



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

**“ANÁLISIS DE WAVE FORMS EN SENSORES Y ACTUADORES
DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO SOBRE LA
INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR S4A DEL
VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.”**

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

AUTOR:

JULIO GEORGE OBREGÓN SANTANA

GUAYAQUIL- SEPTIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

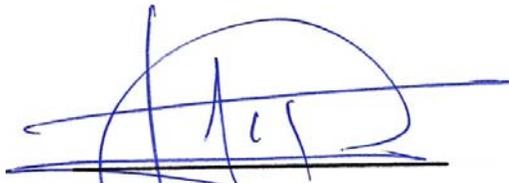
Ing. Edwin Puente Moromenacho

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ANÁLISIS DE WAVE FORMS EN SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO SOBRE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.”** realizado por el estudiante: **JULIO GEORGE OBREGON SANTANA**, 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: Julio George Obregón Santana, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Septiembre 2016



Ing. Edwin Puente Moromenacho.
Director de Proyecto.

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DEL ECUADOR**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

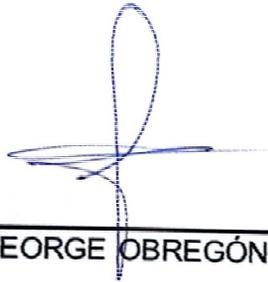
Yo, JULIO GEORGE OBREGON SANTANA

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ANÁLISIS DE WAVE FORMS EN SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO SOBRE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE 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.



JULIO GEORGE OBREGÓN SANTANA

C.I. 0930468558

UNIVERSIDAD

INTERNACIONAL DEL ECUADOR


FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, JULIO GEORGE OBREGON SANTANA

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ANÁLISIS DE WAVE FORMS EN SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO SOBRE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL.** “ cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Septiembre 2016



JULIO GEORGE OBREGÓN SANTANA

C.I. 0930468558

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación

Para mi madre: Elsy Santana por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

Me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

Siendo ellos mi apoyo en todo momento.

JULIO GEORGE OBREGÓN SANTANA

AGRADECIMIENTO

A mi familia que es el pilar fundamental en el logro de mis objetivos, y fuente de mi completa motivación, todo mi esfuerzo y dedicación es para ellos quienes han demostrado día a día su amor, confianza y apoyo en todo lo propuesto.

A mi tutor de proyecto Ing. Edwin Puente Moromenacho gracias por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda.

A la Universidad Internacional del Ecuador por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a los que, me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Para ellos:

Muchas Gracias

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN GENERAL.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
PRÓLOGO.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	19
PRELIMINARES.....	19
1.1. Planteamiento del problema.....	19
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Sistematización del problema.....	20
1.4. Objetivos de la investigación.....	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos.....	20
1.5. Justificación de delimitación de la investigación.....	21
1.5.1. Justificación teórica.....	21
1.5.2. Justificación metodológica.....	21
1.5.3. Justificación de la práctica.....	21
1.5.4. Delimitación temporal.....	22
1.5.5. Delimitación geográfica.....	22
1.5.6. Delimitación del contenido.....	22
1.6. Hipótesis.....	23
1.6.1. Variables de la hipótesis.....	23
1.6.2. Operacionalización de variables.....	23
1.7. Justificación.....	24
1.8. Antecedentes.....	24

1.8.1. Inyección electrónica de combustible.....	24
1.8.2. Sistema de control electrónico de la inyección de combustible.....	25
1.8.3. Sensores y actuadores del sistema de inyección	26
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEORICO.....	26
2.1. MARCO REFERENCIAL	26
2.1.1. Sistema de inyección electrónica motor S4A	26
2.1.2. Relación de los sistemas de inyección	27
2.1.3. Sistemas de inyección del combustible	27
2.2. Inyección Electrónica de combustible	30
2.2.1 Diagrama de control electrónico.....	31
2.3. Sistemas de diagnóstico	32
2.3.1. Sistemas de diagnóstico a bordo OBD I	33
2.3.2. Sistemas de diagnóstico a bordo OBD II	33
2.3.3. Sistemas de diagnóstico a bordo OBD III	33
2.4. Sensores del sistema de inyección electrónica.....	34
2.4.1. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión.....	35
2.4.2. Sensor de temperatura del aire de admisión	36
2.4.3. Sensor de posición del cigüeñal.....	38
2.4.4. Sensor de posición de árbol de levas	39
2.4.5. Sensor de temperatura del refrigerante	41
2.4.6. Sensor de oxígeno	42
2.4.7 Sensor de detonación.....	44
2.4.8. Sensor de velocidad.....	45
2.5. Actuadores	46
2.5.1. Inyectores	47
2.5.2. Bobinas de encendido.....	48
2.5.3. Válvula de recirculación de gases del escape	49
CAPÍTULO III.....	50
CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION ELECTRÓNICA	51
3.1. Diseño del banco de pruebas	51
3.1.1. Diseño del sistema para banco de pruebas.....	51
3.1.2. Materiales que componen la estructura del banco de pruebas	51
3.1.3 Diseño del panel de los componentes del sistema.....	51

3.1.4. Materiales usados para instalación del sistema.....	53
3.2. Instalación de elementos del sistema de inyección de combustible del vehículo Chevrolet Sail	54
3.2.1. Instalación del sensor IAT	54
3.2.2. Instalación del sensor MAP	55
3.2.3. Instalación del cuerpo de aceleración.....	56
3.2.4. Instalación del pedal de aceleración electrónico.....	56
3.2.5. Instalación del filtro de combustible	57
3.3.6. Instalación del sensor de posición del árbol de levas.....	58
3.3.7. Instalación del tablero de control.....	59
3.3.8. Instalación de las bobinas de encendido	59
3.3.9. Instalación del módulo de control electrónico	60
3.3.10. Instalación del sensor de temperatura	61
3.3.11. Instalación de sensor de detonación.....	61
3.3.12. Instalación del puerto OBDII	62
3.3.13. Instalación del switch de encendido.....	62
3.3.14. Instalación de la caja de fusibles.....	63
3.3.15. Instalación de la válvula EGR	64
3.3.16. Instalación del catalizador	64
3.3.17. Instalación de los inyectores	65
3.3.18. Instalación del sensor de posición del cigüeñal	66
3.3.19. Instalación del sensor de velocidad	66
3.3.20. Instalación del manómetro de presión del combustible	67
3.3.21. Instalación de bomba de combustible	67
3.3.22. Instalación de la válvula EVAP.....	68
3.4. Instalación de elementos complementarios del banco de pruebas	69
3.4.1. Instalación del interruptor de parada de emergencia.....	69
3.4.2. Instalación de interruptor principal de sistema.....	69
3.4.3. Instalación del conector de alimentación	70
3.4.4. Instalación de la fuente de poder	70
CAPÍTULO IV	72
ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS EN SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO DE LA INYECCION DE COMBUSTIBLE	72
4.1. ANÁLISIS DE WAVE FORMS EN SENSORES.....	72
4.1.1. Sensor MAP	72

4.1.1.1. Detalle de la señal de salida del Sensor MAP	72
4.1.1.2. Etapas de funcionamiento	72
4.1.1.3. Curva de funcionamiento.....	73
4.1.2. Sensor IAT	73
4.1.2.1. Detalle de la señal de salida del sensor IAT	73
4.1.2.2. Etapas de funcionamiento	74
4.1.2.3. Curva de funcionamiento.....	74
4.1.3. Sensor CKP	75
4.1.3.1. Detalle de la señal de salida del Sensor CKP	75
4.1.3.2. Etapas de funcionamiento	75
4.1.3.3. Curva de funcionamiento.....	76
4.1.4. Sensor CMP	77
4.1.4.1. Detalle de la señal de salida del Sensor CMP	77
4.1.4.2. Etapas de funcionamiento	77
4.1.4.3. Curva de funcionamiento.....	78
4.1.5. Sensor ECT	79
4.1.5.1. Detalle de la señal de salida del Sensor ECT	79
4.1.5.2. Etapas de funcionamiento	79
4.1.5.3. Curva de funcionamiento.....	80
4.1.6. Sensor O2	81
4.1.6.1. Detalle de la señal de salida del Sensor O2	81
4.1.6.2. Etapas de funcionamiento	81
4.1.7. SENSOR KS	81
4.1.7.1. Detalle de la señal de salida del Sensor KS	81
4.1.8. Sensor VSS	82
4.1.8.1. Detalle de la señal de salida del Sensor VSS.....	82
4.1.8.2. Etapas de funcionamiento	82
4.1.8.3. Curva de funcionamiento.....	83
4.2. Análisis de wave forms en actuadores	84
4.2.1. Detalle de la señal del inyector	84
4.2.2. Detalle de la señal de la bobina	85
CAPÍTULO V	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1. Conclusiones	87
5.2. Recomendaciones.....	88

BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS.....	90
Anexo 1	91
Anexo 2	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de la UIDE	22
Figura 2. Unidad de Control Electrónico	25
Figura 3. Sistema de inyección de combustible.....	28
Figura 4. Diagrama de control electrónico	32
Figura 5. Puerto OBD II.....	34
Figura 6. Sensor MAP	36
Figura 7. Sensor IAT	38
Figura 8. Sensor CKP	39
Figura 9. Sensor CMP.....	40
Figura 10. Sensor ECT.....	42
Figura 11. Sensor O2	43
Figura 12. Sensor KS	45
Figura 13. Sensor VSS.....	46
Figura 14. Inyectores.....	48
Figura 15. Bobinas de encendido	49
Figura 16. Diagrama de bobina de encendido.....	49
Figura 17. Válvula EGR.....	50

Figura 18. Diseño del vinil.....	52
Figura 19. Diseño del vinil.....	53
Figura 20. Instalación de sensor IAT	55
Figura 21. Instalación de sensor MAP	56
Figura 22. Instalación de cuerpo de aceleración	56
Figura 23. Instalación del pedal de aceleración.....	57
Figura 24. Instalación de sensor IAT	58
Figura 25. Instalación de sensor CMP	58
Figura 26. Instalación de tablero de control.....	59
Figura 27. Instalación de bobinas de encendido	60
Figura 28. Instalación de ECM.....	60
Figura 29. Instalación de sensor ECT.....	61
Figura 30. Instalación de sensor KS	62
Figura 31. Instalación de puerto OBDII.....	62
Figura 32. Instalación del switch de encendido	63
Figura 33. Instalación de caja de fusibles.....	63
Figura 34. Instalación de válvula.....	64
Figura 35. Instalación del catalizador	65
Figura 36. Instalación de los inyectores.....	65
Figura 37. Instalación de sensor CKP	66
Figura 38. Instalación de sensor VSS.....	67
Figura 39. Instalación de manómetro de presión.....	67
Figura 40. Instalación bomba de combustible	68
Figura 41. Instalación de válvula EVAP	68
Figura 42. Instalación de botón de parada	69

Figura 43. Instalación de interruptor principal.....	70
Figura 44. Instalación de conector de alimentación	70
Figura 45. Instalación de fuente de poder	71
Figura 46. Curva de funcionamiento sensor MAP	73
Figura 47. Curva de funcionamiento sensor MAP a 700 rpm.....	73
Figura 48. Curva de funcionamiento sensor IAT	74
Figura 49. . Curva de funcionamiento sensor IAT a 700 rpm	75
Figura 50. Curva de funcionamiento sensor CKP.....	76
Figura 51. Curva de funcionamiento sensor CKP a 700 rpm	77
Figura 52 Curva de funcionamiento sensor CMP	78
Figura 53. Curva de funcionamiento sensor CMP a 700 rpm.....	78
Figura 54. Curva de funcionamiento sensor ECT.....	80
Figura 55. Curva de funcionamiento sensor ECT a 700 rpm	80
Figura 56. Curva de funcionamiento sensor O2 a 700 rpm.....	81
Figura 57. Curva de funcionamiento sensor KS a 700 rpm.....	82
Figura 58. Curva de funcionamiento sensor VSS.....	83
Figura 59. Curva de funcionamiento sensor VSS.....	84
Figura 60. Curva de funcionamiento del inyector a 700 rpm	85
Figura 61. Curva de funcionamiento de la bobina	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables	23
Tabla 2. Tabla de materiales.....	53
Tabla 3: Etapas de funcionamiento sensor MAP.....	72
Tabla 4: Etapas de funcionamiento sensor IAT	74
Tabla 5: Etapas de funcionamiento sensor CKP	76
Tabla 6: Etapas de funcionamiento sensor CMP.....	77
Tabla 7: Etapas de funcionamiento Sensor ECT.....	79

RESUMEN GENERAL

El presente estudio de investigación consiste en analizar las curvas características de los sensores y actuadores del sistema de control electrónico de la inyección del sistema de inyección del motor S4A, usando los diferentes instrumentos de medición automotrices y usando herramientas digitales por medio de la elaboración de circuitos electrónico de cada sensor.

Se muestran diferentes prácticas de los cuales están dirigidos en sí, al estudio y análisis de cada sensor y actuador, esto abarca, mediciones de voltajes e intensidades, para la comparación de curvas teóricas, simuladas, reales y mediante otros parámetros de medición electrónicos.

Para la creación de este proyecto se consiguió cumplir con los temas planificados y se pronostica que la utilización de instrumentos virtuales será de gran ayuda a los estudiantes de la Escuela de Mecánica Automotriz, debido a que el propósito de este trabajo es facilitar el método de enseñanza e interpretar los conceptos teóricos analizados en las cátedras de Inyección Electrónica a Gasolina y Diésel, Electrónica Automotriz y Equipos de Comprobación.

Previo al banco de pruebas construido del sistema de inyección electrónica del motor S4A, nos permite realizar un análisis didáctico para la utilización de equipos de comprobación y así verificar las curvas características reales de cada elemento de control de la inyección, del cual se obtuvo las curvas propias de cada uno de los elementos, que luego fueron analizados y comparados con la parte teórica.

ABSTRACT

This thesis study is to analyze the characteristic curves of the sensors and actuators of the electronic control system injection system engine injection S4A, using the different instruments of automotive measurement and using digital tools by making circuits address for each sensor.

Different practices which are geared itself to the study and analysis of each sensor and actuator, this includes measurements of voltages and currents, for comparison of theoretical, simulated, real and by other parameters electronic measuring curves are shown.

For the creation of this project it was achieved meet the planned issues and is forecast that the use of virtual instruments will help students of the School of Mechanical Automotive, because the purpose of this paper is to facilitate the teaching method and interpret the theoretical concepts discussed in the lectures of Electronic Fuel Injection Gasoline and diesel, Automotive Electronics and Testing Equipment.

Prior to the bank built system testing electronic injection engine S4A, it allows us to perform a didactic analysis for the use of test equipment and thus verify curves actual characteristics of each element injection control, which curves was obtained of each one of the elements, which were then analyzed and compared with the theoretical part.

PRÓLOGO

El desarrollo constante de la tecnología del vehículo ha continuado mejorando radicalmente e innovando en los diferentes campos a nivel global, debido a que la contaminación ambiental está aumentando, diferentes fabricantes de autos han modificado los sistemas de control de emisiones contaminantes, sin dejar de lado la potencia y la eficiencia que caracteriza al motor de combustión interna, tanto como la autonomía y la comodidad al momento de maniobrar el automóvil para brindar al usuario un ambiente acogedor y de calidad.

El sistema de inyección electrónico del vehículo Chevrolet Sail se ha presenciado como uno de los autos más eficientes en ahorro de combustible y en control de emisiones en comparación con vehículos de gama superior, por lo cual ha ganado gran acogida en el mercado ecuatoriano y es uno de los vehículos más vendidos en Colombia, abarcando el primer puesto en ventas durante el primer semestre del 2014 según datos publicados por la revista El Tiempo.

Debido a los constantes cambios e innovaciones se tiene previsto realizar un análisis de las curvas características de cada sensor y actuador del sistema de control electrónico de la inyección del motor S4A del vehículo Chevrolet Sail con el fin de verificar características semejantes a otros modelos similares ya que es un auto económico y ocupa gran parte del parque automotor del país.

Con las curvas características de los sensores y actuadores del sistema de control electrónico de la inyección, nos permitirá identificar eficazmente problemas suscitados en algún sensor o actuador del sistema de inyección.

INTRODUCCIÓN

La creciente evolución acelerada de la tecnología automotriz, ha ocasionado que los sistemas de alimentación de combustible con carburador y la inyección mecánica se hayan desechado en motores actuales en donde prevalece el control de la contaminación del ambiente, aumentar la potencia y desarrollo equilibrado de las aceleraciones.

La razón fundamental de la gestión electrónica en el sistema de inyección de combustible está basada, en el mejor control de las emisiones del vehículo, esto quiere decir, que disminuye al mínimo los gases contaminantes emanados por el vehículo (escape, cárter y tanque de combustible), cumpliendo con las normativas de "aire limpio", emanadas por organismos internacionales. En conclusión, la gestión electrónica aplicada al sistema de inyección de combustible es un sofisticado sistema de control de emisiones

CAPÍTULO I

PRELIMINARES

En este capítulo se detallan todos los componentes necesarios para desarrollar el estudio y análisis de las curvas características del sistema de control electrónico de la inyección del motor S4A.

1.1. Planteamiento del problema

El sistema de inyección electrónico del vehículo Chevrolet Sail se ha presenciado como uno de los autos más eficiente en ahorro de combustible y en el control de emisiones en comparación con vehículos de gama superior, por lo cual ha ganado gran acogida en mercado ecuatoriano y es unos de los vehículos más vendidos en Colombia abarcando el primer puesto en ventas durante el primer semestre del 2014 según datos proporcionados por la revista El Tiempo.

Notablemente fabricantes de vehículos se empeñan por lograr que sus modelos fabricados consten con un sistema de control electrónico de la inyección más eficiente del cual permita ahorrar mayor cantidad de combustible por kilómetros recorridos y tratar de reducir al máximo la emisión de elementos nocivos para el ambiente del cual buscan desarrollar dispositivos que controlen eficazmente el tiempo y la cantidad adecuada de la inyección del combustible.

Con la implementación de una unidad de control electrónico que regule la inyección de combustible en vehículos actuales se ha logrado mejorar el rendimiento en controlar la frecuencia de las pulsaciones del inyector, obteniendo como resultado que el motor sea más silencioso y economizador, aumentando la potencia en relación al consumo, con eso también se ha logrado aumentar la presión en la bomba de combustible lo que físicamente limita la contaminación de los componentes electrónicos.

Es necesario resaltar que los sistemas de inyección electrónica van mejorando continuamente del cual se van desarrollando nuevos dispositivos con el fin de controlarlo, por lo tanto se incrementara la dificultad al momento de realizar un chequeo del sistema.

1.2. Formulación del problema

“Es recomendable y eficiente analizar daños o fallas en diferentes sensores y actuadores del sistema de control electrónico de la inyección mediante la visualización de las curvas características de cada elemento”

Debido a las constantes innovaciones se tiene previsto realizar el análisis de las curvas características de cada sensor y actuador del sistema de control de la inyección electrónica del motor S4A del vehículo Chevrolet Sail con el fin de verificar características semejantes a otros modelos similares ya que es un auto que abarca gran parte del parque automotor del país.

Con la las curvas características de los sensores y actuadores del sistema de control electrónico de la inyección, nos permitirá identificar eficazmente problemas suscitados en algún sensor o actuador en el sistema de inyección.

1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de analizar los sensores mediante la visualización de las curvas características de cada sensor?
- ¿Qué equipos y programas de comprobación se utilizará para la visualización de las ondas de los sensores y actuadores?
- ¿Qué innovaciones se pretende implementar en caso de que sea factible el análisis de sensores mediante las curvas características?
- ¿Es posible mejorar los diagnósticos para solucionar problemas constantes en emisiones contaminantes al ambiente?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

- Estudiar las curvas características de los sensores y actuadores del sistema de control electrónico sobre la inyección del motor S4A.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Mejorar el sistema de análisis de problemas suscitados en sensores y actuadores del sistema de control electrónico de la inyección de combustible
- Estudiar de manera sistematizada cada curva característica de todos los sensores y actuadores del sistema de control de la inyección.
- Reconocer las diferentes curvas analizadas en los sensores del sistema de inyección.

- Comparar resultados obtenidos usando los diferentes equipos de comprobación usados actualmente.

1.5. Justificación de delimitación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

La justificación teórica prevalece ya que se deberá buscar información adecuadamente sintetizada previamente desarrollada por autores de la fábrica para analizar el funcionamiento del sistema de control electrónico de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónico de motor S4A del vehículo Chevrolet Sail, también será necesario conocer las especificaciones técnicas del motor y del automóvil al cual se pretende analizar datos para el desarrollo del estudio.

1.5.2. Justificación metodológica

Para realizar el estudio, será muy importante aplicar los lineamientos de investigación para abarcar información debida a acerca del funcionamiento del sistema de control electrónico de la inyección de combustible del vehículo Chevrolet Sail. Por lo consiguiente el tipo de metodología a utilizar en esta investigación será de tipo científico, investigativo, descriptivo y de campo.

1.5.3. Justificación de la práctica

La justificación práctica se implementa, debido a que después de desarrollar el estudio del sistema e inyección, se logrará conocer específicamente datos del funcionamiento del sistema, para un posterior análisis más profundo mediante visualización de curvas características de los sensores y actuadores.

1.5.4 Delimitación temporal

La delimitación temporal para el estudio se determina un periodo aproximado de cuatro meses, iniciando desde el mes de mayo del año 2016, se tiene previsto como inicio la recolección de información bibliográfica, mediante libros, páginas en internet y revistas.

1.5.5 Delimitación geográfica

Las correspondientes muestras del estudio será realizado en las instalaciones de la Universidad Internacional del Ecuador figura N°1, específicamente en la Facultad de Ingeniería Automotriz.



Figura 1: Ubicación geográfica de la UIDE
Fuente: Google Maps
Editado por: Julio Obregón

1.5.6. Delimitación del contenido

La limitación del contenido del trabajo a realizar se detalla en datos técnicos establecido por empresas fabricantes e información presentada por diferentes autores de con respecto al funcionamiento del sistema de control electrónico del motor SA4.

1.6. Hipótesis

¿Será viable analizar las curvas características de los sensores y actuadores del sistema de control electrónico de la inyección de combustible del motor S4A para mejorar la eficiencia en el diagnóstico de dichos elementos?

1.6.1. Variables de la hipótesis

- **Variable independiente:** Vehículo Chevrolet Sail
- **Variable dependiente:** Funcionamiento del sistema electrónico de la inyección de combustible del motor S4A

1.6.2. Operacionalización de variables

La operación de las variables se muestra en la tabla N°1.

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores
Vehículo Chevrolet Sail	Independiente	Desarrollar un método eficaz para el análisis de la curva característica de los sensores y actuadores.	90%
Funcionamiento del sistema electrónico de la inyección de combustible del motor S4A	Dependiente	Conocer especificaciones detalladas por los fabricantes acerca del funcionamiento del sistema de control de la inyección motor	95%

Elaborado por: Julio Obregón

1.7. Justificación

Mediante datos y la visualización de imágenes que se obtendrán usando equipos de comprobación automotrices, se comprobará la información de sensores y actuadores del manual de servicio del vehículo Chevrolet Sail del 2014.

1.8. Antecedentes

1.8.1. Inyección electrónica de combustible

Con los sistemas de inyección electrónica de combustible, se ha comenzado a mejorar la eficiencia del control por medio del uso de métodos electrónicos en motores de encendido por chispa. Por lo cual estos elementos innovadores que se han incorporado en vehículos para reducir emisiones y aumentar el rendimiento.

Los elementos de inyección de combustible modernos tienen el fin de administrar a la cámara de combustión la cantidad más exacta posible para que cumpla con los parámetros adecuados con respecto a la carga del motor.

La mayoría de los sistemas actuales inyectan el combustible por el colector de admisión, usando inyectores excitados por pulsos eléctricos, que generan su apertura por medio de un microprocesador interno en la computadora del vehículo la cual recibe información de diferentes sensores que tienen el fin de detectar anomalías en el funcionamiento para mejorar el funcionamiento del motor.

1.8.2. Sistema de control electrónico de la inyección de combustible

El sistema de inyección del combustible en el motor S4A del vehículo Chevrolet Sail cumple con estándares de control de emisiones, por lo cual incorpora diversos módulos electrónicos para el monitoreo de la inyección, estos módulos necesitan información proporcionada por sensores, para procesar y comparar parámetros de trabajo en cada dispositivo.

La unidad de control electrónico es la encargada de controlar la inyección de combustible en el vehículo (figura 2). Esto se debe a que incorpora un programa elaborado específicamente, que censa la posición del cigüeñal, la posición del pedal de aceleración, la cantidad de oxígeno emanado por el escape, las revoluciones del motor, la posición de las válvulas y la temperatura en el motor.



Figura 2. Unidad de Control Electrónico
Autor: Julio Obregón

La información que recibe la computadora automotriz es proporcionada por los sensores, que cada vez van mejorando su precisión, para enviar información adecuada. De esta manera la computadora debe conocer la proporción de aire que ingresa al motor, así como la temperatura de aire o la velocidad del motor.

1.8.3. Sensores y actuadores del sistema de inyección

Los sensores y actuadores a analizar en el sistema de inyección del motor S4A del año 2012 previo a construcción del banco de pruebas, nos permitirá analizar mediante uso de osciloscopio y escáner las diferentes curvas características en estos dispositivos.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

En este capítulo se profundiza el contenido planteado en la sección previa con el fin de que los temas puntuados queden definidos, permitiendo al lector una mejor comprensión para el contenido siguiente a tratar sobre el análisis de curvas características de sensores y actuadores del sistema de inyección.

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Sistema de inyección electrónica motor S4A

El sistema de inyección electrónica de combustible del motor S4A en vehículo Chevrolet Sail 2012 posee un método de alimentación de combustible eficiente utilizado para suministrar la cantidad adecuada y aprovechar una cilindrada total de 1.4 litros gasolina, desarrollando una potencia de 102 hp.

La eficiencia para el desarrollo idóneo de este motor se debe a que utiliza un sistema de control electrónico sobre la inyección de combustible, comandada por la unidad de control.

2.1.2. Relación de los sistemas de inyección

La inyección de combustible se realiza mientras se desarrolla la carrera de admisión, el múltiple frente a la válvula, a presiones entre 35,55 y 56,89 PSI. Mientras que en los motores a Diésel se efectúa casi al término de la carrera de compresión en el cilindro, a presiones de 1422,33 a 3555,84 PSI.

Los motores que funcionan con carburador, el aire debe arrastrar el combustible, por medio del vacío generado por el motor en el momento de admisión, a través de conductos calibrados. Esto produce efectos de inercia por la diferencia de la concentración y fricción de aire con gasolina, lo que motiva a que se dificulte la mezcla de idónea. En los sistemas de inyección, estos efectos no son los mismos debido a que la proporción de combustible inyectado no tiene relación con el conducto de aspiración.

Los sistemas de inyección electrónica economizan combustible ya que inyectan debidamente lo necesario para que el motor funcione correctamente a cualquier revolución o carga, lo que permite aumentar el rendimiento y su potencia. El caudal de aire aspirado no depende del diámetro del colector, tampoco es necesario calentar el difusor para evitar densificar y favorecer la homogeneidad de la mezcla, como se presenta en los motores con carburador.

2.1.3. Sistemas de inyección del combustible

En los sistemas de inyección de combustible para motores a gasolina existen diversas maneras y formas en que los fabricantes diseñan sus máquinas con el fin de aprovechar el rendimiento y eficiencia en la inyección esto puede evidenciarse en la figura N° 3.

Estos sistemas se dividen según el tipo y forma de la inyección:

- Por la ubicación de la inyección.
- Por cantidad de inyecciones.
- Por la cantidad de inyectores.
- Por el tipo de accionamiento.

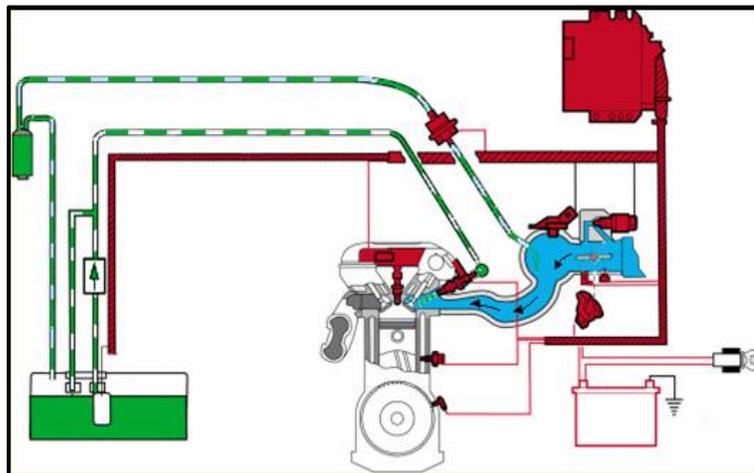


Figura 3. Sistema de inyección de combustible

Fuente: (Gonzales, 2010)

Editado por: Julio Obregón

Sistemas de inyección del combustible de acuerdo a la ubicación de la inyección se dividen en:

- **Inyección directa de combustible.** Esta ocurre cuando el inyector tiene contacto directo con la cámara de combustión por lo que la inyección es proporcionada de manera directa. Este modo de suministro de combustible es novedoso y se está utilizando en vehículos con motores a inyección de gasolina como el motor Mitsubishi GDI o Renault IDE.
- **Inyección Indirecta.** Esta ocurre cuando el inyector está ubicado en colector de admisión, fuera de la cámara de combustión, sobre la válvula de admisión. Este sistema de inyección es el más usado actualmente.

Sistemas de inyección de combustible de acuerdo a la cantidad de inyecciones se dividen en:

- **Inyección continua de combustible.** En este sistema los inyectores suministran el combustible de manera continua en el colector de admisión, regulada y a presión, esta puede ser variable o constante.
- **Inyección Intermitente de combustible.** En este sistema los inyectores alimentan el combustible de manera esporádica por lapsos de tiempo según lo proporcionado por la computadora.
- **Inyección secuencial de combustible.** En este sistema el combustible es inyectado de manera sincronizada con el sistema de distribución, es decir el inyector suministra el combustible en el momento exacto en que se abre la válvula de admisión.
- **Inyección semi secuencial de combustible.** En este sistema la frecuencia de inyección es aplicada en los cilindros de 2 en 2.
- **Inyección simultanea de combustible.** En este sistema el combustible se inyecta frecuentemente en todos los cilindros de manera grupal es decir, se inyectan al mismo tiempo.

Sistemas de inyección de combustible de acuerdo a la cantidad de inyectores se divide en:

- **Inyección de combustible mono punto.** Este modo de inyección trata de un solo inyector que proporciona combustible al inicio del colector después de la válvula admisión. Es usualmente usada en vehículos de baja cilindrada que se rigen a normas anticontaminación.
- **Inyección de combustible multipunto.** Este modo de inyección trata de un inyector para cada cilindro sin diferenciar si es inyección directa o indirecta. Es el sistema más usado en vehículos de media y alta cilindrada.

Sistemas de inyección de combustible de acuerdo al tipo de accionamiento de los inyectores se dividen en:

- **Inyección mecánica de combustible (K-Jetronic).** Este sistema de inyección es el más antiguo, el cual consiste en el suministro del combustible de manera mecánica y proporciona el combustible continuamente.
- **Inyección electromecánica de combustible (KE-Jetronic).** Este es una mejora del K- Jetronic, y trata en un método de controlar la inyección con un sistema de control electrónico.
- **Inyección electrónica de combustible (L-Jetronic, LE-Jetronic, Motronic, Dijijet, Dijifant).** Es el sistema de inyección actualmente más usado ya que consiste en mejoras de los obsoletos sistemas de inyección, por lo tanto controla la inyección mediante el uso de sensores y actuadores, así como de inyectores eléctricos.

2.2. Inyección Electrónica de combustible

Estos sistemas de inyección de combustible trata básicamente de un accionamiento de control electrónico para la alimentación de combustible. Su principal objetivo es absorber el aire del ambiente, analizarlo, y suministrarlo al motor, con respecto a este análisis y las revoluciones del motor, se determina la cantidad de combustible a inyectar suficiente para la combustión dentro de la cámara de combustión para que la mezcla sea la más proporcionada posible a cualquier régimen de giro del motor.

Está compuesta fundamentalmente por sensores, actuadores, y la unidad de control electrónica.

El sistema de inyección del motor S4A detalla su funcionamiento en el análisis de varias etapas de trabajo del motor, como los datos proporcionados por diferentes sensores los cuales generan información de la cantidad de aire, la temperatura del aire, temperatura del refrigerante, los gases de escape, ubicación del pedal del acelerador, régimen de giro del árbol de levas y del cigüeñal, así como el porcentaje de oxígeno en el escape. La unidad de control

electrónico tiene la misión de verificar todos los datos transmitidos por los sensores en formas de señales electrónicas hacia los actuadores que van dirigiendo la información dependiendo lo que necesite el motor para su normal funcionamiento por medio de pulso hacia los inyectores.

La unidad electrónica de control mantiene un constante diagnóstico del funcionamiento del motor, con el fin de equiparar datos de la memoria del sistema con lo suministrado por los sensores, de esta manera se comprueba el correcto funcionamiento de cada dispositivo electrónico del vehículo. Con el uso de un puerto de diagnóstico externo OBDII en este sistema, permite al técnico realizar un análisis más eficiente del funcionamiento de cada sensor y actuador en el vehículo.

2.2.1 Diagrama de control electrónico

En todos los sistemas de inyección electrónica en cualquier modelo de vehículo a gasolina tienen la misma disposición en el flujo de información para el control electrónico de la inyección de combustible. Se describe el sistema de manera generalizada con el fin de que en temas posteriores explicar detalladamente cada sensor y actuador del motor S4A con determinada información o posibles averías (figura N° 4).

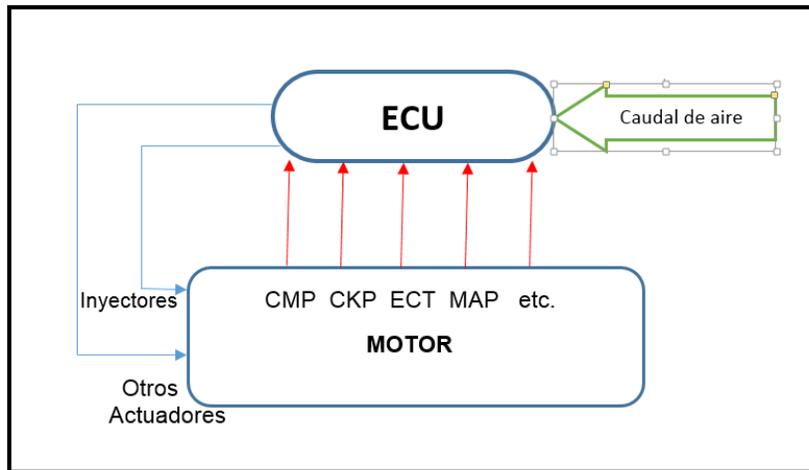


Figura 4. Diagrama de control electrónico
Elaborado por: Julio Obregón

En esta figura se aprecia detalladamente acerca del flujo de información entre los inyectores, actuadores y la unidad de control electrónico. Durante el flujo se observa que a la ECU ingresa y egresa información en señales de voltaje que determinan el funcionamiento del motor, los datos que entran a la unidad de control son las proporcionadas por todos los sensores, los que censan las etapas de trabajo que está generando el motor. La computadora verifica datos que se encuentran registrados en la memoria, con el fin de analizar si algún dispositivo se encuentra en parámetros irregulares en su funcionamiento. Continuamente la unidad de control procesará la información recibida enviándola hacia los actuadores para que procedan según lo censado.

2.3. Sistemas de diagnóstico

Estos sistemas de diagnóstico para el control del funcionamiento del vehículo, que por sus siglas OBD (On Board Diagnostic) son medios utilizados para analizar cómo se encuentra el estado de trabajo y monitoreo del motor. Actualmente se usan medios estandarizados para el análisis del vehículo que son: OBD (Estados Unidos y América), EOBD (European On Board Diagnostic) en Europa y JOBD (Japanese On Board Diagnostic) utilizada en Japón.

2.3.1. Sistemas de diagnóstico a bordo OBD I

Este fue el inicio de los sistemas de diagnóstico el cual apareció en la ciudad de California a inicios del año 1988, con fines ambientales utilizados en 1994. El OBD I que en sus inicios chequeaba únicamente los siguientes sistemas:

- Medición de flujo de combustible.
- Recirculación de gases del escape.
- Emisiones adicionales, derivadas a elementos eléctricos.

2.3.2. Sistemas de diagnóstico a bordo OBD II

Este medio de control comprende en normas elaboradas por la SAE (Sociedad Americana de Ingenieros) que tienen la finalidad de disminuir la cantidad de gases emitida por los autos, y así aminorar la contaminación ambiental por gases.

Los propósitos del sistema de diagnóstico a bordo OBD II ponen énfasis a la reducción de la gran cantidad de emisiones producida por los vehículos que estén realizando un incorrecto desempeño; reducir el tiempo para la detección y a reparación de un error del funcionamiento en la gestión electrónica del motor.

El sistema OBD II chequea virtualmente todo el proceso de trabajo de los sistemas de control y elementos que puedan averiar el motor del automóvil. El exceso de emisiones es importante detéctalo con eficacia con el fin que no excedan estándares de fábrica.

2.3.3. Sistemas de diagnóstico a bordo OBD III

Este es el método de diagnóstico que se pretende desarrollar actualmente el cual consiste en el análisis de OBD II mediante un protocolo de comunicación de fallas vía satélite, mediante el uso de un radio comunicador. Un auto que incorpora el sistema OBD III (figura N° 5) tendrá la capacidad de informar los

problemas suscitados con respecto en el control de emisiones a la agencia de emisiones EPA (Environmental Protection Agency). El programa podrá enviar automáticamente los problemas de emisiones cuando el indicador de funcionamiento del vehículo este encendido.

El sistema OBD III tendrá algunas ventajas con relación a otras versiones:

- El usuario tendrá información oportuna si el vehículo ha tenido un error en el funcionamiento, y por medio de vía celular informará el problema y su respectiva solución.
- Este medio tendrá la capacidad de auto diagnosticarse desde el momento de encender el vehículo hasta apagarlo.

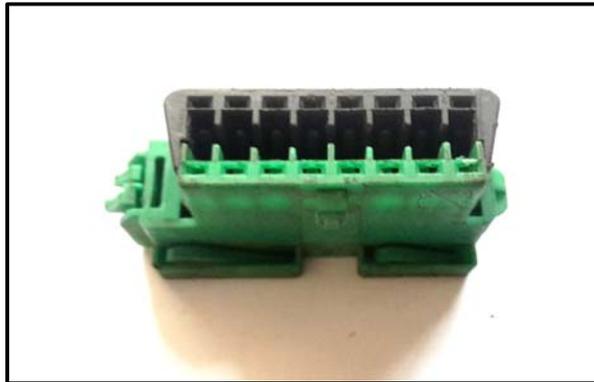


Figura 5. Puerto OBD II
Autor: Julio Obregón

2.4. Sensores del sistema de inyección electrónica

Los sensores dispositivos que convierten señales físicas en señales eléctricas con el fin de enviar información a la unidad de control acerca de funcionamiento del motor a cada régimen de carga. Todos los sistemas de inyección electrónica requieren de estos sensores para que detecten valores necesarios para que la computadora pueda determinar el tiempo exacto para que actúen los inyectores y por ende suministrar la cantidad necesaria de combustible.

El uso de esta tecnología automotriz también tiene el fin de proteger al motor y controlar la cantidad de emisiones contaminantes al ambiente. Se instalan con el fin de diagnosticar problemas y detallarlos en la computadora para un

posterior mantenimiento del servicio. Hay varios tipos de sensores los cuales dependen del modo de funcionamiento y lugar donde estén ubicados en el motor. Entre esta variedad de sensores hay los sensores: potenciómetros, inductivos, iónicos, resistivos, termistores, ópticos y de efecto hall.

2.4.1. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión

El sensor de presión absoluta está compuesto por un dispositivo piezoeléctrico situado en el circuito integrado del sensor, para censar la cantidad de vacío en el múltiple de admisión. Se lo denomina MAP, debido a sus siglas en inglés: Manifold Absolute Pressure Sensor

Actualmente hay dos modelos en sensores de presión:

- De acuerdo a la variación de la frecuencia
- De acuerdo a la variación del voltaje

El sensor MAP acorde a la frecuencia, consiste en censar la presión absoluta del múltiple de admisión y la presión barométrica con el motor en reposo y la válvula de admisión abierta, con esto se va adecuando la señal con respecto a la altitud.

El sensor MAP acorde al voltaje, trata sobre el vacío ocasionado por la succión del motor el cual modifica una resistencia variable enviando la información a la computadora (figura N° 6).

La función es controlar la alimentación de combustible al motor de acuerdo al régimen de carga y a la demanda solicitada por el conductor en la aceleración. Este supervisa constantemente la depresión del múltiple de admisión, dependiendo de la carga del motor aumentará o disminuirá la cantidad de combustible a inyectar.

Funcionamiento

El sensor consiste en una resistencia variable ejecutada por la depresión realizada en el momento de la admisión. Este intervalo en la posición de la resistencia proporciona un ligero cambio en la corriente muy bajo por lo que es

necesario usar el denominado puente de Wheatstone, que permite amplificar la señal y posteriormente circular por un op-amp (amplificador operacional) el cual manda una señal de voltaje de acuerdo a la fluctuación de la presión.

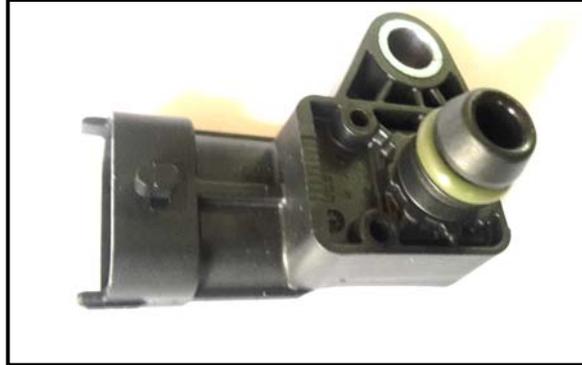


Figura 6. Sensor MAP
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- Deficiente rendimiento durante el encendido.
- Emisión de humo negro.
- Marcha mínima inestable.
- Alto consumo de combustible.
- Se enciende Check Engine.

Comprobaciones:

- Comprobar estado de mangueras de vacío.
- Revisar estado de socket de tres cables.

2.4.2. Sensor de temperatura del aire de admisión

El sensor de temperatura del aire de admisión admite a la computadora corregir el tiempo de inyección con base en la peso de aire que entra a las cámaras de combustión. Dependiendo de la temperatura de aire será la cantidad de oxígeno que ingresa y la computadora tiene que regular la cantidad de gasolina para corregir el punto estequiométrico.

El sensor de temperatura se conecta en serie a una resistencia de valor fijo. La ECU suministra 5 voltios para el circuito y mide la variación de voltaje entre la resistencia de valor fijo y el sensor de temperatura.

Este sensor se ubica en el ensamble del filtro de aire. Con la señal que le otorga la ECM, esta unidad puede compensar con claridad las lecturas de los flujos de aire. Cuando aumenta la temperatura del aire disminuye la resistencia del sensor IAT, entonces la ECM se ajusta la mezcla de aire-gasolina para optimizar el funcionamiento del motor (figura N°7).

Su función es informar a la ECU la temperatura de aire de admisión, para que en base a su temperatura calcule la densidad de aire y en función de la densidad calcular la cantidad de oxígeno que ingresa al motor, para ajustar el tiempo de inyección.

Funcionamiento

El IAT es un sensor de dos terminales o cables. Una de las terminales es la tierra proveída por el ECM y la otra terminal es a referencia de voltaje (5 voltios). A medida que la temperatura del aire entrante cambia, también cambia la resistencia del termistor y el voltaje a través del sensor IAT la computadora o ECM calcula la temperatura del aire que ingresará.

El ECM usa la señal del IAT para calcular la mezcla de aire/combustible de acuerdo con el peso del aire. La densidad del aire se modifica con su temperatura. Es decir que un motor encendido durante un día frío aspira mucho más aire que durante un día cálido. Aunque el IAT le dice al ECM la temperatura del aire, en realidad le dice la densidad del aire. El ECM también usa esta señal para cambiar el tiempo de encendido, enriquecimiento durante aceleración, y a menor medida para determinar el funcionamiento de la válvula del EGR.

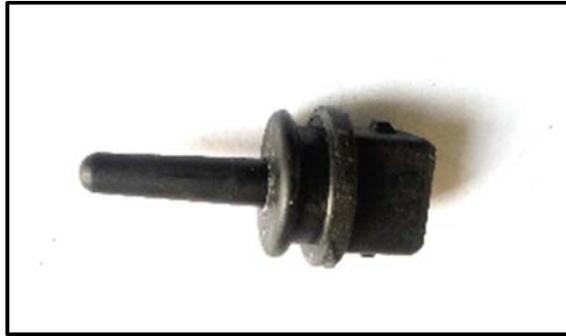


Figura 7. Sensor IAT
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- Altas emisiones contaminantes de monóxido de carbono.
- Excesivo consumo de combustible.
- Problemas para el arranque en frío.
- Una aceleración ligeramente alta.
- Encendido pobre con el motor frío.
- Se enciende la luz Check Engine.
- Pérdida de potencia.

Comprobaciones:

- Conectamos el multímetro en el extremo izquierdo según la figura 7 del sensor y este debe darnos una medida de 4.61V.
- Verificar la resistencia del sensor con el interruptor en apagado.

2.4.3. Sensor de posición del cigüeñal

Este sensor es el encargado de comunicar a la ECU la posición del cigüeñal, para que este se encargue de calcular el tiempo de encendido y la repetición de inyección. Este sensor está ubicado en la tapa de distribución o en el monoblock (figura N° 8).

La función es proporcionar a la ECU la posición del cigüeñal y las RPM para que este tenga en cuenta la posición del cilindro uno y de esta manera sincronizar el tiempo de encendido.

Funcionamiento

Los sensores CKP generadores de frecuencia tienen en cuenta los dientes de la rueda dentada, donde ellos producen un ciclo por diente. Cuando el frente del sensor se localiza en el punto métrico, en la terminal de imán permanente el voltaje se eleva y en el terminal del conector eléctrico el voltaje baja, pero cuando el frente del sensor se localiza en un diente sucede todo lo contrario, en el terminal de imán permanente el voltaje baja y en el terminal de conector eléctrico el voltaje se eleva.

Los sensores CKP generadores de frecuencia por lo general cuentan con dos líneas, muchas de las veces este tipo de sensores no cuentan con una línea de alimentación ya que dependen de cada transductor y de acuerdo al fabricante no siempre es necesaria la línea de alimentación por que la ECM solo le interesa la frecuencia producida.



Figura 8. Sensor CKP
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- Motor no enciende.

Comprobaciones:

- Con la ayuda del osciloscopio observaremos el oscilograma para detectar si existe una falla en el sensor.

2.4.4. Sensor de posición de árbol de levas

El sensor de posición del árbol de levas es un elemento que trabaja como dispositivo de efecto hall, el cual registra la posición del árbol de levas. La información generada por este sensor se complementa a las señales generadas por el sensor de posición del cigüeñal para la sincronización en los cilindros del motor; de esta manera se identifica el tiempo adecuado de la excitación de los inyectores con las bobinas de encendido (figura N° 9).

Su función es la de convertir el movimiento giratorio del árbol de levas en señales digitales para transferir información a la computadora del motor.

Funcionamiento

El sensor transmite una señal eléctrica a partir de unas ranuras diseñadas en el engranaje del árbol de levas. Estas señales obtenidas son enviadas a la ECM para analizar el tiempo de la inyección exacto a cualquier régimen de giro del motor.



Figura 9. Sensor CMP
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- No enciende el motor.
- Detonaciones en el momento del arranque.
- La luz de Check Engine se enciende.

Comprobaciones:

- Medición de la forma de onda del sensor con osciloscopio.
- Verificar alimentación y masa del sensor con multímetro.

2.4.5. Sensor de temperatura del refrigerante

El sensor ECT responde a los cambios del motor mediante la medición de la temperatura del refrigerante. Básicamente, es un transmisor cuya respuesta puede medirse con facilidad. El sensor ECT suele estar situado a un paso del refrigerante, antes del termostato. El sensor ECT es fundamental para muchas funciones, como la inyección de combustible, tiempo de encendido, sincronización de válvulas, cambios de transmisión, etc. Siempre se debe comprobar que el motor este trabajando a la temperatura de funcionamiento normal y que el sensor ECT envíe una señal precisa de temperatura (figura N° 10).

Su función es informar a la ECU la temperatura del refrigerante del motor para que esta a su vez calcule la entrega del combustible, la sincronización del tiempo y el control de la válvula EGR, así como la activación y desactivación del ventilador del radiador.

Funcionamiento

El sensor de temperatura del motor es un componente que cambia de resistencia a medida que la temperatura cambia. Sus características operacional es lineal, es decir que al verificar su forma de onda, esta forma será de línea recta. Dentro de este sensor se ubica un dispositivo o pieza electrónica que se la conoce como termistor. El termistor sólo cambia su resistencia de forma que la temperatura cambia y es una especie de resistor viable. El sensor ECT también es conocido como coeficiente negativo. Esto significa que a medida que la temperatura sube su resistencia baja o viceversa. El ECT es normalmente suministrado con 5 voltios de referencia por la ECM, y funciona cambiando su resistencia de esta manera también llevando la referencia (5 voltios) más o menos hacia tierra.



Figura 10. Sensor ECT
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- El motor del ventilador permanece en encendido todo el tiempo.
- El motor tarda en arrancar en frío o en caliente.
- El consumo de combustible es excesivo.
- Los niveles de CO son muy altos.
- El refrigerante entra en ebullición.

Comprobaciones:

- Conectamos el multímetro en el extremo izquierdo del sensor y este debe darnos una medida de 4.61V.
- Verificar la resistencia del sensor con el interruptor en apagado.

2.4.6. Sensor de oxígeno

El sensor de oxígeno es un pequeño generador de reacción química que informa a la computadora la calidad de los gases de escape. La computadora utiliza esa información para hacer unos ajustes a la mezcla de aire-combustible. Se encuentra ubicado en el múltiple de escape, en varios casos existen dos sensores de oxígeno; uno que va antes del catalizador (figura N° 11).

Su función es la de medir el contenido de oxígeno de los gases de escape. La habilidad de detectar oxígeno se produce cuando este sensor genera un voltaje proporcional al contenido de oxígeno en los gases de escape.

Funcionamiento

Este sensor en funcionamiento a plena capacidad quiere decir con el motor caliente, el sensor O₂ a más de 600°F de temperatura operacional y sin ningún problema de mezcla aire-combustible.

El sensor de oxígeno mide la cantidad de oxígeno en los gases de escape y envía una señal de voltaje (de 0.1 a 0.9V) a la computadora del motor, la cual se ajusta la mezcla aire-combustible al nivel óptimo.

Si existe demasiado oxígeno en los gases de escape, significa una mezcla pobre (de 0.65 a 0.9V). Si existe poco oxígeno en la salida de los gases de escape, significa una mezcla rica (de 0.1 a 0.45V). El sensor de oxígeno también puede arrojar datos en mili voltios.



Figura 11. Sensor O₂
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- Cuando el sensor O₂ falla, provoca un alto consumo de combustible, la emisión de gases de escape y genera una pérdida significativa de potencia en el motor del vehículo.

Comprobaciones:

- Con el multímetro se mide la señal de salida en la escala de voltios la misma que debe estar en los rangos de 0,1 a 0,9V

2.4.7 Sensor de detonación

El sensor KS está ubicado generalmente enroscado en el monoblock y se encuentra en el múltiple de admisión (figura N° 12).

Su función es la de detectar la explosión o detonación que existe en la cámara de combustión, enviando una señal a la computadora para acomodar el tiempo de encendido.

Funcionamiento

Los sensores de detonación se sitúan directamente en el bloque del motor donde se registra el origen del golpeo y transfiere los datos al sistema de gestión del motor, sirven para adelantar o atrasar el momento del encendido, buscando siempre el mejor momento para la chispa. La detonación puede producir daños permanentes en el motor. En determinadas circunstancias, pueden ocurrir procesos de quemas anormales, conocidas como 'cascabeleo'. Ese proceso de quema indeseado es la consecuencia de una combustión espontánea, sin la acción del autoencendido. Ese proceso anormal puede ocurrir a velocidades de llama por encima de los 2.000 m/s, en cambio una combustión normal su velocidad alcanza los 30 m/s.

En este tipo de combustión ocurre una elevada presión de los gases, formando múltiples olas de vibraciones frente a las paredes de la cámara de combustión. Esta quema inapropiada baja el rendimiento y acorta la vida útil de un motor.

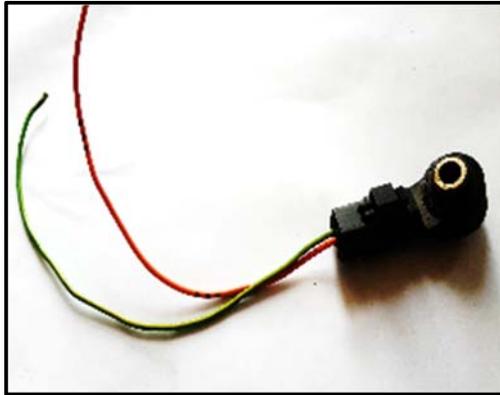


Figura 12. Sensor KS
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- Explosiones al acelerar.
- Marcha mínima inestable.
- Pérdida de potencia.
- Alto consumo de combustible.

Comprobaciones:

- Revisar que el arnés no esté oxidado, ni quebrado o sulfatado.
- Que los cables del sensor a la computadora no estén dañados.

2.4.8. Sensor de velocidad

El sensor VSS permite a la computadora principal conocer la velocidad del vehículo mediante la medición de velocidad de salida de la transmisión y la velocidad de la rueda. Mediante este dato el ECM está en la capacidad de controlar funciones relacionadas con el sistema de control crucero, control de tracción, control de estabilidad, sistema de encendido, relación aire-combustible, momento exacto de cambios en las transmisiones automáticas. El sensor VSS está ubicado en la transmisión, cable del velocímetro o atrás del tablero de instrumentos (figura N° 13).

Su función es la de informar al ECM a qué velocidad va el vehículo para poder controlar el velocímetro y el odómetro, el acople del embrague convertidor de torsión y transmisiones automáticas, su función es mandar una señal en relación a las revoluciones de las llantas que van en relación del automóvil.

Funcionamiento

El sensor VSS proporciona una señal de corriente alterna al ECM la que es interpretada como la velocidad del vehículo. Al aumentar la velocidad la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el ECM convierte ese voltaje en km/h, el que se usa para sus cálculos. Los km/h pueden leerse en el monitor.



Figura 13. Sensor VSS
Autor: Julio Obregón

Fallas:

- Desgaste mayor del combustible.
- Perdida del kilometraje.
- Auto inestable en marcha.

Comprobaciones:

- Se debe revisar el circuito del sensor.
- Comprobar de que no existan daños en el cableado.

2.5. Actuadores

Son elementos diseñados con el fin de transformar pulsos eléctricos en energía en movimiento. Esta información es generada por la computadora la cual sincroniza el tiempo de la inyección.

2.5.1. Inyectores

Las electroválvulas o inyectores se denominan actuadores debido a que recibe información de la computadora para la excitación y activación de la bobina interna. Y su función es la de suministrar la cantidad de combustible adecuada, de manera atomizada del combustible en la cámara de combustión para una correcta mezcla del aire combustible y un aprovechamiento eficiente del combustible.

El inyector introduce a la cámara de combustión el combustible procedente de la bomba de manera refinada y pulverizada (figura N° 14).

Los inyectores son pequeñas electroválvulas con la capacidad de abrirse y cerrarse en múltiples ocasiones, el cual reacciona de manera eficiente a rápidas repeticiones en las que se requiere su activación y desactivación.

De acuerdo al tipo de encendido del motor, el inyector suministra cierta cantidad a gran presión y finamente pulverizado en la etapa de compresión del motor.

Su funcionamiento se detalla en base a un solenoide en su interior cuya bobina se retrae al ser alimentado con una tensión de 5 voltios, durante ese proceso la aguja del inyector se desplaza cierta cantidad necesaria para la atomización del combustible.

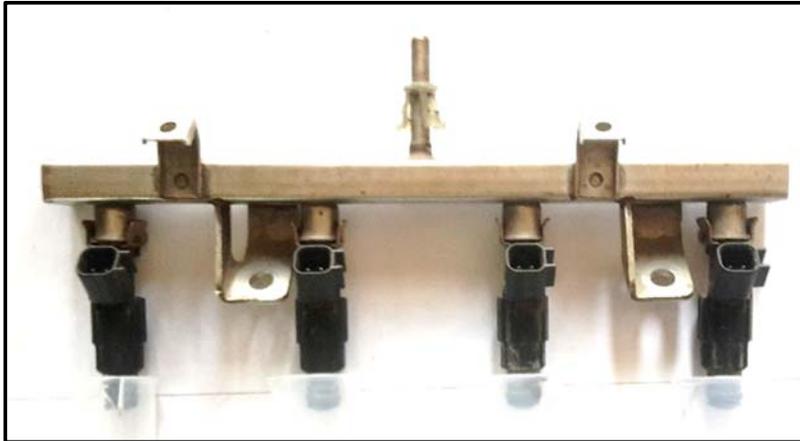


Figura 14. Inyectores
Autor: Julio Obregón

2.5.2. Bobinas de encendido

Estas bobinas de encendido independientes, una para cada cilindro se denominan por sus siglas COP (Bobina obre cilindro), es el reemplazo de las bobinas tradicionales con el fin eliminar elementos mecánicos como el distribuidor, también para aumentar la eficiencia y reducción de emisiones contaminantes (figura N° 15).

Las ventajas que posee el sistema COP frente a otros sistemas son las siguientes:

- Mayor tiempo en que la bobina provee del suficiente campo magnético para efectuar la ignición e inflame la mezcla.
- Reduce el número de errores de encendido a altas revoluciones.
- Posee una menor interferencia eléctrica del distribuidor lo que hace al motor más confiable en su funcionamiento.
- Están situadas cerca de las bujías lo que reduce la longitud de la alta tensión.



Figura 15. Bobinas de encendido
Autor: Julio Obregón

Para analizar el funcionamiento de esta bobina, lo primero que se debe tener claro es que la forma que se utiliza para generar la chispa es exactamente igual al explicado en las bobinas con 3 cables, con lo cual lo único que las diferencia es que la de 4 pines envía una señal al PCM cada vez que se genera una inducción en el primario (figura N° 16).

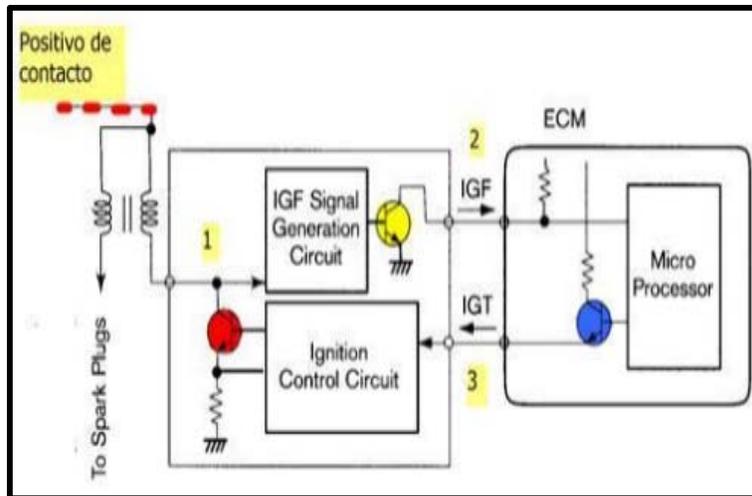


Figura 16. Diagrama de bobina de encendido
Fuente: <http://www.cise.com>
Editado por: Julio Obregón

2.5.3. Válvula de recirculación de gases del escape

Debido a la implantación de normas anticontaminantes cada vez más exigentes, los fabricantes implementaron el uso de una válvula que recircule los gases del escape (figura N° 17) se denomina EGR por sus siglas en inglés (Exhaust gas recirculation).

La válvula EGR reenvía los gases del escape, primordialmente el óxido de nitrógeno al colector de admisión, lo que se consigue la reducción de oxígeno en el aire de admisión lo que ocasiona que la temperatura de la combustión sea menor y se reduce la emisión de óxido de nitrógeno.

La válvula EGR se activa debido a lecturas percibidas por la unidad de control que son enviados por el colector de admisión, estos datos son calculados por la ECU, teniendo en cuenta las siguientes informaciones:

- Caudal de combustible inyectado.
- Temperatura del motor.
- Presión atmosférica.
- Revoluciones del motor.
- Caudal de aire aspirado.



Figura 17. Válvula EGR
Autor: Julio Obregón

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION ELECTRÓNICA

3.1. Diseño del banco de pruebas

Este sistema de inyección está compuesto de sensores y actuadores los mismos que envían y reciben comando de órdenes desde la ECM. Para esto se creó la separación entre estos componentes con el fin de ubicar adecuadamente cada elemento del sistema.

3.1.1. Diseño del sistema para banco de pruebas

En la estructura ubicamos el espacio físico que se necesita para el ensamblaje de los elementos que forman parte del sistema de inyección del Chevrolet Sail, en la que se tomó en consideración como prioridad la estética y el diseño para ejecutar dichas pruebas dentro del cronograma señalado.

3.1.2. Materiales que componen la estructura del banco de pruebas

Los materiales que se usan en esta estructura es un tubo cuadrado con una medida de ancho 38 mm por un espesor de 1.5 mm. Que sirven en los perfiles de soporte de dicha estructura, que cuentan con propiedades físicas de 2.25cm^2 esta puede cargar un peso aproximado de 1.30 kg/m. El elemento de revestimiento de esta estructura es de hoja laminada.

3.1.3 Diseño del panel de los componentes del sistema

Se fabrica el panel en acrílico transparente, elemento que facilitaba la ubicación de los elementos del sistema. El material acrílico permite realizar el trabajo de una manera más cómoda con todos los elementos necesarios y auxiliares del banco de pruebas fueron ajustando de la mejor forma posible.

Terminado el diseño y cortes para montaje del acrílico en la estructura se procedió a diseñar el dibujo para la ubicación de los elementos del sistema, así como sensores, actuadores y demás accesorios en la (Figura N° 18) se muestra el diseño que se elaboró en adobe illustrator.

Se ubica los elementos más importantes del sistema de inyección que van ubicado en el panel para poder dibujar los bordes que representen las figuras con marcador a tamaño real en una escala 1:1 teniendo las dimensiones de los elementos con su posición.

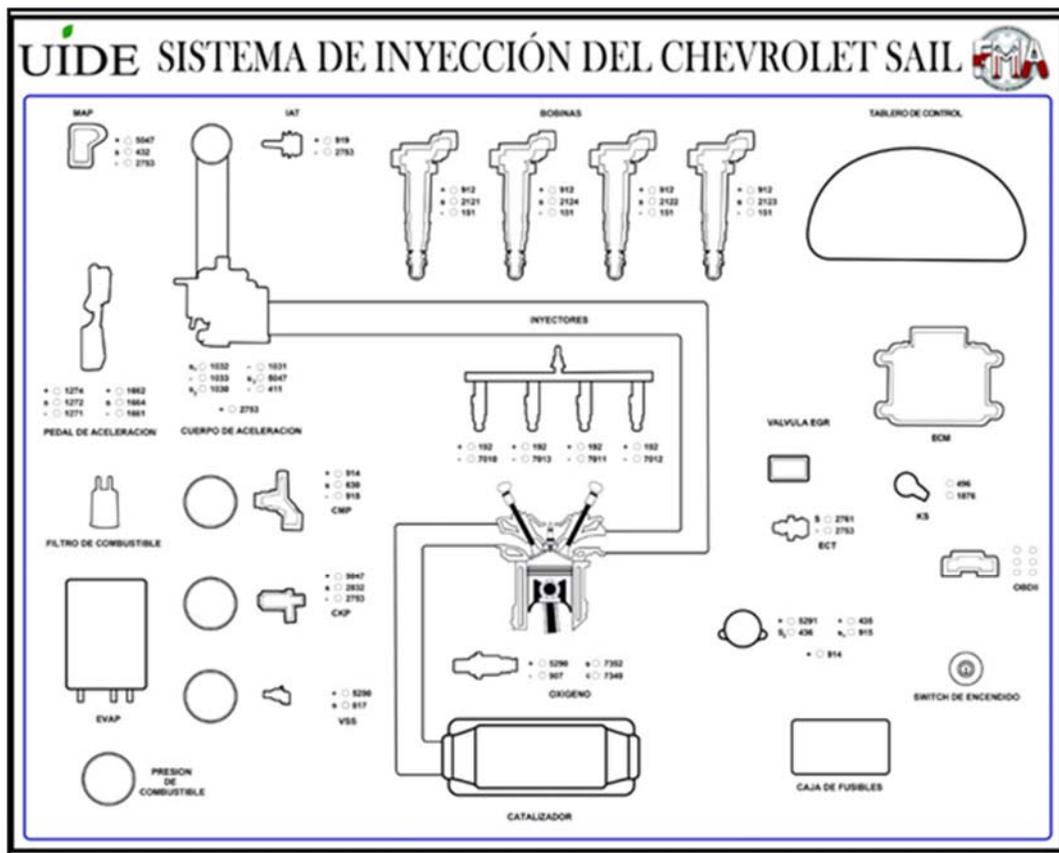


Figura 18. Diseño del vinil
Fuente: Adobe Illustrator
Editado por: Julio Obregón

Con el bosquejo del panel elaborado, fue impreso en material de vinil para tener una mejor y mayor resistencia para que su instalación sea más fácil. El folleto del vinil con el diagrama se ubica al acrílico y sobre este el vinil, para

cubrirlo con un protector adhesivo de plástico transparente y así seguir con la instalación de los demás componentes.

Con los elementos colocados en su respectiva posición sobre el acrílico, se coloca pernos y una platina para mejorar la fijación detrás del panel y se sella las aperturas pequeñas con el silicón

En la figura N°19 se presenta el bosquejo del simulador acabado con todos los componentes que representa el sistema de inyección con un perfecto estado funcional.

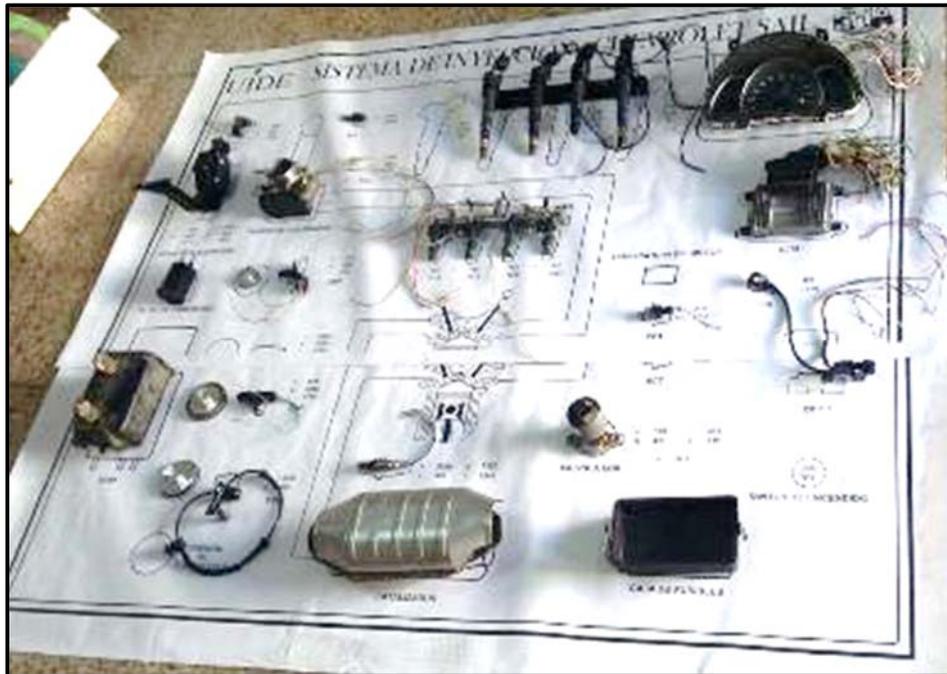


Figura 19. Diseño del vinil
Autor: Julio Obregón

3.1.4. Materiales usados para instalación del sistema

En la tabla 2 se muestra la cantidad de elementos utilizados para instalación de los elementos del sistema de inyección.

Tabla 2. Tabla de materiales

Listado de materiales	
Descripción	Cantidad
Fuente de poder 12v 30 A	1

Conector auto enclavado azul 30 A 110V	1
Cable toma corriente	1
Pernos	60
Bases	10
Probetas plásticas	4
Mangueras para el combustible	1 (5 m)
Plugs banana	80
Enchufe 110v	1
Perno tipo U	1
Manómetro de presión	1
Tubo cuadrado de aluminio	1 (1 m)
Interruptor de encendido universal	1
Interruptores para simulación	20
Abrazaderas	10
Motor eléctrico	3
Tubos de silicón	4
Lista de componentes del sistema	
Pedal de aceleración	1
Cuerpo de aceleración electrónico	1
Válvula EVAP	1
Reservorio del EVAP	1
ECM	1
CKP	1
ECT	1
CMP	1
MAP	1
VSS	1
Bobinas de encendido	4
Riel de inyectores	1
Inyectores	4
Válvula EGR	1
Sensor de oxígeno	1
Bomba de combustible	1
IAT	1
Puerto OBDII	1
Clúster de instrumentos	1
Caja de fusibles	1
Filtro de combustible	1
Catalizador	1

Elaborado por: Julio Obregón

3.2. Instalación de elementos del sistema de inyección de combustible del vehículo Chevrolet Sail

3.2.1. Instalación del sensor IAT

Para la instalación y simulación del sensor IAT (figura N° 20) y realizar la simulación del sensor fue necesario la utilización de una secadora en la parte posterior, con el fin de calentar el aire de admisión.

El sensor fue ubicado en lugar de diseño, para ello se realizó el orificio de mayor diámetro que enlaza a la salida de la secadora, posteriormente se hicieron dos perforaciones de un orificio de 1/8 para sujetar el sensor con una amarra plástica desde la parte posterior, también se ubicaron sus respectivos conectores para la lectura.



Figura 20. Instalación de sensor IAT
Editado por: Julio Obregón

3.2.2. Instalación del sensor MAP

Para la instalación y simulación del sensor de presión absoluta (figura N° 21), se procedió a colocar el elemento sobre la parte marcada del diseño, sujeta por perno con tuerca. Se hizo conexiones eléctricas del cableado provenientes de la unidad de control y se instala sus respectivos accesorios para la correspondiente lectura.

La simulación de este sensor no es posible debido a que sería necesario un elemento que simule la succión de múltiple de admisión.



Figura 21. Instalación de sensor MAP
Autor: Julio Obregón

3.2.3. Instalación del cuerpo de aceleración

Para la instalación y simulación del cuerpo de aceleración (figura N° 22) fue necesario realizar 4 perforaciones a la distancia adecuada para simular la admisión del motor. La sujeción del cuerpo de aceleración fue necesario usar 4 pernos con tuerca y la perforación de un orificio para el paso del cable que conecta con la unidad de control y demás accesorios.

El socket del cuerpo de aceleración posee 6 cables, que son 1 de masa, 1 de voltaje de referencia, 2 de controles de carga del motor y 2 de la señales del pedal de aceleración. También se ubica sus respectivos conectores para lectura y el interruptor de simulación del fallo.



Figura 22. Instalación de cuerpo de aceleración
Autor: Julio Obregón

3.2.4. Instalación del pedal de aceleración electrónico

El pedal del acelerador se ubicó en el lugar señalado por el diseño (figura N° 23), se ubica el elemento por medios dos pernos con tuerca. Este elemento posee 2 cables que se alimentan por masa, 2 alimentaciones de positivo y 2 que son señales.

Posteriormente se continuo por conectar las conexiones posteriores para la conexión de sus accesorios, se colocaron los elementos para la medición de del elemento y el respectivo interruptor de simulación.



Figura 23. Instalación del pedal de aceleración
Autor: Julio Obregón

3.2.5. Instalación del filtro de combustible

Para la instalación de filtro de combustible (figura N° 24) se procede a perforar 2 orificios del diámetro para las mangueras de $\frac{1}{4}$ y se realiza 2 perforaciones para sujetar el filtro con una abrazadera plástica.



Figura 24. Instalación de sensor IAT
Autor: Julio Obregón

3.3.6. Instalación del sensor de posición del árbol de levas

Para la instalación del sensor de posición del cigüeñal (figura N° 25) fue necesario perforar la lámina acrílica y sujetar el elemento con 2 pernos con tuerca, y una platina con un ángulo de 45 grados para la sujeción del sensor.

Para la simulación de la posición del árbol de levas, se fabrica una rueda de hierro dulce para la instalación de la rueda fónica. Esta rueda fónica realiza el giro mediante el uso de un motor eléctrico perfectamente acoplado a la rueda fónica.

El sensor posee 3 cables, 1 es negativo, 1 voltaje de referencia y 1 señal. Se instala los respectivos plugs, 1 perilla para variar la velocidad del motor y el interruptor simulador.



Figura 25. Instalación de sensor CMP
Autor: Julio Obregón

3.3.7. Instalación del tablero de control

La instalación del tablero de control (figura N° 26), se realiza 4 perforaciones del acrílico para sujeción del mismo mediante 4 pernos con tuerca.

Se realiza la perforación para el paso del cable que conecta el tablero con los diferentes dispositivos.



Figura 26. Instalación de tablero de control
Autor: Julio Obregón

3.3.8. Instalación de las bobinas de encendido

La instalación de las bobinas de encendido (figura N°27), fue necesario fabricar una base metálica, para ello se utilizó, dos ángulos metálicos de 90 grados, 1 que sujeta la base de la bobina con la bujía, la otra sostiene la parte superior de la bobina. Se realizaron perforaciones para pasar los cables de las bobinas y perforaciones para sujetar las bases metálicas.

Se realizaron perforaciones para instalación de los interruptores de simulación del fallo y los plugs para lectura de información.



Figura 27. Instalación de bobinas de encendido
Autor: Julio Obregón

3.3.9. Instalación del módulo de control electrónico

Se procedió a instalar la unidad de control electrónico (figura N° 28) usando como referencia el dibujo en el acrílico. Se hicieron cuatro perforaciones para sujetar la ECM con pernos pasantes con tuerca.

También se realizó una perforación de gran diámetro para hacer pasar el conjunto de cables que conectan a la computadora.

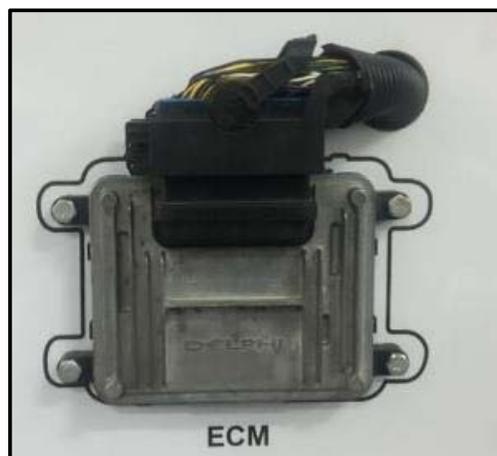


Figura 28. Instalación de ECM
Editado por: Julio Obregón

3.3.10. Instalación del sensor de temperatura

Para la instalación del sensor de temperatura del refrigerante (figura N° 29), fue necesario el uso de un recipiente plástico, al cual se perfora con el fin de sujetar el sensor de temperatura. Se realizaron perforaciones para la sujeción del recipiente.

El sensor de temperatura se sujeta al recipiente usando pegamento, para la simulación del aumento de la temperatura fue necesario el uso de un dispositivo llamado termocupla, el cual calienta el refrigerante para hacer la simulación. El sensor de temperatura es suministrado por 2 cables, 1 que se dirige a la ECM y el otro es masa. Además se añadieron dos interruptores, uno que controla el encendido de la termocupla y el otro para simular la falla.



Figura 29. Instalación de sensor ECT
Editado por: Julio Obregón

3.3.11. Instalación de sensor de detonación

Para su correspondiente instalación es necesario realizar una perforación del diámetro que posee el orificio del sensor KS (figura N° 30) para sujetarlo con perno con tuerca. También se realiza la perforación para la instalación del cableado y se instalaron los plugs y el interruptor de simulación.



Figura 30. Instalación de sensor KS
Editado por: Julio Obregón

3.3.12. Instalación del puerto OBDII

En la instalación del puerto OBD II (figura N° 31) se realizó la perforación de 2 orificios para sujetar el elemento con 2 pernos con tuercas, también se perfora un orificio adicional para pasar los cables que conectan a los diferentes dispositivos del sistema.

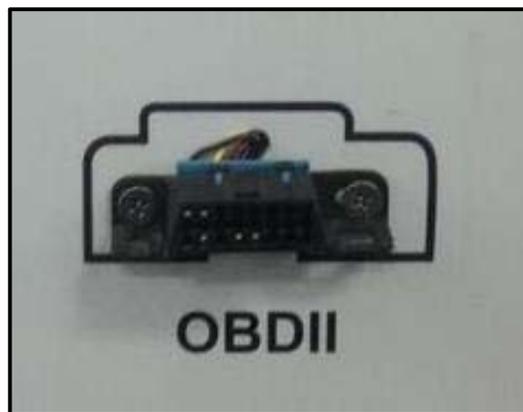


Figura 31. Instalación de puerto OBDII
Autor: Julio Obregón

3.3.13. Instalación del switch de encendido

Para activar el sistema se utilizó un interruptor de encendido (figura N° 32), el cual fue instalado perforando el acrílico al diámetro interno del interruptor.

El interruptor de encendido posee una tuerca con el cual se sujetó en la parte posterior.



Figura 32. Instalación del switch de encendido
Autor: Julio Obregón

3.3.14. Instalación de la caja de fusibles

Se procede a instalar la caja de fusibles (figura N° 33) usando 4 platinas dobladas a un ángulo de 90 grados. Se hace 8 perforaciones para sujetar la caja de fusible mediante 8 pernos con tuercas.

A continuación se realiza un orificio de un mayor diámetro para pasar la masa de cables que alimentan a la caja de fusible. Luego se conectó el cableado correspondiente de acuerdo a lo establecido por el manual de servicio del vehículo.



Figura 33. Instalación de caja de fusibles
Autor: Julio Obregón

3.3.15. Instalación de la válvula EGR

Se instala la válvula de recirculación de gases del escape (figura 34) haciendo 2 perforaciones para sujetar el dispositivo con los 2 pernos con tuercas en la ubicación designada por el diseño.

Este elemento va conectado por 5 cables, 2 son señales y 3 son de corriente positiva, estos van conectados con los plugs de medición y posee un interruptor que simula la falla en el circuito.



Figura 34. Instalación de válvula
Autor: Julio Obregón

3.3.16. Instalación del catalizador

Se realizó un corte a la lata del catalizador (figura 35) para visualizar la parte interior del mismo, posteriormente se realizaron 2 perforaciones la lata de catalizador y también 2 al acrílico para a continuación sujetarlo con 2 pernos con tuercas.



Figura 35. Instalación del catalizador
Autor: Julio Obregón

3.3.17. Instalación de los inyectores

El riel de inyectores (figura 36) se procede a instalar usando un tubo cuadrado de aluminio para ubicar las probetas usadas para visualizar la inyección del combustible durante el funcionamiento, en la parte inferior de las probetas se acoplaron mangueras para realizar el retorno del combustible.

Se hace perforaciones para sujetar el riel de inyector y la sujeción de la base de aluminio de las probetas.

Se instala los plugs y los interruptores de simulación de falla correspondientes para cada inyector.



Figura 36. Instalación de los inyectores
Autor: Julio Obregón

3.3.18. Instalación del sensor de posición del cigüeñal

Para la simulación del giro del cigüeñal (figura N° 37), es necesario fabricar una rueda dentada de hierro para conseguir la captación de la señal de la posición del cigüeñal. Para realizar el giro de la rueda, se instaló un motor eléctrico para realizar el movimiento de la rueda.

El sensor CKP fue instalado en posición vertical a la rueda para poder censar la información.

Se instalaron los plugs correspondientes, el interruptor de simulación de fallo y una perilla para regular las revoluciones del motor.



Figura 37. Instalación de sensor CKP
Autor: Julio Obregón

3.3.19. Instalación del sensor de velocidad

Se instala el sensor VSS (figura 38), realizando 2 orificios en el acrílico, una para la sujeción de cuerpo del sensor con una platina y la otra para el eje.

Se realiza perforaciones para el paso de los cables y para los pernos de sujeción del dispositivo. También se instala los respectivos plugs y el interruptor de simulación de fallo en el circuito.



Figura 38. Instalación de sensor VSS
Autor: Julio Obregón

3.3.20. Instalación del manómetro de presión del combustible

Se instala el manómetro de presión (figura N° 39) realizando un orificio del diámetro del dispositivo, usando una cierra circular para perforar la barra de acrílico.

Este elemento va conectado junto con la manguera de combustible, posterior a la bomba de suministro.



Figura 39. Instalación de manómetro de presión
Editado por: Julio Obregón

3.3.21. Instalación de bomba de combustible

Se instala bomba de combustible (figura 40) en un recipiente plástico que simularía el tanque de combustible, en la parte superior del recipiente, se perforó a medida que encajará la bomba de combustible. Se conectaron las mangueras de alimentación de combustible.



Figura 40. Instalación bomba de combustible
Autor: Julio Obregón

3.3.22. Instalación de la válvula EVAP

Se instala la válvula EVAP (figura 41) haciendo dos perforaciones en el acrílico, usando una abrazadera metálica para su sujeción. También se instaló el EVAP usando 2 platinas dobladas a 90 grados sujetas con 2 pernos con tuercas en la parte interior, y en la parte superior fue sujetado con una amarra plástica.



Figura 41. Instalación de válvula EVAP
Autor: Julio Obregón

3.4. Instalación de elementos complementarios del banco de pruebas

3.4.1. Instalación del interruptor de parada de emergencia

Este dispositivo tiene el fin de cortar la alimentación de energía eléctrica en caso de ocasionarse alguna anomalía en el sistema. Para su instalación se procedió a perforar la plancha metálica, usando una cierra circular. Este elemento fue incrustado a presión y sujeto por el lado posterior con una vincha de enclavamiento. (Figura N° 42)



Figura 42. Instalación de botón de parada
Autor: Julio Obregón

3.4.2. Instalación de interruptor principal de sistema

Este elemento es el encargado de permitir o cortar la alimentación de corriente del sistema. Para su instalación es necesario realizar 4 perforaciones en la lámina metálica para la sujeción del dispositivo con 4 pernos con tuercas. También se hace 2 perforaciones para el cableado del dispositivo (figura N° 43).



Figura 43. Instalación de interruptor principal
Autor: Julio Obregón

3.4.3. Instalación del conector de alimentación

Para la instalación de este elemento fue necesario la utilización de una cierra circular para realizar la perforación del diámetro del conector. Las especificaciones técnicas del conector son de una capacidad de 110 voltios a 30 Amperios. Este dispositivo va conectado junto al interruptor principal y posteriormente alimenta a la fuente de poder (figura N° 44).



Figura 44. Instalación de conector de alimentación
Autor: Julio Obregón

3.4.4. Instalación de la fuente de poder

La fuente de poder (figura N° 45) es el elemento encargado de transformar la corriente alterna de las instalaciones en corriente continua para alimentar todo el sistema de inyección. Sus características técnicas son: transformador de 110 voltios a 12 voltios de corriente continua y 30 amperios de corriente. Este

elemento fue instalado en el interior de la estructura metálica sujeto con 4 pernos con sus respectivas tuercas.



Figura 45. Instalación de fuente de poder
Autor: Julio Obregón

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS EN SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO DE LA INYECCION DE COMBUSTIBLE

4.1. ANÁLISIS DE WAVE FORMS EN SENSORES

4.1.1. Sensor MAP

4.1.1.1. Detalle de la señal de salida del Sensor MAP

La forma de onda que genera el sensor de presión absoluta del múltiple de admisión relaciona la variación del voltaje con la variación del colector de admisión, lo cual se identifica en los siguientes parámetros de trabajo.

- En ralentí el parámetro del voltaje será bajo
- En aceleración brusca el parámetro del voltaje será alto
- En desaceleración el parámetro del voltaje será menor que en marcha a ralentí
- En marcha cruce el parámetro del voltaje será igual a la marcha de ralentí

4.1.1.2. Etapas de funcionamiento

Tabla 3: Etapas de funcionamiento sensor MAP

RPM	PRESION DEL MULTIPLE DE ADMISION (Kpa)	VOLTAJE DE SALIDA (V)
800	30	0,96
1000	29	0,91
2000	24	0,75
3000	23	0,65
4000	21	0,61

Elaborado por: Julio Obregón

4.1.1.3. Curva de funcionamiento

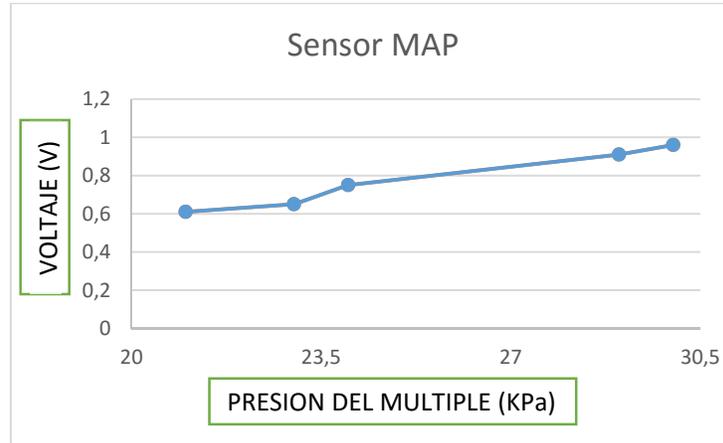


Figura 46. Curva de funcionamiento sensor MAP
Autor: Julio Obregón

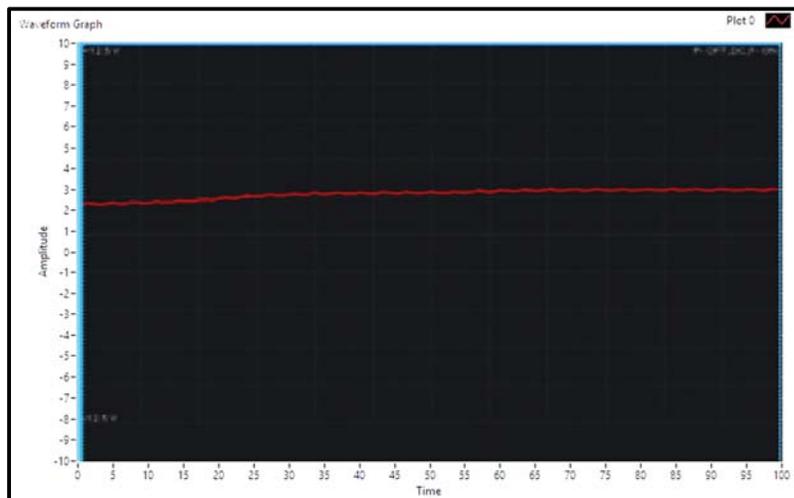


Figura 47. Curva de funcionamiento sensor MAP a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.2. Sensor IAT

4.1.2.1. Detalle de la señal de salida del sensor IAT

La forma de onda que provee el sensor de temperatura del aire de admisión relaciona la variación de la resistencia y voltaje con la temperatura del aire de admisión de la cual se detallan en los siguientes gráficos.

4.1.2.2. Etapas de funcionamiento

En la tabla 4 se muestra los datos de la relación que existe entre el voltaje y resistencia, los cuales varían según la temperatura.

- A menor temperatura, mayor voltaje y menor resistencia.
- A mayor temperatura, menor voltaje y mayor resistencia.

Tabla 4: Etapas de funcionamiento sensor IAT

TEMPERATURA	VOLTAJE	RESISTENCIA
25	3,69	2,85
27	3,65	2,7
30	3,62	2,32
32	2,88	2,1
36	2,66	1,74
41	2,93	1,42
45	2,23	1,23

Elaborado por: Julio Obregón

4.1.2.3. Curva de funcionamiento

En la figura 48 se muestra la variación del voltaje respecto a la temperatura del motor. Flujo que se puede visualizar en la curva característica.

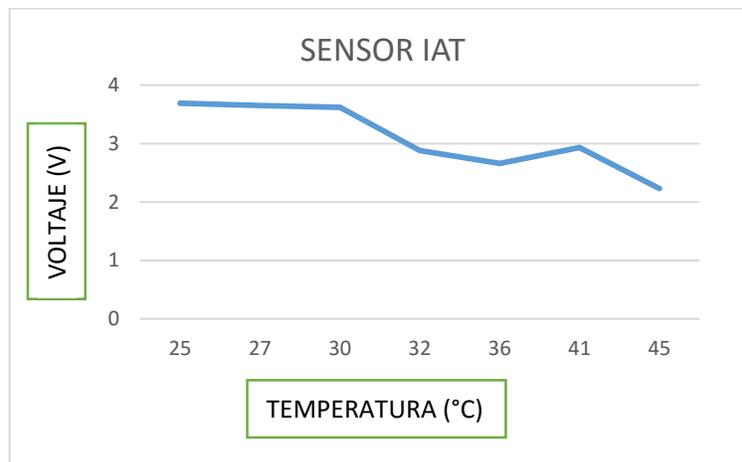


Figura 48. Curva de funcionamiento sensor IAT
Editado por: Julio Obregón

En la figura N° 49 se detalla la forma de onda que genera el sensor IAT a ralentí. La forma de onda que se visualiza es constante, debido a que la temperatura del motor no varía de manera considerable.

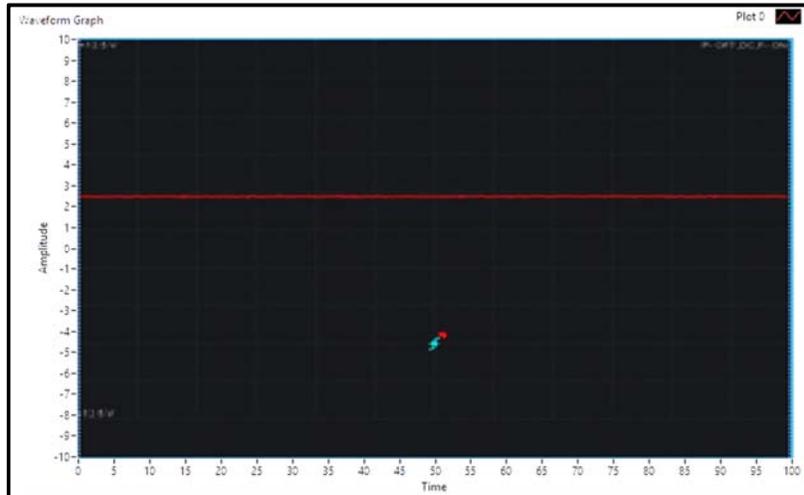


Figura 49. . Curva de funcionamiento sensor IAT a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.3. Sensor CKP

4.1.3.1. Detalle de la señal de salida del Sensor CKP

La forma de onda del sensor de posición del cigüeñal es el detalle del giro de una rueda fónica diseñada por cincuenta y ocho dientes más dos de desfase que se usa como referencia para el captador. En los siguientes gráficos se detalla parámetros teóricos del sensor.

4.1.3.2. Etapas de funcionamiento

En la tabla 5 se indica que la frecuencia es directamente proporcional de acuerdo a las revoluciones del motor.

Tabla 5: Etapas de funcionamiento sensor CKP

RPM	FRECUENCIA (Hz)
800	0,8
1000	1
2000	2
3000	3
4000	4

Elaborado por: Julio Obregón

4.1.3.3. Curva de funcionamiento

La figura 50 detalla esquemáticamente el aumento de la frecuencia con respecto al régimen del motor.

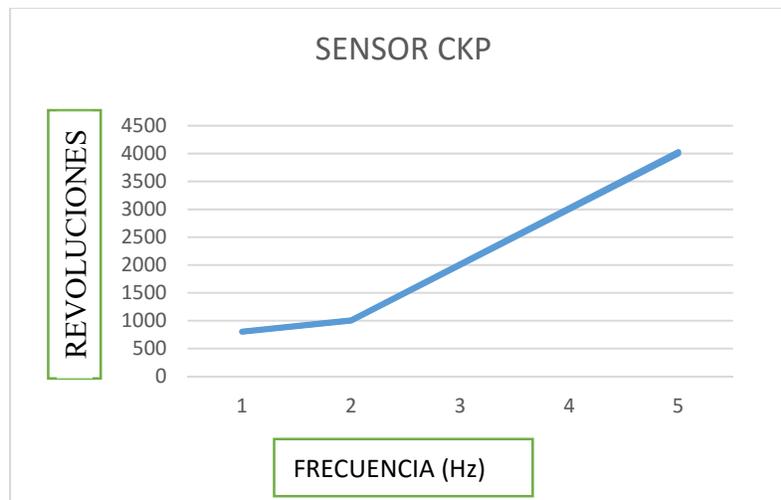


Figura 50. Curva de funcionamiento sensor CKP
Editado por: Julio Obregón

En la figura 51 se detalla la forma de onda que genera el sensor de posición del cigüeñal a ralentí. En la imagen se visualiza un ligero desfase entre el forma de onda constante. Este desfase sería más frecuente si las revoluciones del motor aumentan.

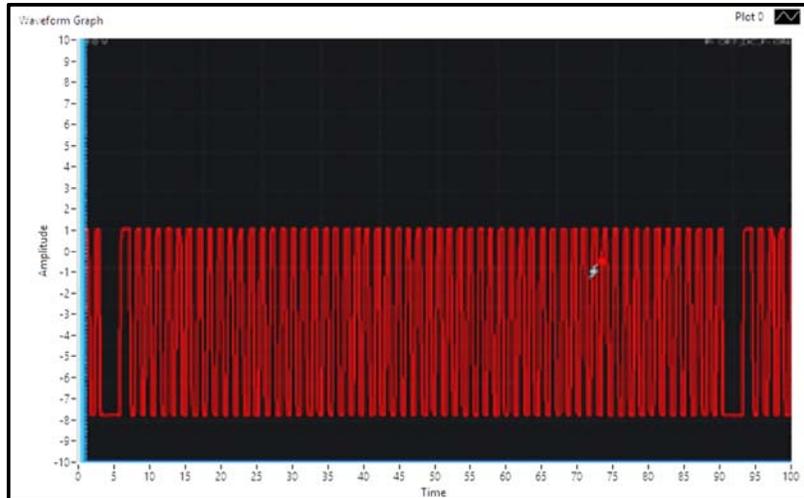


Figura 51. Curva de funcionamiento sensor CKP a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.4. Sensor CMP

4.1.4.1. Detalle de la señal de salida del Sensor CMP

La forma de onda que provee el sensor de posición del árbol de levas es una señal de onda cuadrada debido a que es un generador de efecto hall. En las siguientes imágenes se detalla parámetros teóricos del sensor.

4.1.4.2. Etapas de funcionamiento

Entre el sensor CKP y el CMP se deben sincronizar sus señales con la finalidad de obtener parámetros en las que se encuentran la velocidad y la posición del árbol de levas y el cigüeñal, de tal manera que la unidad de control a partir de estos datos, conseguir el tiempo exacto de la inyección.

Tabla 6: Etapas de funcionamiento sensor CMP

RPM	FRECUENCIA (Hz)
800	6,67
1000	8,33
2000	16,67
3000	25
4000	33,33

Elaborado por: Julio Obregón

4.1.4.3. Curva de funcionamiento

En la figura N° 52 se muestra esquemáticamente en la forma de la onda que varía con respecto al régimen de giro del motor.

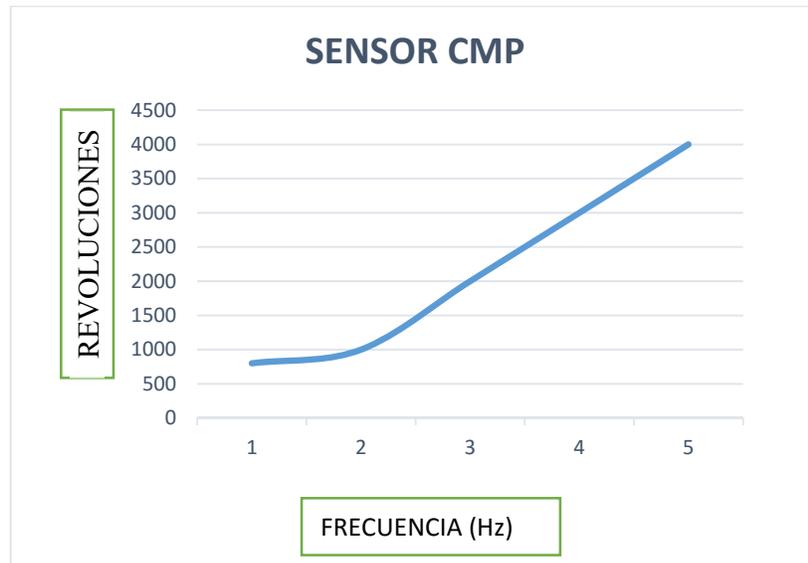


Figura 52 Curva de funcionamiento sensor CMP
Editado por: Julio Obregón

En la figura N° 53 se detalla el flujo de la onda con el motor a ralentí. Estos flujos de frecuencia varían la frecuencia si las revoluciones del motor aumentan.

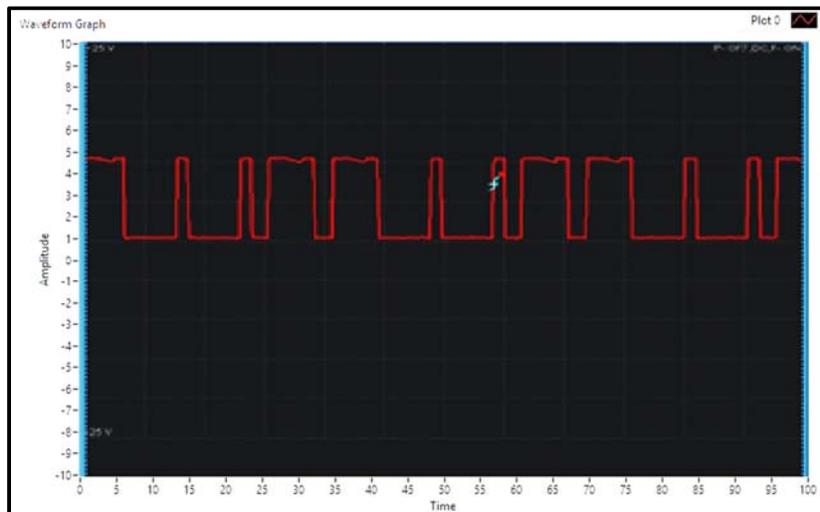


Figura 53. Curva de funcionamiento sensor CMP a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.5. Sensor ECT

4.1.5.1. Detalle de la señal de salida del Sensor ECT

La forma de onda que emite el sensor de temperatura del refrigerante del motor se relaciona con la variación de la temperatura y la resistencia, en los siguientes gráficos se detalla

4.1.5.2. Etapas de funcionamiento

En la tabla 7 se muestra los datos de la relación que existe entre el voltaje y resistencia, los cuales varían según la temperatura.

- A menor temperatura, mayor voltaje y menor resistencia.
- A mayor temperatura, menor voltaje y mayor resistencia.

Tabla 7: Etapas de funcionamiento Sensor ECT

TEMPERATURA	VOLTAJE	RESISTENCIA
18	4,35	2,85
27	4	1,9
33	3,77	1,5
38	3,48	1,26
43	2,78	1,08
48	3,14	0,91
51	2,98	0,8
63	1,99	0,56
70	1,73	0,43
77	1,63	0,35
83	1,31	0,3

Elaborado por: Julio Obregón

4.1.5.3. Curva de funcionamiento

En la figura N° 54 se muestra la variación del voltaje respecto a la temperatura del motor. Flujo que se puede visualizar en la curva característica.

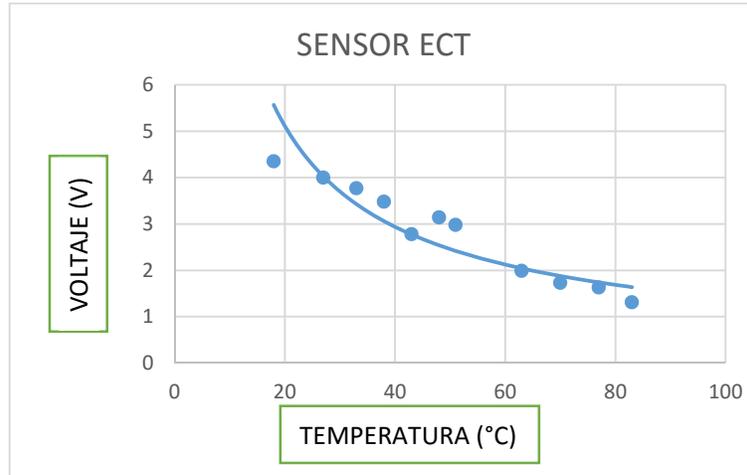


Figura 54. Curva de funcionamiento sensor ECT
Editado por: Julio Obregón

En la figura 55 se detalla la forma de onda que genera el sensor ECT a ralentí. La forma de onda que se visualiza es constante, debido a que la temperatura del motor no varía de manera considerable.

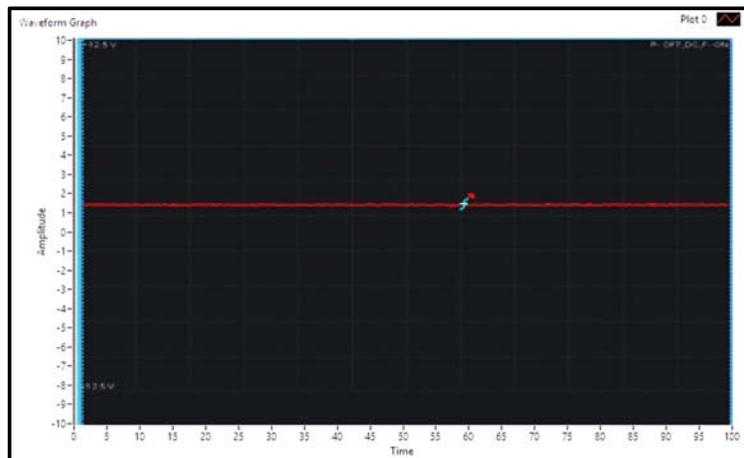


Figura 55. Curva de funcionamiento sensor ECT a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.6. Sensor O₂

4.1.6.1. Detalle de la señal de salida del Sensor O₂

La forma de onda que genera el sensor de oxígeno, relaciona la cantidad de oxígeno que se encuentra en el escape del vehículo

4.1.6.2. Etapas de funcionamiento

Por motivo a los diferentes parámetros que influyen a la cantidad de oxígeno que se percibe en los gases de escape, se observan variación de valores permanentes sobre el trabajo del sensor, los cuales varían entre 0 a 1 voltios, lo cual respectivamente indican una mezcla rica o una mezcla pobre.

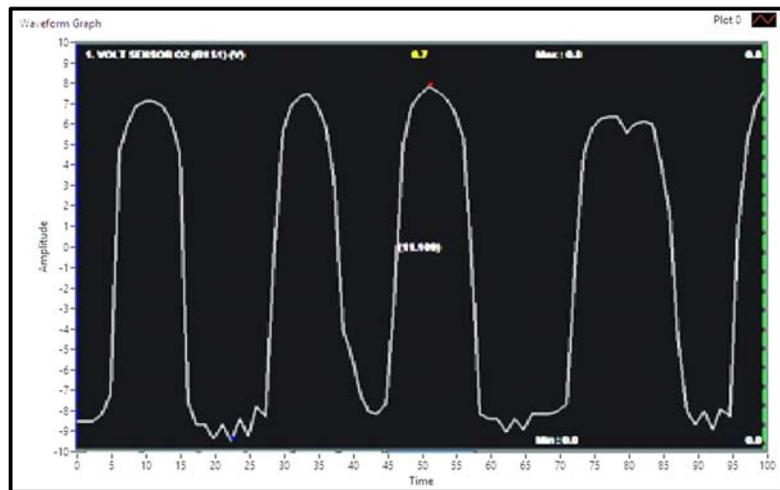


Figura 56. Curva de funcionamiento sensor O₂ a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.7. SENSOR KS

4.1.7.1. Detalle de la señal de salida del Sensor KS

La forma de onda que genera el sensor de detonación provee de información acerca de las condiciones de trabajo que está operando el motor,

específicamente de la cámara de combustión, indicando como resultado picos elevados de voltaje.

En la figura N° 57 se muestra la forma de onda característica del sensor KS a ralentí.

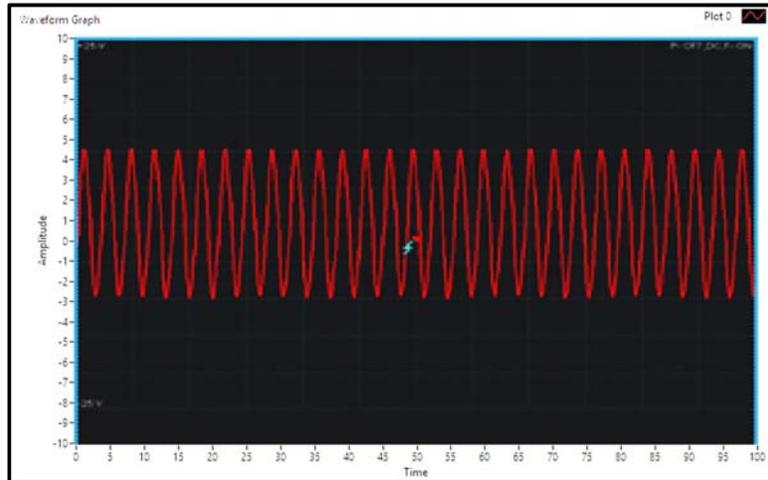


Figura 57. Curva de funcionamiento sensor KS a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.1.8. Sensor VSS

4.1.8.1. Detalle de la señal de salida del Sensor VSS

La forma de onda producida por el sensor de velocidad del vehículo, es una gráfica digital debido a que es un dispositivo generador de efecto Hall. En los siguientes gráficos se detallan parámetros de funcionamiento del sensor.

4.1.8.2. Etapas de funcionamiento

En la tabla 8 se indican los valores respecto a la variación de la velocidad con respecto a la frecuencia. En este esté sensor la proporcionalidad del giro será la misma que la frecuencia en la que varía en la caja de velocidades.

Tabla 8: Etapas de funcionamiento del sensor VSS

VELOCIDAD	FRECUENCIA
10	10
20	20
30	30
40	40
50	50
60	60
70	70
80	80
90	90
100	100
110	110
120	120

Elaborado por: Julio Obregón

4.1.83. Curva de funcionamiento

La figura N° 58 detalla esquemáticamente el aumento de la velocidad de acuerdo al régimen de giro.

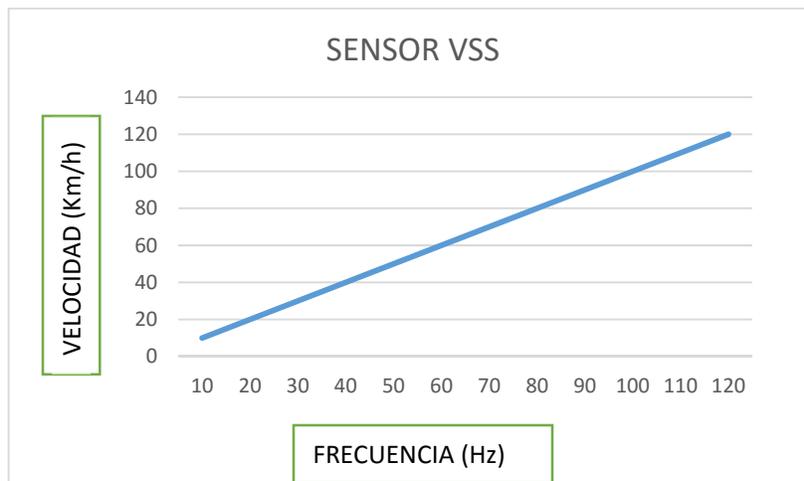


Figura 58. Curva de funcionamiento sensor VSS

Elaborado por: Julio Obregón

4.2. Análisis de wave forms en actuadores

4.2.1. Detalle de la señal del inyector

El inyector es un solenoide comandado por la unidad de control para ocasionar los pulsos necesarios para la excitación del inyector en la siguiente imagen se muestra las etapas de funcionamiento del inyector según su curva característica.

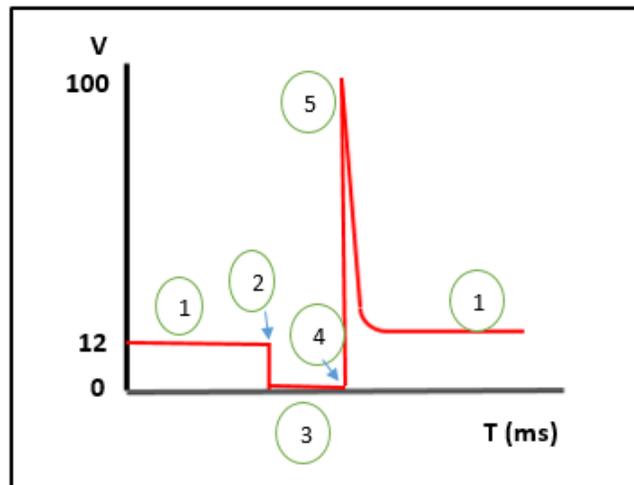


Figura 59. Curva de funcionamiento sensor VSS
Autor: Julio Obregón

- Etapa 1.- El inyector se encuentra cerrado en el polo negativo se tiene voltaje de la batería.
- Etapa 2.- Este es el momento de la apertura del inyector, la unidad de control activa el transistor conectando la tierra del solenoide dando paso al paso de corriente, de este modo se da la inyección de combustible.
- Etapa 3.- este corresponde al tiempo de apertura del inyector, por lo tanto en esta etapa la unidad de control conecta a masa el solenoide, por lo que durante este tiempo de apertura el terminal negativo se encuentra con un voltaje 0 V.
- Etapa 4.- Durante este cambio corresponde al momento de cierre del inyector, aquí la unidad de control desactiva el transistor cortando el flujo de corriente.

- Etapa 5.- En esta etapa al momento de desconectar el inyector se da un aumento de voltaje de sobre tensión debido a que se desaparece el campo magnético del interior del electro imán.

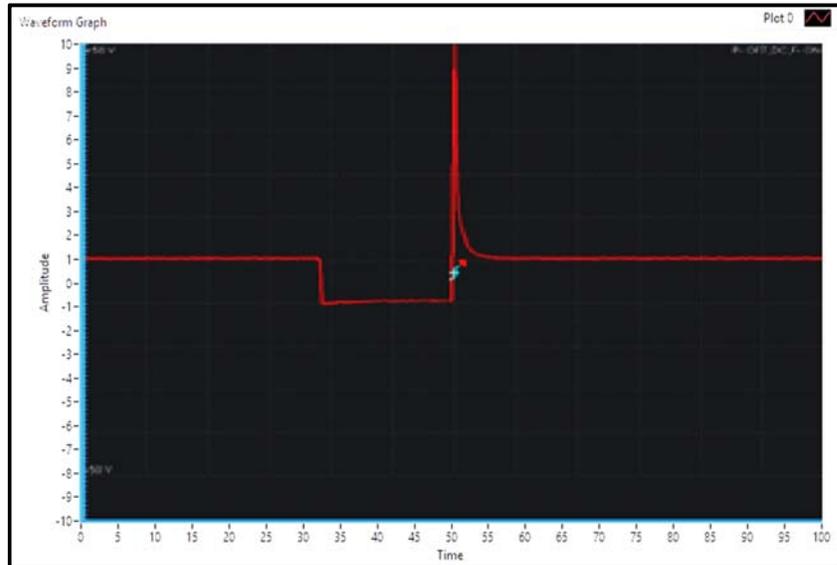


Figura 60. Curva de funcionamiento del inyector a 700 rpm
Autor: Julio Obregón

4.2.2. Detalle de la señal de la bobina

Las señales de las bobinas de encendido son comandado a través de la unidad de control para generar los chispazos de corrientes para el encendido, los mismos que tienen las siguientes características:

- Una tensión de 12V en el sector primario de la bobina de encendido
- El ángulo dwell es detallado por el rectángulo inferior y se ajusta por la unidad de control electrónica.
- El aumento de voltaje máximo es ocasionado por la desconexión de la bobina, posteriormente vuelve a la zona llamada de mantenimiento, en ese instante se genera la máxima carga a través del secundario ocasionando el salto de la chispa en la bujía. En la siguiente imagen se visualiza la forma de onda generada por la bobina.

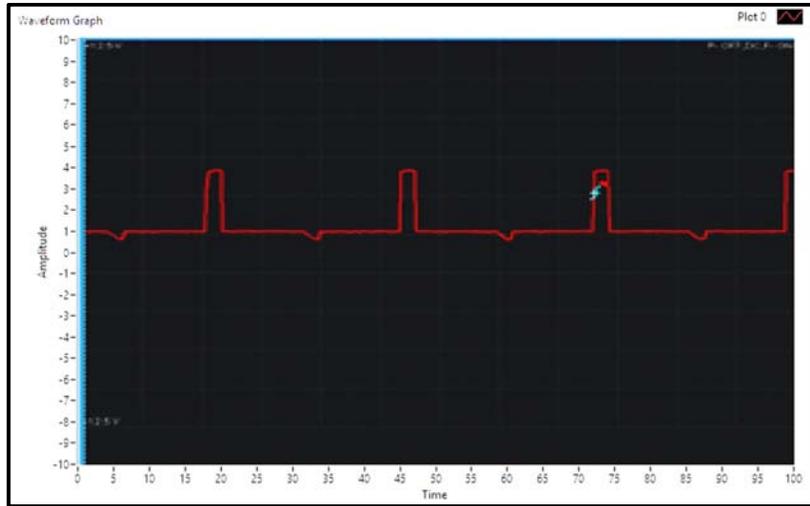


Figura 61. Curva de funcionamiento de la bobina
Editado por: Julio Obregón

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con el fin de mejorar conocimientos aprendidos durante toda la carrera universitaria se desarrolló este proyecto que tratan acerca de uno de los sistemas más importantes del sistema del vehículo.
- Los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica de todo vehículo actual es similar al del sistema de inyección del Chevrolet Sail debido a que usan el mismo modo de medición y accionamiento de sus elementos para el control. Los sensores usados en este proyecto sirven de sustento para el aprendizaje del funcionamiento para todo el sistema.
- El análisis de las curvas características de cada sensor y actuador del sistema de inyección aporta importante información para la lectura del funcionamiento de los mismos, ya que gráficamente se visualiza el estado de los elementos.
- Los valores leídos en cada sensor fueron debidamente analizados y varían proporcionalmente según la carga o las revoluciones del motor, datos que son relevantes para el aprendizaje de los mismos.
- Se instalaron conectores de fácil acceso en cada sensor para visualizar datos importantes para el aprendizaje en el uso de equipos de medición como: multímetro automotriz, osciloscopio y escáner.

5.2. Recomendaciones

- Para realizar una adecuada medición de estos elementos, será necesario del uso de elementos adecuados para su análisis, el uso indebido de los elementos de medición puede afectar a la unidad de control.
- Con el fin de cuidar los elementos del sistema, se recomienda que la manipulación del proyecto sea manipulada únicamente mediante la supervisión de un docente.
- Todos los sensores, actuadores y accesorios utilizados en este proyecto, son de procedencia original de la marca, por ende se recomienda usar un elemento de la misma procedencia en caso de deterioro por mala manipulación.
- Será necesario realizar un plan de mantenimiento del banco de pruebas, del cual se realice una limpieza y reajuste para que el sistema continúe trabajando de manera óptima.

BIBLIOGRAFÍA

Alamilla, E. (2008). *Encendido Electronicos Automotrices*.

Bosch, R. (2006). *Tecnicas del automovil*. Alemania.

Campos, A. V. (2014). *Libro practico de sistemas de encendido electrónico* .

Concepcion, M. (2014). *sensores automotrices y analisis de ondas*. New York.

Ecuador, U. I. (2015). *Lineas de investigacion*. Guayaquil.

Ecuador., G. N. (2015). *Plan Nacional del buen vivir*. Quito.

Gil, H. (2002). *Electronica en el automovil*. Barcelona: CEAC.

GM, M. d. (2012). *Chevrolet Sail*.

Gonzales, J. S. (2010). *Inyección Electrónica y Diagnóstico* .

M, O. (2011). *Tecnologia del Automovil*. Madrid: Paraninfo.

maps, G. (2016).

Martinez, H. G. (2012). *Manual del automovil*. Madrid: Cultural S.A.

Sahngai, G. M. (2012). *Curso tecnico Chevrolet Sail*. Shangai.

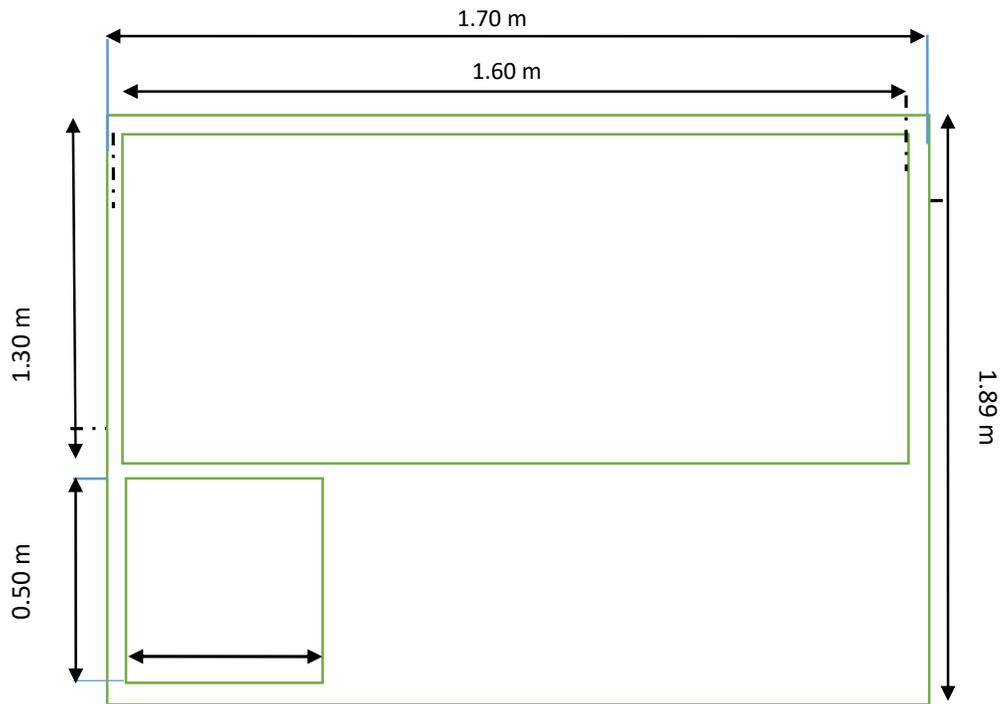
servicio, E. y. (2012). *Eletronica automotriz*. Mexico.

ANEXOS

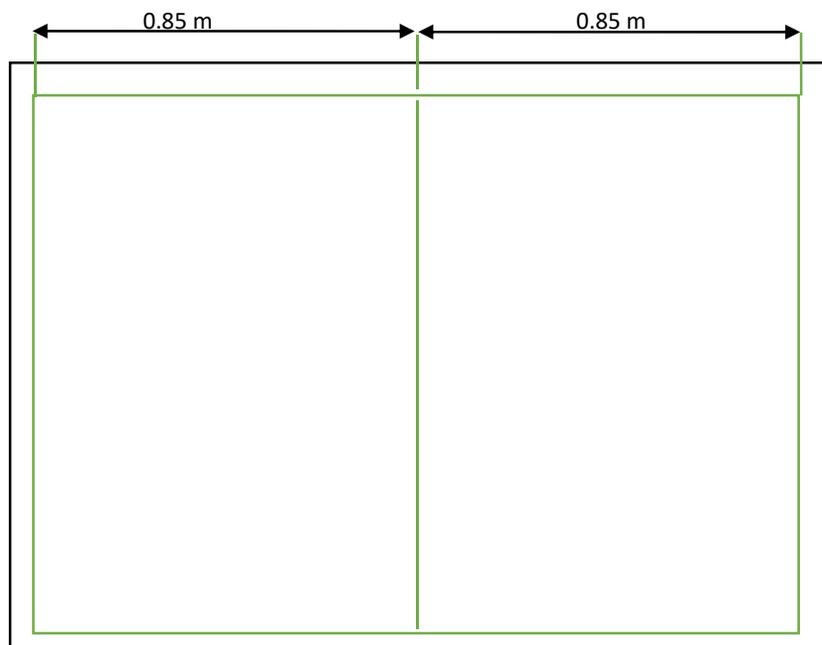
Anexo 1

PLANOS DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION

VISTA FRONTAL



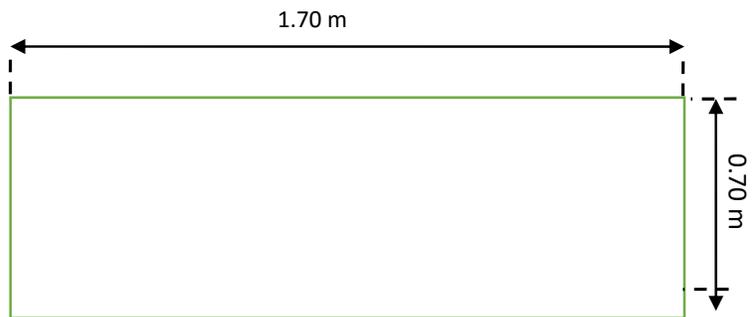
Vista Posterior



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



Anexo 2

DISEÑO DEL ESQUEMA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRONICA DEL VEHICULO CHEVROLET SAIL

