



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

**TEMA:**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DEL SISTEMA DE INYECCIÓN  
ELECTRÓNICA DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO**

**GUAYAQUIL- JUNIO 2016**

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

**CERTIFICADO**

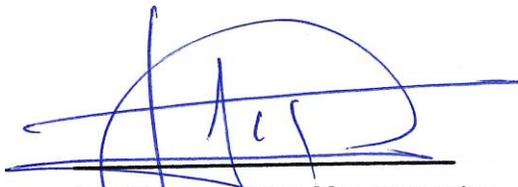
Ing. Edwin Puente

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado **“CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.”** realizado por el estudiante: **JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO**, 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 coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Juan Carlos Arellano Samaniego, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Junio 2016



Ing. Edwin Puente Moromenacho.  
Director de Proyecto.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO**

### DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.”**, 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.



---

JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO

C.I. 092453612-1

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

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO**

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Junio 2016



---

**JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO**

**C.I. 092453612-1**

## DEDICATORIA

Dedico el cumplimiento de este sueño a:

Mi abuelo, quien por su arduo trabajo nos ha dejado un legado del cual podemos vivir y progresar de manera privilegiada.

Mi madre, a quien le debo todo porque me a dado todo, con su apoyo y motivación ha hecho posible éste momento, quien me enseñó desde muy pequeño lo que es el esfuerzo, el amor y dedicación.

Mi padre, por inculcarme valores morales, los cuales he ido formando poco a poco en el transcurso de mi vida.

Mis hermanos, sobrina y tíos, quienes gracias a ellos tengo la dicha de vivir momentos felices y siempre saber que cuento con ellos en todo momento.

Las mujeres que he amado y me han querido, ya que sin el amor la vida no tendría sentido.

JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco por supuesto ante todo a mi Dios, mi Padre, el motor de sueños y esperanzas, por permitirme vivir con todos mis seres queridos, los cuales son parte de mi formación como ser humano y ellos me han dado el amor que nunca faltado en el hogar, por ser mi guía en todas mis buenas y malas decisiones, ya que gracias a éstas he podido forjarme con inteligencia, fuerza, perseverancia y actitud.

JUAN CARLOS ARELLANO SAMANIEGO

## PROLOGO

La tecnología automotriz ha venido evolucionando y cambiando en los diferentes campos a nivel mundial, debido a la necesidad de tener un medio ambiente menos contaminado, se han creado nuevas tecnologías con el fin de reducir las emisiones contaminantes que los vehículos liberan hacia la atmósfera, claro que sin reducir la comodidad, el confort y el rendimiento de los vehículos manteniendo satisfechos a los usuarios con las prestaciones que los automóviles brindan.

El sistema de inyección es uno de los sistemas más importantes para el funcionamiento de un vehículo y hemos decidido seleccionar al Chevrolet Sail como modelo de pruebas, debido a que es un vehículo que ha tenido una gran acogida desde su llegada al Ecuador a finales del año 2011, y cuenta con partes y accesorios de fácil adquisición.

Para esto, se decidió construir un banco de pruebas del sistema de inyección electrónico para el motor del tipo S4A del auto Sail, donde éste servirá para realizar prácticas para los estudiantes de la Facultad Automotriz en torno al sistema de inyección electrónico tomando en cuenta las especificaciones para este tipo de motor.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	III
AUTORIZACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	VI
PROLOGO.....	VII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
PRELIMINARES .....	2
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Definición del problema.....	2
1.2. Ubicación del problema.....	3
1.3. Formulación del problema .....	3
1.4. Sistematización del problema .....	4
1.5. Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General .....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Alcance .....	5
1.7. Justificación e importancia de la investigación .....	5
1.8. Hipótesis .....	6
1.8.1. Variables de la hipótesis .....	6
1.8.1.1. Variable independiente.....	6
1.8.1.2. Variable dependiente .....	6
1.8.2. Operacionalización de variables .....	7
CAPITULO II.....	8
MARCO TEORICO .....	8
2.1. MARCO REFERENCIAL.....	8
2.1.1. Reseña del Chevrolet Sail.....	8
2.1.2. El Sistema de Inyección Electrónica. ....	9
2.1.3. Ventajas del Sistema de Inyección Electrónica. ....	10
2.1.3.1. Mayor potencia .....	10
2.1.3.2. Consumo reducido.....	10
2.1.3.3. Menores residuos contaminantes en los gases de escape .....	10

2.1.4. Clasificación del Sistema de Inyección Electrónica. ....	11
2.1.4.1. Inyección directa .....	11
2.1.4.2. Inyección indirecta .....	11
2.1.4.3. Inyección monopunto .....	11
2.1.4.4. Inyección multipunto .....	11
2.1.4.5. Inyección continua. ....	11
2.1.4.6. Inyección intermitente .....	11
2.1.4.7. Inyección secuencial .....	12
2.1.4.8. Inyección semisecuencial .....	12
2.1.4.9. Inyección simultánea.....	12
2.1.4.10. Inyección Mecánica (K-jetronic) .....	12
2.1.4.11. Inyección Electromecánica (Ke-jetronic).....	12
2.1.4.12. Inyección Electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic).....	12
2.2. Estructura del sistema de inyección electrónica.....	13
2.2.1. Sensores.....	13
2.2.1.1. Sensor de posición del cigüeñal (CKP). ....	13
2.2.1.2. Sensor de posición del árbol de levas (CMP).....	15
2.2.1.3. Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT). ....	15
2.2.1.4. Sensor de oxígeno (O <sub>2</sub> ). ....	17
2.2.1.5. Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT). ....	18
2.2.1.6. Sensor de velocidad del vehículo (VSS). ....	20
2.2.1.7. Sensor de golpe (KS).....	20
2.2.1.8. Sensor de posición de la mariposa (TP). ....	22
2.2.1.9. Sensor de posición del pedal del acelerador (APS). ....	23
2.2.1.10. Sensor de presión absoluta de colector (MAP) . ....	24
2.2.2. Actuadores.....	25
2.2.2.1. Bomba de Combustible .....	26
2.2.2.2. Válvula de recirculación de gases de escape (EGR).....	26
2.2.2.3. Filtro de Combustible. ....	28
2.2.2.4. Inyectores y Riel de Inyectores. ....	29
2.2.2.5. Bobina de encendido. ....	29
2.2.3. Módulo Electrónico de Control. ....	31
2.2.4. Descripción de los pines del módulo de control.....	32
CAPITULO III .....	37
CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y DISEÑO DEL PANEL .....	37
3.1. Construcción de la estructura del banco de entrenamiento. ....	37

3.2. Composición de la estructura del banco de pruebas.....	37
3.3. Diseño del panel de los componentes del banco de pruebas.....	39
CAPITULO IV.....	43
CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	43
4.1. Materiales para la instalación de componentes.....	43
4.2. Instalación del módulo de control electrónico.....	45
4.3. Instalación del tablero de instrumento.....	46
4.3.1. Luces de advertencia.....	46
4.3.2. Luces indicadores de falla.....	46
4.3.3. Luces.....	47
4.4. Instalación del cuerpo de aceleración.....	47
4.5. Instalación del sensor de posición del pedal de aceleración (APS).....	49
4.6. Instalación del sensor de presión absoluta de colector (MAP).....	51
4.7. Instalación del sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	52
4.8. Instalación del sensor de posición del árbol de levas (CMP).....	54
4.9. Instalación del sensor de posición de la válvula EGR.....	56
4.10. Instalación del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).....	58
4.11. Instalación del sensor de golpe (KS).....	60
4.12. Instalación del sensor de temperatura de refrigerante (ECT).....	62
4.13. Instalación del sensor de velocidad (VSS).....	63
4.14. Instalación del sensor de oxígeno.....	65
4.15. Instalación del conjunto de bobinas.....	67
4.16. Instalación del riel y de los inyectores.....	69
4.17. Instalación del conector de diagnóstico.....	72
4.18. Instalación de la bomba de combustible.....	74
4.19. Instalación del filtro de combustible.....	75
4.20. Instalación del medidor de presión de combustible.....	76
4.21. Instalación de la caja de fusibles y el switch de encendido.....	77
4.22. Instalación del catalizador.....	80
4.23. Instalación de la válvula Evap.....	81
4.24. Instalación de otros Elementos.....	81
CAPITULO V.....	83
COMPROBACIÓN DEL SIMULADOR.....	84
5.1. Comprobación de diagnóstico de fallas.....	84
5.2. Comprobación de señales de voltaje.....	85
5.3. Análisis de variables.....	86

5.3.1. Valor de la Carga Calculada .....	87
5.3.2. Valor del ECT.....	87
5.3.3. Valor del Ajuste de combustible en tiempo corto. ....	89
5.3.4. Valor del Avance de Encendido.....	90
5.3.5. Valores de la posición de la mariposa. ....	91
5.3.6. Valores de la temperatura del aire de admisión. ....	92
5.3.7. Valores de la presión del aire de admisión. ....	93
5.3.8. Valores de la tensión del sensor TP. ....	94
5.3.9. Valores del ancho de pulso de inyección. ....	95
5.4. Elaboración de informes de prácticas. ....	96
5.4.1. Informe de práctica del simulador a 750 rpm. ....	96
5.4.2. Informe de práctica del simulador a 1000 rpm. ....	98
5.4.3. Informe de práctica del simulador a 2000 rpm. ....	101
CAPITULO VI.....	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
6.1. Conclusiones .....	104
6.2. Recomendaciones .....	105
BIBLIOGRAFÍA .....	106
ANEXOS.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil ....	3
Figura 2. Sensor de posición del cigüeñal.....	14
Figura 3. Sensor de posición del árbol de levasl .....	15
Figura 4. Sensor de temperatura del aire de admisión .....	16
Figura 5. Ubicación IAT .....	17
Figura 6. Sensor de oxígeno .....	18
Figura 7. Sensor de temperatura de refrigerante del motor .....	19
Figura 8. Ubicación del sensor de temperatura de refrigerante del motor .....	19
Figura 9. Sensor de velocidad.....	20
Figura 10. Sensor de golpe .....	21
Figura 11. Ubicación del sensor de golpe.....	21
Figura 12. Sensor de posición de mariposa .....	23
Figura 13. Sensor de posición del acelerador .....	24
Figura 14. Sensor MAP.....	25
Figura 15. Ubicación del sensor Map .....	25
Figura 16. Bomba de combustible.....	26
Figura 17. Sensor de recirculación de los gases de escape.....	27
Figura 18. Ubicación del sensor de recirculación de los gases de escape .....	28
Figura 19. Filtro de combustible .....	28
Figura 20. Inyectores .....	29
Figura 21. Bobina de encendido .....	30
Figura 22. Módulo de Control Electrónico .....	31
Figura 23. Pines del diagrama eléctrico .....	32
Figura 24. Estructura del banco de prueba .....	38
Figura 25. Acrílico .....	39
Figura 26. Diagrama del simulador .....	40
Figura 27. Dibujo en papel .....	41
Figura 28. Colocación del vinil .....	41
Figura 29. Acabado final del simulador .....	42
Figura 30. Instalación ECM.....	45
Figura 31. Instalación del tablero de instrumentos .....	47
Figura 32. Instalación del cuerpo del acelerador .....	48
Figura 33. Circuito eléctrico del acelerador .....	48
Figura 34. Instalación del pedal del acelerador .....	49

Figura 35. Circuito eléctrico del APS .....	50
Figura 36. Instalación del sensor Map.....	51
Figura 37. Circuito eléctrico del MAP .....	52
Figura 38. Instalación del sensor CKP .....	53
Figura 39. Circuito del sensor CKP .....	54
Figura 40. Instalación del sensor del CMP .....	55
Figura 41. Circuito sensor CMP .....	56
Figura 42. Instalación de la válvula EGR.....	57
Figura 43. Circuito EGR .....	58
Figura 44. Instalación del sensor IAT .....	59
Figura 45. Circuito del sensor IAT .....	60
Figura 46. Instalación del sensor KS.....	61
Figura 47. Circuito del sensor KS.....	62
Figura 48. Instalación del sensor ECT.....	63
Figura 49. Circuito del sensor ECT .....	63
Figura 50. Instalación del sensor VSS.....	64
Figura 51. Circuito del sensor VSS .....	65
Figura 52. Circuito del sensor de oxígeno .....	66
Figura 53. Instalación del sensor de oxígeno .....	66
Figura 54. Instalación de las bobinas .....	67
Figura 55. Circuito de las bobinas .....	68
Figura 56. Instalación de los inyectores .....	70
Figura 57. Circuito de los inyectores .....	71
Figura 58. Instalación del OBDII.....	73
Figura 59. Circuito de OBD2 .....	74
Figura 60. Instalación de la bomba de combustible.....	75
Figura 61. Circuito de la bomba de combustible.....	75
Figura 62. Instalación del filtro de combustible.....	76
Figura 63. Instalación del medidor de presión .....	77
Figura 64. Instalación de la caja de fusibles .....	77
Figura 65. Diagrama de la caja de fusibles .....	78
Figura 66. Instalación switch encendido.....	80
Figura 67. Instalación del catalizador .....	81
Figura 68. Instalación de la válvula del evap.....	81
Figura 69. Otros elementos.....	82
Figura 70. Instalación del motor. ....	83

figura 71. Instalación del dimmer.....	83
Figura 72. Scanner LAUNCH.....	84
Figura 73. Carga Calculada .....	87
Figura 74. Valor del ECT .....	88
Figura 75. Valor del Ajuste Combustible Corto .....	89
Figura 76. Valor del Avance de Encendido .....	90
Figura 77. Valor Posic. mariposa.....	91
Figura 78. Valores Temp. Aire admis.....	92
Figura 79. Valores Presión. Aire admis.....	93
Figura 80. Valores Tensión TP .....	94
Figura 81. Valores Ancho pulso.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Operacionalización de variables.....	7
Tabla 3. Lista de materiales .....	43
Tabla 4. Pines del sensor de posición del pedal del acelerador .....	50
Tabla 5 . Pines del sensor map.....	51
Tabla 6. Pines del sensor CKP .....	53
Tabla 7. Pines del sensor CMP.....	55
Tabla 8. Pines del EGR.....	57
Tabla 9. Pines del IAT.....	59
Tabla 10. Pines del KS.....	61
Tabla 11. Pines del sensor de oxígeno .....	66
Tabla 12. Pines de las bobinas .....	68
Tabla 13. Pines de los inyectores.....	72
Tabla 14. Pines del OBDII.....	73
Tabla 15. Fusibles.....	78
Tabla 16. Lista de fallas .....	85
Tabla 17. Datos de comprobación.....	86
Tabla 18. Valor Carga calculada .....	87
Tabla 19. Valor del ECT .....	88
Tabla 20. Valores Ajust. Combust. Tiempo corto .....	89
Tabla 21. Valores Avanc. Encendido .....	90
Tabla 22. Valores Posic. mariposa.....	91
Tabla 23. Valores Temp. Aire admis. ....	92
Tabla 24. Valores Presión. Aire admis. ....	93
Tabla 25. Valores Tensión TP.....	94
Tabla 26. Valores Ancho pulso. ....	95

## RESUMEN

El banco de pruebas del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail, ha sido construido aplicando los elementos de fábrica del vehículo. El objetivo principal es unir tanto la instrucción teórica como la práctica, lo que ayudará al desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas en los estudiantes.

En el Capítulo I se encuentra la información que detalla el alcance, planteamiento del problema, objetivos, justificación e hipótesis.

En el Capítulo II se menciona los componentes del sistema de inyección del vehículo y los demás elementos que se han incluido en el banco de pruebas.

En el Capítulo III se incluye los componentes de la estructura y el diseño del panel en donde irán colocados los elementos del sistema de inyección.

En el capítulo IV se menciona el montaje de los componentes que se usarán para realizar pruebas, mediciones y simulaciones.

En el Capítulo V se realizan la comprobación de funcionamiento y los informes de práctica.

En el capítulo VI se encuentran las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

## **ABSTRACT**

The test bench electronic fuel injection system of the Chevrolet Sail, has been built using the elements of vehicle factory. The main objective is to unite both theoretical instruction and practice, which will help the development of knowledge and skills in students.

In Chapter I find information detailing the scope, approach the problem, objectives, rationale and assumptions.

In Chapter II the components of the injection system of the vehicle and other items that have been included in the test mentioned.

The components of the structure and design of the panel shall be placed where the elements of the injection system is included in Chapter III.

Chapter IV assembly of the components to be used for testing, measurements and simulations will be mentioned.

In Chapter V the function test and practice reports are made.

Chapter VI are the conclusions and recommendations of the project.

## INTRODUCCIÓN

El estudio del Sistema de Inyección Electrónica en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Automotriz UIDE Guayaquil, permite a los estudiantes adquirir los conocimientos teóricos sobre el funcionamiento del sistema de inyección electrónica aplicado en un vehículo; sin embargo ya en la parte práctica posee deficiencia, ya que la facultad no cuenta con un banco de pruebas adecuado para este tipo de prácticas.

Para relevar la falta de un banco que sea de ayuda a los estudiantes para la realización de las prácticas, el presente proyecto propone la construcción de un banco de entrenamiento, donde se implemente el sistema de inyección electrónica.

Se procedió a seleccionar al Chevrolet Sail como modelo de pruebas, ya que es un vehículo estándar y ha tenido una gran acogida desde su llegada al Ecuador a finales del año 2011, recalcando que sus partes y accesorios son de fácil adquisición.

# **CAPÍTULO I**

## **PRELIMINARES**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Definición del problema**

El problema se centra en la necesidad de un banco de entrenamiento de un motor S4A del vehículo Chevrolet Sail, ya que la universidad carece de este modelo, los estudiantes tendrán la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, mediante las diversas pruebas y toma de datos en el banco.

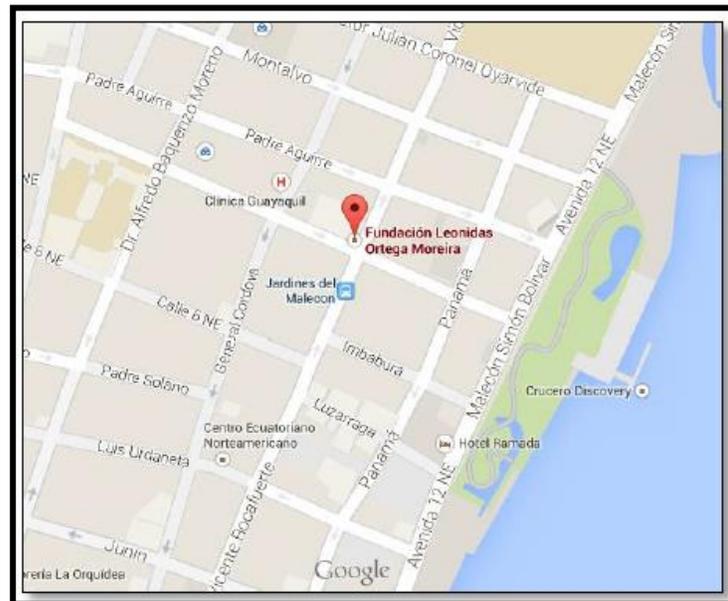
Con la construcción de este simulador de pruebas del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail se cubrirá la necesidad que tiene el taller de la UIDE, para que los estudiantes puedan realizar las prácticas de lo aprendido en la parte teórica dictadas en las aulas de la facultad.

Por ende, el presente proyecto tiene el objetivo principal de construir e implementar un banco de entrenamiento. Además de enseñar cada componente del sistema de inyección y accesorios del Chevrolet Sail S4A, así como,

funcionamiento, aplicación y las correspondientes mediciones y pruebas.

## 1.2. Ubicación del problema.

El proyecto se elaboró en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil en la dirección Rocafuerte 520 y Tomás Martínez (figura 1).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/maps/>

**Editado por:** Juan Arellano

## 1.3. Formulación del problema

¿Es necesario la construcción de un banco de pruebas del sistema de

inyección electrónico del motor tipo S4A de un automóvil Chevrolet Sail?

#### **1.4. Sistematización del problema**

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de construir un banco de pruebas del sistema de inyección electrónico del motor tipo S4A?
- ¿Qué instrumentos se utilizará para la construcción del banco de prueba?
- ¿Cómo se desarrolló el funcionamiento del banco de prueba del sistema de inyección electrónico del motor tipo S4A?
- ¿Cómo se elaboró la guía de práctica del banco de prueba del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail?

#### **1.5. Objetivos de la investigación**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Elaborar el diseño de un banco de prueba del sistema de inyección electrónico del motor tipo S4A de un Chevrolet Sail.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Construir el banco de prueba.
- Realizar las instalaciones de las partes de la maqueta.
- Crear un sistema seguro y confiable en su uso.
- Simular las fallas y verificar señales y comportamiento del sistema.
- Elaborar la documentación respectiva del banco de prueba.

### **1.6. Alcance**

Este proyecto propone al estudiante, implementar los conocimientos teóricos del sistema de inyección electrónica en el banco de prueba, y así, fortalecer los conocimientos del sistema de inyección electrónico adquiridos en el transcurso de su etapa de preparación profesional.

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

Es necesario que haya un banco de pruebas de inyección electrónica que permita al estudiante tener una idea del funcionamiento de este sistema, y la mejor

manera de comprobar su funcionamiento y aplicación es mediante mediciones, pruebas y tablas.

## **1.8. Hipótesis**

¿Se podrá construir un banco de prueba del sistema de inyección electrónico del motor tipo S4A del Chevrolet Sail?

### **1.8.1. Variables de la hipótesis**

#### **1.8.1.1. Variable independiente**

Sistema de inyección electrónica del motor motor tipo S4A del Chevrolet Sail.

#### **1.8.1.2. Variable dependiente**

Creación de un banco de pruebas del sistema de inyección electrónico del motor tipo S4A Chevrolet Sail.

## 1.8.2. Operacionalización de variables

Las operaciones variables se muestran en la tabla 1.

**Tabla1.** Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
Sistema de inyección electrónica	Independiente	Vehículo Sail	100% desarrollo el análisis
Construcción del banco de prueba	Dependiente	Motor S4A	100% implementado

Elaborado por: Juan Arellano

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. MARCO REFERENCIAL**

##### **2.1.1. Reseña del Chevrolet Sail.**

La primera generación del Chevrolet Sail fue comercializado bajo la marca Buick inicialmente en China. Las primeras series de producción salieron en abril de 2001. En febrero del 2005 se redefine la gama de productos, por lo tanto, el Sail pasa a comercializarlo Chevrolet. Adopta un rediseño de la parte frontal, adquiere una nueva imagen de marca y generosas dimensiones.

El vehículo Sail llegó a nuestro mercado con un diseño de interior diferente a los demás compactos y economía, ya que con una autonomía de 60 km por galón podemos mencionar que es un automóvil económico<sup>1</sup>. En todas las versiones viene equipado con un motor 1.4 L. DOHC (Double overhead camshaft) de 16 válvulas que le permite alcanzar una potencia máxima de 102 HP (Horse power) a 6000 RPM (revoluciones por minuto).

<sup>1</sup>CHEVROLET SAIL – FICHA TÉCNICA 2012

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

La inyección electrónica es un procedimiento de inyección de combustible que se clasifica en distintos puntos (monopunto, multipunto, secuencial, simultánea) pero todas se basan en la asistencia de la electrónica para distribuir la inyección del carburante y reducir las emisiones perjudiciales a la atmósfera y a la vez optimizar el consumo.

Su entrada se debió a un incremento en las exigencias de los organismos de control del medio ambiente para disminuir las emisiones de los motores, ya que el carburador era la principal fuente de emisión.

Su trascendencia reside en su mejor disposición para dosificar el combustible y crear una mezcla aire / combustible, muy próxima a la estequiométrica, lo que asegura una adecuada combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera.

La función es la de tomar aire del medio ambiente, medirlo e introducirlo al motor, luego de acuerdo a esta medición y conforme al régimen de funcionamiento del motor, inyectar la cantidad de combustible necesaria para que la combustión sea lo más completa posible.

Sus elementos principales son sensores, actuadores y una unidad electrónica de control.

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

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

**2.1.3.2. Consumo reducido.-** Mediante el uso del carburador, en los colectores de admisión se producen mezclas disperejas de aire/gasolina para cada cilindro. El carburador realiza una mezcla elevada para lograr alimentar incluso al cilindro más desfavorecido, es decir, distribuye una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un abuso de consumo de combustible y una carga dispereja de los cilindros. Al establecer un inyector a cada cilindro, estos realizan una dosificación equilibrada ya que en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible.

**2.1.3.3. Menores residuos contaminantes en los gases de escape.-** Para disminuir la emisión de los gases contaminantes es inevitable preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección conceden ajustar en todo la cantidad indicada de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

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

El sistema de inyección electrónica se clasifica según:

- La ubicación donde dosifica o inyecta el combustible, esta puede ser:

**2.1.4.1. Inyección directa.-** Cuando el combustible es inyectado directamente a la cámara de combustión.

**2.1.4.2. Inyección indirecta.-** Cuando el combustible es inyectado en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta..

- Por el número de inyectores que posee:

**2.1.4.3. Inyección monopunto.-** Un solo inyector realiza la dosificación de combustible.

**2.1.4.4. Inyección multipunto.-** Varios inyectores realizan la inyección de combustible.

- Por el número de inyecciones que realiza:

**2.1.4.5. Inyección continua.-** El combustible es rociado de manera persistente.

**2.1.4.6. Inyección intermitente.-** El combustible es inyectado de modo

intermitente porque el inyector abre y cierra de acuerdo a las disposiciones que le da el módulo de control.

**2.1.4.7. Inyección secuencial.-** La inyección del combustible es en un tiempo específico por pulso, la dosificación va de un inyector a la vez y en el mismo orden de encendido del motor.

**2.1.4.8. Inyección semisecuencial.-** También es por pulso la dosificación y aquí trabajan dos inyectores al mismo tiempo, jamás los cuatro juntos.

**2.1.4.9. Inyección simultanea.-** Todos los inyectores dosifican el combustible al mismo tiempo.

- Por las características de funcionamiento:

**2.1.4.10. Inyección Mecánica (K-jetronic).-** Es un sistema completamente mecánico, brinda un caudal variable de carburante por medio de inyectares mecánicos y en modo continuo.

**2.1.4.11. Inyeccion Electromecánica (Ke-jetronic).-** Es un sistema mejorado que fusiona el sistema K-Jetronic con un sistema de control electrónica.

**2.1.4.12. Inyeccion Electronica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic).-** Es un sistema mejorado con un mayor manejo de las entradas y salidas de parámetros

para el cálculo de inyección y así evitar la emisión de gases contaminantes y mayor rendimiento del motor.

## **2.2. Estructura del sistema de inyección electrónica.**

### **2.2.1. Sensores.**

Los sensores son los órganos sensoriales del vehículo con los que puede captar recorrido, posición, rotaciones, aceleración, velocidad, vibración, caudal, temperatura, etc.

Convierten magnitudes variables de entrada en señales eléctricas que precisan las unidades de control de los sistemas de gestión del motor, de seguridad y de confort para la realización de funciones de mando y regulación.<sup>2</sup>

#### **2.2.1.1. Sensor de posición del cigüeñal (CKP).**

Este sensor gracias a su base se extiende 1,3 mm o menos, más allá de la rueda reluctora del cigüeñal. Acoplada al cigüeñal o a la polea del cigüeñal, la rueda

<sup>2</sup> "Técnica del automóvil Bosch, sensores del automóvil". Pág. 3

reluctora tiene 58 ranuras mecanizadas y cada una está a una distancia de 6 grados entre sí. La última ranura es más ancha y se usa para generar el impulso de sincronización. A medida que el árbol de levas gira, la ranura en la rueda reluctora cambiará el campo magnético del sensor para producir un impulso de tensión inductiva (figura 2).

El impulso de la ranura 58 es más largo y se puede utilizar para identificar la dirección específica del cigüeñal con el fin de que el módulo de control electrónico pueda determinar la dirección del cigüeñal en cualquier momento. El ECM (módulo de control electrónico) utiliza esta información para generar los impulsos de distribución del encendido y la inyección que deben enviarse a la bobina de encendido y a los inyectores de combustible.<sup>3</sup>



**Figura 2.** Sensor de posición del cigüeñal

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

<sup>3</sup>Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L. <http://www.gm.com/index.html>

### **2.2.1.2. Sensor de posición del árbol de levas (CMP).**

El CMP envía una señal a la unidad de control electrónica, y este la usa como impulso de sincronización para accionar los inyectores en el orden adecuado (figura 3). El ECM usa la señal del sensor de posición del árbol de levas para indicar la posición del Cilindro 1 durante la carrera de trabajo. Esto permite al módulo de control calcular el funcionamiento de inyección de combustible.

Este sensor consta de tres pines para su funcionamiento, los cuales son: Terminal de alimentación, terminal a tierra y terminal de voltaje de salida.



**Figura 3.** Sensor de posición del árbol de levas

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

### **2.2.1.3. Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).**

El IAT es una resistencia, o un termistor, que varía de valor en función del

cambio de temperatura del aire que entra en el motor (figura 4). A baja temperatura, la resistencia es alta (a 40°C el valor de resistencia es 4.500 ohmios); a alta temperatura, la resistencia es baja (a 130°C el valor de resistencia es 70 ohmios).

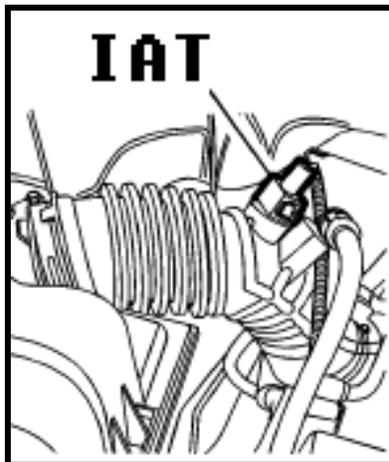
El módulo de control electrónico suministra 5V al sensor de IAT a través de una resistencia situada en el ECM y toma mediciones con respecto a los cambios de tensión para determinar la IAT. La tensión es alta cuando la temperatura del aire del colector de admisión del motor es baja y viceversa. Cuando la temperatura del aire del colector de admisión del motor es baja, el sistema usa el sensor de IAT para mandar la distribución del encendido. Su ubicación es en el colector de admisión (figura 5). Este sensor posee dos pines principales para su funcionamiento: terminal de voltaje de salida y terminal a tierra.



**Figura 4.** Sensor de temperatura del aire de admisión

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 5.** Ubicación IAT

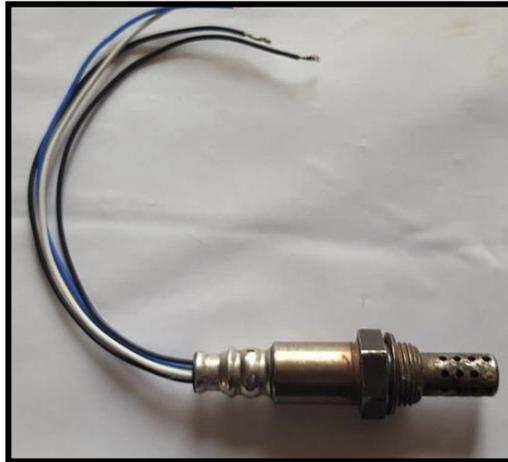
**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

#### **2.2.1.4. Sensor de oxígeno (O<sub>2</sub>).**

El sensor de oxígeno es un sensor tipo iónico, quiere decir que se basa en las propiedades de ionización de un gas, este puede conducir electricidad; el sensor de oxígeno está situado en el colector de escape (figura 6).

Este indica al módulo de control la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape y el módulo de control electrónico cambia la relación aire/combustible del motor. El sistema de inyección de combustible mide y ajusta continuamente la relación aire/combustible y por eso se llama sistema de "bucle cerrado". Este sensor posee cuatro pines principales, los cuales son: Terminal de voltaje de salida sensor, terminal a tierra sensor, terminal de alimentación calefactor y terminal a tierra calefactor.



**Figura 6.** Sensor de oxígeno

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### **2.2.1.5. Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT).**

El ECT es un termistor cuya resistencia cambia en función de la temperatura en que se trabaja (figura 7). El ECT va situado en la corriente del refrigerante (figura 8). Si el refrigerante del motor está frío, la resistencia es alta (a 40°C el valor de resistencia es 100.000 ohmios); cuando la temperatura es alta, la resistencia es baja (a 130°C el valor de resistencia es 70 ohmios).

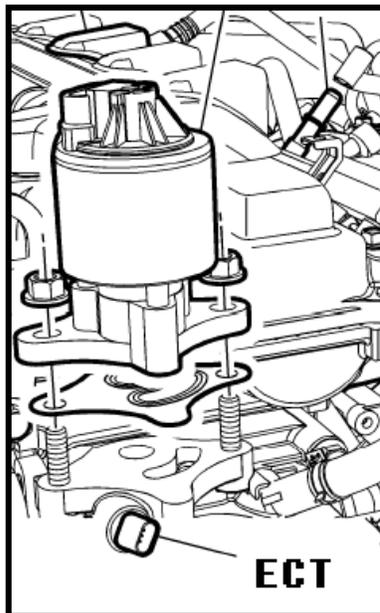
Los pines principales para su funcionamiento son: Terminal de voltaje de salida y terminal a tierra.



**Figura 7.** Sensor de temperatura de refrigerante del motor

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 8.** Ubicación del sensor de temperatura de refrigerante del motor

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

### **2.2.1.6. Sensor de velocidad del vehículo (VSS).**

El sensor de velocidad VSS (Sensor Speed Vehicle), de clase generador o imán permanente, se ubica a la salida del eje de la caja de cambios (figura 9).

El sensor VSS envía en forma de corriente alterna la señal para el velocímetro y del odómetro. Consta con dos pines principales para su funcionamiento: Terminal de voltaje de salida y terminal a tierra.



**Figura 9.** Sensor de velocidad

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

### **2.2.1.7. Sensor de golpe (KS).**

Este sensor detecta unos sonidos anormales en el motor. El sensor de golpe se monta en el bloque del motor, cerca del cilindro (figura 11). El sensor de golpe produce una tensión corriente alterna que varía dependiendo del nivel de vibraciones durante el funcionamiento del motor (figura 10).

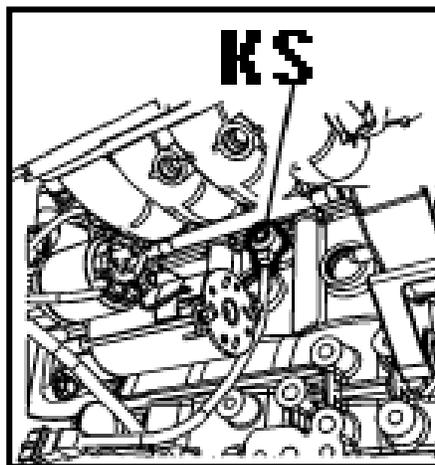
Esa señal se envía al módulo de control el cual este ajusta el tiempo de encendido para intentar reducir el golpeteo.



**Figura 10.** Sensor de golpe

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 11.** Ubicación del sensor de golpe

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html> - ID del documento: 2521XXX

**Editado por:** Juan Arellano

### **2.2.1.8. Sensor de posición de la mariposa (TP).**

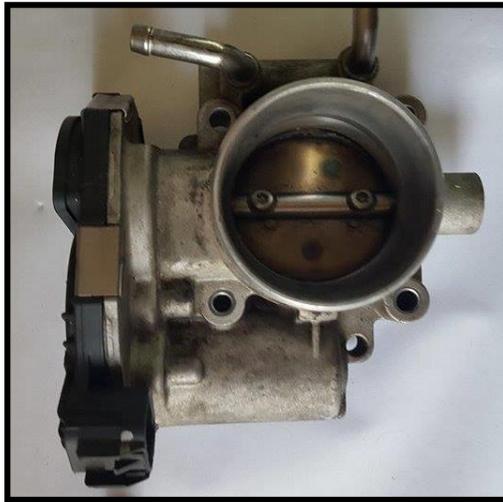
El sensor de posición de la mariposa es un potenciómetro que está acoplado al eje de la mariposa del cuerpo de la mariposa (figura 12). El sensor de TP incluye un cable de alimentación de 5 V y un cable de masa, ambos abastecidos por el ECM (módulo de control electrónico).

El ECM calcula la posición de la mariposa controlando la tensión de este circuito de señal. La señal de salida del sensor de TP cambia en función del movimiento del pedal del acelerador, lo que hace que varíe el ángulo de la mariposa. Cuando la mariposa se cierra, la tensión de salida del sensor TP es baja, de unos 2,5 voltios aproximadamente.

La tensión de salida aumenta cuando se abre la placa de la mariposa; la tensión de salida sube hasta aproximadamente 5 voltios con la mariposa a plena carga.<sup>4</sup>

El módulo de control electrónico puede determinar la cantidad de combustible requerido en función del ángulo de la mariposa, es decir, los requisitos del conductor. El sensor consta de tres pines principales para su funcionamiento: Terminal a tierra, terminal de voltaje de salida y terminal de voltaje de referencia.

<sup>4</sup>Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L. <http://www.gm.com/index.html>



**Figura 12.** Sensor de posición de mariposa

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### **2.2.1.9. Sensor de posición del pedal del acelerador (APS).**

Este sensor nos brinda información acerca de la posición del acelerador en los vehículos con control electrónico del acelerador. No se puede comparar o equivocarse con el sensor TPS, aunque sus funciones sean similares, se usan para controlar con mayor precisión el motor al momento de alguna clase de falla de uno de ellos, es decir el vehículo solo tiene el sensor TPS y éste se avería, en ese momento nos da problemas de consumo excesivo. Y en el caso de poseer dos sensores de aceleración, si se avería uno de ellos se informa de la falla con la lámpara MIL (MALFUNCTION INDICATOR LAMP), pero no asciende el consumo de combustible (figura 13).



**Figura 13.** Sensor de posición del acelerador

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### **2.2.1.10. Sensor de presión absoluta de colector (MAP) .**

El sensor MAP realiza la medición del cambio en la presión del colector de admisión que resulta de los cambios en la velocidad y carga del motor. Convierte el cambio en una salida de tensión.

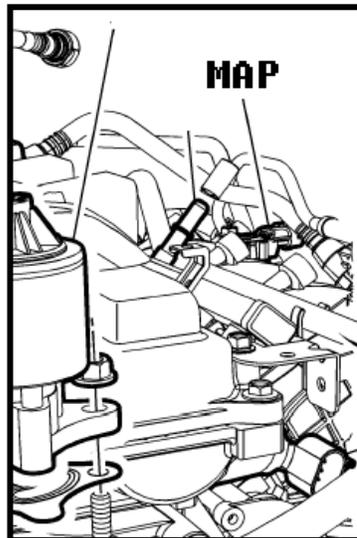
Durante la bajada por inercia, el cierre de la mariposa crea una salida de MAP de admisión relativamente baja (figura 14). La MAP es opuesta al nivel de vacío. Una presión de colector alta significa un nivel de vacío bajo. Su ubicación es detrás de los inyectores (figura 15).



**Figura 14.** Sensor MAP

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 15.** Ubicación del sensor Map

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html> - ID del documento: 2521XXX

**Editado por:** Juan Arellano

### **2.2.2. Actuadores.**

Un actuador es un dispositivo adjunto o mecánico cuyo propósito es brindar fuerza para mover o actuar otro artefacto mecánico. La fuerza que impulsa el

actuador proviene de tres causas posibles: presión hidráulica, presión neumática y fuerza motriz eléctrica.

### **2.2.2.1. Bomba de Combustible**

La bomba de combustible se encarga de absorber el combustible desde el depósito y enviarlo hacia el riel de inyectores donde será distribuido y pulverizado por cada inyector. Su ubicación es dentro del tanque de combustible (figura 16).



**Figura 16.** Bomba de combustible

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

### **2.2.2.2. Válvula de recirculación de gases de escape (EGR).**

El sistema de recirculación de gases de escape (EGR) se utiliza para reducir la cantidad de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) debidos a las altas temperaturas de combustión (figura 17).

El ECM controla la válvula EGR. La válvula EGR alimenta pequeñas cantidades de gases de escape al colector de admisión para reducir la temperatura de combustión. La cantidad de gases de escape de recirculación se controla con variables de vacío y de presión de retorno de escape. Si entra demasiada cantidad de gases de escape, no se produce combustión. Por este motivo, sólo se permite el paso de una pequeña cantidad de gases de escape a través de la válvula, especialmente a ralentí. La ubicación del EGR es por encima del sensor de temperatura del refrigerante del motor (figura 18).

La válvula EGR suele estar abierta en las siguientes condiciones:

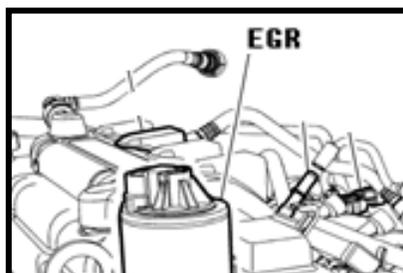
- Funcionamiento con motor caliente
- Por encima de la velocidad de ralentí



**Figura 17.** Sensor de recirculación de los gases de escape

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 18.** Ubicación del sensor de recirculación de los gases de escape

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html> - ID del documento: 2521XXX

**Editado por: Juan Arellano**

### **2.2.2.3. Filtro de Combustible.**

El filtro de combustible tiene como objetivo obstruir las impurezas que el combustible posee. Si no estuviese el filtro, las impurezas pueden obstruir o dañar algún elemento del sistema de inyección (figura 19).



**Figura 19.** Filtro de combustible

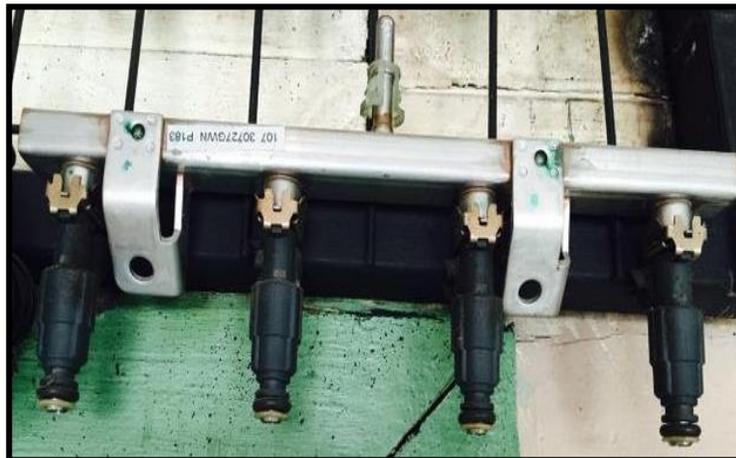
**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por: Juan Arellano**

#### 2.2.2.4. Inyectores y Riel de Inyectores.

Los inyectores tienen la misión de pulverizar el combustible a cada cilindro para que se produzca la combustión. Su ubicación por lo general, está en el múltiple de admisión, entre el riel de inyectores y los orificios del múltiple (figura 20).

El riel de inyectores es el que aloja al regulador de presión de combustible y su misión es transportar el combustible hacia los inyectores.



**Figura 20.** Inyectores

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### 2.2.2.5. Bobina de encendido.

Cada bobina está formada por un bobinado primario que recibe por una parte el positivo de alimentación y cierra circuito a masa a través de la etapa de potencia del módulo de control electrónico (figura 21). El bobinado secundario,

independientemente del primario, se conecta por un extremo a la bujía y por el otro a la masa para realizar el cierre del circuito.

Para que el módulo de control electrónico pueda secuenciar el funcionamiento de cada una de las bobinas, necesita recibir información de reconocimiento de un cilindro.

La señal es generada por el sensor de árbol de levas y enviada al módulo de control electrónico para que una vez procesada reconozca la posición del cilindro y pueda mandar la activación, tanto de bobinas como de inyectores.<sup>5</sup>



**Figura 21.** Bobina de encendido

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellan

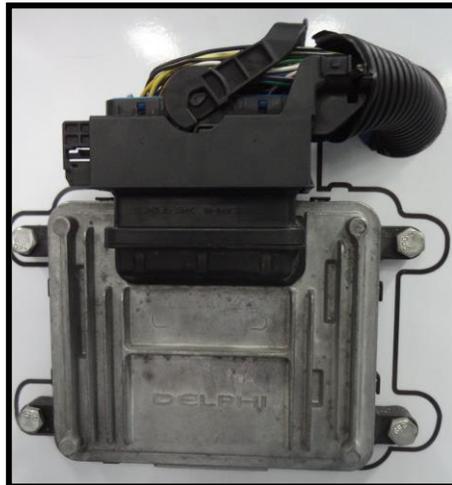
<sup>5</sup>"Motores térmicos y sus sistemas auxiliares".pag. 171

### 2.2.3. Módulo Electrónico de Control.

El módulo de control del motor (ECM) en el compartimento del motor es el centro de control para el sistema de inyección de combustible.

El ECM es un sistema integrado que se usa para controlar las funciones del sistema eléctrico del automóvil. Este funciona con un control de lazo cerrado diseñado para monitorear las salidas de un sistema para controlar entradas enviadas al sistema (figura 22).

El ECM obtiene datos a través de múltiples sensores y realiza cálculos para determinar factores, tales como el temporizador de combustible encendido y el tiempo en que el inyector debe abrirse.



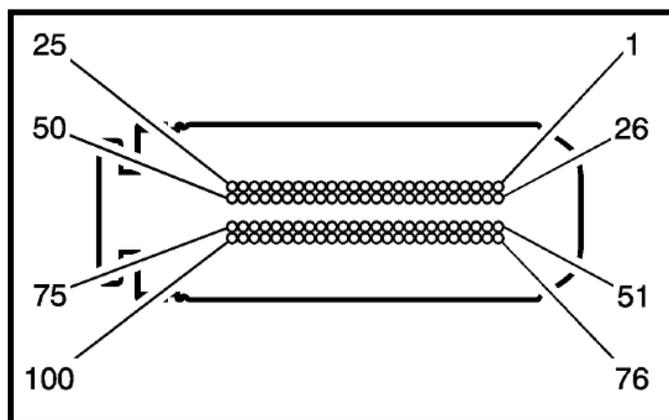
**Figura 22.** Módulo de Control Electrónico

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

## 2.2.4. Descripción de los pines del módulo de control.

La descripción de los pines del módulo de control electrónico se aprecia en la tabla 2 mientras que en la figura 23 apreciamos la ubicación de los pines.



**Figura 23.** Pines del diagrama eléctrico

Fuente: <http://www.gm.com/index.html> - ID del documento: 2527XXX

Editado por: Juan Arellano

**Tabla 2.** Pines del módulo de control del motor (C14)

PIN	TAMAÑO	COLOR	CIRCUITO	FUNCION
1	0.5	D-GN	2123	Señal control de ignición-Cilindro 4
2	0.5	L-BU	2122	Señal control de ignición-Cilindro 3
3	0.5	YE	2124	Señal control de ignición-Cilindro 2
4	0.5	BK	150	Tierra
5	0.35	YE	630	Señal del sensor posición del árbol de levas
6	-	-	-	No se utiliza
7	0.35	WH	919	Señal sensor de temperatura del múltiple

8	0.5	BN	435	Señal sensor de posición de la EGR
9	-	-	-	No se utiliza
10	0.5	BN	908	Señal sensor oxígeno caliente trasero
11	0.35	D-GN	432	Señal sensor presión absoluta distribuidor
12	0.35	L-GN	9469	Baja referencia
13	0.35	BN	918	Referencia 5V
14	0.35	BK	469	Baja referencia
15	0.5	BK	1271	Baja referencia
16	0.5	WH	1664	Referencia 5V
17	0.5	RD	140	Voltaje positivo de batería
18	0.35	L-GN	573	Referencia 5V
19	0.35	D-BU	916	Baja referencia
20	0.5	BN	907	Baja referencia
21	0.5	WH	3201	Referencia 5V
22-23	-	-	-	No se utiliza
24	0.5	D-GN	7335	Control bajo del motor del actuador del acel.
25	0.5	L-BU	5292	Voltaje encendido
26	0.5	D-BU	2121	Señal control de ignición-Cilindro 1
27	0.5	BK	150	Tierra
28	0.5	BK	150	Tierra
29	0.5	BK	150	Tierra
30	0.35	L-BU	2832	Señal del sensor posición del cigüeñal
31	-	-	-	No se utiliza

32	0.5	YE	1661	Señal del sensor posición del pedal
33	0.35	BK	917	Baja referencia
34	0.5	L-GN	1662	Señal del sensor posición del pedal
35	0.35	L-GN	3683	Señal sensor de temperatura evaporador A/C
36	0.5	WH	203	Señal sensor de presión A/C
37	0.5	L-GN	30	Señal sensor del nivel de combustible
38	-	-	-	No se utiliza
39	0.35	BK	2761	Señal sensor temperatura refrigerante del motor
40	0.5	D-GN	7352	Señal HO2S
41	-	-	-	No se utiliza
42	0.5	VT	7355	Baja referencia
43	0.5	BN	1274	Referencia 5V
44	0.5	BK/WH	1272	Baja referencia
45	0.35	BN	915	Baja referencia
46	0.5	WH	914	Referencia 5V
47	0.5	VT	1739	Voltaje de ignición 2/3
48	0.5	RD	340	Voltaje de ignición 1/2
49	0.5	YE	7336	Control alto del motor del actuador del acel.
50	0.5	L-BU	5292	Voltaje de encendido
51	0.5	BN	473	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de velocidad alta
52	0.5	D-GN	335	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de velocidad baja
53	0.5	D-GN	21	Señal sensor posición del pedal freno

54	0.35	YE	710	Datos seriales altos de CAN
55	0.35	YE/BK	1807	Datos seriales bajos de CAN
56	0.5	BN	20	Señal sensor posición del pedal freno
57	0.5	VT/BK	1319	Datos seriales
58	0.5	YE	5270	Señal de la velocidad del vehículo
59	-	-	-	No se utiliza
60	0.5	BN	66	Señal de solicitud de A/C
61-64	-	-	-	No se utiliza
65	0.5	BN/BK	486	Señal TPS 2
66	0.5	BN	485	Señal TPS 1
67	0.5	WH/BK	3202	Baja referencia
68	0.5	D-GN	817	Señal sensor velocidad vehículo
69	0.35	D-BU	410	Baja referencia
70	-	-	-	No se utiliza
71	0.35	WH	1876	Señal del sensor de golpe
72	0.35	VT	496	Señal del sensor de golpe
73	-	-	-	No se utiliza
74	0.75	BK	150	Tierra
75	0.75	BK	150	Tierra
76	0.5	YE	7017	Señal de control de puerto de admisión variable
77	0.5	WH	459	Control del relevador del compresor A/C
78	0.75	YE/RD	7013	Señal control de inyector-Cilindro 2
79	0.75	YE/WH	7011	Señal control de inyector-Cilindro 3

80	0.75	YE	7010	Señal control de inyector-Cilindro 1
81	0.75	YE/BK	7012	Señal control de inyector-Cilindro 4
82	-	-	-	No se utiliza
83	0.5	BK	913	Señal de control múltiple de admisión var.
84	0.5	D-GN	817	Señal sensor velocidad vehículo
85	0.5	WH	135	Salida de señal de transmisión controlada electrónicamente (ECT)
86	0.5	VT	458	Señal de control de relevador de bomba de combustible
87	0.5	WH	902	Señal de control de relevador de arranque
88	0.5	BK	9349	Control bajo del calentador del sensor de oxígeno delantero
89	-	-	-	No se utiliza
90	0.5	BK	7354	Baja referencia de calentador
91	0.5	D-GN	7414	Salida de señal de nivel de combustible
92	0.5	BN	419	Control de la MIL
93	-	-	-	No se utiliza
94	0.5	BN	5069	Señal del control de relevador principal
95	0.5	D-BU	5372	Control de solenoide de purga de bote EVAP
96	-	-	-	No se utiliza
97	0.5	WH	121	Señal de velocidad del motor
98	0.5	L-GN	436	Control de la EGR
99-100	-	-	-	No se utiliza

Fuente: <http://www.gm.com/index.html> - ID del documento: 2521XXX

**Editado por: Juan Arellano**

## **CAPITULO III**

### **CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y DISEÑO DEL PANEL DEL BANCO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL CHEVROLET SAIL**

#### **3.1. Construcción de la estructura del banco de entrenamiento.**

En la estructura se tiene el espacio físico necesario para la instalación de los elementos que conforman el sistema de inyección del Chevrolet Sail motor S4A, en donde se tomó en cuenta la comodidad y seguridad para realizar las pruebas correspondientes.

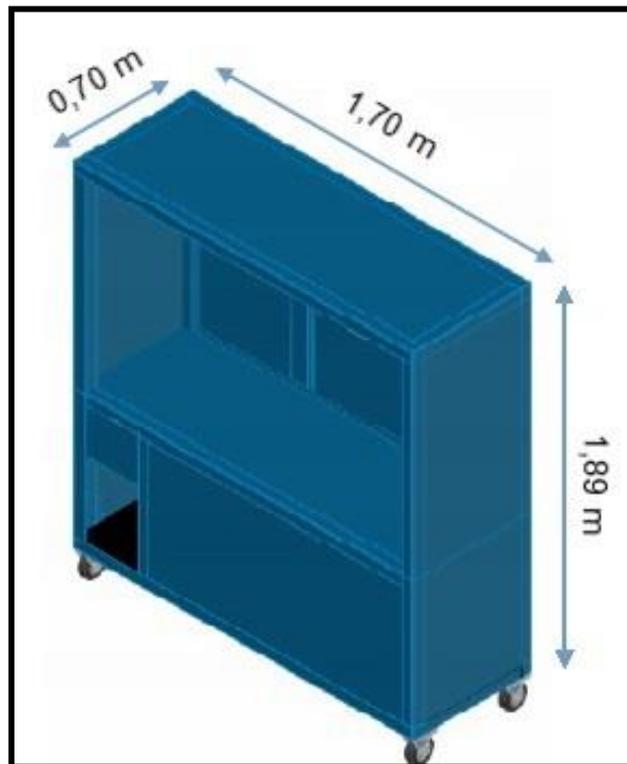
#### **3.2. Composición de la estructura del banco de pruebas.**

El material que se aprecia en la estructura es de tubo cuadrado arquitectónico de 38 mm. por 1.5 mm. de espesor bajo la normativa de calidad ASTM A 500GR. Y dispuesta bajo la norma de elaboración por el INEN 2 415:2008 para los perfiles de soporte de la estructura, en donde sus propiedades físicas son que cada 2.25 cm<sup>2</sup> puede soportar el peso aproximado de 1.30 kg/m según acreditaciones realizadas en laboratorios especializados en acero IPAC. El componente de revestimiento de la estructura es de hoja laminada en caliente con norma de calidad ASTM A 36 y

constituida por la norma de elaboración del INEN 115:2008.

Se realizó la estructura en CINEMA 4D para una mejor apreciación (figura 24) y coloqué las medidas de la estructura del banco de prueba las cuales son:

- a. Altura 1,89 m
- b. Frontal 1,70 m
- c. Lateral 0,70 m



**Figura 24.** Estructura del banco de prueba

**Fuente:** CINEMA 4D

**Editado por:** Juan Arellano

### 3.3. Diseño del panel de los componentes del banco de pruebas.

Se realizó el panel en acrílico transparente, ya que la plancha de madera que estaba con la estructura no permitía trabajar de manera adecuada, y al realizar perforaciones en ella a veces se quemaba. El acrílico permitió trabajar con comodidad, todos los elementos primarios y auxiliares del banco de prueba encajaban de manera ideal. Las dimensiones del acrílico son: Altura 1.32 cms, ancho 1.60 cms y espesor de 5mm (figura 25).

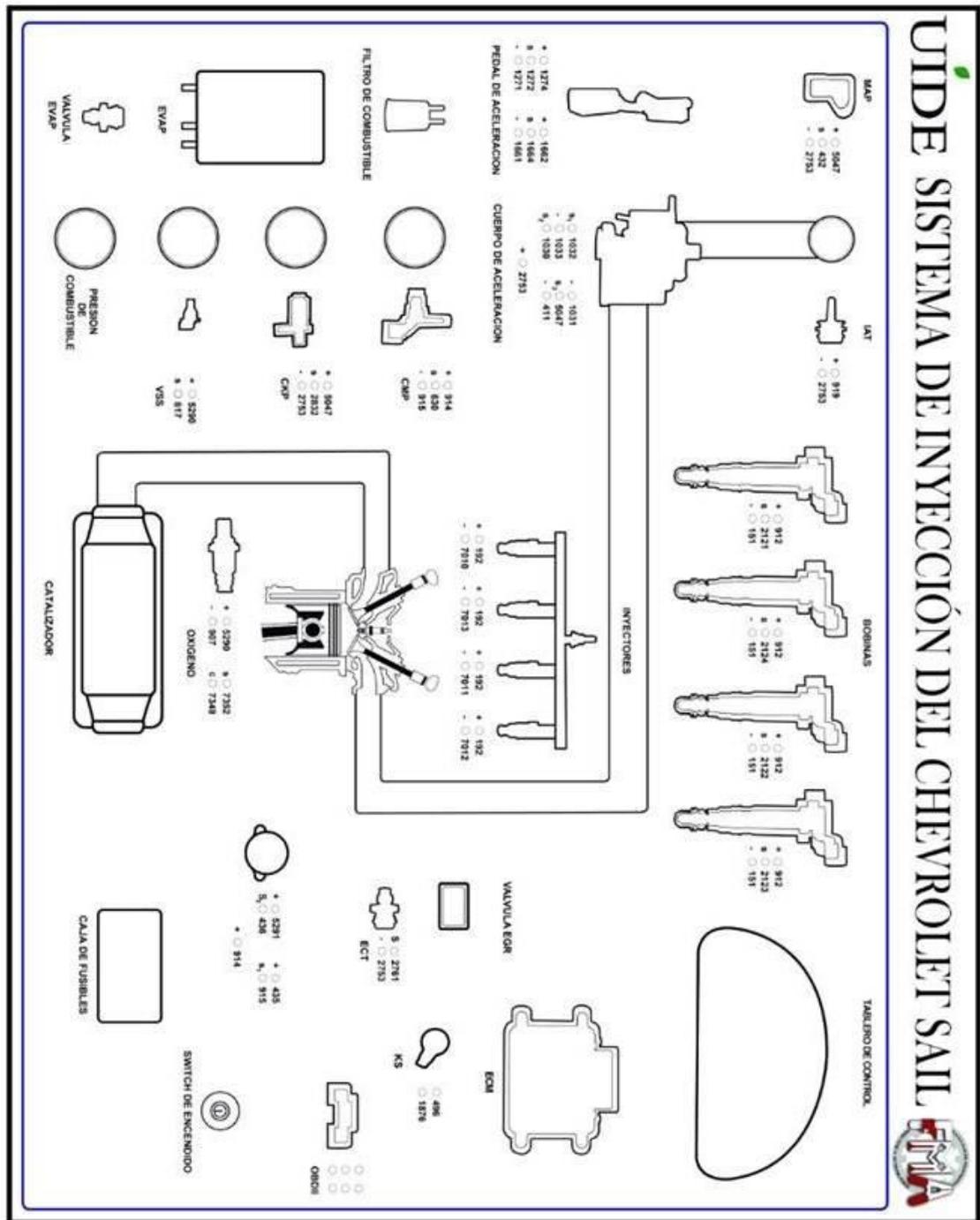


**Figura 25.** Acrílico

**Fuente:** Taller de Gigantografías

**Editado por:** Juan Arellano

Se Colocó en dos pliegos de hoja papel bond todos los elementos principales del sistema de inyección que va en el panel (figura 27), y se procedió a dibujarlos con marcador en tamaño real es decir a escala 1:1. Ya con las dimensiones de cada elemento y su respectiva posición, se dibujó todo el sistema en el programa de ADOBE ILLUSTRATOR CC (figura 26).

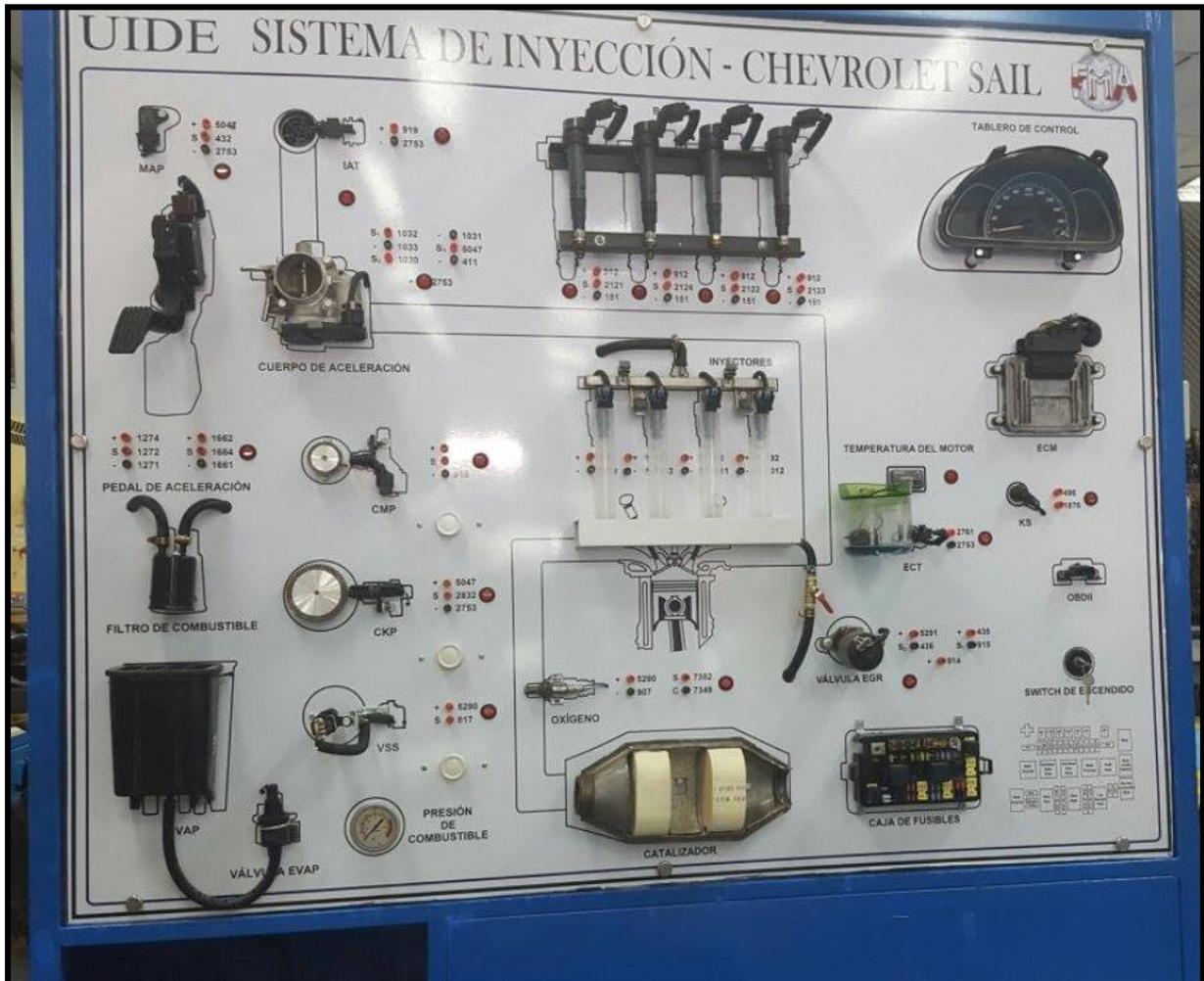


**Figura 26.** Diagrama del simulador  
**Fuente:** ADOBE ILLUSTRATOR CC  
**Editado por:** Juan Arellano



y se sella los lugares con pequeñas aperturas con el silicón.

La figura 29 muestra el acabado final del simulador con todos los componentes colocados y perfecto estado funcional.



**Figura 29.** Acabado final del simulador

**Fuente:** Taller UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

## CAPITULO IV

### CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS A LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBA.

#### 4.1. Materiales para la instalación de componentes.

Los materiales del simulador son descritos en la tabla 3.

**Tabla 3.** Lista de materiales

<b>Listado de materiales</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo aprox.</b>
Tornillos	50	5,00
Pernos	50	9,00
Silicón	3	7,00
Tuercas	60	10,00
Cintas aislante	8	12,00
Breaker 1 polo sobre puesto 40amp	1	15,00
Botonera On / Off sobre puesta	1	10,00
Terminales de ojo	100	15,00
Terminal de enchufe	40	5,00
Jack Banana	120	45,00

Switch redondo	25	13,00
Switch universal con llave	1	20,00
Motor eléctrico 6000rpm 100W	3	30,00
Fuente de volt. 12v- 30Amp	1	75,00
Manómetro de presión combustible	1	25,00
Abrazaderas	20	15,00
Manguera para combustible por metro	7	45,00
Probetas plásticas	4	30,00
acoples de manguera de retorno	5	15,00
CMP piñon	1	30,00
VSS piñon	1	30,00
CKP piñon	1	40,00
Riel de inyectores	1	35,00
Bobinas	2	50,00
Reservorio EVAP	1	10,00
Filtro de combustible	1	10,00
Estructura del banco	1	4000,00
Acrílico	1	160,00
Vinil	1	50,00
Baquelitas perforadas	2	2,00
Resistencias 47k	6	1,00
Resistencias 100 ohm	3	0,50

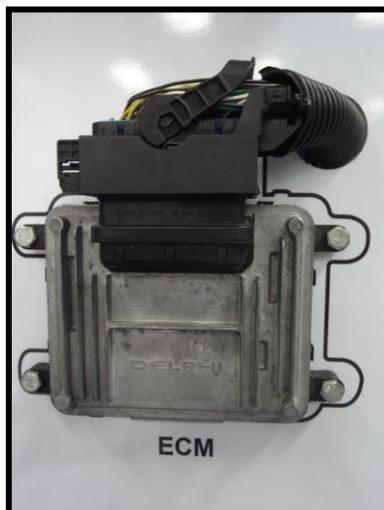
Triac bta12	6	2,00
Capacitores 0.1 uf	6	2,00
Potenciómetro 100k	3	2,50
Sensores faltantes	5	500,00

Editado por: Juan Arellano

El costo aproximado para la la construcción del simulador es de \$5326.00.

#### 4.2. Instalación del módulo de control electrónico.

El módulo de control electrónico se instaló mediante su propio soporte con 4 pernos a los lados (figura 30). Se realizó cuatro orificios en el acrílico y uno de mediano tamaño por donde salen los conectores del cableado primario y auxiliar. El ECM posee un solo cuerpo en donde el conector es: CONECTOR C14.



**Figura 30.** Instalación ECM

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

Editado por: Juan Arellano

### **4.3. Instalación del tablero de instrumento.**

La instalación del tablero de instrumentos se la realizó mediante la perforación de dos huecos para los pernos que el tablero ya tiene en su cuerpo y una perforación a la medida del conector para que haya una mejor fijación en el acrílico (figura 31).

Sólo se encuentran conectado dos conectores los cuales son los siguientes: CONECTOR G101; CONECTOR G102.

Las señales que envía la ECM para el tablero de instrumentos son:

**4.3.1. Luces de advertencia.-** nos indican advertencia o precaución los cuales pueden ser revisados por el usuario o el mecánico, tenemos a: falla de la batería, temperatura excesiva del refrigerante o nivel insuficiente, presión insuficiente de aceite, freno de mano puesto, abrocharse el cinturón, puertas abiertas, bolsa de aire frontal.

**4.3.2. Luces indicadores de falla.-** estas luces indican que en el vehículo existe alguna clase de falla o desperfecto y que hay que hacerlo revisar por un mecánico de manera urgente. Aquí se encuentran la luz testigo del CHECK ENGINE, falla del tren motriz, combustible bajo, la señal de RPM, nivel de combustible, temperatura de motor.

#### 4.3.3. Luces.- Indicador de luces direccionales, luces altas, luces de neblina.



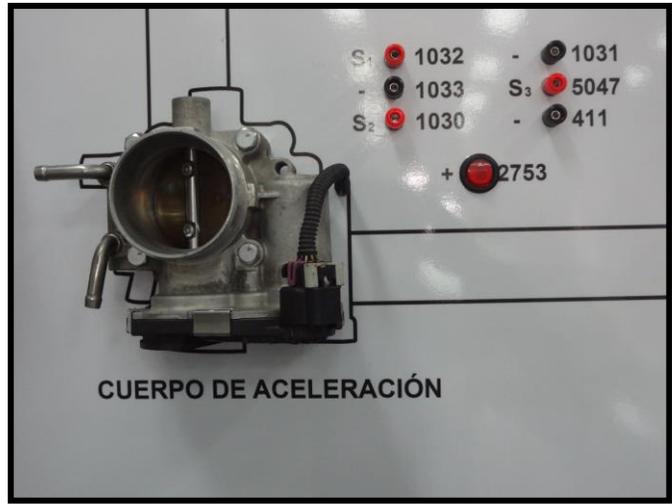
**Figura 31.** Instalación del tablero de instrumentos

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

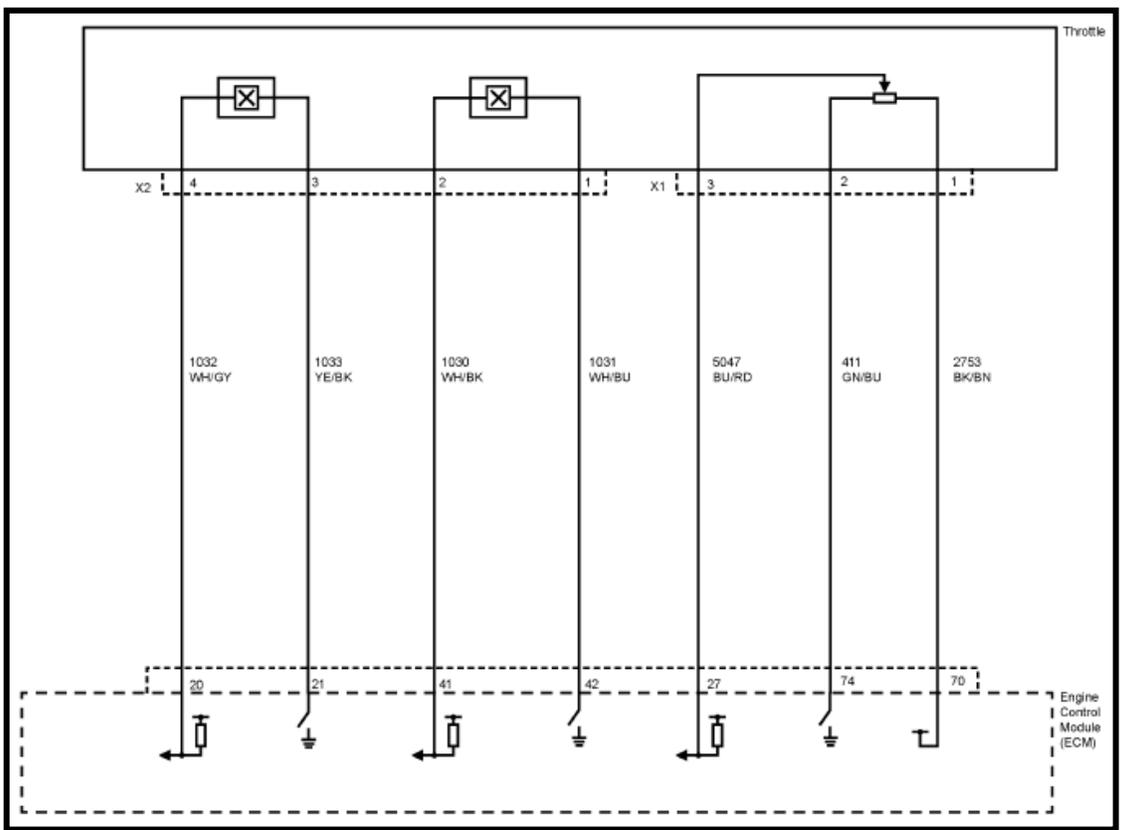
**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.4. Instalación del cuerpo de aceleración.

El cuerpo de aceleración cuenta con el sensor de posición de la mariposa. Este cuerpo fue colocado con 4 pernos ubicados en la respectiva posición del acrílico; se utilizaron 4 suplex de caucho para permitir la apertura de la mariposa (figura 32). A los costados de esta, se colocó jack bananas hembra para cada pin con su código +, - y S para realizar mediciones correspondientes, también un switch tipo ON/OFF para simular la falla del sensor TP. El control electrónico del acelerador posee los siguientes pines: C14-1032, C14-1033, C14-1030, C14-1031, C14-5047, C14-411, C14-2753. En la Figura 33 se aprecia el circuito eléctrico del TP.



**Figura 32.** Instalación del cuerpo del acelerador  
**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro  
**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 33.** Circuito eléctrico del acelerador  
**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>  
**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.5. Instalación del sensor de posición del pedal de aceleración (APS).

El sensor de posición del pedal de aceleración se lo aseguró mediante pernos en el acrílico, se utilizó los mismos orificios del sensor del pedal (figura 34). A los costados del sensor se colocó jack bananas hembra para cada pin con su código +, - y S para realizar mediciones correspondientes, también un switch tipo ON/OFF para simular la falla del sensor APS. Posee los siguientes pines: C14-1274, C14-1662, C14-1272, C14-1271, C14-5047, C14-1661, C14-1664 (tabla 4).

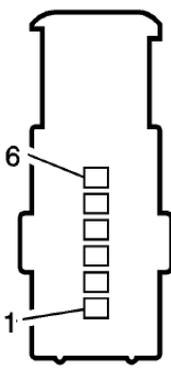


**Figura 34.** Instalación del pedal del acelerador

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

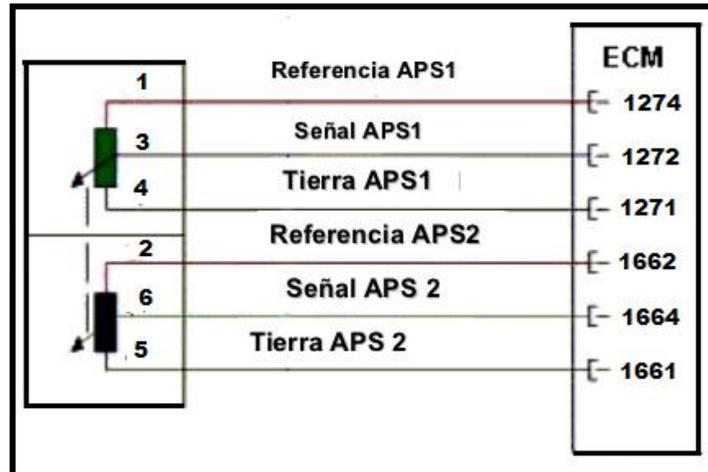
**Tabla 4.** Pines del sensor de posición del pedal del acelerador

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.5	BN	1274	Referencia de voltaje 5 de posición del pedal del acelerador (2)
	2	0.5	D-GN	1662	Referencia de voltaje 5 de posición del pedal del acelerador (1)
	3	0.5	BK/WH	1272	Señal de posición del pedal del acelerador (1)
	4	0.5	BK	1271	Referencia baja de posición del pedal del acelerador (1)
	5	0.5	YE	1661	Referencia baja de posición del pedal del acelerador (2)
	6	0.5	WH	1664	Señal de posición del pedal del acelerador (2)

Fuente: Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

Editado por: Juan Arellano

El circuito eléctrico del sensor APS se ve en la figura 35.



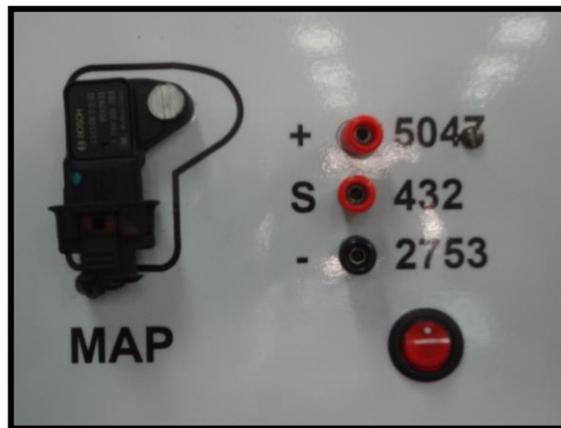
**Figura 35.** Circuito eléctrico del APS

Fuente: <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

Editado por: Juan Arellano

#### 4.6. Instalación del sensor de presión absoluta de colector (MAP)

El sensor se encuentra fijado en el panel mediante un perno y apretado por la parte posterior con anillo y tuerca (figura 36). Se decidió colocarlo arriba del sensor APS, al lado del sensor map están tres bananas jack hembras con el respectivo switch de simulación de falla. Este sensor posee 3 pines de conexión: Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor; Baja referencia; Referencia 5V (tabla 5). El circuito eléctrico del sensor está en la figura 37.



**Figura 36.** Instalación del sensor Map

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

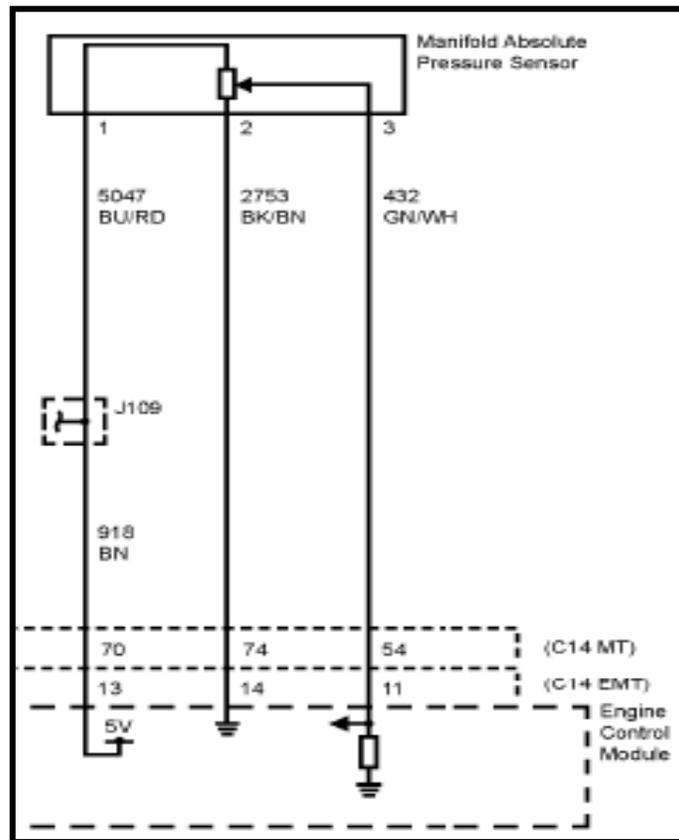
**Editado por:** Juan Arellano

**Tabla 5.** Pines del sensor map

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.35	BN	5047	Referencia 5V
	2	0.35	BK	2753	Baja referencia
	3	0.35	D-GN	432	Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 37.** Circuito eléctrico del MAP

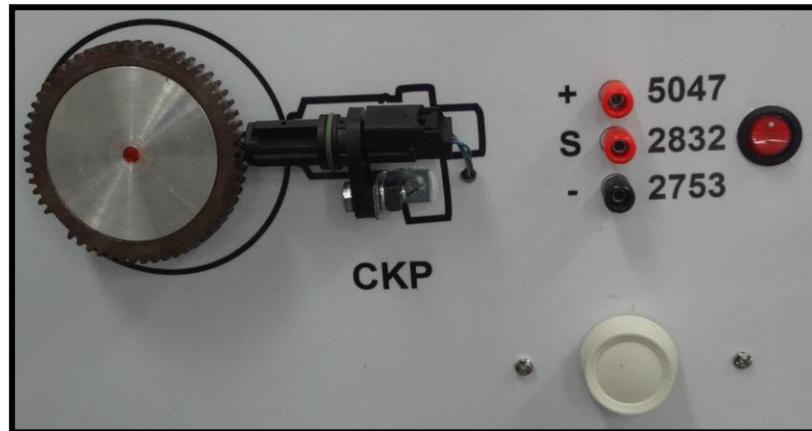
**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.7. Instalación del sensor de posición del cigüeñal (CKP).

El sensor CKP se lo fijó con dos pernos con sus respectivas tuercas y anillos por detrás del acrílico, para simular este sensor se decidió construir una rueda reluctora torneada de 12 cms de diámetro con 58 dientes de 6° de separación y ésta funciona con un motor eléctrico que está ajustado con pernos por detrás del panel y permite el giro de la rueda (figura 38).

Mediante un dimmer se realiza la regulación de velocidad del motor eléctrico. Al lado del sensor van tres bananas jack hembra con el respectivo switch. Los tres pines son: Señal del CKP; Referencia baja; Referencia 5v (tabla 6).



**Figura 38.** Instalación del sensor CKP

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

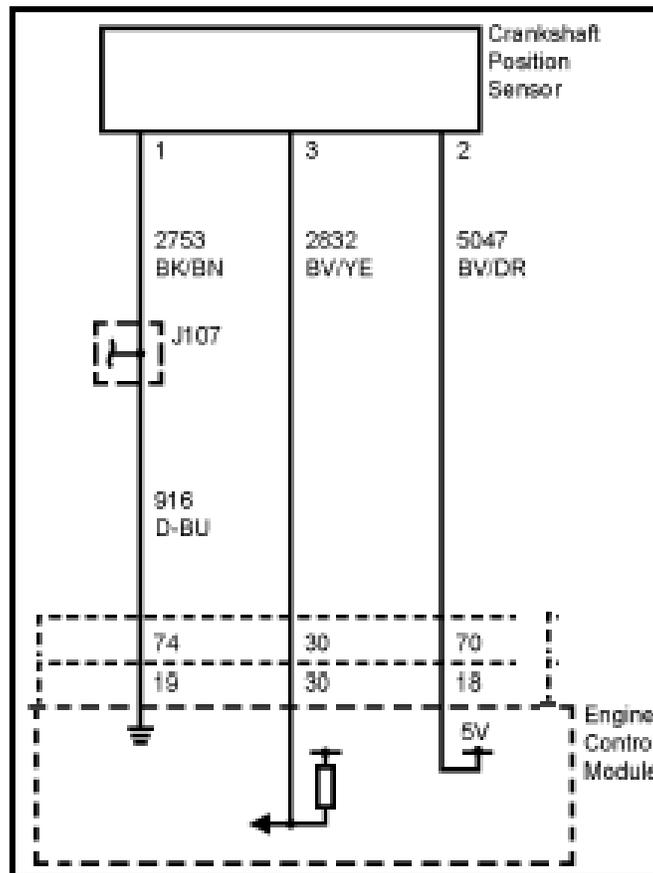
**Tabla 6.** Pines del sensor CKP

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.35	D-BU	2753	Baja referencia
	2	0.35	L-BU	2832	Señal del sensor de posición del cigüeñal
	3	0.35	L-GN	5047	Referencia 5V

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

El circuito del sensor de posición del cigüeñal se encuentra en la figura 39.



**Figura 39.** Circuito del sensor CKP

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

#### **4.8. Instalación del sensor de posición del árbol de levas (CMP).**

El sensor CMP se lo fijó con dos pernos con sus respectivas tuercas y anillos por detrás del acrílico, para simular este sensor se decidió construir una rueda reluctora torneada de 8.5 cms de diámetro con un sólo diente y ésta funciona con un motor eléctrico que está ajustado con pernos por detrás del panel y permite el

giro de la rueda (figura 40). Mediante un dimmer se realiza la regulación de velocidad del motor eléctrico. Al lado del sensor van tres bananas jack hembra con el respectivo switch. Los tres pines son: Señal del CMP; Referencia baja; Referencia 5v (tabla 7).



**Figura 40.** Instalación del sensor del CMP

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

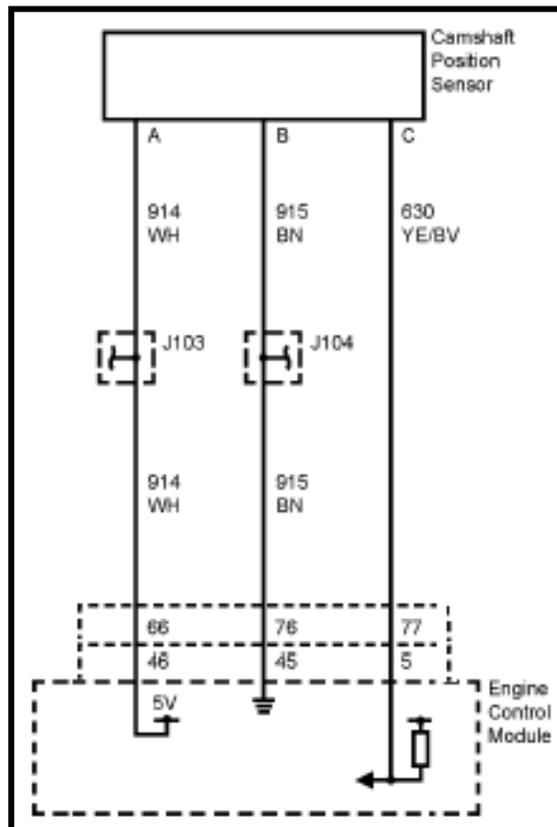
**Tabla 7.** Pines del sensor CMP

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	A	0.35	WH	914	Referencia 5V
	B	0.35	BN	915	Baja referencia
	C	0.35	YE	630	Señal del sensor de posición del árbol de levas

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

El circuito eléctrico de este sensor se encuentra en la figura 41.



**Figura 41.** Circuito sensor CMP

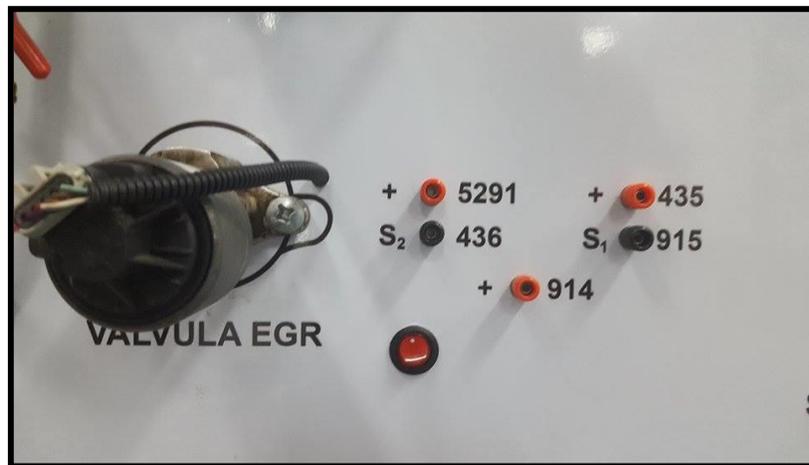
**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

#### **4.9. Instalación del sensor de posición de la válvula EGR.**

Se coloca este sensor con tres pernos en sus orificios ya hechos en el actuador. Para el funcionamiento de la EGR se requiere de una señal de la ECM el cual activa una electroválvula para dar el paso de los gases. Se encuentra fijada con 4 pernos (figura 42).

La tabla 8 nos muestra los cinco pines con los que trabaja el EGR mientras que en la figura 43 se aprecia el circuito eléctrico.



**Figura 42.** Instalación de la válvula EGR

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

**Tabla 8.** Pines del EGR

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
	A	0.5	L-GN	436	Control de la válvula de recirculación de gas de escape	-
	B	0.5	BN	915	Baja referencia	-
	C	0.5	BN	435	Señal del sensor de posición de la válvula de EGR	-
	D	0.5	WH	914	Referencia 5V	-
	E	0.5	VT/BK	5291	Voltaje positivo de batería	-

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

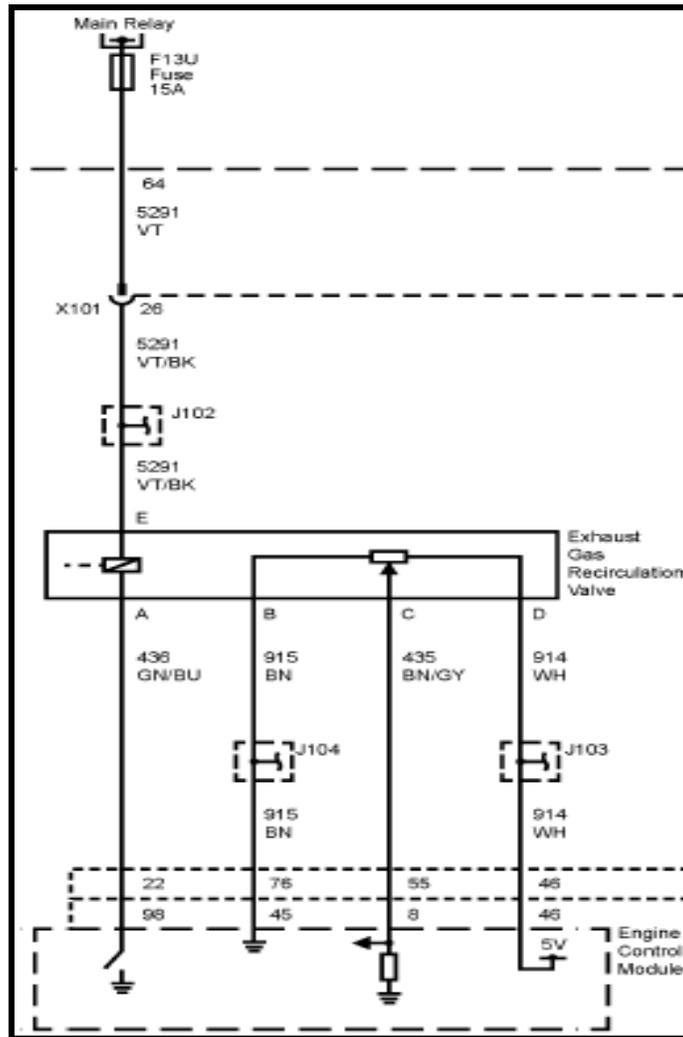


Figura 43. Circuito EGR

Fuente: <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

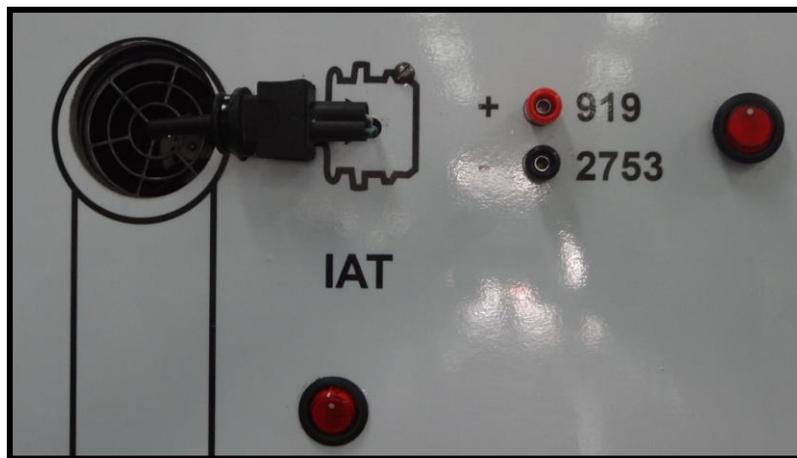
Editado por: Juan Arellano

#### 4.10. Instalación del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).

El sensor se instaló con una abrazadera plástica (figura 44) y para la simulación del sensor IAT se instaló en la parte posterior una secadora la cual al encenderla

proporciona el flujo de aire necesario para poder sentir la señal correspondiente; la secadora posee una temperatura de flujo ya establecida a una potencia baja.

Se colocó al lado dos bananas jack hembras y dos switch, unos para la simulación de falla del sensor y otra para la secadora. El IAT trabaja con dos conexiones: C14-919; C14-2753 (tabla 9).



**Figura 44.** Instalación del sensor IAT

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

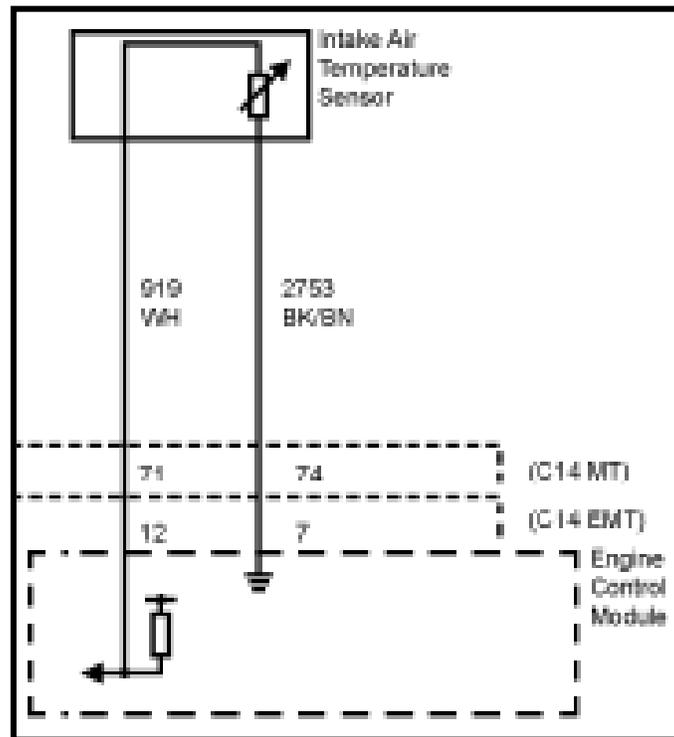
**Tabla 9.** Pines del IAT

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.35	L-GN	2753	Baja referencia
	2	0.35	WH	919	Señal de sensor de temperatura del múltiple

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

El circuito eléctrico de este sensor se encuentra en la figura 45.



**Figura 45.** Circuito del sensor IAT

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

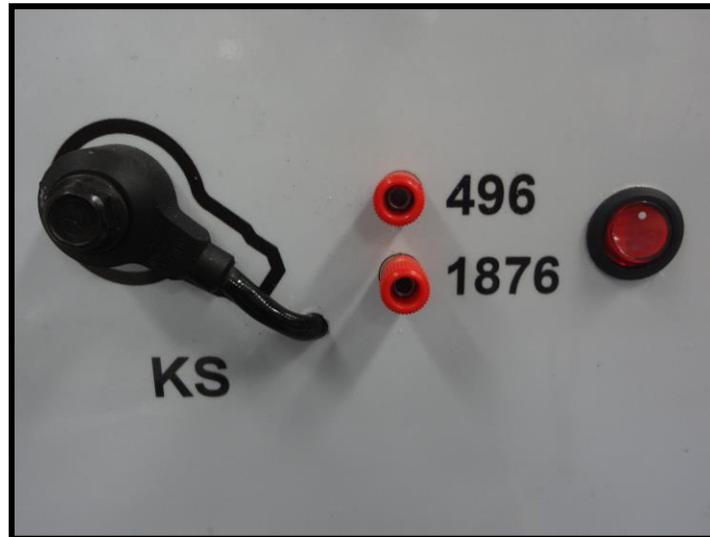
**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.11. Instalación del sensor de golpe (KS).

El sensor se instaló a presión en el acrílico y los cables lo mantienen fijo. Se colocó al lado dos bananas jack hembras y el switch de simulación de falla (figura 46).

El KS trabaja con tres conexiones: C14 496; C14-1876; C14-151 (tabla 10).

Y el circuito eléctrico se lo describe en la figura 47.

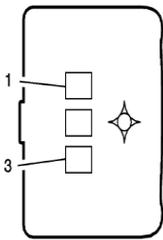


**Figura 46.** Instalación del sensor KS

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

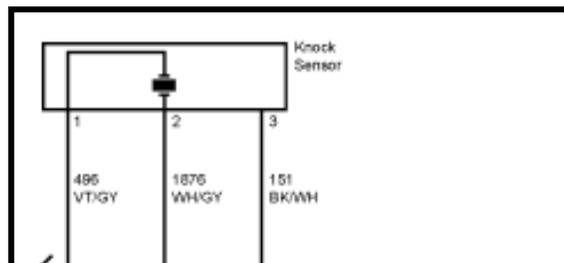
**Editado por:** Juan Arellano

**Tabla 10.** Pines del KS

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
1	1	0.35	VT	496	Señal del sensor de golpe
2	2	0.35	WH	1876	Señal del sensor de golpe
3	3	0.35	BK	151	Tierra del protector

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 47.** Circuito del sensor KS

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por: Juan Arellano**

#### **4.12. Instalación del sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT).**

El ECT se procedió a pegarlo de forma lateral a un recipiente de plástico transparente, a éste se le realizó 3 orificios, 2 pequeños para fijarlo al acrílico y un orificio del tamaño del sensor (figura 48). Este sensor posee dos pines de conexión: C14-2753; C14-2761 (figura 49). Se colocó a un lado los dos bananas jack hembras y el switch de falla. Para regular la temperatura del líquido del envase se

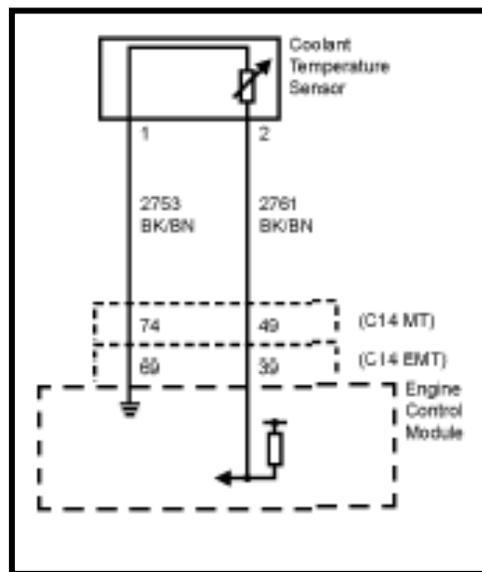
colocó un regulador de temperatura, en el cual se puede programar una temperatura requerida y si la misma es superior a la real, enciende una resistencia calorífica que calienta el agua hasta llegar a la temperatura deseada.



**Figura 48.** Instalación del sensor ECT

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 49.** Circuito del sensor ECT

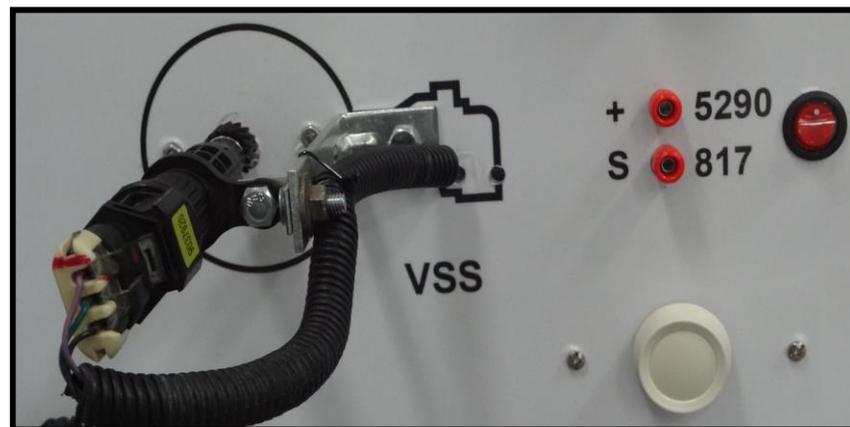
**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.13. Instalación del sensor de velocidad (VSS).

Se procedió a colocar el sensor de velocidad debajo del sensor CKP, como el sensor de velocidad del chevrolet sail va dentro de la caja de transmisión, para colocarla en el panel se tuvo que utilizar una platina con sus respectivos pernos y de ahí realizar bajo presión la colocación al eje del motor eléctrico que se encargará de darle movimiento (figura 50). Como con los sensores CKP y CMP el VSS también lleva un dimmer para regular la velocidad del motor.

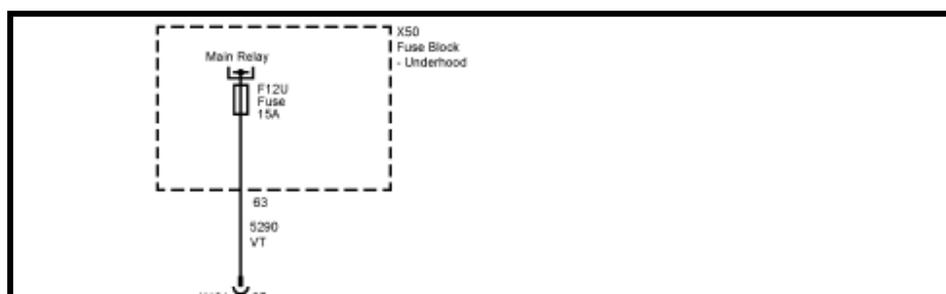
Este sensor posee dos pines de conexión: C14-5290 SEÑAL; C14-817 MASA (figura 51). Se colocó a un lado los dos bananas jack hembras y el switch de falla.



**Figura 50.** Instalación del sensor VSS

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 51.** Circuito del sensor VSS

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por: Juan Arellano**

#### **4.14. Instalación del sensor de oxígeno.**

El chevrolet sail posee dos sensores de oxígeno, uno frontal y otro en la parte posterior, se decide colocar el frontal en el simulador (figura 53). La colocación del sensor de oxígeno en el panel es por encima del catalizador. Se procedió a colocar el sensor con una abrazadera metálica.

Este sensor posee cuatro pines de conexión (tabla 11) y en la figura 52 se describe el circuito eléctrico. Se colocó a un lado del sensor los respectivos

bananas jack hembras y switches de falla.

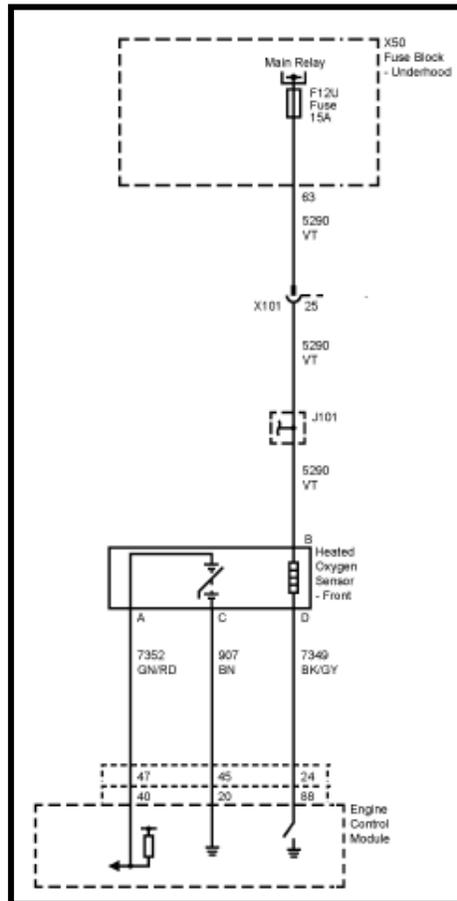


Figura 52. Circuito del sensor de oxígeno

Fuente: <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

Editado por: Juan Arellano

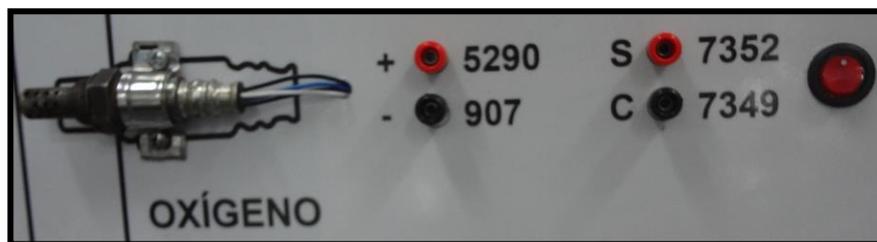


Figura 53. Instalación del sensor de oxígeno

Fuente: UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

Editado por: Juan Arellano

Tabla 11. Pines del sensor de oxígeno

	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.5	D-GN	7352	Señal HO2S
	2	0.5	VT	5290	Voltaje positivo de batería
	3	0.5	BN	907	Baja referencia
	4	0.5	BK	9349	Control de baja del calentador del

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.15. Instalación del conjunto de bobinas.

Están instaladas mediante dos soportes metálicos, uno superior y otro inferior, que van fijado al panel mediante cuatro pernos y apretadas por la parte posterior con anillo y tuerca (figura 54). Cada bobina tiene colocada una bujía. En la parte inferior de cada bobina van colocados tres banana jack hembras y el respectivo switch.

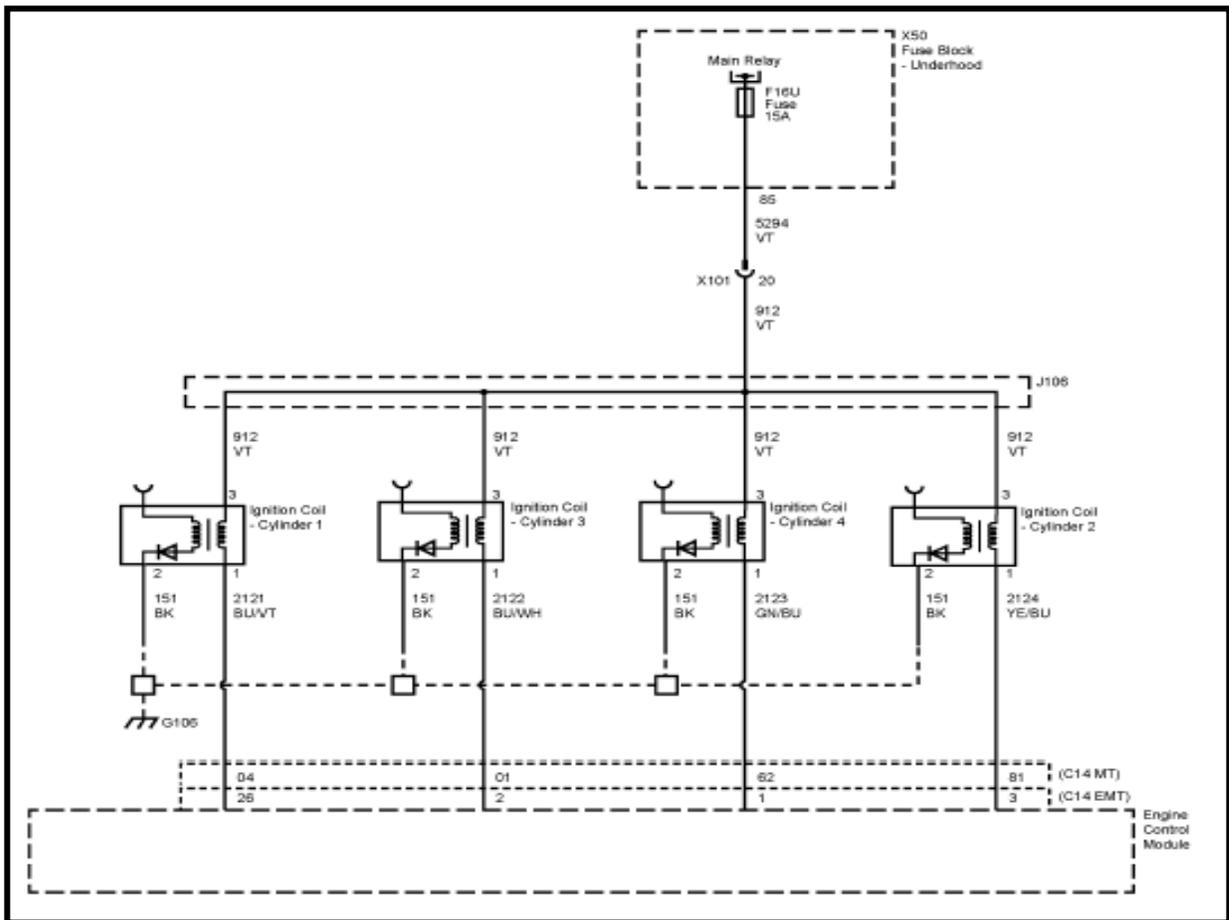


**Figura 54.** Instalación de las bobinas

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

El circuito eléctrico de las bobinas están descritos en la figura 55.



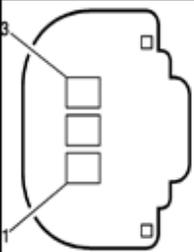
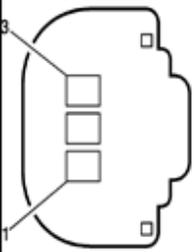
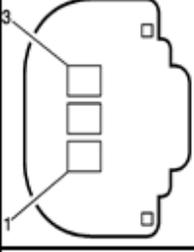
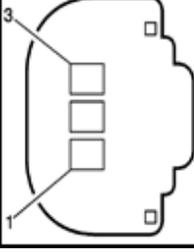
**Figura 55.** Circuito de las bobinas

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

Las bobinas trabajan con 3 pines de conexión, todas las bobinas usan el mismo código de Tierra y voltaje positivo de batería. Ya en la señal de control de ignición se diferencian en la tabla 12.

**Tabla 12.** Pines de las bobinas

<b>Bobina 1</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.5	D-BU	2121	Señal de control de ignición A
	2	0.5	BK	151	Tierra
	3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería
<b>Bobina 2</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.5	YE	2124	Señal de control de ignición D
	2	0.5	BK	151	Tierra
	3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería
<b>Bobina 3</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.5	L-BU	2122	Señal de control de ignición B
	2	0.5	BK	151	Tierra
	3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería
<b>Bobina 4</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	1	0.5	D-GN	2123	Señal de control de ignición C
	2	0.5	BK	151	Tierra
	3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería

Fuente: Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

Editado por: Juan Arellano

#### 4.16. Instalación del riel y de los inyectores.

Para la instalación del riel y los inyectores, se procedió a realizar un soporte metálico inferior donde fue acoplado en este las probetas, las cuales son de plástico, y sus respectivas cañerías de retorno de combustible. Los inyectores y el riel, van encima de las probetas fijados al panel mediante pernos y tuercas (figura 56).

La manguera de ingreso de combustible va en la parte superior del riel y la de retorno de combustible va en las cañerías del soporte metálico inferior en donde también posee un sistema de drenado con llave. Tomando así una ligera apariencia al de un banco de limpieza de inyectores.

Se instaló los jack bananas y switches de falla, realizando los orificios con un taladro.

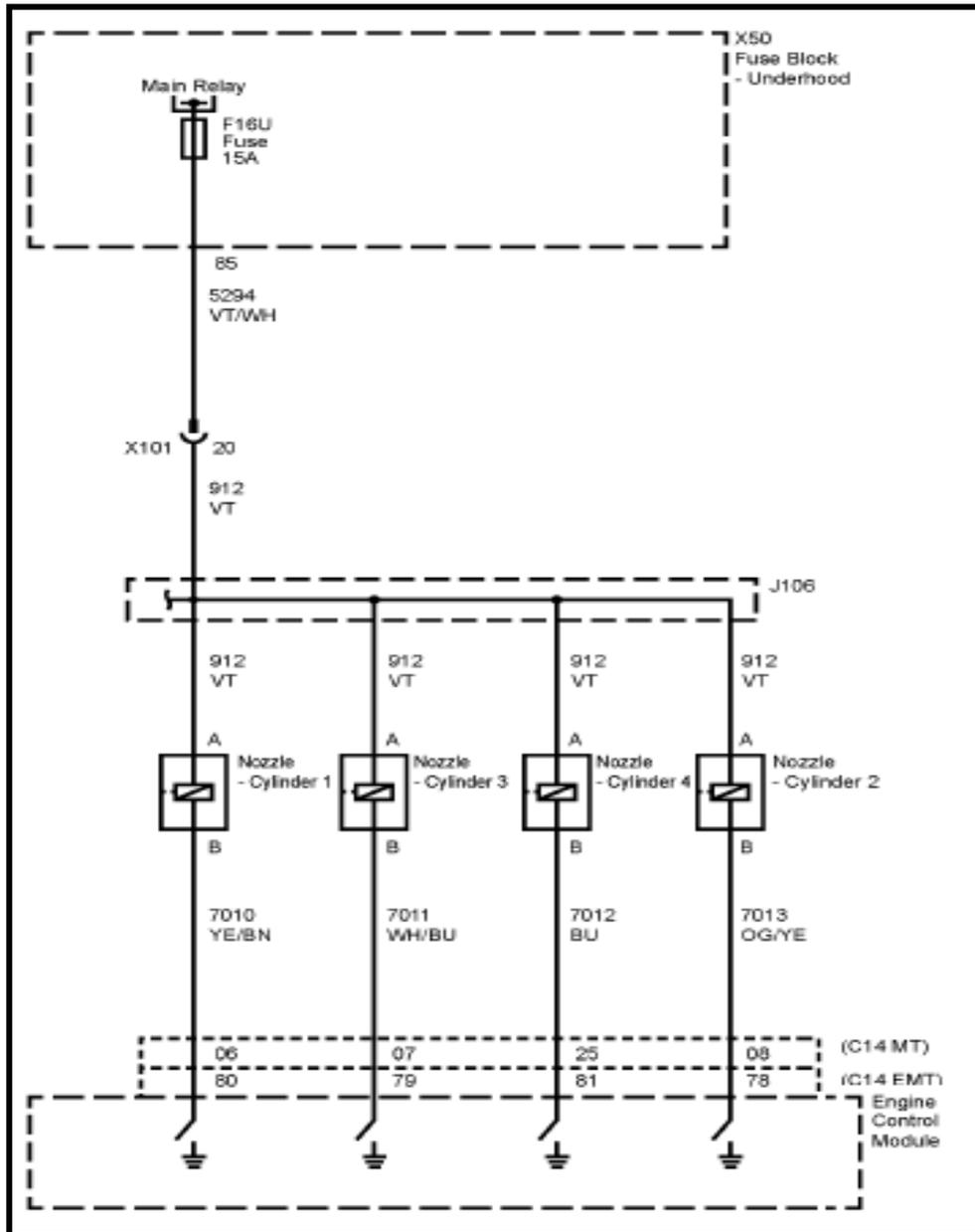


**Figura 56.** Instalación de los inyectores

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

El circuito eléctrico de los inyectores corresponde a la figura 57.



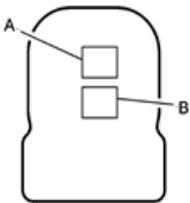
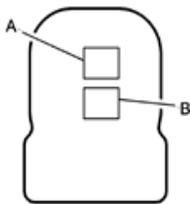
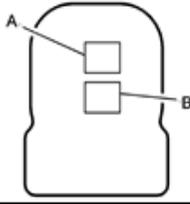
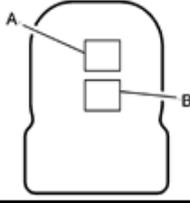
**Figura 57.** Circuito de los inyectores

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

Los inyectores usan dos conexiones: C14-912 Voltaje positivo a la batería, que lo usan todos y el de señal que ahí sí varía el código en todos (tabla 13).

**Tabla 13.** Pines de los inyectores

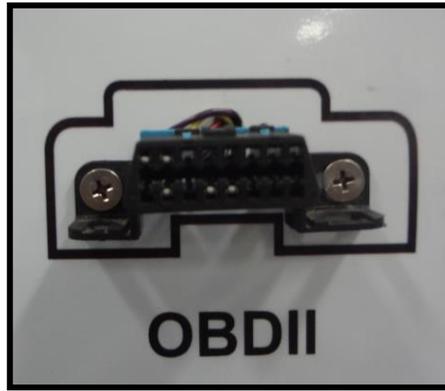
<b>INYECTOR 1</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería
	B	0.75	YE	7010	Señal de control de inyector de combustible 1
<b>INYECTOR 2</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería
	B	0.75	YE/RD	7013	Señal de control de inyector de combustible 4
<b>INYECTOR 3</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería
	B	0.75	YE/WH	7011	Señal de control de inyector de combustible 2
<b>INYECTOR 4</b>					
	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
	A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería
	B	0.75	YE/BK	7012	Señal de control de inyector de combustible 3

Fuente: Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

Editado por: Juan Arellano

#### 4.17. Instalación del conector de diagnóstico.

El conector usado en este banco fue ajustado al acrílico con dos pernos y tuercas para su fijación (figura 58). Este conector es de tipo OBD2 con línea K y línea L. En la tabla 14 se aprecia los pines del conector.



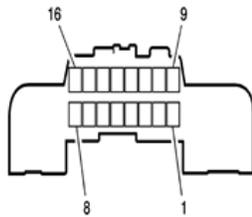
**Figura 58.** Instalación del OBDII

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

**Tabla 14.** Pines del OBDII

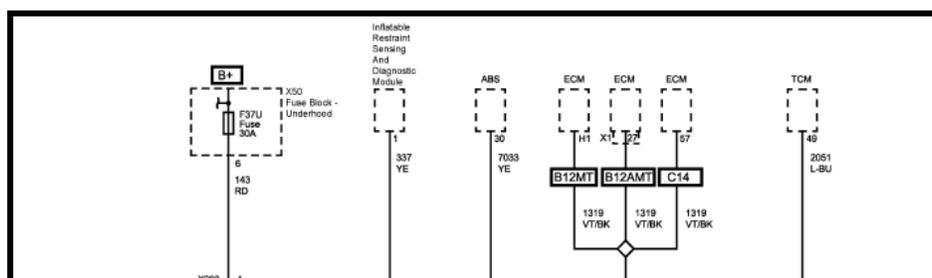
Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
1-3	-	-	-	No se utiliza
4	0.5	BK	450	Tierra
5	0.5	BK	450	Tierra
6	-	-	-	No se utiliza
7	0.5	PU	1319	Comunicación de datos
	0.3	L-BU	2051	Comunicación de datos
8-11	-	-	-	No se utiliza
12	0.5	YE	7033	Comunicación de datos
13	0.5	YE	337	Comunicación de datos
14-15	-	-	-	No se utiliza
16	0.5	RD	240	Voltaje positivo de batería
	0.5	PU	541	Voltaje positivo de batería



**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

Y el circuito eléctrico se lo describe en la figura 59.



**Figura 59.** Circuito de OBD2

**Fuente:** <http://www.gm.com/index.html-ID 2692XXX>

**Editado por:** Juan Arellano

#### **4.18. Instalación de la bomba de combustible.**

La colocación de la bomba de combustible se lo hizo en un reservorio de plástico para poder apreciar el funcionamiento de ésta. Así mismo se colocó las mangueras de entrada y salida de combustible (figura 60).

El funcionamiento de la bomba empieza desde el giro de la llave hasta la ignición alimentando el relé principal y este a su vez al relé de la bomba de combustible que recibe una señal de la ECM. El circuito eléctrico se visualiza en la figura 61.





El filtro de combustible se lo fijó en el panel mediante el orificio que pasa el perno que ya trae consigo y se colocó las mangueras correspondientes (figura 62).



**Figura 62.** Instalación del filtro de combustible

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### **4.20. Instalación del medidor de presión de combustible.**

El medidor de presión de combustible se lo colocó en el panel haciendo un orificio del mismo tamaño y metiéndolo a presión (figura 63). Atrás del panel dos pequeñas ranuras hechas encajan con la forma del medidor y se lo pegó con silicon para que no se mueva. Se termina de colocar las respectivas mangueras que conectan con el filtro de combustible y el riel de inyectores.



**Figura 63.** Instalación del medidor de presión

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### **4.21. Instalación de la caja de fusibles y el switch de encendido.**

Se instaló la caja de fusibles que queda en el cofre del automóvil en el acrílico. Se lo fijó con cuatro pernos y tuercas en los orificios que la caja ya trae. Comprobamos con el multímetro los fusibles /relés y todos funcionan. En la figura 64 se encuentran los fusibles y relés.



**Figura 64.** Instalación de la caja de fusibles

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

En la figura 65 se encuentra el diagrama de la caja de fusibles. Donde se aprecia los diversos fusibles y relays que lleva el sail. Este va impreso en el vinil

para una mejor apreciación.

De igual manera la tabla 15 permite reconocer los nombres de cada fusible y relay y más aún verificar la posición de cada elemento de la caja de fusibles.

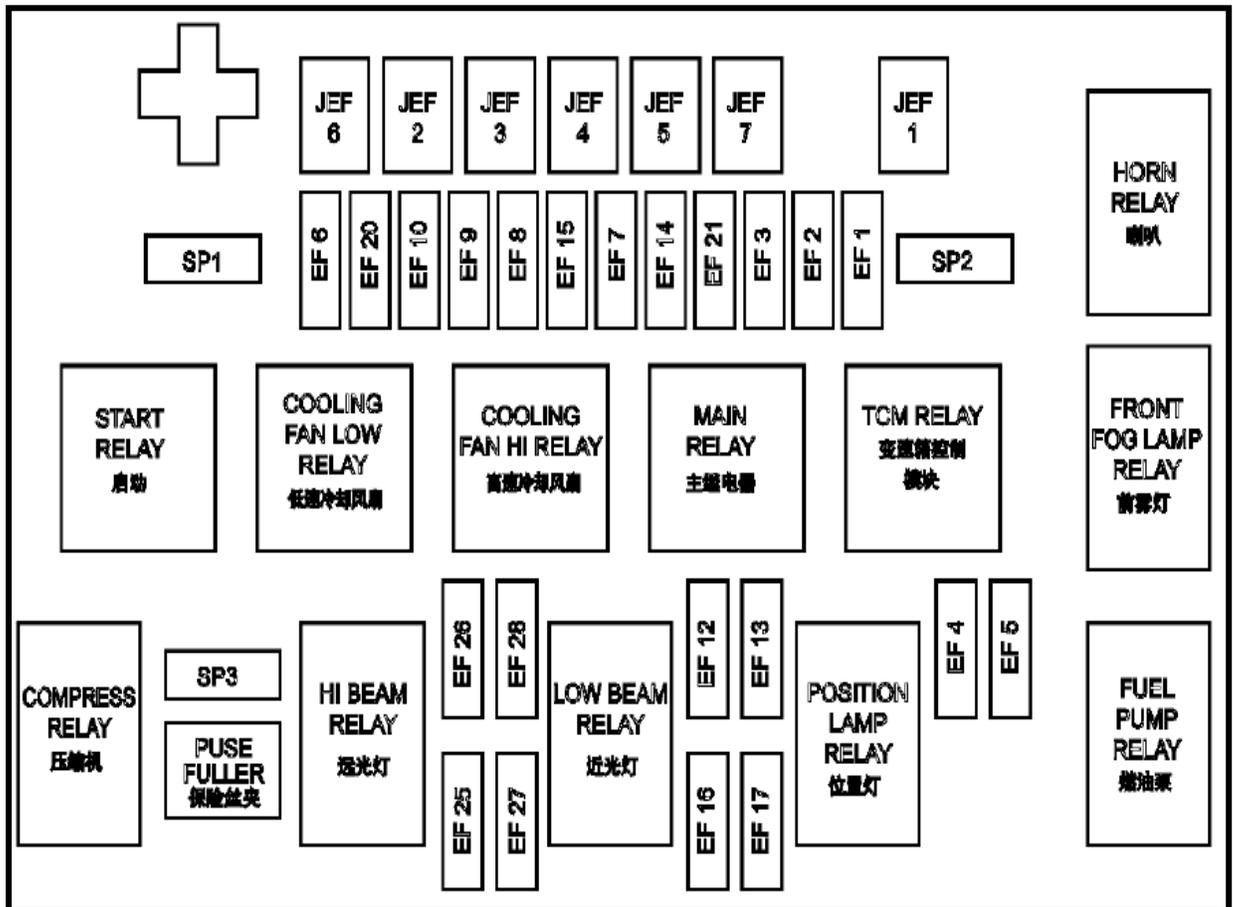


Figura 65. Diagrama de la caja de fusibles

Fuente: Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

Editado por: Juan Arellano

Tabla 15. Fusibles

MINIFUSE			J-CASE FUSE		
EF 1	15 A	FRT FOG	JEF 1	30 A	PERWIDOW
EF 2	15 A	FUEL PUMP	JEF 2	40 A	BLOEWR
EF 3	10 A	HORN	JEF 3	40 A	COOLING FAN
EF 4	10 A	TAIL LH	JEF 4	40 A	ABS

**Fuente:** Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.

**Editado por:** Juan Arellano

El switch de encendido fue puesto al lado de la caja de fusibles y se utilizó dos conectores. El de “Bat”, ese se conecta al cable de la fuente de poder ya que es el que suministra la corriente, el otro conector es “ACC” es el cable de accesorios que encienden al girar la llave y ese va conectado en la fusilera en el cable que

alimentará todos los circuitos que deben funcionar solo al girar la llave (figura 66).



**Figura 66.** Instalación switch encendido

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### **4.22. Instalación del catalizador.**

Para la instalación del catalizador, se lo fija al acrílico con dos pernos con sus tuercas y anillos respectivos. Debido a que no habrá gases con los cuales el catalizador pueda trabajar, no queda más que dejarlo como elemento didáctico (figura 67). Al panel interno del catalizador se le hizo un corte para poder tener mejor apreciación visual.



**Figura 67.** Instalación del catalizador

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.23. Instalación de la válvula Evap.

La válvula EVAP se fijó con una abrazadera metálica y también se incorporó el reservorio del EVAP que también está sujeto con una abrazadera. Esta válvula no trabajará, será solo muestra didáctica (figura 68).



**Figura 68.** Instalación de la válvula del evap

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

#### 4.24. Instalación de otros Elementos.

Como parte de la instalación de los elementos que va en la estructura, tenemos en la figura 69: la clavija macho de 3 patas 110 v que posee un pequeño seguro al momento de su colocación y en la estructura va colocado en la parte lateral a unos 10 cms de la parte superior el tomacorriente, este tiene una tapa de seguridad. Se instaló el botón autobloqueo ON/OFF en la parte izquierda central y a su derecha el botón de emergencia en forma de hongo.



**Figura 69.** Otros elementos

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano



**Figura 70.** Instalación del motor.

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

Los sensores del árbol de leva, cigüeñal y de velocidad en sus respectivas ruedas relucoras van instaladas con un motor de 1,2 amperios, corriente alterna y de un máximo de 5000 rpm. Los tres motores fueron colocados con dos pernos y sus tuercas. Las ruedas reluctores fueron puestas a presión en el eje (figura 70). Como regulador de velocidad para los motores se usaron dimmers sencillos, de capacidad de 60 Hz y potencia de 500 W, fueron instalados con dos pernos y sus respectivas tuercas (figura 71).



**figura 71.** Instalación del dimmer

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

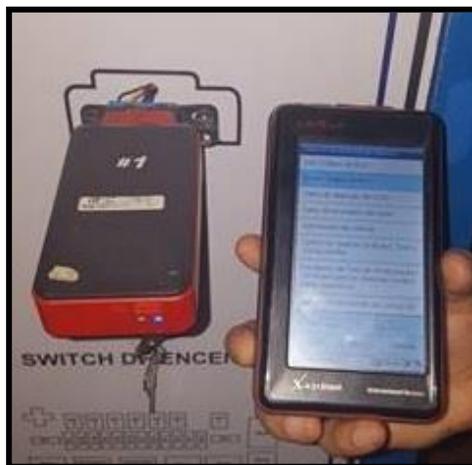
**Editado por:** Juan Arellano

## **CAPITULO V**

## COMPROBACIÓN DEL SIMULADOR

### 5.1. Comprobación de diagnóstico de fallas.

El instrumento que se utilizó para verificar las pruebas de diagnóstico de fallas en cada elemento del panel fue un scanner LAUNCH X-431 DIAGUN (figura 72). Este equipo es pequeño y fácil de transportar con una pantalla táctil a color 480x272, 4.3". Se puede conectar a una impresora externa mediante cable USB. La comunicación de datos con el automóvil puede ser con cable o vía Bluetooth mediante un conector.



**Figura 72.** Scanner LAUNCH

**Fuente:** UIDE extensión Guayaquil Campus Centro

**Editado por:** Juan Arellano

Para realizar las pruebas de fallas con el scanner, en cada elemento del panel del banco se utilizó el switch de falla. Uno por uno se fue realizando pruebas y éste

es el listado de fallas que el scanner logró producir en cada leída de fallo (tabla 16).

**Tabla 16.** Lista de fallas

DTC	DESCRIPCION
P0105	Falla en el circuito del sensor MAP
P0107	MAP volt bajo ccto sensor
P0112	IAT voltaje bajo ccto sensor
P0113	IAT voltaje alto ccto sensor
P0117	ECT voltaje bajo ccto sensor
P0118	ECT voltaje alto ccto sensor
P0122	voltaje bajo del ccto del sensor 1 TP
P0123	voltaje alto del ccto del sensor 1 TP
P0201	Circuito control inyector combust. 1
P0202	Circuito control inyector combust. 2
P0203	Circuito control inyector combust. 3
P0204	Circuito control inyector combust. 4
P0327	Baja frecuencia ccto KS
P0336	Ciclo bajo de trabajo sensor CKP
P0342	voltaje bajo del sensor CMP
P0351	Circuito control bobina 1 de ignición
P0352	Circuito control bobina 2 de ignición
P0353	Circuito control bobina 3 de ignición
P0354	Circuito control bobina 4 de ignición
P0403	Mal funcionamiento EGR
P2122	voltaje bajo del ccto del sensor 2 TP
P1397	voltaje bajo de la señal del VSS
P0131	voltaje bajo del ccto del sensor O2
P0132	voltaje alto del ccto del sensor O2

**Editado por: Juan Arellano**

## **5.2. Comprobación de señales de voltaje.**

Se realizaron las pruebas y toma de datos de comprobación del banco de prueba en las velocidades de 750, 1000 y 2000 rpm (tabla 17). Pero cabe recalcar que los ajustes de combustible se producen por carga en el motor por lo que en el banco de prueba no habrán valores y lo mismo con el EVAP ya que se activa por sobre presión de gases en el tanque por lo tanto no se activará en el banco.

**Tabla 17.** Datos de comprobación

DATOS	VALOR			UNIDAD
	750	1000	2000	
Velocidad del motor	750	1000	2000	rpm
Carga calculada	15.1	12.6	12.8	%
Ect	85	85	85	°C
Ajust. Comb. Tiemp corto	2.3	5.5	11.7	%
Ajust. Comb. Tiemp largo	0	0	0	%
Presión del aire	0.6	4.5	4.5	bar
Avance de encendido	21	22	30	°C
Tensión sensor TP	0.6	1.1	1.3	v
Temp aire admisión	38	41	43	°C
Ajuste Combustible	0	0	0	%
Posición de mariposa	0	9.0	29.5	%
Evap	0	0	0	%
O2	0.6	0.8	1.1	v
Ancho pulso Inyección	3.2	2.9	3.1	m/s
Egr	0	0	0	%
Velocidad del vehículo	0	40	60	km/h

**Editado por: Juan Arellano**

### **5.3. Análisis de variables.**

Presentaremos gráficas de cada dato de comprobación, comparando con los

datos del vehículo y los datos del banco de prueba.

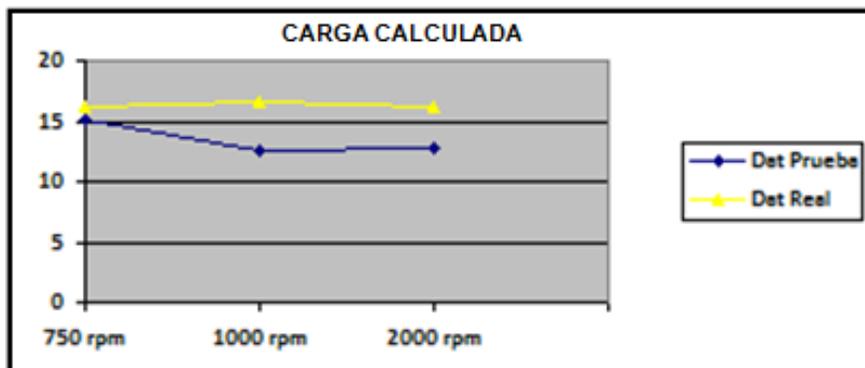
### 5.3.1. Valor de la Carga Calculada

La carga calculada la veremos en la tabla 18, los cálculos que hace el módulo de control varía por la función de la carga que se aplique al motor al momento de su funcionamiento. Los datos fueron hechos sin carga alguna (figura 73).

**Tabla 18.** Valor Carga calculada

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	15.1	16.1	%
1000	12.6	16.7	%
2000	12.8	16.2	%

Editado por: Juan Arellano



**Figura 73.** Carga Calculada

Editado por: Juan Arellano

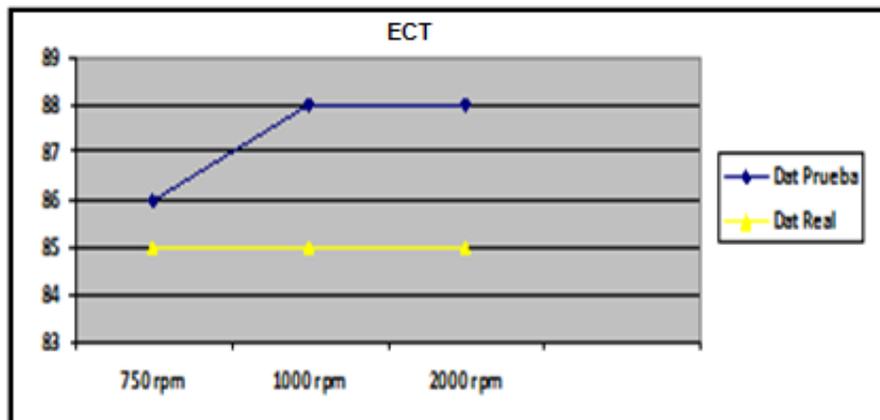
### 5.3.2. Valor del ECT

En el vehículo la temperatura trabaja entre 82 °C a 90°C debido al resto de componentes que se encargan de mantener esa temperatura ideal (tabla 19). En el simulador está el reverbero en el recipiente el mismo que está conectado a un variador de temperatura electrónico que mantiene una temperatura fija (figura 74).

**Tabla 19.** Valor del ECT

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	86	85	° C
1000	88	85	° C
2000	88	85	° C

Editado por: Juan Arellano



**Figura 74.** Valor del ECT

Editado por: Juan Arellano

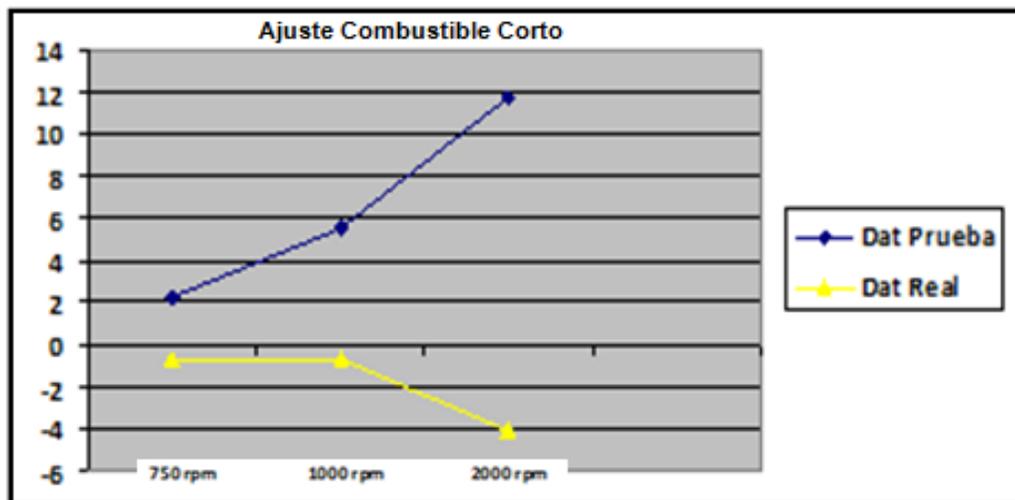
### 5.3.3. Valor del Ajuste de combustible en tiempo corto.

El valor del ajuste de combustible de tiempo corto es dependiente del funcionamiento del sensor de oxígeno (figura 75), por lo tanto en el simulador la señal del sensor de oxígeno arroja un solo parámetro fijo (tabla 20).

**Tabla 20.** Valores Ajust. Combust. Tiempo corto

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	2.3	-0.7	%
1000	5.5	-0.7	%
2000	11.7	-4.1	%

Editado por: Juan Arellano



**Figura 75.** Valor del Ajuste Combustible Corto

Editado por: Juan Arellano

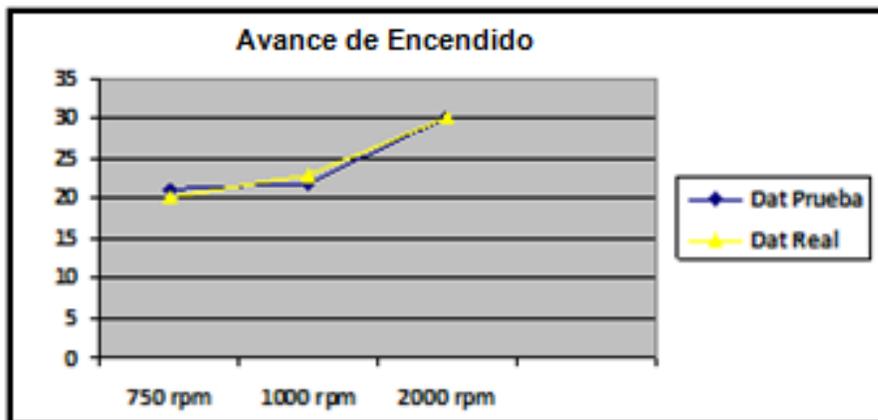
### 5.3.4. Valor del Avance de Encendido

Los valores del avance de encendido son casi iguales tanto el real como al de prueba (tabla 21) ya que la ECM posee ya parámetros establecidos que a ciertas r.p.m el avance gane cierto porcentaje, todo esto se da para mejorar el tiempo de la ignición (figura 76).

**Tabla 21.** Valores Avanc. Encendido

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	21	20	°C
1000	22	23	°C
2000	30	30	°C

Editado por: Juan Arellano



**Figura 76.** Valor del Avance de Encendido

Editado por: Juan Arellano

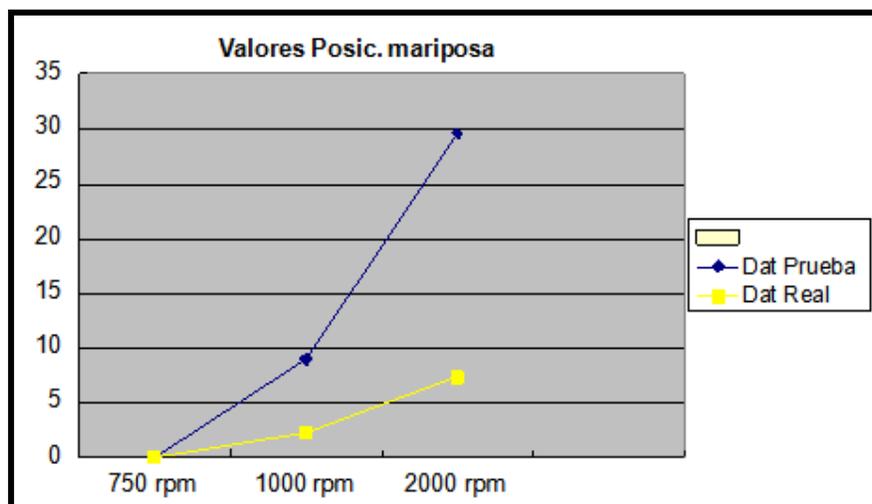
### 5.3.5. Valores de la posición de la mariposa.

Los valores se dan por el uso del dimmer para el giro del motor de corriente alterna del sensor del árbol de levas (tabla 22). En la figura 77 se aprecia la comparación del simulador y el real.

**Tabla 22.** Valores Posic. mariposa

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	0	0	%
1000	9.0	2.3	%
2000	29.5	7.4	%

Editado por: Juan Arellano



**Figura 77.** Valor Posic. mariposa

Editado por: Juan Arellano

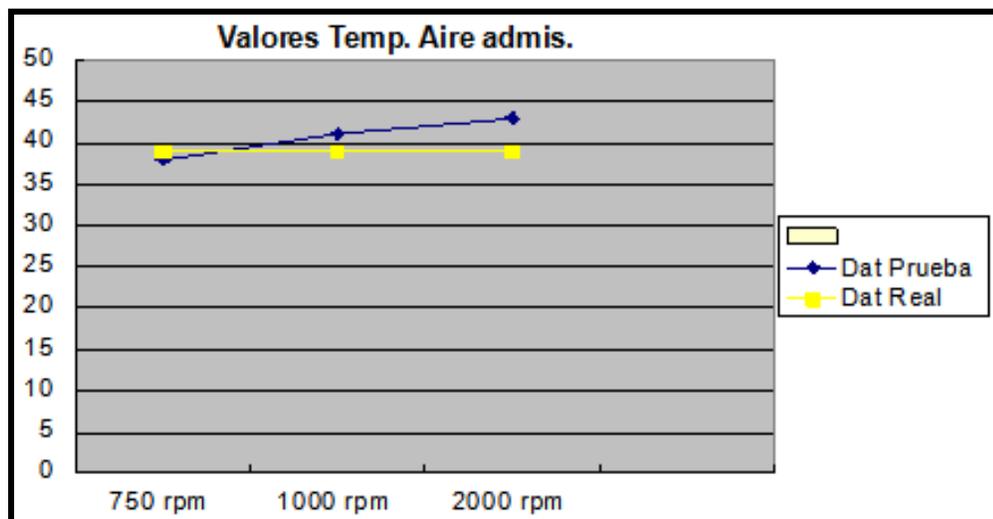
### 5.3.6. Valores de la temperatura del aire de admisión.

En el simulador los valores los toma como referencia de la temperatura ambiente y de la secadora de cabello ya con temperatura fijada como proveedora de aire en el IAT (tabla 23). En la figura 78 están las líneas de comparación.

**Tabla 23.** Valores Temp. Aire admis.

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	38	39	°C
1000	41	39	°C
2000	43	39	°C

Editado por: Juan Arellano



**Figura 78.** Valores Temp. Aire admis.

Editado por: Juan Arellano

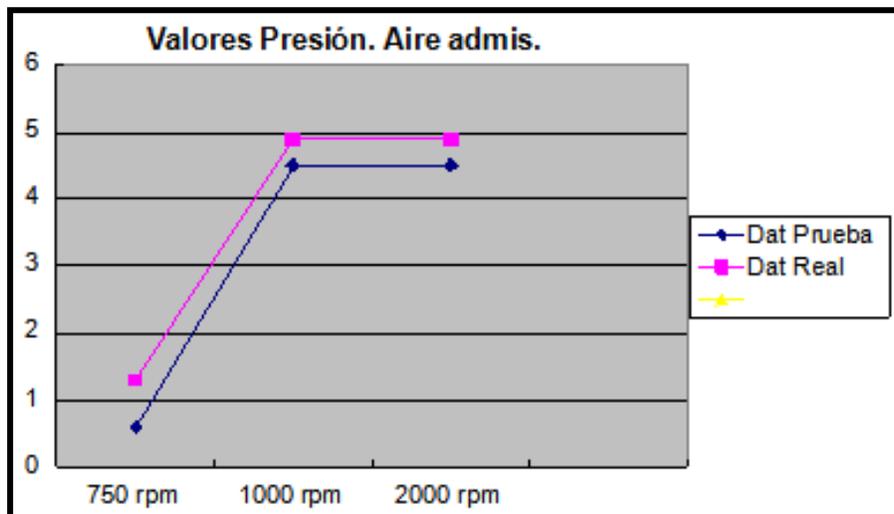
### 5.3.7. Valores de la presión del aire de admisión.

Estos valores se dan por la señal del sensor map al momento del funcionamiento del simulador (tabla 24). En la figura 79 están las líneas de comparación de la prueba.

**Tabla 24.** Valores Presión. Aire admis.

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	0.6	1.3	bar
1000	4.5	4.9	bar
2000	4.5	4.9	bar

Editado por: Juan Arellano



**Figura 79.** Valores Presión. Aire admis.

Editado por: Juan Arellano

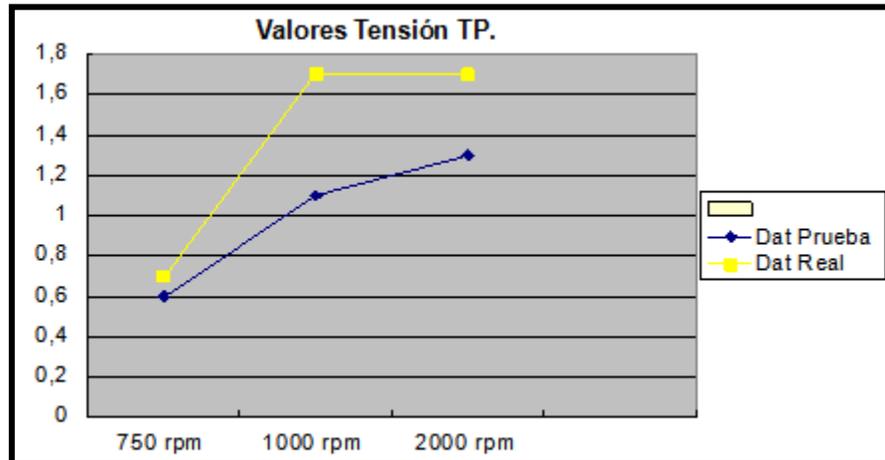
### 5.3.8. Valores de la tensión del sensor TP.

La tensión del simulador variará demasiado con respecto al vehículo, ya que posee un dimmer y este no siempre podrá tener el mismo valor (tabla 25). En la figura 80 se demuestra la comparación en líneas.

**Tabla 25.** Valores Tensión TP.

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	0.6	0.7	v
1000	1.1	1.7	v
2000	1.3	1.7	v

Editado por: Juan Arellano



**Figura 80.** Valores Tensión TP

Editado por: Juan Arellano

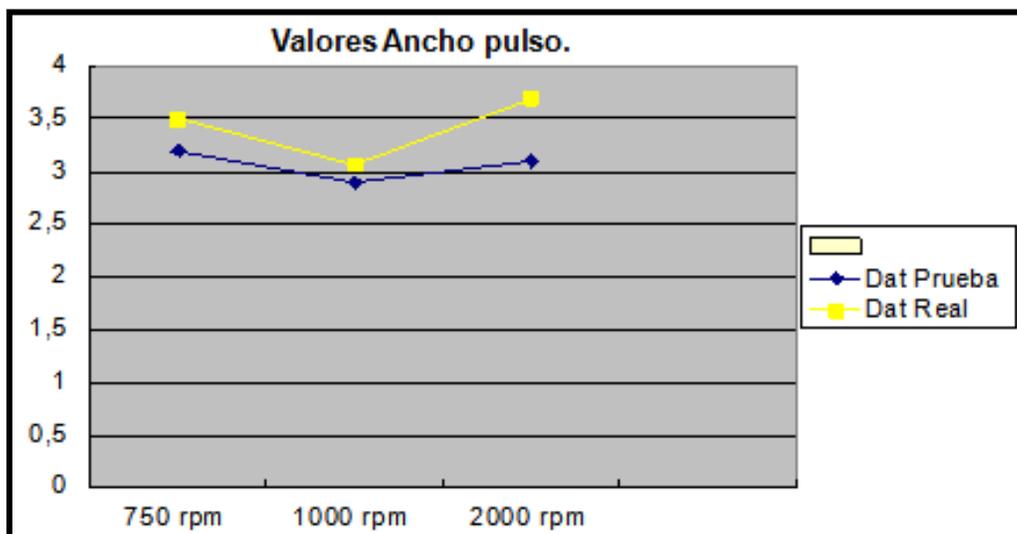
### 5.3.9. Valores del ancho de pulso de inyección.

El pulso de inyección tendrá variación ya que los diversos parámetros de los sensores del simulador no serán exactos como con los reales (tabla 26). La figura 81 describe las líneas de comparación.

**Tabla 26.** Valores Ancho pulso.

RPM	DATO PRUEBA	DATO REAL	UNIDAD
750	3.2	3.5	m/s
1000	2.9	3.07	m/s
2000	3.1	3.7	m/s

Editado por: Juan Arellano



**Figura 81.** Valores Ancho pulso

Editado por: Juan Arellano

## 5.4. Elaboración de informes de prácticas.

### 5.4.1. Informe de práctica del simulador del sistema de inyección electrónica a 750 rpm.

	<b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ EXTENSIÓN GUAYAQUIL</b>	
---	--	--

ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO

LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
	1	Simulación del banco de prueba Chevrolet sail a 750 rpm

<b>1.</b>	<b>PROPÓSITO</b>
<i>Leer los códigos de fallas del banco y comparación de parámetros a 750 rpm</i>	

<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS (Competencias)</b>
-Analizar parametros de funcionamiento del sistema de Inyeccion electronica. -Realizar la práctica del sistema de inyeccion con simulacion de fallas.	

<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Los sistemas de inyeccion de combustible mediante la electrónica de estos sistemas, se puede lograr con una mayor exactitud la dosificacion de combustible que se necesita de acuerdo a sus condiciones de trabajo y operacion.</p> <p>Los sensores deben transmitir los parametros de funcionamiento para que la ECM, realice el cálculo de correccion para tener una mezcla estequiometria ideal.</p>	

4. RECURSOS		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	INSUMOS	MATERIALES DE APOYO
Scanner Multímetro simulador	herramientas	Guía de laboratorio impresa.

5. CÁLCULOS Y RESULTADOS		
DATOS	VALOR	UNIDAD
Velocidad del motor	750	rpm
Carga calculada	15.1	%
Ect	85	°C
Ajust. Comb. Tiemp corto	2.3	%
Ajust. Comb. Tiemp largo	0	%
Presión del aire	0.6	bar
Avance de encendido	21	°C
Tensión sensor TP	0.6	v
Temp aire admisión	38	°C
Ajuste Combustible	0	%
Posición de mariposa	0	%
Evap	0	%
O2	0.6	v
Ancho pulso Inyección	3.2	m/s
Egr	0	%
Velocidad del vehículo	0	km/h

6. CONCLUSIONES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sensor de oxígeno no lanza un valor cerca del real debido a que no tiene funcionalidad..</li> <li>• Sabemos el funcionamiento del simulador del sistema de inyección sail.</li> <li>• Tenemos la capacidad de operar un scanner y diagnosticar las fallas.</li> </ul>	

7. RECOMENDACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener mayor precaución con los instrumentos y elementos del simulador .</li> <li>• Usar los utensilios de seguridad adecuados para la práctica</li> <li>• No usar la máquina sin la supervisión del docente o encargado.</li> </ul>	

8. BIBLIOGRAFÍA	
- Martí Albert. Inyección Electrónica del Automóvil. Marcombo. 2000.	

## 5.4.2. Informe de práctica del simulador del sistema de inyección electrónica a 1000 rpm.

	<b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL EDUADOR</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA</b> <b>AUTOMOTRIZ</b> <b>EXTENSIÓN GUAYAQUIL</b>	
---	--	--

ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO

LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
	2	Simulación del banco de prueba Chevrolet sail a 1000 rpm

1.	PROPÓSITO
	<i>Leer los códigos de fallas del banco y comparación de parámetros a 1000 rpm</i>

2.	OBJETIVOS (Competencias)
	-Analizar parametros de funcionamiento del sistema de Inyeccion electronica. -Realizar la práctica del sistema de inyeccion con simulacion de fallas.

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
	<p>Los sistemas de inyección electrónica tienen la característica de permitir que el motor reciba solamente el volumen de combustible que necesita. Con eso se garantiza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- menos contaminación</li> <li>- más economía</li> <li>- mejor rendimiento</li> <li>- arranque más rápido</li> <li>- no utiliza el ahogador (choque)</li> <li>- mejor aprovechamiento del combustible</li> </ul> <p>Clasificación de los sistemas de inyección.</p>

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- 1.-Según el lugar donde inyectan.
- 2.-Según el número de inyectores.
3. Según el número de inyecciones
- .
4. Según las características de funcionamiento.

4. RECURSOS		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	INSUMOS	MATERIALES DE APOYO
Scanner Osciloscopio Multímetro simulador	herramientas	Guía de laboratorio impresa.

5. CÁLCULOS Y RESULTADOS		
DATOS	VALOR	UNIDAD
Velocidad del motor	1000	rpm
Carga calculada	12.6	%
Ect	85	°C
Ajust. Comb. Tiemp corto	5.5	%
Ajust. Comb. Tiemp largo	0	%
Presión del aire	4.5	bar
Avance de encendido	22	°C
Tensión sensor TP	1.1	v
Temp aire admisión	41	°C
Ajuste Combustible	0	%
Posición de mariposa	9.0	%
Evap	0	%
O2	0.8	v
Ancho pulso Inyección	2.9	m/s
Egr	0	%
Velocidad del vehículo	40	km/h

6.	<b>CONCLUSIONES</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Logramos operar el simulador de manera adecuada.</i></li><li>• <i>Sabemos el funcionamiento del simulador del sistema de inyección sail.</i></li><li>• <i>Las revoluciones tienen cierta falla al ser usadas con el sensor de velocidad debido a una falta de calibración.</i></li></ul>

7.	<b>RECOMENDACIONES</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tener mayor precaución con los instrumentos y elementos del simulador .</i></li><li>• <i>Usar los utensilios de seguridad adecuados para la práctica</i></li><li>• <i>No usar la máquina sin la supervisión del docente o encargado.</i></li></ul>

8.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
	<p>- Martí Albert. Inyección Electrónica del Automóvil. Marcombo. 2000</p>

### 5.4.3. Informe de práctica del simulador del sistema de inyección electrónica a 2000 rpm.

	<b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA</b> <b>AUTOMOTRIZ</b> <b>EXTENSIÓN GUAYAQUIL</b>	
---	--	--

ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO

LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
	3	Simulación del banco de prueba Chevrolet sail a 2000 rpm

1.	PROPÓSITO
	<i>Leer los códigos de fallas del banco y comparación de parámetros a 2000 rpm</i>

2.	OBJETIVOS (Competencias)
	-Analizar parametros de funcionamiento del sistema de Inyeccion electronica. -Realizar la práctica del sistema de inyeccion con simulacion de fallas.

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
	<p>La inyección electrónica es un procedimiento de inyección de combustible que se clasifica en distintos puntos (monopunto, multipunto, secuencial, simultánea) pero todas se basan en la asistencia de la electrónica para distribuir la inyección del carburante y reducir las emisiones perjudiciales a la atmósfera y a la vez optimizar el consumo.</p> <p>Su entrada se debió a un incremento en las exigencias de los organismos de control del medio ambiente para disminuir las emisiones de los motores, ya que el carburador era</p>

la principal fuente de emisión.

Su trascendencia reside en su mejor disposición para dosificar el combustible y crear una mezcla aire / combustible, muy próxima a la estequiométrica, lo que asegura una adecuada combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera.

4. RECURSOS		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	INSUMOS	MATERIALES DE APOYO
Scanner Osciloscopio Multimetro simulador	herramientas	Guía de laboratorio impresa.

5. CÁLCULOS Y RESULTADOS		
DATOS	VALOR	UNIDAD
Velocidad del motor	2000	rpm
Carga calculada	12.8	%
Ect	85	°C
Ajust. Comb. Tiemp corto	11.7	%
Ajust. Comb. Tiemp largo	0	%
Presión del aire	4.5	bar
Avance de encendido	30	°C
Tensión sensor TP	1.3	v
Temp aire admisión	43	°C
Ajuste Combustible	0	%
Posición de mariposa	29.5	%
Evap	0	%
O2	1.1	v
Ancho pulso Inyección	3.1	m/s
Egr	0	%
Velocidad del vehículo	60	km/h

<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Logramos operar el simulador de manera adecuada.</i></li><li>• <i>La válvula Evap no trabaja ni lanza alguna clase de valor ya que no es funcional en el simulador</i></li><li>• <i>Tenemos la capacidad de operar un scanner y diagnosticar las fallas.</i></li></ul>	

<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tener mayor precaución con los instrumentos y elementos del simulador .</i></li><li>• <i>Usar los utensilios de seguridad adecuados para la práctica</i></li><li>• <i>No usar la máquina sin la supervisión del docente o encargado.</i></li></ul>	

<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
<p>- Martí Albert. Inyección Electrónica del Automóvil. Marcombo. 2000</p>	

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Se ha construido un simulador de pruebas del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Sail.
- La instalación de los elementos se efectuó con ciertas dificultades pero al final se logró acomodar los componentes de forma adecuada y precisa.
- El uso del banco de entrenamiento permitirá al estudiante realizar las prácticas de manera segura y precisa demostrando todo el conocimiento teórico adquirido en las aulas.
- Se realizaron las pruebas correspondientes al simulador con los instrumentos de medición. Se hizo las comparaciones con datos de un vehículo real y en ciertos puntos los datos si tuvieron cierto porcentaje de igualdad con los del simulador.
- Se procedió a la recolección de datos, para así, los estudiantes tengan las guías necesarias para realizar las prácticas en el taller.

## 6.2. Recomendaciones

- Realizar periódicamente el respectivo mantenimiento preventivo de la estructura, como la verificación de componentes sueltos.
- Usar las respectivas vestimentas de seguridad al momento de utilizar el banco de de entrenamiento.
- No manipular ni modificar físicamente ningún elemento del proyecto sin la autorización previa del docente.
- Al momento de realizar las pruebas, se debe usar los instrumentos de medición adecuados y tratar de no interferir en el funcionamiento para que no haya alteración en los valores.
- Para la recolección de datos, sería adecuado realizar más de una sola prueba para poder estar seguros en los valores.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA FÍSICA

[1] Chevrolet Sail - Ficha técnica 2012

[2] Bosch R. GmbH. “Técnica Del Automovil”.Regulación Electrónica (Pág. 3). Stuttgart (2002).

[3][4] Manual de Servicio GM – Chevrolet Sail 1.4 L.( 2014)

CASTRO M, “Inyección de Gasolina Sistema Monopunto”, Ediciones.Ceac, España (2001).

MARTÍ A, “Inyección Electrónica del Automóvil”, Editorial Marcombo, Barcelona (2000)

NORBYE J, “Manual del Fuel Injection Chevrolet”, Ed.Prentice Hall, (2004).

OROVIO, M, “Tecnología del automovil” , Primera Edicion, Paraninfo Ediciones, Madrid (2010).

Universidad Internacional Del Ecuador, E. G. (2011). *Lineas De Investigacion*. Guayaquil.

Gobierno Nacional Del Ecuador. (31 De Enero De 2013-2017). Plan Nacional De Desarrollo/Plan Nacional Para El Buen Vivir 2013-2017. Versión Resumida. (Semplades, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador.

## **BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL**

- [http://www.howstuffinmycarworks.com/Inyeccion\\_electronica.html](http://www.howstuffinmycarworks.com/Inyeccion_electronica.html)
- <http://www.todomecanica.com/blog/85-funcionamiento-inyeccion-electronica.html>
- [http://www.howstuffinmycarworks.com/Inyeccion\\_electronica.html](http://www.howstuffinmycarworks.com/Inyeccion_electronica.html)
- <https://books.google.com.ec/books?id=wnU1d-9TjDIC&pg=PA36&dq=sensor+vehiculo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjWI6Xr2PTMAhWHMSYKHXnTBFMQ6AEIzAA#v=onepage&q=sensor%20vehiculo&f=false>
- <http://www.gm.com/index.html>

## ANEXOS

### ABREVIACIONES

**ECM:** Módulo de Control Electrónico.

**CMP:** Sensor de posición del árbol de levas.

**ECT:** Sensor de temperatura del refrigerante del motor.

**EGR:** Recirculación de gases de escape.

**IAT:** Sensor de temperatura del aire de admisión.

**MAF:** Sensor de flujo de masa de aire.

**TPS:** Sensor de posición del acelerador.

**DTC:** Código de diagnóstico de averías.

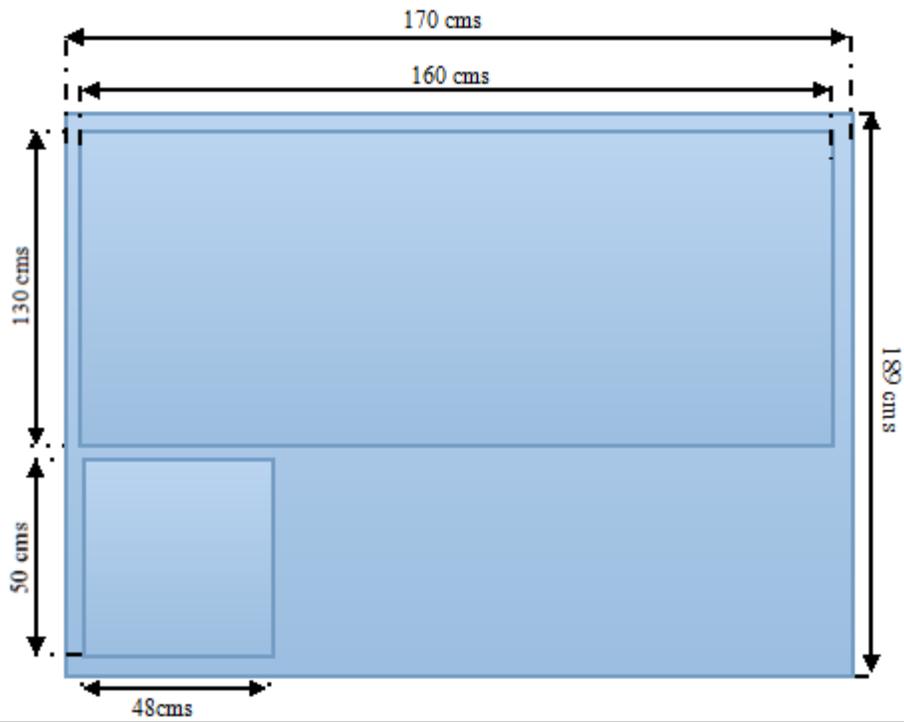
**CHECK ENGINE:** Luz indicadora de malfuncionamiento.

**DLC:** Conector de enlace de datos.

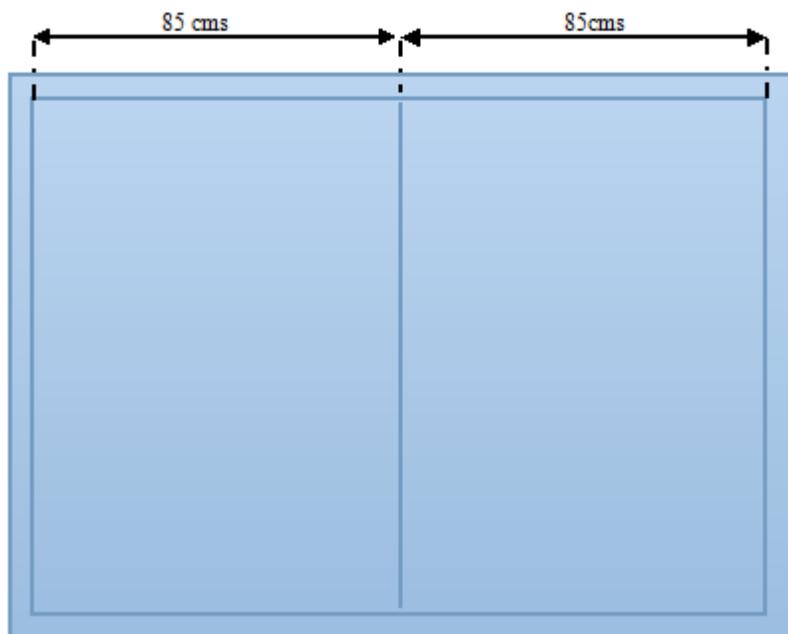
**VSS:** Sensor de velocidad del vehículo.

**DIS:** Sistema directo de encendido.

VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



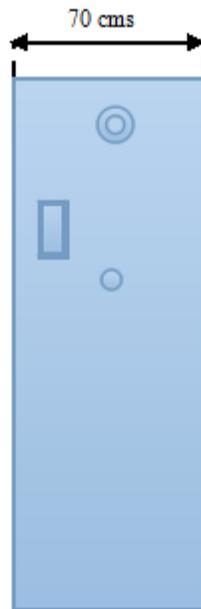
UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DEL ECUADOR

NOMBRE: JUAN ARELLANO

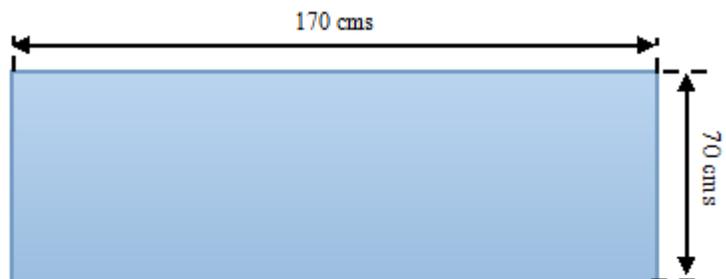
FECHA: JUNIO 2016

TESIS: PLANOS DEL SIMULADOR CHEVR. SAIL 1.4L

VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DEL ECUADOR

NOMBRE: JUAN ARELLANO

FECHA: JUNIO 2016

TESIS: PLANOS DEL SIMULADOR CHEVR. SAIL 1.4L