

**CONVERSIÓN DEL SISTEMA DE CARBURACIÓN A SISTEMA DE INYECCIÓN
MONO PUNTO DE UN MOTOR MAZDA 323**

DIEGO ANDRÉS GALLEGO RODRÍGUEZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE MECÁNICA Y AFINES
MEDELLÍN
2012**

**CONVERSIÓN DEL SISTEMA DE CARBURACIÓN A SISTEMA DE INYECCIÓN
MONO PUNTO DE UN MOTOR MAZDA 323**

DIEGO ANDRÉS GALLEGO RODRÍGUEZ

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Mecánica Automotriz.

Asesor
Luis Guillermo Vásquez
Ingeniero mecánico

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ Y AFINES
MEDELLÍN
2012**

Nota de aceptación:

Firma presidente del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, abril de 2012

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.1 ¿DÓNDE SE PUEDE DAR COMIENZO A ESTA INVESTIGACIÓN ¿CON UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA?	10
1.2 ¿QUIÉNES SON AQUELLAS PERSONAS QUE PUEDEN HACER USO DE ESTA PROPUESTA EN CASO DE SER EJECUTADA?	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVO ESPECIFICO	14
4. REFERENTES TEÓRICOS	15
4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO BÁSICO	15
4.1.1 Clasificación de los sistemas de inyección	17
4.1.1.1 Según el lugar donde se inyecta	17
4.1.1.2 Según el número de inyectores	19
4.1.1.3 según el número de inyecciones	22
4.2 VENTAJAS DE LA INYECCIÓN	23
4.2.1 Consumo reducido	23
4.2.2 Mayor potencia	23
4.2.3 Mejor Arranque en frío y fase de calentamiento	24
4.3 SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	25
4.3.1 sensor de posición del acelerador (TPS)	25
4.3.2 Sensor de flujo de masa de aire (MAF)	25
4.3.3 Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)	26
4.3.4 Sensor de temperatura del motor (NTC Ó PTC)	26
4.3.5 Sensor de revoluciones del motor (CKP)	26
4.3.6 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	26
4.4 ACTUADORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	26
4.4.1 Inyector de Combustible	26
4.4.2 Bobina de Encendido	27
4.4.3 Adicionador de aire	27
4.4.4 Actuador de marcha mínima	28
4.5. SISTEMA DE INYECCIÓN MONO PUNTO	29
4.5.1 Captador de presión	29
4.5.2 Sensor de RPM	31
4.5.3 Canister	32

	pág.
4.5.4 Motor paso a paso	33
4.5.5 Sensor de la temperatura del refrigerante	35
4.5.6 Sonda Lambda	35
4.6. PRINCIPALES COMPONENTES	36
4.6.1 bomba de combustible eléctrica	36
4.6.1.1 Filtro de combustible	36
4.6.1.2 Potenciómetro de Mariposa	37
4.6.1.3 Válvula de máxima presión del sistema	38
4.6.1.4 Inyector Mono punto	38
5. METODOLOGÍA	39
5.1 TIPO DE ESTUDIO	39
5.1.1 Método de investigación	39
5.1.2 Método de observación	39
5.1.3 Método de inducción	39
5.1.4 Método de deducción	40
5.1. 5 Análisis y síntesis	40
5.1. 6 Simulaciones	40
6. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO	41
6.1 ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN DE PROPUESTA	41
7. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MONO PUNTO PARA EL MOTOR MAZDA 323	42
7.1 PREPARATIVOS PARA EL DESMONTAJE	42
7.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO MONO PUNTO	43
7.2.1 Sistema de Generación y Almacenamiento	47
7.2.2 Lectura de los códigos de avería	49
7.3 MONTAJE DE LOS DEMÁS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE INYECCIÓN MONO PUNTO	49
7.3.1 Regulador de % de CO	52
7.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	56
7.4.1 FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA	56
7.4.2 FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	56
7.5 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	56
8. CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
CIBERGRAFÍA	59

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Inyección Electrónica Directa	18
Figura 2. Inyección Electrónica Indirecta	18
Figura 3. Esquema Básico de Inyección Mono Punto	19
Figura 4. Modelo de Funcionamiento Sistema de Inyección	20
Figura 5. Sistema Inyección Multipunto	21
Figura 6. Unidad de Control Electrónico Automotriz	23
Figura 7. Esquema Completo Dosificación de Combustible	24
Figura 8. Computadora automotriz con sus Sensores y Actuadores	24
Figura 9. Esquema de distribuidor de bobina	27
Figura 10. Modelo Adicionador de Aire	28
Figura 11. Modelo Actuador de Marcha En Ralentí	28
Figura 12. Unidad o Cuerpo de Inyección	29
Figura 13. Esquema Captador de Presión	30
Figura 14. Esquema de Funcionamiento Captador de Presión	30
Figura 15. Esquema de Funcionamiento Sensor de Presión	31
Figura 16. Modelo Sensor de RPM	32
Figura 17. Esquema Interno del Canister	32
Figura 18. Esquema de Inyección Mono Punto	33
Figura 19. Esquema Motor Paso a Paso	34
Figura 20. Esquema Cuerpo de Mariposa	34
Figura 21. Sensor de Temperatura de Refrigerante	35
Figura 22. Circuito de Sonda Lambda	35
Figura 23. Esquema Bomba De Gasolina	36
Figura 24. Esquema Filtro de Gasolina	37
Figura 25. Esquema Potenciómetro de Mariposa	37
Figura 26. Esquema Inyector Mono Punto	38
Figura 27. Esquema Unidad Electrónica Swift 1.3	44
Figura 28. Sistema Eléctrico del Automóvil	48
Figura 29. Circuito de La Bomba de Combustible	52
Figura 30. Señal de Tensión de Mando del Inyector	53
Figura 31. Señal de La Intensidad de Corriente por El Inyector	54
Figura 32. Conjunto de Tensión y Corriente por el Inyector	54
Figura 33. Modo Sincrónico, una vez por vuelta de motor	55
Figura 34. Modo Asincrónico, repetidas veces en la misma vuelta de motor	55

GLOSARIO

ACTUADOR: dispositivo utilizado para realizar una función específica dentro del Sistema electrónico del vehículo, por ejemplo, válvulas como la IAC, e inyectores.

CIRCUITO: serie de elementos o componentes conectados entre sí, con el Propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.

ECU: módulo control electrónica, es la unidad cerebro de todo el sistema, es la que comanda toda la inyección, capta las variables de los sensores y pone en Funcionamiento los actuadores. Comúnmente llamada computadora o computador.

INYECTOR: dispositivo utilizado para introducir mezcla de aire-combustible, en las Cámaras del motor para que pueda haber combustión, el inyector es tomado como un actuador, gracias a su función.

MEMORIA: se refiere a los componentes de una computadora, dispositivos Y medios de almacenamiento que retienen datos informáticos durante algún Intervalo de tiempo. Las memorias de computadora proporcionan unas de las Principales funciones de la computación, la retención o almacenamiento de Información. Va acoplada a una unidad central de procesamiento.

SENSOR: aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor.

Pueden ser, por ejemplo:

Temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, Desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad.

SEÑAL: es la variación de corriente eléctrica u otra magnitud física que se utiliza Para transmitir una determinada información. En el carro estas señales son Enviadas por los sensores y captadas por la ECU.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo que se ha venido haciendo en la dinámica de la Mecánica Automotriz en todos los niveles tecnológicos a nivel mundial ha llevado a que la sociedad tenga un mayor interés propio de conocimiento a ella y por ende se conviertan más exigentes a la hora de comprar un vehículo de combustión interna y que busque adaptarse a sus necesidades (estéticos, económicos, de seguridad, de confort, etc.).

A todo esto, se le suma en la mayoría de los países que los vehículos de combustión interna tengan repercusiones ambientales que derive del automóvil. Por lo que los fabricantes de estos tienden a mejorar nuevas formas de diseño y materiales para evitar emisiones contaminantes con resultados más ecológicos.

Aun existen muchos vehículos que tienen un sistema de carburación que se encarga de preparar la mezcla de aire-combustible en los motores de gasolina a fin de que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida. Pero partiendo de un nuevo desarrollo tecnológico y debido a que las nuevas políticas sociales demuestran gran interés por la innovación de un nuevo sistema para evitar las emisiones y reducir los costes de combustible surge la necesidad de involucrar nuevas ideas que permitan intervenir casos donde los vehículos de combustión interna con funcionamiento a carburador se conviertan en un nuevo sistema de inyección mono punto.

Con este sistema se realizarán cambios en todos sus componentes y las técnicas que se utilizan permitan al vehículo trabajar de una manera más económica para ser eficiente y brindando además una mejor adaptación al medio ambiente en cuanto las emisiones contaminantes.

Con esta nueva visión partiremos de un objetivo tecnológico mas integral a la sociedad ayudando a la vez el avance científico y tecnológico en el campo de la mecánica automotriz, para lograr estos cambios se requiere de una metodología de trabajo específico en un rango de tiempo determinado que permita la

innovación, creación, diseño y la implementación de nuevas estrategias que ayuden a consolidar su desarrollo y ejecuciones de manera viable para su funcionamiento.

Una vez puesto en marcha su funcionamiento en los vehículos que lo requieran, este proyecto tendrá gran impacto en la sociedad demostrando a todas las personas que poseen este tipo de vehículos la gran importancia de incorporar un nuevo sistema que ayude a mejorar el impacto ambiental y al mismo tiempo la reducción económica del combustible proporcionando un mejoramiento continuo y óptimo de los motores de combustión interna.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La combustión es el resultado de fenómenos químicos, físicos y termodinámicos que se produce por la mezcla de combustible y el oxígeno para que la energía química sea transformada en mecánica, para ellos es necesario un elemento combustible, un comburente y un aporte de calor en forma de chispa detonante. Es por eso que el motor de gasolina consiste en realizar una mezcla de combustible que permita funcionar en todas las circunstancias. La mezcla aire + gasolina adecuada a cada situación deberá permitir una combustión lo más perfecta posible. Pero en muchos motores de combustión interna poseen un gran problema que cuentan a la hora del consumo y emitir gases de escape, el cual viene dado por un anticuado sistema que es el carburador que al funcionar en su momento de hacer la mezcla este proporciona un quemado de gases muy deficientes produciendo gases más tóxicos y perjudiciales para el medio ambiente, además de que su mantenimiento y consumo es mucho más elevado que otros sistemas y que estos mismos pueden ayudar a disminuir estas desventajas que presentan. Por tal razón es necesario emplear un motor de combustión interna de un Mazda 323 para hacer un proyecto para emprender una investigación en un determinado tiempo para ayudar a que estos motores sigan con su normal funcionamiento, pero disminuyendo así la cantidad de gases contaminantes.

1.1 ¿DÓNDE SE PUEDE DAR COMIENZO A ESTA INVESTIGACIÓN CON UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA?

En el laboratorio de diagnóstico de la Institución universitaria Pascual Bravo, se encuentra un motor de un Mazda 323 en perfectas condiciones con sus elementos y partes mecánicas para que este funcione correctamente cuando se utilice durante el proceso de aprendizaje, este motor funciona con un sistema de carburación de doble función el cual son tipo a gas y tipo a gasolina, este motor se sigue utilizando hoy en día pero tiene el problema del un alto consumo del combustible, por lo que es conveniente que este motor se le agregue un sistema más apropiado y avanzado para suplir necesidades que permitan intervenir los bajos índices de consumo y de emisiones contaminantes.

Para ello se requiere algunos elementos mecánicos como el sistema de inyección ya sea mono punto o multipunto donde podrá hacer que el combustible sea mejor aprovechado y permita garantizar una mejor dosificación para bajo consumo.

Este proyecto va a mejorar no solo la economía de la sociedad que tenga vehículos de combustión interna que trabaje con el sistema de carburador si no que también hará mejorar las emisiones de gases contaminantes y el medio ambiente cambiando todo su funcionamiento mecánico y electrónico haciendo un funcionamiento más eficiente para el ahorro de combustible y emisiones.

1.2 ¿QUIÉNES SON AQUELLAS PERSONAS QUE PUEDEN HACER USO DE ESTA PROPUESTA EN CASO DE SER EJECUTADA?

Las personas que tengan un vehículo de combustión interna que trabaje con el sistema de carburador, puede ser modificado algunas partes mecánicas para que este funcione con el sistema mono punto el cual facilitara el ahorro de combustible y mejorar en las emisiones contaminantes, así mismo la persona puede hacerle algunas adaptaciones más que quiera suministrarle a su vehículo para que continúe trabajado por un buen tiempo. Por tal razón con este proyecto se pretende demostrar a la sociedad la intervención de cada uno de los aspectos tecnológicos creativos, innovadores y comerciales para el mejoramiento y calidad de cada uno de las personas que mantienen un interés propio en el área de mecánica automotriz, ayudando así a promulgar la conservación de aprendizaje y de investigación debido a que este sistema que se va a emplear son unos dispositivos que son muy comunes y muy populares en diferentes partes del mundo, un sistema que hoy en día se está utilizando en los vehículos de combustión interna de clase media.

2. JUSTIFICACIÓN

Los motores de combustión interna que funcionan con carburador podrán ser sustituidos con un sistema más apropiado como el sistema de inyección mono punto el cual funcionara de manera más adecuada y eficiente, aplicando siempre el diseño y la incorporación de piezas mecánicas y electrónicas que son elementales para que este pueda disminuir las emisiones y mejore las condiciones de trabajo dando un resultado más accesible al medio social que requiere estos cambios.

Así mismo el vehículo trabajara correctamente sin que haya o exista pérdida de fuerza, potencia o trabaje menos, ayudando también a conservar un medio ambiente más ecológico por medio de la disminución de los gases que estos producen, bajando notablemente un índice de contaminación y mejorando el ahorro de combustible.

Además de la concentración de investigación en la Universidad Pascual Bravo, ayudara a que este proyecto impacte de manera continua a los estudiantes para que sigan mejorando este diseño y ayuden a aportar nuevas creaciones y dando soluciones a todos los problemas que se relacione con la contaminación que producen estos vehículos, además de la comodidad, adecuación y adaptaciones que se pueden hacer mediante el estudio y el trabajo que se realice durante el tiempo de investigación fomentando el buen desarrollo tecnológico dentro de la universidad y en muchos de los casos de la misma empresa que lo requiera.

Una vez puesto en marcha su funcionamiento del sistema de inyección mono punto en varios vehículos este dará resultados de mucha trascendencia ayudando así a resolver algunos problemas tanto en la parte mecánica como en la parte económica del vehículo que hoy en día se ve reflejado en el mantenimiento de un motor con carburador, mejorando la adaptación del motor a las diferentes fases de funcionamiento ya sea ralentí, carga parcial, plena carga, aceleración, deceleración, corte de inyección entre otros.

Podemos también decir que este montaje facilitara la adaptación de los elementos electrónicos del sistema a los diversos apartados del motor aumentando su potencia de 2 al 15%. Teniendo en cuenta que su sistema ayudara a que la entrada de aire y la pulverización de la gasolina son más directas y el llenado de los cilindros es más grande lo cual ayudara a que la combustión sea más homogénea y completa y logrando una fiabilidad de los órganos electrónicos del sistema.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERALES

- Cambiar el sistema de suministro de combustible del sistema de carburación a un sistema de inyección mono punto para disminución de emisiones contaminantes.
- Analizar el funcionamiento técnico de un motor de inyección mono punto para comprobar su adaptabilidad a un motor mazda 323.

3.2 ESPECÍFICOS

- Revisar la literatura de métodos de conversión de sistemas de suministro de combustible y las ventajas que presentan en un nuevo modelo.
- Formular un sistema de inyección mono punto adaptable al motor del proyecto.
- Determinar el comportamiento de la conversión de sistema de carburador a inyección mono punto y analizar las aplicaciones de los motores con relación al modo de inyección.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO BÁSICO

En el funcionamiento del carburador, al abrirse la válvula y en virtud del descenso del pistón, se produce en el cilindro un vacío o depresión, que es pasada a llenar por una corriente de aire aspirado a través de un tubo en cuyo extremo se encuentra el carburador.

La misma velocidad del aire crea a su vez el vacío en el tubo que está en contacto con una cuba llena de gasolina, debido a dicha aspiración, el aire arrastra gasolina que sale pulverizada por el mismo tubo gracias a unos orificios con que cuenta, de este modo se logra que el aire al pasar por el cilindro, arrastra una cantidad de gasolina que se proporciona a la cantidad conveniente para luego ser llevada a cada uno de los cilindros del motor.

En los sistemas de inyección de gasolina el aire no cumple esta función de aspirar gasolina, por el contrario, el aire sigue un camino independiente del seguido por la gasolina. Con la inyección el aire se mezcla con el combustible en el momento que ambos van a entrar en la cámara de combustión.

El aire pasa en primer lugar por un filtro, luego pasa por un sensor, que mide la cantidad de aire que está entrando al motor, los datos del sensor son registrados por la unidad electrónica de control. El paso del aire está controlado por una válvula mariposa al igual que en el carburador, una vez realizado este recorrido, el aire pasa al colector de admisión llegando hasta la válvula de admisión en donde encuentra ya preparado el combustible para mezclarse y luego pasar a la cámara de combustión.

Otro de los flujos importantes es el de la gasolina procedente del tanque de combustible, es llevada en primer lugar por una bomba eléctrica de alimentación de allí pasa al filtro de combustible que filtra todas las impurezas de este, luego pasa por una tubería hasta llegar a la rampla de inyectores a presión, lista para ser

inyectada por alguno de los inyectores allí puestos, y listos para entregar el combustible de acuerdo a las órdenes dadas por la computadora y a la información entregada por todos los sensores, monitoreados por la unidad de control de proceso, ubicados en el motor.

La característica principal de este sistema es la forma en que realiza la inyección mediante un solo inyector. Las diferentes variantes del sistema mono punto que podemos describir mediante la teoría y su montaje nos pueden ofrecer las características utilizadas por los fabricantes. Las principales diferencias como los sistemas multipunto, estriban en la forma de medir la cantidad de aire que entra en el motor.

En la actualidad muchos vehículos tienen incorporado el sistema de inyección multipunto por su forma de ahorrar combustible y disminuir las emisiones, también en muchos casos se han visto transformar aquellos sistemas de carburador por el sistema de inyección mono-punto dando resultados óptimos de buen rendimiento por parte del motor, además de una cantidad de gases inofensivos que son emitidos por el colector de escape, que en grandes concentraciones, son peligrosos para el medio ambiente, las sustancias tóxicas que se encuentran en los gases de escape de un motor interna son: monóxido de carbono(CO), óxido de nitrógeno(NO) y los hidrocarburos (HC).

Por tal motivo este proyecto será una opción viable para aquellos usuarios que necesiten que su vehículo funcione normalmente y por tal razón se hará un desarrollo de este trabajo en el tecnológico universitario pascual bravo, donde se encuentra ubicado en el taller de diagnóstico automotriz un motor Mazda 323 el cual funciona normalmente y funciona con un sistema de carburación ya sea en cuanto a la dosificación de mezcla aire – combustible como también a gas.

Esta dosificación puede resultar demasiado rica o demasiado pobre, para obtener un rendimiento máximo se intenta extraer toda energía contenida en cada partícula de gasolina siendo necesario un exceso de aire ($D=1/18$), mientras que para obtener la máxima potencia se busca tener una propagación de la llama más rápida posible, siendo necesario entonces disponer de un exceso de gasolina ($D=1/12.5$) donde será necesario disponer de una solución de compromiso entre el rendimiento del motor y la potencia.

Los problemas más comunes que llevan los motores de carburación son:

- Emisiones por el tubo de escape (gestión lambda, catalizador)
- Evaporización de hidrocarburos (canister)
- Evaporaciones de aceite
- Emisión de óxido de nitrógeno

4.1.1 Clasificación de los sistemas de inyección. Ya paso la época que con solo observar durante algunas horas, era posible entender cómo funcionaba un motor y como se le podía reparar. Hoy, lo normal es encontrar una gran cantidad de cables, conexiones, dispositivos electrónicos e incluso computadores.

Si a esto le añadimos, que en muchas ocasiones los fabricantes utilizan ciertas particularidades en sus sistemas con el fin de lograr mayor penetración en los mercados, los sistemas se complican un poco más. Obviamente que esto hace indispensable tener una capacitación constante para entender los principios de funcionamiento de estos modernos sistemas. Una manera fácil de entender mejor cómo funcionan los sistemas de inyección electrónica, es sin duda estudiando su clasificación.

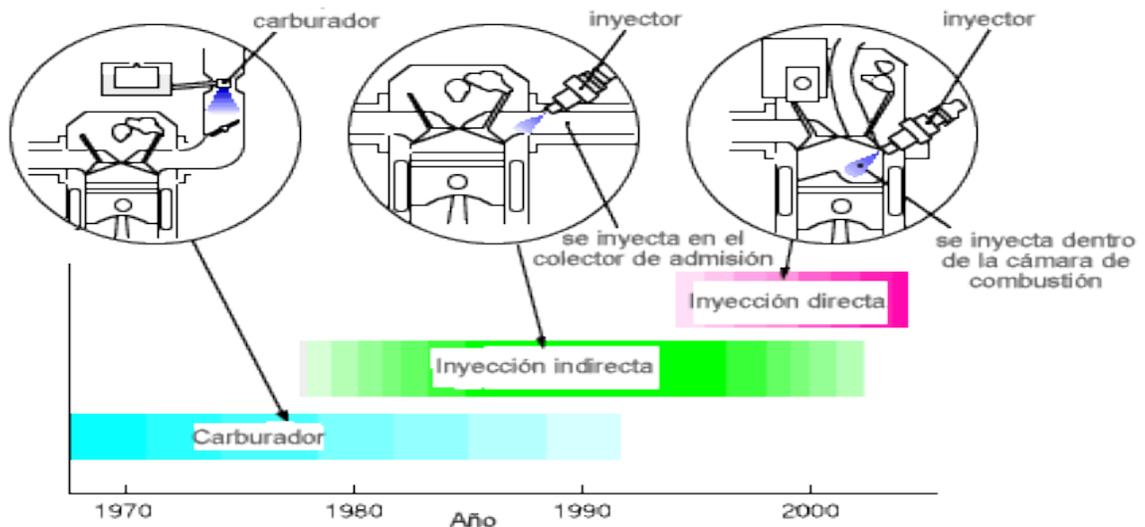
Clases de sistemas de inyección:

4.1.1.1 Según el lugar donde se inyecta.

Inyección directa. La inyección directa de la gasolina posibilita una definición exacta de los intervalos de alimentación del carburante en cada ciclo de trabajo de los pistones, así como un preciso control del tiempo que se necesita para preparar la mezcla de aire y combustible. En unas condiciones de carga parcial del motor, el combustible es inyectado muy cerca de la bujía y con una determinada turbulencia cilíndrica (efecto temblé) al final de la fase de compresión mientras el pistón se está desplazando hacia su punto muerto superior.

Esta concentrada carga de mezcla puede ser explosionada, aunque el motor se encuentre en esos momentos en una fase de trabajo con un determinado exceso de aire (1/12.4). Su grado de efectividad termodinámica es correspondientemente más alto. Comparado con un sistema de inyección en el colector de admisión (MPI) se obtienen unas importantes ventajas de consumo de combustible merced a la eliminación de la citada estrangulación.

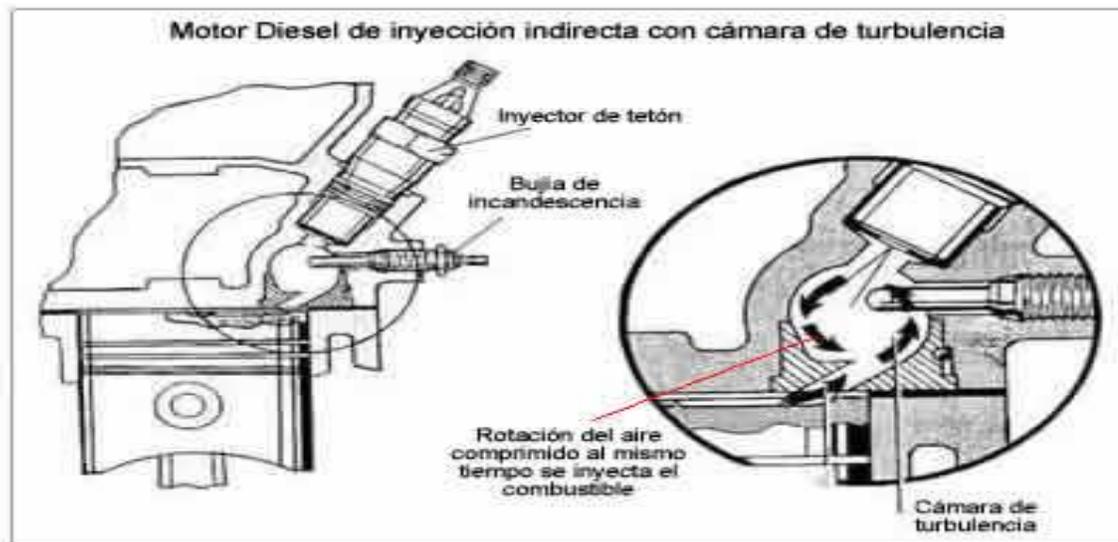
Figura 1. Inyección electrónica directa.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

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

Figura 2. Inyección electrónica indirecta.

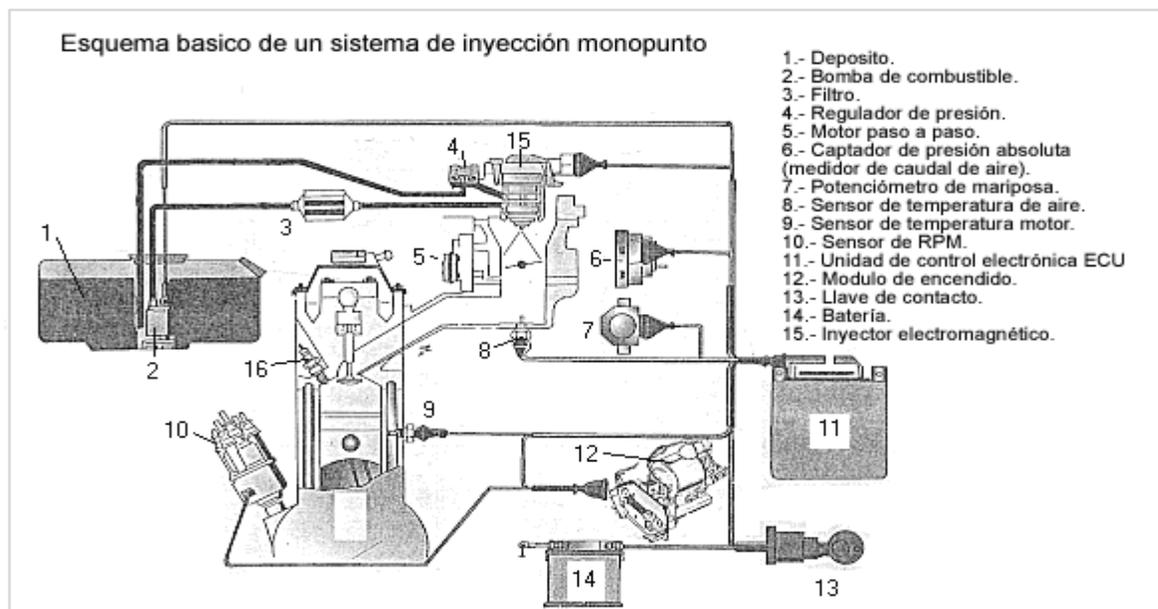


Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.1.1.2 Según el número de Inyectores.

Inyección mono punto. Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de anti contaminación. Este sistema apareció por la necesidad de abaratar los costes que suponía los sistemas de inyección multipunto en ese momento (principios de la década de los 90) y por la necesidad de eliminar el carburador en los coches utilitarios de bajo precio para poder cumplir con las normas anticontaminación cada vez más restrictivas. El sistema mono punto consiste en único inyector colocado antes de la mariposa de gases, donde la gasolina se a impulsos y a una presión de 0,5 bar

Figura 3. Esquema básico de inyección mono punto.



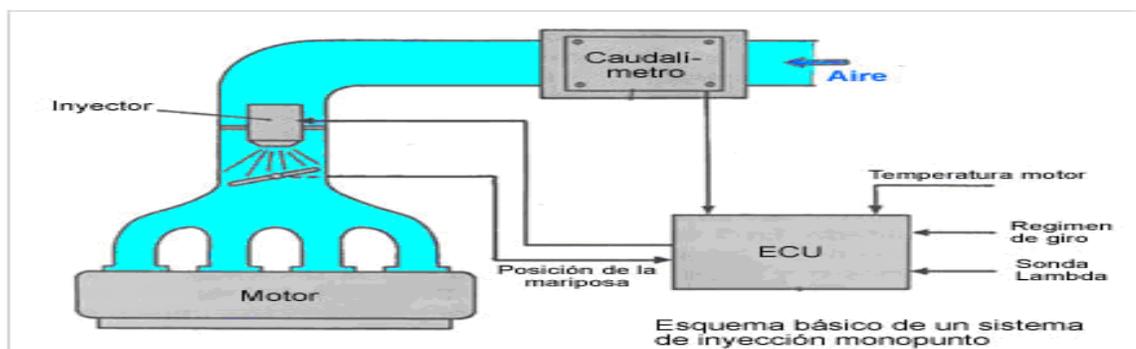
Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

Los tres elementos fundamentales que forman el esquema de un sistema de inyección mono punto son el inyector que sustituye a los inyectores en el caso de una inyección multipunto. Como en el caso del carburador este inyector se encuentra colocado antes de la mariposa de gases, esta es otra diferencia importante con los sistemas de inyección multipunto donde los inyectores están después de la mariposa. La dosificación de combustible que proporciona el

inyector viene determinada por la ECU la cual, como en los sistemas de inyección multipunto recibe información de diferentes sensores.

En primer lugar, necesita información de la cantidad de aire que penetra en el colector de admisión para ello hace uso de un caudalímetro, también necesita otras medidas como la temperatura del motor, el régimen de giro del mismo, la posición que ocupa la mariposa de gases, y la composición de la mezcla por medio de la sonda Lambda. Con estos datos la ECU elabora un tiempo de abertura del inyector para que proporcione la cantidad justa de combustible.

Figura 4. Modelo de Funcionamiento sistema de inyección.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

El elemento distintivo de este sistema de inyección es la "unidad central de inyección" o también llamado "cuerpo de mariposa" que se parece exteriormente a un carburador. En este elemento se concentran numerosos dispositivos como por supuesto "el inyector", también tenemos la mariposa de gases, el regulador de presión de combustible, regulador de ralentí, el sensor de temperatura de aire, sensor de posición de la mariposa, incluso el caudalímetro de aire en algunos casos.

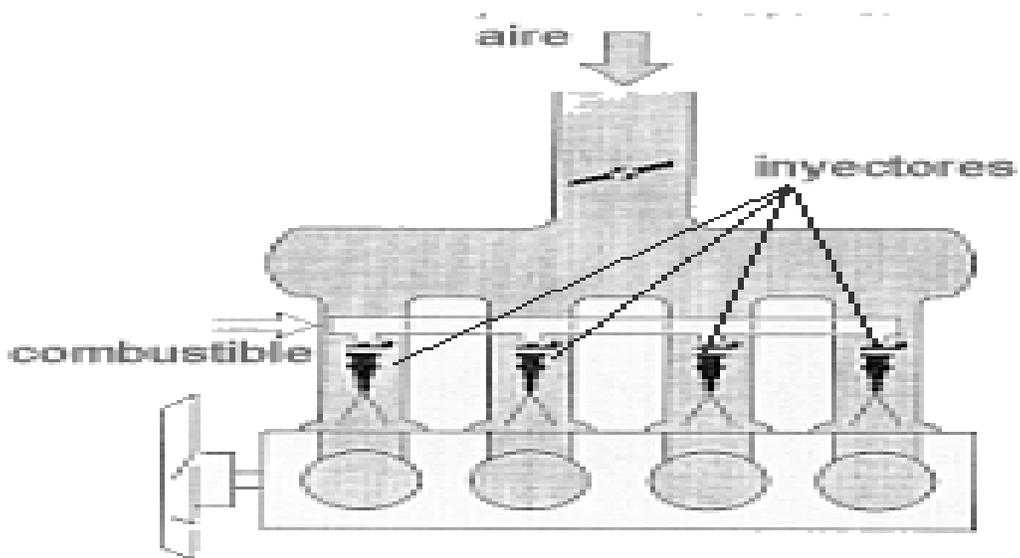
Inyección multipunto. Los sistemas de inyección multipunto tienen la característica de que se tiene un inyector para cada cilindro, de tal manera que permiten una mejor dosificación de la mezcla aire combustible. Estos inyectores se colocan generalmente en el puerto de admisión, que es la zona en la cual se encuentra la válvula de admisión antes de la cámara de combustión.

Algunos fabricantes le denominan sistema de inyección multi-puertos.

Al sistema de inyección multipunto lo Forman:

- Tanque o depósito de combustible
- Filtro de combustible
- Bomba de combustible
- Líneas de combustible
- Regulador de presión
- Riel de inyectores
- Inyectores
- Puerto de admisión
- Cuerpo de aceleración
- Válvula de aceleración
- Línea de retorno
- Módulo de control electrónico (Computadora)
- Sensores de aire
- Sensor de posición de la válvula de aceleración
- Sensor de la posición del Cigüeñal
- Sensor de temperatura del motor
- Sensor de oxígeno

Figura 5. Sistema inyección multipunto.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.1.1.3 Según el número de inyecciones

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

Inyección intermitente. Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la centralita de mando.

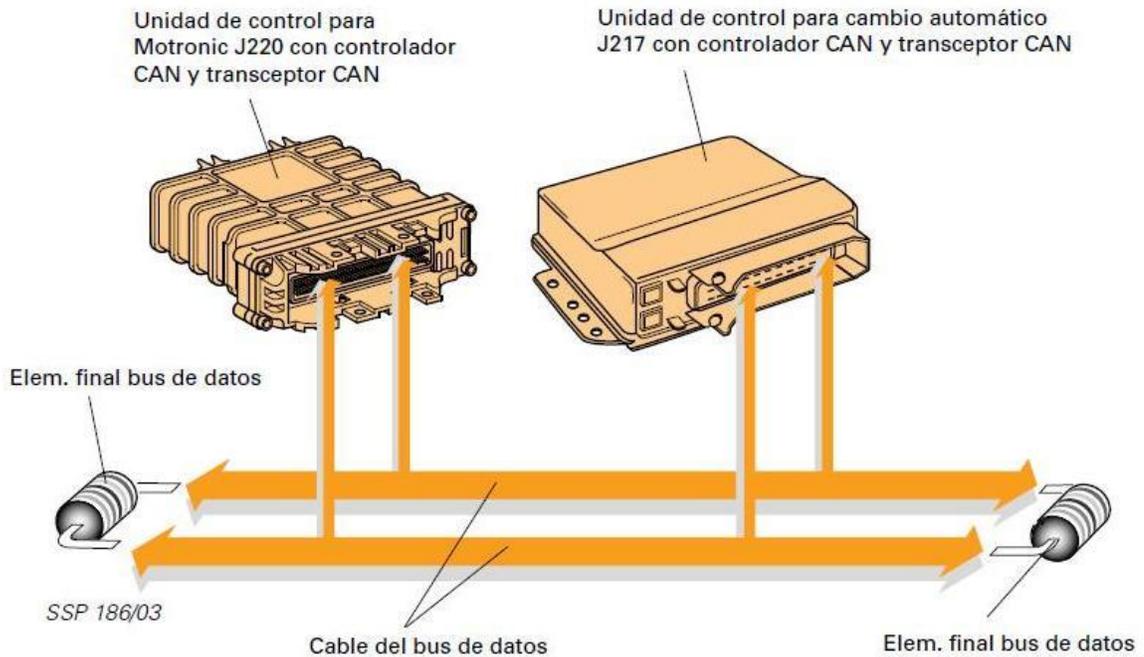
La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

- **Secuencial:** el combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.
- **Semisecuencial:** el combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.
- **Simultánea:** el combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

ECM o ECU (Modulo Central Electrónica) del vehículo, es el “centro de operaciones” del sistema de inyección electrónico, ya que es el encargado de recibir las señales entregadas por los sensores, y de ejecutar (enviar) impulsos eléctricos (señal) a los actuadores o demás sensores, para que así, halla un funcionamiento optimo del sistema de inyección electrónico.

El sistema de inyección electrónica, está compuesto por varios elementos tanto electrónicos como mecánicos muy complejos, tales como: inyector(es), sensores, bobinas, entre otros.

Figura 6. Unidad de control electrónico automotriz.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.2 VENTAJAS DE LA INYECCIÓN

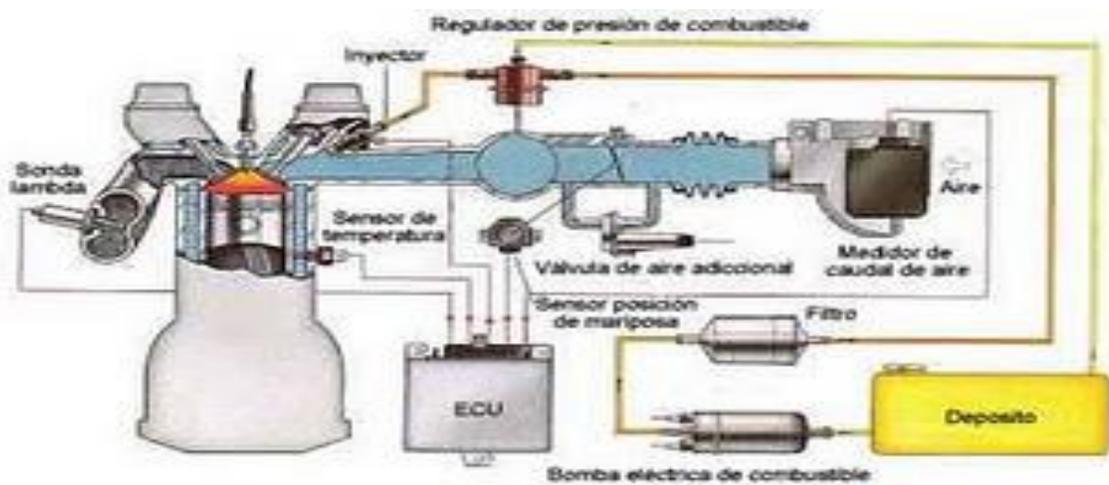
4.2.1 Consumo reducido. Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada.

La consecuencia de esto, es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

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

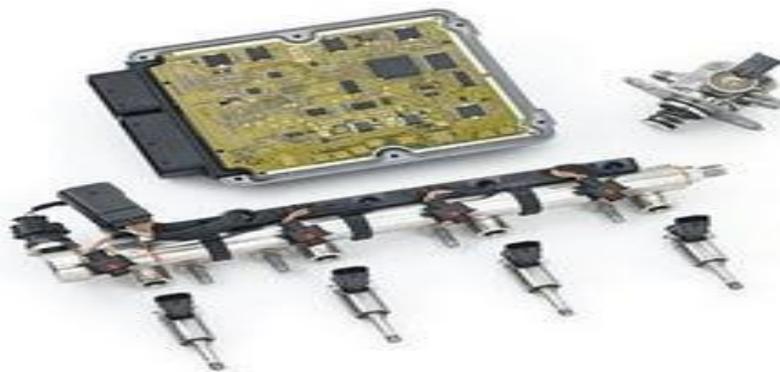
4.2.3 Mejor arranque en frío y fase de calentamiento. Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realiza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

Figura 7. Esquema completo dosificación de combustible.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

Figura 8. Computadora Automotriz con sus sensores y actuadores



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.3 SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

- Sensor posición del acelerador (TPS)
- Sensor de flujo de la masa del aire (MAF)
- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)
- Sensor de temperatura de motor (NTC PTC)
- Sensor de revoluciones del motor (CKP)
- Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

4.3.1 Sensor posición del acelerador (TPS). Este sensor es el encargado de medir la posición del pedal del acelerador, lo cual influye para ya sea aumentar las revoluciones del motor ó disminuir las mismas (dependiendo de las necesidades del operario).

El sensor tiene una alimentación de voltaje desde la computadora, que de acuerdo al movimiento del acelerador cambia el valor y dependiendo del valor se puede concluir la posición del acelerador. Este sensor es una resistencia variable (potenciómetro) que de acuerdo al movimiento disminuye su resistencia o la aumenta, al disminuir su resistencia aumenta el voltaje de referencia y al aumentar la resistencia disminuye el voltaje de referencia, su variación de voltaje se encuentra entre cero y cinco voltios DC, éste sensor también puede tener dos interruptores uno para acelerador totalmente abierto y otro acelerador totalmente cerrado, estos sensores tienen 3, 4 ó 5 terminales.

4.3.2 Sensor de flujo de masa de aire (MAF). El medidor de masa de aire está instalado entre el filtro de aire y la mariposa, y mide la corriente de masa de aire aspirado por el motor. También por esa información, la unidad de comando determina el correcto volumen de combustible para las diferentes condiciones de funcionamiento del motor.

Entre más se acelera el motor mas admitirá aire, y el sensor dará una señal más alta a la computadora informando que mas aire está entrando al motor, la computadora aumenta el pulso a los inyectores.

Para ingresar más combustible al motor de a cuerdo a la cantidad correspondiente del aire admitido.

4.3.3 Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP). El sensor MAP (Sensor presión absoluta del múltiple) provee al PCM de una señal correspondiente a la presión absoluta que hay en el múltiple de admisión para calcular la carga motor. Si la presión es baja (mucho vacío) la carga del motor es pequeña y el PCM inyectará poco combustible. Si en cambio la presión en el múltiple es alta (presión atmosférica o próxima a ella) el PCM interpretará que la carga al motor es grande e inyectará más combustible, este sensor tiene tres terminales, corriente positiva, corriente negativa y señal de referencia.

4.3.4 Sensor de temperatura del motor (NTC Ó PTC). Este sensor NTC (Negative Temperature Coeficient) es utilizado para monitorear la temperatura en cada momento de funcionamiento del motor, le informa a la computadora cuando debe accionar el ventilador del radiador, con base en este también se calcula el punto de encendido del motor y determina la cantidad de combustible a inyectar, este sensor posee dos terminales provenientes de la computadora.

4.3.5 Sensor de revoluciones del motor (CKP). Este sensor es encargado de informarle a la computadora del carro la posición del Cigüeñal del motor y cuál es el momento adecuado para hacer la inyección de Combustible o el momento de encendido, mide las revoluciones a las que está Girando el motor.

4.3.6 Sensor de posición del árbol de levas (CMP). Este sensor es encargado de censar la posición del árbol de levas e informar a la computadora en qué momento se encuentran las válvulas abiertas, para que en este momento se inyecte el combustible, la computadora toma esta señal para sincronizar el momento de encendido.

4.4 ACTUADORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

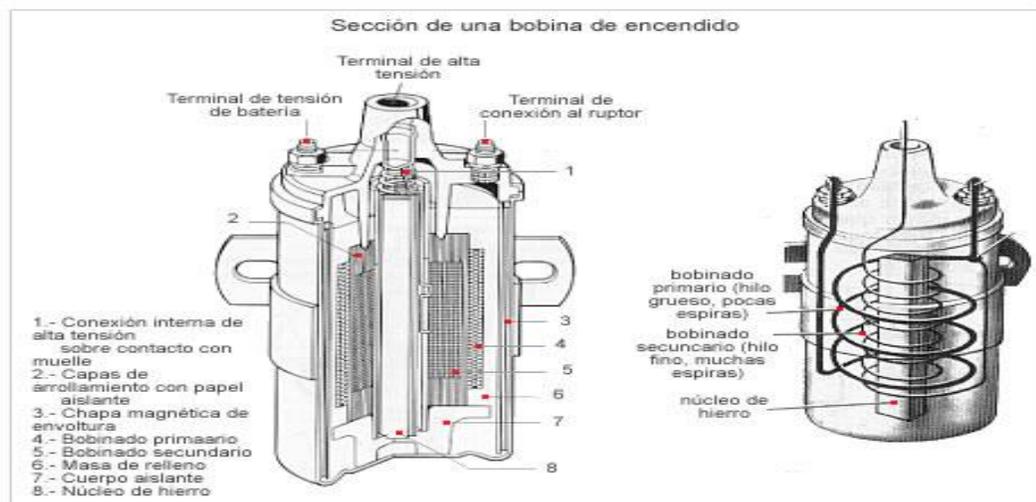
- Inyector de combustible
- Bobina de encendido
- Adicionador de aire
- Actuador de marcha lenta

4.4.1 Inyector de combustible. Es una válvula que se abre y se cierra según las órdenes de la computadora, cuando se abre sale combustible y cuando se cierra cesa la inyección, encargada de pulverizar el combustible para mezclarse con el

aire que viene del múltiple de admisión y entrar ya mezclados al cilindro para hacer la correspondiente combustión y hacer girar el motor.

4.4.2 Bobina de encendido. Este dispositivo genera el alto voltaje necesario para el encendido. La bobina secundaria está envuelta alrededor del núcleo, que es hecho de placas de hierro delgado en capas unidas. Sobre esto, la bobina primaria está enrollada. La corriente es enviada intermitentemente a la bobina primaria de acuerdo con la abertura y cierre de los puntos en el distribuidor, y la bobina secundaria enrollada alrededor del núcleo genera el alto voltaje entregado por la bobina. La bobina de encendido funciona según el principio de inducción electromagnética, que dice que, si una bobina genera un campo magnético variable, induce el campo magnético en una bobina cercana, la que a su vez genera corriente. En realidad, hay dos bobinas dentro de la bobina de encendido, una llamada primaria, que tiene pocas vueltas y está conectada a los 12 V, y otra secundaria, que tiene gran cantidad de vueltas y genera alta tensión.

Figura 9. Esquema de distribuidor de bobina.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.4.3 Adicionador de aire. Funciona como el ahogador en los vehículos carburados, permitiendo el paso y una cantidad adicional de aire, lo que hará aumentar la revolución mientras el motor esté frío.

En el adicionador de aire, una placa de restricción comanda por medio de un resorte, el paso de aire. Mientras el motor esté frío, el adicionador libera más paso

de aire, lo que hace subir la revolución. A medida que sube la temperatura del motor, el adicionador lentamente cierra el paso de aire, haciendo bajar la revolución hasta el régimen de ralentí.

La lámina se calienta eléctricamente, lo que limita el tiempo de apertura conforme el tipo de motor. Si el motor cuando está frío presenta problemas para mantenerse funcionando, la avería puede estar en este componente (Castro, 1995).

Figura 10. Modelo Adicionador de aire



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.4.4 Actuador de marcha mínima. El actuador de ralentí (marcha lenta) funciona de forma semejante al adicionador de aire del sistema LE-Jetronic, todavía con más funciones.

Garantiza un ralentí estable en el período de calentamiento y también la mantiene independiente de las condiciones de funcionamiento del motor

Figura 11. Modelo Actuador de marcha en ralentí.

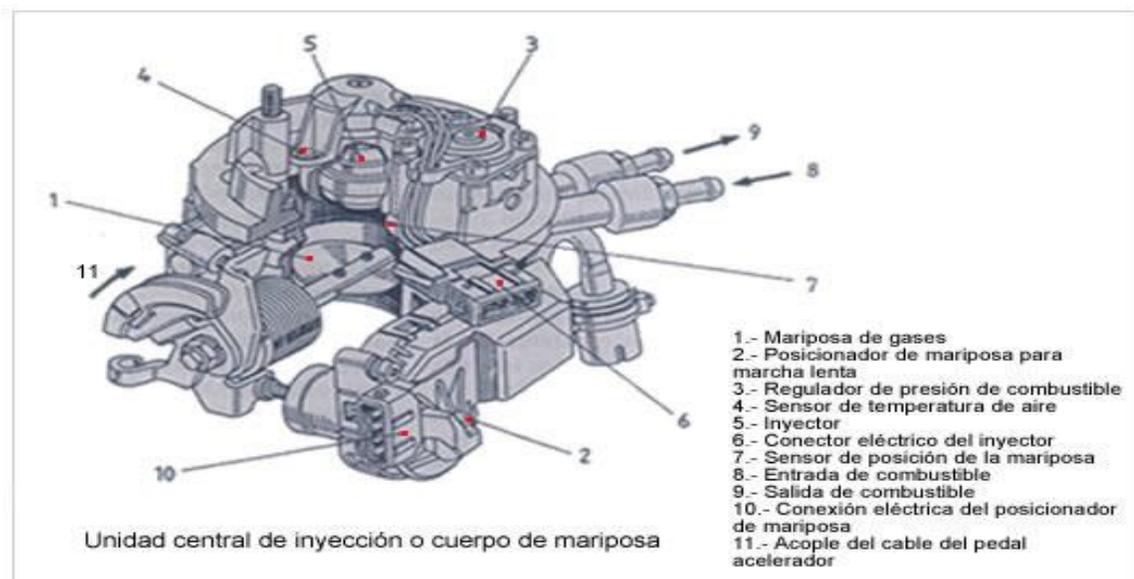


Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

En una situación de motor frío, el motor de marcha lenta debe empujar mucho a la mariposa, para aumentar la cantidad de aire y en consecuencia la velocidad del motor. Una vez el motor caliente, debe mantener la estabilidad de la marcha mínima, aun cuando sean impuestas distintas cargas como: aire acondicionado, electro ventilador, dirección hidráulica, etc. A diferencia del resto de los actuadores de ralentí, este no requiere de limpieza, pues no circula aire contaminado por el interior del mismo. La punta del perno que empuja a la mariposa dispone de un interruptor para informar al microprocesador cuando la mariposa esta en reposo para realizar los cálculos de corte de inyección en desaceleración (altas revoluciones y mariposa cerrada) y reconocer el ralentí, para efectuar un pequeño enriquecimiento

4.5 SISTEMA DE INYECCIÓN MONO PUNTO

Figura 12. Unidad o cuerpo de inyección

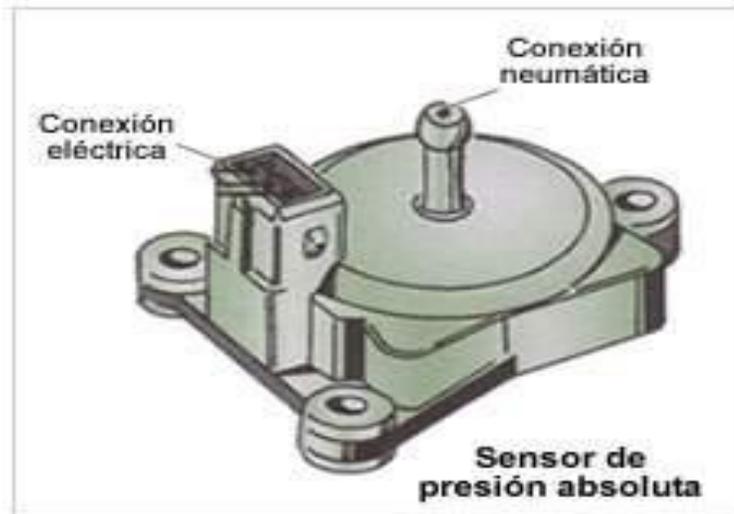


Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.5.1 Captador de Presión. El captador de presión absoluta (MAP), viene a sustituir al conocido caudalímetro de "plato-sonda" oscilante o al de "hilo caliente". Por medio de este captador, la unidad de control ECU recibe permanente información sobre el estado de depresión reinante en el interior del colector de admisión.

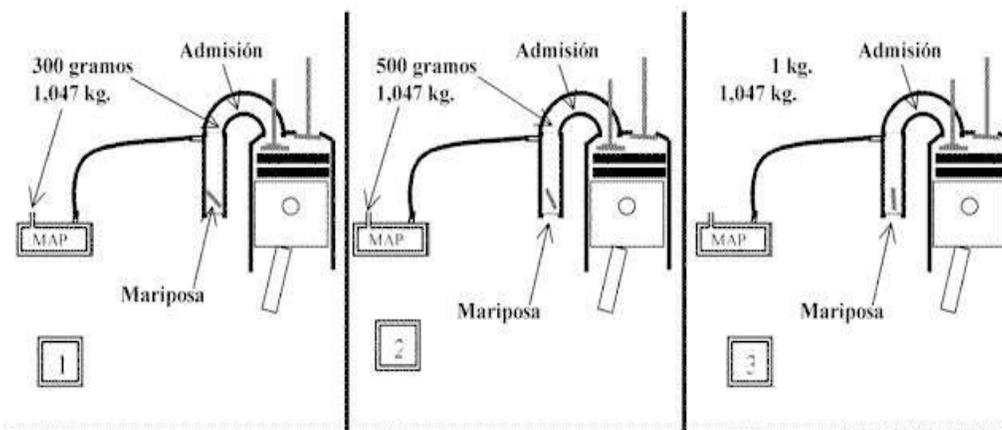
Los valores proporcionados pueden ser traducidos a valores relativos a la cantidad de aire que existe en el circuito y ello le permite a la ECU poder determinar con exactitud, y en cada caso, la dosificación de la mezcla, es decir, la cantidad de combustible inyectada a través del inyector

Figura 13. Esquema captador de presión.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

Figura 14. Esquema de funcionamiento captador de presión.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

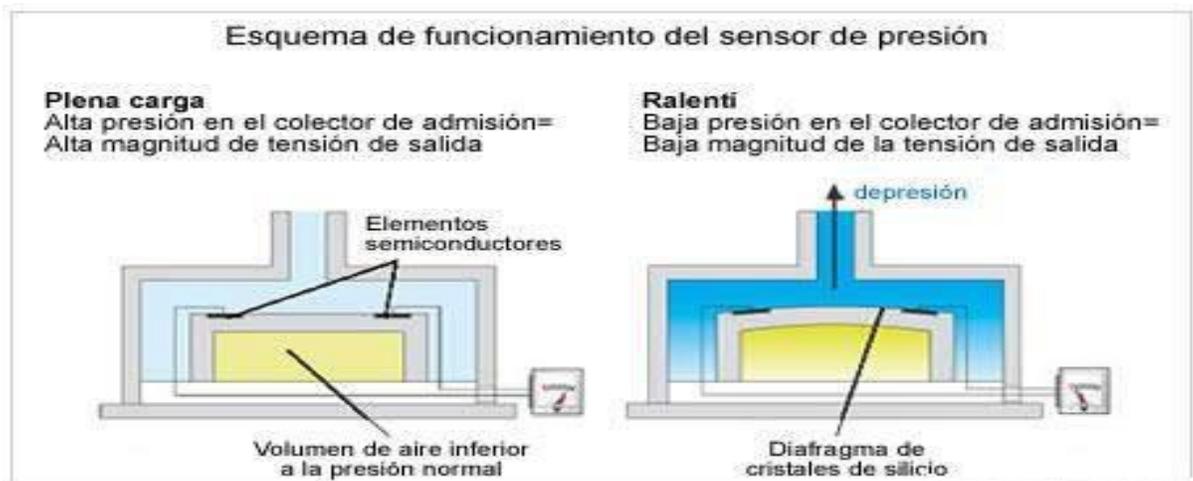
El captador de presión detecta las variaciones y presión en el interior del colector de admisión según los cambios de carga y velocidad de rotación del motor. Este sistema permite conjuntamente con el valor de temperatura de aire saber el peso

del aire que entra en el colector de admisión y así poder establecer con exactitud la cantidad de gasolina a inyectar para conseguir una determinada relación de mezcla.

El captador está constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida el puente de resistencias está formado por sensores piezoeléctricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas. El diafragma esta unido mediante un tubo al colector de admisión de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación.

Esta deformación actúa sobre el puente de resistencias variando la tensión de salida. La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0 y 5 V. siguiendo de manera lineal las variaciones de presión.

Figura 15. Esquema de funcionamiento sensor de presión.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.5.2 Sensor de RPM. Para conocer el nº de rpm del motor y la posición de los pistones con respecto al PMS se utiliza un sensor de rpm que se enfrenta a los dientes del volante motor. Con esta información la unidad de control sabe el nº de rpm del motor, así como el momento de hacer saltar la chispa en la bujía de acuerdo con el avance de encendido más conveniente.

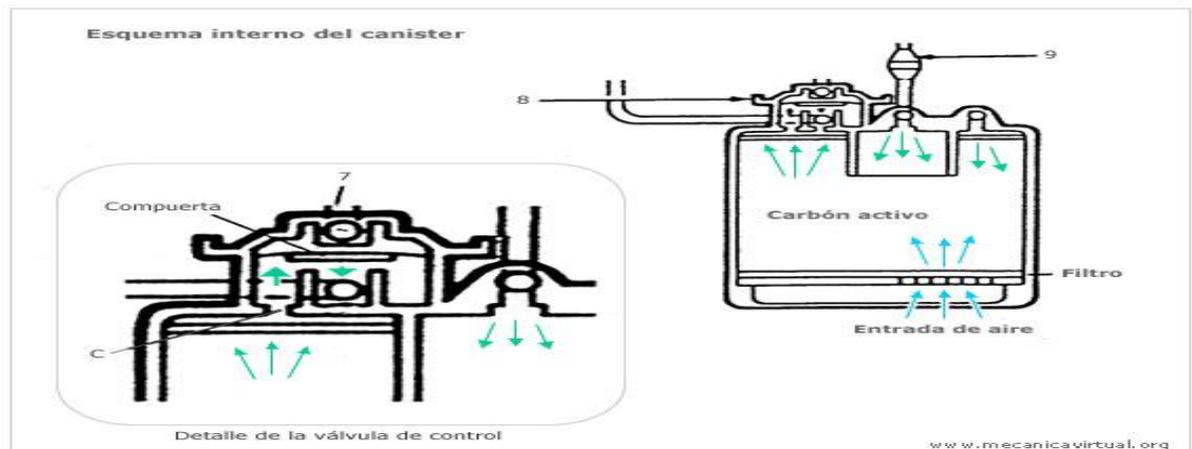
Figura 16. Modelo sensor de rpm



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.5.3 Canister. Este sistema también lleva incorporado una válvula electromagnética para el control del canister. El canister es el filtro de carbón activo que controla los gases producidos por los vapores del combustible que se encuentra en el interior del circuito de combustible sobre todo en el depósito.

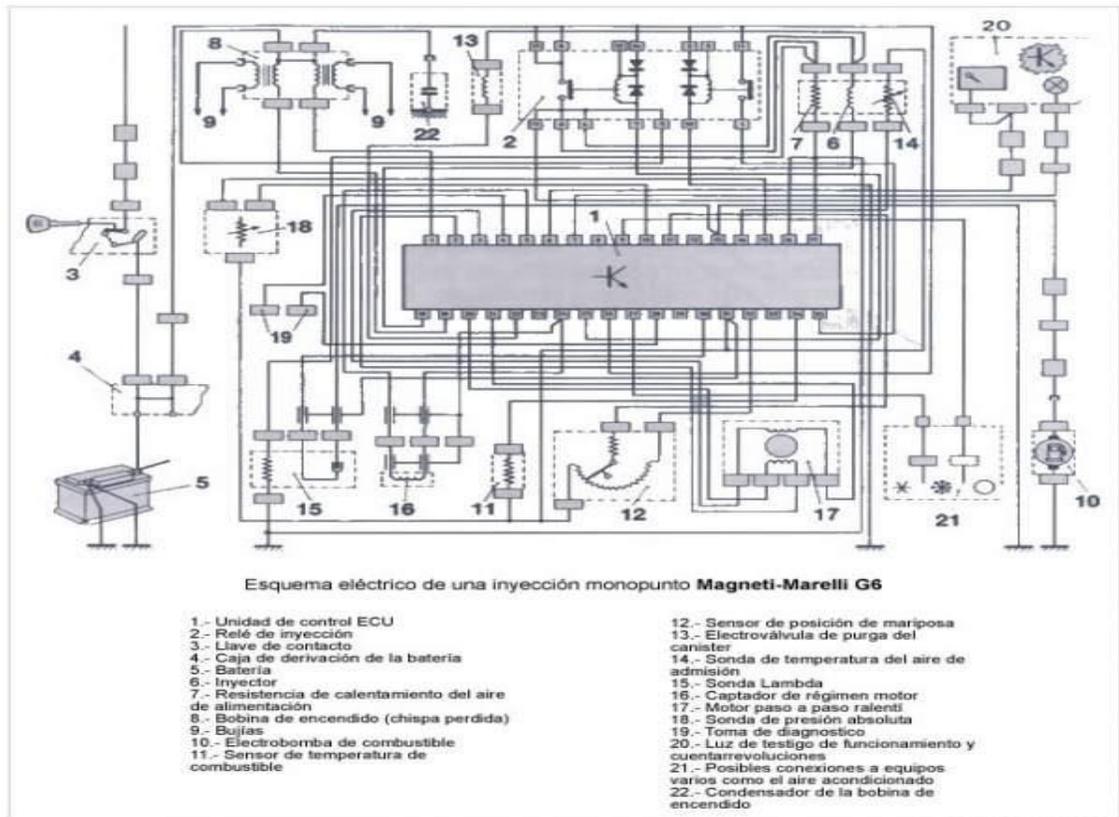
Figura 17. Esquema interno del canister.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

La presencia de la válvula electromagnética permite a la ECU abrir paso de estos gases en precisas y determinadas circunstancias. Cuando el motor está parado, por ejemplo. Los gases quedan almacenados en el filtro o canister, hasta que el motor se pone en funcionamiento en cuyo momento la ECU puede dar orden de abertura a la válvula electromagnética y efectuar una purga del canister. De esta forma se aprovecha el combustible y se evita la salida al exterior la salida de los gases nocivos. Esta válvula también es conocida con el nombre de "válvula de aireación" y al canister se le suele llamar también "filtro de carbón activo".

Figura 18. Esquema de inyección mono punto



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

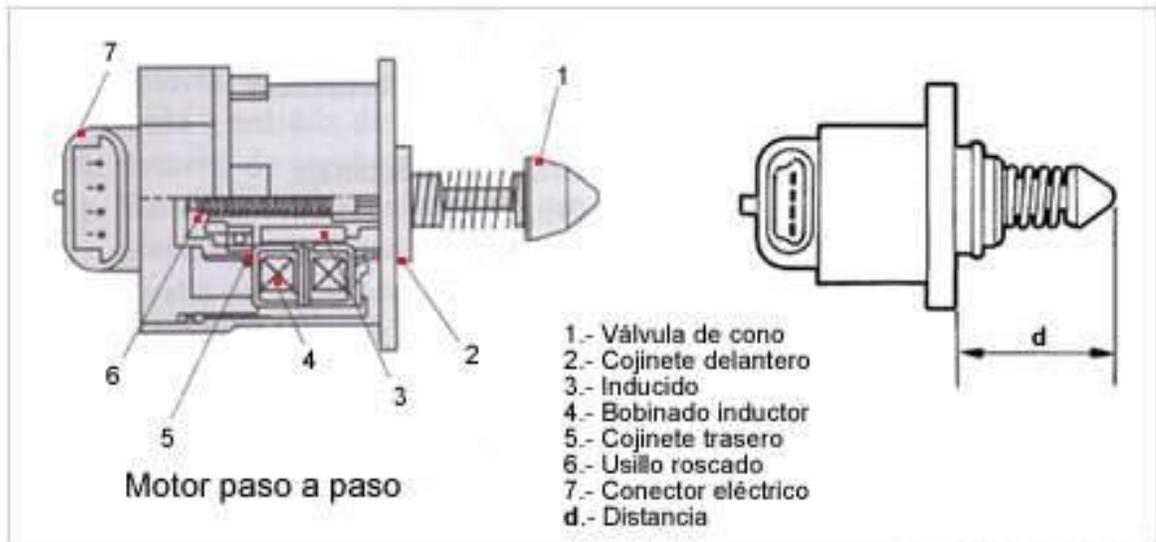
4.5.4 El Motor Paso a Paso. También llamado posicionado de mariposa de marcha lenta, sirve para la regulación del motor a régimen de ralentí. Al ralentí, el motor paso a paso actúa sobre un caudal de aire en paralelo con la mariposa, realizando un desplazamiento horizontal graduando la cantidad de aire que va directamente a los conductos de admisión sin pasar por la válvula de mariposa.

En otros casos el motor paso a paso actúa directamente sobre la mariposa de gases abriéndola un cierto ángulo en ralentí cuando teóricamente tendría que estar cerrada.

El motor paso a paso recibe unos impulsos eléctricos de la unidad de control ECU que le permiten realizar un control del movimiento del obturador con una gran precisión. El motor paso a paso se desplaza en un sentido o en otro en función de que sea necesario incrementar o disminuir el régimen de ralentí.

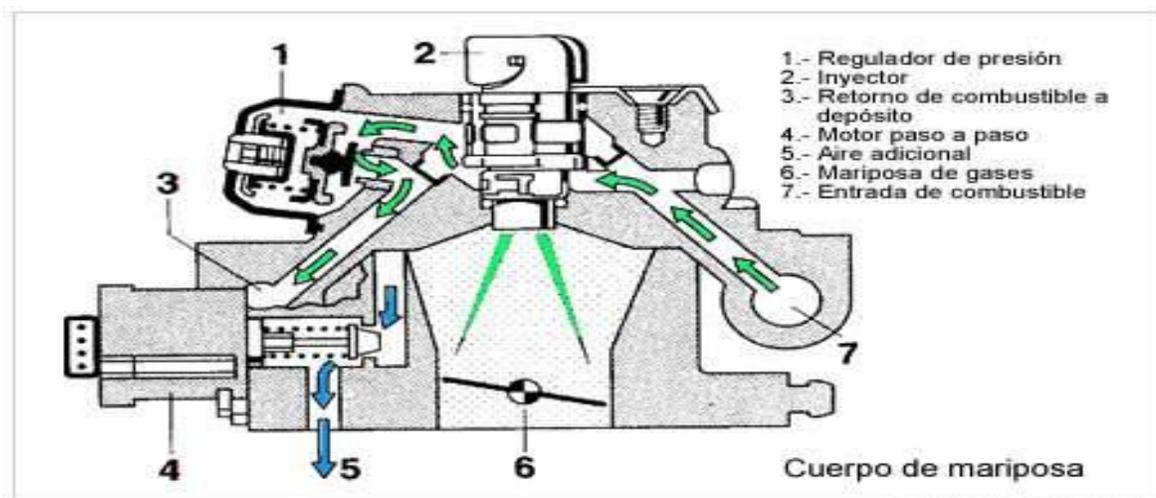
Este mecanismo ejecuta también la función de regulador de la puesta en funcionamiento del sistema de climatización, cuando la unidad de control recibe la información de que se ha puesto en marcha el sistema de climatización da orden al motor paso a paso para incrementar el régimen de ralentí en 100 rpm.

Figura 19. Esquema motor pasó a paso.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

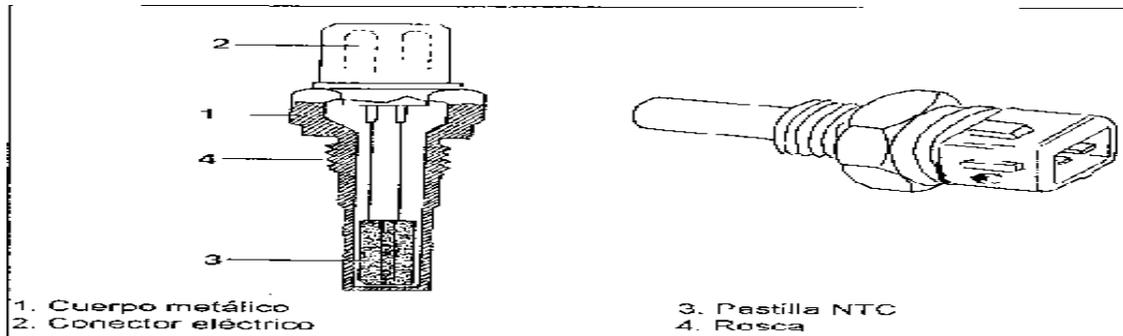
Figura 20. Esquema cuerpo de mariposa



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.5.5 Sensor de la Temperatura Del Refrigerante. La señal que el sensor de la temperatura o sonda térmica del refrigerante envía a la ECU asegura que se suministre combustible extra para el arranque en frío y la cantidad de combustible más adecuada para cada estado de funcionamiento.

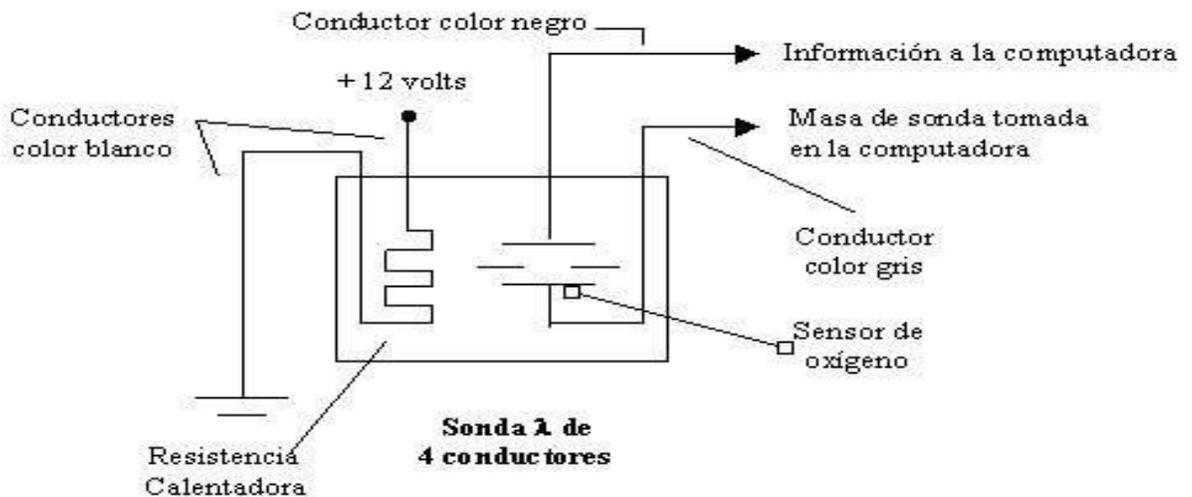
Figura 21. Sensor de temperatura de refrigerante.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.5.6 Sonda Lambda. El sistema de escape lleva una sonda Lambda (sonda de oxígeno) que detecta la cantidad de oxígeno que hay en los gases de escape. Si la mezcla aire/combustible es demasiado pobre o demasiada rica, la señal que transmite la sonda de oxígeno hace que la ECU aumente o disminuya la cantidad de combustible inyectada, según convenga.

Figura 22. Circuito de sonda lambda.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

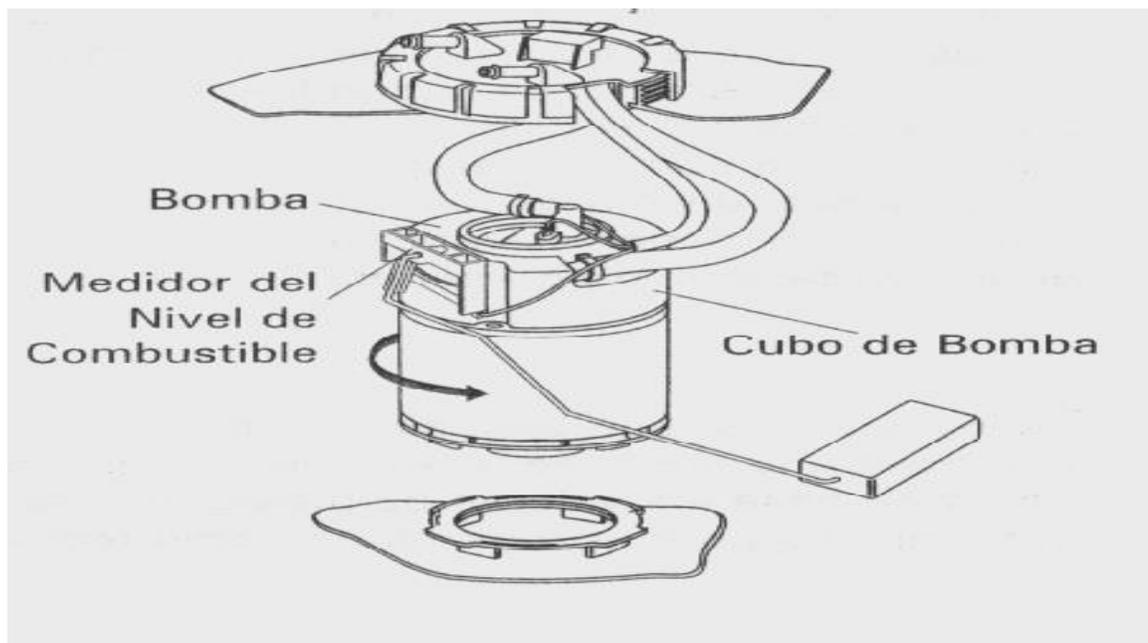
Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

En la mayoría de las sondas de 3 y 4 conductores, que son las que tienen incorporada resistencia calefactora, los conductores de color blanco son los que alimentan con + 12 Volts y masa a dicha resistencia. El cuarto conductor que incorporan las sondas de 4 conductores, color gris claro, es masa del sensor de oxígeno.

4.6 SUS PRINCIPALES COMPONENTES

4.6.1 Bomba de combustible Eléctrica. Es la encargada de suministrar el combustible al sistema de Inyección a una presión de entre 0,7 a 1 BAR

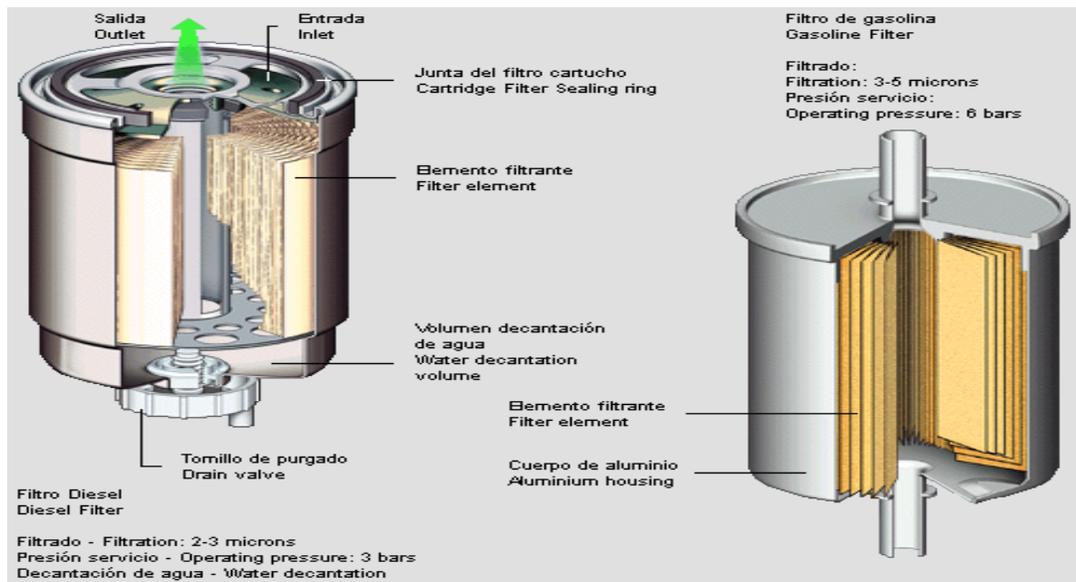
Figura 23. Esquema bomba de gasolina.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.6.1.1 Filtro de combustible. Es el encargado de filtrar el combustible a fin de evitar contaminación y agentes extraños que pudieran interferir en el correcto funcionamiento del sistema.

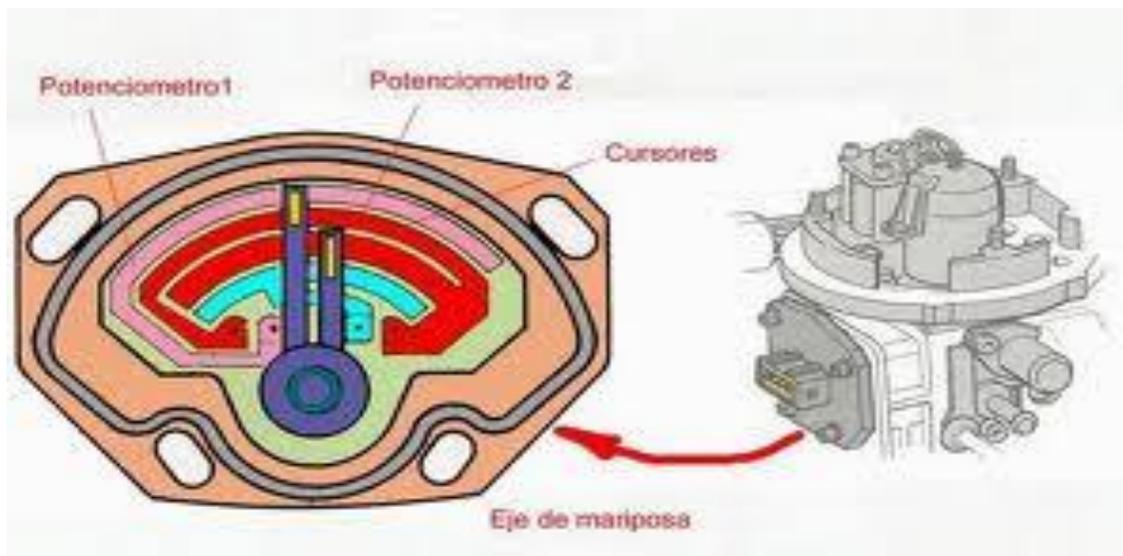
Figura 24. Esquema filtro de gasolina.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.6.1.2 Potenciómetro de Mariposa. Al igual que en los sistemas de inyección multipunto este Sensor consta de dos pistas de resistencia variable y su función es indicar el Angulo de apertura de la mariposa de aceleración.

Figura 25. Esquema potenciómetro de mariposa

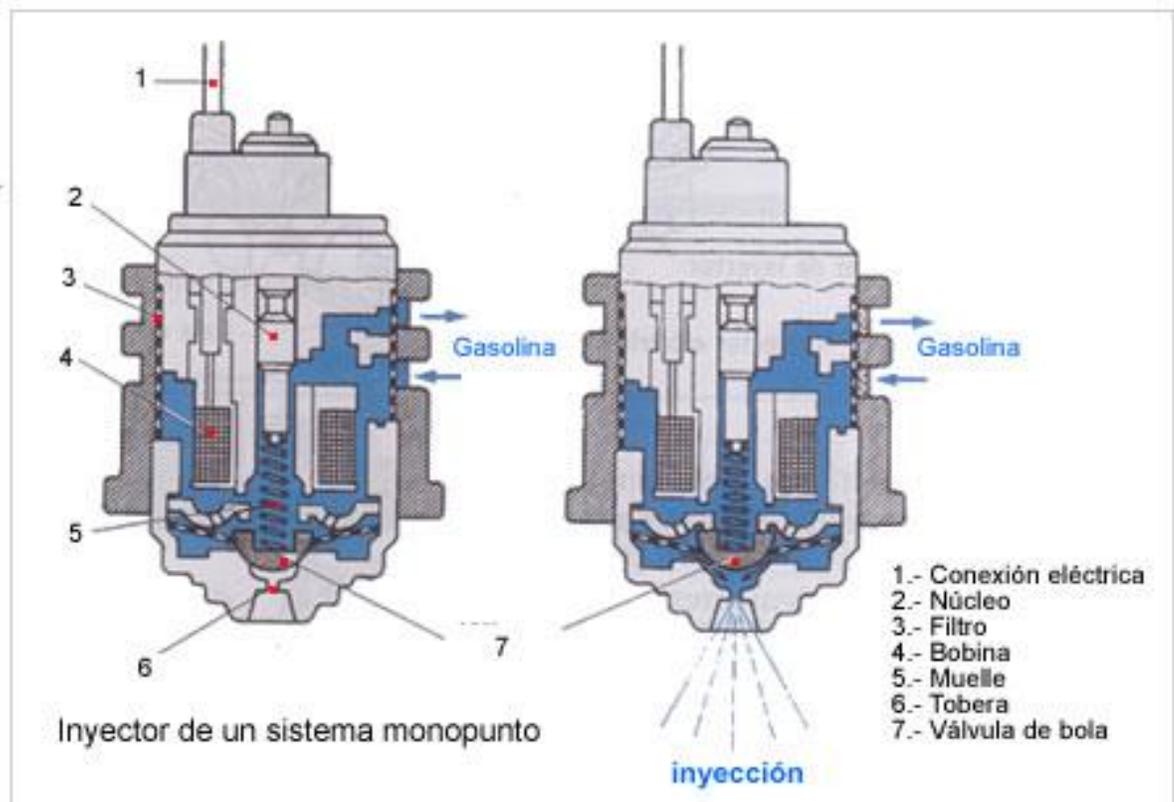


Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

4.6.1.3 Válvula de máxima presión del sistema. Esta válvula en caso de que la presión del sistema exceda la indicada libera combustible hacia el tanque. Abre si sobrepasa el BAR de presión.

4.6.1.4 Inyector Mono punto: Este inyector es un solenoide controlado por la unidad de control del sistema, y abre de acuerdo a la señal recibida por el Sensor CKP. Y está ubicado sobre la mariposa de aceleración.

Figura 26. Esquema inyector mono punto.



Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org.com](http://www.mecanicavirtual.org.com)

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Se pretende cambiar todo un sistema de carburación de un motor de combustión interna cuatro tiempos a un sistema de inyección mono punto, analizando su proceso de funcionamiento y los beneficios que proporcionara la utilización de algunos elementos adicionales a este sistema, manteniendo así el buen desarrollo tecnológico dentro del campo de la Mecánica Automotriz.

Al fin de lograr los objetivos previstos durante su desarrollo se podrán analizar los efectos y las causas por medio de su funcionamiento, se harán conclusiones y se corregirán aquellos errores que puedan afectar el sistema.

Además de hacer las pruebas correspondientes para mejorar aquellos defectos y se resolverán aquellas fallas más comunes invirtiendo nuevas formulas y elementos mecánicos/electrónicos dando así un nuevo diseño para que trabaje de forma conjunta con los demás elementos y de forma más perfecta a su versión.

5.1.1 Método de investigación.

5.1.2 Método de observación. Con este método se procede a sacar aquella información necesaria para el mejoramiento del sistema de inyección mono punto, se observarán todas sus fallas y su funcionamiento al integrar algunos elementos que lleve para su complemento mecánico.

5.1.3 Método de inducción. Se procederá a que este método mantenga la vitalidad de analizar, aprender, mejorar y resolver aquellas interrogantes que nos deja la mecánica automotriz para ser evaluada y resuelta de una manera más sencilla y cómoda por la forma investigativa depositando todos los conocimientos necesarios y la herramienta adecuada para su desarrollo en su manejo a nivel social.

5.1.4 Método de deducción. Este proyecto se planteo con el fin de ayudar a mejorar las emisiones contaminantes y a su vez dando ventajas en su incorporación a su diseño, aunque es poco lo experimentado y desarrollado para su innovación en cuanto a la conversión de un motor de carburación a un sistema mono punto, esto tiene también como finalidad mejorar sus diseños e implementar algunas partes electrónicas para la comodidad de los usuarios.

5.1.5 Análisis y síntesis. Se analizará todos sus elementos incorporados, se tomará nota haciendo un informe acerca de su nueva estructura así mismo se harán ensayos, sus reacciones químicas, mecánicas, electrónicas, etc. Se modificarán piezas y se extraerán aquellas que no se necesiten, se estudiaran sus modificaciones y se hará una mejora de diseño.

5.1.6 Simulaciones. Una vez terminado el trabajo de hará ensayos repetitivos con diferentes tipos de combustibles que puedan proporcionar la combustión interna sin alterar su comportamiento. Se simulará de acuerdo a su trabajo empleado para funcionar y para mejorar el desempeño por mucho tiempo de arranque ya sea en frio o en cualquier otra temperatura.

6. DESCRIPCIÓN FÍSICA EL PROYECTO

6.1 ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN DE PROPUESTA

Con esta propuesta se busca estudiar el análisis de funcionamiento mecánico y electrónico de un motor de combustión interna 4 tiempos con un sistema de inyección mono punto, el cual tiene como objetivo minimizar el consumo de combustible de este motor.

Este sistema cuenta también con los controladores electrónicos de inyección o más conocidos como la ECU o la ECM que también hoy en día maneja mucho la parte de encendido de los motores de combustión interna a gasolina.

Aparte de tener un mapa de inyección para todas las circunstancias de carga y régimen del motor, este sistema permite algunas técnicas como el corte del encendido en aceleración (para evitar que el motor se revolucione excesivamente), y el corte de la inyección al detener el vehículo con el motor, o desacelerar, para aumentar la retención, evitar el gasto innecesario de combustible y principalmente evitar la contaminación. Su funcionamiento consiste en que el combustible es succionado del tanque de combustible por la bomba la cual se encuentra generalmente dentro del tanque, pasando por el filtro de combustible. La bomba incrementa la presión y lo envía a través de la línea de combustible hacia el regulador donde se controla la presión a la cual será inyectado.

El regulador se encarga de enviar el combustible hacia el inyector el cual se encuentra encima del cuerpo de aceleración donde se tiene la válvula de aceleración la cual este acoplado al pedal del acelerador. La posición de esta válvula definirá la potencia demandada, la cantidad de combustible necesaria será definida por la computadora (la cual toma la señal de la posición de la válvula de aceleración y de la temperatura del motor entre otras) y suministrada a través del inyector. La cantidad de combustible que no sea requerida se envía al tanque a través de la línea de retorno.

7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DEL INYECCIÓN MONO PUNTO PARA EL MOTOR MAZDA 323

El motor mazda 323 ubicado en el laboratorio de diagnostico del Instituto Tecnológico Universitario Pascual Bravo, tendrá como función disminuir sus emisiones de contaminación ya que la composición de los gases de escape viene determinada por la proporción aire/combustible de la mezcla que se utilice para la combustión y de otras variables operativas y de diseño mientras que el sistema de inyección permite ser exacto en la utilización de mezcla, cuyos productos de combustión cumplan las normativas legales. Más aún es posible incluir en los algoritmos de dosificación estados operativos complejos, como el corte de suministro de combustible en retenciones o como el proceso de calentamiento, lo cual redundará favorablemente en la cantidad de emisiones.

7.1 PREPARATIVOS PARA EL DESMONTAJE

Una vez se tenga los elementos necesarios y la herramienta adecuada para hacer la conversión del motor de carburador mazda 323 se procede entonces a lo primero que es hacer el desmonte de algunas piezas mecánicas y/o electrónicas del motor mazda 323 que son:

- Batería
- Múltiple de admisión
- Múltiple de escape
- Bomba de gasolina
- Filtro de gasolina
- Carburador
- Tubería de alimentación de combustible
- Panel de instrumentos
- Distribuidor
- Bobina de encendido
- Cables de ignición

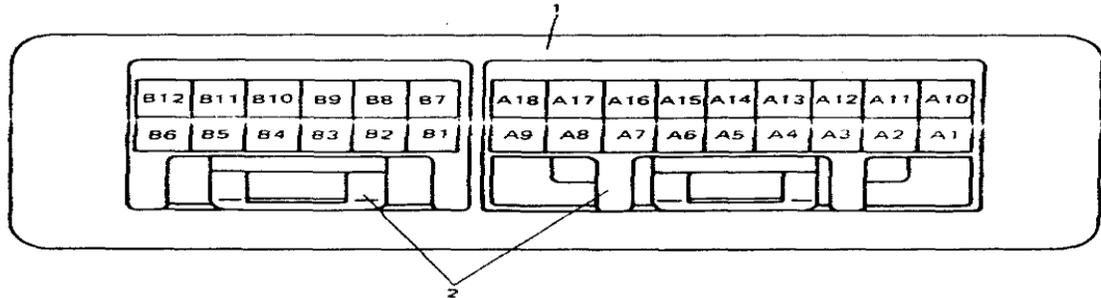
Luego se procede a verificar correctamente los elementos mecánicos y electrónicos que pertenecen al sistema de inyección mono punto para ser instalados que son:

- Bomba eléctrica del carburante
- Filtro de gasolina
- Regulador de presión
- Motor paso a paso
- Captador de presión absoluta
- Potenciómetro de mariposa
- Sensor de temperatura de aire
- Sensor de temperatura de motor
- Sensor de rpm
- Sensor de velocidad
- Sensor de posición de mariposa
- Bobina de encendido
- distribuidor
- Central de inyección (ECU)
- Conexiones (ramales eléctricos)
- Modulo de encendido
- Inyector electromagnético.
- Bloque de empalme fusibles
- Diodos de alimentación
- Relé de bomba combustible
- Panel de instrumentos
- Conector de diagnostico
- Interruptor inercial corte de combustible

7.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO MONO PUNTO

Para comenzar el montaje eléctrico se procede a instalar correctamente la ECU (unidad de control electrónico) en este caso será el de un sistema mono punto SWIFT 1.3 donde en ella se puede apreciar varias clavijas o entradas para poder recibir y enviar señales a los distintos sensores, con los diferentes ramales de conexión se ubican a los conectores de los respectivos sensores que hacen parte del sistema de inyección mono punto de acuerdo a la clavija correspondiente de la siguiente manera:

Figura 27. Esquema unidad electrónica SWIFT 1.3 OBD



TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICIÓN
A 1	Interruptor de arranque del motor (señal de arranque del motor)	6 – 12 V	Mientras arranque el motor
		0 V	Diferente de lo de arriba
A 2	interruptor inhibidor	0 V	Interruptor de encendido CONECTADO (P o N)
		4 – 5 V	Interruptor de encendido CONECTADO (R, D, 2, o L)
A 3	Interruptor de ralentí TPS	0 V	Interruptor de encendido CONECTADO válvula de mariposa en la posición de ralentí
		4 – 5 V	Interruptor de encendido CONECTADO la válvula de la mariposa se abre más que en ralentí
A 4	Fuente de alimentación del sensor (MAP – TPS)	4.75–5.25 V	Interruptor de encendido CONECTADO
A 5	Sensor de presión	3.5 – 4.1 V	Interruptor de encendido CONECTADO presión barométrica 760 mm Hg
A 6	Sensor de oxígeno	Deflexión del indicador repetida entre por encima y por debajo de 0.45 V	Mientras el motor funciona a 2000 rpm después de calentarse y se mantiene funcionando a 2000 rpm durante 1 minuto.

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICIÓN
A 7	Tierra del circuito	0 V	Interruptor de encendido en "O N"
A 8	Sensor del ángulo del cigüeñal (Positivo)	0.4 – 0.8 V	Interruptor de encendido CONECTADO
A 9	Vacío	-----	-----
A 10	Circuito del acondicionador del aire	10 – 14 V	Interruptor de encendido CONECTADO
		0 – 10 V	Con el motor funcionando a la velocidad de ralentí acondicionador de aire conectado
A 11	Sensor de velocidad de vehículo	indicador repetido entre 0V y 4 – 5 V	conectado, llanta delantera izquierda se hace girar lentamente con la llanta delantera derecha bloqueada
A 12	Terminal del interruptor de prueba	0 V	Interruptor de encendido conectado terminal del interruptor de prueba conectado a tierra
A 13	ATS	2 – 2.7 V	Interruptor de encendido conectado temp. ambiente del sensor (temp. del aire de admisión 20° C , 68° F)
A 14	WTS	0.45–0.80V	Interruptor de encendido conectado de temp. de agua del enfriamiento del motor.
A 15	TPS	3.3 – 4.5V	Interruptor de encendido conectado. Válvula de mariposa en la posición de apertura total
A 16	Sensor del ángulo de cigüeñal (negativo)	0 V	Interruptor de encendido conectado
A 17	Señal de protección del encendido (IGf)	-----	Refiérase al código No. 41

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICIÓN
A 18			
B 1	Fuente de alimentación	10 – 14 V	Interruptor de encendido conectado
B 2	Vacío	-----	-----
B 3	VSV de EGR	10 – 14 V	Interruptor de encendido conectado
B 4	Válvula solenoide de ISC	0.9 – 1.5 V	Interruptor de encendido conectado
B 5	Inyector	10 – 14 V	interruptor de encendido conectado
B 6	Señal de encendido (IGt)	-----	Refiérase al código No. 41
B 7	Fuente de alimentación para el circuito de respaldo	10 – 14 V	Interruptor de encendido conectado y desconectado
B 8	Terminal de interruptor de diagnóstico	4 – 5 V	Interruptor de encendido conectado
		0 V	Interruptor de encendido conectado, terminal de interruptor de diagnóstico puesto a tierra.
B 9	Luz “CHECK ENGINE”	1.2 – 2.0 V	Interruptor de encendido conectado
		10 – 1.4 V	Con el motor funcionando
B 10	Relé de la bomba de combustible	10 – 1.4 V	Más de 2 segundos después de conectarse el interruptor de encendido
B 11	Conexión a tierra	0 V	conectado
B 12	Vacío	-----	-----

Ya una vez se instale correctamente las conexiones y las uniones entre hilos eléctricos que proviene de los sensores y demás elementos electrónicos a la Unidad de control, podemos ubicar la ECU en un lugar seguro y fijo donde usualmente es puesto junto al conector de diagnóstico OBD bajo el panel de instrumentos. Luego se procede a instalar correctamente el conector de diagnostico donde debe estar localizado en la zona del conductor.

La descripción de pines sería de la siguiente manera:

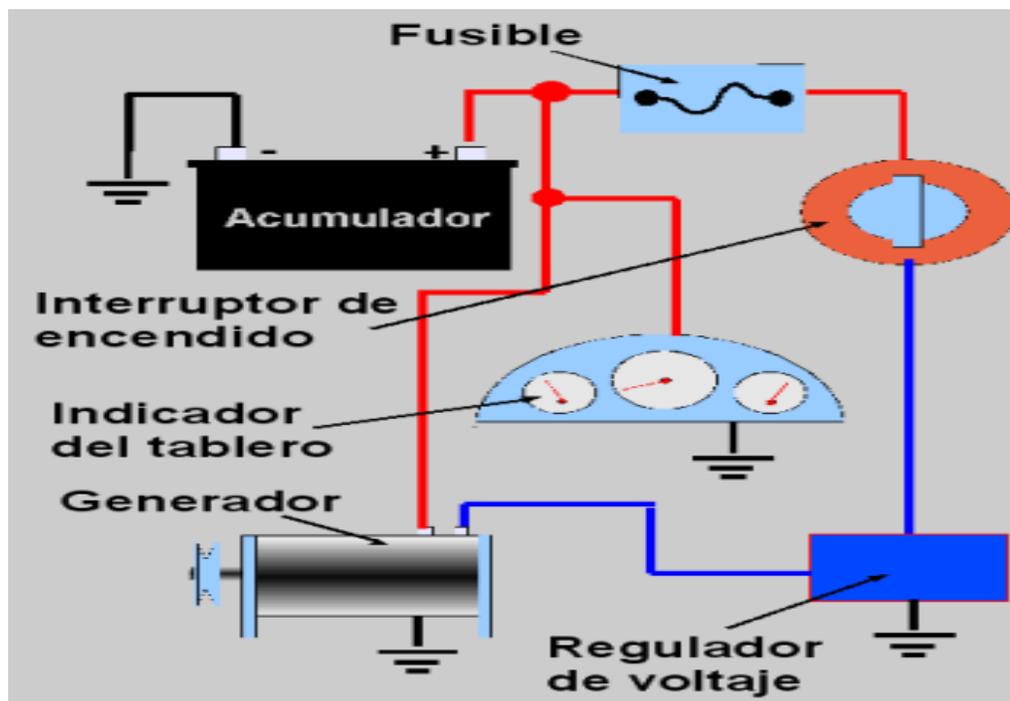
- 2. Comunicación SAE VPW/PWM
- 4. Masa vehículo
- 5. Masa señal
- 7. comunicación ISO 9141-2 (línea k)
- 10. Comunicación PWM
- 15. Comunicación ISO 9141-2 (línea l)
- 16. Positivo batería

Luego de haber sido instalado de manera correcta el conector de diagnóstico se procede a instalar los diferentes tipos de testigos que aparecerán cuando ocurre una falla o una avería. Estos testigos se conectan a la unidad de control y al efectuar un puente entre los bornes 8 y 3 (TE1 Y E1) del conector de diagnóstico el testigo debe parpadear y emite los códigos de avería. el testigo debe parpadear regularmente por intervalos de 0.26 segundos, si hay uno o más códigos memorizados el testigo debe parpadear de la siguiente manera: se apaga durante 4,5 segundos, se enciende 0,52 segundos emitiendo una serie de destellos regulares de 0.26 segundos (primera cifra o decena del código) se apaga durante 25 segundos, emite una segunda serie de destellos regulares de 0,26 segundos (segunda cifra o unidades del código) el final del código viene determinado por un apagado de 4.5 segundos después aparece el siguiente código (si existe)

Cuando la unidad de control ha memorizado varios códigos, se muestra en orden creciente. La serie de códigos se repite mientras está colocado el puente en el conector de diagnóstico.

7.2.1 Sistema de Generación y Almacenamiento. Este sub-sistema del sistema eléctrico del automóvil está constituido comúnmente por cuatro componentes; el generador, el regulador de voltaje, que puede estar como elemento independiente o incluido en el generador, la batería de acumuladores y el interruptor de la excitación del generador.

Figura 28. Sistema Eléctrico del Automóvil.



<http://www.sabelotodo.org/automovil/generacion.html>

El borne negativo de la batería de acumuladores está conectado a tierra para que todos los circuitos de los sistemas se cierren por esa vía.

Del borne positivo sale un conductor grueso que se conecta a la salida del generador, por este conductor circulará la corriente de carga de la batería producida por el generador. Esta corriente en los generadores modernos puede estar en el orden de 100 amperios.

De este cable parte uno para el indicador de la carga de la batería en el tablero de instrumentos, generalmente un voltímetro en los vehículos actuales. Este indicador mostrará al conductor el estado de trabajo del sistema.

Desde el borne positivo de la batería también se alimenta, a través de un fusible, el interruptor del encendido.

Cuando se conecta este interruptor se establece la corriente de excitación del generador y se pone en marcha el motor, la corriente de excitación será regulada

para garantizar un valor preestablecido y estable en el voltaje de salida del generador. Este valor preestablecido corresponde al máximo valor del voltaje nominal del acumulador durante la carga, de modo que cuando este, esté completamente cargado, no circule alta corriente por él y así protegerlo de sobrecarga.

7.2.2 Lectura de los códigos de avería.

Condiciones de lectura

- Batería correctamente cargada
- Caja de cambios o caja automática en punto muerto
- Accesorios eléctricos apagados
- Motor a su temperatura de funcionamiento

Al tener listo el panel de instrumentos asegurados y con los testigos funcionando correctamente se puede volver a montar en orden inverso a las operaciones del desmontaje y se conecta la batería para comprobar su funcionamiento correcto de todos los instrumentos. Luego se puede proceder a el montaje de la caja de fusibles que es uno de los elementos primordiales de los circuitos eléctricos de los automóviles, donde llevara los fusibles que evita el deterioro de las líneas defectuosas y los circuitos electrónicos posteriores a la placa de fusibles, por fusión rápida antes de ser montados a la caja debemos de calibrarlos en función de su intensidad máxima que debe pasar en un sector determinado. El hecho de poner un fusible de mayor intensidad elimina dicha protección.

7.3 MONTAJE DE LOS DEMÁS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE INYECCIÓN MONO PUNTO

Para comenzar con el montaje de los demás componentes mecánicos procedemos a ubicar de manera adecuada los principales sensores y actuadores en su lugar correspondiente teniendo en cuenta a su vez que el distribuidor y la bobina cambian completamente su modo de encendido según la configuración de la unidad de control. La ECU supervisa el régimen del motor a partir de las señales que transmite el captador situado en el distribuidor del encendido.

La ECU está conectada con los cables por medio de un enchufe múltiple. El programa y la memoria de la ECU calculan las señales que le envían los sensores instalados en el sistema.

La ECU dispone de una memoria de auto diagnóstico que detecta y guarda las averías. Al producirse una avería, se enciende la lámpara de aviso o lámpara testigo en el tablero de instrumentos.

El cuerpo de mariposa debe de ser de aluminio y sobre el montamos gran parte de captadores y dispositivos que forman el sistema de inyección.

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, cuerpo de mariposa/injector y los tubos de admisión conectados a cada cilindro. El cuerpo de la mariposa aloja el regulador de la presión del combustible, el motor paso a paso de la mariposa y el inyector único.

La ECU controla el motor paso a paso de la mariposa y el inyector.

El contenido de CO no se puede ajustar manualmente. El interruptor potenciómetro de la mariposa va montado en el eje de la mariposa y envía una señal a la ECU indicando la posición de la mariposa. Esta señal se convierte en una señal electrónica que modifica la cantidad de combustible inyectada. El inyector accionado por solenoide pulveriza la gasolina en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del venturi. El motor paso a paso controla el ralentí abriendo y cerrando la mariposa. El ralentí no se puede ajustar manualmente.

El sensor de la temperatura del aire se halla situado en el cuerpo de la mariposa y registra la temperatura del aire aspirado. La ECU mide el cambio de resistencia del sensor para calcular el combustible que se necesita. Este sensor está alimentado por la central a una tensión de 5 V. se encuentra en el interior del colector de admisión.

El interruptor de la mariposa es un potenciómetro que supervisa la posición de la mariposa para que la demanda de combustible sea la adecuada a la posición de la mariposa y al régimen del motor. La ECU calcula la demanda de combustible a partir de 15 posiciones diferentes de la mariposa y 15 regímenes diferentes del motor almacenados en su memoria.

La señal que el sensor de la temperatura o sonda térmica del refrigerante envía a la ECU asegura que se suministre combustible extra para el arranque en frío y la cantidad de combustible más adecuada para cada estado de funcionamiento.

El sistema de alimentación suministra a baja presión la cantidad de combustible necesaria para el motor en cada estado de funcionamiento. Consta de un depósito de combustible, bomba de

Combustible, filtro de combustible, un solo inyector y el regulador de presión. La bomba se halla situada en el depósito de la gasolina y conduce bajo presión el combustible, a través de un filtro, hasta el regulador de la presión y el inyector. El regulador de la presión mantiene la presión constante entre 0,8 a 1,2 bar, el combustible sobrante es devuelto al depósito. El inyector único se encuentra en el cuerpo de la mariposa y tiene una boquilla o tobera especial, con seis agujeros dispuestos radialmente, que pulveriza la gasolina en forma de cono en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del vénturi.

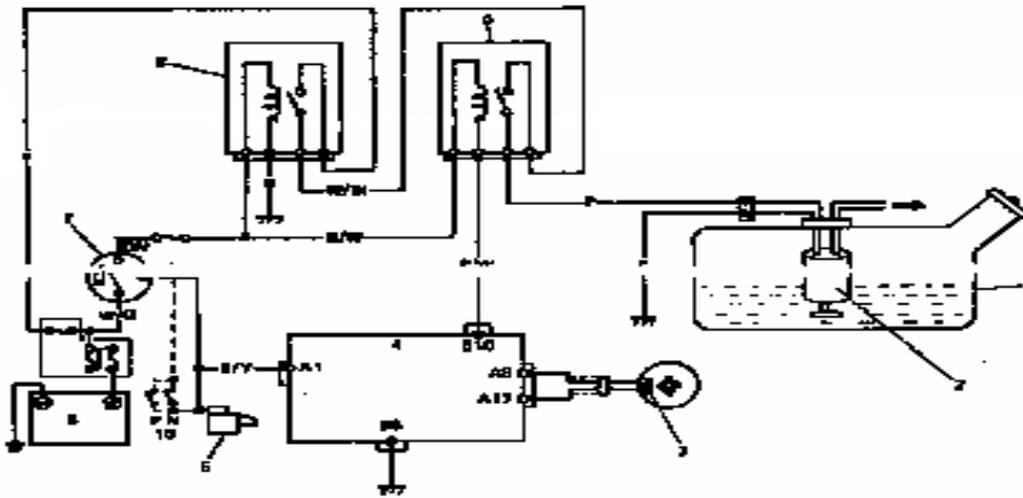
Este circuito de alimentación hará que el sistema de inyección intermitente a baja presión, a través de un solo inyector gobernado por la apertura mariposa. De esta forma, se crean situaciones análogas a las de la alimentación con carburador, pero con la ventaja adicional de un mejor control de mezcla en todas las condiciones de utilización del motor.

Primero haremos la instalación de la bomba carburante que es una electrobomba de rodillos, está controlada por un relé y va sumergida en el depósito, la bomba tiene dos válvulas que regula el caudal y evita que el sistema de alimentación se vacíe cuando el motor deje de funcionar. El relé de la bomba es doble colocado en una caja a la izquierda bajo el salpicadero.

El sistema de inyección con un solo inyector llamado SPI inyecta el carburante por intermitencia en el colector de admisión a una presión relativamente baja, permitiendo la realización de una mezcla controlada electrónicamente evitando toda pérdida.

Nota: la Bomba de combustible normal no puede instalarse en un sistema de inyección electrónica por no tener la presión indicada y porque al ser sumergida en el tanque de combustible es monitoreada por la ECU que controla la operación de conexión y desconexión.

Figura 29. Circuito de la bomba de combustible



<http://www.sabelotodo.org/automovil/generacion.html>

- Tanque de combustible
- Bomba de combustible
- ECM
- Motor de arranque
- Batería
- Interruptor principal
- Relé principal
- Relé de la bomba de combustible
- Interruptor inhibidor (solo para modelos con T/A)

7.3.1 Regulador de % de CO. Para regular el porcentaje de monóxido de carbono, se debe llevar el motor a condiciones normales de funcionamiento y ajustar el % de CO según prescripciones del fabricante, utilizando un medidor de gases homologado.

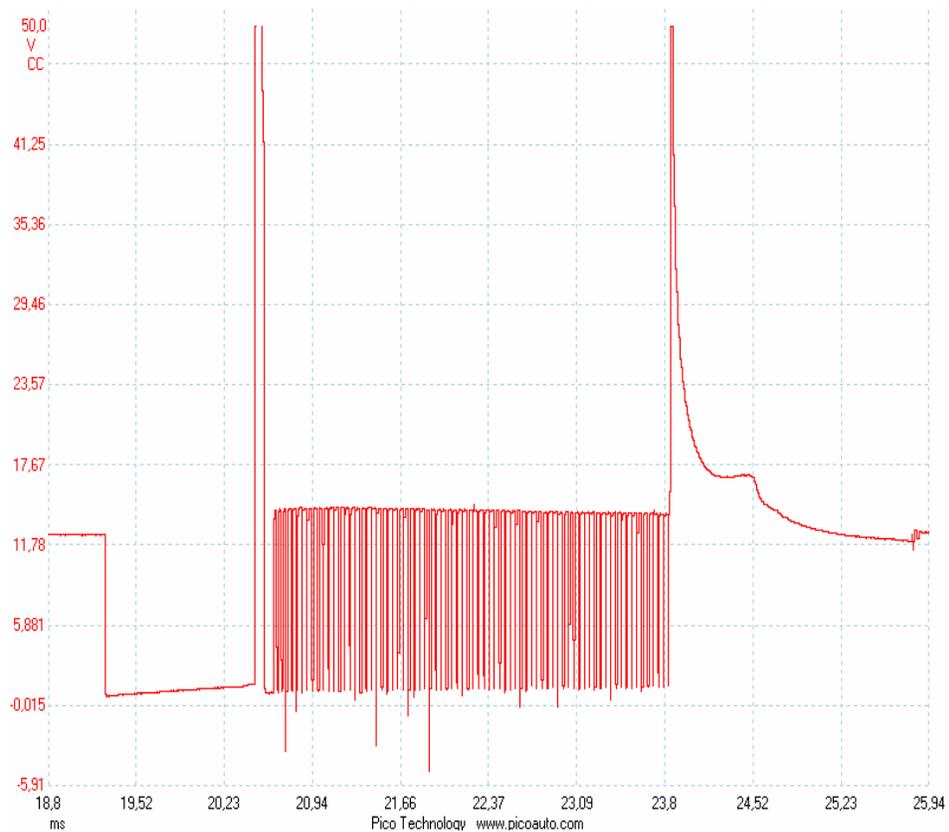
Actuar sobre el potenciómetro dispuesto para ello según indica el gráfico.

Con su innovador sistema de inyección mono punto el cual funciona de la siguiente manera:

- El sistema utiliza un único inyector, situado por delante de la mariposa de gases.

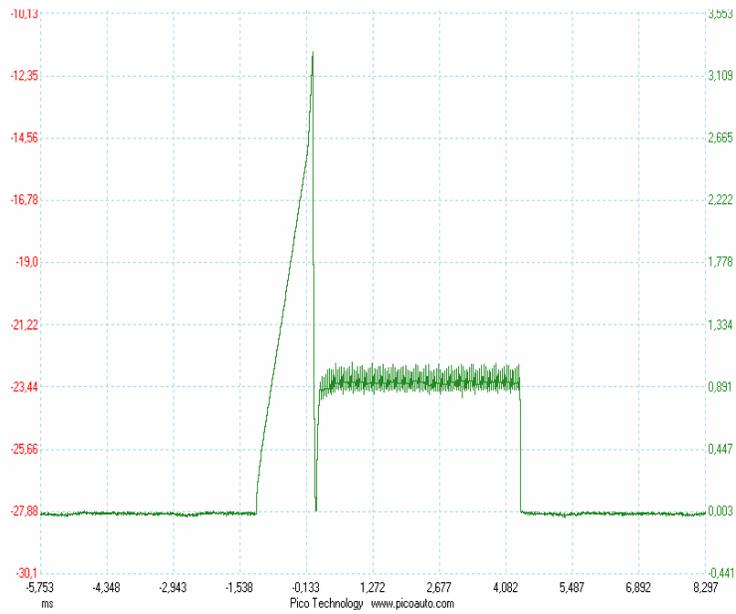
- Sincronizado con el sistema de encendido para establecer una inyección por vuelta, en fase de arranque en frío el inyector se activará dos veces por vuelta.
- Utiliza como parámetros fundamentales para el cálculo del tiempo de inyección:
 - El número de revoluciones del motor (captador de régimen de giro).
 - La presión absoluta del colector de admisión, carga del motor
 - Temperatura del aire de admisión (sonda independiente NTC I).

Figura 30. Señal de tensión de mando del inyector



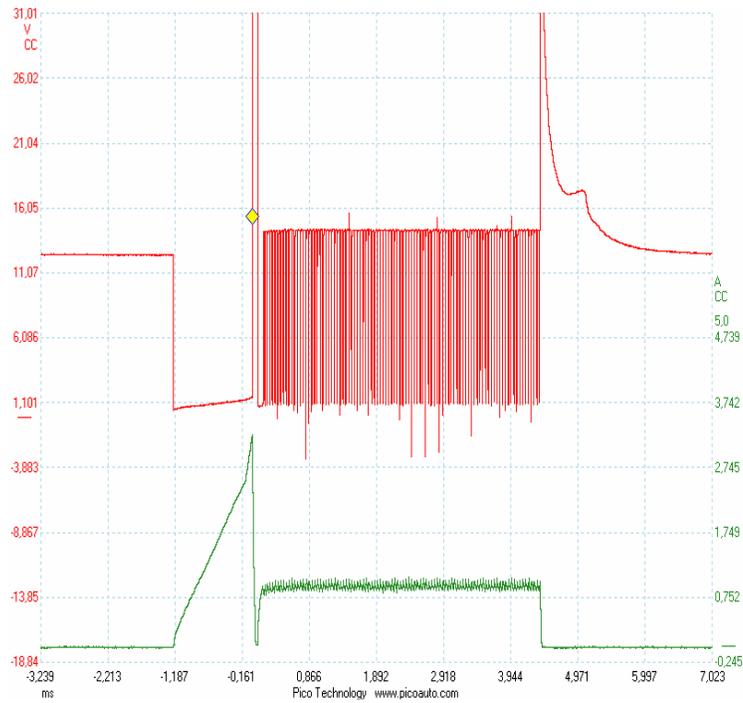
Fuente: [http:// www.educa.madrid.org](http://www.educa.madrid.org)

Figura 31. Señal de la intensidad de corriente por el inyector



Fuente: [http:// www.www.educa.madrid.org](http://www.www.educa.madrid.org)

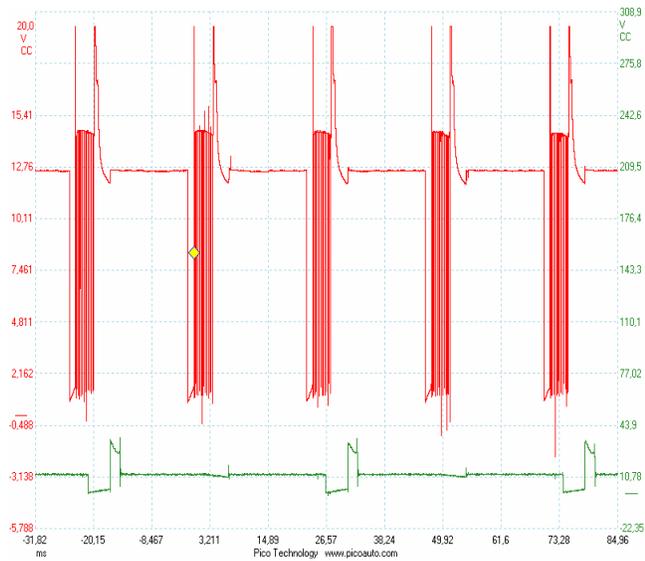
Figura 32. Conjunto de tensión y corriente por el inyector



Fuente: [http:// www.www.educa.madrid.org](http://www.www.educa.madrid.org)

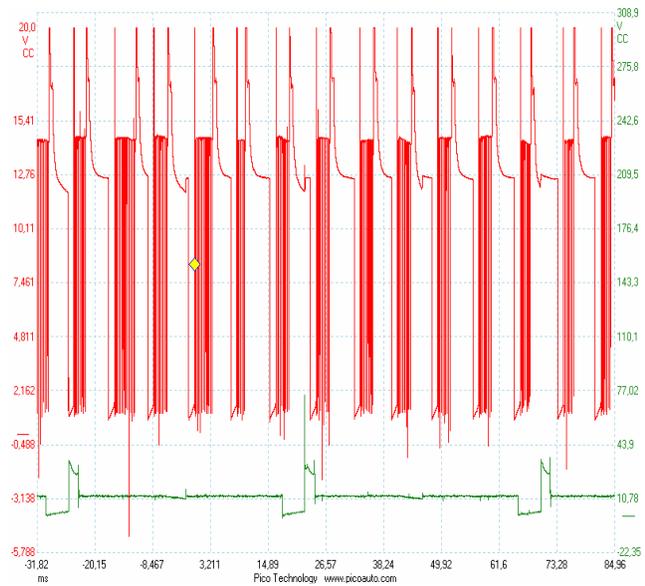
Sincronismo de la señal de encendido e inyección.

Figura 33. Modo sincrónico, una vez por vuelta de motor.



Fuente: [http:// www.www.educa.madrid.org](http://www.www.educa.madrid.org)

Figura 34. Modo asincrónico, repetidas veces en la misma vuelta de motor.



Fuente: [http:// www.www.educa.madrid.org](http://www.www.educa.madrid.org)

7.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

7.4.1 Fuentes de información primaria.

- Delio Escobar Cossío
Técnico mecánico automotriz, técnico electrónico Automotriz.

7.4.2 Fuentes de información secundaria.

- Libros
- Revistas
- Documentales
- Programas de televisión especializados en el tema
- Páginas de Internet especializadas

7.5 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- Consulta de documentos, manuales del motor.
- Consulta de libros, revistas y proyectos de grado en la biblioteca de la institución.
- Navegar en Internet en páginas que se especialicen en mecánica Automotriz.
- Asesorías y entrevistas a especialistas y profesores.

8. CONCLUSIONES

Podemos concluir que el sistema de inyección mono punto será un gran adelanto con respecto a los vehículos carburados, aumentando la eficiencia del combustible y mejorando notablemente las emisiones contaminantes del mismo, aunque su eficiencia es tremendamente limitada con respecto a los modernos sistemas de inyección multipunto.

Una vez concluido con el objetivo general del presente proyecto, este permitirá futuras ampliaciones concordantes con la finalidad propuesta, con lo que se abrirá la posibilidad para que otra generación interesada en el desarrollo innovador de la Mecánica Automotriz también se entusiasmen en mejorar y construir el presente trabajo.

Como ejemplos de futuras aplicaciones, podemos citar:

Agregado al sistema de otros sensores, para obtener así más variables de entrada (MAP, RPM y Sonda Lambda); y de esta manera lograr una mejor corrección de los tiempos de inyección.

Introducción de un sistema de encendido electrónico para eliminar los desgastes mecánicos de la distribución; con la posibilidad de controlar en tiempo real los ángulos de avance.

Aplicación de un sistema de autocorrección para regular la marcha en ralentí del motor.

Elaboración de un programa de computación que permita controlar los tiempos de inyección y encendido del sistema.

Una vez realizado sus respectivas investigaciones y puesto en funcionamiento este dará como resultado su eficiencia y reducción de emisiones contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

Manual del automóvil

Edita: cultura S.A

Edición MMVI - Cultura S.A/ Cll c, núm., 15, Móstoles/Madrid- España

Polígono industrial arroyo molinos / ISBN: 84-8055-265-4

Manual de Electricidad Automotriz

Circuitos básicos

Sistemas de carga y arranque

Por: Alonso J.M/ Madrid, Paraninfo, 1995. 190p. / ISBN: 629-25/A 42

Castro, Miguel De.

Barcelona, 2005. 267 PP, 24 CM Col. Técnico Automóvil Ed. Grupo Editorial CEAC, S. A.

Tema: Técnicas. Mecánica.

Ref.: 9788432911668 Grupo Editorial CEAC, S. A.

LÓPEZ, Aparicio David. Electrónica del Automóvil. Bogotá, Lerner Ltda., 1986.
320 p.

Instituto Colombiano de normas técnicas. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

Sexta actualización. Santa fe de Bogotá D.C.: ICONTEC 2002-03-19. Año de publicación 2008-2009. NTC 1486.

CIBERGRAFÍA

<http://mecanicayautomocion.blogspot.com/>

<http://www.autobodymagazine.com.mx/may10/motor.php>

<http://automecanico.com/>

<http://mecanicavirtual.org/inyec-gasoli-direc.htm>

[http://www.educa.madrid.org/web/ies.](http://www.educa.madrid.org/web/ies)