

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de fin de carrera titulado:

“DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS DE
INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK
MODELO 2005.”

Realizado por:

XAVIER ALEJANDRO ROMERO FREIRE

Director del proyecto:

ING. YAMANDÚ YÁNEZ, Mg

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

QUITO, 04 de Diciembre del 2013

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, XAVIER ALEJANDRO ROMERO FREIRE, con cédula de identidad # 171952790-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Xavier Alejandro Romero Freire

C.C.: 171952790-3

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA EN EL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK MODELO 2005.”

Realizado por:

XAVIER ALEJANDRO ROMERO FREIRE

Como requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Ha sido dirigido por el Ingeniero:

JOSÉ YAMANDÚ YÁNEZ, MGs.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

ING. YAMANDÚ YÁNEZ, MGs.

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

ING. LUIS EDUARDO TIPANLUISA, MSc.

ING. GUSTAVO MORENO, MSc.

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador.

ING. LUIS EDUARDO TIPANLUISA

ING. GUSTAVO MORENO

Quito, 17 de Noviembre del 2013.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres, quienes me apoyaron en todo lo que pudieron, pues sin ellos no podría haber realizado este exitoso proyecto.

También a mis profesores que son ejemplo del saber a ellos que fueron verdaderos maestros, dedico el esfuerzo de este trabajo.

Xavier Romero F.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el personal docente de la Universidad Internacional SEK, quienes me ayudaron a crecer como persona y como profesional, haciendo que cada día sea productivo y lleno de enseñanzas para formar nuestra vida como buenos profesionales.

A Dios por haberme permitido culminar el proyecto con el mayor de los éxitos, dándome la fuerza necesaria para seguir adelante a pesar de las barreras.

A mis padres que fueron mi apoyo durante toda mi carrera y me respaldaron en los momentos que necesitaba.

A mi director de tesis ingeniero Yamandú Yáñez por su paciencia y aporte a este trabajo.

También a todos mis profesores de Ingeniería Mecánica Automotriz por su apoyo y amistad.

Xavier Romero F.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURAMENTADA	ii
DECLARATORIA DEL DIRECTOR	iii
Declaratoria de profesores.....	iv
DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.1.1 Diagnóstico.....	1

1.1.1.2. Pronóstico.....	1
1.1.1.3. Control del pronóstico	2
1.1.2. Formulación del problema	2
1.1.3. Sistematización del problema	2
1.1.4. Objetivo General:.....	2
1.1.5. Objetivos Específicos:	2
1.1.6. Justificación:	3
1.2. MARCO TEÓRICO	3
1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema.	27
1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica.	28
1.2.3. Marco Conceptual.....	28
1.2.4. Identificación y Caracterización de las Variables.....	28
CAPÍTULO II	42
MÉTODO.....	42
2.1 NIVEL DE ESTUDIO	42
2.1.1 Descriptivo.....	42
2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	42

2.2.1 De campo	31
2.2.2 Proyecto Especial.....	31
2.3 MÉTODO	31
2.3.1 Método Inductivo-Deductivo.....	43
2.4 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	44
2.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS	44
CAPÍTULO III	59
RESULTADOS	59
3.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS	59
3.1.1 Sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark	59
3.1.2. Sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark	47
3.1.3. Sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark	48
3.1.4. Sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark	50
3.1.5. Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP) del vehículo Chevrolet Spark.....	51
3.1.6. Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP) del vehículo Chevrolet Spark.....	52
3.2 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
3.2.1 Propuesta de estructura integral del módulo para simulación de fallas	52

3.2.2 Construcción del módulo	52
CAPÍTULO IV	68
DISCUSIÓN.....	68
4.1 CONCLUSIONES	68
4.2. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

ORDEN	CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1.	Componentes básicos para el funcionamiento de un motor de combustión interna otto	4
Figura 2:	Inyección directa en motores de combustión interna otto	6
Figura 3:	Inyección indirecta en motores de combustión interna otto	7
Figura 4:	Componentes básicos del sistema de inyección monopunto,	8
Figura 5:	Funcionamiento general del sistema de inyección electrónica.....	10
Figura 6:	Unidad de control sistema Bosch,	15
Figura 7:	Sonda Lambda sistema Bosch,	16
Figura 8:	Medidor de flujo de aire sistema Bosch,	16
Figura 9:	Medidor de flujo de aire sistema Bosch,	17
Figura 10:	Potenciómetro de la mariposa sistema Bosch,	17
Figura 11:	Interruptor de la mariposa de aceleración sistema Bosch,.....	18
Figura 12:	Bomba in tank y bomba in line del sistema Bosch,.....	19
Figura 13:	Regulador de presión del sistema Bosch,	19
Figura 14:	Filtro de combustible sistema Bosch,	20
Figura 15:	Inyector Bosch,.....	21
Figura 16:	Forma de onda de un inyector,	21
Figura 17:	Filtro de Aire,	23
Figura 18:	Colector de Aire,.....	23

Figura 19: Terminales del conector OBD2,	25
Figura 20: Códigos de falla en el sistema OBD2,	27
Figura 21: Ubicación sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark,	32
Figura 22: Circuito de señal del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark,	33
Figura 23: Ubicación sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark,	34
Figura 24 : Circuito de señal del TPS del vehículo Chevrolet Spark,	35
Figura 25 : Ubicación del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark,	35
Figura 26: Circuito de señal del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark,	36
Figura 27: Ubicación del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark,	37
Figura 28 : Circuito de señal del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark,	37
Figura 29: Ubicación del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark,	38
Figura 30: Circuito del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark,	39
Figura 31: Ubicación del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark,	40
Figura 32: Circuito de señal del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark,	41
Figura 33: Circuito de señal de Inyectores del vehículo Chevrolet Spark,	42
Figura 34: Ubicación de la bobina del vehículo Chevrolet Spark,	42
Figura 35: Circuito de señal de la bobina del vehículo Chevrolet Spark,	43
Figura 36: Curva característica del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark,	47
Figura 37: Curva característica del sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark,	48
Figura 38: Curva característica del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark,	49
Figura 39: Curva característica del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark,	51

ÍNDICE DE TABLAS

<u>ORDEN</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGINA</u>
Tabla 1	Conexión del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark.....	33
Tabla 2	Conexión del sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark	34
Tabla 3	Conexión del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark.....	36
Tabla 4	Conexión del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark.....	37
Tabla 5	Conexión del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark.....	39
Tabla 6	Conexión del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark.....	40
Tabla 7	Conexión de los inyectores del vehículo Chevrolet Spark.....	41
Tabla 8	Conexiones del encendido DIS del vehículo Chevrolet Spark	43
Tabla 9	Valores de trabajo del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark.....	59
Tabla 10	Valores de trabajo del sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark.....	47
Tabla 11	Valores de trabajo del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark	49
Tabla 12	Valores de trabajo del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark	50
Tabla 13	Valores de trabajo del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark.....	51
Tabla 14	Valores de trabajo del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark	52

RESUMEN

Este proyecto de fin de carrera surge con la finalidad de fortalecer el estudio de los sistemas de inyección electrónica, para lo cual es necesario crear una herramienta, que sirva como material de apoyo en el estudio de la materia de Inyección Electrónica. Consiste en un módulo de pruebas para el vehículo Chevrolet Spark modelo 2005, con el propósito de unir tanto la instrucción teórica como la práctica, lo que apoyará al desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes con un alto nivel de conocimiento y de esta manera puedan responder a las exigencias del mundo laboral de una manera más rápida y eficaz. Este módulo de inyección electrónica será diseñado con el fin de simular situaciones reales de operación del vehículo, siendo estas: funcionamiento normal y con fallas. El módulo se realizó mediante un circuito básico controlado por switches que corta la señal de un sensor o actuador del vehículo, permitiendo de esta manera simular la falla del elemento que se va a estudiar y con el mismo switch se cierra el circuito para que vuelva a su funcionamiento normal. En las pruebas se puede realizar la adquisición de datos de los diferentes sensores y actuadores, como la variación de voltaje, temperatura, resistencia en condiciones normales y falla. Los instrumentos de medida que se necesitan para el uso del módulo son el multímetro para la adquisición de valores y el scanner para el diagnóstico y verificación de datos.

ABSTRACT

This career ending investigation project come up to strengthen the study of electronic fuel injection systems for this reason it is necessary to create a resource in other words a tool that will work as supporting material to study fuel injection systems at SEK international University. Is a test module to the vehicle Chevrolet Sparkmodel 2005 with the purpose of joining theoretical and practical instruction this will support the students development of abilities and skills with a high level of knowledge, in this way it will be possible for them to answer to all the occupational demands in a faster and effective way. This electronic injection module will be designed to simulate real operating situations like normal operation and failing operation. The test module is created using a basic circuit controlled by a switch that cut the signal simulating the element's fail that is going to be studied, and using the same switch it will be possible to close the circuit so it goes back to its normal operation. The tests that can be performed are the data obtaining in normal conditions and at the moment that a component is failing in the injection which will be explained forward with more details. In conclusion the test module is designed to simulate electronic injection system's fails, this will allow a better learning of the topic being practical and of simple using in electronic injection.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Planteamiento del problema

Demostrar la importancia de elaborar un módulo de pruebas de inyección electrónica para mejorar la práctica y el conocimiento de los estudiantes sobre el sistema de inyección, reconocer posibles fallas para dar soluciones eficientes.

1.1.1.1 Diagnóstico.

Tener un módulo que permita simular fallas en el sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark, es muy importante para la enseñanza y aprendizaje de este sistema, ya que permite estudiar cada uno de los sensores y actuadores que intervienen en el funcionamiento del motor del vehículo aprendiendo de una forma más práctica y útil para la vida profesional.

1.1.1.2. Pronóstico

Al no complementar el estudio en forma práctica, los estudiantes no tienen el conocimiento suficiente para manipular los elementos del sistema de inyección electrónica de los vehículos, por consecuencia pueden afectar a los elementos del sistema de inyección electrónica, ya que la manipulación de sensores y actuadores debe tener precauciones.

El mal uso de herramientas electrónicas como el multímetro puede ser peligroso, ya que puede quemar partes electrónicas si no se tiene conocimiento del uso en el sistema, incluso podríamos dañar la ECU.

1.1.1.3. Control del pronóstico

Con la implementación del módulo de pruebas los estudiantes comprenderán de mejor manera el sistema de inyección electrónica del vehículo, en el cual realizaran prácticas utilizando las diferentes herramientas automotrices, adicionalmente esto será complementado con guías de clases.

1.1.2. Formulación del problema

Diseño e instalación de un módulo de pruebas de inyección electrónica en el vehículo Chevrolet Spark.

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Los estudiantes saben identificar códigos de falla?
- ¿Los estudiantes conocen los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica?
- ¿Se puede realizar un módulo de prueba de fallas?

1.1.4. Objetivo General:

Diseño e instalación de un módulo de pruebas de inyección electrónica de gasolina en el vehículo Chevrolet Spark modelo 2005.

1.1.5. Objetivos Específicos:

- Identificar los sensores, actuadores y ECU del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark.
- Diseñar y construir un módulo de fallas de inyección electrónica.
- Instalar el módulo en el vehículo Chevrolet Spark.

- Realizar las pruebas de funcionamiento del módulo en el vehículo.

1.1.6. Justificación:

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de optimización y mejora del diagnóstico de fallas en motores de inyección electrónica a gasolina.

Adicionalmente, el módulo de fallas como una herramienta educativa de apoyo para el docente y estudiante facilitaría la enseñanza - aprendizaje.

Se obtendrá los valores de sensores, actuadores y ECU con la ayuda del módulo de fallas con el propósito de diagnosticar si el motor de combustión interna se encuentra trabajando correctamente.

En el proceso de aprendizaje se simulan fallas en el vehículo a fin de representar la actividad profesional.

1.2. MARCO TEÓRICO

Motor de combustión interna

El motor de combustión interna mezcla pequeñas cantidades de combustible con aire de fácil disponibilidad para crear la combustión. Desafortunadamente el motor de combustión interna no puede mezclar todo el combustible que utiliza, debido a esto el motor envía productos secundarios en la combustión mediante el escape. Algunos de estos productos secundarios son dañinos y contaminantes para el medio ambiente, como respuesta a este problema los fabricantes de automóviles han desarrollado dispositivos que controlan o eliminan estos contaminantes.

Un motor requiere de componentes básicos (ver figura 1) que permitan el funcionamiento eficiente del mismo, minimice las emisiones contaminantes y maximicen los parámetros de rendimiento de este. El ciclo de funcionamiento del motor a gasolina, no han variado sustancialmente desde que Nicolás Otto lo invento a finales del siglo XIX. No obstante su estructura si se ha modificado con la intención de mejorar el ciclo Otto. (Alonso, 2000, pág. 67)

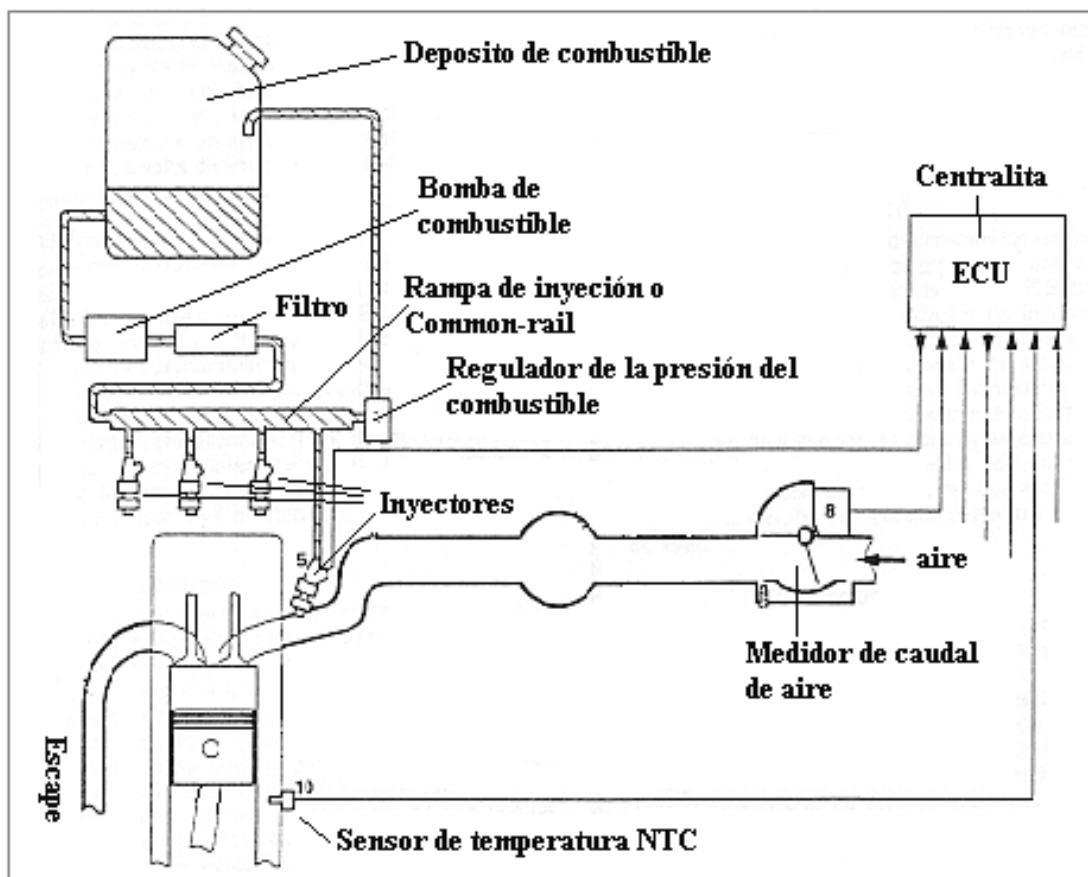


Figura 1. Componentes básicos para el funcionamiento de un motor de combustión interna otto

Recuperado de http://afinautos.over-blog.com/pages/Inyeccion_Gasolina-1452008.html

Inyección electrónica de gasolina

La inyección electrónica es una forma de inyección de combustible, tanto para motores de gasolina, en los cuales lleva ya varias décadas implantada.

Se puede subdividir en varios tipos (monopunto, multipunto, secuencial, simultánea) pero básicamente todas se basan en la ayuda de la electrónica para dosificar la inyección del combustible que tiene como objetivo reducir la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera y a la vez optimizar el consumo.

La función de la inyección en los motores de gasolina es:

Medir el aire del medio ambiente que es aspirado por el motor, controlado por el conductor mediante la mariposa, en función de la carga motor necesaria en cada caso, con objeto de adaptar el caudal de combustible a esta medición y conforme al régimen de funcionamiento del motor,

Dosificar mediante inyección la cantidad de combustible requerida por esta cantidad de aire, necesaria para que la combustión sea lo más completa posible, es decir guardando en la medida de lo posible la proporción estequiométrica, dentro de los límites del factor λ .

Completar la función de la combustión junto con el encendido del motor. Consta fundamentalmente de sensores, una unidad electrónica de control y actuadores. (Coello, 2002, pág. 78)

Ventajas del sistema de inyección electrónica

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

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

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

Gases de escape menos contaminantes. La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/combustible. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

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 realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal. (Coello, 2002, pág. 95)

Clasificación de los sistemas de inyección electrónica.

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- Según el lugar donde inyectan.
- Según el número de inyectores.
- Según el número de inyecciones.
- Según las características de funcionamiento.

Según el lugar donde inyectan

Inyección directa: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina.

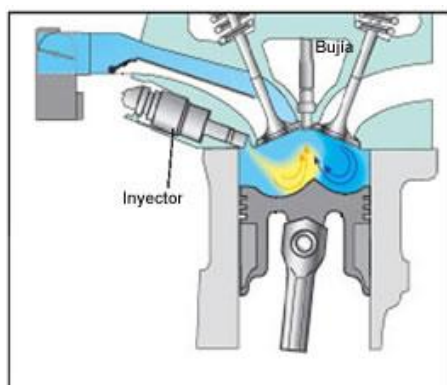


Figura 2: Inyección directa en motores de combustión interna otto
Recuperado de <http://www.tubomaxtienda.com/cat.php?id=309950>

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

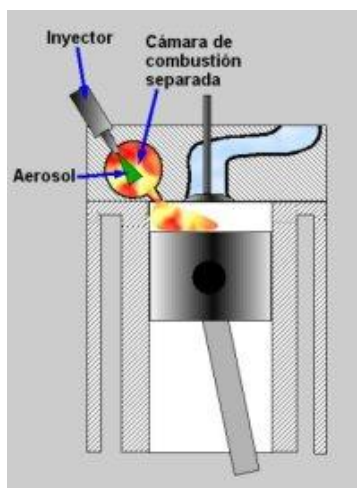


Figura 3: Inyección indirecta en motores de combustión interna otto

Recuperado de [http:// inyecciondiesel.blogspot.com/2008/08/inyeccion-indirecta.html](http://inyecciondiesel.blogspot.com/2008/08/inyeccion-indirecta.html)

Según número de inyectores

Sistema de inyección monopunto. Este sistema solo lo utilizan los motores de gasolina, es uno de los más básicos y primitivos, ya que es muy similar a un carburador.

Se compone de una bomba eléctrica de combustible, que manda presión a un inyector situado antes de la mariposa de aceleración. El inyector consta de un solenoide el cual esta comandado por una unidad de control (ECU) que se encarga de mandarle la señal de apertura.

Cuando este se abre, la gasolina pasa al inyector y pulveriza una cantidad determinada de combustible al colector, antes del inyector está situado el regulador de presión, el funcionamiento es simple, cuando la presión de combustible es excesivo, el regulador se abre y envía el exceso de combustible devuelta al depósito, con este regulador podemos arreglarlo para que la presión de la inyección sea más alta y así ganar más potencia al motor.

El caudalímetro mide la cantidad de aire que entra al cilindro, de manera que la unidad de control (ECU) pueda determinar la cantidad de combustible a inyectar, aunque esta cantidad también está condicionada por el sensor de oxígeno o sonda lambda.

La sonda lambda es un sensor, que en este caso está situado antes del catalizador y se encarga de medir el oxígeno presente en los gases de escape, este dato es enviado a la ECU la cual se encarga de aumentar o disminuir la mezcla de combustible para que tengamos una combustión adecuada. (Alonso J. , 2000, pág. 440)

Los 3 principales elementos de sistema monopunto son:

- Unidad de Control Electrónico (ECU)
- Caudalímetro
- Inyector

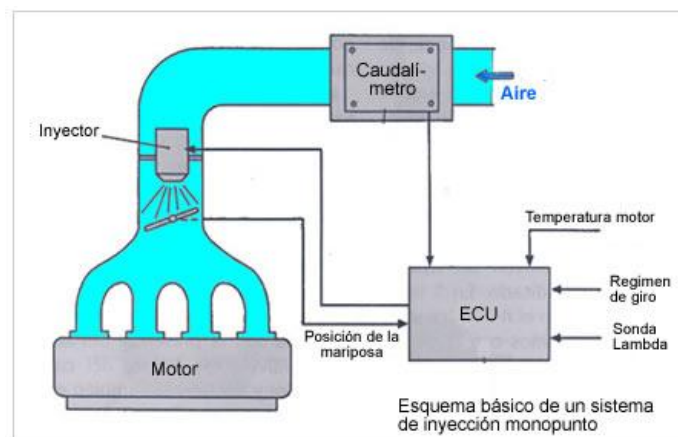


Figura 4: Componentes básicos del sistema de inyección monopunto, Recuperado de [http:// www.taringa.net/posts/autos-motos/13652426/Sistema-de-inyeccion-Monopunto.html](http://www.taringa.net/posts/autos-motos/13652426/Sistema-de-inyeccion-Monopunto.html)

Es el sistema más barato ya que solo lleva un inyector situado a la entrada del colector de admisión, la gasolina inyectada por este único inyector se distribuye por cada uno de los 4 conductos de admisión según la necesidad de cada cilindro.

Componentes del sistema de inyección monopunto: Bomba de combustible eléctrica, Filtro de combustible, Potenciómetro de mariposa (TPS.), Válvula de máxima presión del sistema, Inyector Unitario, Sensor MAF, Sensor de temperatura, Sonda lambda, Unidad de control, Sensor CKP.

Sistema de inyección multipunto. En la inyección multipunto (MPI), un inyector por cilindro es responsable de dosificar el combustible. Generalmente, el proceso de preparación de la mezcla tiene lugar inmediatamente antes del inyector, en el colector de admisión. La inyección de combustible controlada electrónicamente asegura una preparación óptima de la mezcla en cada cilindro. De este modo se cumplen los requisitos para una potencia del motor elevada, un consumo de combustible bajo y un buen comportamiento de emisión.

La inyección multipunto lo consigue mediante la preparación individual de la mezcla en cada cilindro, lo cual proporciona un gran nivel de suavidad de marcha y una reducción de las emisiones contaminantes.

El sistema de inyección multipunto descartó las mezclas distintas en la admisión de cada cilindro, como ocurría con el carburador y la inyección monopunto. Aparte, siempre había pérdidas o acumulación de gasolina en las paredes del múltiple de admisión. Controlados por un computador, los inyectores suministran la cantidad exacta necesaria para la combustión, sea cual fuere la condición de marcha del momento. Las órdenes del computador de inyección dependen de la lectura de diversos parámetros del motor.

Una de las particularidades de la Inyección Electrónica del tipo Multipunto es la búsqueda de la exactitud en el suministro de combustible, lo cual se logra tomando en cuenta varias circunstancias como ser la densidad del aire, las revoluciones o régimen a las que gira

el motor, la temperatura de éste y la carga, el oxígeno resultante luego de la combustión, etc. Para detectar eficazmente estas magnitudes son usados los sensores, los cuales proporcionan a la unidad electrónica de control la información necesaria para lograr una dosificación correcta del combustible, por ejemplo, el oxígeno residual de la mezcla es medido por la sonda lambda. El ciclo de trabajo de este sistema comienza en el mismo tanque de combustible de donde éste es extraído mediante una bomba eléctrica controlada por la unidad electrónica de control, enviando el combustible en primer lugar hacia el filtro, para luego llegar al tubo distribuidor en el cual es fijado la presión de inyección gracias al regulador de presión, para luego de allí pasar con la presión correcta a los inyectores, o bien el inyector de arranque en frío si es que el motor lo posee.

Es así que los sistemas de inyección electrónica logran la dosificación exacta del combustible que necesite el motor para un buen funcionamiento y una economía máxima. (Alonso, 2000, pág. 441)

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:

1. Simultanea: El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.
2. Semisecuencial: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.
3. 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.

Según las características de funcionamiento

- Inyección mecánica (K-jetronic)
- Inyección electromecánica (KE-jetronic)
- Inyección electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant, etc.)

Funcionamiento de la inyección electrónica

El funcionamiento se basa en la medición de ciertos parámetros de funcionamiento del motor, como son: el caudal de aire, régimen del motor, y son los que determinan la carga motor, es decir la fuerza necesaria de la combustión para obtener una potencia determinada.

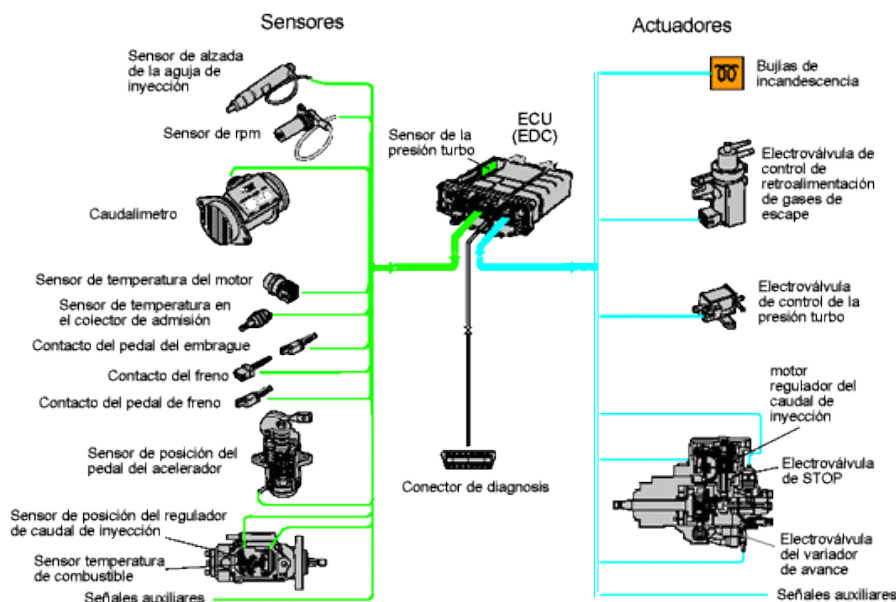


Figura 5: Funcionamiento general del sistema de inyección electrónica

Recuperado de <http://ciudadbarinas.olx.com.ve/cursos-inyeccion-electronica-diesel-y-nafta-iid-292692215>

Hay que suministrar el combustible a unos 2,5 - 3,5 bar a los inyectores, esto se logra con una bomba eléctrica situada a la salida del depósito o dentro del mismo.

Adicionalmente se toman en cuenta otros datos, como la temperatura del aire y del refrigerante, el estado de carga sensor MAP en los motores turboalimentados, posición de la mariposa y cantidad de oxígeno en los gases de escape sensor Lambda, entre otros. Estas señales son procesadas por la unidad de control, dando como resultado señales que se transmiten a los actuadores inyectores que controlan la inyección de combustible y a otras partes del motor para obtener una combustión mejorada, teniendo siempre en cuenta las proporciones aire/combustible.

El sensor MAP indica la presión absoluta del múltiple de admisión y el sensor EGO o Sonda lambda la cantidad de oxígeno presente en los gases de combustión.

Este sistema funciona bien si a régimen de funcionamiento constante se mantiene la relación aire / combustible, es decir el factor lambda cercana a la estequiométrica factor $\lambda = 1$. Esto se puede comprobar con un análisis de los gases de combustión, pero al igual que los sistemas a carburador, debe proveer un funcionamiento suave y sin interrupciones en los distintos regímenes de marcha.

Estos sistemas desde hace algún tiempo tienen incorporado un sistema de autocontrol o autodiagnóstico que avisa cuando algo anda mal, además existe la posibilidad de realizar un diagnóstico externo por medio de aparatos de diagnóstico

electrónicos que se conectan a la unidad de control de inyección y revisan todos los parámetros, indicando aquellos valores que estén fuera de rango.

La detección de fallas, llamados DTC Diagnostic Trouble Codes debe realizarla personal especializado en estos sistemas y deben contar con herramientas electrónicas de diagnóstico también especiales para cada tipo de sistema de inyección. La reparación de estos sistemas se limita al reemplazo de los componentes que han fallado, generalmente los que el diagnóstico electrónico da como defectuosos. (Coello, 2002, pág. 82)

Sensor: El sensor también llamado sonda o transmisor convierte una magnitud física como temperatura, revoluciones del motor, etc. o química como gases de escape, calidad de aire, etc. que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control.

Actuador: Se denomina actuadores a todos aquellos elementos que acatan la orden de la UC y efectúan una función (o corrección). Estos son alimentados por un relé después de contacto con 12 voltios y comandos por la ECU a través de masa o pulsos de masa que les permite actuar. (Alonso, 2000, pág. 443)

Subsistemas de la inyección electrónica de combustible

Los subsistemas de la inyección electrónica son los siguientes:

1. Subsistema de Control Electrónico.
2. Subsistema de Alimentación de Combustible.
3. Subsistema de Ingreso de Aire.
4. Subsistema de Autodiagnóstico.

Subsistema de Control Electrónico

Unidad de control electrónico: La Unidad Electrónica de Control está constituida por un conjunto de componentes electrónicos dispuestos en placas de circuito impreso, alojadas en una caja de aluminio, provistas de aletas para su refrigeración. Hasta la unidad llegan las diversas señales sobre el funcionamiento del motor, que son transmitidas por diferentes sensores, las evalúa y calcula las señales de activación para los elementos actuadores. El programa de control está almacenado en la memoria. De la ejecución del programa se encarga un microcontrolador. Tanto las señales de entrada como las de salida para los diferentes actuadores se transmiten a la unidad de control por medio de un conector múltiple.

Procesamiento de datos a la entrada: La unidad electrónica de control, consta en primer lugar de unas entradas de información que proceden de los sensores. Esta información, permanece mientras está en funcionamiento el motor, penetra por las “etapas de entrada” que está compuesta por dos elementos: el conformador de impulsos y el convertidor analógico digital (A/D).

Conformadores de Impulso.- Actúa para recibir los impulsos de tensión de los órganos de información del encendido. Estos impulsos son modificados en magnitud y en forma, para dejarlos en condiciones que puedan ser procesados por el microordenador. Una vez hechas estas transformaciones, pasan al circuito de entrada y salida.

Convertidor Analógico Digital (A/D).- Es el encargado de recibir las señales que se producen por variaciones de tensión y que corresponden al resto de la información enviada por los sensores. Sin embargo estas variaciones de tensión, que podrían ser procesadas de una manera analógica, es necesario convertirlas en señales digitales. Las señales pasan de ser convertidas, pero en vez deshacerlo en una tensión en forma de diente de sierra, de desarrollo lineal, que sería una señal analógica lo hace en una cifra o número de impulsos por medio de lo cual se puede definir como señal digital.

Desde las etapas de entrada, la información, pasa al interior del microordenador a través de un conducto de “Entrada/Salida”. Desde este punto los datos se distribuyen según su frecuencia a través del intercambiador de datos que lo transporta al “Bus”. El Bus está formado por un conjunto de líneas de transmisión que permiten el acceso a todas las unidades preparadas para la recepción. Son pues las vías a través de las cuales se alimenta de información a cada una de las unidades integradas de la ECU. (Crouse, 2007, pág. 344)

Procesamiento central de datos

Es realizado por un microprocesador o CPU “Unidad Central de Procesos” y contiene en su interior tres dispositivos fundamentales que son: una unidad lógica de cálculo (ALU), un acumulador y una unidad de control.

Unidad Lógica de Cálculo (ALU).- Realiza operaciones aritméticas como una calculadora y también operaciones lógicas. Los programas y datos que precisa para saber que ha de hacer los obtiene de la memoria ROM, mientras los datos que ha de procesar le viene de la memoria RAM que almacena los datos suministrados por los sensores.

Acumulador.- Es una memoria intermedia que le permite a la ALU guardar datos mientras trabaja con otros que tienen relación con lo que está procesando. Es pues una unidad de espera.

Unidad de Control.- Es el miembro activo que solicita los datos, controla las entradas y las salidas y el desarrollo de las operaciones. Toda la información requerida para el procesamiento de los datos durante esta etapa es requerida a través de las memorias principales que son:

Memoria ROM.- Como en todos los ordenadores la memoria ROM mantiene grabados los programas con todos los datos y curvas características, valores teóricos, etc. con los que ha de funcionar el sistema. Es una memoria no volátil que no puede borrarse.

Memoria RAM. Esta es la memoria de acceso aleatorio en la que se acumulan los datos de funcionamiento. Esta sección tiene tres funciones principales en la ECU. La primera función actúa como la libreta de apuntes de la ECU; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, la ECU utiliza la RAM.

La segunda función es almacenar información en el sistema multiplicador de aprendizaje a bloques (BLM) cuando el motor está apagado o funciona en lazo abierto. La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se ha detectado una falla del sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta re-arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira de la ECU. (Crouse, 2007, pág. 345)

Este trabajo se efectúa de una manera constante durante el funcionamiento del equipo y todo se borra al desconectar la instalación es decir es una memoria volátil.

Memoria PROM.- O memoria programable solo para leer, es la sección de calibración del chip en la ECU. El PROM funciona junto con la ROM para las funciones del ajuste fino del control de combustible y del tiempo de encendido para la aplicación específica.

El PROM es también una memoria no volátil. Contiene la información acerca del tamaño del motor, tipo de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia de rodamiento, coeficiente de arrastre y relación final de tracción.

Procesamiento de datos a la salida

Por último los datos elaborados salen al exterior a través de las llamadas “Etapas Finales” que mandan señales eléctricas elaboradas a los diferentes actuadores, como por ejemplo la electrobomba, la bobina de encendido, los inyectores.

Estas órdenes tienen la siguiente secuencia:

En lo que respecta a la electrobomba, el mantenimiento de la presión dentro de unos valores muy estrictos pues evidente que, al controlar la inyección por medio de tiempo, la cantidad de gasolina que salga durante los milisegundos de abertura del inyector dependerá mucho de la presión a que éste sometido el combustible dentro del circuito que lo contiene.

En cuanto al control de la bobina de encendido es otro de los fundamentales puntos que sirve para determinar el momento en que deberá saltar la chispa en cada uno de los cilindros, según la carga a la que esté sometido el motor en cada momento, y también según el régimen de giro al que se halle girando, cabe calcular exactamente los grados de adelanto del encendido que el motor debe tener para logra así su máximo rendimiento. La ECU puede atrasar o adelantar el tiempo de corte del primario de la

bobina y con ello obtener desde aquí un adelantado o atraso conveniente del encendido.

La salida de combustible a través de los inyectores, debe corresponder a una cantidad muy precisa para obtener una adecuada mezcla de gasolina de acuerdo con la cantidad de aire aspirado en una proporción que de pie al mejor funcionamiento posible del motor, a un quemado lo más completo posible de la mezcla y, por lo mismo, al mayor rendimiento posible de la combustión. (Crouse, 2007, pág. 346)

Otras funciones controladas por la ECU

Control de la inyección de combustible: Para un motor con inyección de combustible, una ECU determinará la cantidad de combustible que se inyecta basándose en un cierto número de parámetros. Si el acelerador está presionado a fondo. La ECU inyectará más combustible según la cantidad de aire que esté pasando al motor. Si el motor no ha alcanzado la temperatura suficiente, la cantidad de combustible inyectado será mayor (haciendo que la mezcla sea más rica hasta que el motor esté caliente). Sin embargo la ECU proporciona un control más minucioso. Por ejemplo, se utiliza un sistema de control de aprendizaje para mantener en todo momento una proporción óptima de mezcla en ralentí.

Control del tiempo de inyección: Un motor de ignición de chispa necesita para iniciar la combustión una chispa en la cámara de combustión. Una ECU puede ajustar el tiempo exacto de la chispa (llamado tiempo de ignición) para proveer una mejor potencia y un menor gasto de combustible. Si la ECU detecta un cascabeleo y analiza que esto se debe a que el tiempo de ignición se está adelantando al momento de la compresión, la ECU (retardará) el tiempo en el que se produce la chispa para prevenir la situación.

Control de la distribución de válvulas: Algunos motores poseen distribución de válvulas. En estos motores la ECU controla el tiempo en el ciclo del motor en el que las válvulas se deben abrir. Las válvulas se abren normalmente más tarde a mayores velocidades que a menores velocidades. Esto puede optimizar el flujo de aire que entra en el cilindro, incrementando la potencia y evitando la mala combustión de combustible.

Control bomba de combustible: La ECU controla, el voltaje aplicado a la bomba de combustible, éste reduce el voltaje aplicado a la bomba de combustible para así reducir el ruido de la bomba de combustible y el consumo de energía eléctrica en ralentí.

Auto-Diagnóstico: Verifica si los sistemas de señales de entrada y de salida hacia y desde la unidad de control son normales.

Control de régimen de marcha en vacío: Recibe señales de diversos sensores y regula el motor a régimen de marcha en vacío óptimo de acuerdo a la carga del motor.

Control Ralentí: Aumenta el régimen de marcha en vacío cuando el voltaje de la batería es bajo, o cuando hay muchos interruptores de carga accionados.

Control regulador de presión: Aumenta temporalmente la presión de combustible cuando se pone en marcha el motor con elevada temperatura de refrigerante. Existe otro módulo además de la unidad de control. (Crouse, 2007, pág. 346)

Sensores del sistema de inyección electrónico controlados por la ECU.

Unidad de control eléctrico (ECU): Es el cerebro del sistema. Es ella que determina el volumen ideal de combustible a ser pulverizado, con base en las informaciones que recibe de los sensores del sistema.

De esta forma la cantidad de combustible que el motor recibe, se determina por la unidad de comando, por medio del tiempo de apertura de las válvulas, también conocido por tiempo de inyección. (Bosch, 2006, pág. 15)



Figura 6: Unidad de control sistema Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 15

Sonda lambda (sensor de oxígeno): La sonda lambda está instalada en el tubo de escape del vehículo, en una posición donde se logra la temperatura ideal para su funcionamiento, en todos los regímenes de trabajo del motor.

La sonda está instalada en el tubo de escape, de una forma que un lado está permanentemente en contacto con los gases de escape, y otro lado en contacto con el aire exterior. Si la cantidad de oxígeno en los dos lados no es igual, se producirá una señal eléctrica (tensión) que será enviado para la unidad de comando. Por medio de este señal enviado por la sonda lambda, la unidad de comando podrá variar el volumen de combustible pulverizado.

El buen rendimiento de la inyección y la reducción de los gases contaminantes dependen del funcionamiento de la sonda. Como ella está constantemente expuesta a los gases de la combustión, con el tiempo necesita ser reemplazada. (Bosch, 2006, pág. 13)

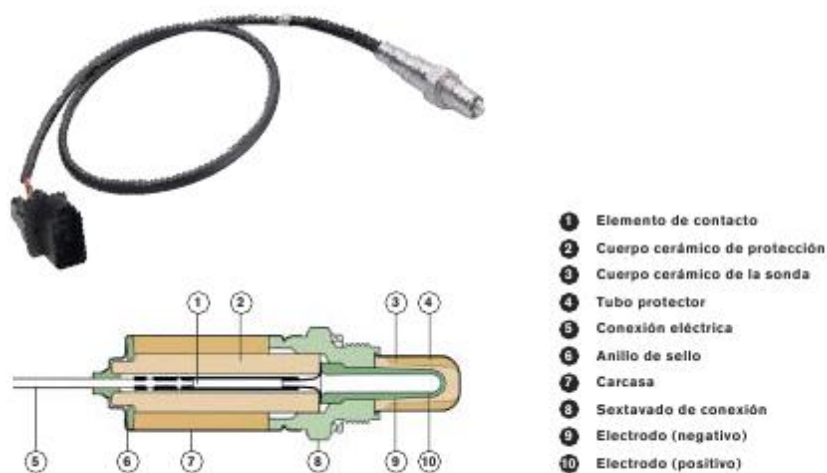


Figura 7: Sonda Lambda sistema Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 13

Medidor de flujo de aire (MAF) 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. (Bosch, 2006, pág. 15)



Figura 8: Medidor de flujo de aire sistema Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 15

Medidor de masa de aire (MAP): 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. También por esa información, la unidad de comando determina el exacto volumen de combustible para las diferentes condiciones de funcionamiento del motor. (Bosch, 2006, pág. 15)



Figura 9: Medidor de flujo de aire sistema Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 15

Potenciómetro de la mariposa. El potenciómetro está fijado en el eje de la mariposa de aceleración. Él informa todas las posiciones de la mariposa.

De esta forma, la unidad de comando recibe estas precisas informaciones y por medio de ellas, modifica el suministro de combustible de acuerdo con las necesidades del motor. (Bosch, 2006, pág. 17)



Figura 10: Potenciómetro de la mariposa sistema Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 17

En el sistema mono-motronic (mono punto) el potenciómetro de la mariposa, no se suministra en separado, solamente junto con el cuerpo de la mariposa.

Razón:

Por ser la mayor información para la unidad de comando, su correcta información depende de la exacta posición con la mariposa.

Cuando se retira el potenciómetro del cuerpo de mariposa, y lo reemplazamos por otro, difícilmente se ajustará en su posición adecuada, generando:

- Mal funcionamiento del motor;
- Aumento de los gases contaminantes;

- Aumento en el consumo de combustible;
- Inestabilidad en el ralentí.

Interruptor de la mariposa de aceleración: El interruptor está fijado en el cuerpo de la mariposa y se acciona por el eje de aceleración.

Posee dos posiciones: de carga máxima y de ralentí (marcha lenta). Los contactos se cierran en estas condiciones. Problemas en estos componentes afectan el rendimiento del motor. (Bosch, 2006, pág. 18)



Figura 11: Interruptor de la mariposa de aceleración sistema Bosch, Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 18

Subsistema de Alimentación de Combustible

Bomba eléctrica: El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, que lo suministra bajo presión a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección.

La bomba provee más combustible de que lo necesario, a fin de mantener en el sistema una presión constante en todos los regímenes de funcionamiento, lo excedente retorna al tanque.

La bomba no presenta ningún riesgo de explosión, porque en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. En la bomba no hay mantenimiento, es una pieza sellada. Debe ser probada y reemplazada si es necesario.

La bomba puede estar instalada dentro del tanque de combustible (bomba IN TANK). O tienen larga vida útil y está instalada fuera del tanque (IN LINE). (Bosch, 2006, pág. 9)

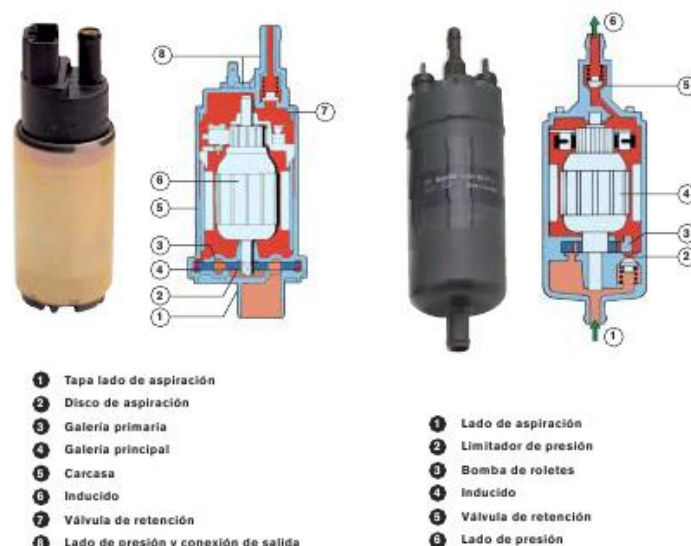


Figura 12: Bomba in tank y bomba in line del sistema Bosch, Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 9

Regulador de presión: El regulador mantiene el combustible bajo presión en el circuito de alimentación, incluso en las válvulas de inyección.

Instalado en el tubo distribuidor o en el circuito junto con la bomba, es un regulador con flujo de retorno.

Este garantiza presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de revolución. Cuando se sobrepasa la presión, ocurre una liberación en el circuito de retorno. El combustible retorna al tanque sin presión. Necesita ser probado por el mecánico, y reemplazado si necesario.

Si hubiera problemas en este componente, el motor tendrá su rendimiento comprometido. (Bosch, 2006, pág. 10)

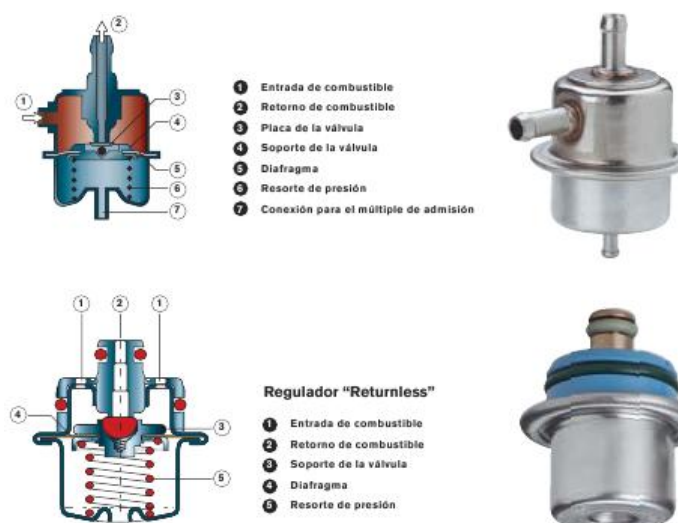


Figura 13: Regulador de presión del sistema Bosch, Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 10

Filtro de combustible: Es lo que más se desgasta en el sistema. El filtro está instalado después de la bomba, reteniendo posibles impurezas contenidas en el combustible.

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

Este es el motivo principal para que el combustible tenga una dirección indicada en la carcasa del filtro. Es el componente más importante para la vida útil del sistema de inyección. Se recomienda cambiarlo a cada 20.000 kms en promedio.

En su mayoría, los filtros están instalados bajo del vehículo, cerca del tanque. Por no estar visible, su reemplazo muchas veces se olvida, lo que produce una obstrucción en el circuito. El vehículo puede parar y dañar la bomba. (Bosch, 2006, pág. 11)



Figura 14: Filtro de combustible sistema Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág. 11

Válvula de inyección: En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que resultará en la combustión.

Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando. Para obtener la perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión. Por lo tanto, el ángulo de inyección de combustible difiere de motor para motor, como también la cantidad de orificios de la válvula.

Como las válvulas son componentes de elevada precisión, se recomienda revisarlas regularmente. (Bosch, 2006, pág. 14)

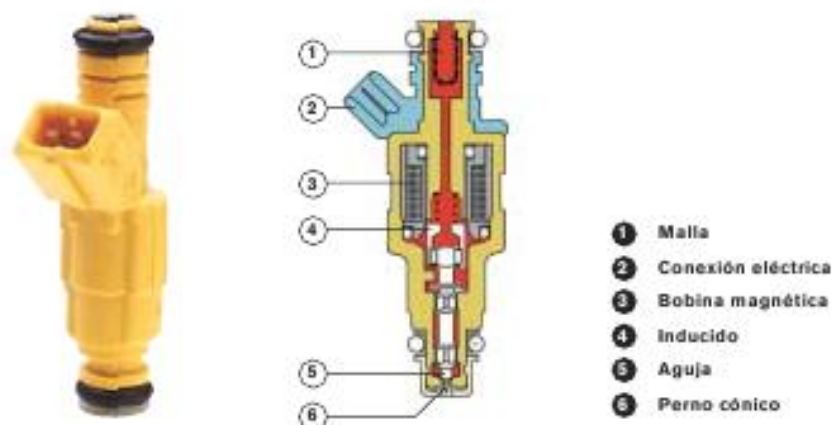


Figura 15: Inyector Bosch,
Recuperado de Sistemas de Inyección Electrónica, Manual Bosch, pág.14

En la figura siguiente observaremos el trabajo del inyector en el cual se explica cada uno de los pasos que realiza el inyector para lograr esa curva en condiciones de trabajo normales.

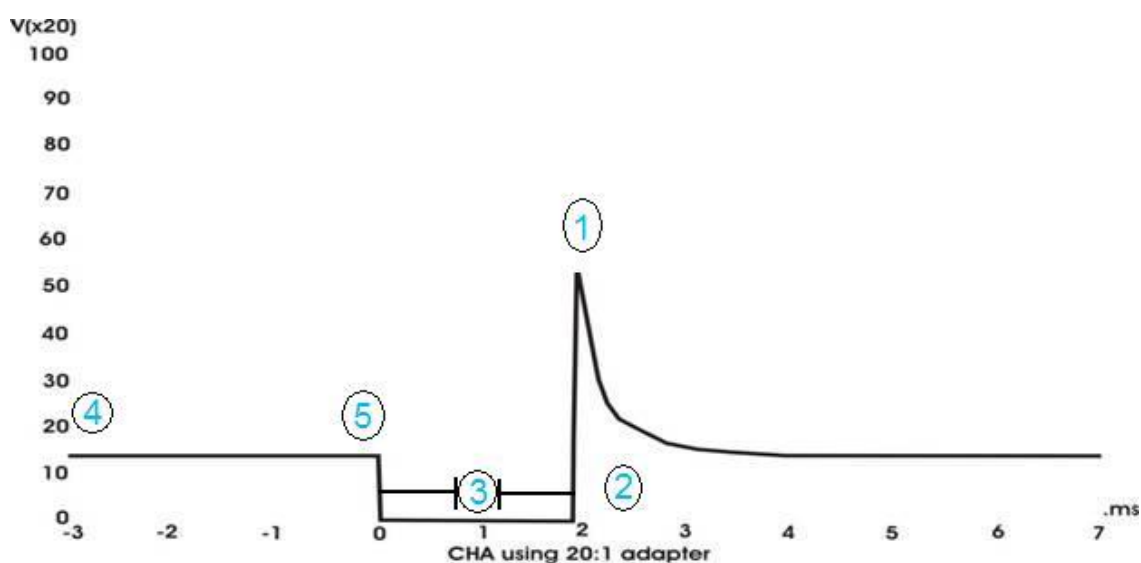


Figura 16: Forma de onda de un inyector,
Recuperado de https://code.google.com/p/open_5xxxecu/wiki/Injector_driver_theory_spanish.

El alto voltaje en (1) es producido por la sobrecarga que ocurre cuando la corriente es cortada y el campo magnético del solenoide del inyector colapsa.

En (2) es el punto en el cual el módulo de control desactiva la corriente deja de fluir. Es el fin del pulso de inyección.

En el punto (3), representa el periodo de tiempo en el cual el inyector está entregando combustible y cuyo tiempo puede ser determinado verificando la escala en el osciloscopio esto varía según el número de rpm.

El punto (4) representa el voltaje entregado al inyector, normalmente de 12 Voltios.

Finalmente el punto (5) es el punto en el cual el módulo de control activa conectando el solenoide, e iniciando la inyección de combustible. (Bosch, 2006, pág. 43)

Subsistema de Ingreso de Aire

El sistema de admisión es el conjunto de dispositivos que permiten que ingrese el aire comburente a las cámaras de combustión del motor.

Este sistema suministra el aire al motor. El aire que ha sido tomado dentro y limpiado por el filtro de aire, fluye hacia el tanque de compensación de acuerdo con el ángulo de abertura de la válvula del acelerador. Luego es distribuido a los cilindros a través del múltiple de admisión, la cantidad de aire de admisión es detectada por un medidor del flujo de aire ó sensor de vacío, a fin de hacer la apropiada mezcla de aire- combustible.

El computador luego envía señales de inyección de combustible para el sistema de combustible de acuerdo con el volumen de aire de admisión.

Las funciones principales de la admisión:

- Filtrar el aire atmosférico de forma que llegue limpio al motor.
- Medir y regular la cantidad de aire que formará la mezcla explosiva.
- Atenuar el ruido procedente del interior del motor.
- Distribuir adecuadamente el aire entre los puertos de admisión del motor.

Composición del sistema de admisión:

Filtros o Elementos filtrantes: están diseñados para extraer contaminantes del aire que entra al sistema de admisión. Éste es el componente más fiable del sistema de filtración de admisión. El elemento filtrante de aire interno o secundario generalmente calza dentro del elemento externo. El elemento interno a veces se denomina elemento de seguridad. (Cascajosa, 2005, pág. 63)



Figura 17: Filtro de Aire,

Recuperado de http://es.123rf.com/photo_15093701_filtro-suministra-el-aire-al-motor-de-combustion-interna-contr-el-filtro-de-polen.html

Múltiple de admisión: este múltiple posee un conducto para conducir la mezcla de aire-combustible hecha por el carburador para cada uno de los cilindros. Es necesario que el múltiple de admisión sea conformado para que la mezcla aire-combustible sea distribuida uniforme y fácilmente. (Casajosa, 2005, pág. 65)

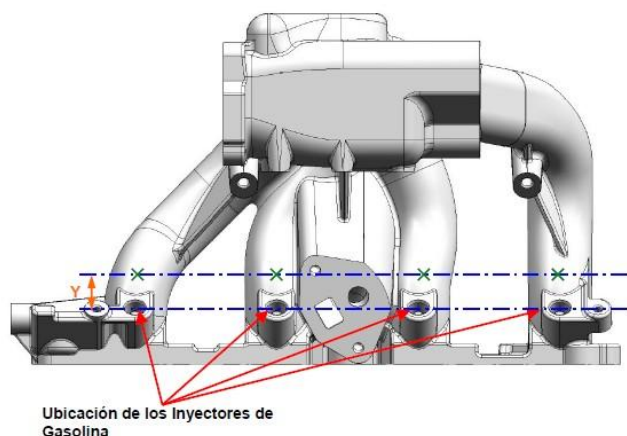


Figura 18: Colector de Aire,

Recuperado de <http://istoriadelamecanicaautomotriz.blogspot.com/>

Purificador de Aire: el aire fresco contiene polvo. Si este polvo ingresa a los cilindros con el aire de admisión, desgastará los cilindros y contaminará el aceite lubricante. Como resultado se acortará la vida útil del motor del motor. (Casajosa, 2005, pág. 65)

Tipos de purificadores de aire

Depurador de Aire Tipo de Baño en Aceite: un depurador de este tipo contiene aceite en la parte inferior de la caja del depurador. El elemento está fabricado de lana metálica impregnada de aceite. El aire de admisión pasa a través del elemento del filtro, en donde es limpiado por la lana de metal aceitada antes de ingresar al motor.

Depurador de Aire Tipo Ciclón: un depurador de aire tipo ciclón utiliza un elemento de papel y tiene aletas que crean turbulencia de aire. Las partículas grandes de polvo, arena,

etc. son atrapadas dentro de la caja del depurador mediante la fuerza centrífuga de la turbulencia del aire. Las partículas pequeñas son atrapadas por el elemento de papel. Este diseño reduce la obstrucción del elemento del filtro y no necesita mantenimiento frecuente como en algunos otros tipos.

Depurador de Aire Tipo Elemento de Papel: este tipo de depurador contiene un elemento que está fabricado de papel o tela. El elemento está dentro de la caja del depurador de aire, Algunos depuradores de aire tipo de papel usan elementos que pueden lavarse con agua. (Cascajosa, 2005, pág. 67)

Subsistema de Autodiagnóstico

En la medida que los circuitos electrónicos, los sensores y las computadoras fueron integrándose al automóvil, se hizo necesaria la función de sistemas de diagnóstico. Estos sistemas también electrónicos se pueden clasificar en dos categorías:

- Diagnóstico externo
- Diagnóstico interno o de abordó

En el diagnóstico externo se emplean instrumentos separados del vehículo en donde se corren rutinas de diagnóstico del vehículo. El diagnóstico interno incorpora las pruebas en la computadora del auto ECU.

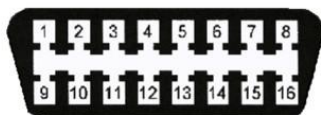
El sistema de auto diagnóstico de abordó OBD cuenta con una luz piloto que se denomina "check engine" e informa al conductor que hay una falla y debe prestar atención.

Sistema de diagnóstico OBD II

Se trata de un sistema de diagnóstico integrado en la gestión del motor, ABS, etc. del vehículo, por lo tanto es un programa instalado en las unidades de mando del motor. Su función es vigilar continuamente los componentes que intervienen en las emisiones de escape. En el momento en que se produce un fallo, el OBD lo detecta, se carga en la memoria y avisa al usuario mediante un testigo luminoso situado en el cuadro de instrumentos denominado Check Engine. El hecho de denominarse EOBD II es debido a que se trata de una adaptación para Europa del sistema implantado en EEUU, además de tratarse de una segunda generación de sistemas de diagnóstico. El OBD, por el hecho de vigilar continuamente las emisiones contaminantes, ha de tener bajo control no solo a los componentes, sino también el correcto desarrollo de las funciones existentes en el sistema de gestión del motor, por lo que se convierte en una excelente herramienta que debe facilitar la diagnosis de averías en los sistemas electrónicos del automóvil. (Crouse, 2007, pág. 418)

La incorporación del sistema de diagnóstico OBD viene impuesto por las directivas de la Unión Europea que pretenden minimizar y reducir la emisión de determinados gases de los automóviles y evitar la contaminación atmosférica para preservar el medio ambiente.

Terminales del Conector OBDII



1 – Sin uso	9 – Sin uso
2 - J1850 Bus positivo	10 - J1850 Bus negativo
3 – Sin uso	11 – Sin uso
4 - Tierra del Vehículo	12 – Sin uso
5 – Tierra de la Señal	13 – Tierra de la señal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 - Línea K	15 - ISO 9141-2 - Línea L
8 – Sin uso	16 - Batería - positivo

Figura 19: Terminales del conector OBD2,
Recuperado de http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=119

Control en los motores de gasolina

1. Vigilancia del rendimiento del catalizador.
2. Diagnóstico de envejecimiento de sondas lambda.
3. Prueba de tensión de sondas lambda.
4. Sistema de aire.
5. Sistema de recuperación de vapores de combustible cánister.
6. Prueba de diagnóstico de fugas.
7. Sistema de alimentación de combustible.
8. Fallos de la combustión - Funcionamiento del sistema de comunicación entre unidades de mando, por ejemplo el Can-Bus.
9. Control del sistema de gestión electrónica.
10. Sensores y actuadores del sistema electrónico que intervienen en la gestión del motor o están relacionados con las emisiones de escape.

Requerimientos que exige el sistema OBD II

El OBD permite estandarizar los códigos de averías para todos los fabricantes y posibilitar el acceso a la información del sistema con equipos de diagnosis universales. Proporciona información sobre las condiciones operativas en las que se detectó y define el momento y la forma en que se debe visualizar un fallo relacionado con los gases de escape. Los modos de prueba de diagnóstico OBDII han sido creados de forma que sean comunes a todos los vehículos de distintos fabricantes. De esta forma es indistinto tanto el vehículo que se esté chequeando como el equipo de diagnosis que se emplee, las pruebas se realizarán siempre de la misma forma. (Crouse, 2007, pág. 419)

Modos de medición

El conector de diagnosis normalizado, deber ser accesible y situarse en la zona del conductor. Los modos de medición son comunes todos los vehículos y permiten desde registrar datos para su verificación, extraer códigos de averías, borrarlos y realizar pruebas dinámicas de actuadores. El software del equipo de diagnosis se encargará de presentar los datos y facilitar la comunicación. Los modos en que se presentan la información se halla estandarizado y son siguientes:

Modo 1 Identificación de Parámetro, es el acceso a datos en vivo de valores analógicos o digitales de salidas y entradas a la ECU. Este modo es también llamado flujo de datos. Aquí es posible ver, por ejemplo, la temperatura de motor o el voltaje generado por una sonda lambda.

Modo 2 Acceso a Cuadro de Datos Congelados. Esta es una función muy útil del OBD-II porque la ECU toma una muestra de todos los valores relacionados con las emisiones, en el momento exacto de ocurrir un fallo. De esta manera, al recuperar estos datos, se pueden conocer las condiciones exactas en las que ocurrió dicho fallo. Solo existe un cuadro de datos que corresponde al primer fallo detectado.

Modo 3 Este modo permite extraer de la memoria de la ECU todos los códigos de fallo almacenados.

Modo 4 Con este modo se pueden borrar todos los códigos almacenados en la PCM, incluyendo los DTCs y el cuadro de datos grabados.

Modo 5 Este modo devuelve los resultados de las pruebas realizadas a los sensores de oxígeno para determinar el funcionamiento de los mismos y la eficiencia del convertidor catalítico.

Modo 6 Este modo permite obtener los resultados de todas las pruebas de abordó.

Modo 7 Este modo permite leer de la memoria de la ECU todos los DTCs pendientes.

Modo 8 Este modo permite realizar la prueba de actuadores. Con esta función, el mecánico puede activar y desactivar actuadores como bombas de combustible, válvula de ralentí, etc. (Crouse, 2007, pág. 420)

Detección de a averías en el cuadro de instrumentos

En el cuadro de instrumentos se dispone de un testigo luminoso de color amarillo con el ideograma de un motor. Este testigo se enciende al accionar la llave de contacto y debe lucir hasta unos 2 segundos después del arranque del motor. Esta es la forma en que se verifica el correcto funcionamiento del testigo, por parte del técnico o del usuario.

- Destellos ocasionales indican averías de tipo esporádico.

- Cuando el testigo permanece encendido constantemente existe una avería de naturaleza seria que puede afectar a la emisión de gases o a la seguridad del vehículo.
- En el supuesto que se detecte una avería muy grave susceptible de dañar el motor o afectar a la seguridad, el testigo de averías luce de manera intermitente. En este caso se deberá parar el motor. (Crouse, 2007, pág. 421)

Códigos de averías

El formato de los códigos de averías presenta una codificación común a todos los sistemas con cinco dígitos:

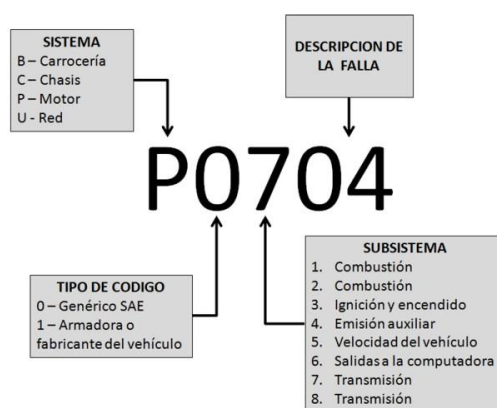


Figura 20: Códigos de falla en el sistema OBD2,
Recuperado de <http://www.e-auto.com.mx/ew/index.php/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3474-que-es-obdii-01>

1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema.

En el campo automotriz, los avances junto con la tecnología avanzan a grandes pasos. Los motores de combustión interna han ido evolucionando rápidamente, llegando a los motores de inyección electrónica.

Debido al avance y desarrollo de los mismos es muy importante tener como una herramienta de trabajo un módulo pruebas de inyección electrónica, ya que permite a los estudiantes aprender de una forma muy práctica el funcionamiento del sistema y es muy útil en las universidades y centros tecnológicos para un mejor desarrollo de destrezas.

1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica.

Este módulo de pruebas se enfocara para trabajar en la parte de sensores, actuadores y el funcionamiento de la ECU.

Esto permitirá un buen conocimiento del sistema de inyección electrónica, adicionalmente permitirá tomar valores en condiciones normales y al momento que se simula la falla se podrá verificar las curvas de cada uno de los elementos que componen parte de la inyección electrónica con la adquisición de datos obtenidos.

1.2.3. Marco Conceptual.

Motor de combustión interna: Un motor de combustión interna es una máquina térmica que transforma la energía química del combustible, por medio de la expansión del mismo al someterlo a grandes presiones y una chispa, en energía mecánica para generar movimiento.

Módulo de pruebas: Es una herramienta desarrollada para comprobar el buen funcionamiento en el sistema de inyección electrónica o detectar fallas en los elementos electrónicos que son comandados por la computadora.

Prácticas de laboratorio: Las prácticas de laboratorio son un complemento para el entendimiento de la materia y pone en práctica las habilidades y conocimientos de cada estudiante, es muy importante ya que les proporcionará el conocimiento para la vida profesional.

1.2.4. Identificación y Caracterización de las Variables.

La relación de causa – efecto definirá las variables que van a afectar a este tema de investigación.

Las variables independientes principales en el tema de este proyecto de grado son:

- Revoluciones del motor.
- Presión atmosférica.

Otras variables independientes secundarias son:

- Temperatura.
- Aire.

El “aprendizaje del estudiante” será tomada como la variable dependiente, ya que depende de cada uno de ellos el buen manejo del módulo simulando la falla de una manera efectiva para poder identificar y solucionar de la manera adecuada, este módulo tiene como finalidad ayudar al buen aprendizaje lo que tiene como fin el tema del proyecto de grado.

CAPÍTULO II

MÉTODO

2.1 NIVEL DE ESTUDIO

2.1.1 Descriptivo

La inyección electrónica está compuesta por sensores, actuadores y la unidad de control electrónica ECU. Se utiliza este tipo de estudio ya que el problema de investigación requiere una descripción sistemática del proceso de elaboración del módulo de pruebas, especificando cada uno de sus componentes la función que realiza y el código de error que puede simular la falla de uno de sus sensores.

El usuario del módulo de pruebas será el encargado de generar el fenómeno o a su vez un código de error. De acuerdo al código de error almacenado en la memoria de la ECU, se podrá determinar a qué parte del funcionamiento de la inyección electrónica está afectando de esta manera se podrá dar una solución rápida y efectiva.

2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La modalidad de investigación que se requiere para el desarrollo de este proyecto de fin de carrera deberá satisfacer las necesidades que nacen al escoger el tema de investigación la modalidad de campo y proyecto especial.

Se requiere modalidades en las que se pueda controlar el fenómeno de estudio y a su vez permita obtener datos directos de donde se encuentra el objeto de estudio.

2.2.1 De campo

Los datos serán recogidos directamente de cada uno de los conectores instalados en el módulo del vehículo Chevrolet Spark en el taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UISEK.

2.2.2 Proyecto Especial

Se ha escogido esta modalidad ya que su objetivo principal es la elaboración de un producto perceptible.

Al obtener como resultado final un módulo de pruebas que permita el estudio del sistema de inyección electrónica, se está aportando al desarrollo de capacidades y destrezas que serán necesarias para la vida profesional del estudiante.

2.3 MÉTODO

Para realizar el módulo de fallas se realizó varios procedimientos para identificar cada uno de los cables que maneja la ECU y así poder realizar la instalación del módulo.

Primero se identificó donde se encontraba ubicada la ECU y a reconocer cada uno de los sensores, posteriormente en cada uno de los sensores se verificó cual de los cables era el que comunicaba con la ECU este procedimiento se realizó con el multímetro en la escala de continuidad para poder realizar un circuito básico y así implementar el módulo de fallas en el vehículo, este procedimiento se realizó para cada sensor y actuador que interviene en la inyección electrónica.

A continuación se describirá cada uno de los sensores y actuadores en los que se realizó el procedimiento anteriormente mencionado, se dará una breve explicación de la

función que realiza, la tabla de conexiones que se utilizó para poder realizar el circuito básico y se colocará el circuito básico de cada elemento.

Sensor MAP

EL sensor de Presión Absoluta del Múltiple obtienen información sobre los cambios en el vacío del motor y en el múltiple de admisión para regular la cantidad de combustible que será inyectado.



Figura 21: Ubicación sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Antes de realizar la adquisición de datos para ver en los valores que trabaja el sensor MAP primero se procedió a identificar cada uno de los pines y la señal que maneja según la codificación del cable.

Tabla 1

Conexión del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark

Pines del sensor	Descripción	Color de cable
1	Alimentación 5V	Azul / Rojo
2	Señal del sensor	Verde / Plata
3	Masa	Naranja / Negro

Autor: Xavier Romero (2013)

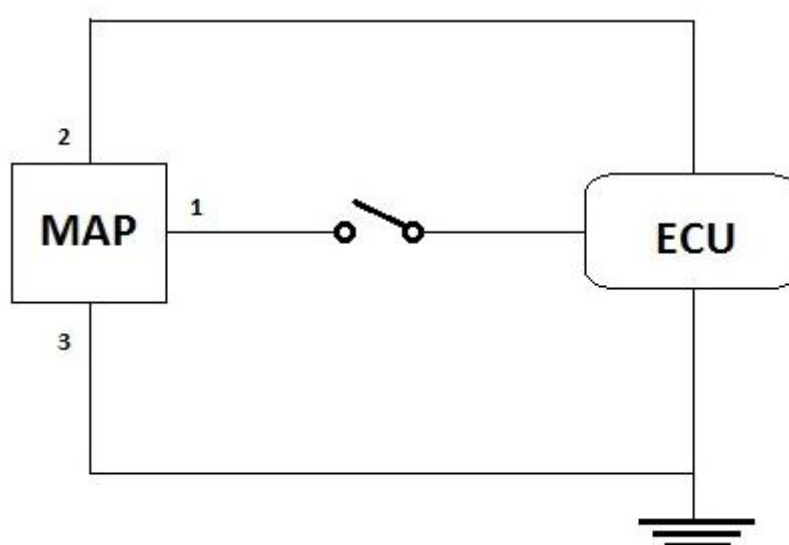


Figura 22: Circuito de señal del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Sensor TPS

Para que el motor tenga un funcionamiento óptimo en los distintos regímenes de funcionamiento, la ECU necesita conocer los estados de plena carga del motor así como el estado en el que el pedal no se encuentra acelerando, estos datos son adquiridos mediante el Sensor de Posición de la Mariposa TPS.



Figura 23: Ubicación sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Antes de realizar la adquisición de datos, se procedió a identificar cada uno de los pines y la señal que maneja según la codificación del cable.

Tabla 2

Conexión del sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark

Pines del sensor	Descripción	Color de cable
1	Masa	Negro
2	Señal del sensor	Azul / Gris
3	Señal del sensor	Verde / Rojo
4	Alimentación 5V	Azul / Rojo
5	Señal del sensor	Azul
6	-	-
7	Señal del sensor	Blanco / Rojo
8	Alimentación 5V	Azul / Blanco

Autor: Xavier Romero (2013)

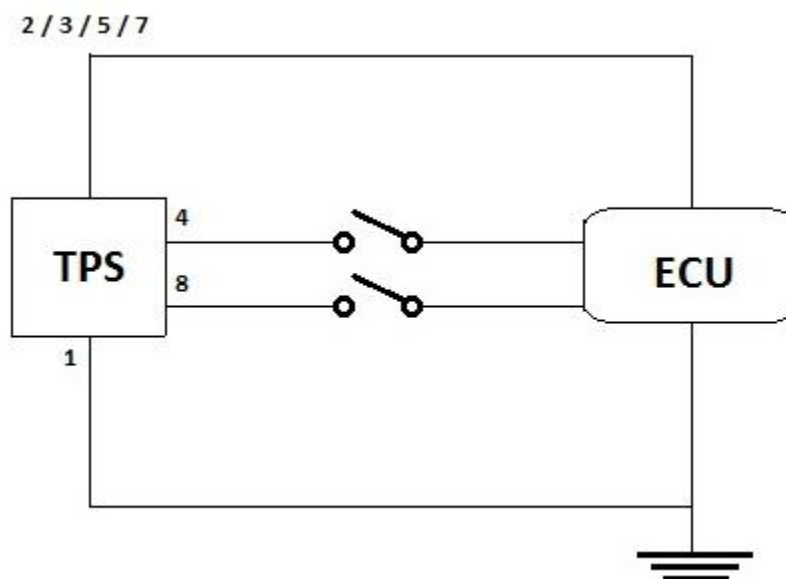


Figura 24 : Circuito de señal del TPS del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Sensor ECT

El sensor de temperatura del refrigerante es el encargado de enviar la señal que informa al computador la temperatura del refrigerante del motor.



Figura 25 : Ubicación del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Tabla 3*Conexión del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark*

Pines del sensor	Descripción	Color de cable
1	Masa	Negro
2	Alimentación 5V	Amarillo

Autor: Xavier Romero (2013)

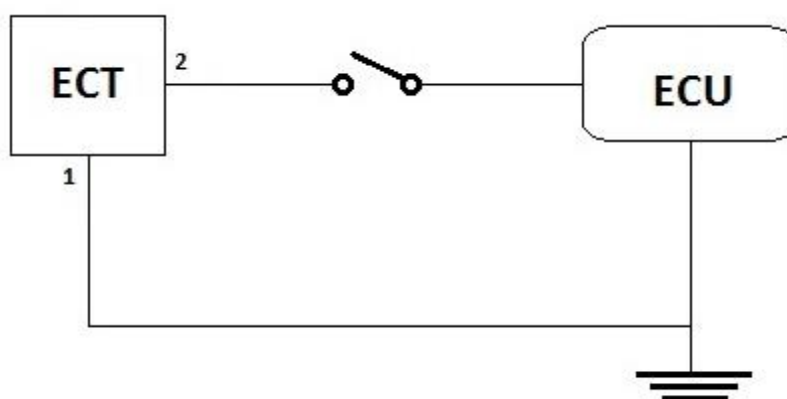


Figura 26: Circuito de señal del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Sensor IAT

La temperatura del aire que ingresa en el motor, es uno de los aspectos esenciales a ser medido y enviado a la ECU, esta información junto con el flujo de masa de aire da una idea exacta para poder inyectar el combustible.

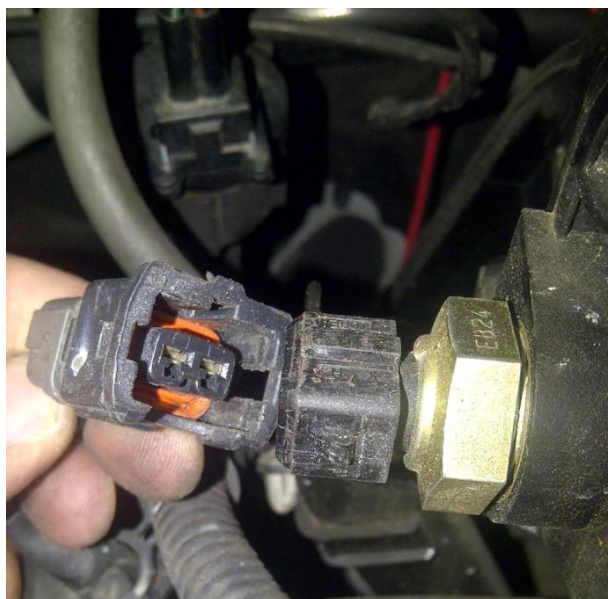


Figura 27: Ubicación del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013).

Tabla 4

Conexión del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark

Pines del sensor	Descripción	Color de cable
1	Masa	Naranja / Negro
2	Alimentación 5V	Café / Verde

Autor: Xavier Romero (2013)

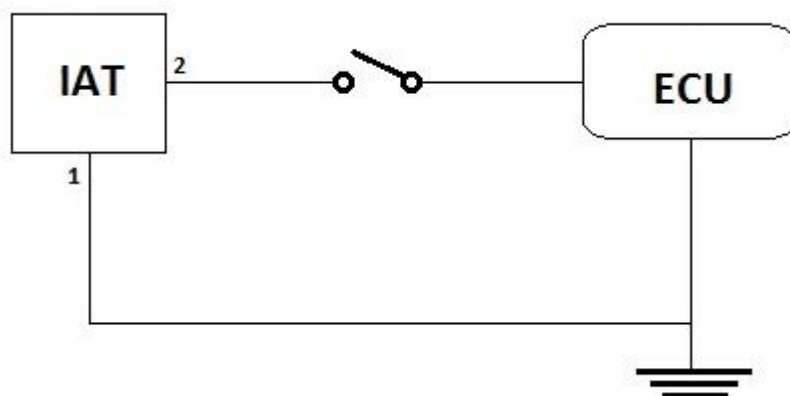


Figura 28 : Circuito de señal del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal CKP está formado por un imán permanente al cual esta enrollado una espiral. Cerca del sensor se encuentra una rueda dentada volante motor o polea del cigüeñal que gira en sincronía con el motor. Para la sincronización del encendido y del tiempo de inyección. El sensor CKP genera una señal con cada diente los cuales están posicionados a determinados grados según el cilindraje del motor, el número de ciclos dependerá del número de dientes este sensor trabaja como efecto hall. Cuando el sensor se encuentra frente al imán se eleva el voltaje mientras que si el sensor se encuentra en un diente sucede lo contrario.



Figura 29: Ubicación del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Tabla 5

Conexión del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark

Pines del sensor	Descripción	Color de cable
1	Señal del sensor	Amarillo / Rojo
2	Señal de Retorno	Negro / Amarillo
3	Masa	Negro / Blanco

Autor: Xavier Romero (2013)

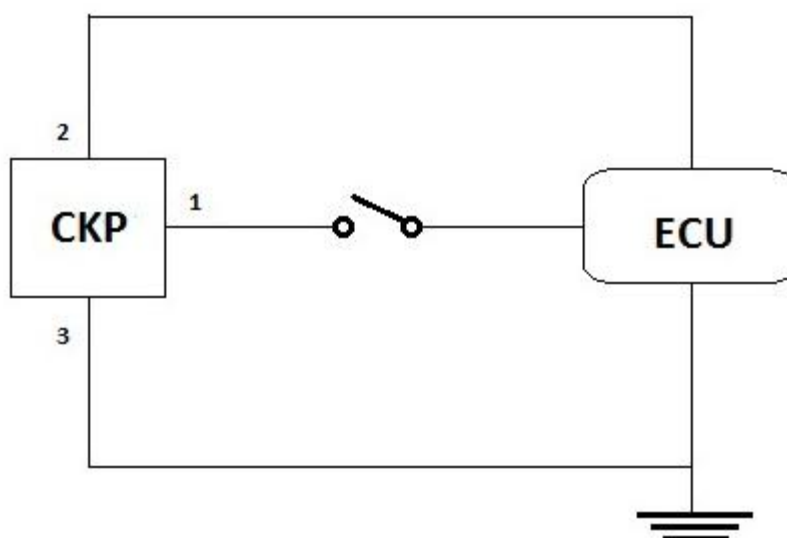


Figura 30: Circuito del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark,
Xavier Romero (2013)

Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)

El sensor de posición del árbol de levas CMP, es utilizado conjuntamente con el sensor CKP. Igualmente que el CKP este sensor trabaja de la misma manera



Figura 31: Ubicación del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Tabla 6

Conexión del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark

Pines del sensor	Descripción	Color de cable
1	Alimentación 5V	Café / Rojo
2	Masa	Café / Amarillo
3	Señal del sensor	Naranja / Negro

Autor: Xavier Romero (2013)

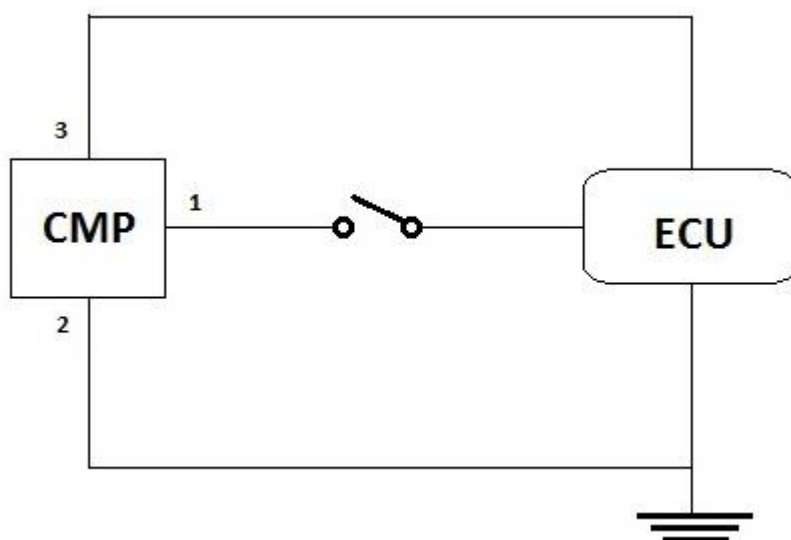


Figura 32: Circuito de señal del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Inyectores

Este componente del sistema es el encargado de inyectar el combustible al interior del cilindro, al momento de realizar las pruebas se determinó que el sistema de inyección del vehículo Chevrolet Spark es secuencial ya que inyecta el combustible en los cilindros de uno en uno de forma sincronizada y es fácil identificar también por la codificación de los cables.

Tabla 7

Conexión de los inyectores del vehículo Chevrolet Spark

Pines del Inyector		Descripción	Color de cable
N°1	59	Pulso de activación de la ECU	Rojo / Amarillo
	5	Alimentación 12V	Naranja / Negro
N°2	90	Pulso de activación de la ECU	Azul / Rojo
	5	Alimentación 12V	Naranja / Negro
N°3	60	Pulso de activación de la ECU	Verde / Rojo
	5	Alimentación 12V	Naranja / Negro
N°4	89	Pulso de activación de la ECU	Café
	5	Alimentación 12V	Naranja / Negro

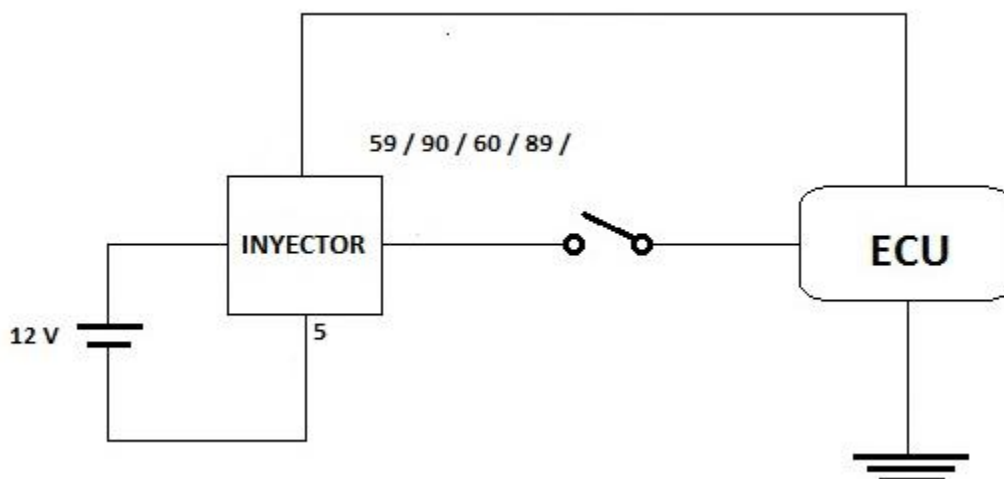


Figura 33: Circuito de señal de Inyectores del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Bobinas de ignición

Las bobinas en conjunto con el sistema de encendido electrónico, tiene la función de producir la chispa con potencia suficiente para realizar una buena combustión. En el vehículo Chevrolet Spark tenemos el sistema DIS (Direct Ignition Sistem), una bobina para dos cilindro por lo tanto está compuesto por un conjunto de dos bobinas para los cuatro cilindros.



Figura 34: Ubicación de la bobina del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Tabla 8*Conexiones del encendido DIS del vehículo Chevrolet Spark*

Pines de la bobina	Descripción	Color de cable
31	Pulso de activación del bloque 1 y 4	Azul / Rojo
3	Alimentación 12V	Rojo / Amarillo
32	Pulso de activación del bloque 2 y 3	Rojo

Autor: Xavier Romero (2013)

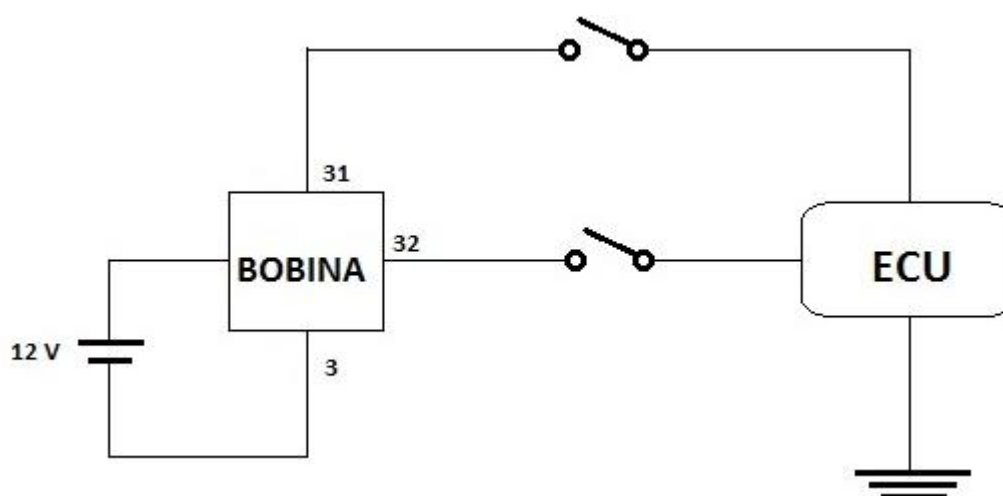


Figura 35: Circuito de señal de la bobina del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

2.3.1 Método Inductivo-Deductivo

Basándose en la investigación de campo se recolectan los datos necesarios para comprender el funcionamiento de un componente en especial, llegando a un conocimiento general de dicho elemento.

El conocimiento general que se obtiene por parte del método Inductivo es la teoría que se imparte en las aulas de clase, ésta es una noción global del funcionamiento del sistema.

Al momento de la práctica se utiliza el método deductivo, que conduce a la obtención de conocimientos de un menor nivel pero especializados. Las leyes que engloban el

funcionamiento de un sistema, deberán aplicarse a los componentes del automóvil en el cual se ha de implementar el módulo de pruebas.

El método Inductivo-Deductivo encierra la idea general que se necesita implementar como una forma práctica complementaria para la materia.

2.4 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto de fin de carrera se utilizaron herramientas especializadas para el diagnóstico en el campo automotor, así, el multímetro que es una herramienta básica que nos permite tomar valores referenciales para comprobar el buen funcionamiento de cada componente del sistema de inyección electrónica y el scanner automotriz que permite leer los códigos de fallas almacenados por la ECU adicionalmente nos ayuda a ver el estado de los componentes del sistema de inyección electrónica.

Estas herramientas forman parte muy importante para la elaboración y comprobación del módulo de pruebas.

2.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Se utilizó el multímetro marca FLUKE 112 que cumple con Homologación de seguridad, todas las entradas disponen de protección eléctrica según la norma EN61010-1 CAT III 600 V. Homologados por UL, CSA, VDE y TÜV, adicionalmente su margen de error es de $\pm(0,9\%+1)$ que es muy bajo con respecto a las mediciones que se realizan con el mismo.

Posteriormente se utilizó también el scanner LAUNCH MASTER X-431 el cual nos permite diagnosticar cualquier vehículo que cumpla con las normativas OBDII y EOBD, son capaces de leer y borrar códigos de diagnóstico de fallas. La característica de actualización “on-line” asegura que podrá analizar en el futuro nuevos modelos de vehículo y/o funciones correspondientes al protocolo de comunicación OBD II y EOBD II. Procesamiento de área de

OBDII genérico únicamente, dentro del área de tren motriz, por tal motivo los instrumentos utilizados son de gran confiabilidad.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS

A continuación se presentan los datos recolectados sobre el funcionamiento del vehículo donde se instalara el módulo de fallas, mediante un protocolo de instalación y de pruebas y funcionamiento en sensores y actuadores del motor del vehículo Chevrolet Spark

3.1.1 Sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark

A continuación se presenta la tabla de datos con los valores en los que trabaja el sensor MAP en condiciones normales de funcionamiento.

Tabla 9

Valores de trabajo del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark

Presión en el múltiple	Voltaje de salida
(KPa)	(Voltios)
160	0.30
260	0.90
360	1.55
460	2.25
560	3.00
660	3.80
760	4.60

Después de identificar cada uno de los pines y la señal que conduce procedimos a tomar valores con los valores obtenidos se realiza la curva referencial que presenta el sensor MAP.

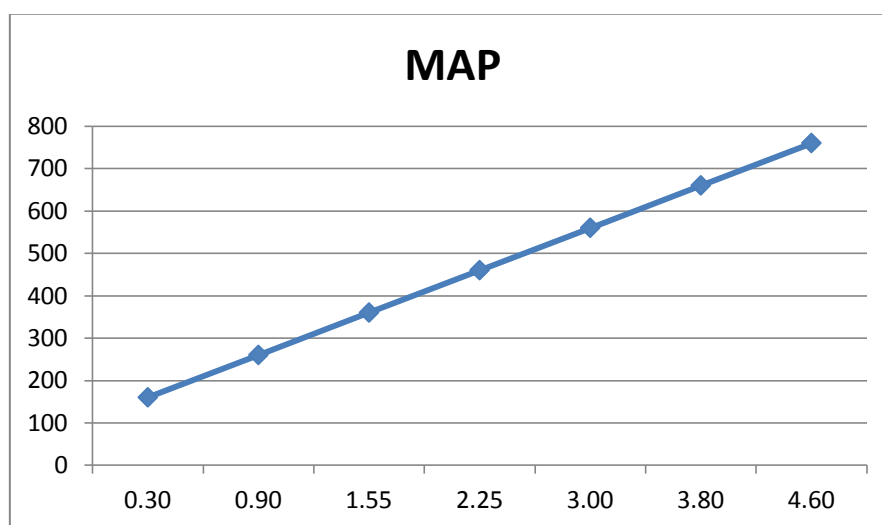


Figura 36: Curva característica del sensor MAP del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

3.1.2. Sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark

Posteriormente se presenta la tabla de datos con los valores en los que trabaja el sensor TPS en condiciones normales de funcionamiento según la posición de la abertura de la mariposa.

Tabla 10

Valores de trabajo del sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark

Angulo de la mariposa (°)	Abertura de la mariposa (Fracción)	Voltaje (V)
0	0	0.60 V
21	1/4	1.58 V
42	2/4	2.57 V
63	3/4	3.55 V
84	4/4	4.54 V

Autor: Xavier Romero (2013)

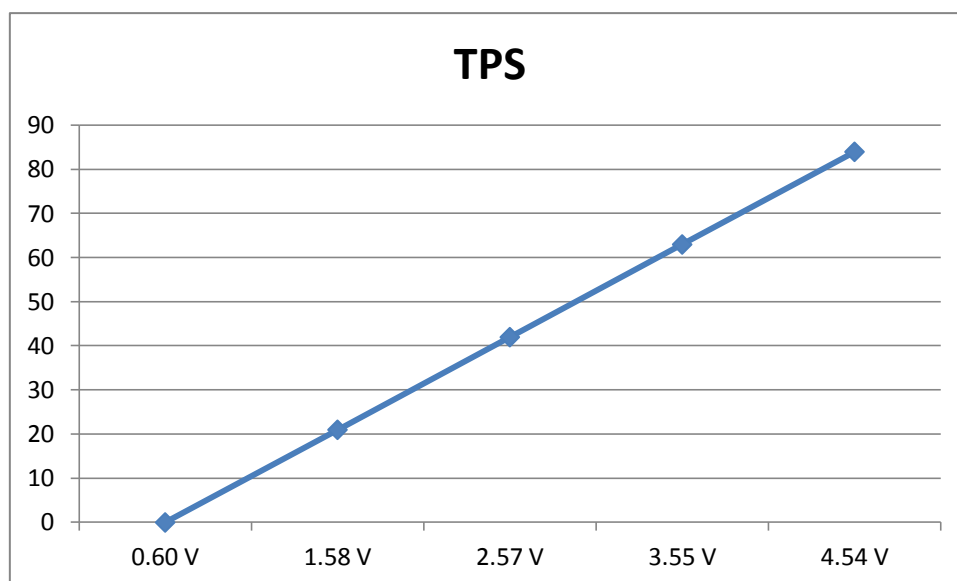


Figura 37: Curva característica del sensor TPS del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

3.1.3. Sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark

Seguidamente se presenta la tabla de datos con los valores en los que trabaja el sensor ECT en condiciones normales de funcionamiento y la variación que presenta según como aumenta la temperatura.

Tabla 11

Valores de trabajo del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark

Temperatura (°C)	Resistencia (Ω)	Voltaje (V)
10	5870	3.52
20	3730	3.06
30	2430	2.62
40	1620	2.16
50	1100	1.72
60	770	1.35
70	540	1.04
80	380	0.80
90	280	0.61
100	210	0.47

Autor: Xavier Romero (2013)

Mediante los datos obtenidos realizamos la curva característica del sensor ECT para tener una curva en condiciones normales de trabajo.

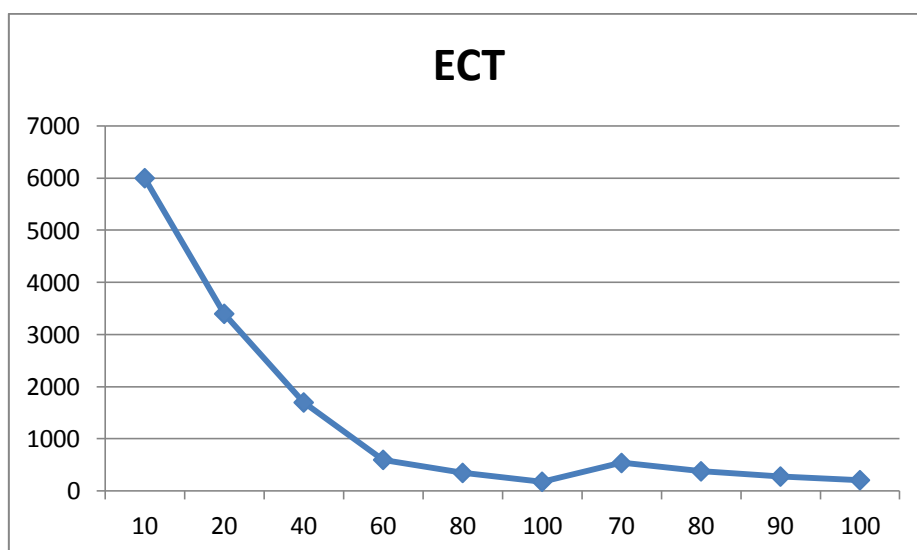


Figura 38: Curva característica del sensor ECT del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

3.1.4. Sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark

Posteriormente se presenta la tabla de datos con los valores adquiridos en los que trabaja el sensor IAT en condiciones normales de funcionamiento y la variación que presenta según como aumenta la temperatura.

Tabla 12

Valores de trabajo del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark

Temperatura (°C)	Resistencia (Ω)	Voltaje (V)
10	6000	3.51
20	3400	3.07
40	1700	2.13
60	600	1.33
80	350	0.78
100	180	0.46

Autor: Xavier Romero (2013)

Mediante los datos obtenidos realizamos la curva característica del sensor IAT para tener una curva en condiciones normales de trabajo.

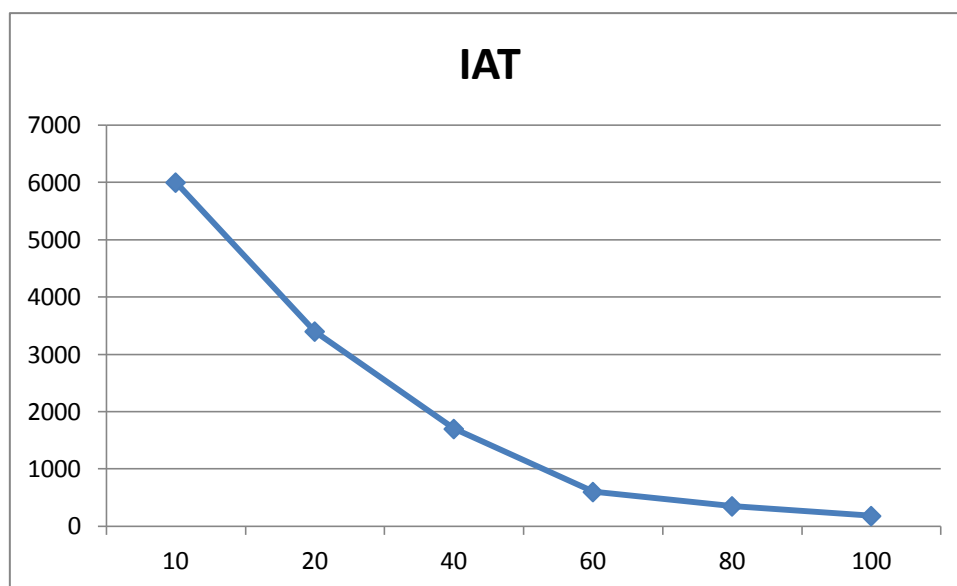


Figura 39: Curva característica del sensor IAT del vehículo Chevrolet Spark, por Xavier Romero (2013)

3.1.5. Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP) del vehículo Chevrolet Spark

A continuación se presenta la tabla de datos con los valores adquiridos del sensor CKP en condiciones normales de funcionamiento y la variación que presenta según las revoluciones por minuto.

Tabla 13

Valores de trabajo del sensor CKP del vehículo Chevrolet Spark

Revoluciones (rpm)	Amplitud (V)	Frecuencia (KHz)	Periodo (mseg)
880	0.95	0.833	1.2
2640	2	2.5	0.4
3520	2	3.33	0.31
3840	2	3.63	0.27

Autor: Xavier Romero

3.1.6. Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP) del vehículo Chevrolet Spark

Seguidamente se presenta la tabla de datos con los valores adquiridos del sensor CMP en condiciones normales de funcionamiento y la variación que presenta según las revoluciones por minuto.

Tabla 14

Valores de trabajo del sensor CMP del vehículo Chevrolet Spark

Revoluciones (rpm)	Amplitud (V)	Frecuencia (KHz)	Periodo (mseg)
880	5	7.092	141
2000	5	16.129	62
4000	5	32.258	31

Autor: Xavier Romero (2013)

3.2 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.2.1 Propuesta de estructura integral del módulo para simulación de fallas

El conjunto MCI – Sistema de simulación se ha montado en el tablero del vehículo Chevrolet Spark, haciendo un módulo de fallas operativo que mientras el vehículo está circulando se puede simular la falla y así poder observar cómo nos afecta.

El módulo trabaja con 12v de la batería y se encuentra dentro del vehículo para tener mejor manipulación del mismo al momento de simular las fallas.

3.2.2 Construcción del módulo

En base a los requerimientos de entrenamiento de los laboratorios de la Universidad Internacional SEK se ha pensado en un sistema que ofrezca fácil movilidad, seguridad para el bodegaje y procesos de entrenamiento ya que se encuentra instalado dentro del vehículo.

El módulo es fijo en el interior del vehículo con el fin de tener accesibilidad para actividades de mantenimiento, reparación o prácticas que requieran mayor manipulación de cableado y/o elementos mecánicos.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

4.1 CONCLUSIONES

Se cumplió al 100 por ciento con el objetivo de diseñar y construir el módulo de falla, que servirá como una herramienta de aprendizaje.

Al incluir fallas en el vehículo Chevrolet Spark el grado de aprendizaje de los estudiantes es eficaz ya que le ayuda a para la vida profesional

Tomando en cuenta esta herramienta de aprendizaje ayuda a un 85 por ciento de los estudiantes a una comprensión más fácil de lo que trata el sistema de inyección electrónica.

Es importante un adecuado conocimiento de las herramientas de diagnóstico para el sistema de inyección electrónica, sin embargo si se desconoce del sistema y los fundamentos electrónicos básicos, la herramienta de diagnóstico no es de mayor ayuda para poder solucionar un problema e incluso se vuelve peligrosa como es el caso del multímetro ya que se puede hacer puentes y quemar la ECU.

4.2. RECOMENDACIONES

Complementario a este estudio se recomienda colocar un display que permita visualizar las curvas de funcionamiento de los diferentes elementos que componen la inyección electrónica en funcionamiento normal y al momento de simular la falla.

Se recomienda no desconectar el sensor ECT más de 2 minutos ya que esto produce una lectura errónea de datos y podría elevarse la temperatura a tal punto que se puede soplar el empaque del cabezote.

Inspeccionar estado de afinamiento del motor, de los componentes de control así como de las conexiones de batería y sobre todo las masas para no tener falla en la toma de datos para la práctica adicionalmente realizar mantenimiento al módulo de falla en lo que respecta a conexiones ya que esto puedes dar malos contactos y para un buen cuidado del mismo.

Complementario a este estudio se recomienda implementar un software que permita operar el módulo de una manera digital simulando la falla y dando la solución mediante este un sistema automatizado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso J. (2000). *Técnicas del Automóvil*. (10 Edición). México: Ed. Paraninfo.

Coello Efreñ. (2002). *Sistemas de Inyección Electrónica a Gasolina*. (4 Edición). Ecuador:
Ed. America.

GTZ, Gerschler y otros. (1985). *Tecnología del automóvil*. (20 Edición). Barcelona: Ed.
Reverté S.A.

Brand P. (2009). *Manual de reparación y mantenimiento automotriz*. (1 Edición). Madrid: Ed.
Limusa.

BOSCH. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. (4 Edición). Barcelona: Ed. Reverté.

Arias Paz. (2001). *Manual de Automóvil*. (54 Edición) Madrid: Ed. Dossat.

Alonso J. (2000). *Técnicas del Automóvil Equipo Electrónico*. (9 Edición) España: Ed.
Paraninfo.

Casajosa Manuel. (2005). *Ingeniería de Vehículos*. (2 Edición). México: Ed. Alfaomega.

Jovag M. (1987). *Motores del Automóvil*. (16 Edición). Moscú: Ed. Mir.

Rueda Jesus. (2010). *Fuel Injection Tomo 1*. (4 Edición). Ecuador: Ed. Diseli.

Rueda Jesus. (2010). *Fuel Injection Tomo 2*. (4 Edición). Ecuador: Ed. Diseli.

Rueda Jesus. (2010). *Fuel Injection Tomo 3*. (4 Edición). Ecuador: Ed. Diseli.

William Crouse. (2007). *Puesta a punto y rendimiento del motor* (1 Edición). México: Ed.
Alfaomega

ANEXOS

ANEXO A: ESQUEMA ELÉCTRICO DEL MÓDULO.

ANEXO B: ESTRUCTURA DEL MÓDULO.

ANEXO C: INSTALACIÓN DEL MÓDULO.

ANEXO A: ESQUEMA ELÉCTRICO.

ANEXO B: DISEÑO DEL MÓDULO.

ANEXO C: INSTALACIÓN DEL MÓDULO.

Proceso de instalación del módulo

Primero procedimos a reconocer cada uno de los sensores que se encuentran en el vehículo la posición y su funcionamiento de cada uno de los pines y a realizar un esquema eléctrico.

Primero se realizó el reconocimiento de sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark, revisando la posición de cada uno de los componentes.

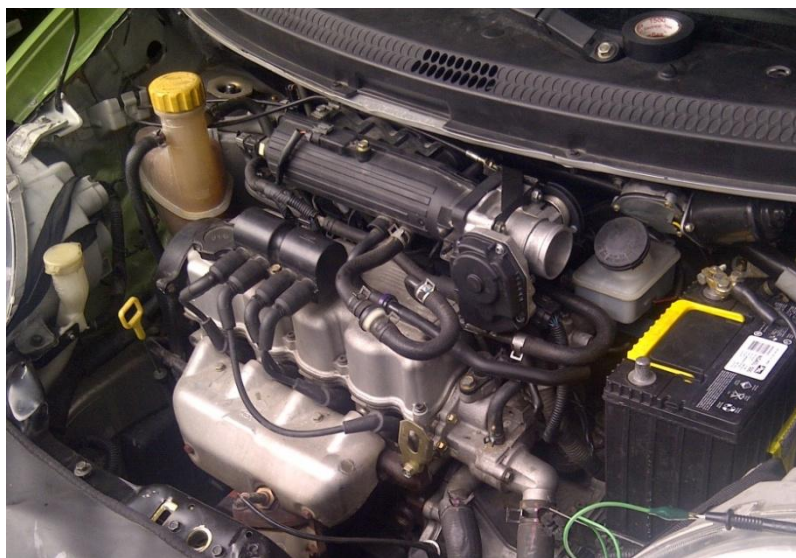


Figura 40: Reconocimiento de sensores del vehículo Chevrolet Spark, Xavier Romero (2013)

Luego identificamos la computadora con su cableado y por qué lugar pasa el arnés de cables, tomando datos de los diferentes sensores y reconociendo la función que cumple cada uno de sus cables antes de la construcción del módulo y verificando las señales que comanda la ECU.



Figura 41: Reconocimiento cableado, Xavier Romero (2013)

Posteriormente reconocer los pines que se conectan en la computadora de vehículo chevrolet spark y verificar cuidadosamente cada sensor que comanda la computadora y a que pin del arnés llega para poder realizar la instalación del módulo correctamente.

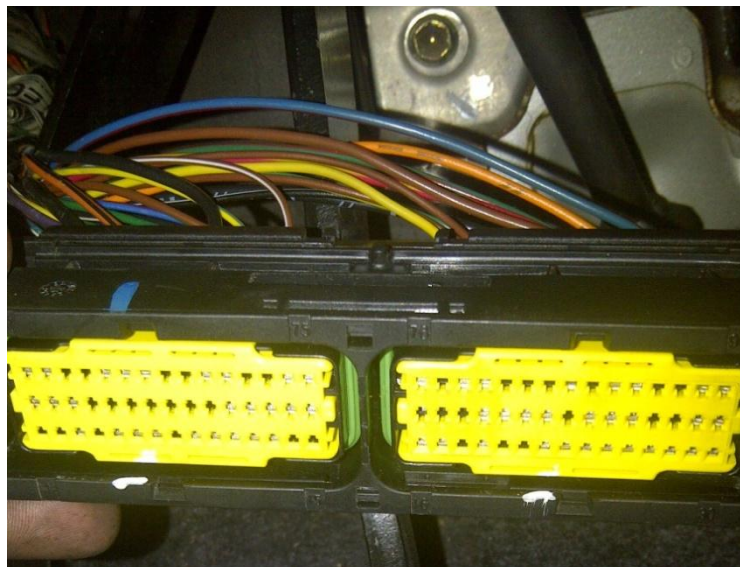


Figura 42: Reconocimiento pines en el arnés, por Xavier Romero (2013)

Una vez seguros de los pines comandados por la ECU procedemos a cortar los cables para abrir el circuito y cerrarlo mediante un switch o pulsador según sea el caso utilizando cable número 8 y poder simular la falla que se desea generar en ese momento, dando una falla en el vehículo y así mismo activándose la alerta de check engine.



Figura 43: Integración de fallas, Xavier Romero (2013)



Figura 44: Integración de fallas, Xavier Romero (2013)

Para realizar todas las integraciones de fallas se desmonto el tablero de instrumentos y el panel para mayor facilidad, manipulación del cableado ya que necesitamos aislar correctamente todos los cables del arnés.

Las uniones fueron hechas con estaño y aisladas con termo fundente para evitar malos contactos y unión entre cables para evitar datos erróneos o algún circuito del tablero.



Figura 45: Integración de fallas, Xavier Romero (2013)

Una vez integradas todas las fallas se procedió a realizar el módulo en el panel del vehículo trazando una cuadrícula para que todos los botones vayan simétricamente ordenados y con sus respectivos nombres para identificarlos de una mejor manera a cada uno.

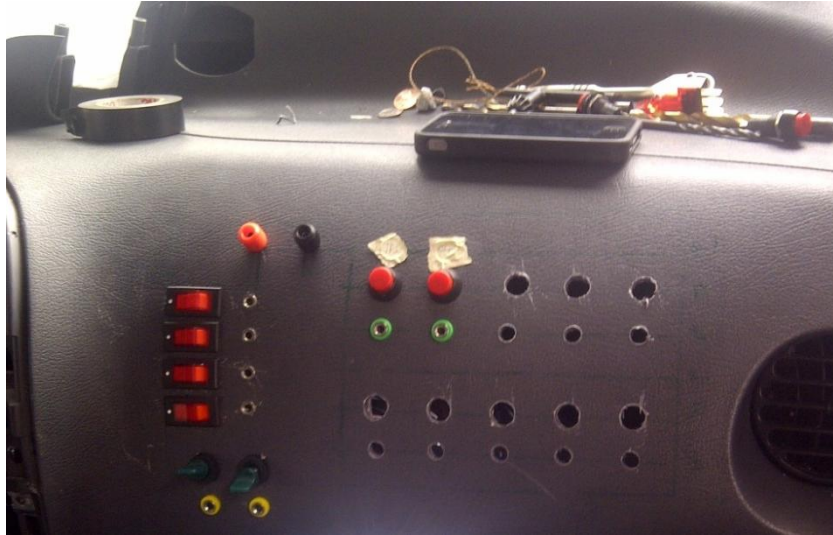


Figura 46: Integración del módulo, Xavier Romero (2013)

Finalmente instalado el módulo en el panel del vehículo se aísla todo el arnés del módulo utilizando una manguera que recubre el cableado, el arnés va desde la computadora pasando por la parte posterior del radio y así llegando hacia el módulo, se arma el tablero del vehículo y se comenzó a realizar las pruebas.



Figura 47: Módulo de falla, Xavier Romero (2013)



Figura 48: Módulo de falla terminado, Xavier Romero (2013)