceso de instalación y procedimientos de prueba para inyectores de alimentación lateral se debe tomar en consideración a los siguientes aspectos:

- En el desarrollo de las pruebas es alternativo el drenado del combustible a través de pulsar [Drain] en el cual la válvula solenoide se encuentra fija en el estado cerrado por lo cual la prueba de uniformidad se puede hacer en este punto.
- El número de cilindros que se encuentran ya predeterminados es 0, en el cual todos los inyectores deben funcionar. Por lo cual se debe seleccionarse un cilindro específico según el número del cilindro.

- La presión del sistema debe ser ajustado a través de pulsar [disminuir] / [aumentar].
- Se debe mantener el nivel del líquido a por lo menos 30 ml durante las pruebas para poder prevenir la dispersión, además de establecer el parámetro que se encuentra relacionado con referencia a través del uso de la siguiente formula: anchura de pulso (ms) × tiempo (s) × velocidad (rpm) / 120 ≤ 18000.
- La diferencia de inyección en cada uno de los inyectores debe conservarse al interior por lo menos del 2% en el desarrollo de las pruebas de uniformidad.
- En el desarrollo del funcionamiento el usuario deberá seleccionar a cada uno de los parámetros como RPM o PW, para luego presionar [◀] o [▶] con el fin de alcanzar el estado de la simulación deseada.
- Por lo tanto los inyectores buenos deberán tener una forma idéntica en el ángulo de inyección, además de la pulverización uniforme, pero de no ser así se puede sustituir al inyector.
- Para la aplicación de la prueba de capacidad de pulverización, existe un parámetro eléctrico especial, el cual está conformado por la anchura mínima del impulso de inyección del inyector para posteriormente ser probado y poder comparar los inyectores en el mismo motor. Para lo cual se debe configurar el número de cilindro, antes de iniciar la prueba el ancho del mínimo de pulso de inyección, para después de poder aumentar de forma gradual la anchura de impulso para lograr que el inyector comienza la inyección para poder ser observado con la ayuda de luz de fondo y poder establecer el valor de establecer en ancho de mínimo de impulso de inyección, pero la diferencia de un ancho mínimo de pulso de inyección para ser observados.

3.4.4 Prueba de Fuga

El objetivo de esta prueba es la inspección de las condiciones de sellado de la válvula de aguja del inyector; por lo cual el procedimiento para la instalación se estructura de la siguiente forma:

Tabla 13 Prueba de Fuga

Paso	Descripción
1	Antes de realizar la prueba de fuga, debe pulsar [Drain] para drenar el líquido residual
2	Se debe seleccionar la opción [Leakage] en el panel de control. Pulse [Ejecutar], la máquina va a funcionar
3	En este momento, la presión del sistema puede ser ajustada presionando [disminuir] / [aumentar] la presión se ajusta preferiblemente 10% más alta que las especificaciones del fabricante
4	El cual puede cambiar entre prueba de fugas pulsando [Drain] cuando esté en funcionamiento, presione la tecla [] y pulse la tecla ejecutar, el sistema volverá al valor de presión predeterminado
5	Cuando se termine la prueba, el equipo se detiene automáticamente y la alarma sonará

Fuente: Investigación de Campo

Nota:

- De forma general, el goteo del inyector deberá ser menor a una gota por minuto (o según sean las especificaciones), el tiempo del sistema es de un minuto.

3.4.5 Prueba de flujo de Inyección

El objetivo de esta prueba es comprobar si el flujo de inyección en el periodo de 15 segundos cumple con las especificaciones y si la desviación está reflejando el respectivo desgaste o la obstrucción en el inyector, en remplazo de la variación de los parámetros eléctricos.

Por lo tanto el proceso de este tipo de prueba se encuentra conformado de la siguiente forma:

Tabla 14 Prueba de Flujo de Inyección

Paso	Descripción
1	Antes de esta prueba, pulse [Drain] para drenar el líquido de prueba existente.
2	Seleccione [prueba de flujo] en el panel de control y pulse [Ejecutar] para iniciar la prueba
3	Ajuste la presión del combustible presionando [disminuir] / [aumentar] según la especificación del inyector

4	Cuando se termine la prueba, se detendrá automáticamente con la alarma.
---	---

Fuente: Investigación de Campo

3.4.6 Prueba Automática

Está conformada por todas las pruebas ya citadas las cuales poseen una duración de 15 segundos de inyección, velocidad media, velocidad de ralentí, velocidad máxima, variando deceleración, aceleración variable, el cambio de anchura de pulso. Este tipo de función debe comprobar el rendimiento más completo de los inyectores según sean las condiciones de trabajo del motor.

Tabla 15 Prueba Automática

Paso	Descripción
1	Antes de la prueba, pulse [Drain] para drenar todo el líquido
2	Seleccione [Auto-Test] en el panel de control y configure el valor de presión de acuerdo con las especificaciones del inyector, seleccione el modo de prueba (modo 1, 2 o 3 están disponibles) y pulse [Ejecutar] para iniciar la prueba.
3	Ajuste la presión con [disminuir] / [aumentar] pulse la tecla [] y la tecla ejecutar y el sistema volverá al valor de presión predeterminado
4	Cuando se termine la prueba, se detendrá automáticamente con una alarma.

Fuente: Investigación de Campo

3.5 Fase Experimental

3.5.1 Prueba de Inyectores

El sistema posee un diseño en el cual su operación se caracteriza por ser fácil, sencilla, secuencial y cómoda ya que los dispositivos de mando se ubican en la parte superior derecha del equipo, los componentes son:

Tabla 16 Prueba de Inyectores

Paso	Descripción
1	El interruptor de encendido
2	Pulsador de prueba de ángulo de inyección.

3	Pulsador de prueba de flujo de inyección
4	Pulsador de prueba de estanqueidad de los inyectores
5	Pulsador de activación de la limpieza ultrasónica
6	Pulsador de aumento de variables
7	Pulsador de disminución de variable
8	Pulsador de aceptar opciones
9	Pulsador de cancelar opciones.
10	Pantalla para visualización de instrucciones.
11	Válvula de liberar la presión del riel
12	Manómetro indicador de presión

Fuente: Investigación de Campo

Gráfico 48 Prueba de Inyectores



Fuente: Investigación de Campo

Las pruebas deben ser seleccionadas según sea el requerimiento del operario, los pulsadores de activación de las pruebas en los inyectores deben estar dispuestos para que sean seleccionados de izquierda a derecha para el desarrollo de la prueba de ángulo de inyección para generar la limpieza ultrasónica.

El desarrollo de las pruebas permite seleccionar diversas opciones, con el fin de identificar el aumento o disminución de las revoluciones para el funcionamiento de los inyectores, ya sea según el ciclo útil de la señal digital en

base al porcentaje del periodo, presión de prueba y el tiempo. Al seleccionar a una de las pruebas además de la pantalla de caracteres, estos irán guiando al operario sobre las diversas opciones a realizarse son el uso de los pulsadores de aumento, disminución, aceptar y cancelar las opciones

Otra de las características es que genera la activación de una alarma para poder indicar al usuario cuando se ha terminado la operación generada por el equipo con lo cual si el operario se encuentra desarrollando otras actividades él pueda acudir a realizar la siguiente prueba al escuchar el llamado del equipo.

Cabe señalar que se debe tomar en cuenta al nivel del líquido de pruebas previo a la realización de las diversas operaciones de mantenimiento en los inyectores y observar el lado izquierdo del equipo en el cual se ubica el indicador.

En el supuesto que exista una falta del líquido de pruebas, es necesario añadir para lo cual se debe tirar de la ceja del conducto que es desplazable para el respectivo ingreso del líquido limpiador que se ubica en el indicador de nivel.

También es importante señalar que en la operación el sistema de limpieza de ultrasonido, no deberá efectuarse si no posee el respectivo líquido limpiador, ya que el equipo ultrasónico puede sufrir daños y posteriormente deberá ser remplazado por uno nuevo.

Se debe tomar en consideración que el nivel del líquido debe llegar a cubrir por unos cuantos milímetros la placa porta-inyectores, con el fin de asegurarse que el desarrollo del proceso de limpieza ultrasónica sea la correcta.

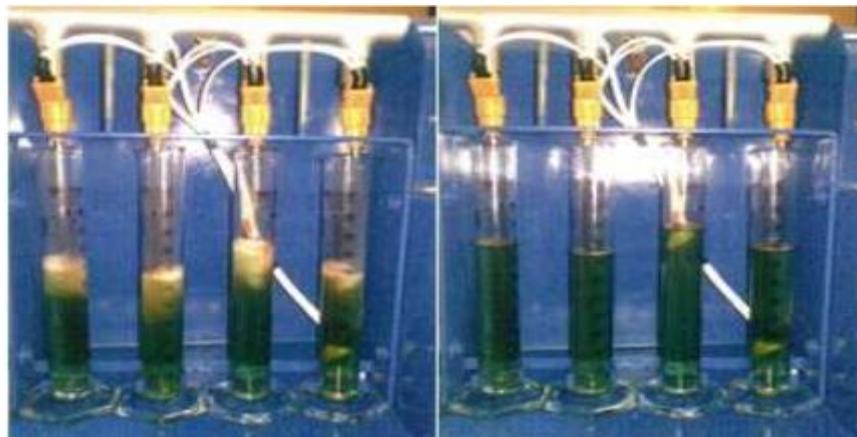
Para llegar a comprobar el respectivo funcionamiento del sistema del banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina se hecho pruebas a varios inyectores, con el fin de poder demostrar que el equipo es funcional a continuación se identifica imágenes del respectivo funcionamiento del equipo y de las pruebas a las que se sometieron los inyectores de un vehículo Volkswagen Gol.

Después de ser retirados los inyectores de su lugar de trabajo se procederá a medir la resistencia, para lo cual se reconoció que este tipo inyectores es de

alta impedancia. Posteriormente se procedió a montarlos en el equipo y la aplicación de las respectivas pruebas.

En la prueba de ángulo de inyección, se detectó que los patrones de inyección eran distintos en cada uno de los inyectores, pero lo más notorio es que la inyección poseía un cierto grado de inclinación hacia los lados (en dos de ellos), por lo cual las características de las pruebas fueron a 750 rpm, un 10% de ciclo útil del pwm, pero la presión de prueba 40 PSI resulto ser igual a la de trabajo, pero el tiempo de duración de la prueba fue de cinco minutos.

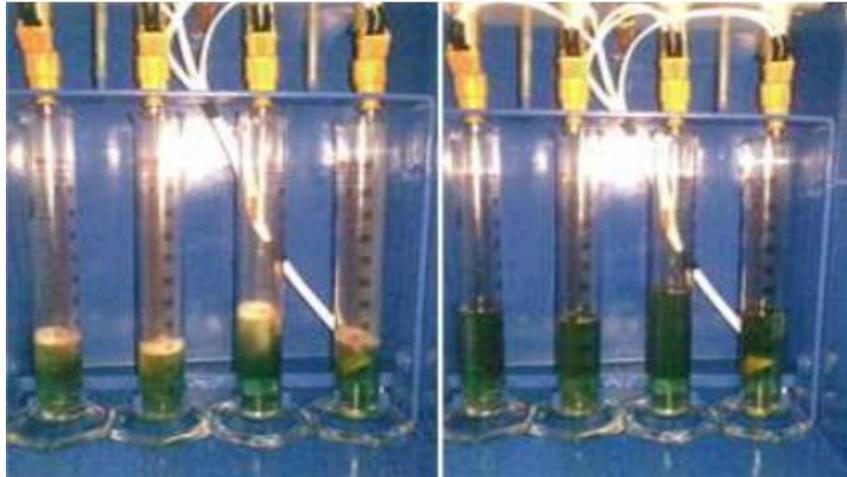
Gráfico 49 Prueba de Ángulo de Inyección de Inyectores Volkswagen



Fuente: Investigación de Campo

Posteriormente en el desarrollo de la prueba de ángulo de inyección, se detectó que el inyector se encontraba permanentemente abierto durante 15 segundos a 40 PSI.

Gráfico 50 Prueba de flujo de Inyección de Inyectores Volkswagen



Fuente: Investigación de Campo

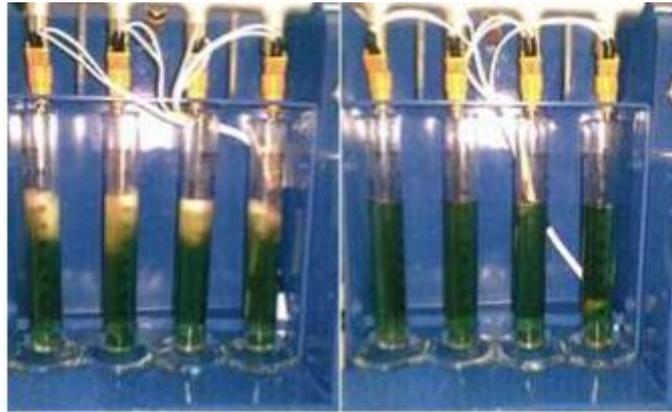
Durante el desarrollo de la prueba de estanqueidad, se detectó que dos de los inyectores evidenciaron humedad en el lado de la válvula obturadora, no existió goteos al ser sometidos a una presión de 45 PSI que es el 12,5% el cual es superior a la presión normal de trabajo durante un minuto: Después de la aplicación de las pruebas se procedió a desmontar a los inyectores del banco con el fin de ser sometidos a la limpieza ultrasónica por 10 minutos.

Gráfico 51 Limpieza de los Inyectores en la Tina Ultrasónica

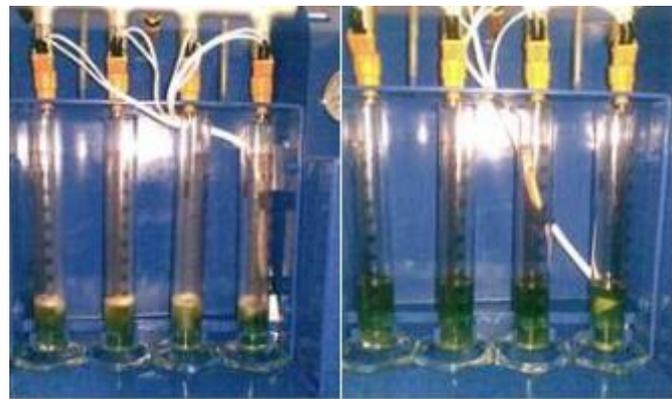


Fuente: Investigación de Campo

Después de ser finalizado la limpieza por ultrasonidos, se procedió a volver a montar los inyectores al banco con el fin de poder desarrollar las mismas pruebas iniciales con lo cual los resultados son observados a simple vista.

Gráfico 52 Prueba de Ángulo de Inyección luego de la Limpieza Ultrasónica

Fuente: Investigación de Campo

Gráfico 53 Prueba de Flujo de Inyección luego de la Limpieza Ultrasónica

Fuente: Investigación de Campo

3.5.2 Análisis De Resultados

La información generada por los volúmenes del líquido de pruebas por parte de los inyectores los cuales fueron sometidos al banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina, muestra que no han estado generando cantidades iguales de combustible. Con lo cual estos datos generan que existe una dispersión irregular la cual se encuentra comprendida entre los 76 y 91 ml en la prueba de ángulo de inyección además de 28 y 40 ml los cuales generados en la prueba de flujo de inyección a continuación se puede observar que los patrones gráficos son similares.

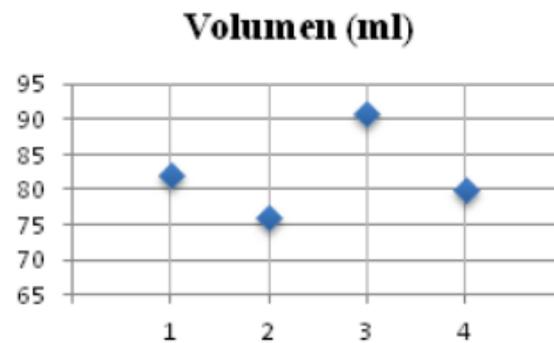
Gráfico 54 Prueba de Ángulo de Inyección



Fuente: Investigación de Campo

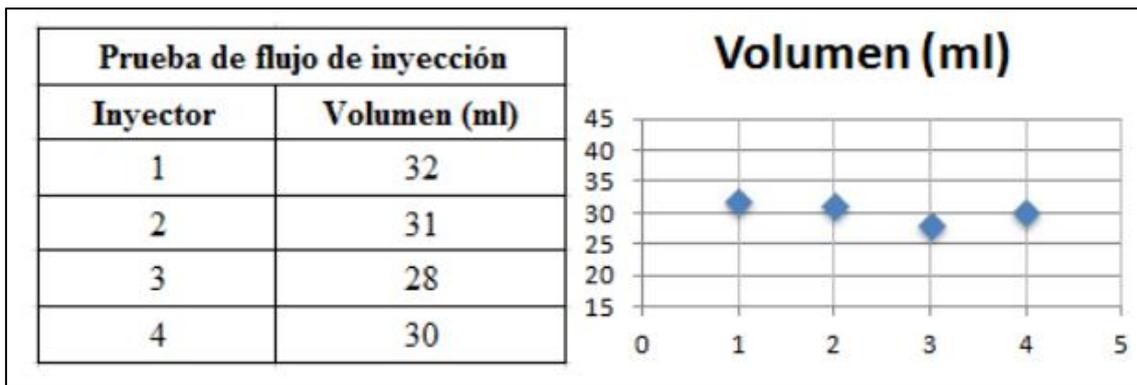
Gráfico 55 Resultados de Prueba de Ángulo de Inyección

Prueba de ángulo de inyección	
Inyector	Volumen (ml)
1	82
2	76
3	91
4	80



Fuente: Investigación de Campo

Gráfico 56 Resultados de Prueba de Flujo de Inyección



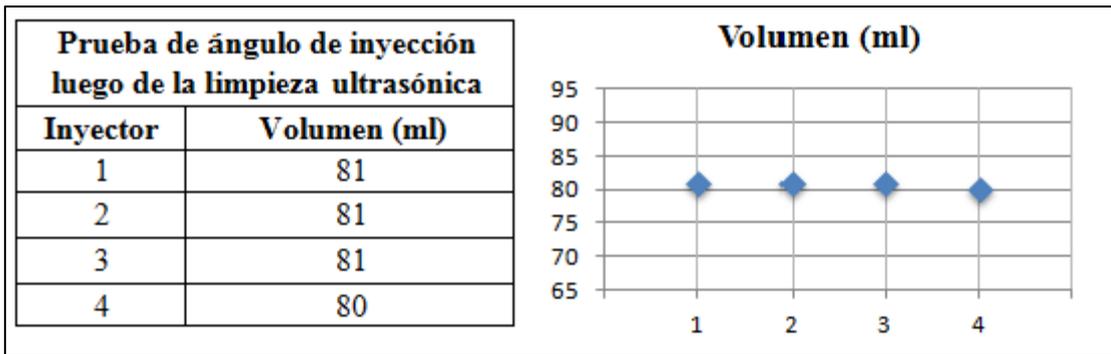
Fuente: Investigación de Campo

Además los resultados obtenidos después del desarrollo de la prueba en la cual los inyectores fueron sometidos a la limpieza ultrasónica revelan dos cosas particulares las cuales son:

- El primer aspecto detectado es que de forma efectiva los inyectores poseían residuos de carbonilla además de otros depósitos entre la válvula obturadora y su asiento.
- El segundo aspecto es que el método de limpieza por ultrasonidos es indiscutiblemente eficaz.

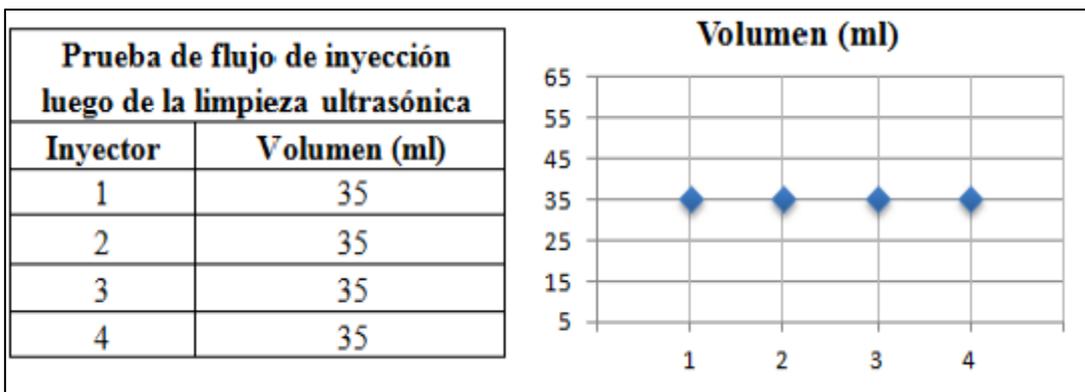
Con el fin de poder constatar los datos de los mismos inyectores con la particularidad de haber sido sometidos a la limpieza por ultrasonidos se va a presentar los resultados en los cuales se ha detectado que la dispersión ha desaparecido casi en su totalidad para confirmar que los resultados son elocuentes.

Gráfico 57 Resultados de Prueba de Ángulo de Inyección luego de Limpieza Ultrasónica



Fuente: Investigación de Campo

Gráfico 58 Resultados de Prueba de Flujo de Inyección luego de Limpieza Ultrasónica



Fuente: Investigación de Campo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después del desarrollo del presente estudio que busca diseñar una propuesta de un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina se ha identificado a las siguientes conclusiones:

- El desarrollo del proceso de limpieza por ultrasonido posee una base en la cavitación la cual se produce según sea las respectivas condiciones de trabajo en un transductor piezoeléctrico en altas frecuencias además de las condiciones de densidad, presión de vapor y otras características del líquido limpiador.
- En el proceso de experimentación se pudo llegar a constatar la efectividad del mantenimiento en los inyectores a través del uso del ultrasonido, pero se debe tener en consideración al funcionamiento de este sistema ya sea antes y después de la limpieza por ultrasonidos.
- Para el desarrollo del proceso de aplicación del equipo de limpieza ultrasónica no solo debe limitarse a la limpieza de inyectores, ya que también es de utilidad para el respectivo mantenimiento de otros elementos que requieran una limpieza de precisión.
- Para el desarrollo del proceso se requiere el uso adecuado de cada uno de los elementos electrónicos con el fin de poder desarrollar el adecuado control de los inyectores además de la bomba de combustible, con el fin de poder abastecer el control de forma segura a los elementos además de la programación del micro controlador el cual está dispuesto a trabajar en los tiempos establecidos de modo que impidan el sobrecalentamiento.
- Con el fin de poder asegurar el adecuado funcionamiento del equipo se deben seguir las instrucciones establecidas en el manual con el fin de poder llegar a garantizar el adecuado correcto trabajo y manipulación del sistema.

Recomendaciones

Finalmente después de la aplicación del estudio que tiene por objetivo el diseño de una propuesta de un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina se ha detectado que las recomendaciones a aplicarse son:

- Es de vital importancia que se asegure que la red de conexión eléctrica que se va a conectar al banco posee una conexión a tierra además de una varilla de cobre de 1m como mínimo, con el fin de poder generar una protección al equipo ante cualquier descarga eléctrica.
- Se deberá verificar que haya líquido en el tanque del banco observando el nivel del depósito antes de realizar cualquier prueba.
- Con el fin de evitar fugas, además de poder asegurar firmemente el riel con los inyectores montados al soporte de inyectores y probetas es necesario el poder contar con las herramientas más adecuadas.
- Es necesario tener en cuenta que la válvula de liberación de la presión del riel en el equipo esté cerrada antes de realizar cualquier prueba.
- Para el desarrollo del proceso de limpieza ultrasónica, es necesario asegurarse de que el líquido limpiador dentro de la cuba, cubra unos cuantos milímetros la placa porta-inyectores.
- No se deberá dejar a los acoples instalados en el riel de inyectores, porque los empaques de estos pueden llegar a malograrse al retirarlos luego de algún tiempo de estar colocados en el riel.
- No deberá hacer funcionar el sistema de limpieza ultrasónica sin líquido limpiador, ya que este puede dañarse.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía en libros

Arques, “Moteurs Alt (1.987), Alternatifs à combustion interne”, Ed. Masson.

Bosch, (2005), “Caractéristiques techniques. Injecteur prototype pour Maratón Shell EV6 court B 280 431 195/1.

Bosch, (2006), “Injecteurs. Injection d’essence”.

Collection Technologies de l’Université à l’Industrie.

Sodemo, Sytel, (2005), “Le calculateur EV8. Gestion moteur haute performance. Notice d’utilisation

Bibliografía en sitios web

Aficionados a la Mecánica, (2014), Inyección gasolina, tomado de

<http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion-k-jetronic.htm>

bvcooperacion.pe (2007), sistema de inyección de combustible, tomado de

http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/7733/4/BVCI0006805_5.pdf.

Catalogo Bosch (2007), sistemas de inyección electrónica, tomado de

http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf

foros.hondaclub.com, (2009), Un poco de historia: La inyección de

combustible tomado de <http://foros.hondaclub.com.ar/threads/61365-Un-poco-de-historia-La-inyeccion-de-combustible>.

Lara Aguilera Escobar, (2006), tomado de <http://e->

[archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6972/PFC_Lara_Aguilera_Escobar.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6972/PFC_Lara_Aguilera_Escobar.pdf?sequence=1)

Multiservicio Automotriz 3H (2012) , Componentes del Sistema de Alimentación, tomado de

<http://multiservicioautomotriz3h.blogspot.com/2011/06/componentes-del-sistema-de-alimentacion.html>

Recambios coche.es, (2014), Filtros Recambios: Filtro de combustible, tomado de <http://www.recambioscoche.es/pieza-de-repuesto/filtro-de-combustible.html>

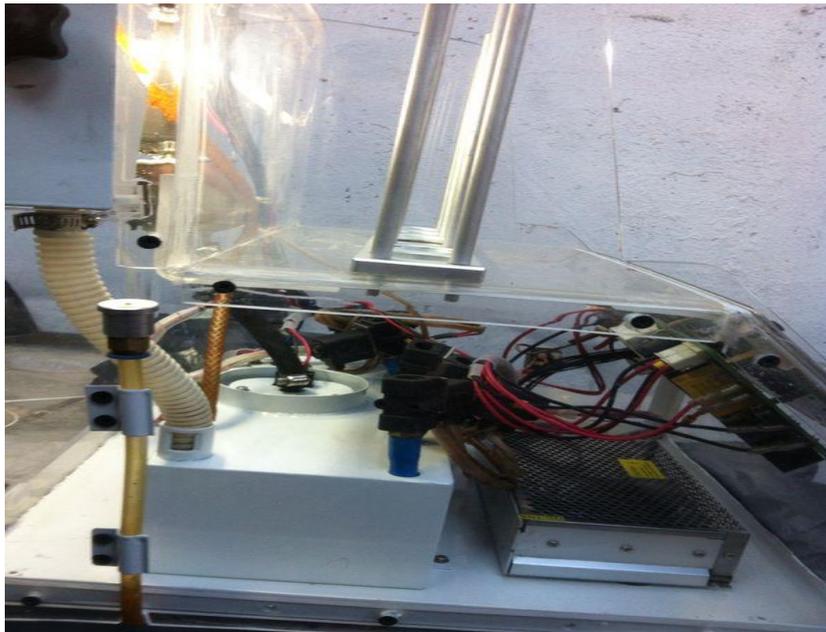
sensovant.com (2014), Medidor de flujo de aire comprimido para tuberías pequeñas tomado de <http://www.sensovant.com/productos/caudal-flujo-aire/caudal-masico/articulo/medidor-de-flujo-de-aire-en-linea-para-tuberias-pequenas-EE771.html>

Soluciones mecánicas, (2012), pruebas del sistema de alimentación de combustible, tomado de <http://tipsautomotriz.blogspot.com/2012/06/pruebas-del-sistema-de-alimentacion-de.html>

swagelok.com, (2008), Reguladores de presión tomado de <http://www.swagelok.com/downloads/WebCatalogs/ES/MS-02-230.pdf>

ANEXOS

MODELO DE UN BANCO DE PRUEBAS Y LIMPIEZA DE INYECTORES A GASOLINA



Fuente: Investigación de Campo

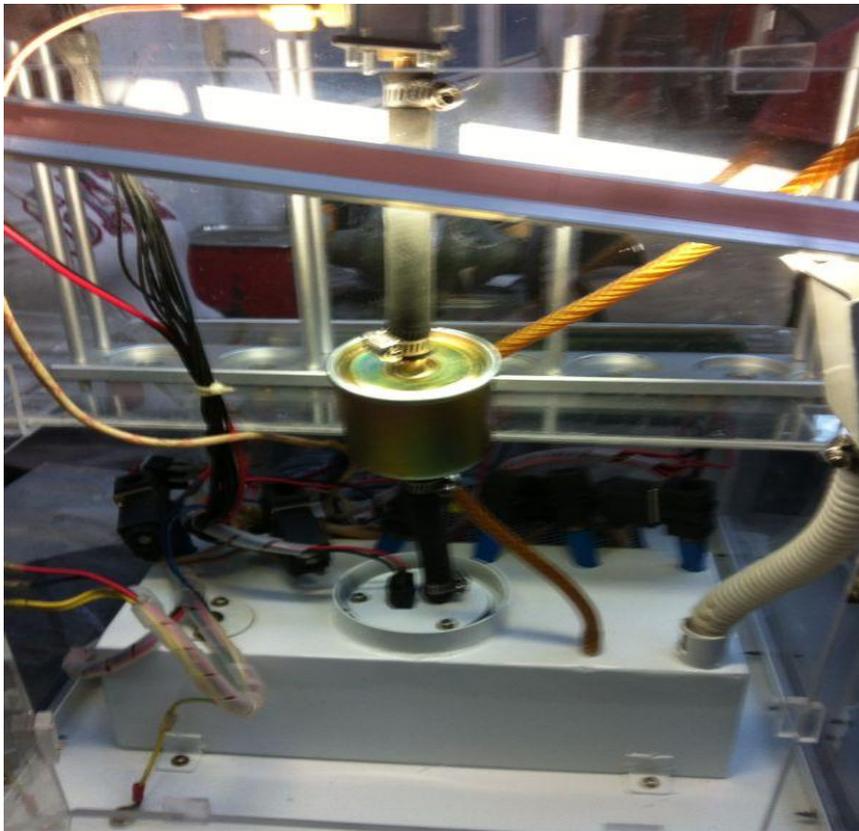


Diego



Fernando Proaño Jiménez

Fuente: Investigación de Campo



Fuente: Investigación de Campo