

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz

**Proyecto de Grado para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica
Automotriz**

**Diagnóstico Electrónico del Sistema de Inyección del Vehículo Hyundai
Accent**

Kevin Enrique Batioja Murgueitio

Director: Ing. Edwin Puente

Guayaquil, Octubre de 2018

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Edwin Puente Moromenacho

CERTIFICA

Que el trabajo **“DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DEL VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT”** realizado por el estudiante: Kevin Enrique Batioja Murgueitio ha sido guiado y revisado periódicamente, cumpliendo las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el reglamento de estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. Este trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el señor: Kevin Enrique Batioja Murgueitio que lo entregue a la biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos

Guayaquil, Octubre de 2018

Ing. Edwin Puente

Director de proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Kevin Enrique Batioja Murgueitio,

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada “**DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DEL VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT**” ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyado en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Octubre de 2018

Kevin Enrique Batioja Murgueitio

C.I: 0926811324

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico con mucho amor a mis padres ya que sin el apoyo incondicional de ellos esto no hubiera sido posible, este logro es todo de ellos, mis triunfos se ven reflejados en sus esfuerzos, sepan que los amo.

A mi novia Helen Rivera que siempre me ha motivado para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles, con ejemplos de perseverancia y determinación para cumplir cualquier objetivo que se proponga.

A mi familia que siempre creyó en mí y de alguna manera han aportado en mi formación profesional.

Kevin Enrique Batioja Murgueitio

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a la Universidad Internacional del Ecuador por haberme guiado durante estos cinco años de estudios, a todos mis docentes por saber inculcar conocimientos que han sido muy importantes tanto en mi vida estudiantil como en mi vida laboral.

Agradezco a todas las personas que de cualquier manera estuvieron involucrados en la gestión de mi carrera profesional. Sin la ayuda de cada una de ellos no hubiese sido posible para mí alcanzar este logro personal el cual me enorgullece haberlo compartido durante todo mi periodo académico.

Kevin Enrique Batioja Murgueitio

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Problema de la investigación	1
1.2 Ubicación del problema.....	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Sistematización del problema	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Alcance.....	4
1.7 Justificación, importancia e hipótesis de la investigación.....	4

CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Fundamentos de sistema de inyección	5
2.2 Descripción del funcionamiento de los sistemas de inyección.....	7
2.3 Tipos de Inyección de Combustible.....	8
2.3.1 Sistema de inyección TBI	9
2.3.2 Sistemas de inyección directa.....	9
2.4 Sistemas de inyección electrónica	12
2.4.1 Elementos que intervienen en un sistema de inyección electrónica	13
2.4.2.1 Sistema de inyección Multipunto	15
2.4.2.2 Sistema de inyección Monopunto	17
2.4.2.3 Sistema de inyección Jetronic	18
2.4.2.4 Sistema de inyección Motronic	20
2.4.2.5 Sistema de inyección Mono-Motronic	22
2.4.2.6 Sistema de inyección BOSCH ME7.....	24
2.4.2.7 Sistema de inyección MED7	26
2.5 Sensores en un sistema de inyección de combustible	28
2.5.1 Procesamiento de datos para la medición de combustible	30
2.5.2 Tipos de sensores en un sistema de inyección de combustible	31
2.5.2.1 Sensor de giro del cigüeñal (CKP) tipo inductivo.....	32
2.5.2.2 Sensor de giro del cigüeñal (CKP) tipo hall.....	34

2.5.2.3 Sensor de detonación (KNOCK SENSOR)	35
2.5.2.4 Sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo	36
2.5.2.5 Sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo	37
2.5.2.6 Sensor de oxígeno (Sonda Lambda).....	38
2.5.2.7 Sensores de temperatura tipo NTC.....	39
2.5.2.8 Sensor de flujo de aire (MAF).....	41
2.5.2.9 Sensor de posición de la mariposa (TPS).....	42
2.5.2.10 Sensor MAP por tensión	43
2.5.2.11 Sensor MAP por variación de frecuencia.....	45
 CAPÍTULO III	 46
DIAGNÓSTICO Y COMPROBACIONES.....	46
3.1 Diagnóstico y comprobaciones de sensores en el sistema de inyección electrónico.	46
3.1.2 Comprobaciones del sensor de detonación (Knock Sensor)	46
3.1.3 Comprobaciones del sensor de árbol de levas (CMP) tipo inductivo	47
3.1.4 Comprobaciones del sensor de oxígeno (Sonda Lambda).....	48
3.1.5 Comprobaciones de los sensores de temperatura tipo NTC.....	49
3.1.6 Comprobaciones del sensor de posición de la mariposa TPS	50
3.1.7 Comprobaciones del sensor MAP por tensión	50
 CAPÍTULO IV	 52
ANÁLISIS DE RESULTADOS	52

4.1 Características del motor del vehículo Hyundai Accent 2003-2006	52
4.2 Análisis de los sensores del motor Hyundai Accent 2003 - 2006.....	53
4.2.1 Diagnóstico de falla en el sensor de detonación (Knock Sensor).....	53
4.2.2 Diagnostico de falla del sensor CMP.....	54
4.2.3 Diagnóstico de falla del sensor de oxígeno (Sonda Lambda).....	55
4.2.4 Diagnostico de falla del sensor TPS.....	56
4.2.5 Diagnóstico de falla del sensor MAP	57
4.2.6 Diagnóstico de falla de tiempo de inyección en los cilindros.....	57
CAPÍTULO V	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 Conclusiones	60
5.2 Recomendaciones.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de un motor con sistema GDI.....	11
Tabla 2. Componentes de un sistema de inyección Jetronic Motronic	16
Tabla 3. Componentes de un sistema de inyección Mono Motronic	18
Tabla 4. Componentes de un sistema de inyección Le-Jetronic.....	19
Tabla 5 Componentes de un sistema de inyección Motronic.....	21
Tabla 6. Componentes de un sistema de inyección Mono-Motronic	23
Tabla 7. Componentes de un sistema de inyección ME7	25
Tabla 8. Componentes de un sistema de inyección MED7	27
Tabla 9. Partes de un sensor de flujo de aire (MAF) Mass Air Flow.....	30
Tabla 10. Partes de un sensor de giro del cigüeñal (CKP) Crankshaft Position,	33
Tabla 11. Tabla de los sensores de temperatura NTC.....	50
Tabla 12. Sensores y actuadores en el motor G4ED	53
Tabla 13. Especificaciones del motor G4ED de Hyundai accent (2003-2006).....	53
Tabla 14. Distribución y alimentación de Hyundai Accent (2003-2006)	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Del Ecuador extensión ...	2
Figura 2. Sistema básico de inyección de combustible	5
Figura 3. Componentes en un sistema de inyección de riel común en Hyundai	6
Figura 4. Estructura de un sistema de inyección GDI.....	11
Figura 5. Sistema de inyección directa.....	14
Figura 6. Sistema de inyección multipunto Jetronic y Motronic	16
Figura 7. Sistema de inyección monopunto Mono Motronic	17
Figura 8. Sistema de inyección electrónica Le-Jetronic.....	19
Figura 9. Sistema de inyección electrónica Motronic	21
Figura 10. Sistema de inyección electrónica Mono-Motronic	23
Figura 11. Sistema de inyección electrónica ME7	25
Figura 12. Sistema de inyección electrónica MED7	27
Figura 13. Sensor de flujo de aire en un sistema de inyección electrónico.....	30
Figura 14. Sensor de giro del cigüeñal (CKP) Crankshaft Position, tipo inductivo	33
Figura 15. Sensor de giro del cigüeñal (CKP) Crankshaft Position, tipo hall.....	35

Figura 16. Sensor de detonación	36
Figura 17. Sensor del árbol de levas tipo inductivo	37
Figura 18. Sensor del árbol de levas tipo hall	38
Figura 19. Estructura de una Sonda Lambda de tres cables.....	39
Figura 20. Sensor de temperatura.....	40
Figura 21. Partes del Sensor de flujo de aire (MAF) Mass Air Flow	41
Figura 22. Estructura del sensor de posición de la mariposa TPS	43
Figura 23. Sensor (MAP) Manifold Absolute Pressure, por tensión.	44
Figura 24. Sensor (MAP) Manifold Absolute Pressure, por variación de frecuencia.....	45
Figura 25. Esquema de osciloscopio para el diagnóstico de sensores electrónicos	46
Figura 26. Forma de onda del sensor de detonación	47
Figura 27. Forma de onda del sensor del árbol de levas tipo inductivo	46
Figura 28. Forma de onda del sensor de oxígeno.....	47
Figura 29. Forma de onda de los sensores de temperatura tipo NTC	48
Figura 30. Forma de onda del sensor de la mariposa TPS	499
Figura 31. Forma de onda del sensor (MAP) Manifold Absolute Pressure, por tensión ...	50
Figura 32. Comprobación del sensor de detonación del motor G4ED.....	51
Figura 33. Comprobación del sensor del árbol de levas del motor G4ED	53
Figura 34. Comprobación del sensor de oxígeno del motor G4ED	54
Figura 35. Comprobación del sensor TPS del motor G4ED	55
Figura 36. Comprobación del sensor (MAP) Manifold Absolute Pressure, por tensión del motor G4ED	56
Figura 37. Comprobación del tiempo de inyección de los cilindros	57
Figura 38. Banco de pruebas con un motor G4ED.....	58

RESUMEN

Uno de los principales problemas en la actualidad es la capacidad de descomponer y analizar un sistema de inyección electrónico, en perspectiva de este tema es importante aprender mediante la participación y la educación, el uso correcto y la administración de bancos de pruebas que nos permitan el diagnóstico analítico en un sistema de inyección electrónico del automóvil para así poder descifrar cuales son los problemas que pueden surgir en este.

Para esta situación decidiremos el diagnóstico de un sistema de inyección electrónica en un motor perteneciente a un vehículo Hyundai Accent 2004, es extremadamente frecuente que un vehículo de estas características requiera un diagnóstico de su sistema de inyección electrónico por parte de especialistas, profesionales e individuos en el mundo que buscan mejorar los procedimientos y los tiempos de reacción creando una eficiencia más importante en el campo automotriz.

ABSTRACT

One of the main problems at present is the ability to decompose and analyze an electronic injection system, in perspective of this subject it is important to learn by participation and education, the correct use and administration of test benches that allow us to analytical diagnosis in a system of electronic injection of the automobile in order to be able to decipher the problems that may arise in this.

But for this decision, decides the diagnosis of an electronic injection system on an engine belonging to a Hyundai Accent 2004 vehicle, it is very common for a vehicle of this nature to require a diagnosis of its system of electronic injection by specialists in the automotive field, professionals and individuals in the world who seek to improve procedures and reaction times.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de la investigación

Uno de los principales problemas es la capacidad de análisis y diagnóstico de los sistemas de inyección electrónica, ante esta problemática es necesario generar conocimiento a través de la experiencia y la enseñanza didáctica, el correcto uso y manejo de los equipos de diagnóstico en los sistemas de inyección electrónica automotrices muchas veces al no saber interpretar la información dada por estos genera pérdidas de tiempo en las reparaciones.

Hyundai tiene muchos vehículos representativos, pero en este caso vamos a escoger para el diagnóstico de sus sistemas de inyección electrónica al Hyundai Accent 2004, debido al ser un vehículo de entrada altamente fiable, este proyecto permitirá mejorar la capacidad de análisis técnica profesionales y personas afines al mundo automotriz lo que mejorará los procesos y tiempos de respuesta generando mayor productividad en el campo laboral.

La temática de las últimas décadas es la contaminación y los vehículos al ser parte de las estadísticas, los conocimientos generados en el diagnóstico de sistemas de inyección electrónica a gasolina permitirá que este sistema funcione bajo los parámetros de emisiones ambientales, el proyecto tendrá lugar en la ciudad de Guayaquil en los talleres de la Universidad Internacional del Ecuador.

1.2 Ubicación del problema

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.



Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Del Ecuador extensión Guayaquil (Google Maps)

1.3 Formulación del problema

Para examinar el daño electrónico del automóvil podemos realizar pruebas con las que podemos descartar los efectos secundarios por indicios, sin la experiencia de estos las pruebas pueden prolongar la vida del automóvil y por ende presentarnos beneficios tanto económicos como ayudarnos a ahorrar tiempo valioso por lo que surge la interrogante:

¿Es posible el diagnóstico electrónico del sistema de inyección del vehículo Hyundai Accent?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Se podrá desarrollar el análisis del sistema electrónico del motor a través del diagnóstico automotriz?

- ¿Qué componentes serán necesarios para el diagnóstico electrónico del motor del Hyundai Accent?

- ¿Cómo se usa el sistema de diagnóstico electrónico del Hyundai Accent?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diagnosticar el sistema de inyección electrónica a gasolina del motor Hyundai, el comportamiento real contra el teórico, en base a diferentes parámetros de comportamientos los cuales son conducidos a voluntad de los usuarios, con lo cual se permitirá profundizar en el diagnóstico de fallas lo cual será realizado dentro del taller de la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.5.2 Objetivos específicos

- Investigar el comportamiento y funcionamiento del motor de inyección a gasolina del Hyundai Accent 2004
- Facilitar el diagnóstico durante las simulaciones de fallas, pruebas y diferentes comportamientos en base a diferentes parámetros para el posterior análisis de estos.
- Analizar los múltiples comportamientos del motor Hyundai Accent en base a diferentes parámetros para realizar el análisis de estos.

1.6 Alcance

El siguiente análisis tiene como destino llegar a ser un artículo de ayuda en prácticas identificadas con los activos, una propuesta para realizar un módulo de aprendizaje de ayuda a los estudiantes de la Universidad Ecuador Internacional Extensión Guayaquil para conocer e identificar parámetros de funcionamiento de una manera rápida y eficiente.

1.7 Justificación, importancia e hipótesis de la investigación

En la investigación y posterior análisis se basa en la necesidad de contar con los sistemas de diagnóstico, que permitan demostrar el funcionamiento, fallas y simulación de diferentes comportamientos del motor Hyundai Accent 2004, ya que este conocimiento es requerido para la capacitación de personal técnico, para la resolución y diagnóstico de los vehículos que usan este motor en el parque automotor de la ciudad de Guayaquil.

Los métodos son en su mayoría cuantitativo debido a que se usa un sistema de diagnóstico, el análisis de fallas.

Con este banco de pruebas podremos demostrar el funcionamiento en condiciones normales de los diferentes sensores del motor y cuando presentan fallo en su operatividad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos de sistema de inyección

La inyección electrónica de combustible (EFI) Electronic fuel injection, reemplazó a los carburadores a mediados de la década de 1980 como el método preferido para suministrar aire y combustible a los motores. La diferencia básica es que un carburador usa vacío de admisión y una caída de presión en el Venturi (la parte más estrecha de la garganta del carburador) para succionar combustible del recipiente del carburador al motor, mientras que la inyección de combustible utiliza presión para rociar combustible directamente en el motor. (BOSCH, 2012)

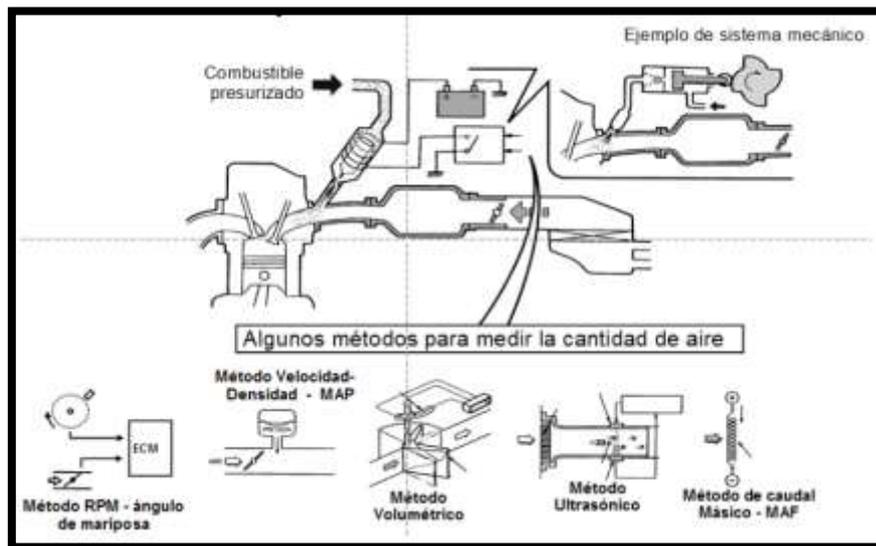


Figura 2. Sistema básico de inyección de combustible (BOSCH, 2012)

Con un carburador, el aire y el combustible se mezclan cuando el motor empuja el aire a través del carburador. La mezcla aire / combustible luego viaja a través del colector de admisión a los cilindros. Uno de los inconvenientes de este enfoque es que el colector de admisión está mojado (contiene gotitas de combustible líquido) por lo que

el combustible puede acumularse en el área de la cámara de distribución del distribuidor cuando se enciende por primera vez el motor en frío. Los giros y vueltas de los canales de admisión también pueden hacer que la mezcla de aire y combustible se separe como si fluyera a los cilindros, lo que da como resultado mezclas de combustible desiguales entre los cilindros. Los cilindros centrales típicamente funcionan un poco más ricos que los cilindros finales, lo que hace que el ajuste de la economía máxima de combustible, el rendimiento y las emisiones sea más difícil con un carburador. (Hartman, 2013)

Debido al desarrollo rápido de los vehículos, el carburador viejo nunca más es útil para los nuevos motores, en lo que alude a la contaminación del aire, la eficiencia, la potencia y las reacciones. En la actualidad y debido al avance cada vez mayor de la tecnología es posible realizar diagnósticos avanzados y construcción de bancos de pruebas y simulación de fallas que nos permitan simular daños en los distintos componentes del vehículo pero sobre todo en el sistema electrónico como se observa en la figura 3.

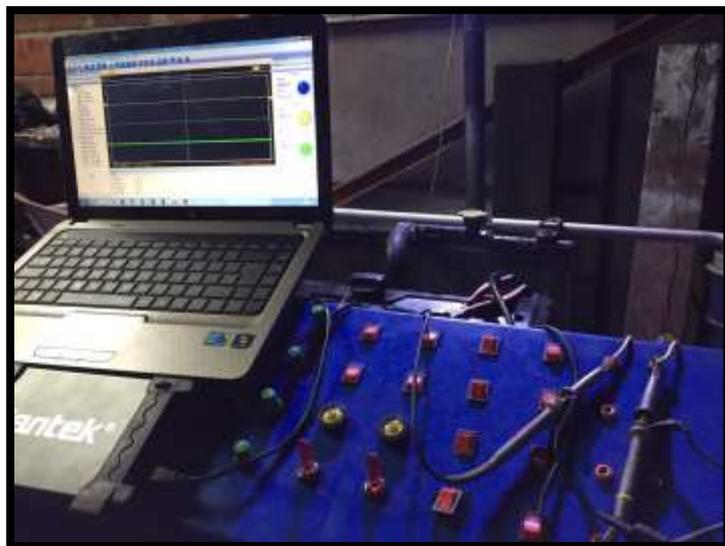


Figura 3. Tablero de pruebas del sistema de inyección de riel común en Hyundai (Hyundai, 2014)

Los sistemas de inyección electrónicos tienen la marca registrada para permitir que el motor obtenga el volumen de combustible que necesita.

Con eso se garantiza:

- Menor contaminación
- Mayor eficiencia energética
- Rendimiento eficaz
- Arranque inmediato
- No utiliza el ahogador
- Aprovechamiento eficiente del combustible

2.2 Descripción del funcionamiento de los sistemas de inyección

En el centro de un sistema de inyección de combustible se encuentra una computadora llamada Unidad de control del motor (ECU) Electronic Control Unit, que monitorea los parámetros de operación del motor a través de varios sensores. La ECU interpreta estos parámetros para calcular la cantidad apropiada de combustible que se inyectará, entre otras tareas, y controla el funcionamiento del motor manipulando el combustible y / o el flujo de aire, así como otras variables. La cantidad óptima de combustible inyectado depende de condiciones tales como la temperatura del motor y del ambiente, la velocidad y carga del motor y la composición del gas de escape. Una unidad de control del motor (ECU) es una unidad de control electrónico que controla varios aspectos de una operación de motores de combustión interna. (BOSCH, 2012)

2.3 Tipos de Inyección de Combustible

Esencialmente, el motor quema una mezcla de combustible y aire dentro de sus cámaras para mover los cilindros que hacen el movimiento hacia adelante o hacia atrás que se intercambia en las ruedas. Cómo llega el combustible a las cámaras, cuando llega el combustible y cómo se utiliza el combustible son los factores más decisivos para decidir la capacidad y efectividad de su motor. (BOSCH, 2012)

Los motores más experimentados utilizaron un carburador para medir el combustible del motor. En los motores con carburador, el aire que se aproxima en la admisión produciría un vacío que sacaría el combustible de un tubo en el carburador llamado Venturi. En general, este marco fue directo y simple de eliminar, y fue efectivo durante mucho tiempo. A largo plazo, se observó que la infusión de combustible era más eficiente. Los motores infundidos con combustible podrían entregar más potencia, utilizar menos combustible, pero más bien pasar directrices de salidas progresivamente estrictas sin esfuerzo. Hoy en día, todos los automóviles nuevos utilizan algún tipo de infusión de combustible. (Hartman, 2013)

Diferentes técnicas para infundir combustible en el motor se han producido después de un tiempo. Estos pueden ser parte de las clasificaciones a la luz de donde se incluye el combustible. Después de un tiempo, el propósito de la infusión se ha acercado cada vez más a los barriles. Los tres tipos notables de infusión de combustible se conocen como infusión del cuerpo del acelerador, inyección multipunto e inyección directa. Lo guiaremos a través de los tres géneros, aclarará cómo funciona cada uno y describirá los puntos de interés y las debilidades de cada tipo. (BOSCH, 2012)

2.3.1 Sistema de inyección TBI

Con la inyección del cuerpo del acelerador (TBI) Turbo Benzina Iniezione, uno o dos inyectores montados en el cuerpo del acelerador pulverizan combustible en el colector de admisión. La presión de combustible es creada por una bomba de combustible eléctrica (usualmente montada en o cerca del tanque de combustible), y la presión es controlada por un regulador montado en el cuerpo del acelerador. Se rocía combustible en el motor cuando la computadora del motor energiza el inyector (es), que ocurre en una serie rápida de ráfagas cortas en lugar de una corriente continua. Esto produce un zumbido de los inyectores cuando el motor está en marcha. (BOSCH, 2012)

Debido a esta configuración, los mismos problemas de distribución de combustible que afectan a los carburadores también afectan los sistemas TBI. Sin embargo, los sistemas TBI tienen mejores características de arranque en frío que un carburador porque proporcionan una mejor atomización y no tienen un mecanismo de estrangulamiento problemático. Un sistema TBI también facilita que un sistema electrónico de control del motor regule la mezcla de combustible en lugar de un carburador de retroalimentación electrónico. Los sistemas de inyección de Throttle Body solo se usaron brevemente durante la década de 1980, cuando los fabricantes de vehículos estadounidenses pasaron de los carburadores a la inyección de combustible para cumplir con las normativas de emisiones. A fines de la década de 1980, la mayoría de los sistemas TBI fueron reemplazados por sistemas de inyección de combustible de inyección multipunto (MPI).

2.3.2 Sistemas de inyección directa

En los sistemas de inyección directa, el combustible se inyecta específicamente en el cilindro. Eso lo convierte en la mejor combinación de combustible y aire.

Inyección directa se ha utilizado en motores diésel desde la década de 1920 y en motores de barco con control de combustible desde la Segunda Guerra Mundial, pero recientemente se ha observado un uso continuo en autos controlados por gas. Los creadores de automóviles de ejecución como Audi y BMW han descubierto que la ignición más competente en la inyección directa de combustible (GDI) Gasoline Direct Injection, ayuda a realizar motores más grandes. Algunos fabricantes de automóviles también han comenzado a utilizar GDI para incluir en los motores para utilizar menos gas. Los motores Ecotec de GM y EcoBoost de Ford utilizan GDI. (Hartman, 2013)

Los motores GDI pueden utilizar mezclas de combustible-aire excepcionalmente pequeñas cuando el motor está bajo carga liviana. Esto permite gas libre, sin embargo, hace salidas de óxido nitroso. Los motores GDI dependen de la distribución de gases de humo y de sistemas de escape planificados de manera única para ordenar estas emanaciones. Los sistemas de GDI requieren adicionalmente inyectores más robustos. Los inyectores se presentan al calor y al peso de la cámara de combustión, y el inyector necesita construirse pensando en el alto trabajo y esfuerzos a los que se someten en la cámara de combustión. Mientras que los inyectores de combustible normales derraman gas a 40 a 60 libras por cada pulgada cuadrada, los inyectores coordinados necesitan pulverizar el combustible a una gran cantidad de psi.

De esta manera, mientras que el sistema de inyección directa es la mejor opción en cuanto a potencia y productividad, también es el sistema más complejo y costoso.

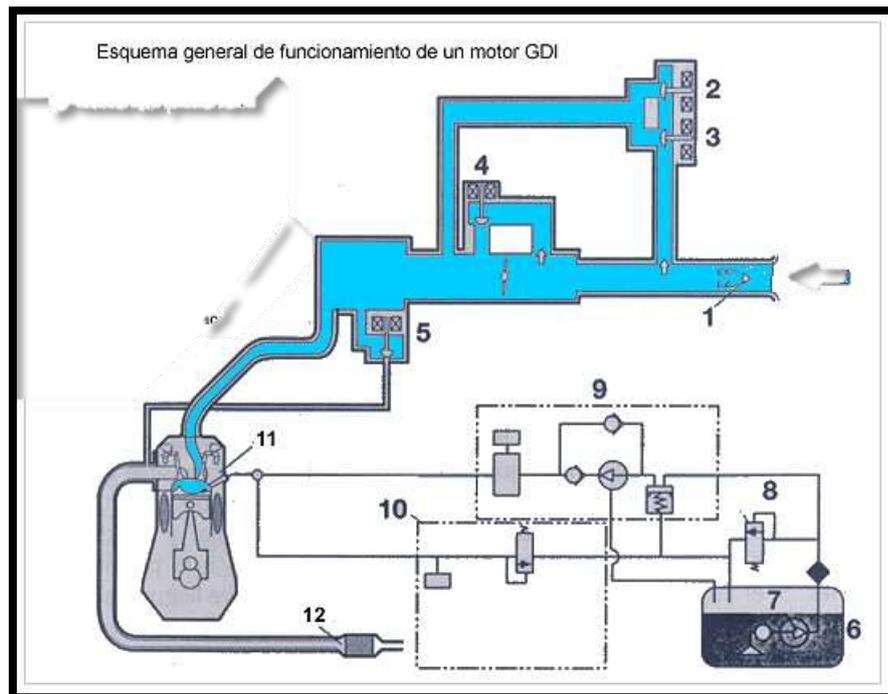


Figura 4. Estructura de un sistema de inyección GDI (BOSCH, 2012)

Tabla 1. Componentes de un motor con sistema GDI

Componentes de un motor GDI	
1.	Sensor de volumen de aire
2.	Electroválvula by-pass para dispositivos adicionales
3.	Electroválvula by-pass de control de todo/nada
4.	Válvula reguladora de ralentí
5.	Válvula EGR
6.	Depósito de combustible
7.	Bomba previa
8.	Regulador de presión
9.	Bomba de alta presión
10.	Regulador de alta presión
11.	Inyector
12.	Convertidor catalítico

En la figura 4 se puede observar la estructura del sistema de inyección GDI (Gasoline Direct Injection), o inyección directa de gasolina, en este sistema la gasolina es inyectada directamente en el cilindro.

En la tabla 1 podemos ver el detalle de los componentes que conforman el sistema GDI.

2.4 Sistemas de inyección electrónica

La inyección electrónica de combustible (EFI) Electronic Fuel Injection, es simple, en teoría. El objetivo del diseño de un sistema EFI es proporcionar la proporción correcta de combustible en el aire para variar la carga, la velocidad y la temperatura. La mayoría de los sistemas EFI modernos están incorporados en una ECU que también controla el sistema de encendido y puede controlar otras funciones como frenos antibloqueo, sistemas de control de tracción, la transmisión, etc. Un sistema de inyección de combustible en sí consiste en una fuente de combustible presurizado, inyectores de combustible y el controlador electrónico. El sistema de combustible está compuesto por el tanque de combustible, una bomba de alta presión y algún método para regular la presión del combustible. Los inyectores pueden considerarse válvulas accionadas eléctricamente.

La cantidad de combustible entregada al motor está determinada por el tamaño de los inyectores, la cantidad de tiempo que los inyectores están abiertos y la presión del combustible. El controlador electrónico determina la cantidad de combustible que se necesita y ordena a los inyectores a permanecer abiertos durante el tiempo necesario para entregar el volumen de combustible necesario. La cantidad de tiempo que el inyector está abierto se denomina ancho de pulso y generalmente se expresa en milisegundos (una milésima de segundo). (Hartman, 2013)

El inyector de combustible electrónico normalmente está cerrado y se abre para inyectar combustible presurizado, siempre que se aplique electricidad a la bobina del solenoide del inyector. La duración de esta operación, llamada ancho de pulso, es proporcional a la cantidad de combustible deseada. El impulso eléctrico se puede aplicar en secuencia estrechamente controlada con los eventos de válvula en cada cilindro individual (en un sistema de inyección de combustible secuencial), o en grupos menores

que el número total de inyectores (en un sistema de combustión por lotes). Posteriormente el modelo que hemos enviado a imprimir mediante el respectivo software se materializa depende de la forma que le hallamos dado el proceso puede tardar desde unos minutos y puede extenderse hasta varias horas o días dependiendo de la forma el tamaño y la cantidad de material que utilicemos. (Hartman, 2013)

2.4.1 Elementos que intervienen en un sistema de inyección electrónica

Es necesario conocer la masa de aire que el motor “respira” durante cada evento de inducción. Esto es proporcional a la presión / temperatura del colector de admisión, que es proporcional a la posición del acelerador. La cantidad de aire inducido en cada evento de admisión se conoce como “carga de aire”, y esto se puede determinar utilizando varios métodos. Un sensor de flujo de aire masivo (MAF) determina la masa de aire que fluye a través de un conducto. Un sensor MAP (presión absoluta del colector) es un sensor utilizado como parte de un sistema de control electrónico de motores de combustión interna.

Los tres ingredientes elementales para la combustión son combustible, aire e ignición. Sin embargo, la combustión completa solo puede ocurrir si el aire y el combustible están presentes en la relación estequiometría exacta, lo que permite que todo el carbono e hidrógeno del combustible se combinen con todo el oxígeno en el aire, sin residuos contaminantes indeseables. Los sensores de oxígeno monitorean la cantidad de oxígeno en el escape, y la ECU usa esta información para ajustar la relación aire-combustible en tiempo real. El sistema de encendido de un motor de combustión interna es una parte importante del sistema general del motor que permite la quema oportuna de la mezcla de combustible dentro del motor. La estequiometría (a veces denominada estequiometría de reacción para distinguirla de la estequiometría de la

composición) es el cálculo de las relaciones cuantitativas (mensurables) de los reactivos y los productos en las reacciones químicas (ecuaciones químicas). Un sensor de oxígeno es un dispositivo electrónico que mide la proporción de oxígeno (O_2) en el gas o líquido que se analiza. (Hartman, 2013)

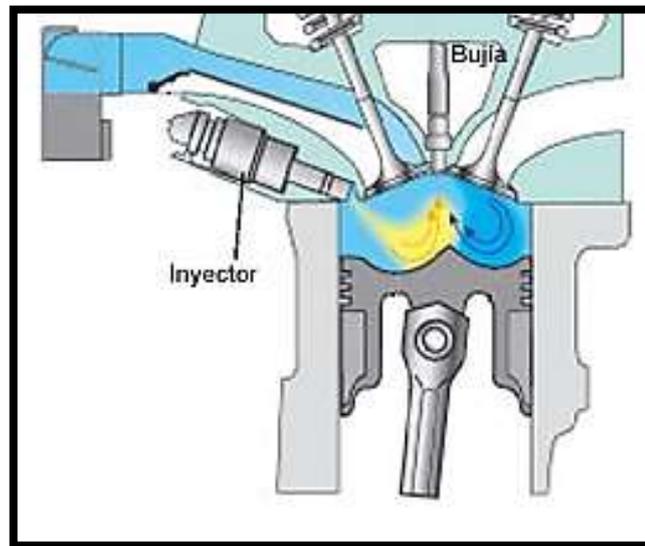


Figura 5. Sistema de inyección directa
(BOSCH, 2012)

Con los sistemas de inyección Multipunto, hay un inyector de combustible por separado para cada cilindro. La ventaja de este enfoque es que el combustible se rocía directamente en el puerto de admisión de la culata. Dado que solo el aire fluye a través del colector de admisión, el colector de admisión permanece seco y no hay problemas con el encharcamiento de combustible cuando el motor está frío o la separación de combustible provoca mezclas de combustible desiguales en el centro y los cilindros finales. Esto permite que la mezcla de combustible sea mucho más uniforme en todos los cilindros para una mejor economía de combustible, emisiones y rendimiento. (Hartman, 2013)

Algunos de los primeros sistemas de inyección de combustible multipunto de producción fueron puramente mecánicos y datan de la década de 1950 (Corvette de 1957 con inyección de combustible de Rochester, por ejemplo, y sistemas Bosch D-

Jetronic y K-Jetronic con sus distribuidores mecánicos de combustible e inyectores). Los sistemas posteriores de inyección de combustible, como los sistemas Bosch L-Jetronic de finales de la década de 1970, reemplazaron a los inyectores mecánicos con inyectores electrónicos. Hoy, todos los sistemas EFI de producción son completamente electrónicos con controles de computadora e inyectores electrónicos. (Bosch, 2012)

La mayoría de los sistemas EFI que se ofrecieron a fines de la década de 1980 y principios de la década de 1990 disparan todos los inyectores simultáneamente, generalmente una vez cada revolución del cigüeñal. Los sistemas más sofisticados de Inyección de Combustible Secuencial (SFI) Sequential Fuel Injection que vinieron más tarde disparan cada inyector por separado, generalmente justo cuando se abre la válvula de admisión. Esto permite un control de combustible mucho más preciso para una mejor economía de combustible, rendimiento y emisiones.

2.4.2 Tipos de sistemas de inyección electrónica

Existen varios tipos de sistemas de inyección electrónica que se han ido desarrollando a través del tiempo y que en la actualidad se continúan evolucionando incluyendo en estos partes o dispositivos además de circuitos electrónicos que permiten una mayor eficiencia en estos.

2.4.2.1 Sistema de inyección Multipunto

La inyección de combustible multipunto se dedica a inyectores de inyectores separados para cada cilindro, justo fuera de su puerto de admisión, por lo que el sistema a veces se denomina inyección de puerto. Disparar el vapor de combustible tan cerca del puerto de entrada casi asegura que se dibujará completamente en el cilindro. La principal ventaja es que los medidores MPFI (MultiPoint Fuel Injection), se alimentan con mayor precisión que los diseños TBI, logran mejor la relación aire-combustible deseada y mejoran todos los aspectos relacionados. Además, prácticamente elimina la

posibilidad de que el combustible se condensará o se acumulará en la admisión del múltiple. Con TBI y carburadores, el colector de admisión debe estar diseñado para conducir el calor del motor, para medir la vaporización del combustible líquido.

Esto no es necesario en los motores equipados con MPFI, por lo que el colector de admisión puede formarse con un material más liviano, incluso plástico. Mejoras incrementales de economía de combustible como resultado. Además, cuando los colectores de admisión metálicos convencionales deben ubicarse encima del motor para conducir el calor, los que se usan en MPFI se pueden colocar de forma más creativa, lo que otorga a los ingenieros flexibilidad en el diseño.

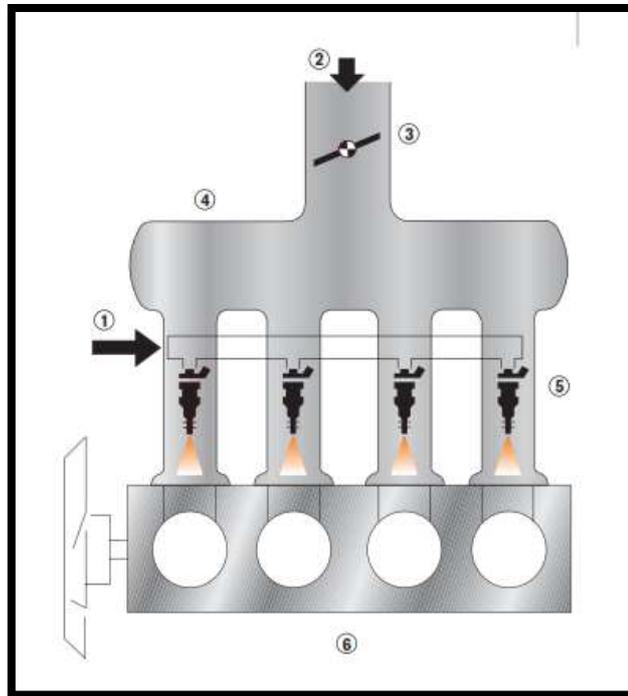


Figura 6. Sistema de inyección multipunto Jetronic y Motronic (Sistemas de inyección electrónica BOSCH)

Tabla 2. Componentes de un sistema de inyección Jetronic Motronic

Componentes de un sistema de inyección Jetronic Motronic

1. Tubo distribuidor
 2. Aire
 3. Mariposa de aceleración
 4. Múltiple de admisión
 5. Válvulas de inyección
-

En la figura 6 podemos observar el sistema de inyección multipunto jetronic y motronic, donde podemos describir sus componentes y ver el esquema de funcionamiento.

En la tabla 2 que nos menciona cada uno de los componentes que están involucrados en el sistema jetronic y motronic.

2.4.2.2 Sistema de inyección Monopunto

El tipo más simple de inyección de combustible, el monopunto o TBI simplemente reemplaza el carburador con una o dos boquillas del inyector de combustible en el cuerpo del acelerador, que es la garganta del colector de admisión de aire del motor. Para algunos fabricantes de automóviles, la inyección de un solo punto fue un trampolín para el sistema multipunto más complejo. Aunque no es tan preciso como los sistemas que han seguido, TBI mide el combustible con un mejor control que un carburador y es menos costoso y más fácil de reparar.

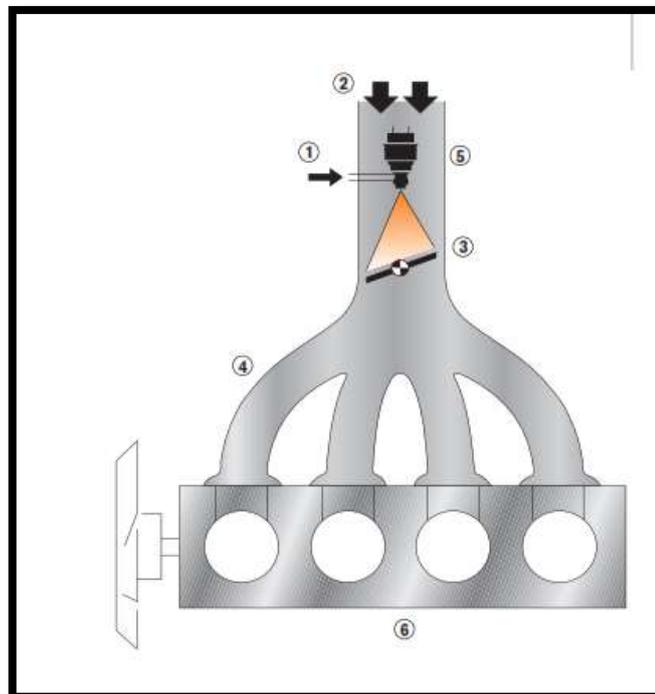


Figura 7. Sistema de inyección monopunto Mono Motronic

Tabla 3.Componentes de un sistema de inyección Mono Motronic

Componentes de un sistema de inyección Mono Motronic
1. Entrada de combustible
2. Aire
3. Mariposa de aceleración
4. Múltiple de admisión
5. Válvula de inyección
6. Motor

En la figura 7 podemos observar el esquema del sistema de inyección monopunto, y el esquema de funcionamiento en este sistema de inyección.

En la tabla 3 tenemos las partes que componen este sistema, cada una de ellas con diferentes funciones para cumplir el correcto funcionamiento de cada cilindro.

2.4.2.3 Sistema de inyección Jetronic

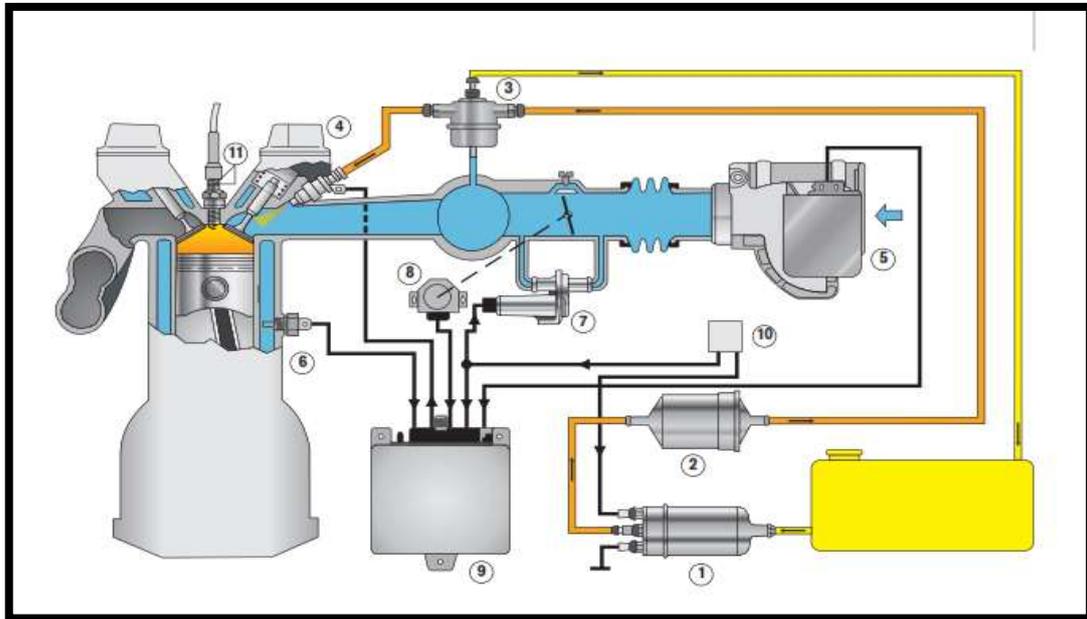
El sistema Le-Jetronic es comandado electrónicamente y pulveriza el combustible en el múltiple de admisión de combustible. Su trabajo es suministrar la cantidad adecuada para las distintas revoluciones del motor

La unidad de comando recibe pulsos de entrada, que llegan de los distintos sensores que envía información de las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor. La unidad de comando compara las informaciones recibidas y determina el volumen adecuado de combustible para cada situación.

El combustible que se determina mediante la unidad de comando sale por los inyectores. Las válvulas reciben un pulso eléctrico, también conocido por tiempo de inyección (TI) Time of Injection. En el sistema Le-Jetronic las válvulas de inyección pulverizan el combustible simultáneamente.

El sistema Le-Jetronic es analógico. Por esto no tiene donde guardar los posibles daños que pueden suceder. No posee indicación de averías en el tablero del automovil para el sistema de inyección.

Figura 8. Sistema de inyección electrónica Le-Jetronic



(Sistemas de inyección electrónica BOSCH)

Tabla 4. Componentes de un sistema de inyección Le-Jetronic

Partes de un sistema de inyección Le-Jetronic

- 1 - Bomba de combustible
 - 2 - Filtro de combustible
 - 3 - Regulador de presión
 - 4 - Válvula de inyección
 - 5 - Medidor de flujo de aire
 - 6 - Sensor de temperatura
 - 7 - Adicionador de aire
 - 8 - Interruptor de la mariposa
 - 9 - Unidad de comando
-

10 - Relé de comando

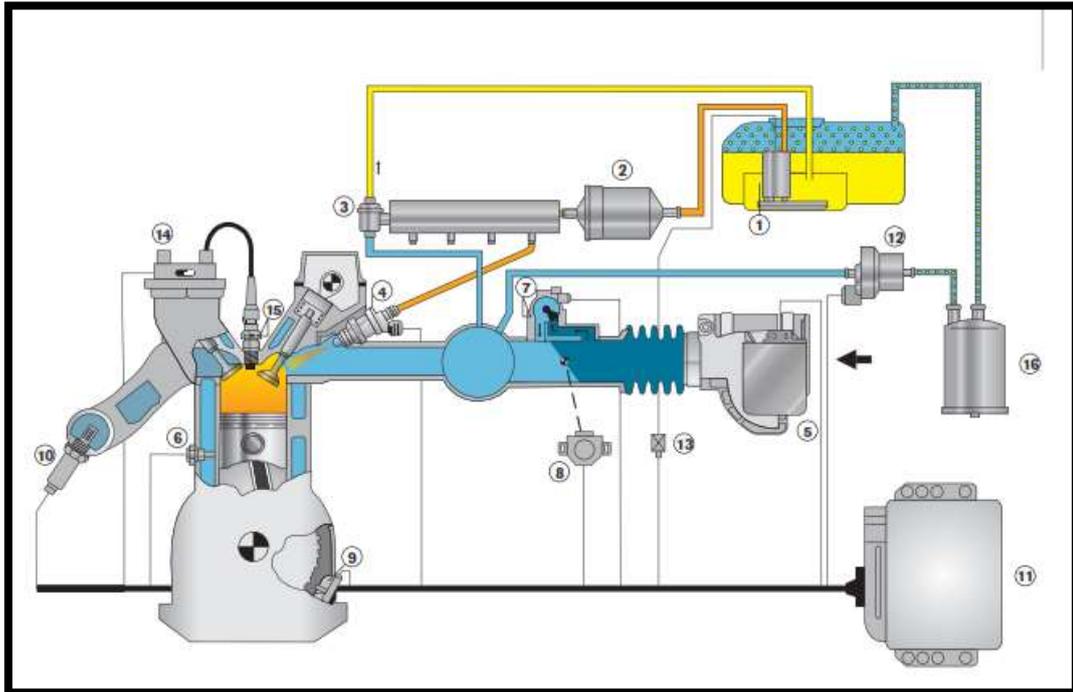
11 – Bujía de ignición

En la figura 8 podemos observar un esquema del sistema de inyección electrónica Le-Jetronic donde se aprecian el funcionamiento del mismo

En la tabla 4 se encuentran las partes que conforman este sistema de inyección.

2.4.2.4 Sistema de inyección Motronic

El sistema Motronic también es un sistema multipunto. Diferente del sistema Le-Jetronic, el Motronic trae incorporado en la ECU también el sistema de encendido.



Posee sensor de oxígeno en el sistema de inyección, que está ubicado en el escape. El sistema Motronic es digital, posee memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero. En vehículos que no utilizan distribuidor, el control del momento del encendido (chispa) se hace por un sensor de revolución instalado en el volante de inercia (rueda con dientes). En el Motronic, hay una válvula de ventilación del tanque, también conocida como cánister, que sirve para aprovechar los vapores del combustible, que son altamente nocivos, contribuyendo así para la reducción del efecto invernadero, que es la principal ventaja de la inyección.

Figura 9. Sistema de inyección electrónica Motronic (Sistemas de inyección electrónica BOSCH)

Tabla 5 Componentes de un sistema de inyección Motronic.

Partes de un sistema de inyección Motronic

1 - Bomba de combustible

-
- 2 - Filtro de combustible
 - 3 - Regulador de presión
 - 4 - Válvula de inyección
 - 5 - Medidor de flujo de aire
 - 6 - Sensor de temperatura
 - 8 - Potenciómetro de la mariposa
 - 9 - Sensor de rotación
 - 10 - Sonda Lambda
 - 11 - Unidad de comando (inyección + ignición) del tanque
 - 12 - Válvula de ventilación del tanque
 - 13 - Relé de comando
 - 14 - Bobina de ignición
 - 15 - Bujía de ignición
 - 16 - Canister
-

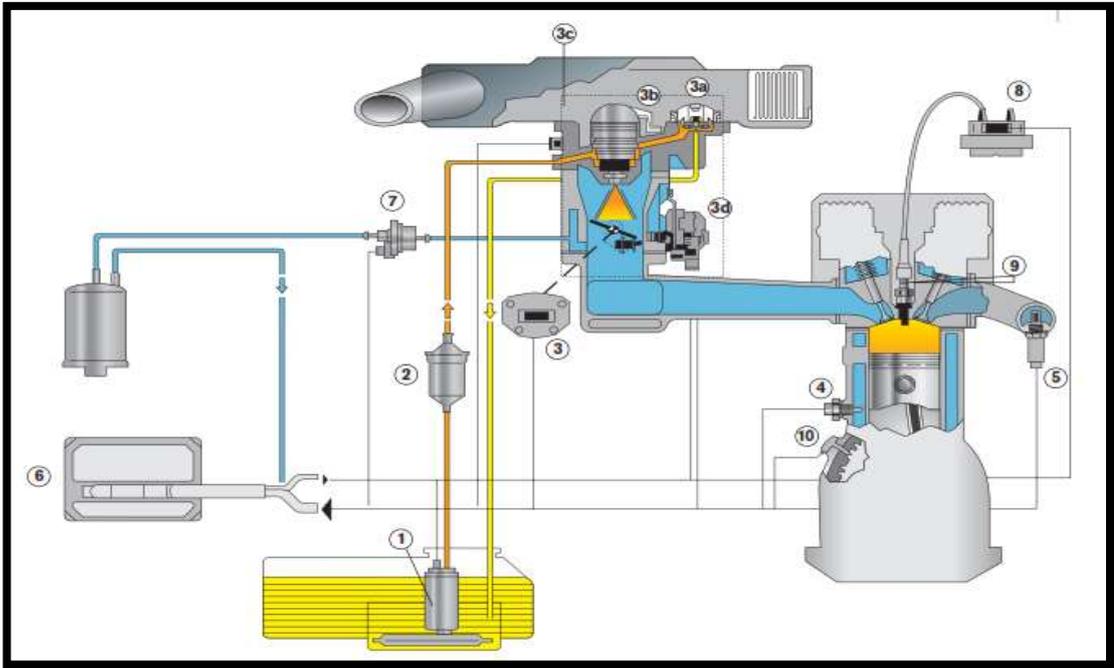
En la figura 9 se puede observar un esquema del sistema de inyección electrónica monotronic, este sistema presenta mayores novedades que los antes ya mencionados.

En la tabla 5 están los componentes que conforman este sistema de inyección, donde podemos observar que tienen elementos que ayudan al mejor rendimiento del motor.

2.4.2.5 Sistema de inyección Mono-Motronic

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

sistema Motronic están en diferentes puntos del vehículo, ex: actuador de marcha lenta, potenciómetro de la mariposa y otros más. En el sistema Mono-Motronic el sistema de



encendido también se controla por la unidad de comando.

Figura 10. Sistema de inyección electrónica Mono-Motronic (Sistemas de inyección electrónica BOSCH)

Tabla 6. Componentes de un sistema de inyección Mono-Motronic
Partes de un sistema de inyección Mono-Motronic

-
- 1 - Bomba de combustible
 - 2 - Filtro de combustible
 - 3 - Potenciómetro de la mariposa
 - 3a - Regulador de presión
 - 3b - Válvula de inyección
 - 3c - Sensor de temperatura del aire
 - 3d - Actuador de ralentí
 - 4 - Sensor de temperatura del motor
 - 5 - Sonda Lambda
 - 6 - Unidad de comando
 - 7 - Válvula de ventilación del tanque
 - 8 - Bobina de ignición
-

9 – Bujía de ignición

10 - Sensor de rotación

En la figura 10 podemos observar el esquema del sistema de inyección Mono – Monotronic, este se diferencia por el número de válvulas de inyección de combustible.

En la tabla 6 encontraremos el listado de los componentes que conforman este sistema de inyección.

2.4.2.6 Sistema de inyección BOSCH ME7

Este sistema de inyección Bosch ME7 o de mariposa con comando electrónico de aceleración; comanda al motor basado en par motor y a través de este son ajustados los parámetros y el funcionamiento del sistema. Los requerimientos de quien comanda el vehículo se captan a través del pedal del TPS.

La unidad de mando determina el par motor que se necesita y a través de análisis del régimen de funcionamiento del motor y de las exigencias de los demás accesorios como el sistema de confort del vehículo, control de las ruedas, sistemas de frenos ABS (Anti Block System), ventiladores del radiador y otros más, se define la estrategia de par motor, resultando en el momento exacto de la ignición, cantidad de combustible y apertura y cierre de la mariposa. Estructura modular de software y hardware, proporciona funciones específicas para cada motor y vehículo; manipulando la mariposa electrónicamente y a su vez proporciona una mayor agudeza para poder responder a los requerimientos del conductor este a su vez se integra con los demás sistemas y sensores garantizando un seguridad total y funcionamiento casi perfecto. (Bosch, 2012)

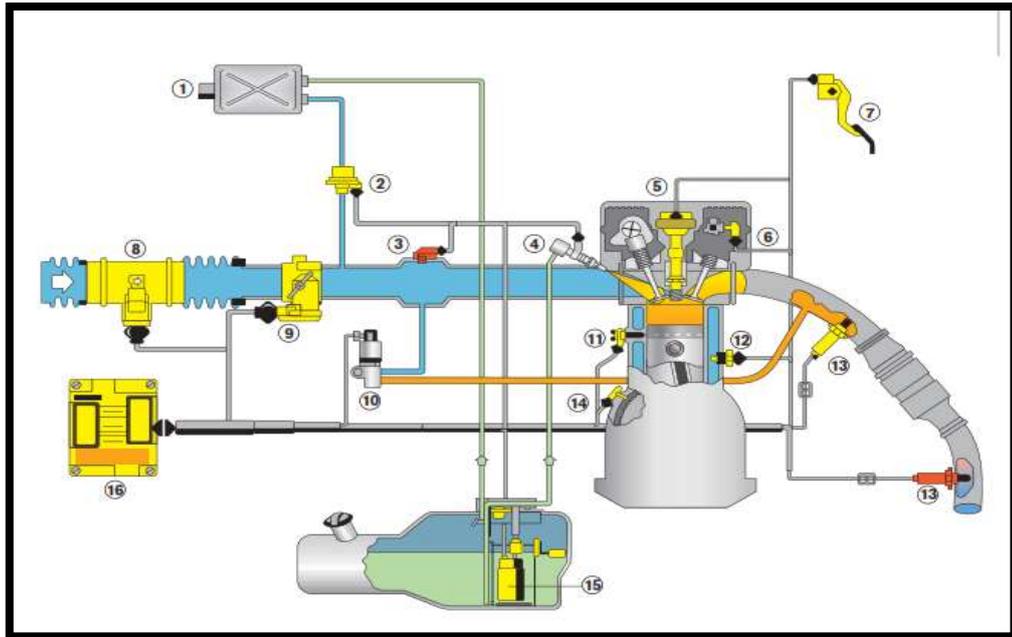


Figura 11. Sistema de inyección electrónica ME7
(Sistemas de inyección electrónica BOSCH)

Tabla 7. Componentes de un sistema de inyección ME7

Partes de un sistema de inyección ME7

- 1- Canister
 - 2 - Válvula de purga del canister
 - 3 - Sensor de presión
 - 4 - Galería de combustible/Válvula de inyección
 - 5 - Bobina/Bujía de ignición
 - 6 - Sensor de fase
 - 7 - Pedal del acelerador electrónico
 - 8 - Medidor de masa de aire con sensor de temperatura del aire integrado
 - 9 - Cuerpo de mariposa
 - 10 - Válvula de recirculación de gases (EGR)
 - 11 - Sensor de detonación
 - 12 - Sensor de temperatura
 - 13 - Sonda Lambda
 - 14 - Bomba de combustible
 - 15 - Unidad electrónica de comando
-

En la figura 11 podemos observar un esquema del sistema de inyección electrónica ME7, donde aplica mucho más la electrónica y su uso en las unidades de control.

En la tabla 7 se encuentran los componentes que conforman este sistema de inyección.

2.4.2.7 Sistema de inyección MED7

Hasta el lanzamiento del Sistema de inyección electrónica MED, la mezcla de aire y combustible se generaba en la tubería de aspiración. La búsqueda de nuevas posibilidades para mejorar aún más la inyección dio como resultado una nueva técnica: inyección directa de gasolina con ajuste electrónico - Motronic MED7 - una nueva generación con un consumo reducido del 15%.

Con el MED7, el motor funciona de manera rentable al ralentí o en situaciones de tráfico urbano denso: gracias a la carga escalonada, el motor puede funcionar con una mezcla extremadamente pobre y, por lo tanto, con un consumo reducido.

Cuando se necesita plena potencia, el MED7 inyecta gasolina de manera que se genera una mezcla homogénea. El motor de inyección directa es más económico que los motores convencionales, incluso en este modo de operación. El sistema MED 7 se utiliza de una bomba de baja presión dentro del tanque, que envía el combustible a una bomba mecánica principal, donde la presión se aumenta a valores elevados. El inyector recibe el combustible bajo alta presión y lo inyecta directamente en la cámara de combustión. Eso resulta en:

- Mayor rendimiento del motor.
- Mejor aprovechamiento y economía del combustible.

- Mínima emisiones de gases contaminantes.

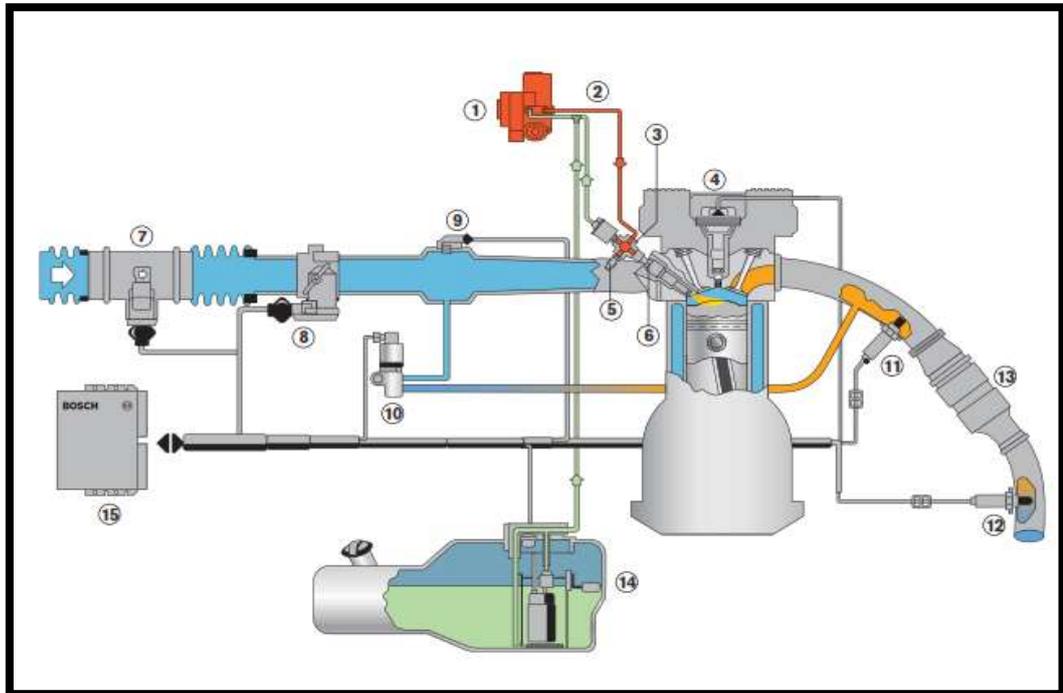


Figura 12. Sistema de inyección electrónica MED7
(Sistemas de inyección electrónica BOSCH)

Tabla 8. Componentes de un sistema de inyección MED7

Partes de un sistema de inyección MED7

- 1 - Bomba de combustible de alta presión
 - 2 - Válvula controladora de caudal
 - 3 - Galería de combustible
 - 4 - Bobina de ignición
 - 5 - Válvula limitadora de presión
 - 6 - Válvula de inyección
 - 7 - Sensor de masa de aire con sensor de temperatura integrado
 - 8 - Cuerpo de mariposa (EGAS)
 - 9 - Sensor de presión
 - 10 - Válvula (EGR)
 - 11 - Sonda Lambda de banda ancha
 - 12 - Sonda Lambda Planar
 - 13 - Catalizador
-

En la figura 12 podemos observar un esquema del sistema de inyección MED7, en este sistema implementaron mejoras para la inyección directa y reducción de consumo de combustible.

En la tabla 8 tenemos los componentes que conforman este sistema de inyección.

2.5 Sensores en un sistema de inyección de combustible

Varios sensores se usan para medir las condiciones de operación del motor. Estos sensores envían información a la ECU sobre la temperatura del refrigerante del motor, la temperatura del aire de admisión, la posición del acelerador, la composición del gas de escape, el motor de RPM, el colector de vacío / presión y, en ciertos sistemas, el flujo de aire de admisión.

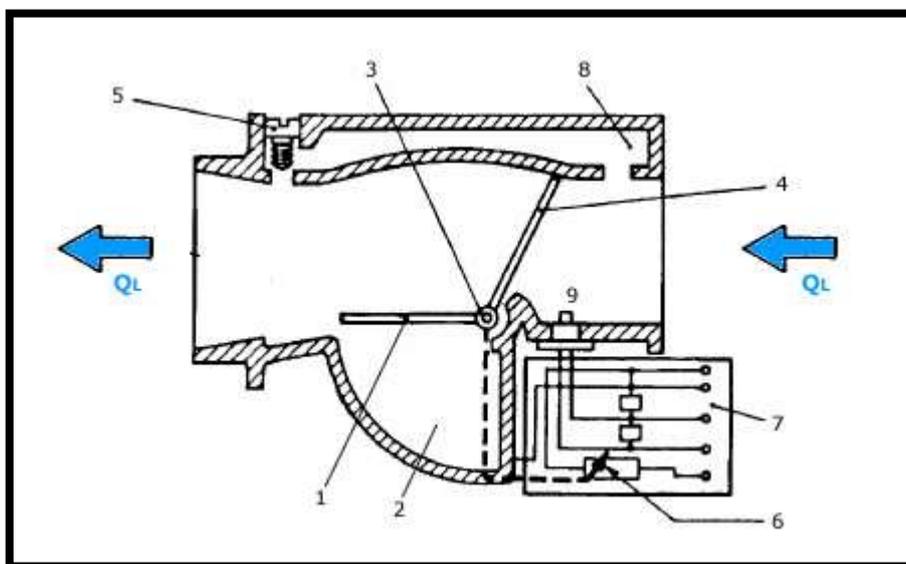
Como un motor de combustión interna no es más que una bomba de aire, la potencia del motor depende de la masa de aire que se introduce en los cilindros. Por lo tanto, la computadora debe saber la cantidad de aire que ingresa al motor para hacer coincidir el aire con la cantidad correcta de combustible.

Un método para determinar la cantidad de aire que ingresa al motor se llama Sistema N-Alpha. En este sistema, la ECU está programada para calcular la masa de aire que fluye a través del cuerpo del acelerador en función de la apertura del acelerador. Un sensor de posición del acelerador (TPS) mide el ángulo de la cuchilla del acelerador que luego se ingresa a la ECU. A continuación, la ECU mira en una tabla que enumera la cantidad de combustible que se debe inyectar en función de ese ángulo particular del acelerador y otras entradas, como la temperatura del refrigerante, temperatura del aire de admisión y RPM del motor. Estos sistemas no son muy sofisticados, pero son simples y generalmente no son demasiado caros. Los sistemas N-

Alpha son más efectivos en aplicaciones de carreras o modificaciones de motores carburados donde las emisiones de escape no son una preocupación.

Una segunda forma más sofisticada de medir la masa de aire entrante es con el uso de un medidor de flujo de aire en masa (MAF). En general, se utilizan dos tipos diferentes de medidores de flujo de aire: puerta de alambre caliente y aleta. Un medidor de alambre caliente utiliza aire de admisión que pasa por un cable que se calienta por voltaje y está calibrado para mantener una temperatura constante a pesar de que el aire impetuoso intenta enfriar el cable. Existe una correlación directa entre cuánto voltaje debe aumentar a través del cable para mantener una temperatura constante y la cantidad de flujo de aire que está enfriando el cable. Por lo tanto, la ECU puede calcular la masa de aire que ingresa al motor en función del cambio de voltaje.

De manera similar, un medidor de puerta de aleta envía una señal a la ECU que relaciona el movimiento de una puerta que es empujada hacia afuera por el aire entrante. Cuanto mayor es la cantidad de aire que ingresa al medidor, más se abre la puerta y mayor es el ángulo desde la posición cerrada de la puerta. La ECU ve la posición del



ángulo y la correlaciona con la cantidad de aire que se requeriría para abrir la puerta a esa posición.

Figura 13. Sensor de flujo de aire en un sistema de inyección electrónico
(Robert Bosch Corp.)

Tabla 9. Partes de un sensor de flujo de aire

Partes de un sensor de flujo de aire

1. Plato de compensación
2. Volumen de amortiguación
3. Eje
4. Plato sonda
5. Tornillo de ajuste de la mezcla ralentí
6. Cursor del potenciómetro
7. Placa cerámica con resistencias y pistas conductoras
8. Conducto de derivación
9. Sonda de temperatura de aire

QL= Flujo de aire de admisión

En la figura 13 podemos observar un esquema del sensor de flujo de aire en un sistema de inyección electrónico, que mide el flujo de aire según la carga del motor.

En la tabla 9 tenemos los componentes que conforman este sensor de flujo de aire en un sistema de inyección electrónico.

2.5.1 Procesamiento de datos para la medición de combustible

El procesamiento real de la información que ocurre en las celdas de la ECU está más allá del alcance de este artículo. En términos simples, la ECU tiene una serie de tablas de datos programadas en su memoria que enumeran un valor de todos los sensores, la ECU buscará en las tablas y unirá los valores del sensor con el valor de combustible apropiado. Este valor debería producir una relación de aire a combustible de aproximadamente 14.7: 1, llamada relación estequiometría.

El combustible se mide a través de los inyectores de combustible pulsando sus válvulas internas para abrir y cerrar a un ritmo extremadamente rápido medido en milisegundos (ms). La ECU actualiza constantemente el inyector de combustible abierto al tiempo de cierre, conocido como ancho de pulso (PW) y el tiempo entre pulsos, conocido como intervalo de pulso (PI). A medida que aumenta la demanda de combustible del motor, los sensores transmiten ese requisito a la ECU, que busca en las tablas el ancho de pulso y el intervalo de impulso del inyector correspondiente para satisfacer la demanda. En general, la ECU aumentará el PW y disminuirá el PI para enriquecer la mezcla de combustible y también disminuirá el PW y aumentará el PI para disminuir la mezcla. De esta forma, la ECU puede ajustar infinitamente el flujo de combustible para que coincida con la demanda del motor bajo cualquier condición posible y en cualquier punto en el tiempo. (BOSCH, 2012)

2.5.2 Tipos de sensores en un sistema de inyección de combustible

Dentro de un sistema de inyección electrónica podemos encontrar varios tipos de sensores que cumplen diversas funciones para el correcto funcionamiento del conjunto dentro de los más comunes tenemos los siguientes:

- Sensor de giro del cigüeñal (CKP) tipo inductivo
- Sensor de giro del cigüeñal (CKP) tipo hall
- Sensor de detonación
- Sensor de árbol de levas (CMP) tipo inductivo
- Sensor de árbol de levas (CMP) tipo hall
- Sensor de oxígeno (Sonda Lambda)
- Sensor de temperatura tipo NTC
- Sensor de flujo de aire (MAF)

- Sensor de posición de la mariposa (TPS)
- Sensor MAP por tensión
- Sensor MAP por variación de frecuencia

2.5.2.1 Sensor de giro del cigüeñal (CKP) tipo inductivo

- **Funcionamiento del sensor de giro del cigüeñal (CKP) Tipo inductivo**

Un sensor de posición del cigüeñal (CKP) es un sensor de tipo magnético que genera voltaje usando un sensor y una rueda objetivo montada en el cigüeñal, que le dice a la computadora de inyección de combustible o al módulo de control de encendido la posición exacta de los pistones del cilindro. Abajo en el ciclo del motor. El ECM (Módulo de control del motor) / ECU (Unidad de control del motor) calcula las RPM del motor utilizando la señal del sensor y controla la duración de la inyección y el tiempo de encendido. Usando las diferencias de señal por CKP, el ECM / ECU identifica qué cilindro está en el punto muerto superior.

El trabajo de CKP es ayudar cuando:

El sistema de ignición podría producir chispas.

El sistema de combustible podría comenzar a inyectar combustible en los cilindros.

En general, hay 58 ranuras en la rueda de destino donde una es más larga que las otras. Cuando la ranura en la rueda se alinea con el sensor, la tensión del sensor produce bajas. Cuando el metal (diente) en la rueda se alinea con el sensor, la tensión del sensor emite alta. Durante un cigüeñal hay 58 señales rectangulares y una señal más larga.

- **Estructura del sensor de giro del cigüeñal (CKP) Tipo inductivo**

Consta de una bobina compuesta sobre un centro de imán enfrentado a la rueda dentada o fónica.

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

- La mayoría de los sistemas: 60 dientes – 2 dientes = 58 dientes
- En el caso de Ford: 36 dientes – 1 diente = 35 dientes

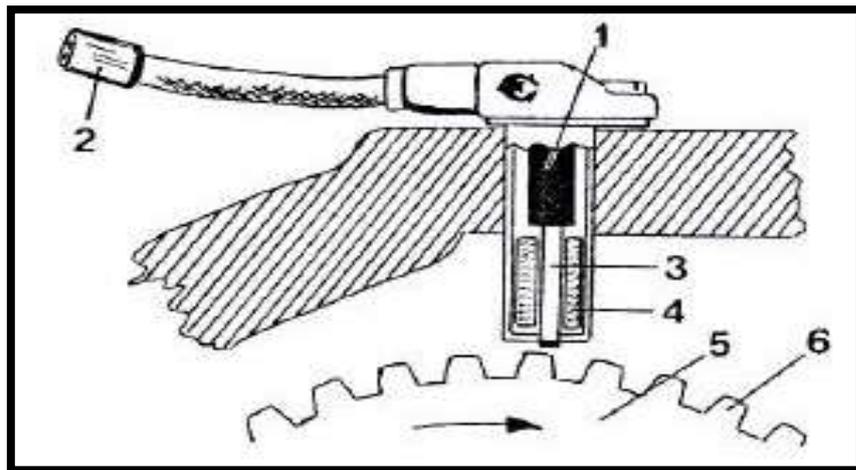


Figura 14. Sensor de giro del cigüeñal CKP tipo inductivo con sus partes (BOSCH, 2012)

Tabla 10. Partes de un sensor de giro del cigüeñal CKP

Partes de un sensor de giro del cigüeñal CKP

- | | |
|----|---------------------|
| 1. | Imán permanente |
| 2. | Núcleo de hierro |
| 3. | Bobina |
| 4. | Señal móvil de Fase |

En la figura 12 podemos observar un esquema del sensor de giro del cigüeñal, el cual sensa mediante sus componentes descritos el giro de la polea del cigüeñal.

En la tabla 10 las partes que conforman el sensor de giro del cigüeñal.

2.5.2.2 Sensor de giro del cigüeñal (CKP) tipo hall

- **Funcionamiento del sensor de giro del cigüeñal (CKP) Tipo hall**

Fundamental para el correcto funcionamiento del Hall Effect CKP es la fuente de alimentación y la referencia de tierra en el sensor. Un conector de sensor CKP típico consta de 3 cables, que se pueden memorizar como G.P.S: Tierra (0 V) - Alimentación (5 o 12 V) - Señal (5 o 12 V).

Tanto la potencia como la tierra son necesarias para suministrar el circuito integrado (IC) dentro del CKP, que a su vez es responsable de suministrar corriente estable a través del Elemento de efecto Hall y convertir la pequeña tensión generada por el anillo de captación giratorio en una salida de onda cuadrada estable señal.

El correcto funcionamiento del Hall Effect CKP depende de la integridad del circuito CKP (alimentación, tierra y cableado de la señal), la ubicación del CKP en relación con el pickup, el entrehierro entre el CKP y el pickup, y la correcta instalación / orientación del anillo de captación.

- **Estructura del sensor de giro del cigüeñal (CKP) Tipo hall**

Se caracteriza por una campana con ventanas y polleras. El sensor es excitado por la rotación de esta campana. (Bosch, 2012)

Hay dos tipos de señales de efecto Hall según su amplitud:

- De 0V a 5V
- De 0V a 12V

Lo importante en este tipo de onda es que el piso de la señal llegue a 0V (máximo 1V) para que el PCM lo pueda interpretar.

Estos sensores tienen 3 cables de conexión:

- Alimentación: 12V
- Masa
- Señal

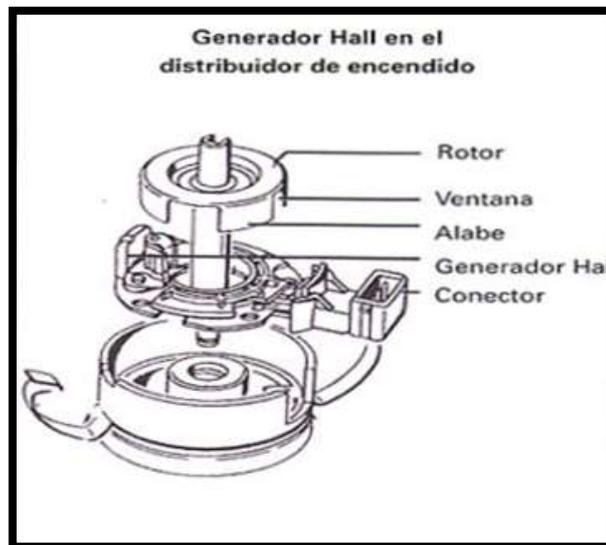


Figura 15. Sensor de giro del cigüeñal CKP tipo hall con sus partes (BOSCH, 2012)

2.5.2.3 Sensor de detonación Knock Sensor

- **Funcionamiento del sensor de detonación Knock Sensor**

El sensor de golpeteo está compuesto por un elemento piezoeléctrico. Un principio de funcionamiento de los elementos piezoeléctricos implica la transmisión de una corriente eléctrica en respuesta a la detección de un cambio en la presión o la vibración de estos elementos. El elemento piezoeléctrico dentro del sensor de detonación está sintonizado para detectar la frecuencia de detonación / detonación del motor. La Figura 16 ilustra la estructura básica de un sensor de detonación. El sensor de detonación está formado por piezóculos (elementos piezoeléctricos), una resistencia de derivación y una rosca en un extremo del sensor de detonación, lo que permite que el dispositivo se enrosque en el bloque cerca de los pistones, este sensor se encuentra

ubicado en la parte lateral del bloque del motor tal como se gráfica en la figura 16.
(Bosch, 2008)

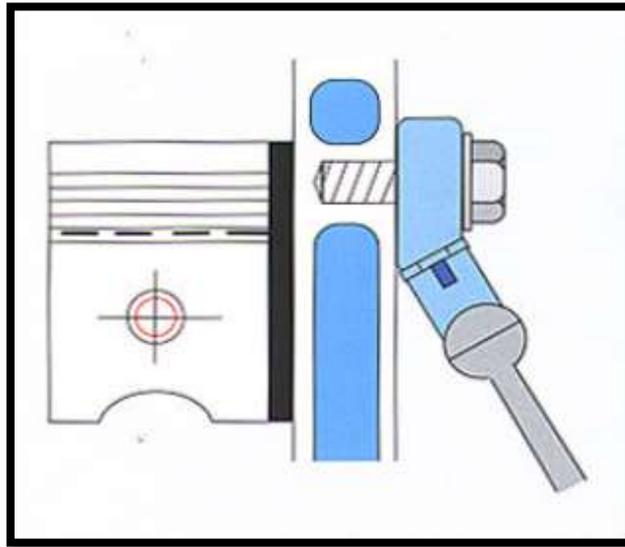


Figura 16. Sensor de detonación
(BOSCH, 2012)

2.5.2.4 Sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo

- **Funcionamiento del sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo**

El sensor inductivo del árbol de levas está construido con un imán permanente con una bobina alrededor. La intensidad del campo magnético cambia cuando un objeto sensible al magnetismo pasa a través del campo magnético del imán. Este cambio del campo magnético induce un voltaje en la bobina. La polaridad del voltaje inducido depende de la dirección del objeto en movimiento, alejándose o hacia el sensor. Este sensor no necesita una fuente de alimentación. (Bosch, 2008)

En la mayoría de los casos, el objeto utilizado para influir en el campo magnético es una leva en el árbol de levas. En cambio, a veces se monta un disco de metal con ciertos recortes que pasan el sensor en el árbol de levas. Cuando el árbol de levas está girando y la leva o el disco está pasando por el sensor, la señal del sensor del árbol de levas será un voltaje CA cuya frecuencia y amplitud dependen de la velocidad de rotación del árbol de levas. (Bosch, 2008)

- **Estructura del árbol de levas CMP tipo inductivo**

Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está enfrenteado a un camón del árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas de cigüeñal. En algunos vehículos está colocado dentro del distribuidor (Toyota).

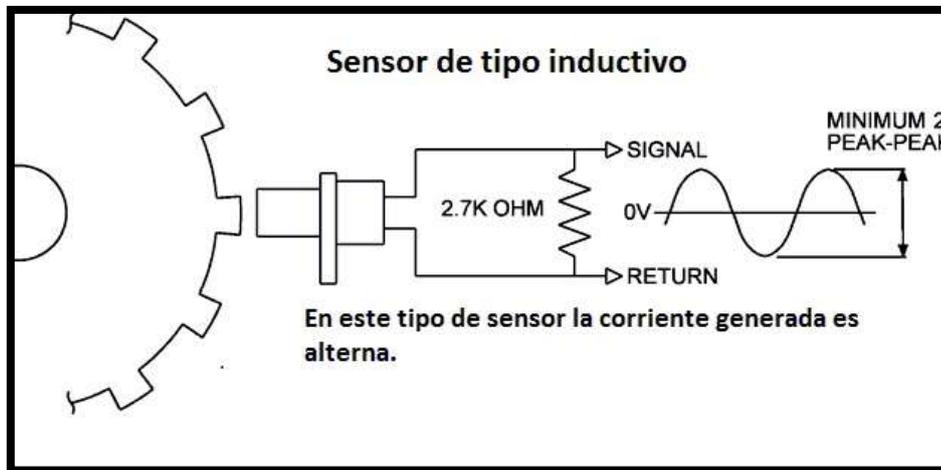


Figura 17. Sensor del árbol de levas tipo inductivo (BOSCH, 2012)

2.5.2.5 Sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo

- **Funcionamiento del sensor del árbol de levas CMP tipo hall**

El sensor de efecto Hall puede ubicarse dentro del distribuidor o en el árbol de levas. La pantalla con una ranura e imán está montada en el eje. Cuando la pantalla va entre el imán y el sensor Hall, el sensor se enciende y se apaga. Mientras que una ranura está en frente del sensor, un voltaje vuelve al amplificador a través de un tercer cable de señal. Mientras que frente al sensor haya un sector sólido de la pantalla, la tensión de retroalimentación se interrumpe porque el campo magnético se desvía. (Bosch, 2008)

El sensor de salida de CA es diferente de los demás en que la salida es una señal de voltaje de CA. El controlador incorporado genera una frecuencia muy alta (entre 150 y 2500 ciclos por segundo) a la bobina del excitador, que se encuentra cerca del disco giratorio. Este disco está montado en el extremo del árbol de levas y hay una ranura en él. Cuando la ranura pasa la bobina, es excitada por la inductancia mutua y

una señal que indica que la posición del primer cilindro se envía al controlador de a bordo. Este tipo de sensor se utiliza en algunos motores Vauxhall ECOTEC (Emissions Control Optimization TEChnology).

- **Estructura del árbol de levas CMP tipo inductivo**

El sensor tiene tres cables de conexión que son:

- Alimentación del sensor: 12 Volts.
- Masa del sensor.
- Señal del sensor: 0 V – 5 V – 0 V – 5 V.

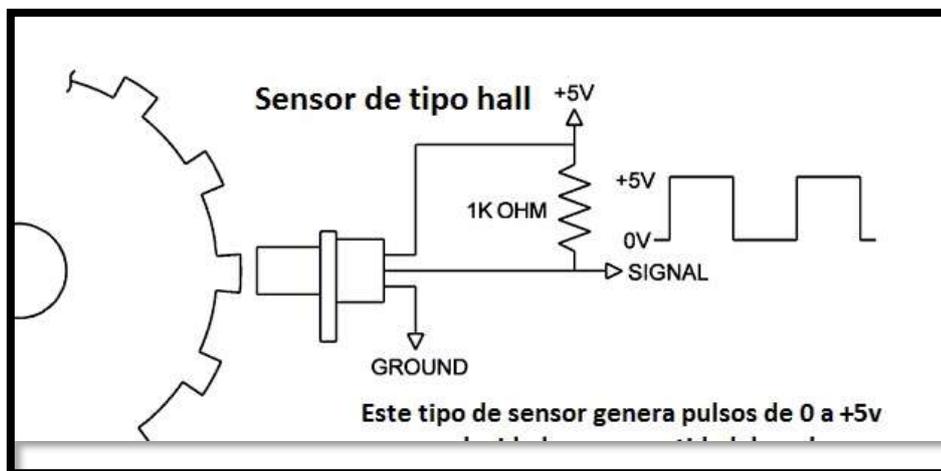


Figura 18. Sensor del árbol de levas tipo hall (BOSCH, 2012)

2.5.2.6 Sensor de oxígeno (Sonda Lambda)

- **Funcionamiento del Sensor de oxígeno (Sonda Lambda)**

Los sensores de oxígeno de escape producen una señal de voltaje que identifica la cantidad de oxígeno no utilizado en el escape. Calentar un elemento de zirconio en el tubo genera una tensión que varía según la cantidad de oxígeno en el recipiente de escape a la que reside en el entorno exterior.

El voltaje de salida se compara con un nivel preestablecido por la unidad de control. La salida del sensor varía de 0.2 a 0.8V, y la mezcla de combustible perfectamente balanceada de 14.7 partes de aire a 1 parte de combustible proporciona una lectura promedio de alrededor de 0.45 V. Sin embargo, la salida del sensor no permanece constante y varía la mezcla rica (aire/combustible) para apoyarse.

- **Estructura del Sensor de oxígeno (Sonda Lambda)**

La Sonda Lambda puede tener un elemento de calefacción para ayudar al sensor a que alcance su temperatura de funcionamiento óptima. El sensor tendrá conexiones eléctricas que varían y puede tener hasta cuatro cables; reacciona al contenido en oxígeno en el tubo de escape y producirá un voltaje pequeño dependiendo de la mezcla aire/combustible.

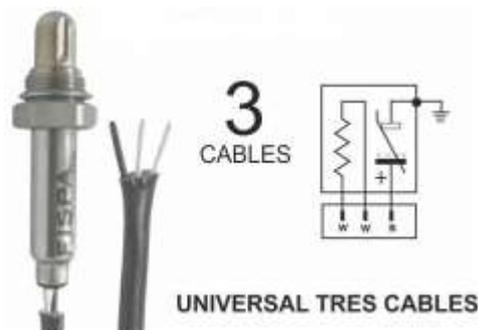


Figura 19. Estructura de una Sonda Lambda de tres cables (BOSCH, 2012)

2.5.2.7 Sensores de temperatura tipo NTC

- **Funcionamiento de los sensores de temperatura tipo NTC**

Los termistores NTC (Negative Temperature coefficient) o coeficiente de temperatura negativo, son elementos sensibles a la temperatura hechos de material semiconductor que se ha sinterizado para mostrar grandes cambios en la resistencia en proporción a pequeños cambios en la temperatura.

Esta resistencia puede medirse utilizando una corriente continua pequeña y medida, o CC, que pasa a través del termistor para medir la caída de voltaje producida.

Estos sensores de temperatura de estado sólido en realidad actúan como resistencias eléctricas que son sensibles a la temperatura. De ahí proviene el nombre, una combinación clara de las palabras térmico y resistor.

- **Estructura de los sensores de temperatura tipo NTC**

En los automóviles hay por lo menos dos sensores de temperatura: ECT - Engine Coolant Sensor o temperatura de agua e IAT - Intake Air Temperature o (temperatura de aire), aunque en algunos sistemas pueden existir otros sensores de temperatura adicionales, como el Sensor de Temperatura de la Culata (CHT) - (Cylinder Head Temperature Sensor) o el sensor de temperatura de la Batería, que es utilizado en vehículos Chrysler en donde la excitación (Regulación del voltaje) la realiza el PCM. (Bosch, 2008)

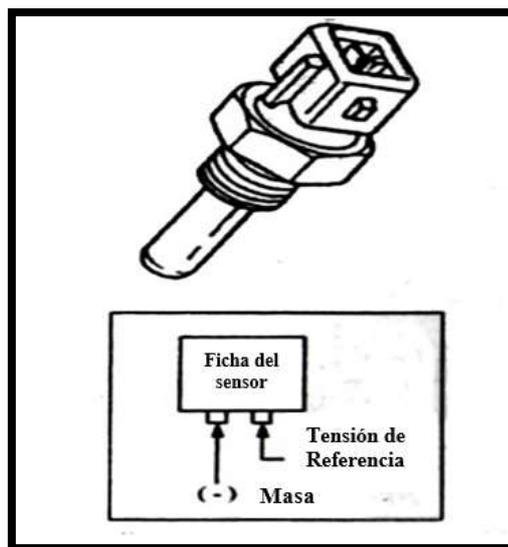


Figura 20. Sensor de temperatura (BOSCH, 2012)

2.5.2.8 Sensor de flujo de aire (MAF) – Mass Air Flow

- **Funcionamiento del sensor de flujo de aire (MAF)**

El sensor MAF o sensor del flujo de aire mide directamente el aire que ingresa por el ducto de admisión. Se encuentra colocado entre el filtro de aire y el cuerpo de la mariposa de aceleración.

- **Estructura del sensor de flujo de aire (MAF)**

Los sensores MAF suelen tener 4 cables correspondiendo a:

- Alimentación 12V
- Masa de calefacción
- Masa del sensor MAF
- Señal del sensor MAF: 0,7V a 4V

Algunos sensores MAF tienen 5 o 6 cables pudiendo agregarse una alimentación de 5V y una termistancia de aire (IAT).

Algunos MAF pueden tener solamente 3 cables (vehículos Asiáticos) en este tipo se han unificado las dos masas.

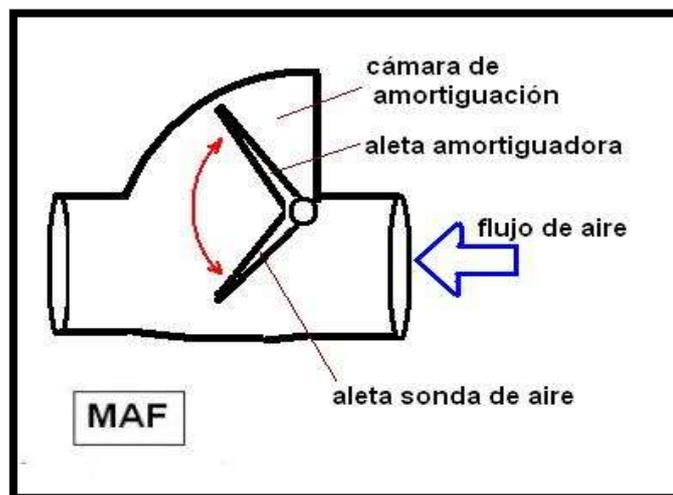


Figura 21. Partes del Sensor de flujo de aire MAF (BOSCH, 2012)

2.5.2.9 Sensor de posición de la mariposa (TPS) – Throttle Position Sensor

- **Funcionamiento del sensor de posición de la mariposa (TPS)**

La unidad de control del motor toma todas las decisiones para un automóvil moderno. Para tomar decisiones, necesita datos en vivo o comentarios sobre el estado actual del funcionamiento de un automóvil. Esta función se realiza mediante sensores fijos en varias posiciones dentro de la maquinaria, donde registran y envían información, de vuelta a la unidad de control del motor, a través de señales electrónicas. Uno de estos dispositivos es el sensor de posición del acelerador. Como su nombre lo indica, este sensor monitorea continuamente la posición del acelerador y envía comentarios a la ECU. El acelerador es una válvula que controla la cantidad de aire captado por un motor de gasolina. Decide cuánto aire 'respira' un motor. Cuando un conductor pisa el pedal del acelerador, el acelerador se abre más y proporciona más aire. La cantidad de aire absorbido determina la tasa de combustión y la potencia suministrada por el motor. Los sistemas electrónicos de inyección de combustible, instalados en automóviles, están controlados por ECU. De acuerdo con los datos del sensor, la ECU debe decidir la cantidad de combustible que se debe inyectar en un motor, durante cada ciclo. El tiempo de inyección de combustible y encendido del combustible depende de la salida del sensor. Por lo tanto, la cantidad de combustible inyectado cambia según el aire disponible para la combustión, para lograr la máxima eficiencia. El sensor es un potenciómetro variable que envía señales de voltaje, que son directamente proporcionales a la cantidad de entrada de aire, que a su vez depende de la posición del acelerador. (Bosch, 2008)

- **Estructura del sensor de posición de la mariposa (TPS)**

Está compuesto por un potenciómetro de tres cables aunque en algunos sistemas se le agrega un cuarto cable correspondiente a un "CUT OFF" o Idle Switch.

La señal del TPS es del tipo analógica y la señal del Idle Switch es del tipo todo o nada (OFF-ON).

Los cables del sensor corresponden a:

- Alimentación 5 Volt
- Masa
- Señal: 0,5 V a 4,5 V.

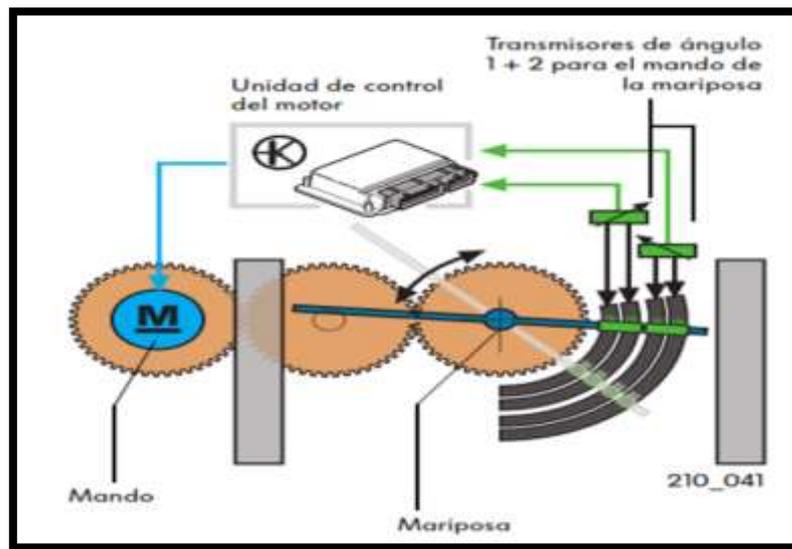


Figura 22. Estructura del sensor de posición de la mariposa TPS (BOSCH, 2012)

2.5.2.10 Sensor MAP por tensión

El sensor MAP - Sensor presión absoluta del múltiple; Manifold Air Pressure provee al PCM de una señal correspondiente a la presión absoluta que hay en el múltiple de admisión para calcular la carga motor.

- **Funcionamiento del sensor MAP por tensión**

El sensor MAP (MAP) mide la dilución en el colector de admisión y su elemento sensible convierte la señal en eléctrica que puede devolverse al controlador integrado. El sensor MAP se usa principalmente como una alternativa económica a los

sensores para la carga del motor. Su costo relativamente bajo es la razón de su amplia distribución, aunque sus mediciones no son tan precisas como los distintos tipos de sensores para la cantidad de aire. El MAP se puede ubicar en el compartimento del motor como un componente separado o integrado en el controlador integrado. MAP se usa en ambos tipos de sistemas, MPi y SPi, pero es más común en SPi. (Bosch, 2008)

- **Estructura del sensor MAP por tensión**

Los sensores MAP tienen 3 cables de conexión correspondientes a:

- Alimentación: 5V
- Masa
- Señal: entre 0,6V y 4,7V.

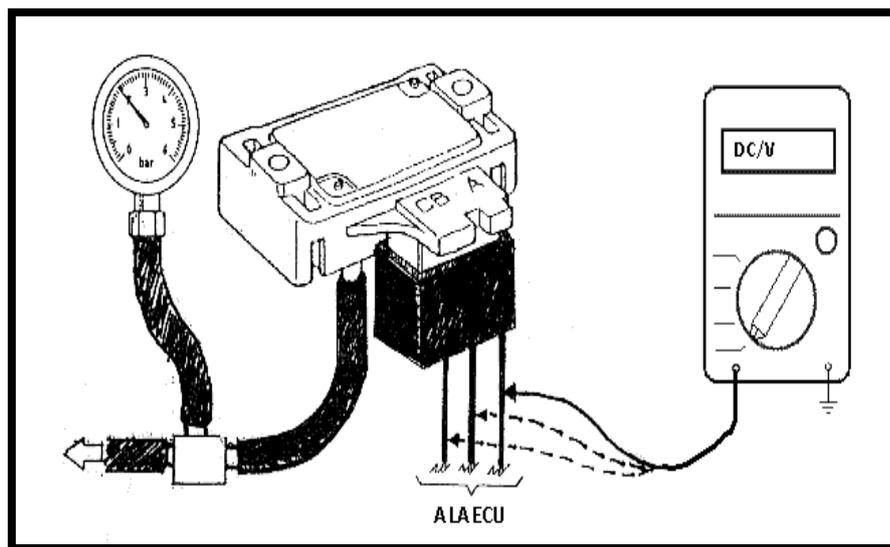


Figura 23. Sensor MAP por tensión.
(BOSCH, 2012)

2.5.2.11 Sensor MAP por variación de frecuencia

- **Funcionamiento del sensor MAP por variación de frecuencia**

El MAP por variación de frecuencia es utilizado por los vehículos americanos con computadoras de tipo EECIV provee una señales de onda cuadrada de una amplitud de 5V. Este sensor tiene como principio de funcionamiento mayor presión en el múltiple mayor frecuencia de la señal y viceversa. El rango de trabajo del sensor es de 80Hz a 160Hz.

- **Estructura del sensor MAP por variación de frecuencia**

Estos sensores poseen 3 cables de alimentación:

- Alimentación: 5V
- Masa
- Señal: (a ficha desconectada sobre el cable de señal hay 5V fijos)

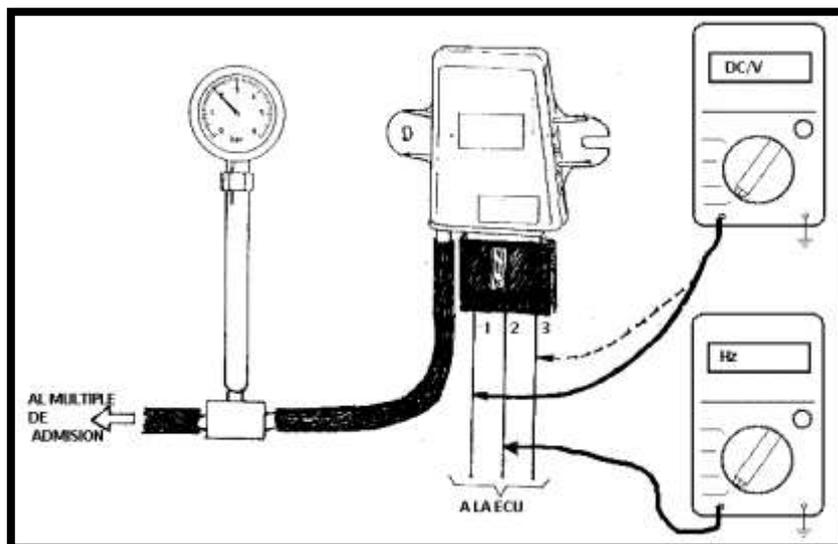


Figura 24. Sensor MAP por variación de frecuencia (BOSCH, 2012)

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO Y COMPROBACIONES

3.1 Diagnóstico y comprobaciones de sensores en el sistema de inyección electrónico.

Uno de los aspectos más importantes para poder realizar el diagnóstico de los sensores en el sistema de inyección electrónico del vehículo es contar con las herramientas adecuadas estas pueden ser: osciloscopio, escáner automotriz y multímetro estas tres herramientas son fundamentales para proceder a realizar las comprobaciones del sistema de inyección del vehículo.

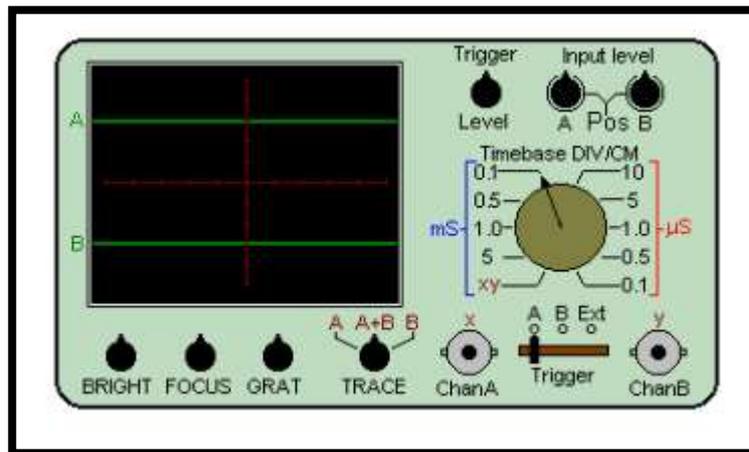


Figura 25. Esquema de osciloscopio para el diagnóstico de sensores electrónicos (BOSCH, 2012)

3.1.2 Comprobaciones del sensor de detonación (Knock Sensor)

Para medir esta señal se utilizara el osciloscopio con un barrido horizontal de 50 ms por división y una amplitud de tensión alterna pico a pico de 2V por división.

La mejor manera de probar un sensor de detonación, es quitar el sensor del motor y darle un pequeño golpe con un objeto metálico, la forma de onda resultante debe ser similar al de la figura 26.

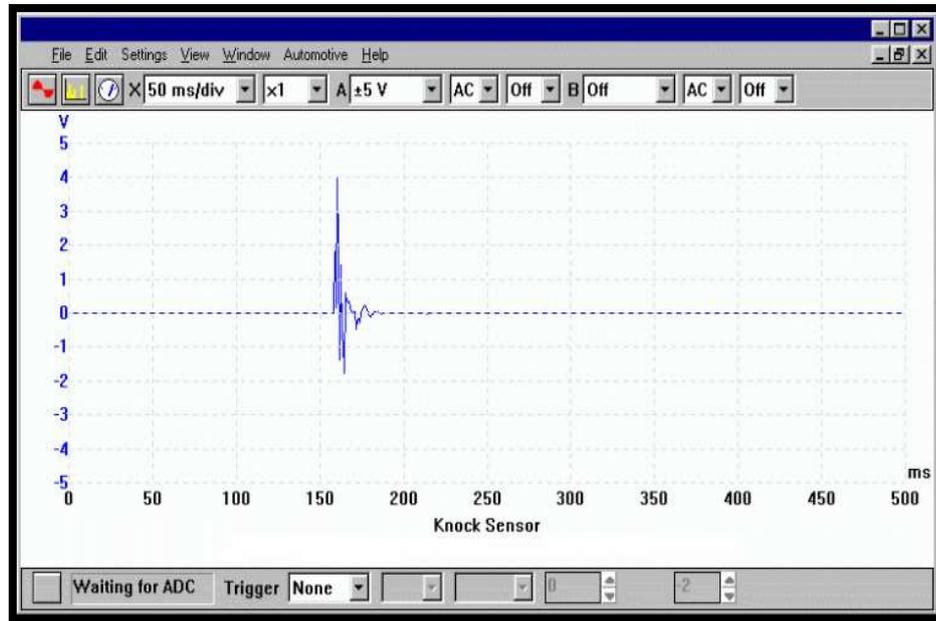


Figura 26. Forma de onda del sensor de detonación
(Cise Electronics Corp)

3.1.3 Comprobaciones del sensor de árbol de levas (CMP) tipo inductivo

1. Medición de resistencia del sensor y aislamiento a masa. Esta resistencia puede oscilar entre 250 a 1500 ohm según la marca del vehículo y del sensor.
2. Observar la forma de onda generada con Osciloscopio.

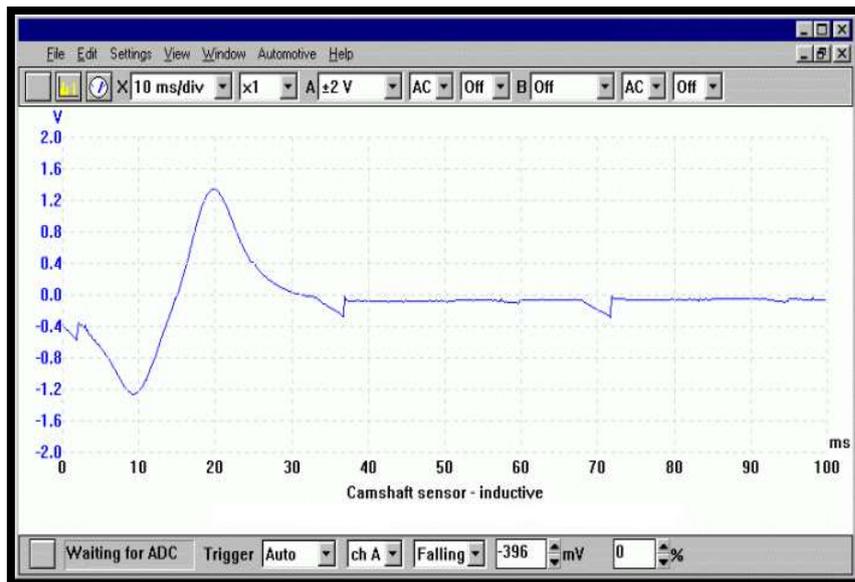


Figura 27. Forma de onda del sensor del árbol de levas tipo inductivo (Cise Electronics Corp)

3.1.4 Comprobaciones del sensor de oxígeno (Sonda Lambda)

1. Verificación de la alimentación del calefactor de la sonda: podemos comprobar utilizando un foco de comprobación el cual debe de permanecer encendido una vez conectemos las dos puntas del ramal.

2. Medir la señal sobre el cable este generalmente suele ser de color negro o violeta de la sonda con la misma conectada al ramal y procedemos a observar la variación de la señal tal como se observa en la figura 28.

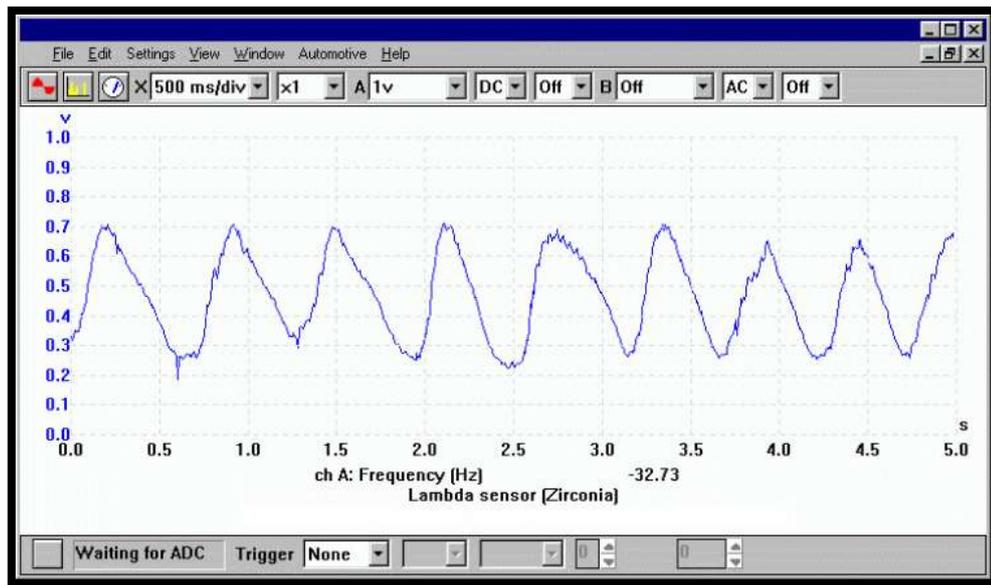


Figura 28. Forma de onda del sensor de oxígeno (Cise Electronics Corp)

3.1.5 Comprobaciones de los sensores de temperatura tipo NTC

1. Medición de resistencia del sensor (a ficha desconectada): Motor Frío: 2500 a 3500 Ohm Motor Caliente: 200 a 400 Ohm.
2. Medición de la señal (a ficha conectada): Motor Frío: 2 a 3,5 V Motor Caliente: 0.4 a 0.8 V.

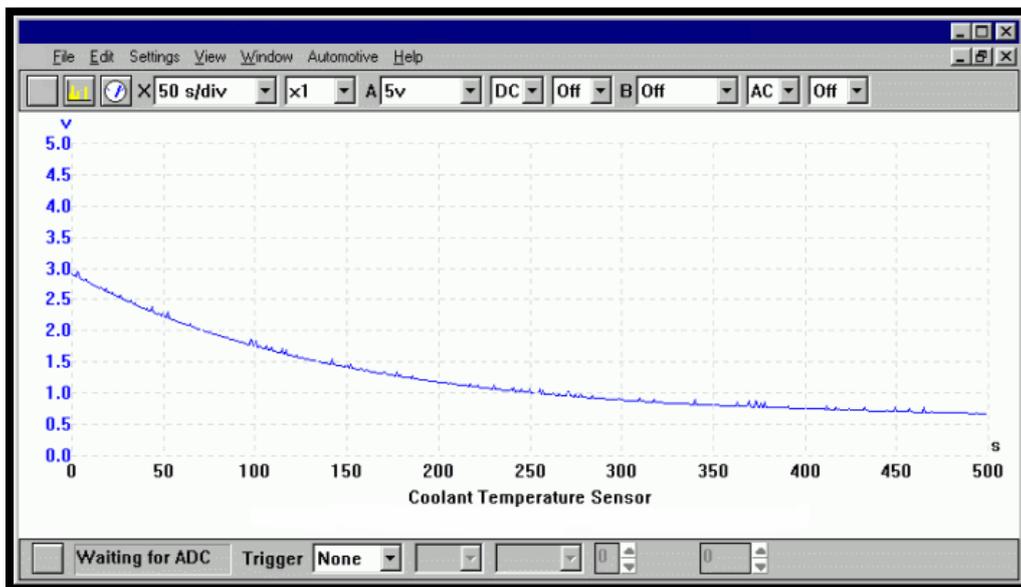


Figura 29. Forma de onda de los sensores de temperatura tipo NTC (Cise Electronics Corp)

Tabla 11. Tabla de los sensores de temperatura NTC

TEMPERATURA	RESISTENCIA	TENSIÓN
0°C	5500-8000 Ω	3,8-4V
20°C	2200-3000 Ω	3-3,2 V
30°C	1500-2000 Ω	2,2-3 V
40°C	1000-1500 Ω	2-2,2 V
50°C	700-1000 Ω	1,4-2 V
60°C	520-700 Ω	1,2-1,4 V
70°C	340-520 Ω	0,8-1,2 V
80°C	280-340 Ω	0,6-0,8 V
90°C	220-270 Ω	0,4-0,6 V
100°C	180-210 Ω	0,3-0,1 V

3.1.6 Comprobaciones del sensor de posición de la mariposa TPS

1. Verificar la alimentación del sensor.
2. Pinchar el cable de señal y abrir lentamente la mariposa observando como aumenta la tensión sin saltos ni pérdidas de señal, según se observa en el oscilograma.

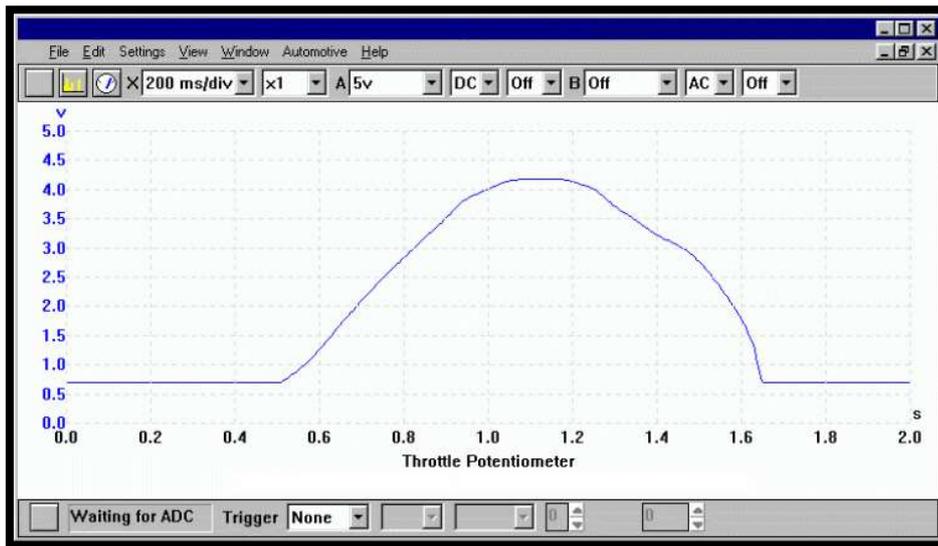


Figura30. Forma de onda del sensor de la mariposa TPS (Cise Electronics Corp)

3.1.7 Comprobaciones del sensor MAP por tensión

1. Verificar las alimentaciones del sensor.

2. Pinchar el cable de señal y medir el voltaje según los siguientes valores típicos:

- En contacto motor cerrado: 4V a 4,7V (según presión atmosférica).
- Motor en ralentí: 1,2V a 1,6V.
- En desaceleración brusca: 0,5V a 0,9V.
- En aceleración brusca: la señal debe crecer a 3V o más.

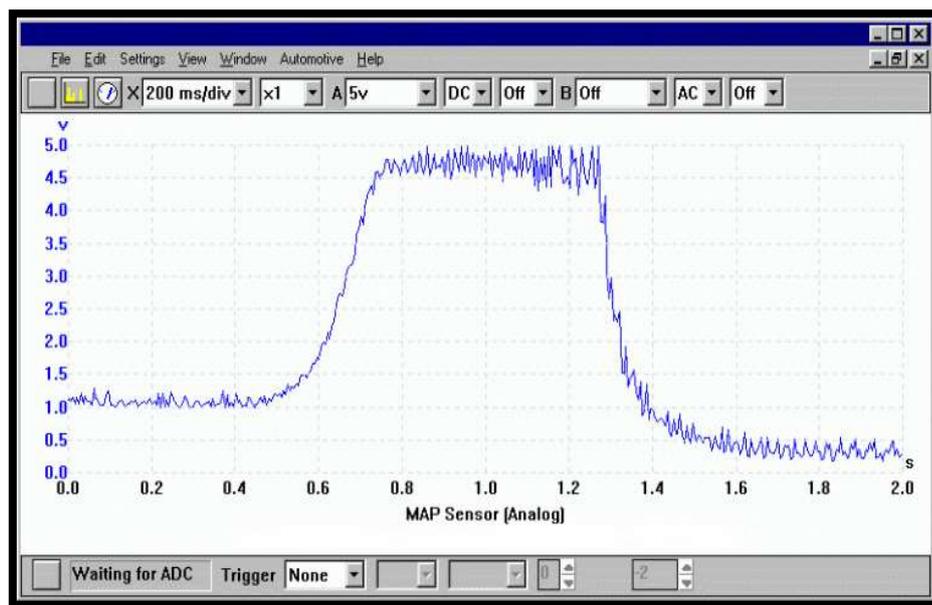


Figura 31. Forma de onda del sensor MAP por tensión (Cise Electronics Corp)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Características del motor del vehículo Hyundai Accent 2003-2006

Las comprobaciones fueron realizadas en un motor G4ED del vehículo Hyundai Accent motor que está presente en vehículos desde el 2003 hasta el 2006 el motor fue retirado del vehículo y construido en un banco de pruebas como podemos observar en la figura 38:



Figura 32. Banco de pruebas con un motor G4ED
(Kevin Batioja)

El motor que se utilizó presenta los siguientes sensores y actuadores presentadas en la tabla 7, además las prestaciones que se detallan en la tabla 8:

Tabla 12. Sensores y actuadores en el motor G4ED

<i>Hyundai 1600cc 16 Válvulas año 2004</i>	
Sensores	Actuadores
ECT	Inyectores
IAT	IC
TPS	IAC
CKP	-
Lambda	-
MAP	EVAP
KS	Relé de bomba de combustible

Tabla 13. Especificaciones del motor G4ED de Hyundai Accent (2003-2006)

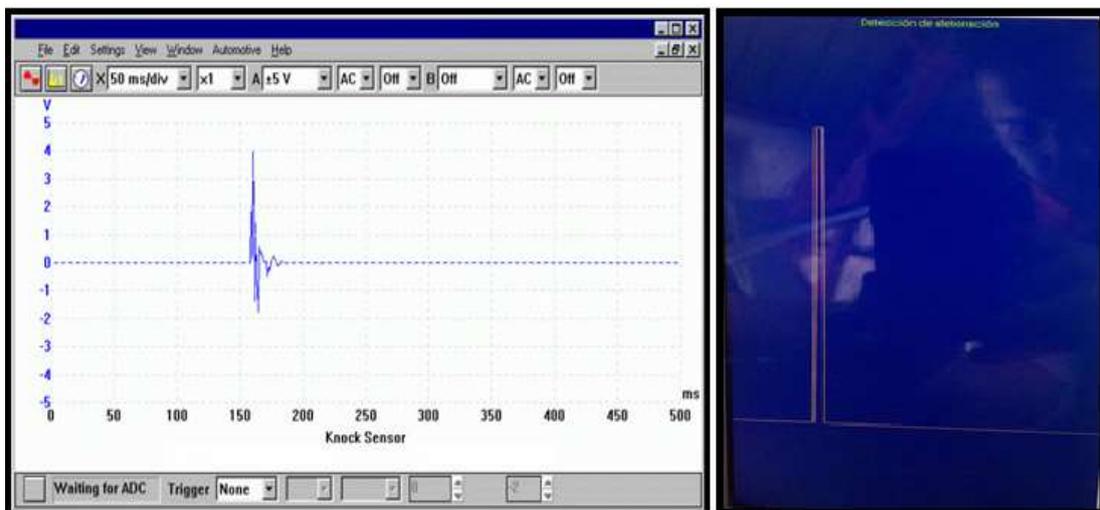
MOTOR DE COMBUSTIÓN	
Propósito	Impulsar el vehículo
Combustible	Gasolina
Potencia máxima	105 CV/77 kW
Revoluciones potencia máxima	5800 rpm
Par máximo	143 Nm
Revoluciones en par máximo	3000 rpm
Situación	Delantero transversal
Numero de cilindros	4
Diámetro	76,5 mm
Carrera	87mm
Cilindrada	1600 cm ³

En la tabla 9 podemos observar detalladamente el tipo de distribución que presenta el motor G4ED

Tabla 14. Distribución y alimentación de Hyundai Accent (2003-2006)

DISTRIBUCIÓN	
Válvulas por cilindro	4
Tipo de válvulas	Dos árboles de levas en la culata
Alimentación	Inyección indirecta

Finalmente pudimos obtener resulta muy relevantes al poder utilizar un osciloscopios y comprobar los resultados con los que se estiman tener, como resultados en el banco de pruebas pudimos realizar la medición de los sensores rápidamente y observar la forma de las ondas con el osciloscopio.



4.2 Análisis de los sensores del motor Hyundai Accent 2003 - 2006

4.2.1 Diagnóstico de falla en el sensor de detonación (Knock Sensor)

Una vez realizado el diagnóstico podemos observar la siguiente gráfica:

Figura 33. Comprobación del sensor de detonación del motor G4ED
(Kevin Batioja)

Podemos observar que en la figura 33 la gráfica del sensor de detonación presenta una variación en la curva, la cual indica que el mismo no se encuentra operando normalmente según las mediciones iniciales en la figura 26.

Las fallas más comunes que puede presentar el sensor de detonación son:

1. Produciría un leve adelanto o retraso a la inyección.
2. Cascabeleo en el motor.
3. Excesiva carbonilla en los cilindros.

4.2.2 Diagnóstico de falla de sensor CMP (CamShaft Position) o sensor de árbol de levas.

Una vez realizado el diagnóstico podemos observar la siguiente gráfica:

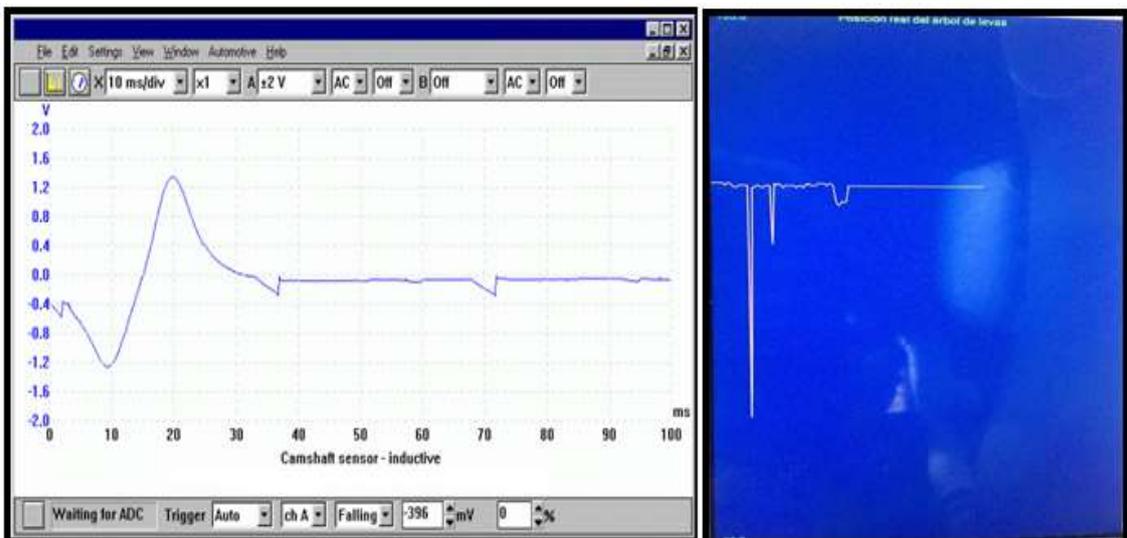


Figura 34. Comprobación del sensor del árbol de levas del motor G4ED
(Kevin Batioja)

Podemos observar que en la figura 34 la gráfica del sensor CMP (CamShaft Position) o sensor de árbol de levas, presenta una variación en la curva la cual nos indica que no se encuentra trabajando en sus parámetros normales según las mediciones tomadas inicialmente en la figura 27.

Las fallas más comunes que puede presentar el sensor CMP (CamShaft Position) o sensor de árbol de levas son:

1. Fallas en el encendido del motor.
2. Mal rendimiento del motor debido a falta de potencia.
3. Significativo aumento en el consumo de combustible.
4. Mala combustión (humo negro).

4.2.3 Diagnóstico de falla del sensor de oxígeno (Sonda Lambda).

Una vez realizado el diagnóstico podemos observar la siguiente gráfica:



Figura 35. Comprobación del sensor de oxígeno del motor G4ED
(Kevin Batioja)

Podemos observar que en la figura 35 la gráfica del sensor de oxígeno, la cual presenta una variación en su curva lo que nos indica que no se encuentra operando en sus parámetros normales según las mediciones tomadas en la figura 28.

Las fallas más comunes que puede presentar el sensor de oxígeno son:

1. Aumento en el consumo de combustible.
2. Leve pérdida de potencia del motor.
3. Mayor contaminación de CO₂.

4.2.4 Diagnóstico de falla del sensor TPS (Throttle Position Sensor) o sensor de posición de la mariposa del acelerador.

Una vez realizado el diagnóstico podemos observar la siguiente gráfica:

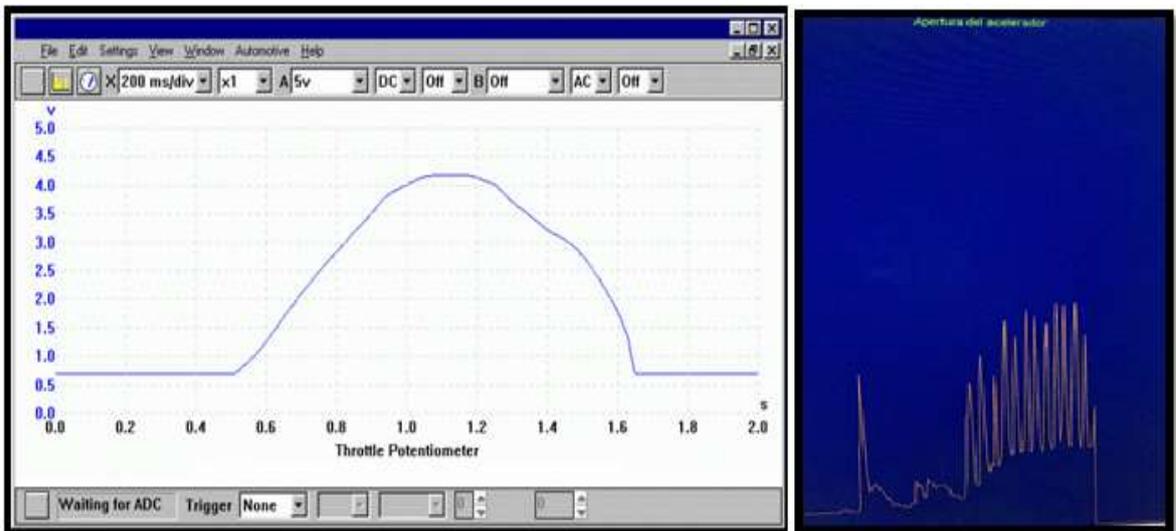


Figura 36.Comprobación del sensor TPS del motor G4ED
(Kevin Batioja)

Podemos observar que en la figura 36 del sensor TPS (Throttle Position Sensor) o sensor de posición de la mariposa del acelerador, presenta una variación en la curva la cual nos indica que no se encuentra operando en sus parámetros normales según las mediciones tomadas en la figura 30.

Las fallas más comunes que puede presentar el sensor TPS (Throttle Position Sensor) o sensor de posición de la mariposa del acelerador son:

1. Pérdida de potencia y funcionamiento irregular del motor.
2. Inestabilidad en el ralentí del vehículo.
3. Inestabilidad en carga media y alta del vehículo.

4.2.5 Diagnóstico de falla del sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) o sensor de presión absoluta.

Una vez realizado el diagnóstico obtenemos la siguiente gráfica:

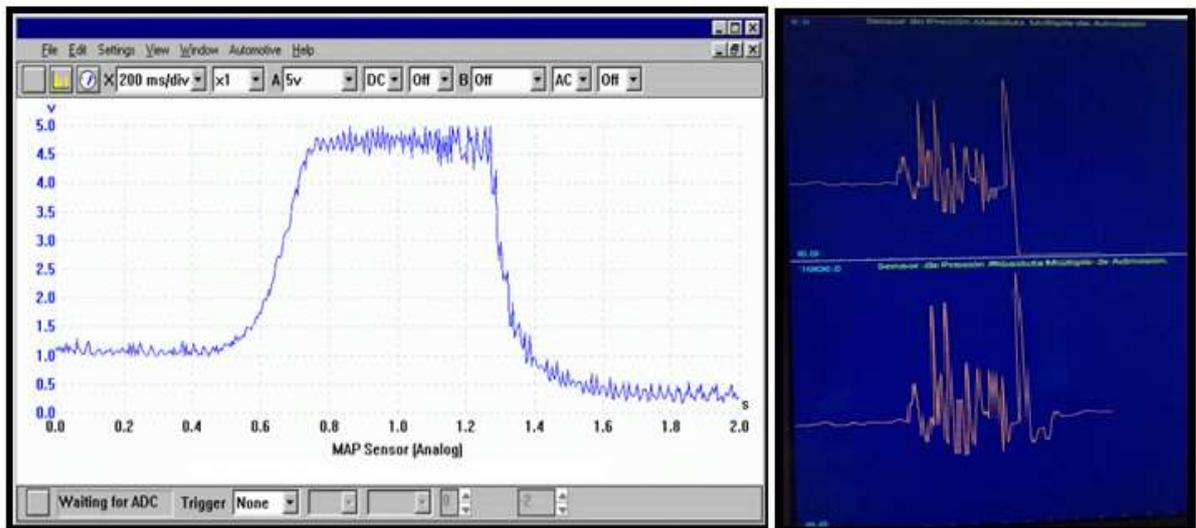


Figura 37. Comprobación del sensor MAP por tensión del motor G4ED (Kevin Batioja)

Podemos observar que en la figura 37 del sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) o sensor de presión absoluta, presenta una variación en la curva de trabajo lo cual nos indica que no se encuentra trabajando en sus parámetros normales según las mediciones tomadas en la figura 31.

Las fallas más comunes que puede presentar el sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) o sensor de presión absoluta son:

1. Mayor consumo de combustible.
2. Mayor contaminación de CO₂.
3. Desgaste prematuro de los cilindros.

4.2.4 Diagnóstico de falla de tiempo de inyección en los cilindros

Se procedió a verificar el tiempo de inyección en el motor G4ED del vehículo Hyundai Accent y una vez realizadas las conexiones al inyector procedimos a verificar la forma de la onda la cual corresponde a la que se observa en la figura 38.

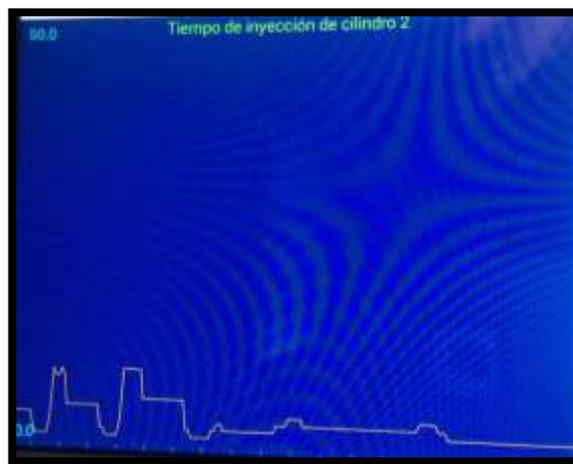


Figura 38. Comprobación del tiempo de inyección de los cilindros
(Kevin Batioja)

En esta gráfica se puede observar como al inicio de la onda comienza a marcarse el ciclo correspondiente al funcionamiento del inyector, en lo siguiente se puede notar como varia la gráfica lo cual nos indica que no se encuentra trabajando en sus parámetros normales como se puede observar en la figura 44.

Las fallas comunes que puede presentar un inyector son:

1. Problemas de desarrollo del motor.
2. Mayor consumo de combustible.
3. Perdida de potencia del motor.

4. Problemas en el encendido del vehículo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se pudo realizar la comprobación de varios componentes del sistema de inyección electrónica del vehículo donde se pudo observar el funcionamiento y comprobaciones con la ayuda de un osciloscopio que nos permitió observar claramente la forma de la onda.
- Se pudo brindar una información muy útil en relación a lo estudiado y para esto fue necesario contar con un manual del fabricante que nos permita revisar si la onda que se está presentado corresponde a cada sensor ya que en esta información es veraz y no habrá dudas en el diagnóstico.
- Se comparó las ondas que arrojaron los sensores y los componentes electrónicos con las que presenta el manual de fabricante, con esto se pudo determinar el correcto funcionamiento de cada sensor medido para poder dar un informe sobre su correcto funcionamiento.

5.2 Recomendaciones

- Realizar las mediciones con el instrumento adecuado, en este caso el osciloscopio ya que pueden obtener una información que no sea veraz y puede complicar la comprobación de los sensores a ser medidos.
- Seguir una metodología de trabajo para evitar confusiones, la forma correcta es utilizando el manual del fabricante para poder realizar cualquier tipo de análisis.
- Ubicar cuáles serán los sensores con los que se revisaran con el osciloscopio y así poder agilizar el análisis de los mismos comparando los resultados con los otorgados por el fabricante.

BIBLIOGRAFIA

- © Robert Bosch GmbH. (2008). Sensores y Actuadores EK4.
- Arias, F. (2008). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Texto, C.A.
- Arias, F. (2008). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Texto, C.A.
- BOSCH. (2005). MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMOVIL. HAMBURGO: DIPL,-ING KARL-HEINZDIETSCHKE.
- BOSCH. (2012). Sistemas de Inyección Electrónica. Campiñas: RbGmbH.
- Fracica, G. (1988). Modelo de simulación en muestreo. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- Fracica, G. (1988). Modelo de simulación en muestreo. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- González, D. (2011). Motores. Madrid: Paraninfo.
- González, D. (2011). Motores. Madrid: Paraninfo.
- González, D. (2011). Motores. Madrid: Paraninfo.
- Gutiérrez, M. S. (2012). Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. IC Editorial.
- Gutiérrez, M. S. (2012). Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. IC Editorial.
- Gutiérrez, M. S. (2012). Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. IC Editorial.
- Hartman, J. (2013). Cómo afinar y modificar sistemas de control de motores

automotrices. Minneapolis: Lexus.

- Hartman, J. (2013). Cómo afinar y modificar sistemas de control de motores automotrices. Minneapolis: Lexus.
- Melchor, J. C. (2012). Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto (MF0133_2). IC Editorial.
- Melchor, J. C. (2012). Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto (MF0133_2). IC Editorial.
- Melchor, J. C. (2012). Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto (MF0133_2). IC Editorial.
- Molitch-Hou, M. 2015. Autodesk Teams with Mattel en 3D Printing Industry.
- Padilla, B. J. (2012). Técnicas básicas de electricidad de vehículos. IC Editorial.
- Rovira de Antonio, A., & Muñoz Dominguez, M. (2015). Motores de Combustion Interna. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Srinivasan, S. (2008). Automotive Mechanics. New Dheli: Tata McGraw-Hill Education.
- Srinivasan, S. (2008). Automotive Mechanics. New Dheli: Tata McGraw-Hill Education.