

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES  
DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET  
SAIL MEDIANTE OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ”**

**Autor:**

**LUIS JAVIER MACÍAS MEDINA**

**GUAYAQUIL, AGOSTO 2017**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**


Ing. Edwin Giovanni Puente Moromenacho

**CERTIFICA:**

Que el trabajo **“ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL MEDIANTE OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ”** realizado por el estudiante: Luis Javier Macías Medina , ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple 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 coadyuvara a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de (un) empastado y (un) disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Luis Javier Macías Medina que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Agosto del 2017

  
Ing. Edwin Giovanni Puente Moromenacho  
Docente de Proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Luis Javier Macías Medina**

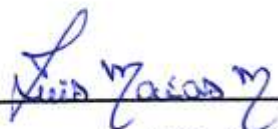
**DECLARO QUE:**

La investigación de cátedra denominada: **“ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL MEDIANTE OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ”** ha sido desarrollado 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, apoyados 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, Agosto del 2017

  
\_\_\_\_\_  
Luis Javier Macías Medina  
C.I. 0923523328

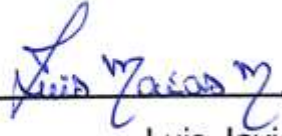
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Luis Javier Macías Medina**

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de catedra **“ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL MEDIANTE OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2017

  
\_\_\_\_\_  
Luis Javier Macías Medina  
C.I. 0923523328

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis madres María Medina y Elena Medina que han sido los pilares fundamentales en mi vida ya que me han apoyado incondicionalmente para superarme a ser mejor persona.

A mi padre Luis Aurelio por su apoyo y haberme brindado la guía necesaria para poderme abrir camino hacia una vida de mejores posibilidades instruyéndome en este amor hacia mi profesión.

A mis hermanos ya que fueron las personas en las cuales pude confiar en todo momento y brindarme aliento durante las adversidades.

Y a mi familia en general por ser la voz de aliento en mis momentos difíciles y ser el motivo de seguir adelante para cumplir mis metas.

Muchas gracias a todos mis amigos por haber recorrido este camino juntos para poder cumplir nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecerle en primer lugar a Dios por darme las fuerzas de seguir adelante e iluminar mi camino en todo momento, a mi familia por haberme apoyado y confiado en mí en ser capaz de cumplir mis metas.

Agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador facultad de Mecánica Automotriz por permitirme estudiar la carrera, y mis más sinceras palabras de agradecimiento para los docentes por haber compartido sus conocimientos y ser una guía en mi carrera universitaria.

A todos mis amigos y compañeros de clases por haber sido el apoyo necesario para poder terminar esta etapa en mi vida profesional.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
INDICE DE TABLA .....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
ANTECEDENTES.....	14
CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO .....	20
CAPITULO III .....	39
ANÁLISIS TEÓRICO DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA .....	40
CAPITULO IV .....	56
ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL MEDIANTE OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ .....	56
CAPÍTULO V.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
Bibliografía.....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Guayaquil.....	17
Figura 2. Sistema de inyección directa. ....	24
Figura 3. Sistema de inyección Indirecta. ....	26
Figura 4. Esquema de un sistema de inyección monopunto. ....	28
Figura 5. Esquema de un sistema de inyección multipunto. ....	29
Figura 6. Esquema de un sistema de inyección electrónica (LE-jetronic).....	33
Figura 7. Esquema de un sistema de inyección electrónica.....	34
Figura 8. Inyector a gasolina .....	36
Figura 9. Válvula IAC .....	37
Figura 10. Bobina de Encendido. ....	38
Figura 11: Válvula EGR. ....	39
Figura 12. Sensor posición del cigüeñal (CKP). ....	41
Figura 13. Sensor posición del cigüeñal tipo inductivo . ....	42
Figura 14. Sensor de oxígeno (sonda lambda). ....	44
Figura 15. Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT). ....	45
Figura 16. Sensor de temperatura de temperatura del motor (ECT). ....	47
Figura 17. Sensor de Detonación. (KS). ....	49
Figura 18. Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP). ....	51
Figura 19. Sensor de posición del eje de levas (CMP). ....	52
Figura 20. Sensor de posición del pedal de acelerador. ....	53
Figura 21. Sensor de velocidad (VSS). ....	54
Figura 22. Escáner G-Scan 2. ....	57
Figura 23. Motor del Chevrolet sail. ....	58
Figura 24. Localización del sensor de temperatura del refrigerante (ECT). ....	59
Figura 25. Circuito del sensor de temperatura del refrigerante (ECT). ....	60
Figura 26. Curva característica del sensor de temperatura del refrigerante (ECT). .....	61



Figura 27. Localización del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT). ....	62
Figura 28. Circuito del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT). .....	63
Figura 29. Curva del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT). .....	63
Figura 30. Ubicación del sensor de posición del cigüeñal (CKP). .....	64
Figura 31. Circuito del sensor de posición del cigüeñal (CKP). .....	66
Figura 32. Curva del sensor de posición del cigüeñal (CKP). .....	67
Figura 33. Ubicación del sensor de posición del acelerador (APS). .....	68
Figura 34. Circuito del sensor de posición del acelerador (APS). .....	70
Figura 35. Curva del sensor de posición del acelerador (APS). .....	71
Figura 36. Ubicación del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP). .....	72
Figura 37. Circuito del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP). .....	73
Figura 38. Curva del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP). .....	74
Figura 39. Ubicación del sensor de oxígeno. ....	75
Figura 40. Circuito del sensor de oxígeno. ....	77
Figura 41. Curva del sensor de oxígeno. ....	78
Figura 42. Ubicación del sensor de posición de la barra de levas (CMP). .....	79
Figura 43. Circuito del sensor de posición de la barra de levas (CMP). .....	81
Figura 44. Curva del sensor de posición de la barra de levas (CMP). .....	82
Figura 45. Ubicación del sensor de posición de detonación (KS) .....	83
Figura 46. Circuito del sensor de detonación (KS). .....	84
Figura 47. Curva del sensor de posición de detonación (KS). .....	85
Figura 48. Ubicación del sensor de velocidad (VSS). .....	86
Figura 49. Circuito del sensor de velocidad (VSS). .....	88
Figura 50. Oscilograma del sensor de velocidad (VSS). .....	89

## INDICE DE TABLA

Tabla 1. Variables .....	19
Tabla 2. Color del cableado del sensor ECT. ....	59
Tabla 3. Terminales del sensor ECT. ....	60
Tabla 4. Parámetros del sensor ECT. ....	61
Tabla 5. Color del cableado del sensor IAT.....	62
Tabla 6. Terminales del sensor IAT.....	62
Tabla 7. Parámetros del sensor IAT.....	64
Tabla 8. Color del cableado del sensor CKP.....	65
Tabla 9. Terminales del sensor CKP.....	65
Tabla 10. Parámetros del sensor CKP.....	68
Tabla 11. Color del cableado del sensor APS.....	69
Tabla 12. Terminales del sensor APS.....	69
Tabla 13. Parámetros del sensor APS.....	71
Tabla 14. Color del cableado del sensor MAP.....	72
Tabla 15. Terminales del sensor MAP.....	73
Tabla 16. Parámetros del sensor MAP.....	74
Tabla 17. Color del cableado del sensor de oxígeno.....	76
Tabla 18. Terminales del sensor MAP.....	76
Tabla 19. Parámetros del sensor de oxígeno.....	78
Tabla 20. Color del cableado del sensor CMP.....	80
Tabla 21. Terminales del sensor CMP.....	80
Tabla 22. Parámetros del sensor CMP.....	82
Tabla 23. Color del cableado del sensor KS.....	83
Tabla 24. Terminales del sensor KS.....	84
Tabla 25. Parámetros del sensor KS.....	85
Tabla 26. Color del cableado del sensor VSS.....	87

Tabla 27. Terminales del sensor VSS.....	87
Tabla 28. Parámetros del sensor VSS.....	89

## RESUMEN

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Internacional Del Ecuador, Análisis de las Curvas Características de los Sensores del Sistema de Inyección Electrónica del Vehículo Mediante Osciloscopio Automotriz, con el fin de hacer un estudio con resultados reales usando equipo de diagnóstico de última tecnología el cual nos ayude con datos muchos más precisos, esto ayudara a reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas de clase y realizar un gran aporte a la comunidad académica ya que en base de este trabajo se podrán realizar talleres de práctica y tener datos comparables para próximas investigaciones.

Para este trabajo se usará al vehículo Chevrolet sail en el cual se tomarán las mediciones necesarias para poder realizar el análisis respectivo el equipo de diagnóstico que se usa es el escáner G-scan2 con módulo osciloscopio ya que es uno de los mejores del mercado y de última tecnología lo cual nos permitirá tener lecturas más precisas.

Se realizara el estudio de cada uno de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Sail estudiando los datos obtenidos y analizando los oscilogramas tomados con el G-scan2 módulo osciloscopio y un estudio de forma teórica de los sensores del sistema de inyección electrónica de acuerdo a su forma de operación como indica el fabricante.

El método de investigación que se implantará en este trabajo nos permitirá obtener conclusiones del análisis antes mencionado y así mismo redactar las recomendaciones necesarias al concluir este trabajo.

## **ABSTRACT**

This work carried out in the facilities of the Universidad Internacional del Ecuador extension Guayaquil, Analysis of the characteristic curves of the electronic vehicle injection system sensors by automotive oscilloscope, in order to study with real results using state-of-the-art diagnostic equipment Which will help us with many more precise data, this will help to reinforce the knowledge acquired in the classrooms and make a great contribution to the academic community since on the basis of this work will be possible to conduct workshops and have comparable data for future research .

For this work a Chevrolet sail vehicle will be used in which the necessary measurements will be taken to be able to carry out the respective analysis. The diagnostic equipment to be used will be the G-scan2 scanner with oscilloscope module as it is one of the best on the market and Latest technology which will allow us to have more accurate readings.

A study of each of the sensors of the electronic injection system of the Chevrolet sail vehicle will be carried out by studying the data obtained and analyzing the oscillograms taken with the G-scan2 modulo oscilloscope and a theoretical study of the sensors of the electronic injection system of According to its form of operation as indicated by the manufacturer.

The research method that will be implemented in this work will allow us to draw conclusions from the aforementioned analysis and also write the necessary recommendations at the conclusion of this work.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1. Definición del problema.

En los sistemas de inyección electrónica cada día van evolucionando realizando mejoras en el rendimiento del vehículo confort y reducción de emisiones todo esto gracias al buen funcionamiento del sistema de inyección electrónica para obtener una mezcla adecuada, si bien al mejorar cada día estos sistemas también hacen que su diagnóstico sea mucho más complejo ya que para resolver fallas en estos sistemas necesitamos la ayuda de equipos mucho más confiables con los cuales podamos dar soluciones rápidas y eficaces por lo que no basta la utilización de un multímetro ya que muchas fallas intermitentes no pueden ser encontradas con el uso de esta herramienta por lo que hay que hacer uso de osciloscopios los cuales nos permiten obtener una visión mucho más amplia del comportamiento del sistema de inyección electrónica, hay nace la importancia de realizar un análisis de las curvas de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo y así tener datos reales del comportamiento de los sensores en los distintos regímenes del motor.

El análisis de este tipo de estudios dentro del campo automotriz permitirá obtener una fuente de conocimientos tomando como vehículo de prueba el Chevrolet Sail , lo que va a ayudar a los estudiantes de la universidad internacional del Ecuador en su formación profesional, para obtener resultados óptimos se usará equipos de diagnósticos de última tecnología el cual nos permitirá obtener valores reales para realizar un análisis de las curvas características de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo y así aportar a mejorar el conocimiento de los estudiantes dentro del centro de

estudios, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

## **1.2. Objetivo de la investigación.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Analizar las curvas características de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Sail obteniendo datos reales del comportamiento de los sensores para así tener una guía comparativa de las ondas tomadas directamente desde el automóvil que se será de gran ayuda a reforzar los conocimientos de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional Ecuador mediante uso osciloscopio automotriz.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

1. Investigar los sensores que usa el sistema inyección electrónica del Chevrolet sail.
2. Utilizar el escáner G-scan2 módulo osciloscopio para tomar la medición de la curvas de los sensores.
3. Analizar las mediciones obtenidas durante las pruebas a los sensores del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail.

## **1.3. Alcance**

El propósito para realizar este estudio sobre las curvas características de los sensores nace en la gran ayuda que sería para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz tener una investigación realizada con equipos de medición de última tecnología como lo es el escáner G-scan2 modulo osciloscopio para obtener resultados basados en las mediciones que se tomarán a los sensores del Chevrolet sail esto impulsara la investigación dentro del campus

universitario y ayudara a reforzar conocimientos adquiridos en salones de clase para elevar el nivel profesional de los futuros ingenieros.

Esta investigación se realizará en los talleres de la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz en el cual se podrán realizar comprobaciones de las distintas formas de ondas de los sensores su ubicación dentro del motor factores que afectan a su cambio de curvas lo cual nos permitirá tener datos detallados del comportamiento del sistema de inyección electrónica de un motor S4A que posee el Chevrolet Sail 1.4 L. en el cual se estará trabajando.

#### **1.4. Justificación e importancia de la investigación.**

Su importancia se justifica debido a la necesidad de el análisis de las curvas características de los sensores del sistema de inyección electrónica, ya que esto ayudará a reforzar el conocimiento adquirido en clase así también obtener datos reales y actualizados mediante equipos de medición electrónico de última tecnología como es el osciloscopio del G-scan2, lo cual nos dará una mayor apreciación de las mediciones tomadas en los distintos regímenes de funcionamiento de los sensores del sistema de inyección electrónica del Chevrolet sail y así poderlas usar como base en futuras investigaciones dentro de este campo, esto será un gran aporte a la comunidad universitaria debido que se tomará en cuenta los datos que se puedan recopilar mediante el uso de herramientas de diagnóstico electrónico para así poder sustentar con resultados reales medidos en el vehículo analizar cada una de las variantes que puedan presentarse dentro del transcurso de la investigación.

#### **1.5. Delimitacion de la investigacion.**

##### **1.5.1. Delimitación temporal.**

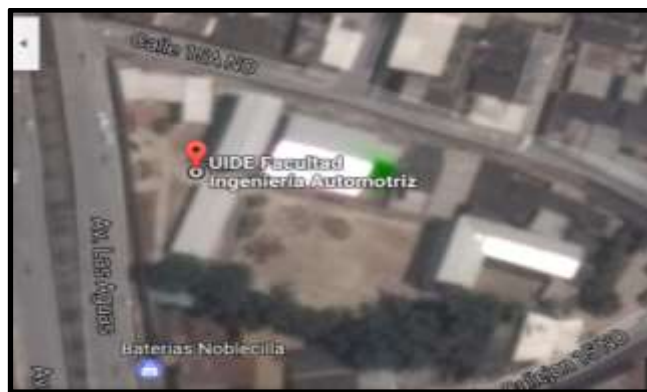
El trabajo se desarrollará desde el mes de mayo del 2017, hasta Diciembre del 2017, lapso que permitirá realizar la investigación tomar las mediciones en el vehículo Chevrolet Sail en cada uno de los sensores que posee este sistema de



inyección electrónica del motor S4A con el equipo de diagnóstico y analizar los datos obtenidos realizar el trabajo escrito en el cual se detallara con fuentes bibliográficas ayudándose en páginas web y así se podrá dar a conocer las conclusiones y recomendaciones para este trabajo.

### 1.5.2. Delimitación geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, dentro de los talleres de la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, usando las herramientas y recursos necesarios para poder llevar a fin esta investigación.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Guayaquil.  
Fuente: Google Maps.  
Editado por: Luis Macias Medina

### 1.5.3. Delimitación del contenido.

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base a manuales de taller, libros enfocados en los sistemas de inyección electrónica y demás documentación, apoyándose en investigaciones web donde estén relacionados con el uso del osciloscopio en los sistemas de inyección.

Toda esta información se la procesa de manera que el contenido de la investigación sea propio del autor con el fin de reducir la inclusiones de fuentes

de otros autores, esto ayudará a una idea más clara al realizar las recomendaciones necesarias y la conclusión en la que se tiene al finalizar este trabajo

## **1.6. Marco metodológico.**

### **1.6.1. Método de investigación.**

Se considera la aplicación del método de investigación cualitativa ya que de esta manera nos basaremos en el análisis respectivo de las mediciones que se haga con la herramienta de diagnóstico que se decidió usar para este trabajo que es el escáner G-scan2 módulo osciloscopio en cada uno de los sensores que componen el sistema de inyección electrónica del motor que posee el Chevrolet Sail, en base a los resultados obtenidos en la toma de muestras de datos podremos efectuar una interpretación sobre nuestra investigación y así poder realizar el trabajo escrito que será necesario para dar a conocer sus respectivas recomendaciones y conclusiones que se pudo obtener al analizar la curvas características del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Sail mediante osciloscopio automotriz.

### **1.6.2. Tipo de investigación.**

El método de investigación que se tomará en consideración será una investigación de campo ya que los datos analizar serán tomados al vehículo Chevrolet Sail que se encuentra dentro de los talleres de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador mediante el uso del osciloscopio automotriz haciendo uso de las instalaciones y herramientas necesarias para el desarrollo de esta investigación.

## **1.7. Variables de la investigación.**

### **1.7.1. Variable dependiente.**

- Automóvil Chevrolet Sail

- Escáner G-scan2 modulo osciloscopio

### 1.7.2. Variable independiente.

- Método de investigación
- Procedimientos que se realizarán para la toma de datos

### 1.7.3. Operación de variables

La operación de las variables se describe en la siguiente tabla N° 1

**Tabla 1.** Variables

Variables	Tipo	Función
Automóvil Chevrolet sail	Dependiente	Vehículo usado para el análisis de curvas
Escáner G-scan2 modulo osciloscopio	Dependiente	Herramienta usada para la medición de datos
Método de investigación	Independiente	Debido a diversos métodos que pueden aplicarse en el análisis
Procedimientos	Independiente	Ya que la manera a proceder podría variar de acuerdo como transcurra la investigación

**Elaborado por:** Luis Macías Medina.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco referencial**

##### **2.1.1. Chevrolet Sail - Reseña Técnica.**

Chevrolet Sail Sedán es sobresaliente en su diseño y espacio interior, ofreciendo un equipamiento atractivo y cómodo según sus diferentes versiones. En todas sus versiones, el Chevrolet Sail Sedán viene equipado con un confiable motor de 1.4 litros a gasolina de 4 cilindros y 16 válvulas DOHC esto quiere decir que posee doble eje de levas sobre la culata (double overhead camshaft) , que le permite alcanzar una potencia máxima de 102 HP a 6.000 RPM. Su sistema de VGIS (variable geometry intake system) le proporciona un control específico sobre el aire de entrada al motor, dándole mayor potencia y mejor desempeño a bajas y altas revoluciones. Por su sistema de inyección de geometría variable, que controla la apertura y cierre de valvulas asi asegura una excelente economía de combustible resultando en un promedio de hasta 60 km/galón.

##### **2.1.2. Sistema de Inyección Electrónica**

El desarrollo del sistema de inyección electrónica fue dado para mejorar considerablemente el rendimiento del vehículo traduciéndose esto en mayor potencia, ahorro de combustible y reducción de contaminantes al medio ambiente algo que era muy difícil conseguir con su antecesor el carburador.

Es así que se consiguió implementar el sistema de inyección electrónica en los vehículos hasta su actualidad ya que su misión reside en ajustar la cantidad de mezcla aire/combustible que necesita el motor en sus distintos regímenes de funcionamiento logrando con esto una mayor eficiencia del motor, teniendo mejor respuesta de aceleración, menor consumo de combustible y reducción de contaminantes.

### **2.1.3. Principio de Funcionamiento.**

Al momento del arranque del vehículo el tren alternativo del motor se pone en movimiento captando esta información el sensor de rotación del motor enviando una señal a la unidad de control del motor a su vez este movimiento de las partes mecánicas del mismo hace que en el múltiple de admisión se produzca una aspiración de aire proveniente de la atmósfera pasando por un filtro para retener las impurezas que puedan ingresar al motor, por sensores encargados de medir la temperatura del aire de admisión y el flujo o masa de aire que atravesará la mariposa de aceleración ingresando por las válvulas hasta los cilindros del motor.

Toda esta información recopilada es enviada a la unidad de control del motor en base a esta información y demás sensores que integran el sistema de inyección electrónica estas señales son procesadas para enviar una orden a los actuadores como lo son los inyectores y realizar la inyección de combustible en el tiempo adecuado y en la cantidad necesaria para la correcta formación de la mezcla aire/combustible que se quemará dentro del motor y que posteriormente se dará apertura a la válvula de escape, la salida de estos gases quemados serán analizados por un sensor de oxígeno antes de abandonar el motor y así una vez más enviar esta información a la unidad de control del motor para que regule la cantidad de carburante inyectado y aire en la cámara de combustión evitando que la mezcla sea muy rica (mayor cantidad de combustible) o muy pobre (menor cantidad de combustible) mientras mejor se optimice esta mezcla aire/combustible

en el motor será mucho más eficiente y reducirá considerablemente los gases contaminantes a su vez economizará combustible lo que beneficia al conductor dándole mejores prestaciones y al medio ambiente reduciendo su contaminación.

#### **2.1.4. Ventajas del Sistema de Inyección Electrónica**

Las ventajas que ofrece el sistema de inyección electrónica de combustible con respecto a su antecesor el carburador son muchas por lo tal se detallaran a continuación las más relevantes.

##### **2.1.4.1. Menor contaminación.**

La reducción de los gases contaminantes del motor es uno de los mayores avances que se realizó en la historia aunque aún muy lejos de la realidad de acabar con la contaminación global que los motores de combustión interna representan esto es una gran ayuda para el medio ambiente mejorando el diseño de los motores y rigiéndose por normativas para que los motores representen un menor peligro para la salud humana y el planeta.

Es así que el sistema de inyección electrónica de combustible está basado en optimizar la quema de combustible dentro del motor para evitar la propagación de gases contaminantes aunque no sea el único causante del calentamiento global y gases de efecto invernadero tiene un gran porcentaje de culpabilidad he ahí la importancia de mejorar los sistemas de combustibles pues esto lo realiza por medio de sistemas electrónicos más eficientes en donde una unidad de control del motor recibe y analiza datos de los sensores que componen el sistema de inyección electrónica para ajustar la mezcla de aire/carburante reduciendo los gases nocivos para el medio ambiente.

##### **2.1.4.2. Mejor rendimiento del motor.**

El sistema de inyección electrónica ofrece sin duda un mejor rendimiento en cuanto eficiencia del motor hablamos ya que permite realizar una mezcla de aire y combustible de forma precisa y en la cantidad adecuada al momento de la explosión dentro de los cilindros del motor traduciéndose esto en mayor potencia y rendimiento del motor dándole respuestas más rápidas en la aceleración y un encendido más fácil con motor frío entonces la inyección electrónica de combustible nos permite tener mayor control en la inyección de combustible ajustándose constantemente a las exigencias que este expuesto manteniendo su rendimiento óptimo en los distintos regímenes del motor.

#### 2.1.4.3. Mayor economía.

Si bien una de las principales ventajas de los sistemas de inyección electrónica es la economía que brinda al conductor un sistema que se encuentre en buen estado debido a su optimización en el uso del combustible ya que al ser capaz de regular automáticamente la mezcla aire/combustible según los factores que intervengan como temperatura , densidad del aire, análisis de gases de escape por medio de la sonda lambda hace que tenga un mejor aprovechamiento del combustible quemando la cantidad necesaria en los distintos regímenes del motor y carga que este use lo cual resulta ser un gran ahorro en combustible y permite recorrer más kilómetros por menos galones de combustible llegando a ser un beneficio para su conductor.

#### **2.1.5. Clasificación de los sistemas de inyección electrónica**

Los sistemas de inyección electrónica tienen una historia muy extensa en el cual al pasar de los años ha venido evolucionando debido a las demandas que el parque automotor requiere.

El crecimiento de grandes marcas y necesidad de posicionarse como los mejores en el mercado hacen que cada año se vayan dando mejoras en sus

motores haciéndolos más eficientes, reduciendo su consumo de combustible, y sobre todo menos contaminantes para el medio ambiente.

Por lo cual se han desarrollado distintos tipos de inyección electrónica y se les ha dado su clasificación correspondiente tomando en cuenta sus características que los distingue uno del otro.

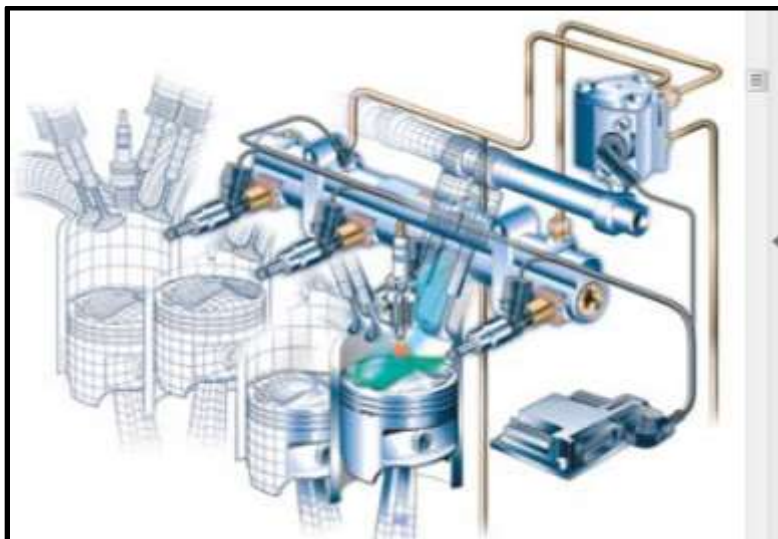
#### **2.1.6. Según el lugar donde se inyecta el combustible.**

Dentro de esta clasificación se encuentran dos tipos está relacionado a la ubicación donde el inyector dosificará el combustible esta puede ser:

##### **2.1.6.1. Inyección directa.**

Se le llama así por la localización de la dosificación de combustible es decir el inyector se encarga de dosificar el combustible sobre la cabeza del pistón.

Por su sistema de inyección de geometría variable , este impulsor asegura una excelente economía de combustible resultando en un promedio de hasta 60 km/galón.



**Figura 2.** Sistema de inyección directa.

**Fuente:** Bosch . (2008 ). Sistema de Inyección Electrónica (Bosch, 2008).

**Editado por:** Luis Macías Medina.

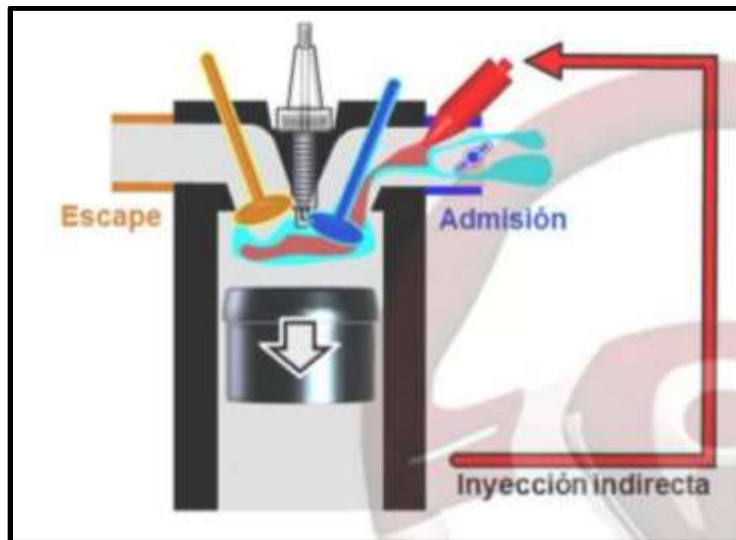


El objetivo de la inyección directa es consumir menos combustible y con ello reducir emisiones contaminantes al medio ambiente.

- Ventajas
  - Les da la ventaja a los motores en reducir a su máxima capacidad el consumo de combustible y por ende conseguir reducir los gases contaminantes, ya que este sistema genera una mezcla mas homogenea.
  - Economía para el dueño del automotor ya que reduce los gastos en combustible e impuestos para vehículos con baja emisión de gases.
  - Se trabaja con un valor lambda comprendido entre 1,6 y 3. Esto permite abrir más la mariposa y aspirar el aire superando una menor resistencia.
  - Aumento en el rendimiento térmico al tener menos perdida de calor hacia las paredes del cilindro esto sucede ya que en el modo estratificado la combustión se realiza en la zona muy cerca de la bujía.
  
- Desventajas
  - Tratamientos de los gases de escape según normativas encargadas de regular las emisiones de los motores de combustión interna.
  - La cantidad de plomo contenido en la gasolina ya que por su similitud química con los óxidos nítricos se almacenan en los catalizadores saturándolos.

2.1.6.2. Inyección Indirecta.

Uno de los primeros sistemas de inyección de combustible, que se encarga de dosificar el combustible en el múltiple de admisión antes de las válvulas es la inyección indirecta. El motor al realizar su movimiento en el ciclo de admisión entra aire y combustible dentro del cilindro el cual se mezclan, en la fase de admisión al descender el pistón y compresión al realizar un movimiento ascendente en ese preciso momento salta la chispa de la bujía combustionando la mezcla produciendo la fase de explosión y empujando el pistón para que se realice una buena combustión de la mezcla de aire /combustible, debe ser lo más homogénea posible. Esta mezcla estequiométrica está compuesta por 14.7 gramos de aire por cada gramo de gasolina.



**Figura 3.** Sistema de inyección Indirecta.

**Fuente:** [autastec.com/blog/actualidad/inyeccion-indirecta-y-directa-en-el-motor-de-gasolina/](http://autastec.com/blog/actualidad/inyeccion-indirecta-y-directa-en-el-motor-de-gasolina/)

**Editado por:** Luis Macías Medina.

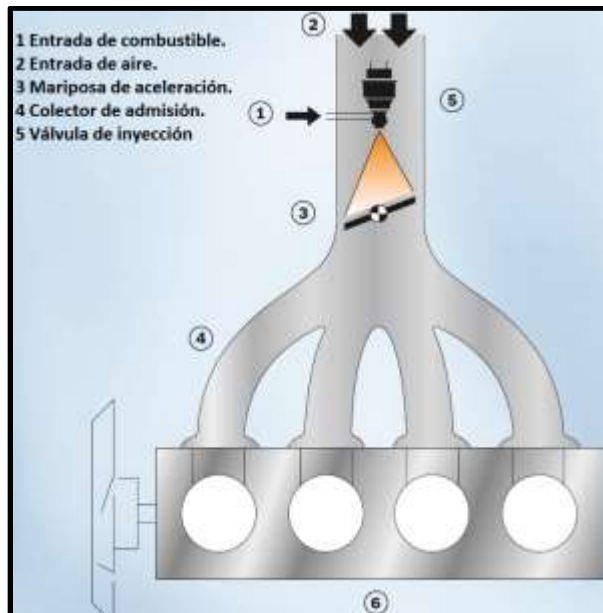
- Ventajas
  - Técnicamente es más sencilla por lo que conlleva al uso de menos partes.

- El costo de reparación es más barato debido que su dificultad técnica es menor en comparación al sistema de inyección directa.
- Desventajas
  - Mayor consumo de combustible debido q no se llega a tener una mezcla totalmente homogénea .
  - Menos eficiencia con respecto al sistema de inyección directa ya que no poseen el mismo tiempo de reacción en demandas de aceleración rápidas.

### 2.1.7. Según el numero de inyectores que posee.

Dentro de esta clasificación se encuentran dos tipos está relacionado con el número de inyectores el sistema posea esta puede ser:

#### 2.1.7.1. Inyección monopunto.



**Figura 4.** Esquema de un sistema de inyección monopunto.  
**Fuente:** Bosch . (2008 ). Sistema de Inyección Electrónica.  
**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sistema monopunto está basado en el número de inyectores que este posee y como su nombre lo indica tiene un inyector para todos los cilindros del motor este es uno de los sistemas más primitivos en cuanto a sistemas de inyección se refiere por tener un modelo básico similar al carburador, está compuesto por un cuerpo con un inyector situado antes de la mariposa de aceleración el mismo que esta comandado por la unidad de control electrónica.

En este sistema podemos encontrar partes características de los sistemas de inyección como son la bomba de combustible la cual se encarga de suministrar gasolina hacia el inyector, debido que su envío es constante el sistema monopunto consta de un regulador de presión el cual limita la presión máxima del inyector así también sirviendo de alivio retornando al tanque el exceso de combustible.

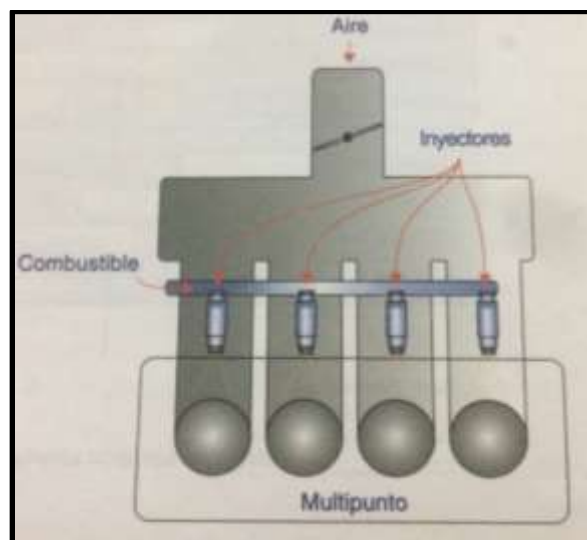
- Ventajas
  - Como una de sus principales ventajas se podría decir que es un sistema básico haciendo mucho más fácil realizar un diagnóstico de fallas.
  - Este sistema a pesar de su simplicidad técnica es un sistema eficiente ya que cumple con los objetivos de la inyección electrónica .
  - El costo de reparación en este tipo de sistemas es mucho más barato en comparación a un sistema multipunto.
- Desventajas
  - Como en la mayoría de sistemas ya antiguos no puede compararse a los sistemas actuales los cuales nos brindan mucho más potencia que este sistema debido a sus limitaciones técnicas.

- La dificultad de llevar la misma cantidad de combustible a cada uno de los cilindros conlleva a complicar la reducción de gases contaminantes.

#### 2.1.7.2. Inyección multipunto.

El sistema de inyección multipunto actualmente usado en la mayoría de vehículos debido a las prestaciones que aporta este sistema a la eficiencia del motor; este sistema es llamado así debido a que posee un inyector por cada cilindro del motor.

El sistema de inyección multipunto, sucesor del modelo básico que era el sistema de inyección monopunto, gracias a que cuenta con un inyector por cada cilindro logra tener mayor control en la cantidad de combustible que este inyecta al cilindro en los distintos regímenes de funcionamiento ganando a su vez mayor potencia al motor, economiza combustible, una de las más importantes ventajas que ofrecen los sistemas de inyección y reduce las emisiones de gases contaminantes.



**Figura 5.** Esquema de un sistema de inyección multipunto.

**Fuente:** Santander, J. R. (2006). Manual Técnico de Fuel Injection. Guayaquil: diseli.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

potencia al motor, economiza combustible una de las más importantes ventajas que ofrecen los sistemas de inyección y reduce las emisiones de gases contaminantes.

En cuanto a desventajas hablamos sobre este sistema, se podría empezar hablando de su dificultad de diagnóstico con respecto al sistema monopunto ya que al poseer un inyector por cada cilindro hace más compleja hallar el inyector que este fallando para así corregir el problema esto hace que su mantenimiento sea más elevado en costo aunque su valor es considerable debido a los aportes que se obtiene con el uso de un sistema de este tipo.

#### **2.1.8. Sistemas de inyectores según la sincronización de la inyección.**

Los sistemas de inyección al pasar de los años y la evolución que han ido sufriendo a causa a las exigencias del mercado, han hecho que su clasificación sea muy amplia y se caractericen según su comportamiento, es así que nace la clasificación de acuerdo a la sincronización de la inyección llamándose así al proceso que existe al ajustar de manera simultánea, secuencial a los inyectores dentro de estos sistemas tenemos los siguientes:

##### **2.1.8.1. Inyección simultánea.**

Este tipo de sistema de inyección hace referencia al trabajo en conjunto de los inyectores cuando la unidad de control electrónica se los indique todos los inyectores inyectaran combustible al motor al mismo tiempo.

##### **2.1.8.2. Inyección continua.**

Este tipo de sistema de inyección hace referencia al trabajo continuo de los inyectores ya que estos encargan de introducir combustible dosificado en el múltiple de admisión ya sea este proceso constante o variable.

#### 2.1.8.3. Inyección intermitente.

Este tipo de sistema de inyección hace referencia a la secuencia de trabajo que posee el inyector este abrirá y cerrará según indique la unidad de control electrónica.

#### 2.1.8.4. Inyección Secuencial.

El sistema de inyección secuencial inyecta combustible de uno en uno según lo requiera necesario la unidad de control.

#### 2.1.8.5. Inyección Semi Secuencial

Este tipo de sistema de inyección hace referencia a la manera en como se realiza la inyección dentro del cilindro ya que el inyector lo hace en forma de pares trabajando dos inyectores a la vez según lo requiera necesario la unidad de control.

### **2.1.9. Según el Tipo De Accionamiento de los Inyectores.**

Uno de los fabricantes pioneros en los sistemas de inyección sin duda es Bosch el cual ha fabricado por año varios modelos de sistema de inyección en el cual se hablarán a continuación.

#### 2.1.9.1. Sistema de inyección mecánico (K-jetronic).

El sistema de inyección K-jetronic desarrollado por el fabricante Bosch es uno de las bases para la inyección electrónica en sus posteriores años ya que este sistema se encargaba de tres funciones fundamentales:

- Medir el volumen del aire que ingresa al motor.
- Suministrar el combustible necesario hacia el dosificador- distribuidor.

- Realizar la mezcla de aire y combustible en función a la cantidad de aire que ingresa dentro del motor.

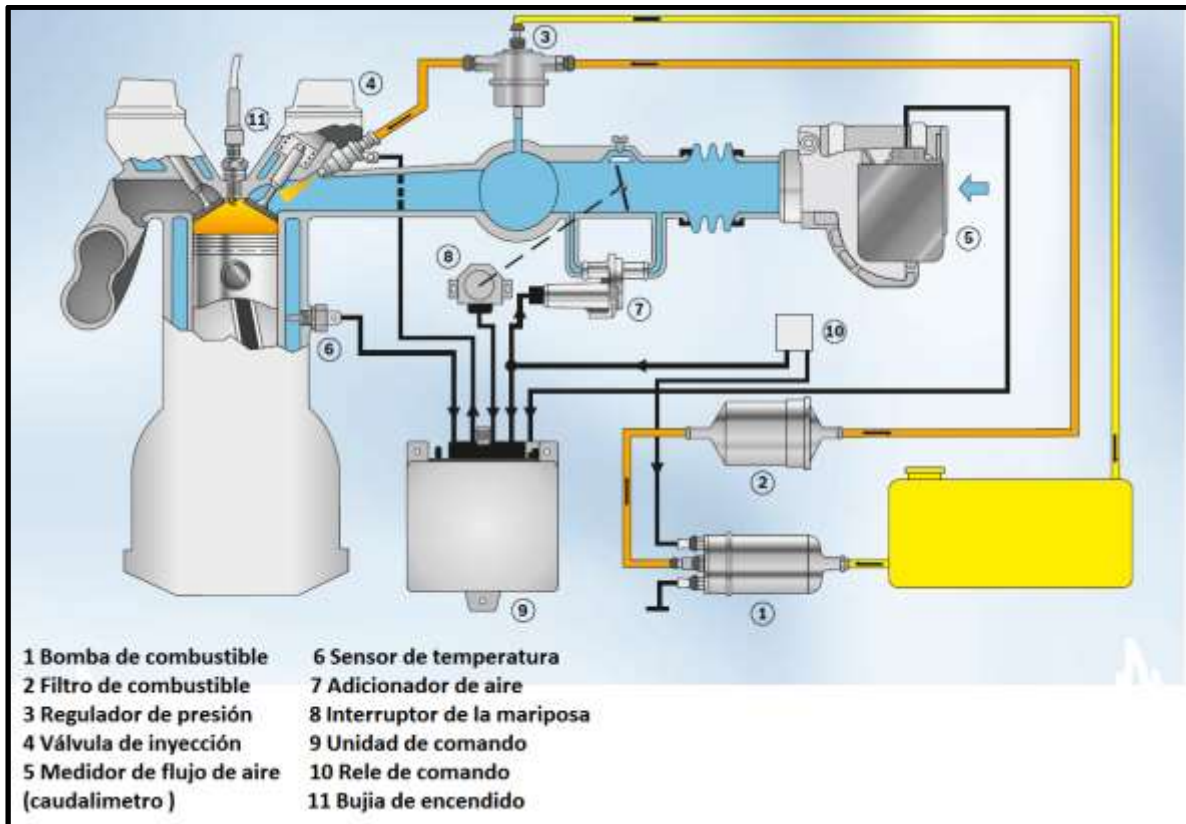
Este sistema está compuesto por su mayoría de partes mecánicas como lo son los inyectores, el dosificador –distribuidor, acumulador, etc. La parte esencial en este sistema era su caudalímetro llamado plato sonda cuya funciones principales era de medir el volumen de aire que ingresaba al motor y dosificar la cantidad correcta de combustible y así obtener una mezcla estequiometría adecuada.

#### 2.1.9.2. Sistema de Inyección Electromecánica (KE-jetronic)

Este es un sistema perfeccionado con respecto al sistema K-jetronic es en cual por primera vez se usaba una unidad de control las fusiones de este sistema eran totalmente similares al su antecesor con la diferencia de que todas sus regulaciones eran hechas por medio de una unidad de control electrónica a pesar de este ser muy limitada su funcionamiento se basaba en receptor las señales de los sensores y realizar comparaciones en valores ya establecidos dentro de sus circuitos para así enviarle una señal eléctrica de control a los actuadores del motor.

#### 2.1.9.3. Sistema de Inyección Electrónico (L-Jetronic, LE-Jetronic, Motronic, Dijijet, Dijifant).





**Figura 6.** Esquema de un sistema de inyección electrónica (LE-jetronic).

**Fuente:** Bosch . (2008 ). Sistema de Inyección Electrónica.

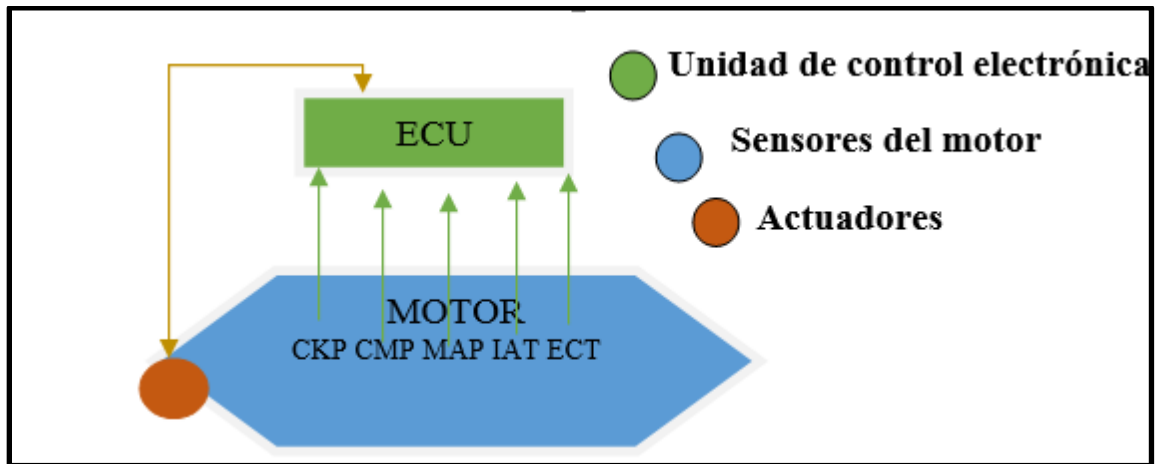
**Editado por:** Luis Macías Medina.

Es un sistema totalmente mejorado usado por la mayoría de las marcas de fabricantes automotrices, este sistema se encuentra comandado electrónicamente por una unidad de control ECU teniendo como misión suministrar la cantidad correcta de combustible en cada uno de los distintos regímenes del motor esto lo hace automáticamente ajustando la mezcla dependiendo de las señales que envíen los sensores a la Ecu esta información es recibida y procesada para dosificar la cantidad adecuada de combustible en el motor.

## 2.2. Esquema del Sistema de Inyección Electrónica

El sistema de inyección electrónica como se ha podido describir en este trabajo ha ido evolucionando y mejorando sus principales partes que los componen:

- Sensores.
- Actuadores.
- Unidad de control electrónica (ECU).



**Figura 7.** Esquema de un sistema de inyección electrónica  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

### 2.2.1. Sensores.

Son componentes que se encuentran instalados en partes estratégicas del motor el cual se encarga de medir parámetros del motor para luego enviar señales a la unidad de control electrónico para que se encargue de los respectivos ajustes.

### 2.2.2. Actuadores.

A diferencia de los sensores estos se encargan de recibir las señales de la Ecu para realizar cambios en el funcionamiento del motor variando el volumen de combustible, el ralentí, la recirculación de gases.

### 2.2.3. Unidad de control electrónica.

La unidad de control electrónica se encarga de recibir las señales enviadas por los sensores analizar estos datos y realizar los ajustes necesarios y luego poder enviar señales actuadores realizando este los cambios que necesite el motor.

### **2.3. Sensores del sistema de inyección electrónica.**

Los sensores varían de forma tamaño y tipo pero sus funciones son las mismas de convertir magnitudes físicas en señales eléctricas y enviarlas a la unidad de control y así realizar los ajustes necesarios que el motor requiera.

Por lo general los sensores están formados por componentes pasivos los cuales varían dependiendo de un factor externo que los afecte estos deben tener ciertas características para poder tener un rango de medida exacto, precisión de la medida tomada sensibilidad y resolución.

En el capítulo 3 se realizará una descripción más extensa sobre el funcionamiento de los sensores de del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail.

### **2.4. Actuadores.**

#### **2.4.1. Inyectores.**



**Figura 8.** Inyector a gasolina .

**Fuente:** Bosch . (2008 ). Sistema de Inyección Electrónica .

**Editado por:** Luis Macías Medina.

Uno de los principales actuadores que tiene el sistema de inyección electrónica son los inyectores como se sabe hay el número de inyectores según su tipo de sistema ya que estos pueden variar en número y forma de funcionamiento los inyectores son válvulas que son accionadas electrónicamente según se lo ordene la unidad de control electrónica y tienen como función pulverizar de manera adecuada el combustible dentro del cilindro.

El inyector está constituido por un cuerpo el cual posee en su interior un devanado magnético y una aguja con su respectivo asiento cuando a unidad de control determina el número del inyector que necesita entrar en funcionamiento envía un pulso a dicho inyector la aguja de presión se eleva de su asiento liberando un orificio donde el combustible es pulverizado dentro del motor. La unidad de control encargada de recibir las señales enviadas por los distintos sensores que posee el sistema de inyección electrónica calcula, analiza y determina la cantidad exacta de combustible, el tiempo de apertura del inyector el número de inyector que debe inyectar.

#### **2.4.2. Válvula reguladora de ralentí.**

La válvula reguladora de ralentí o válvula IAC por sus siglas en inglés (idle air control) es la encargada de mantener el ralentí del motor en una manera

constante la válvula IAC controla el paso de aire hacia la cámara esta válvula está controlada como los otros actuadores por la unidad de control electrónica.

La válvula reguladora de ralentí es un motor paso a paso que controla un pistón en forma de cono su movimiento rectilíneo dentro de su área de trabajo reduciendo o ampliando el paso de aire hacia la cámara de combustión según lo indique la unidad de control electrónica del motor.

En temperaturas bajas cuando el motor recién es encendido permite el ingreso de gran cantidad de aire permitiendo que el motor alcance su temperatura de operación y bajando sus revoluciones progresivamente mientras este alcance su temperatura nominal de trabajo.



**Figura 9.** Válvula IAC

**Fuente:** [autodaewoospark.com/valvula-IAC.php](http://autodaewoospark.com/valvula-IAC.php)

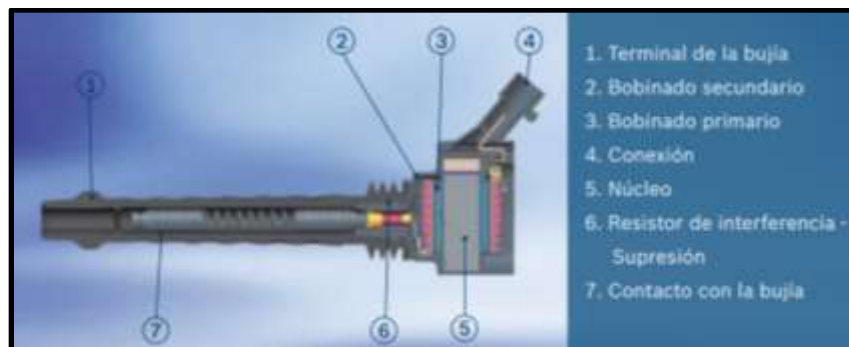
**Editado por:** Luis Macías Medina.

### **2.4.3. Bobina de encendido.**

Las bobina de encendido es otro de los actuadores que corresponde al sistema de inyección electrónica de gasolina este recibe la señal por parte de la

unidad de control electrónica esta a su vez se basa en la información que envía el sensor CMP para determinar la ubicación del primer cilindro y así determinar que bobina alimentar.

La función principal que tienen las bobinas de encendido es de crear la alta tensión que será enviada a las bujías de cada uno de los cilindros creando la chispa necesaria para encender la mezcla de aire combustible dentro de la cámara de combustión.



**Figura 10.** Bobina de Encendido.

**Fuente:** Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .  
**Editado por:** Luis Macías Medina

#### 2.4.4. Válvula de recirculación de gases de escape EGR

Con la evolución de los sistemas de inyección automotrices y su constante lucha por reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente se han ido mejorando gran parte del problema es así que la inyección electrónica incorporo a sus funciones de reducir los gases contaminantes una válvula EGR que por sus siglas en inglés (Exhaust Gas Recirculación).

La función de esta válvula es de recircular los gases provenientes de la combustión de la mezcla de aire y combustible dependiendo de diferentes parámetros, la válvula comunica el colector de escape con el de admisión, la activación de dicha válvula será efectuada por la unidad de control electrónica esta abrirá o cerrara la válvula EGR dependiendo de la información enviada por los

sensores de temperatura de refrigerante, régimen del motor, y carga del acelerador.

Generalmente las válvulas EGR se encuentran en posición abierta dejando entrar gases del sistema de escape al múltiple de la admisión del motor esto sucede cuando el motor se encuentra caliente con su temperatura optima de trabajo, bajos regímenes del motor y baja carga la válvula realiza este proceso con el fin de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) .



**Figura 11:** Válvula EGR.

**Fuente:** Manual Bosch EK-4 sensores y actuadores.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

### **CAPITULO III**

# ANÁLISIS TEÓRICO DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

## 3.1. Descripción de funcionamiento.

### 3.1.1. Sensor de posición del cigüeñal (CKP).

El sensor de posición del cigüeñal tiene como función comunicar a la unidad de control electrónica sobre la posición del cigüeñal y el número de revoluciones por lo general se encuentran ubicados cerca del volante de inercia en la parte trasera del motor el sensor CKP del Chevrolet Sail posee las siguientes especificaciones.

- Una extensión de 1.3 mm a partir de su base hacia la rueda reluctora.
- Posee una rueda reluctora de 58 dientes.
- La separación de los 57 dientes de la rueda reluctora está a una distancia de 6 grados.
- La última ranura posee una distancia más larga para generar el impulso de sincronización.
- La ranura 58 envía un impulso más largo la unidad de control electrónica usa esta información para determinar la posición del cigüeñal.

El sensor de posición del cigüeñal se lo puede encontrar en dos tipos; estos pueden ser inductivos o de efecto hall varían su diseño según el fabricante, es de suma importancia conocer qué tipo de sensor es antes de realizar un diagnóstico ya que una mala práctica podría darnos resultados erróneos hasta llegar a averiar el sensor.

El funcionamiento del sensor CKP (Crankshaft Position) se encuentra relacionado con el movimiento rotativo de la corona dentada ya que este genera variaciones al campo magnético esta a su vez hace que se modifiquen las señales de tensión que son enviadas a la unidad de control. En función de estas señales la



unidad electrónica es capaz de calcular el número de revoluciones y la posición del eje cigüeñal ya que estos parámetros son usados para la inyección de combustible y el ajuste del encendido.



**Figura 12.** Sensor posición del cigüeñal (CKP).

**Fuente:** Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .

**Editado por:** Luis Macías Medina.

#### **Averías:**

- Motor no enciende.
- Fallo del motor.
- Almacenamiento de un código de falla (check engine).

#### **Causas:**

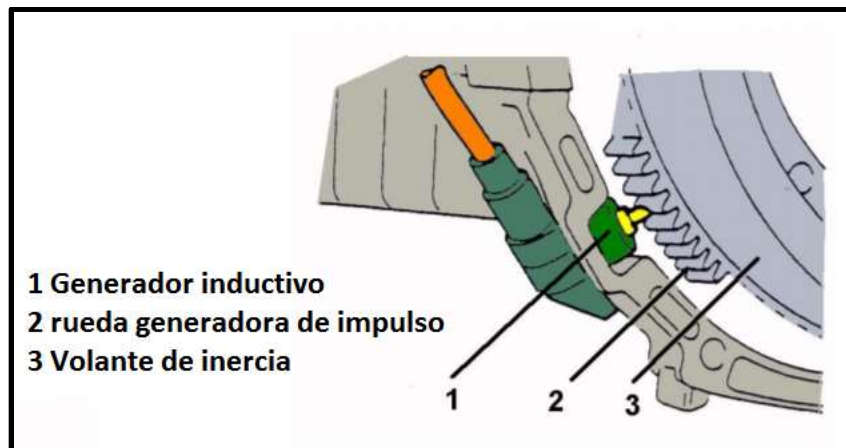
- Cortocircuitos internos.
- Cableado en mal estado.
- Contaminación de partículas de metal.
- Daño mecánico en la rueda dentada.

#### **Comprobaciones:**

- Conectar la herramienta de diagnóstico para encontrar código de fallo.
- Revisar posibles daños en el cableado.

- Inspeccionar por medio del uso de osciloscopio.
- Inspeccionar por suciedad y posibles daños.

Para realizar la inspección en el sensor se recomienda verificar en el manual el tipo de sensor que es ya que se puede resultar difícil su comprobación si se tiene en duda el tipo de sensor que de este se trata ya que puede ser de tipo inductivo y del tipo hall. Esto se complica si encontramos un sensor con tres pines no se podrá determinar de manera exacta de que tipo se trata a su vez si el sensor consta de dos pines se podría estar casi seguro que es un sensor inductivo por lo tanto debe consultarse el manual del fabricante para no causar una falla inesperada .



**Figura 13.** Sensor posición del cigüeñal tipo inductivo .

**Fuente:** Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .  
**Editado por:** Luis Macías Medina

### 3.1.2. Sensor de oxígeno.

La sonda lambda como también se conoce al sensor de oxígeno es uno de los componentes del sistema de inyección electrónica que ayuda a la reducción de los gases contaminantes hacia el medio ambiente ya que las leyes ambientales sobre la contaminación que provoca el parque automotor son cada vez más rigurosas debido a esto los fabricantes diseñan mecanismos para disminuir este problema lo cual los lleva a mejorar la depuración de gases de escape.

Para poder reducir esta tasa de emisión de gases contaminantes se debe tener una combustión óptima la cual debe alcanzar una mezcla estequiometría de 14,7 kg de aire y 1kg de combustible con esta proporción está garantizada la combustión completa de la mezcla y así el catalizador es capaz de depurar en su totalidad los gases nocivos para el medio ambiente. Es decir que el valor de lambda debe ser igual a 1.

La función de la sonda lambda es de medir el oxígeno de los gases de escape esto quiere decir que compara el contenido de oxígeno que posee los gases de escape con respecto al oxígeno que posee el ambiente el sensor de oxígeno indica si la mezcla es rica o pobre en el rango  $\lambda = 1$  refiriéndose que se llama mezcla en el rango pobre cuando lambda es mayor a 1 ( $\lambda > 1$ ) y se llama mezcla en el rango de rico ( $\lambda < 1$ ).

Esta información es transmitida a la unidad de control electrónico para realizar los ajustes necesarios en cuanto la mezcla de aire y combustible ya y así reducir las emisiones de gases contaminantes que afectan al medio ambiente estos sensores están fabricados por una cerámica de dióxido de zirconio o dióxido de titanio.

#### **Averías:**

- Consumo de combustible
- Altas emisiones de gases contaminantes.
- Pérdida de potencia del motor

### Causas:

- Utilización de combustible con plomo.
- Sobrecalentamiento debido a un tiempo de encendido incorrecto o ajuste de válvula.
- Tendido incorrecto del cableado cortes, mordeduras, quemaduras.
- Tubo protector obstruido.

### Comprobaciones:

- Con el uso del multímetro medir la tensión de la sonda este debe ubicarse entre 0,1 a 0,9 V. a temperatura de operación.
- Comprobar el oscilograma del sensor.
- Comprobar con un medidor de emisiones.



**Figura 14.** Sensor de oxígeno (sonda lambda).

**Fuente:** Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .

**Editado por:** Luis Macías Medina

El proceso del reemplazo de la sonda lambda debe tener algunas precauciones para no dañar el sensor al momento de su instalación por lo cual se debe verificar el estado de la rosca para evitar forzar la sonda al instalarla respetando siempre el par de apriete mandado por el fabricante se debe tener cuidado con la conexión eléctrica del sensor evitando que quede muy tensionada para evitar roturas o que toque el tubo de escape.

### 3.1.3. Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT).

El sensor de temperatura de aire de admisión se encuentra ubicado entre la caja del filtro de aire y la mariposa de aceleración este está encargado de monitorear la temperatura con la que ingresa el aire de admisión convirtiéndola en señales eléctricas que son enviadas a la unidad de control que a la vez se encargará de recibir la señal procesada para actuar sobre la formación de la mezcla aire/combustible y la secuencia de encendido.

Sistema de funcionamiento del sensor IAT está basado en la modificación de la resistencia interna del sensor con respecto a la temperatura es decir a medida que la temperatura del aire de admisión es baja el valor de la resistencia será alto y de igual forma su voltaje. Por ende cuando la temperatura del aire de admisión aumenta su valor resistivo irá disminuyendo, igual que su voltaje estas señales son enviadas a la unidad de control electrónica para evaluar dichos valores de tensión ya que son directamente proporcional con la temperatura que ingresa al motor.



**Figura 15.** Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT).

**Fuente:** variedadesautomotriz.blogspot.com

**Editado por:** Luis Macías Medina.

**Averías:**

- Dificultad de arranque en frío.
- Mayor consumo de combustible.
- Almacenamiento de código de falla.
- Baja potencia del motor.

**Causas:**

- Cableado en mal estado roto.
- Sensor en corto.
- Punta del sensor obstruida por polvo.

**Comprobaciones:**

- Verificar los valores de tensión del sensor con la ayuda de un multímetro.
- Inspeccionar el oscilograma del sensor.
- Inspeccionar clavijas del conector.
- Revisar por cortes en las líneas del cableado.

Para determinar si existe un fallo en el sensor debe inspeccionarse la resistencia del mismo teniendo en cuenta que a baja temperatura el valor óhmico del sensor será alto e ira disminuyendo a medida que la temperatura vaya elevando, la inspección de la tensión del sensor también es otro valor a tomar en cuenta siendo este un valor de tensión de trabajo de 5V dependiendo el fabricante teniendo en cuenta las líneas que forman parte del circuito del sensor, a su vez inspeccionar la forma de onda del sensor.

**3.1.4. Sensor de Temperatura de Refrigerante (ECT).**

El sensor de temperatura del refrigerante sirve para indicarle a la unidad de control electrónica la temperatura de funcionamiento del motor. La unidad de control recepta esta información analiza y procesa para ajustar el tiempo de inyección y el ángulo de encendido a los regímenes de temperatura que el motor esté funcionando.

El sensor de temperatura por lo regular es un sensor de coeficiente negativo esto quiere decir que su resistencia ira disminuyendo a medida que la temperatura aumente esta modificación de su resistencia interna del sensor de temperatura actúa en función del refrigerante del motor que se encuentra en constante contacto.

A medida que la temperatura del refrigerante del motor va aumentando la resistencia interna del motor va disminuyendo a su vez la tensión del sensor también disminuirá estos valores son analizados por la unidad de control electrónica del motor ya que esto datos de tensión están ligados a la temperatura del refrigerante del motor ya que el sensor de temperatura de refrigerante tiene un comportamiento que a temperaturas bajas la tensión del sensor será alto y a temperaturas altas su voltaje será bajo.



**Figura 16.** Sensor de temperatura de temperatura del motor (ECT).

**Fuente:** Bosch . (2008 ). Sistema de Inyección Electrónica.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

Los sensores ECT pueden presentar diferentes maneras de fallos en el sistema de inyección electrónica manifestándose atreves en la unidad de control electrónica del motor.

## **Averías**

- Ralentí inadecuado.
- Mayor consumo de combustible.
- Arranque en frío dificultoso.

### **Causa**

- Cortocircuito interno del sensor.
- Conexión a masa del cableado principal.
- Línea abierta.
- Termostato averiado.

### **Comprobación**

- Lectura de la memoria de averías usando un scanner automotriz.
- Verificar la temperatura actual del motor usando una pistola de temperatura.
- Usando un multímetro revisar continuidad de las líneas del cableado.
- Revisar oscilograma del sensor.
- Revisar el cableado no presente cortes o falsos contactos.

Al estar el sensor de temperatura de refrigerante del motor trabajando de forma errónea esto hará que el ralentí del motor tenga un aumento de revoluciones ya que la unidad de control pensará que el motor no ha llegado a su temperatura óptima de funcionamiento lo que producirá un aumento de revoluciones en ralentí al suceder esto habrá que el motor tenga un mayor consumo de combustible; para localizar su falla será necesario medir la resistencia interna del sensor que suele ser aproximadamente a 25 °C. 6 Kohmios y en caliente 80 °C. 300 ohmios estos valores suelen cambiar dependiendo el fabricante revisar el cableado principal por cortes, roturas y medir la tensión del sensor.



### 3.1.5. Sensor de Detonación (KS).

El sensor de detonación se encuentra en la parte externa del bloque del motor registrando las vibraciones o cascabeleos que el motor produzca en todos sus regímenes de funcionamiento enviando esta información a la unidad de control electrónica para así analizar y ajustar el avance de encendido para evitar daños mecánicos en el motor.

El sensor de detonación registra los golpeteos provocadas por el encendido del pistón transformando estas señales de tensión eléctricas que luego son enviadas a la unidad de control electrónica esta se encargara de receptor y evaluar dicha señal ya que si existe mucha vibración en el motor corresponderá que el tiempo está muy adelantado debido a esto la unidad de control electrónica retardará el tiempo de encendido hasta que desaparezca el cascabeleo del motor es importante el buen funcionamiento de este sensor para evitar daños mecánicos en el motor y este funcione lo mejor posible.



**Figura 17.** Sensor de Detonación. (KS).

**Fuente:** Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .

**Editado por:** Luis Macías Medina.

Los sensores de golpeteo pueden presentar diferentes maneras de fallos en el sistema de inyección electrónica manifestándose atreves en la unidad de control electrónica del motor.

## **Averías**

- Encendido de luz testigo del motor.
- Almacenamiento de código de averías.
- Mayor consumo de combustible.
- Baja potencia del motor.

## **Causas**

- Corto circuitos internos del sensor.
- Roturas en el cableado.
- Daños mecánicos.
- Fijación defectuosa.

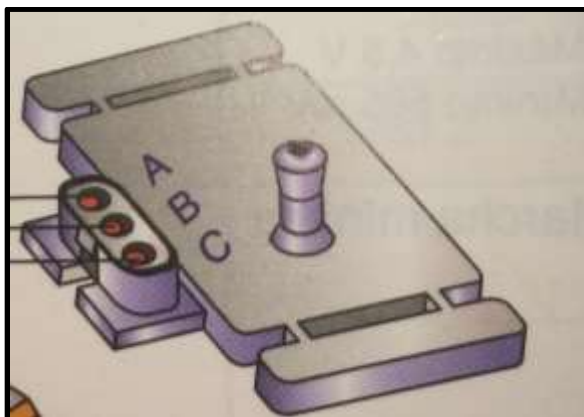
## **Comprobación**

- Uso de escáner automotriz para lectura de memoria de averías.
- Asegurarse del par de apriete del sensor.
- Comprobar el estado del sensor.
- Comprobar conexiones eléctricas.

### **3.1.6. Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP).**

El sensor de presión absoluta del múltiple está formado por un material piezoeléctrico para medir las variaciones de presión o vacío que pasa en el múltiple de admisión.

El sensor de presión absoluta del múltiple tiene como función encargarse del censado del aire del aire que pasa por el múltiple de admisión ya sea esta mayor o menor succión será convertido en un valor de tensión referencial para la unidad de control electrónica esta evaluara la señal y se encargara de ajustar el valor de entrega de combustible a través de los inyectores dependiente de la carga que tenga el motor y su demanda de aceleración.



**Figura 18.** Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).

**Fuente:** Santander, J. R. (2006). Manual Técnico de Fuel Injection. Guayaquil: diseli.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

### **Averías**

- Vehículo con emisiones de humo negro.
- Presencia de luz indicadora de falla.
- Pérdida de potencia.

### **Causas**

- Sensor en mal estado
- Cableado principal con cortes, roturas
- Daños mecánicos.

### **Comprobaciones**

- Comprobar la conexión de los conectores.
- Comprobar daños en el sensor.
- Uso del escáner automotriz para verificar código de fallas.

El sensor de presión absoluta del múltiple por lo general suele poseer 3 cables que son 1 de voltaje, 2 tierra o masa, señal los cuales variaran de posición y color en el cableado según el fabricante.

### 3.1.7. Sensor de Posición de Ejes de Levas (CMP).

El sensor de posición del eje de levas trabaja en base al principio del hall-effect este sensor es el encargado de indicarle permanentemente a la unidad de control electrónico la posición del cilindro 1 en coordinación del sensor del cigüeñal.

El sensor de posición del eje de levas tiene como objetivo determinar la posición del cilindro 1 por tres razones; para indicarle a la unidad de control electrónica el inicio de la secuencia de la inyección de combustible y para el ajuste del picado es decir la unidad de control determinara el avance de encendido.

El sensor de posición del eje levas tiene como función indicarle a la unidad de control electrónica la posición del cilindro 1 para comienzo de la inyección esta señal también es usada por la Ecu para indicarle a la bobina de encendido a que cilindro provocar la chispa de alta tensión.



**Figura 19.** Sensor de posición del eje de levas (CMP).

**Fuente:** Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .

**Editado por:** Luis Macías Medina.

#### **Averías**

- Motor no enciende.
- Iluminación de luz testigo.

- Almacenamiento de código DTC.

### Causas

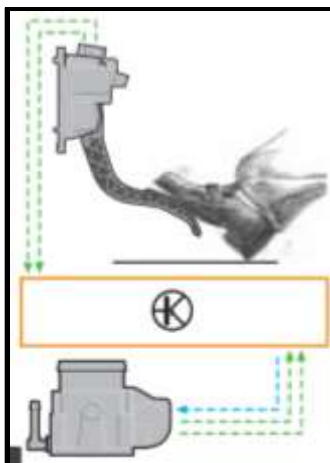
- Daño de físico del sensor.
- Cortocircuito interno del sensor.
- Rotura del cableado principal.

### Comprobación

- Comprobar conexiones eléctricas.
- Comprobar cableado
- Revisar el oscilograma del sensor.
- Lectura de la memoria de avería.

### 3.1.8. Sensor de Posición del Pedal de Aceleración.

Con el avance de los sistemas de inyección electrónica cada vez se ven más suprimidos los elementos mecánicos y son remplazados por componentes electrónicos este es el caso del el sensor de posición del pedal de aceleración se encarga de comunicarle a la unidad de control electrónica y esta reconoce su posición modificando la apertura de la mariposa de aceleración.



**Figura 20.** Sensor de posición del pedal de acelerador.

**Fuente:** Manual de Acelerador Electrónico.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

### **Averías**

- El movimiento del pedal no es reconocido por el motor.
- Las rpm son limitadas.

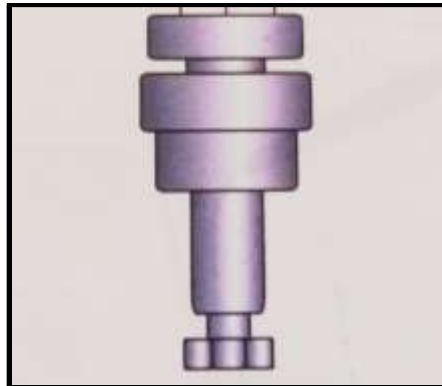
### **Causas**

- Líneas del cableado rotas.
- Conexiones flojas del sensor.
- Unidad de control electrónica defectuosa.

### **Comprobaciones**

- Verificar códigos de fallas.
- Comprobar por daños físicos al sensor.
- Inspección de conectores del sensor.
- Comprobar del sensor mediante multímetro.
- Comprobar oscilograma del sensor.

#### **3.1.9. Sensor de Velocidad (VSS).**



**Figura 21.** Sensor de velocidad (VSS).

**Fuente:** Santander, J. R. (2006). Manual Técnico de Fuel Injection. Guayaquil: diseli.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de velocidad sirve para indicar la velocidad del vehículo esta información es necesaria para regular las presiones de cambio durante las transacciones de cambio de marcha.

El sensor de velocidad apunta hacia una corona dentada la cual es capaz de crear una variación del pulso magnético del sensor lo que haría cambiar su tensión este cambio de tensión es enviado a la unidad de control electrónica conociendo así esta su velocidad actual.

## **CAPITULO IV**

# **ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL MEDIANTE OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ**

### **4.1. Equipos.**

Para realizar el análisis de las curvas características de los sensores de inyección electrónica se tomaron en consideración dos variables dependientes que son la utilización del vehículo Chevrolet Sail y el escáner G-Scan 2 modulo osciloscopio equipos que se encuentran en la Facultad de Ingeniería Automotriz extensión Guayaquil de la Universidad Internacional del Ecuador.

#### **4.1.1. Escáner G-scan2.**

El escáner G-Scan 2 es una de las herramientas de diagnóstico automotriz más sofisticadas del mercado la cual nos permite tener en una sola herramienta un escáner automotriz, osciloscopio y multímetro.

El G-Scan 2 cuenta con un módulo osciloscopio con el cual se realizarán las mediciones de cada uno de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet sail este nos permitirá obtener datos más exactos de las curvas de cada sensor y permitir obtener un análisis más preciso del comportamiento de los sensores del sistema de inyección electrónica en cada uno de sus regímenes de funcionamiento.





**Figura 22.** Escáner G-Scan 2.  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

#### 4.1.2. Chevrolet Sail.

El vehículo en el cual se basará el análisis de los sensores del sistema de inyección electrónica es el Chevrolet sail en los cuales se realizara un estudio de los sensores más relevantes como son.

- Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).
- Sensor de posición del cigüeñal (CKP).
- Sensor de posición del eje de levas (CMP)
- Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT).
- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).
- Sensor de detonación (KS).
- Sensor de posición del pedal de aceleración.
- Sensor de velocidad.
- Sensor de oxígeno.



**Figura 23.** Motor del Chevrolet sail.  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

#### **4.2. Curvas de sensores.**

Los sensores del sistema de inyección electrónica tienen diferentes tipos de ondas según el tipo de sensor que este sea y parámetros del sensor. Las curvas de los sensores pueden tener una o varias de los siguientes parámetros.

- Amplitud. La amplitud de la señal del sensor se refiere al voltaje de la señal en un determinado tiempo de la curva.
- Frecuencia. La frecuencia es la cantidad de ciclos en un segundo es decir el tiempo que le tomará a una señal reproducirse, esta expresada en Hz.
- Anchura de impulso. Este parámetro esta medido en porcentaje (%) y está definido al tiempo de activación de la señal del sensor.
- Forma. La presentación de la curva según su tipo de sensor pueden ser en forma de sierra, punta, filo o curva.
- Patrón. Serán las formas base de medición.

#### 4.2.1. Curva del sensor de temperatura del refrigerante.

El sensor de temperatura del refrigerante se encuentra localizado en la caja del termostato donde le permite estar en constante contacto con el líquido refrigerante y así monitorear su temperatura.



**Figura 24.** Localización del sensor de temperatura del refrigerante (ECT).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 2.** Color del cableado del sensor ECT.

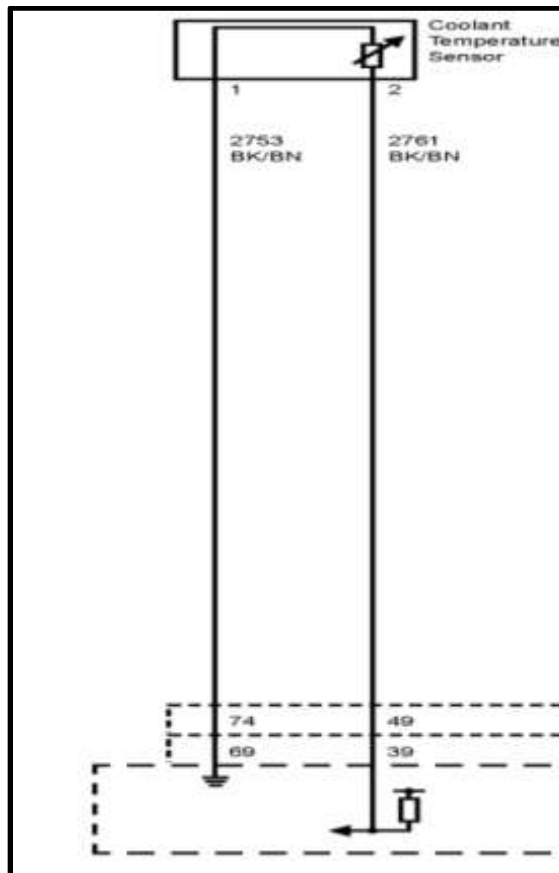
<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
2761	Negro
2753	Azul

**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 3.** Terminales del sensor ECT.

CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
2761	2	Señal del sensor ECT
2753	1	Masa

**Fuente:** Luis Macías Medina.



**Figura 25.** Circuito del sensor de temperatura del refrigerante (ECT).

**Fuente:** General Motor. (2017 ). Manual de servicio.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de temperatura de refrigerante según los datos obtenidos con el osciloscopio mostro que un sensor de coeficiente negativo (NTC) es decir su voltaje fue disminuyendo mientras aumentaba la temperatura.



**Figura 26.** Curva característica del sensor de temperatura del refrigerante (ECT).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 4.** Parámetros del sensor ECT.

PARAMETROS	VALORES 70 °C	VALORES 29 °C
Voltaje maximo	0,70V	1,57 V
Voltaje minimo	0,58V	1,19V
Voltaje promedio	0,63V	1,38V

**Fuente:** Luis Macías Medina.

En la figura 26 se observa la curva tomad  en voltaje por tiempo con el módulo osciloscopio del G-scan 2 en esta se puede observar cómo va disminuyendo el voltaje a medida que la temperatura aumenta obteniendo una medida máxima de 0,70V y una mínima 0,58V dando como promedio 0,63V todos estos valores fueron medidos en un rango de temperatura que el sensor ECT de 29  C a 70  C con lo cual se evidencia que su voltaje disminuira a medida que la temperatura aumente.

#### 4.2.2. Curva del sensor de temperatura de aire de admisión.

El sensor de temperatura de aire de admisión se encuentra localizado entre el tubo de succión de la caja del filtro de aire y la mariposa de aceleración, el sensor IAT censa la temperatura del aire filtrado que absorbe el motor mediante una resistencia interna de tal forma que le permite calcular su temperatura y enviar esta información a la ECU.



**Figura 27.** Localización del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 5.** Color del cableado del sensor IAT.

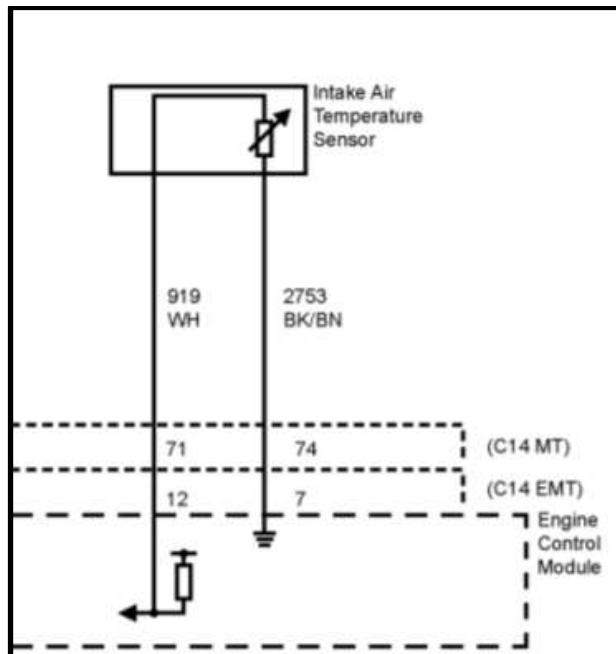
<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
919	Blanco
2753	Verde

**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 6.** Terminales del sensor IAT.

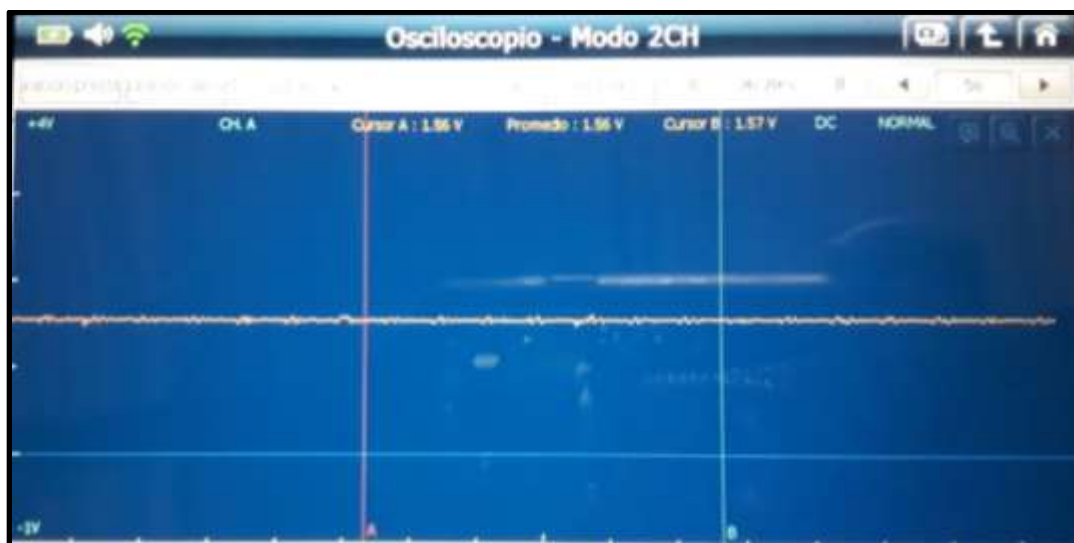
<b>CIRCUITO</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCION</b>
919	1	Señal del sensor IAT
2753	2	Tierra

**Fuente:** Luis Macías Medina.



**Figura 28.** Circuito del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).  
**Fuente:** General Motor. (2017 ). Manual de servicio.  
**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de temperatura del aire de admisión según los datos obtenidos con el osciloscopio mostro que su voltaje fue disminuyendo mientras aumentaba la temperatura.



**Figura 29.** Curva del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).  
**Fuente:** Luis Macías Medina

**Tabla 7.** Parámetros del sensor IAT.

PARAMETROS	VALORES 29 °C	VALORES 27 °C
Voltaje maximo	1.60V	1.62V
Voltaje minimo	1,50V	1,52V
Voltaje promedio	1,54V	1,56V

**Fuente:** Luis Macías Medina.

En la figura 29 se observa la curva tomada con el módulo osciloscopio del G-scan 2 en esta se puede observar cómo va disminuyendo el voltaje a medida que la temperatura aumenta obteniendo una medida máxima de 1,60V y una mínima 1,50V dando como promedio 1,54V, todos estos valores fueron medidos en un rango de temperatura del sensor IAT de 27 °C a 29 °C con lo cual se evidencia una minima variacion del voltaje, este disminuira a medida que la temperatura del aire de admisión aumente.

#### 4.2.3. Curva del sensor de posición del cigüeñal



**Figura 30.** Ubicación del sensor de posición del cigüeñal (CKP).

**Fuente:** Luis Macías Medina.



El sensor de posición del cigüeñal se encuentra ubicado en la parte inferior del lado derecho del bloque del motor justo debajo del filtro de aceite de tal manera que es capaz de captar la velocidad de giro de la rueda dentada.

**Tabla 8.** Color del cableado del sensor CKP.

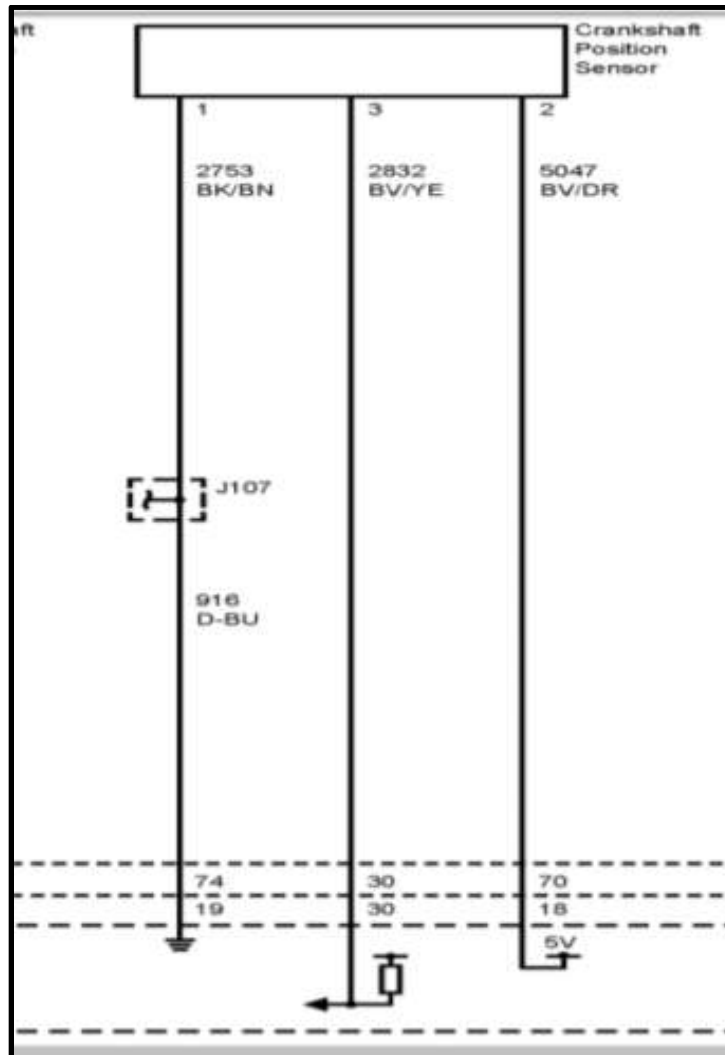
<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
5047	Verde
2832	Celeste
2753	Azul

**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 9.** Terminales del sensor CKP.

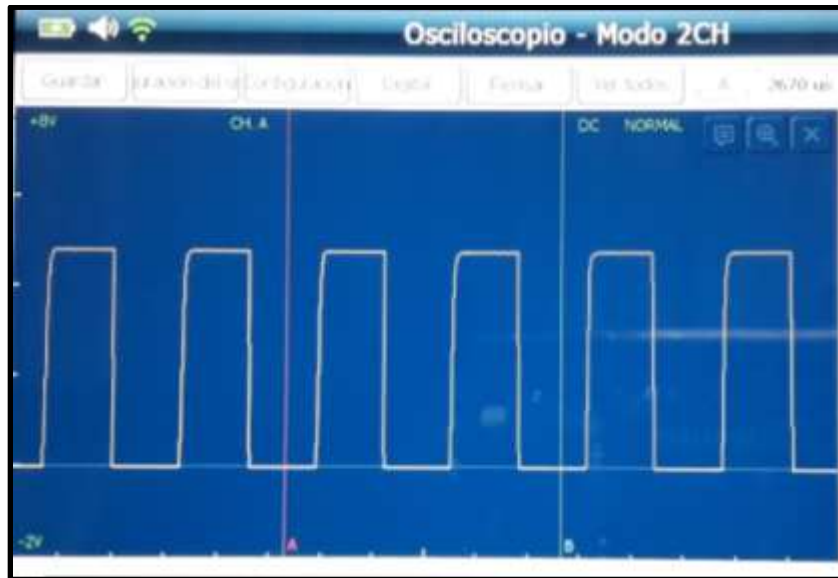
<b>CIRCUITO</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCION</b>
5047	3	Referencia de voltaje
2832	2	Señal del sensor CKP
2753	1	Masa

**Fuente:** Luis Macías Medina.



**Figura 31.** Circuito del sensor de posición del cigüeñal (CKP).  
**Fuente:** General Motor. (2017). Manual de servicio.  
**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de posición del según los datos obtenidos con el osciloscopio mostro una curva de forma cuadrada en el cual presento los siguientes valores.



**Figura 32.** Curva del sensor de posición del cigüeñal (CKP).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

En la figura 32 se observa la curva tomada con el módulo osciloscopio del G-scan 2 en esta fue medida un tipo de forma de onda cuadrada del sensor de posición del cigüeñal este sensor CKP es de tipo de efecto hall llegando a tener un voltaje máximo de 4.85 v y un voltaje mínimo de 0.02v dando un promedio de voltaje de 2.30 v con una frecuencia de 763.4Hz todas estas medidas fueron tomadas con un ralenti de 750 rpm lo que nos daba como ciclo de trabajo de 50% positivo y 50% negativo.

**Tabla 10.** Parámetros del sensor CKP.

PARAMETROS	VALORES a 750 rpm	VALORES a 3000 rpm
Voltaje maximo	4.85V	4.85V
Voltaje minimo	0.02V	0.02V
Voltaje promedio	2,30V	2,30V
Frecuencia	763.4Hz	3.4KHz
Cursor a	0,02	0,02
Cursor b	0,02	0,02
Ciclo de trabajo	50%	48%
Ciclo de trabajo	50%	52%

**Fuente:** Luis Macías Medina.

Como se muestra en la tabla 10 los valores de voltaje permanecen iguales, pero existe una variación en la frecuencia del sensor debido al aumento de las rpm del motor.

#### 4.2.4. Curva del sensor de posición del pedal de acelerador.



**Figura 33.** Ubicación del sensor de posición del acelerador (APS).

**Fuente:** Luis Macías Medina.

El sensor de posición del pedal del acelerador se encuentra ubicado dentro del habitáculo del vehículo este está unido al pedal del acelerador el cual indica mediante una señal eléctrica a la unidad de control electrónica su posición actual para realizar los cambios en la apertura de la mariposa de aceleración y entregar más combustible si este lo requiere.

**Tabla 11.** Color del cableado del sensor APS.

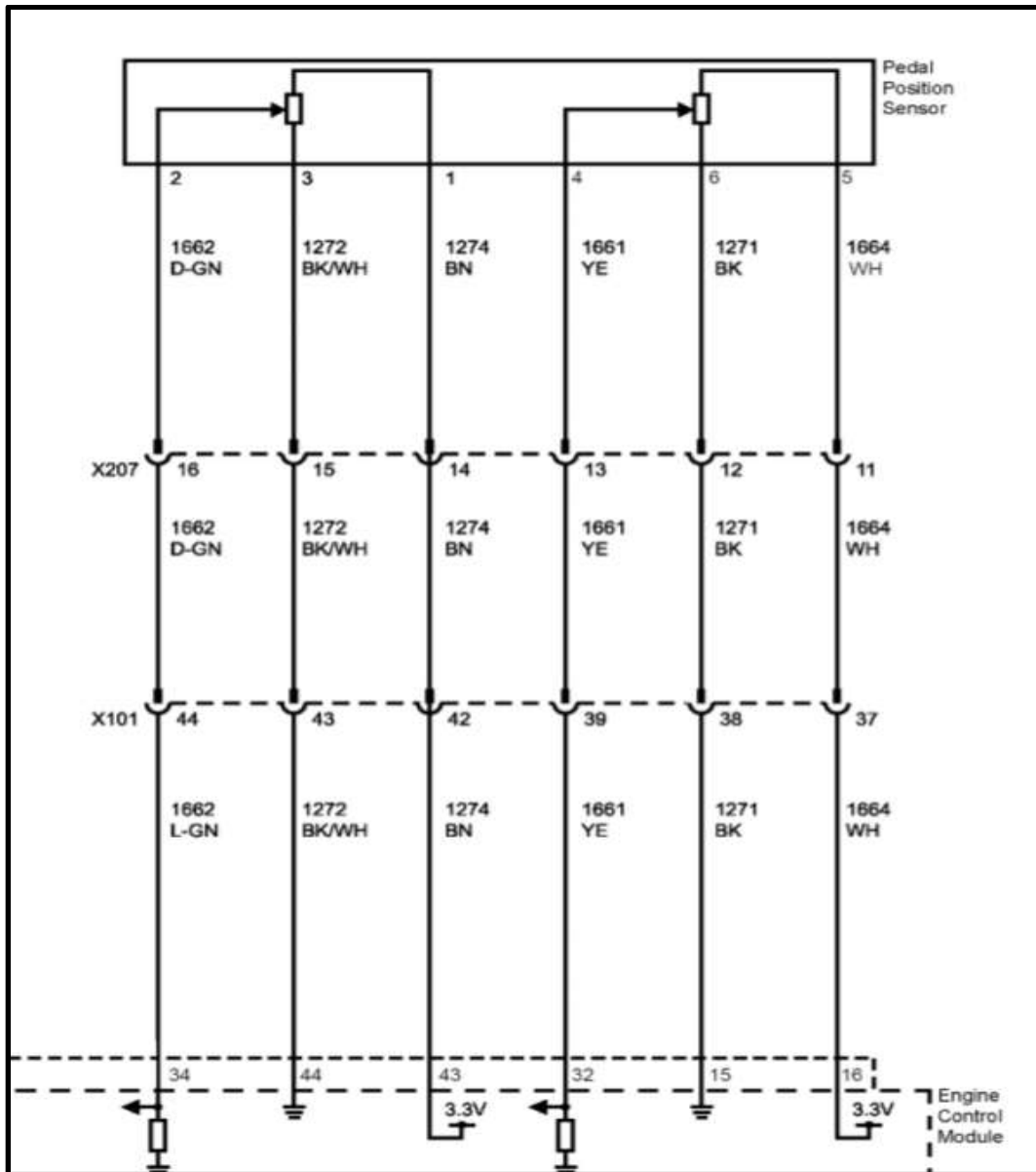
<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
1662	Verde
1664	Blanco
1661	Amarillo
1272	Negro/blanco
1271	Negro
1274	Café

**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 12.** Terminales del sensor APS.

<b>CIRCUITO</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCION</b>
1274	1	Referencia de voltaje sensor (2)
1662	2	Referencia de voltaje sensor (1)
1272	3	Señal sensor (1)
1271	4	Tierra sensor (1)
1661	5	Tierra sensor (2)
1664	6	Señal sensor (2)

**Fuente:** Luis Macías Medina.

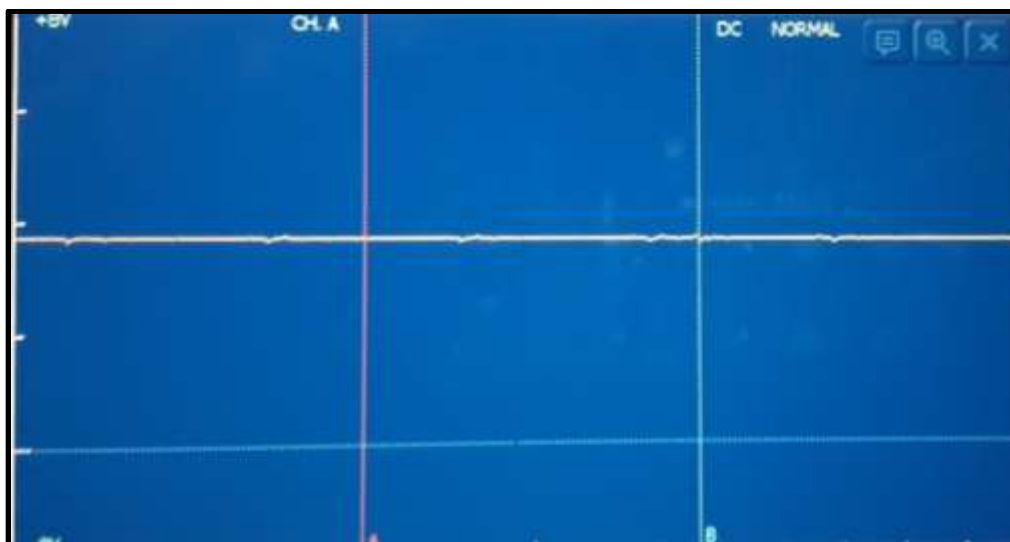


**Figura 34.** Circuito del sensor de posición del acelerador (APS).

**Fuente:** General Motor. (2017 ). Manual de servicio.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de posición del pedal del acelerador consta de 2 sensores ambos para verificar la posición exacta del pedal del acelerador ya que posee un sistema redundante lo que aumenta la fiabilidad del funcionamiento del sistema el cual permite mayor precisión al obtener su posición.



**Figura 35.** Curva del sensor de posición del acelerador (APS).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

El sensor de posición del pedal del acelerador no muestra una variación en su grafica debido que la figura 35 fue tomada en un régimen de velocidad constante de 750rpm es decir el ralentí del motor en este estado se pudo obtener los siguientes valores un voltaje máximo de 3.79v y mínimo de 3.77v obteniendo un promedio de 3.77V .

**Tabla 13.** Parámetros del sensor APS.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje maximo	3.79V
Voltaje minimo	3.77V
Voltaje promedio	3,77V

**Fuente:** Luis Macías Medina.

#### 4.2.5. Curva del Sensor de Presión Absoluta del Múltiple.



**Figura 36.** Ubicación del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).

**Fuente:** Luis Macías Medina.

El sensor de presión absoluta del múltiple se encuentra ubicado en el múltiple de admisión en el cual censa el vacío que provoca la succión del motor para enviar una señal eléctrica al ECM y realizar los ajustes necesarios en la mezcla.

**Tabla 14.** Color del cableado del sensor MAP.

<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
5047	Café
2753	Negro
432	Verde

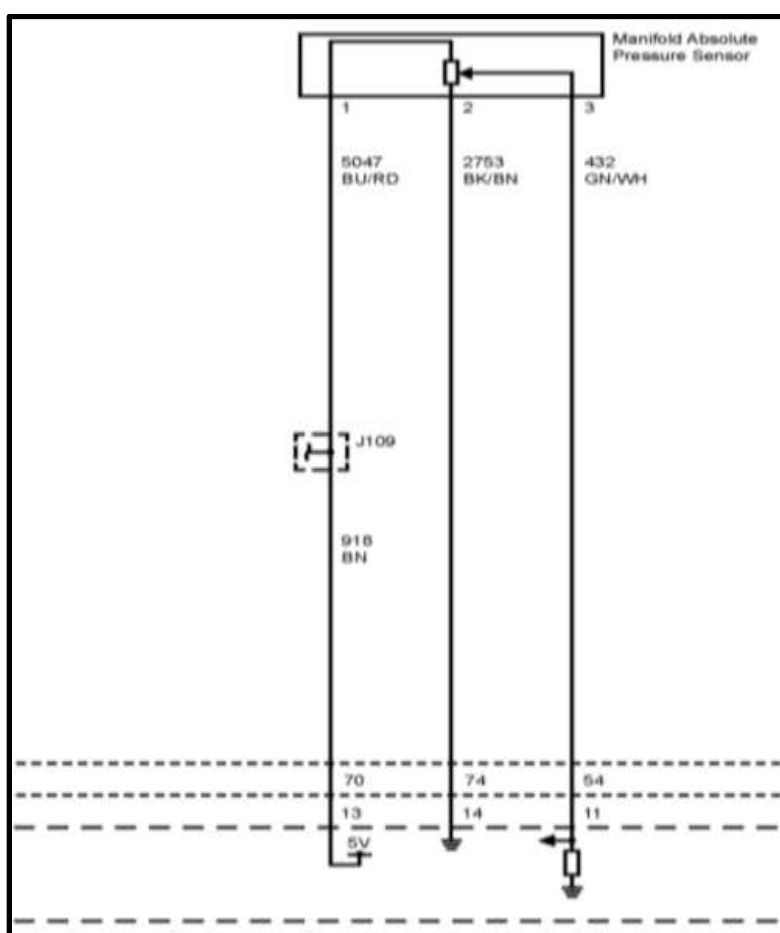
**Fuente:** Luis Macías Medina.



**Tabla 15.** Terminales del sensor MAP.

CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
5047	1	Referencia de voltaje
2753	2	Masa
432	3	Señal del sensor MAP

**Fuente:** Luis Macías Medina.



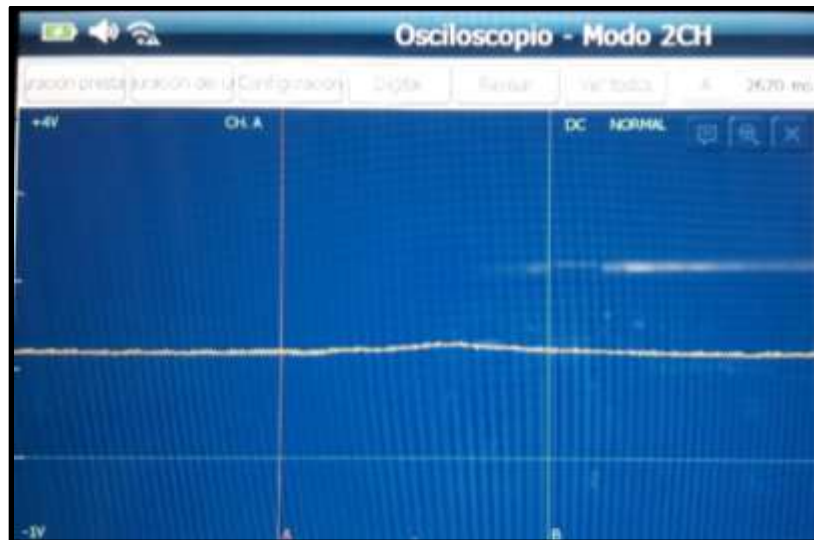
**Figura 37.** Circuito del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).

**Fuente:** General Motor. (2017). Manual de servicio.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de presión absoluta del múltiple está compuesto por tres pines como se muestra en la figura 31 y se detalla cada una de sus funciones en la tabla 6.1 siendo el pin 1 con el número de circuito 5047 la referencia de voltaje de

funcionamiento del sensor, el pin 2 con un numero de circuito 2753 la referencia a masa del sensor y el pin 3 con número de circuito 432 la señal que monitorea el sensor y que es enviada al ECM.



**Figura 38.** Curva del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

Como se puede observar en la figura 38 la forma de onda del sensor de presión absoluta del múltiple está relacionada en su cambio de voltaje con respecto a la variación que existe en el múltiple de admisión.

**Tabla 16.** Parámetros del sensor MAP.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje maximo	1.36V
Voltaje minimo	1.21V
Voltaje promedio	1.28V

**Fuente:** Luis Macías Medina.

El sensor de presión absoluta del múltiple se pudo medir que llego a un voltaje máximo de 1.36V y mínimo de 1.21V dando un promedio de 1.28V esta

medición fue hecha a una temperatura de operación de 87 °C a una velocidad de ralentí del motor de 750rpm y una presión absoluta del múltiple de 32kpa.

#### 4.2.6. Curva Sensor de Oxígeno.

El sensor de oxígeno se encuentra ubicado a la salida del múltiple de escape antes del catalizador para medir la cantidad de oxígeno de los gases provenientes de la combustión de la mezcla y así enviar una señal a la unidad de control electrónica para ajustar la relación de la mezcla aire y combustible.



**Figura 39.** Ubicación del sensor de oxígeno.  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

El sensor de oxígeno se encuentra ubicado a la salida del múltiple de escape antes del catalizador para medir la cantidad de oxígeno de los gases provenientes de la combustión de la mezcla y así enviar una señal a la unidad de control electrónica para ajustar la relación de la mezcla aire y combustible.

**Tabla 17.** Color del cableado del sensor de oxígeno.

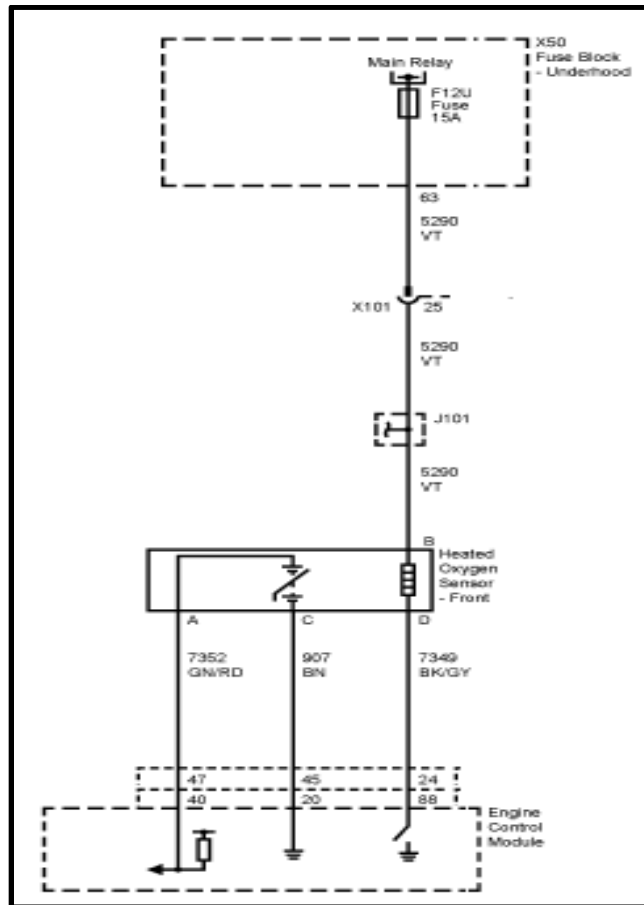
<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
7352	Verde
5290	Violeta
907	Café
7349	Negro

**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 18.** Terminales del sensor MAP.

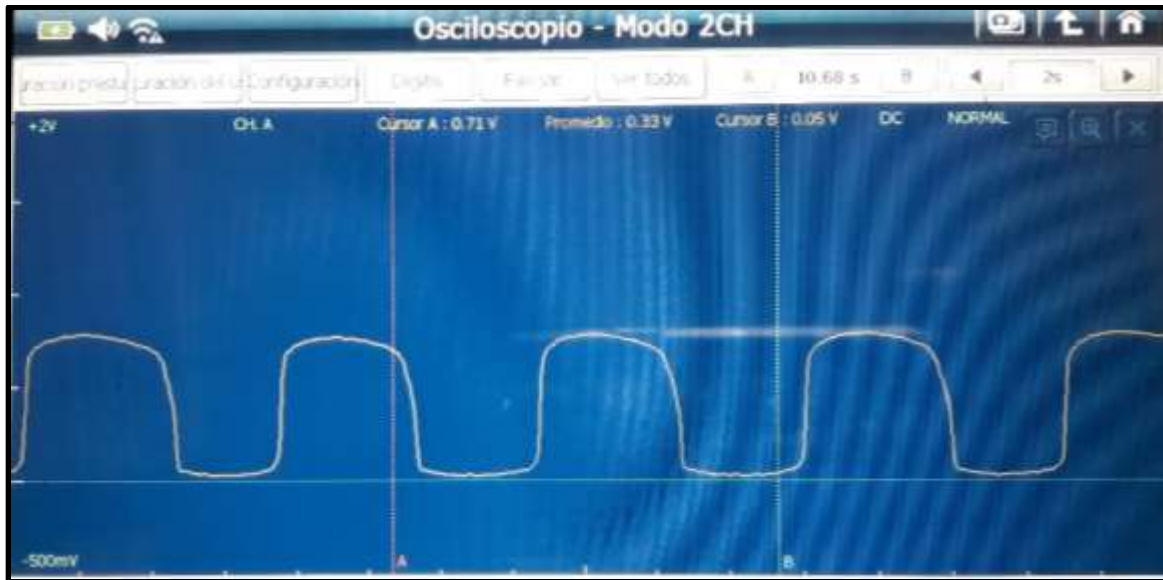
<b>CIRCUITO</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCION</b>
7352	1	Señal del sensor O2
5290	2	Voltaje de batería
907	3	Masa
7349	4	Control del calentador

**Fuente:** Luis Macías Medina.



**Figura 40.** Circuito del sensor de oxígeno.  
**Fuente:** General Motor. (2017 ). Manual de servicio.  
**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de oxígeno consta de 4 pines que son el pin uno del número de circuito 5047 que tiene como función enviar la señal del sensor de oxígeno al ECU para determinar el ajuste de la mezcla el pin 2 con número de circuito 5290 es el voltaje de alimentación del sensor pin 3 referencia a masa y el pin 4 con número de circuito 9349 es el calentador del sensor usado para que el sensor pueda llegar a su temperatura de operación más rápidamente y así reducir el tiempo durante el cual la regulación Lambda no está activa.



**Figura 41.** Curva del sensor de oxígeno.

**Fuente:** Luis Macías Medina.

En la figura 40 se puede apreciar la forma de onda del sensor de oxígeno relacionada con la cantidad de oxígeno que se encuentran en los gases de escape provenientes de la combustión del motor.

**Tabla 19.** Parámetros del sensor de oxígeno.

PARAMETROS	VALORES a 750	VALORES a 3000
	rpm	rpm rpm
Voltaje máximo	0.79V	0.83V
Voltaje mínimo	0.03V	0.02V
Voltaje promedio	0.41V	0.51V
Frecuencia	0.1Hz	1,5Hz
Cursor a	0,71V	0,71V
Cursor b	0,06V	0,06V
Ciclo de trabajo	51%	61%
Ciclo de trabajo	49%	39%

**Fuente:** Luis Macías Medina.

En la tabla 19 muestra de forma detallada los valores medidos en la onda del sensor de oxígeno llegando a tener un voltaje máximo de 0.79V y mínimo de 0.03V dando como promedio de 0.41V con una frecuencia de 0.1Hz ciclos de trabajo de 51% en positivo y 49% en negativo estas medidas fueron tomadas en un ralentí de 750rpm a una temperatura de funcionamiento de 88°C en la que el motor presentaba una carga de motor del 15.3% en la medición tomada con los cursores del tiempo de ciclo de trabajo es de 7.28s.

#### 4.2.7. Sensor de posición del eje de levas.

El sensor de posición del cigüeñal se encuentra en la parte superior del motor montado en la parte trasera del cabezote para determinar la posición de la barra de levas y enviar esta información al ECM y determinar la posición del primer cilindro y ajustar el tiempo de inyección y encendido.



**Figura 42.** Ubicación del sensor de posición de la barra de levas (CMP).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 20.** Color del cableado del sensor CMP.

<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
914	Blanco
915	Negro
630	Amarillo

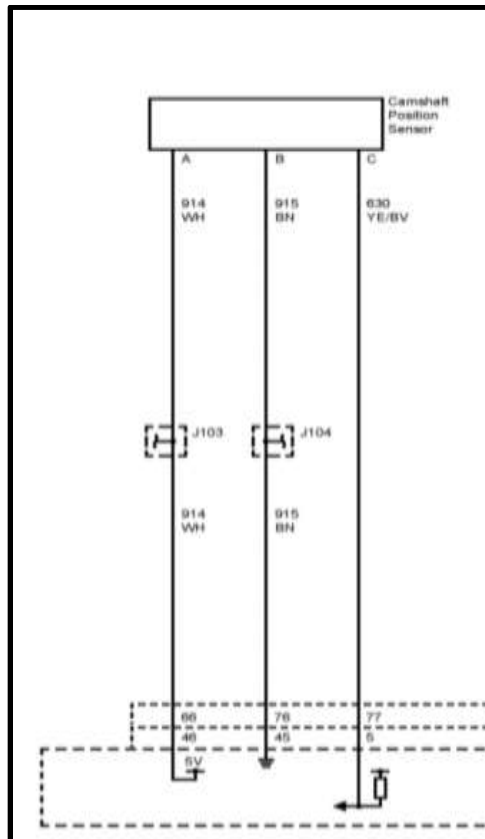
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 21.** Terminales del sensor CMP.

<b>CIRCUITO</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCION</b>
914	1	Referencia de voltaje
915	2	Masa
630	3	Señal del sensor cmp

**Fuente:** Luis Macías Medina.





**Figura 43.** Circuito del sensor de posición de la barra de levas (CMP).

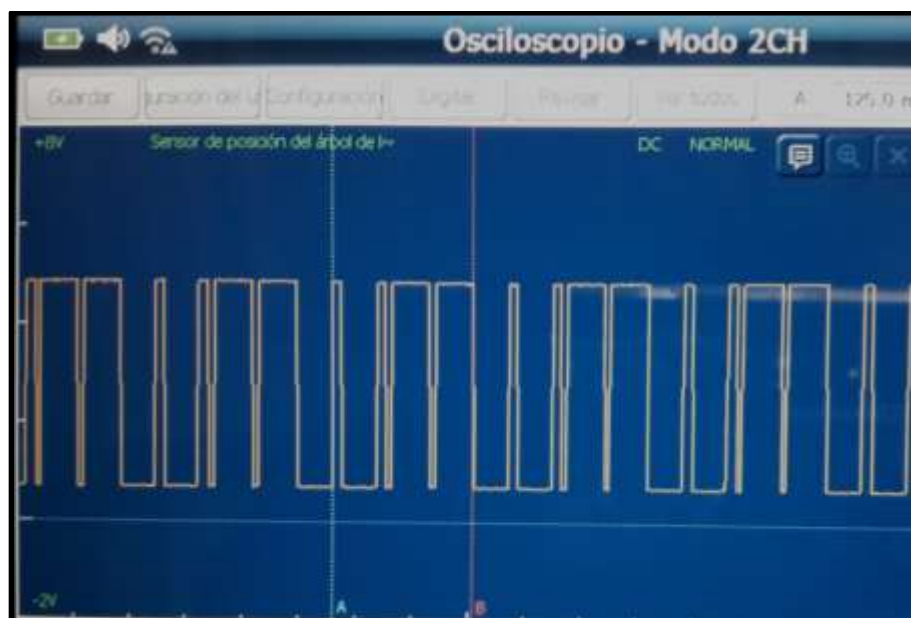
**Fuente:** General Motor. (2017 ). Manual de servicio.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de posición del eje de levas consta de tres terminales el pin uno con número de circuito 914 es la referencia de voltaje del sensor en el pin dos con número de circuito 915 es la referencia a masa del sensor y en el tercer pin con numero de circuito 630 es la señal del sensor que es enviada a la Ecu.

En la figura 44 se observa la curva tomada con el módulo osciloscopio del G-scan 2 en esta fue medida un tipo de forma de onda cuadrada del sensor de posición del eje de levas este sensor CMP es de tipo de efecto hall llegando a tener un voltaje máximo de 4.92V y un voltaje mínimo de 0.74V dando un promedio de voltaje de 3.50V con una frecuencia de 28.5Hz todas estas medidas fueron tomadas con un ralentí de 750 rpm y una temperatura de operación de 88°C lo que nos daba como ciclo de trabajo de 50% positivo y 50% negativo; En

los cursor A donde se midió la onda en un cuadrante ascendente tuvo un valor de 0.74V y el cursor B 4.92V teniendo una duración de 125mS.



**Figura 44.** Curva del sensor de posición de la barra de levas (CMP).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 22.** Parámetros del sensor CMP.

PARAMETROS	VALORES a 750	VALORES a 750
	rpm	rpm
Voltaje maximo	4.92V	4.92V
Voltaje minimo	0.74V	0.74V
Voltaje promedio	3.50V	3.50V
Frecuencia	28.5Hz	42.4Hz
Cursor a	0.74V	-
Cursor b	4.92V	-
Ciclo de trabajo	50%	48%
Ciclo de trabajo	50%	52%

**Fuente:** Luis Macías Medina.

#### 4.2.8. Curva del sensor de detonación.

El sensor de detonación se encuentra ubicado en la parte lateral derecha del bloque del motor una ubicación bastante incómoda para su acceso pro se encuentra localizada es esa posición para poder censar las vibraciones del motor.



**Figura 45.** Ubicación del sensor de posición de detonación (KS)  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 23.** Color del cableado del sensor KS.

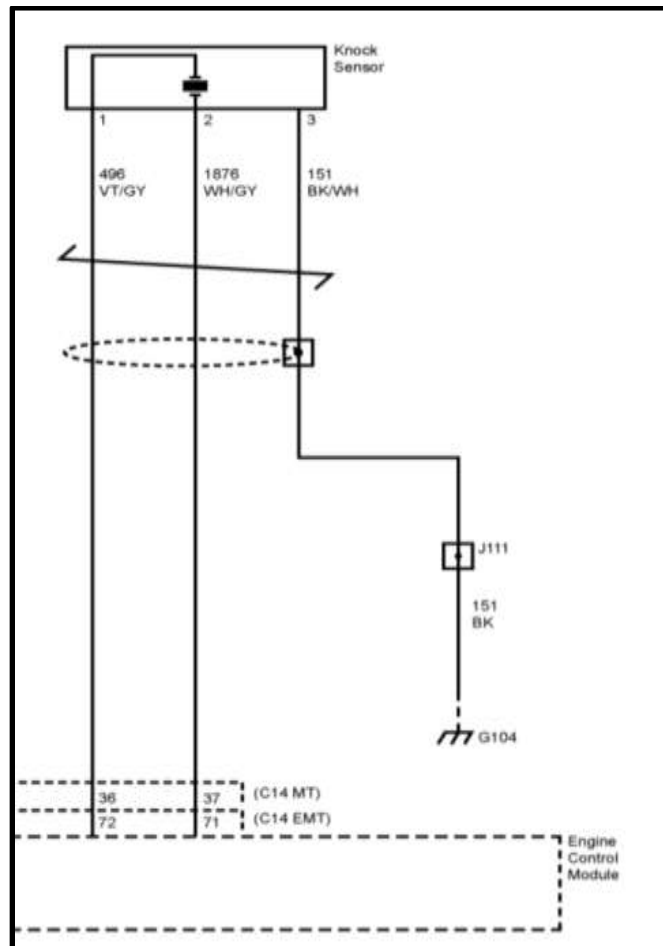
<b>CIRCUITO</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>
496	Violeta
1876	Blanco
151	Negro

**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 24.** Terminales del sensor KS.

CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
496	1	Señal del sensor KS
1876	2	Señal del sensor KS
151	3	Masa

**Fuente:** Luis Macías Medina.



**Figura 46.** Circuito del sensor de detonacion (KS).

**Fuente:** General Motor. (2017 ). Manual de servicio.

**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de detonación consta de tres cables como lo detalla en la tabla 9 los cuales tienen en el pin 1 con numero de circuito 496 la señal del sensor, el pin

2 con numero de circuito 1876 el señal del sensor KS y el pin 3 con numero de circuito 151 tierra del protector.

En la figura 47 se puede apreciar la forma de onda del sensor de detonación tomado con el escáner G-scan 2 modulo osciloscopio fijado en una escala de 2voltio y calibrado a un tiempo de 100uS dando una forma de onda de pico enviando esta información a la ECU indicándole acerca de las condiciones de funcionamiento del motor.



**Figura 47.** Curva del sensor de posición de detonación (KS).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 25.** Parámetros del sensor KS.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje maximo	1.69V
Voltaje minimo	1.27V
Voltaje promedio	1.36V
Frecuencia	6.6KHz
Ciclo de trabajo	73%
Ciclo de trabajo	27%

**Fuente:** Luis Macías Medina.

Los parámetros mostrados den la tabla 25 son los recopilados en las mediciones que se le hizo al sensor de detonación en el cual se llegó a obtener un voltaje máximo de 1.69V y un voltaje mínimo de 1.27V lo que dio un promedio de trabajo de 1.36V teniendo una frecuencia de 6.6KHz en un ciclo de trabajo de 73% de positivo y 27% en negativo.

Las medidas tomadas del sensor KS fueron a temperatura de operación del motor de 88°C y una velocidad de motor de 750rpm.

#### **4.2.9. Curva Sensor de Velocidad.**

El sensor VSS se encuentra localizado en la caja de cambios este sensor indica al ECU la velocidad a la que se está desplazando el vehículo.



**Figura 48.** Ubicación del sensor de velocidad (VSS).

**Fuente:** Luis Macías Medina.

En la figura 48 se puede apreciar la ubicación del sensor de velocidad situado en la parte superior de la caja de cambios del vehículo lugar que le permite censar la velocidad con la que se desplaza el automóvil.

**Tabla 26.** Color del cableado del sensor VSS.

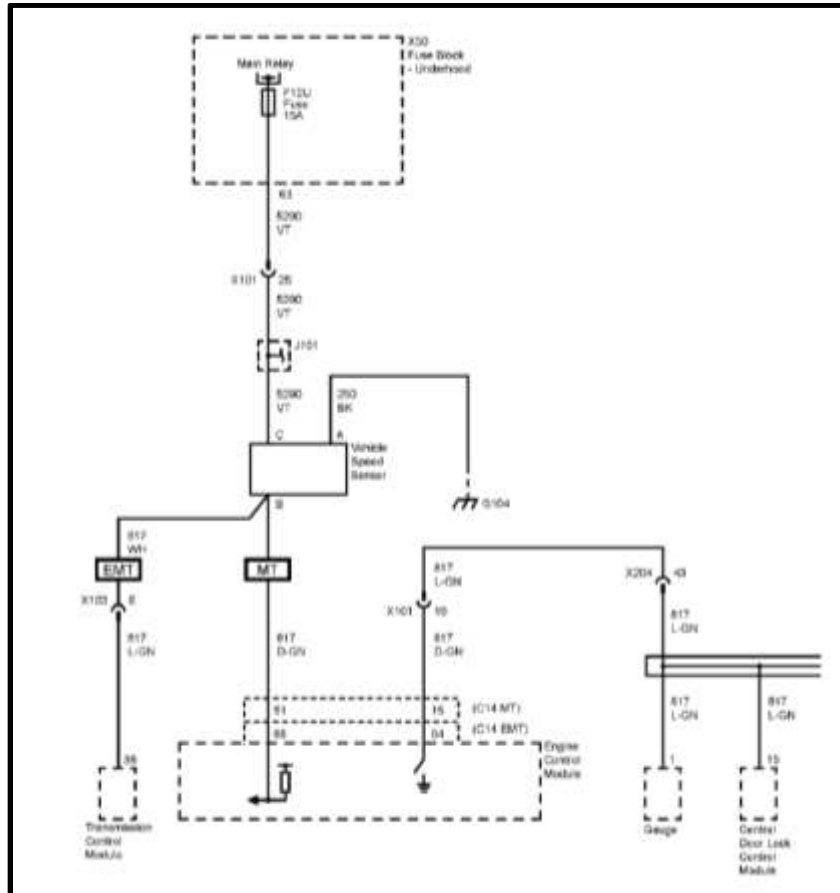
CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
<b>5290</b>	Violeta
<b>817</b>	Verde
<b>250</b>	Negro

Elaborado por: Luis Macías Medina.

**Tabla 27.** Terminales del sensor VSS.

CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
5290	C	Referencia de voltaje
817	B	Señal del sensor VSS
250	A	Masa

**Fuente:** Luis Macías Medina.

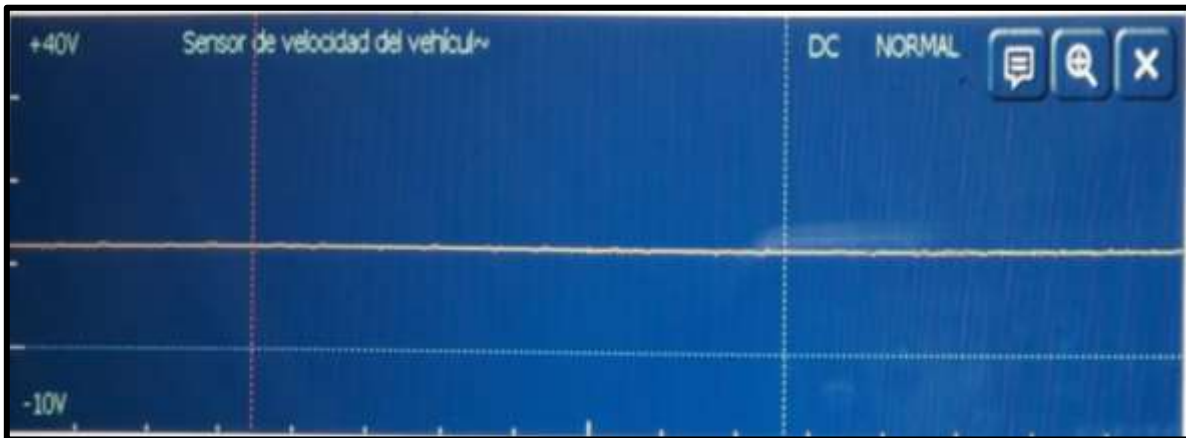


**Figura 49.** Circuito del sensor de velocidad (VSS).  
**Fuente:** General Motor. (2017). Manual de servicio.  
**Editado por:** Luis Macías Medina.

El sensor de velocidad del vehículo posee tres pines los cuales según el manual de servicio de GM están identificados con letras como se detalla en el cual la tabla 10.1 en donde el pin A con numero de circuito 250 es el referente a masa en el pin B con numero de circuito 817 es la señal que envía el sensor de velocidad a la ECU indicándole la velocidad con la que se traslada el vehículo y el pin c con numero de circuito 5290 la referencia de voltaje.

En la figura 48 se muestra el oscilograma del sensor de velocidad en el cual no se muestra una variación debida que el vehículo se encontraba detenido, se puede acotar que según la investigación bibliografica este sensor variara su frecuencia en funcion de la velocidad del vehiculo





**Figura 50.** Oscilograma del sensor de velocidad (VSS).  
**Fuente:** Luis Macías Medina.

**Tabla 28.** Parámetros del sensor VSS.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje maximo	13.8V
Voltaje minimo	12.7V
Voltaje promedio	12.7V

**Fuente:** Luis Macías Medina.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones.

- El sistema de inyección electrónica es uno de los avances de la tecnología automotriz más acertados que los fabricantes de vehículos hayan implementado dados a las aportaciones que brinda este sistema tanto para confort del conductor y para el bienestar medio ambiente.
- G-scan2 modulo osciloscopio herramienta de diagnóstico que se usó para realizar la recopilación de datos en cada uno de los sensores del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail es un instrumento de última tecnología que posee una gran versatilidad ya que es una herramienta 3 en 1 al ser un escáner automotriz, osciloscopio y multímetro a la vez.
- El análisis realizado sobre las curvas características de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Sail mediante osciloscopio aporta datos gráficos mucho más reales de los sensores en cuanto a funcionamiento colectivo dentro del en el vehículo corresponda.

## 5.2. Recomendaciones.

- Dado a complejidad técnica que posee los sistemas de inyección electrónica del vehículo hacen que los técnicos, ingenieros y estudiantes del campo automotriz deban adquirir mayor conocimiento sobre el funcionamiento e innovaciones que presentan estos sistemas para poder hacerle frente a las posibles fallas que puedan presentarse y así estar en la capacidad de resolverlas.
- Desarrollar más estudios de este tipo en diferentes marcas de vehículos para así obtener un banco de datos mucho más extenso donde la comunidad universitaria se pueda ver beneficiada con estos proyectos de investigación.
- Para obtener resultados óptimos en las mediciones que se vaya a tomar es necesario haber leído y entendido el manual de la herramienta de diagnóstico que se vaya a usar con el fin que los datos a recopilar sean mucho más confiables y así reducir los riesgos de equivocación, tomando las precauciones necesarias al momento de realizar las mediciones ya que estas se toman con el vehiculo encendido lo que podria ocasionar lesiones como: cortes, golpes,
- Que para realizar mediciones con un osciloscopio se debe saber la forma correcta de la conexión de las puntas de medición en cada uno de los pines esto con la finalidad de evitar la toma de datos erróneos.

## Bibliografía

Bojko, I. J. (2003). Manual de Inyección Electrónica 3. Chacabuco: NEGRI S.R.L.

Santander, J. R. (2006). Manual Tecnico de Fuel Injection. Guayaquil: diseli.

Santander, J. R. (2005). Manual Tecnico de Fuel Injection Tomo 1. Guayaquil: diseli.

Santander, J. R. (2006). Manual Tecnico de Fuel Injection Tomo 2. Guayaquil: diseli.

Santander, J. R. (2010). Manual Tecnico de Fuel Injection Tomo 3. Guayaquil: diseli.

Felipe, D. R. (2009). Manual práctico de motores fuel injection. Bogota: Grupo Latino Editores Ltda.

Bosch . (2008 ). Sistema de Inyección Electrónica .

Bosch. (2008). EK-4 Sensores y Actuadores.

Bosch. (2015). Sistemas de Inyección Electrónica Componentes y Características .

Ficha tecnica chevrolet sail sedan. (2012).

General Motor. (2017 ). Manual de servicio .

HELLA. (2010). manual de electronica del automovil fundamentos sensores  
actuadores sistemas componentes funcionamiento. Obtenido de Mecanica  
Virtual. (2016). Uso osciloscopio para electromecanicos.