

Universidad Internacional Del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS Y
SIMULACIÓN DE FALLAS PARA EL SISTEMA DE
CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR 1.4L S-TEC III 16V
VEHÍCULO CHEVROLET SAIL**

Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Eduardo Andrés Castro Riofrío

Director: Ing. Darwin Chele Sancan

Guayaquil, enero 2020

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

Ing. Daniela Jerez

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado “**Construcción de un banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail**”, realizado por el estudiante: **Eduardo Andrés Castro Riofrío**, 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: **Eduardo Andrés Castro Riofrío**, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, enero 2020

Ing. Darwin Chele Sancan

Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Eduardo Andrés Castro Riofrío**

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: “**Construcción de un banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V 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, apoyado en la guía constante de mi docente.

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

Guayaquil, enero 2020

Eduardo Andrés Castro Riofrío

C.I. 0915752406

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Eduardo Andrés Castro Riofrío

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: “**Construcción de un banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, enero 2020

Eduardo Andrés Castro Riofrío

C.I. 0915752406

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primero a Dios, mis padres, hermanos, mi esposa y familia en general, a dos amigos en especial y a todas esas personas que me brindaron su ayuda de una u otra manera con sus consejos y demás palabras de aliento para la obtención de este logro tan importante en mi vida y a su vez sea uno más de los muchos que están por venir.

Como también dedico esto a mis maestros de la Universidad Internacional Del Ecuador que han tenido que soportarme por lo largo de estos años y en especial los que me dieron la pauta y guiaron para la realización este proyecto y quienes han contribuido en mi desarrollo educativo y profesional en la rama de la Ingeniería Automotriz.

Eduardo Andrés Castro Riofrío

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que hicieron posible y contribuyeron con sus conocimientos a la realización de esta investigación la cual es un proceso para poder acreditar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz.

Eduardo Andrés Castro Riofrío

RESUMEN GENERAL

La Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil contaba con un motor de un Chevrolet Sail 1.4L el cual necesitaba un soporte o base donde pudiera ser apreciado para que los estudiante pudieran conocer acerca de este motor, por lo cual se decidió realizar la “Construcción de un banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail”, para que los estudiantes puedan realizar prácticas de la simulación de fallas de su sistema de control.

En el primer Capítulo se describen las razones por las cuales se realizó la construcción de la estructura del banco. En el segundo capítulo se describen los componentes del sistema de control, sus sensores y actuadores, cuál es su función, descripción y ubicación. En el tercer capítulo se describe el diseño y construcción del banco de pruebas y simulador de fallas, materiales a utilizar, el proceso de ensamblaje. En el cuarto capítulo se describen las pruebas de funcionamiento de cada sensor y actuador.

Como información adicional, en los anexos se encuentran los planos de este banco, el análisis de tensión de cada componente de soporte del motor y banco en general.

PALABRAS CLAVE. Diseño, diagnóstico, banco de pruebas, simulación, control electrónico

ABSTRACT

The International University of Ecuador, Guayaquil campus, had a machine of a Chevrolet Sail 1.4L vehicle which needed a machine test bench in order to be used for students when learning about this engine, it was decided to make the “ Construction of an engine test bench and a failure simulator for the electronic control system of the 1.4L S-TEC III 16V Chevrolet Sail vehicle ”, so students can practice fault simulation of its control system.

The first chapter describes the reasons for the construction of the engine bench structure. The second chapter describes the components of the control system, its sensors and actuators, what is its function, description and location. The third chapter describes the design and construction of the test bench and fault simulator, materials to be used, the assembly process. The fourth chapter describes the functional tests of each sensor and actuator.

As additional information, in the annexes are the drawings of this bank and the analysis of tension of each component of the engine test bench in general.

KEYWORDS. Design, diagnosis, test bench, simulation, electronic control

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN GENERAL.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES	1
1.1 Definición del problema.	1
1.2 Ubicación del problema en su contexto.	1
1.3 Situación en conflicto.	2
1.4 Objetivos de la investigación	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.	3

1.5 Justificación de la investigación.	3
CAPÍTULO II.....	5
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1. Motor 1.4L S-TEC III 16V	5
2.2 Identificación del Motor.	7
2.3 Sistema de inyección.....	9
2.4 Unidad de control electrónico (ECM).....	11
2.5 Sensores.	11
2.5.1 Sensor de posición del cigüeñal - CKP.....	12
2.5.2 Sensor de posición del árbol de levas - CMP.	14
2.5.3 Sensor de posición del acelerador - PPS.....	16
2.5.4 Sensor de temperatura del refrigerante - ECT.	17
2.5.5 Sensor de temperatura de aire - IAT.	19
2.5.6 Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP.....	21
2.5.7 Sensor de oxígeno - O ₂	23
2.5.8 Sensor de golpe - KS.....	24
2.6 Actuadores	26

2.6.1 Control electrónico de la mariposa	26
2.6.2 Válvula de recirculación de gases de escape EGR	28
2.6.3 Bobinas de encendido	29
2.6.4 Inyectores	31
CAPÍTULO III.....	32
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS	32
3.1 Diseño del banco.....	32
3.2 Descripción del proceso de aplicación.....	34
3.3 Materiales para fabricación de estructuras.....	35
3.3.1 Plancha de acero.	36
3.3.2 Tubos rectangulares.	40
3.4 Análisis de estructura.....	42
3.5 Proceso de ensamble	44
3.5.1 Soporte.	44
3.5.2 Colocación de panel de pruebas.....	46
3.5.3 Montaje del motor.....	49
CAPÍTULO IV.....	52

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES Y ACTUADORES	52
4. Introducción	52
4.1 Pruebas del Sensor de posición del acelerador - PPS	52
4.2 Pruebas del Sensor de temperatura del refrigerante - ECT	54
4.3 Pruebas del Sensor de temperatura de aire - IAT	55
4.4 Pruebas del Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP	56
4.5 Pruebas del Sensor de posición del cigüeñal - CKP	57
4.6 Pruebas del Sensor de posición del árbol de levas - CMP	58
4.7 Pruebas del Sensor de golpe - KS	59
4.8 Pruebas del Sensor de oxígeno - O ₂	61
4.9 Pruebas de bobinas e inyectores.	63
4.10 Pruebas del Control Electrónico de la Mariposa - ETC	64
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Localización geográfica del taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la UIDE en Guayaquil.	1
<i>Figura 2.</i> Motor 1.4L S-TEC III0	5
<i>Figura 3.</i> Ubicación del número de identificación del motor.....	8
<i>Figura 4.</i> Etiqueta de identificación del motor	8
<i>Figura 5.</i> Sistema Multipunto Motronic	10
<i>Figura 6.</i> ECM Chevrolet Sail.....	11
<i>Figura 7.</i> Sensor CKP cigüeñal	12
<i>Figura 8.</i> Señal de revoluciones y posición con un captador y corona dentada.....	13
<i>Figura 9.</i> Conexión del sensor CKP	13
<i>Figura 10.</i> Sensor CMP	14
<i>Figura 11.</i> Conexión del sensor CMP	15
<i>Figura 12.</i> Pedal de aceleración.....	16
<i>Figura 13.</i> Conexión del sensor PPS	17
<i>Figura 14.</i> Sensor ECT	18
<i>Figura 15.</i> Conexión del sensor ECT	18
<i>Figura 16.</i> Sensor IAT	19
<i>Figura 17.</i> Conexión del sensor IAT	20
<i>Figura 18</i> Sensor MAP.....	21
<i>Figura 19.</i> Conexión del sensor MAP	22
<i>Figura 20.</i> Sensor O ₂	23
<i>Figura 21.</i> Conexión del sensor O ₂	24
<i>Figura 22.</i> Sensor de golpe.....	24
<i>Figura 23.</i> Conexión del sensor KS.....	25

<i>Figura 24.</i> Componentes del control eléctrico de la mariposa	27
<i>Figura 25.</i> Conexión del ETC	27
<i>Figura 26.</i> Válvula EGR.....	28
<i>Figura 27.</i> Conexión del EGR	29
<i>Figura 28.</i> Conexión de bobinas de encendido	30
<i>Figura 29.</i> Componentes del inyector	31
<i>Figura 30.</i> Conexión de los inyectores	31
<i>Figura 31.</i> Esquema de la estructura del banco de pruebas.....	32
<i>Figura 32.</i> Vista frontal del banco de pruebas.....	32
<i>Figura 33</i> Vista posterior del banco de pruebas	33
<i>Figura 34.</i> Vista superior del banco de pruebas	33
<i>Figura 35.</i> Panel de Instrumentos.....	35
<i>Figura 36.</i> Módulo de elasticidad.....	39
<i>Figura 37.</i> Dimensiones del tubo negro rectangular	41
<i>Figura 38.</i> Especificaciones generales ASTM	41
<i>Figura 39</i> Piezas de soporte del motor	43
<i>Figura 40</i> Ubicación de piezas de soporte del motor	44
<i>Figura 41</i> Medidas de piezas de soporte del motor	44
<i>Figura 42.</i> Corte de soportes verticales	45
<i>Figura 43.</i> Estructura de contorno y soportes verticales	45
<i>Figura 44.</i> Fijación de las bases a la estructura	46
<i>Figura 45.</i> Ubicación de las bases del motor en la estructura principal	46
<i>Figura 46.</i> Base y soporte del panel de instrumento	47
<i>Figura 47.</i> Panel de instrumentos de simulador de fallas	47
<i>Figura 48.</i> Conexiones del panel de instrumentos.....	48

<i>Figura 49.</i> Conexiones del panel de instrumentos.....	48
<i>Figura 50.</i> Presentación del motor en la base de la estructura	49
<i>Figura 51.</i> Colocación del radiador	49
<i>Figura 52.</i> Colocación del tanque de combustible	50
<i>Figura 53.</i> Colocación del motor e la estructura	51
<i>Figura 54.</i> Puntos de pruebas en el sensor de pedal	52
<i>Figura 55.</i> Conexión del osciloscopio a la señal del Pedal	53
<i>Figura 56.</i> Mediciones de señal del Pedal	53
<i>Figura 57.</i> Puntos de pruebas en el sensor ECT	54
<i>Figura 58.</i> Mediciones de señal del ECT	54
<i>Figura 59.</i> Puntos de pruebas en el sensor IAT.....	55
<i>Figura 60.</i> Mediciones de señal del IAT	55
<i>Figura 61.</i> Puntos de pruebas en el sensor MAP.....	56
<i>Figura 62.</i> Mediciones de señal del MAP	56
<i>Figura 63.</i> Puntos de pruebas en el sensor CKP.....	57
<i>Figura 64.</i> Conexión del osciloscopio para la señal del CKP	57
<i>Figura 65.</i> Mediciones de señal del CKP	58
<i>Figura 66.</i> Puntos de pruebas en el sensor CMP.....	58
<i>Figura 67.</i> Conexión del osciloscopio para la señal del CMP.....	59
<i>Figura 68.</i> Mediciones de señal del CMP	59
<i>Figura 69.</i> Puntos de pruebas en el sensor KS	60
<i>Figura 70.</i> Conexión del osciloscopio para la señal del KNOCK.....	60
<i>Figura 71.</i> Curva de la señal del KNOCK.....	61
<i>Figura 72.</i> Puntos de pruebas en los sensores de oxígeno.....	61
<i>Figura 73.</i> Conexión del osciloscopio para la señal del O ₂	62

<i>Figura 74.</i> Mediciones de señal los sensores de oxígeno.....	62
<i>Figura 75.</i> Control de bobinas e inyectores.....	63
<i>Figura 76.</i> Puntos de falla de los inyectores.....	63
<i>Figura 77.</i> Puntos de falla de las bobinas	64
<i>Figura 78.</i> Puntos de falla del ETC	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Identificación del código VIN</i>	6
Tabla 2. <i>Especificaciones técnicas motor 1.4L S-TEC III</i>	7
Tabla 3. <i>Tabla de etiqueta de identificación del motor</i>	9
Tabla 4. <i>Materiales de la estructura del banco de pruebas</i>	36
Tabla 5. <i>Designación de los metales ASTM</i>	37

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Definición del problema.

El problema se centra en la necesidad de construir y diseñar un banco de pruebas para un motor de combustión interna con el fin de que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, realizando las distintas pruebas en el banco simulador de fallas para poder interpretar y analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes por lo tanto se ha presentado el tema “Construcción de un banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail”. En este banco de pruebas se complementa el conocimiento obtenido por los estudiantes en el campo automotriz, ya que cuenta con un motor convencional el cual dispone de sensores y actuadores.

Las comprobaciones son un sustento del proceso de formación que tienen los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

1.2 Ubicación del problema en su contexto.

El trabajo se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

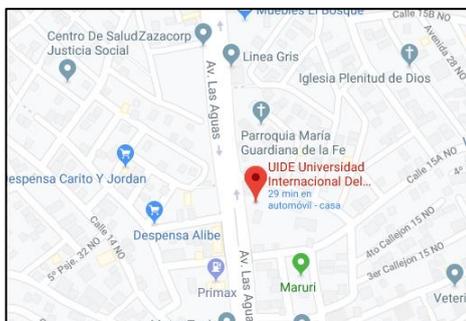


Figura 1. Localización geográfica del taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la UIDE en Guayaquil.

Fuente. (Google Maps)

1.3 Situación en conflicto.

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a manuales de taller y demás documentación, en donde se trate acerca del motor modelo 1.4L S-TEC III 16V, modelo que utiliza este sistema y se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El diseño y la selección de la forma de la estructura se basa en el peso y vibraciones procedente del motor 1.4L S-TEC III 16V.
- Seleccionar soportes del motor que reduzcan las vibraciones del mismo al máximo.
- Se analizará si las uniones de la estructura deben ser con pernos o soldadura.
- Se calcularán las cargas que soportara la estructura por el peso del motor.

Las múltiples posibilidades de utilización de este banco de pruebas requieren del desarrollo de algunas actividades que empiezan con un diseño conceptual, que permitan acceder a medir los sensores y actuadores del motor 1.4L S-TEC III 16V del Chevrolet Sail.

Esta justificación permite trabajar el proyecto con respecto a la selección de componentes y sus dimensiones para acoplar los accesorios externos y otros subsistemas del motor del Chevrolet Sail. Este procedimiento debe indicar las unidades e implementos que se utilizaron para el proceso de uniones de los elementos de la estructura como son pernos, bridas, tubos y soldadura para planificar mejor el proceso a seguir para la construcción del banco de pruebas.

Posterior al análisis del diseño, se realizaron unos bocetos y después dibujar en un software denominado Autodesk Inventor la bancada o estructura acompañado de los planos correspondientes para poder realizar los cálculos estructurales con la finalidad de mostrar la influencia de la vibración y el peso del motor sobre el tipo de estructura propuesta en el diseño inicial. Una vez terminado los cálculos de diseño, se elaboró el diseño del sistema de adquisición de datos, el cual comprende de la distribución espacial y la interconexión de

elementos al motor a la estructura del banco de pruebas por medio de soportes para el panel de instrumentos, el radiador, el depósito de combustible y las bases de soporte del motor.

1.4 Objetivos de la investigación

Construir un banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail, para permitir la capacitación y mejora de habilidades técnicas en la simulación de fallas que tiene lugar dentro de las inmediaciones del taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.4.1. Objetivo general.

Construir un banco de pruebas y simulador de fallas para un motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail que estará disponible en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Diseñar y construir la estructura del banco de pruebas del motor 1.4L S-TEC III 16V.
- Realizar un análisis de esfuerzo de la estructura en programas de diseño estructurales.
- Realizar las conexiones y comprobaciones de los componentes del sistema de control electrónico del motor.

1.5 Justificación de la investigación.

La necesidad se basa en investigar y simular fallas en los diferentes componentes electrónicos del motor para lo cual se usarán equipos de medición y diagnóstico en los cuales se obtendrán diferentes parámetros y lecturas obtenidas en este banco simulador de fallas. Sus conexiones de prueba reflejan valores en base a lo establecido por el fabricante para el rendimiento de este motor.

El proceso metodológico o mejor llamado procesos de reparación, es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se visualiza, ya que es la ayuda de todo proyecto, necesario para informarse sobre los datos obtenidos durante las pruebas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Motor 1.4L S-TEC III 16V

El Chevrolet Sail no es más que un Opel Corsa B comercializado bajo la marca Buick es un vehículo sedan ensamblado en Ecuador por ómnibus BB en el 2013, desde el año 2010 se han venido fabricando este modelo en Shanghai General Motors Yantai Plant. Es un automóvil sedan de cinco plazas con motor delantero y carrocería auto portante, también posee tracción delantera.



Figura 2. Motor 1.4L S-TEC III0
Fuente. Eduardo Castro

El motor del vehículo Chevrolet Sail, es un motor de gasolina de 4 cilindros en línea de 1.4 litros y es uno de los motores más económicos en su clase, según con la referencia de ser un motor dinámico. Y posee las siguientes características según el código VIN:

LSGSA62SM3AY

Tabla 1. *Identificación del código VIN*

Posición	Definición	Carácter	Descripción
	Identificación de		Shanghai General Motors Corporation Limited
01 - 03	fabricante mundial	LSG	
			Carro de pasajeros SGM 7120MT, 7120AMT, 7121MT, 7121AMT, SGM 7142MT,
04 - 05	Marca y modelo	SA	7142AMT, SGM7143MT, SGM7143AMT
			Carro de pasajeros de cuatro puertas y tres
		5	compartimentos
6			Carro de pasajeros de cuatro puertas y dos
	Tipo de modelo	6	compartimentos
			Cinturón de seguridad manual y bolsa de aire
			del asiento delantero del conductor y del
7	Sistema de restricción	2	pasajero
			Cinturón de seguridad manual y bolsa de aire
		8	delantera del conductor
8	Tipo de motor	S	1.2 L, L4 (4 cilindros en línea), MFI, DOHC
		M	1.4 L, L4 (4 cilindros en línea), MFI, DOHC
9	Verifique el número	0-9 o X	Verifique carácter de ubicación
10	Año modelo	A	2010
			Shanghai General Motors Corporation Limited
11	Planta de ensamble	Y	Base de manufactura Yantai
12 - 17	Número manufactura	-	-

Fuente. Manual Chevrolet Sail 2013

En la tabla 2 se muestra las especificaciones técnicas del motor 1.4L S-TEC III:

Tabla 2. Especificaciones técnicas motor 1.4L S-TEC III

Referencia	Especificación
Diseño	4 cilindros en línea
Potencia	109 HP
Orden de encendido	1-3-4-2
Aceite	3.75 l API SM SAE 5W30
Relación de compresión	10.8:1
Bujía	NGK BKR6E11 1-1.1 mm
Peso del motor	260.8 kg 575 lb
Modelo	Sail
Serie de motor	S TEC III
Cilindraje	1400 cc
Distribución	DOHC
Numero de válvulas	16
Año	2012
Numero de motor	LCU120410633
Tipo de ignición	DIS
Tiempo de encendido	8° BTDC

Fuente. Chevrolet 2010 New Sail New Technical Training Learner's Manual

2.2 Identificación del Motor.

Es el número de identificación del motor para conocer en qué año y donde se fabricó, para poderlo diferenciar de una serie de motores similares que se fabricaron y ubicar sus partes o componentes y solicitar las garantías en caso de fallos por fabricación o mal ensamblaje de los componentes.

En la Figura 3, se puede observar el código del motor el cual está ubicado en la parte inferior junto al filtro de combustible.



Figura 3. Ubicación del número de identificación del motor
Fuente. Eduardo Castro

La descripción de este código se encuentra en la tabla 3.

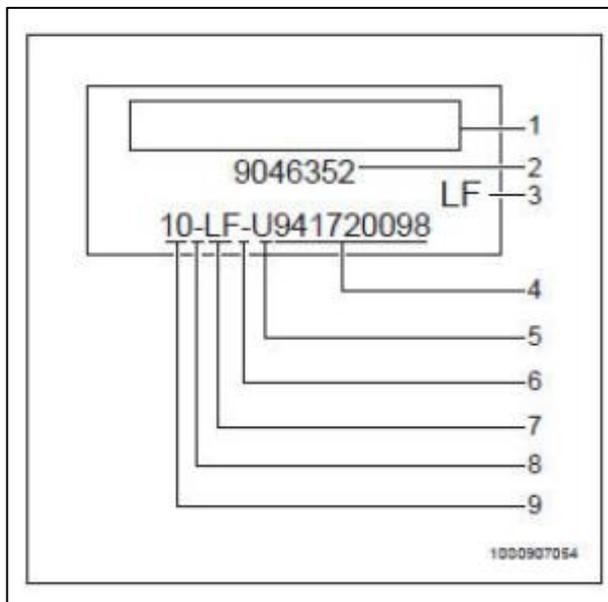


Figura 4. Etiqueta de identificación del motor
Fuente. Chevrolet 2010 New Sail New Technical Training Learner's Manual

Tabla 3. *Tabla de etiqueta de identificación del motor*

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2	Número de ensamblaje
3	Código del motor LF 1.4L LCU
4	Número de serie de 9 dígitos
5	Código de fabricante motor. Código U
6	Signo separativo
7	Código del motor LF 1.4L LCU
8	Signo separativo
9	Número de identificación de la parte

Fuente. Chevrolet 2010 New Sail New Technical Training Learner's Manual

2.3 Sistema de inyección.

La evolución automotriz ha permitido que cada día el consumo sea menor y la potencia de los motores mayor pero aun así la contaminación ambiental es alta por la cantidad de vehículos en ciudades con poca área verde y el tráfico que provoca la acumulación de estos gases en las zonas céntricas.

La característica de los automóviles con inyección electrónica es permitir que el motor solo reciba el volumen de combustible que el necesita, por lo tanto los sistemas de inyección electrónica colaboran con:

- Menos contaminación.
- Mayor economía.
- Mejor rendimiento del motor relación kilometro por galón.
- Arranques más rápidos.
- Mejor aprovechamiento del combustible.

Los sistemas de inyección electrónica han evolucionado y por lo tanto han mostrado diferentes etapas de suministrar combustible a la cámara de combustión ya sea de manera directa o indirecta, para ahorrar combustible y poder tener un torque y potencia mucho mayor de lo normal. Para este motor 1.4L S-TEC III que es un sistema multipunto nos basaremos en detallar su funcionamiento.

El Sistema Motronic trae incorporado en la unidad de comando también el sistema de encendido. Posee sonda lambda en el sistema de inyección que está instalada en el tubo de escape. El sistema es digital y posee memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero.

El control del momento del encendido se lo hace por medio de un sensor de revoluciones instalado en el volante del motor, también existe una válvula de ventilación del tanque también conocida como cánister que sirve para aprovechar los vapores del combustible que son altamente nocivos y se contribuye a la reducción de la contaminación. (Bosch, 2008)

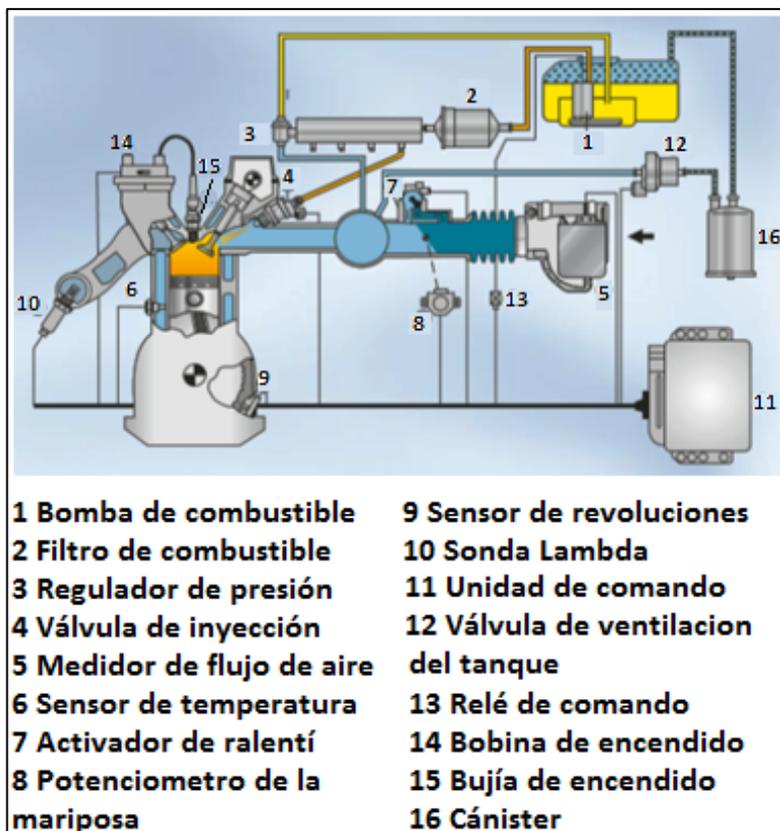


Figura 5. Sistema Multipunto Motronic

Fuente. Bosch 2008 Sistema de Inyección Electrónica

2.4 Unidad de control electrónico (ECM)

Las unidades de control ajustan todas las funciones del motor entre sí y garantizan un consumo y unas emisiones más bajas, así como un rendimiento de conducción dinámico. Los sistemas electrónicos son los responsables del control de la mezcla, la inyección de gasolina y la ignición, por ejemplo, así como de los sistemas start-stop y la regulación de los turbocargadores.

Durante el funcionamiento, la unidad de control realiza un seguimiento constante y diagnostica todos los complementos que afectan a la seguridad del sistema y a las emisiones. Esto hace que la gestión del motor sea el centro neurálgico de una gran variedad de componentes individuales interrelacionados. La unidad de control del motor los acopla a la perfección y garantiza una conducción óptima. (Robert Bosch, 2019)



Figura 6. ECM Chevrolet Sail
Fuente. Eduardo Castro

2.5 Sensores.

Las señales monitoreadas por la ECM continuamente revisan las señales de operación del vehículo por medio de sensores acerca de muchas variables o factores que permitan al coprocesador matemático de la ECM hacer ajustes en los actuadores electrónicos y eléctricos

del automóvil que mejoren las condiciones mecánicas del motor y otros componentes de la transmisión.

Los sensores suelen ser analógicos y convierten la temperatura, presión, velocidad, voltaje en señales eléctricas digitales y analógicas. La ubicación de los sensores y actuadores también es determinante para poder captar mejor la señal y no sea alterada por factores externos como calor o humedad y también por campos electromagnéticos generados por fugas de corriente en bobinas o cables de alta tensión. (Sanchez, Sistemas auxiliares del motor, 2009)

2.5.1 Sensor de posición del cigüeñal - CKP.

Es un sensor que se basa en la inducción, este detecta una superficie metálica aproximada a su extremo o superficie de captación. Para este caso detecta los giros o revoluciones de la rueda dentada de la parte inferior del motor. Según la figura 6 estos sensores se emplean para medir las revoluciones del motor y detectar la posición del cigüeñal, es de tecnología de efecto hall, hay una rueda dentada ferromagnética con una marca de referencia, para la unidad de mando enviar informaciones al sistema de encendido.



Figura 7. Sensor CKP cigüeñal
Fuente. Catalogo Bosch 2016/2017

El Sensor CKP, como se mencionó capta el giro o revolución del motor. Ya que censa el movimiento de la rueda dentada que va acoplada al cigüeñal. El sensor envía una señal a la ECU de tu vehículo y le indica a tiempo real y constante la posición de los cilindros. De manera que, el sistema de encendido active la chispa según el cilindro que este en su parte superior.

Este ciclo se repite de forma constante y ordenada, ya que es un sincronismo mecánico regido por varios componentes tanto electrónicos como mecánicos. (Sanchez, Sistemas auxiliares del motor, 2009)

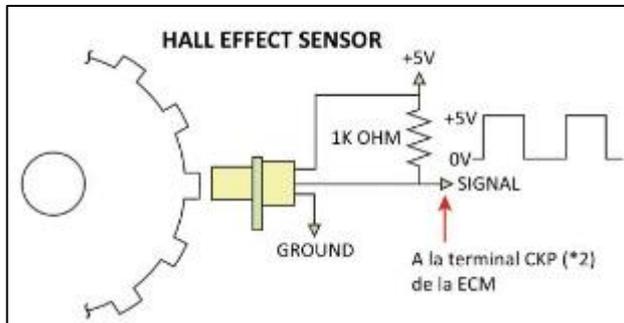


Figura 8. Señal de revoluciones y posición con un captador y corona dentada
Fuente. Sánchez, Enrique. Sistemas Auxiliares del Motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009. p.133

El circuito de conexión del sensor CKP se encuentra en la Figura 9 donde se puede observar los pines de conexión entre el sensor y la ECM, tiene tres cables, referencia a 5v, tierra y la señal del sensor

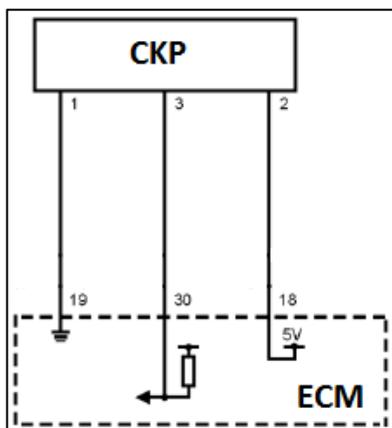


Figura 9. Conexión del sensor CKP
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

La protección de este sensor permite que soporte condiciones adversas ya que su ubicación los hace proclive a acumular suciedad, soportar temperatura y humedad. Sin embargo, no por ello en un componente infalible, puede sufrir fallas. Y los síntomas que se notaran en el vehículo pueden ser los siguientes: (Emprento C.A., 2020)

- El motor no enciende, o lo hace luego de muchos intentos.

- Pérdida de velocidad o potencia repentina.
- Se enciende el check engine

2.5.2 Sensor de posición del árbol de levas - CMP.

Camshaft Position Sensor que traducido significa, sensor de posición del árbol de levas, es un componente automotriz de precisión. Gracias a este se puede ubicar el recorrido del pistón uno en el cilindro. Su función es paralela o coincide con el Sensor CKP o de cigüeñal. Logrando así, sincronizar los tiempos de chispa e inyección. (Emprento C.A., 2020)



Figura 10. Sensor CMP
Fuente. Catalogo Bosch 2016/2017

En uno de los extremos del árbol de levas esta un engranaje. El sensor, ubicado muy cerca de este, lee cada ranura o diente. Esta señal a modo de voltaje actúa en conjunto con la del sensor del cigüeñal. Así que, esta señal combinada logra que la computadora del motor precise el momento exacto para la chispa de cada bujía. Además de regular el caudal de inyección para para cada cilindro en el arranque.

Esta sincronización genera una secuencia que inicia el ciclo de combustión del motor. Y debe ser en cada bujía y en cada cilindro, ya que los pistones estarán en diferentes posiciones en su recorrido. El voltaje que envía este sensor está regulado por varios factores. Entre ellos, la velocidad de giro o revoluciones, la distancia del sensor al punto y a su vez el campo magnético generado por la proximidad.

El circuito de conexión del sensor CMP se encuentra en la figura 11 donde se puede observar los pines de conexión entre el sensor y la ECM, tiene tres cables, referencia a 5v, tierra y la señal del sensor.

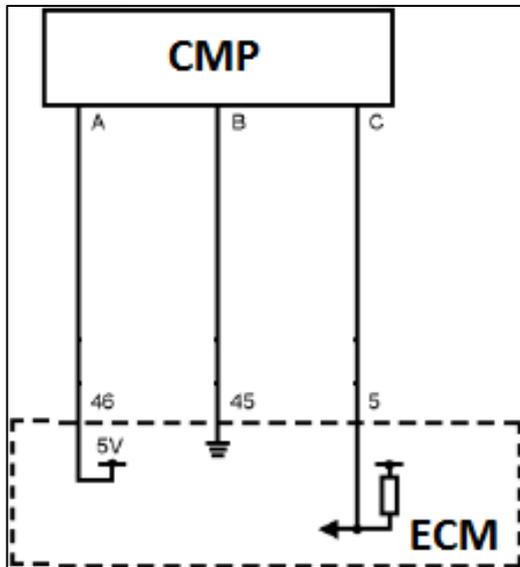


Figura 11. Conexión del sensor CMP
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Un sensor puede ser de alta, media o baja criticidad en el motor de un vehículo. En este caso, como trabaja en conjunto con el sensor del cigüeñal, y en determinado momento puede suplantar su función, se puede decir que es de criticidad media.

Sin embargo, eso no quiere decir que no afectará el desempeño. Debido a que, permitirá el arranque y desplazamiento, pero la potencia disminuirá. Las causas más habituales de estas fallas se deben a desperfectos en el cableado. O bien, algún problema en el conector sea que este flojo o sulfatado. Cuando la ECM detecta un fallo de sensor, enseguida hará visible una señal en el tablero de check engine. (Emprento C.A.)

Otros síntomas de que la función del CMP no es óptima son los siguientes:

- Arranque con dificultad, errático con jalones.
- ECU con señal “modo de emergencia activado”.
- El motor se apaga y no vuelve a encender.

2.5.3 Sensor de posición del acelerador - PPS

El sensor de pedal acelerador envía una señal de referencia hacia el módulo de aceleración para el movimiento del motor de dicho modulo, su principio de funcionamiento es de resistencia variable, el cual cambia con respecto a la presión del pedal.



Figura 12. Pedal de aceleración
Fuente. Eduardo Castro

El sistema del control del acelerador electrónico se basa en un sensor ubicado en el pedal que capta la posición del mismo y la comunica al ECM, este ordena a un actuador que modifique la apertura de la mariposa de admisión, cuya posición es detectada a su vez por un sensor de posición. El sensor resistivo tiene un funcionamiento electrónico muy sencillo, (un divisor de tensión o un potenciómetro) donde un voltaje es aplicado al terminal, el movimiento del pedal se traduce en el movimiento del cursor, el terminal está conectado a masa, así, midiendo la salida del sensor (V_{out}) y conociendo su resistencia, se puede obtener la posición del pedal. (De Castro, 2008)

El circuito de conexión del sensor PPS se encuentra en la figura 13 donde se puede observar los 6 pines de conexión entre el sensor y la ECM. Este sensor internamente está conformado por dos potenciómetros los cuales son inversamente proporcionales, es decir,

mientras uno aumenta el otro disminuye su señal de voltaje, cada potenciómetro se alimenta con 5v, tierra y la señal.

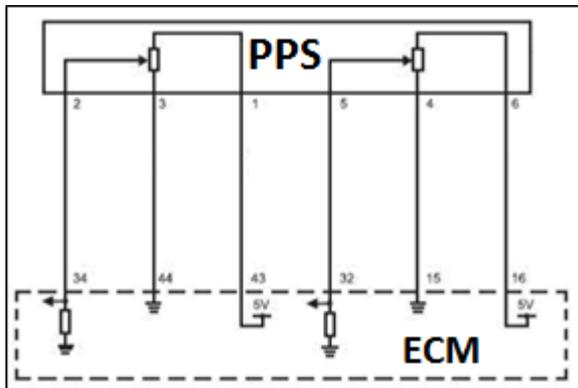


Figura 13. Conexión del sensor PPS
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

En caso de una avería del sensor del pedal del acelerador, pueden aparecer algunos de los siguientes síntomas:

- El motor sólo muestra un aumento del ralentí
- El vehículo no reacciona a los movimientos del pedal acelerador
- El vehículo pasa al "funcionamiento de emergencia"
- Se enciende el testigo luminoso de control del motor

Una avería puede deberse a una de las siguientes causas:

- Conexiones o cables dañados en el sensor del pedal acelerador
- Falta de alimentación de corriente y de masa
- Electrónica de evaluación defectuosa en el sensor

2.5.4 Sensor de temperatura del refrigerante - ECT.

El ECT, tiene como función primordial calcular la temperatura que presenta el refrigerante del motor. Luego, envía esta información a la computadora y esta se encarga de controlar y normalizar el sistema de inyección. Así como, modificar la composición del aire/combustible. Para encontrar la ubicación del sensor ECT debes dirigirte en la profundidad o parte baja del motor. Allí, lo encontrarás enroscado, bien sea en el compuesto de la toma

interna o en el cabezal de cilindro. Así que, este siempre estará cerca de la zona de paso del refrigerante para tener contacto continuo con el fluido.

Los sensores de temperatura son termistores o resistencias electrónicas que varían su valor óhmico con la temperatura, generalmente son del tipo NTC (Termistor de Coeficiente Negativo) es decir la respuesta del sensor es inversamente proporcional a la variación de temperatura que es información enviada a la ECM como una imagen eléctrica de la temperatura que están censando. El sensor de temperatura según la figura 13, controla la temperatura del refrigerante y transfieren los datos para el sistema de gestión del motor (Bosch, 2008)



Figura 14. Sensor ECT
Fuente. Catalogo Bosch 2008

El circuito de conexión del sensor ECT se encuentra en la figura 15 donde se puede observar los 2 pines de conexión entre el sensor y la ECM. Este sensor se alimenta con 5v la cual, a través de una resistencia, da la señal del sensor como un divisor de voltaje con referencia a tierra.

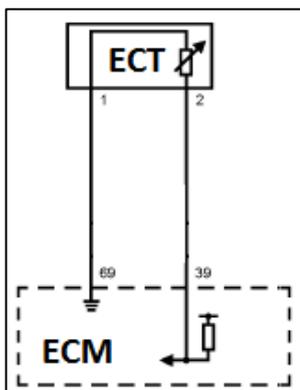


Figura 15. Conexión del sensor ECT
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Las fallas más comunes de estos sensores son:

- Al intentar encender el vehículo en frío se presentan problemas.
- Ralentí o mínima vacilante.
- Aunque la temperatura del motor sea optima, surgen dificultades al arrancar.
- Mayor consumo del combustible.
- Inconvenientes al activar los ventiladores eléctricos de refrigeración.

2.5.5 Sensor de temperatura de aire - IAT.

El sensor de temperatura de aire de admisión es muy importante para garantizar el arranque suave del motor y que la relación combustible – aire sea proporcional y se mantenga en los niveles apropiados cuando el motor esta frio. Generalmente se usa para retrasar la liberación de la válvula de recirculación de gases de escape y disminuye el tiempo de calentamiento del motor. El Sensor IAT se encuentra enroscado en el conjunto posterior del filtro de aire. (Padilla, 2012)



Figura 16. Sensor IAT
Fuente. Eduardo Castro

El Sensor IAT verifica la temperatura del aire entrante al motor, envía la señal correspondiente a la computadora para que ajuste la composición y tiempo de pulso de inyección. La estrategia para establecer el arranque del motor en frío es la comparación efectuada por la ECM, entre las señales de los sensores IAT y ECT.

Básicamente, los sensores de temperatura cumplen las mismas operaciones de la siguiente forma:

- Señal de voltaje del IAT al control del sistema de propulsión (PCM).
- Disminuye la tensión al calentarse la temperatura del sensor.
- Baja de la resistencia al caer la temperatura.
- La señal de tensión cae al cambiar la resistencia.

El circuito de conexión del sensor IAT se encuentra en la figura 17 donde se puede observar los 2 pines de conexión entre el sensor y la ECM. Este sensor se alimenta con 5v la cual, a través de una resistencia, da la señal del sensor como un divisor de voltaje con referencia a tierra.

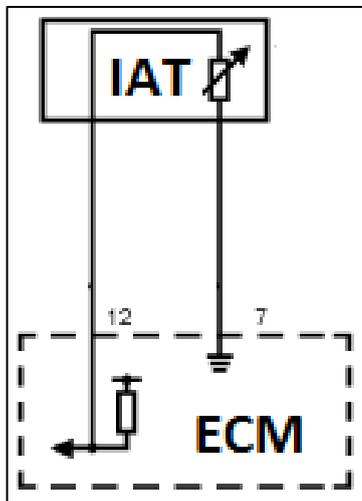


Figura 17. Conexión del sensor IAT
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas de falla del sensor son los siguientes:

- Encendido lento con el motor en frío.
- Encendido del check engine.
- Pérdida de potencia.
- Alto consumo de combustible.
- Mayor emisión de contaminantes (CO).
- Aceleración elevada.
- Poco control del tiempo de encendido por la computadora.

2.5.6 Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP.

El Sensor MAP es un componente de los vehículos, que se encargan de cuantificar el flujo de aire que pasa al motor. Esta tarea es necesaria para calcular la cantidad de combustible que requiere el motor para su correcta ignición. En milésimas de segundo, el sensor de presión absoluta del múltiple envía una señal a la unidad de control electrónica. De esta manera, se determina el tiempo de encendido o la inyección de gasolina.

El sensor de presión absoluta del múltiple de aire lo hace en el tubo de aspiración. Este sensor se encuentra en el cuerpo de admisión para que la unidad de mando pueda realizar el ajuste necesario de combustible y en el sistema de encendido.



Figura 18 Sensor MAP
Fuente. Catalogo Bosch 2016/2017

Lo que hace el Sensor MAP, es comparar la presión de la atmósfera con el múltiple de admisión del motor. Entonces, genera una señal de cuanto voltaje existe y la envía a la computadora interna del vehículo. Por su parte, la computadora analiza otros parámetros internos y decide si hay que inyectar más combustible. Cuando el vehículo está en marcha mínima, o con baja presión de aire, la centralita envía menos combustible. En caso contrario, se inyecta más combustible al motor para un óptimo rendimiento. Esta acción es posible gracias al sensor de Presión Absoluta del Múltiple. (Sanchez, 2009)

El circuito de conexión del sensor MAP se encuentra en la figura 19 donde se puede observar los 3 pines de conexión entre el sensor y la ECM. Este sensor se alimenta con 5v, la señal del sensor y la tierra.

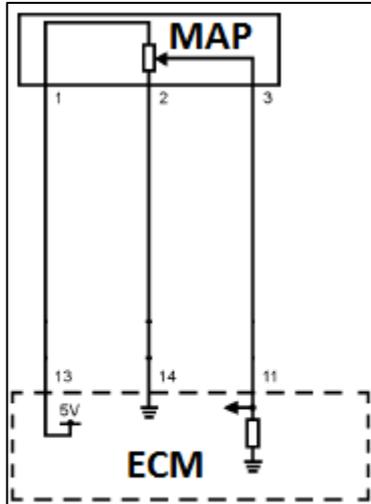


Figura 19. Conexión del sensor MAP
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas de fallos del sensor MAP son:

- Falla en el encendido y detonación excesiva.
- Pérdida de potencia
- Mayor consumo de combustible
- Humo negro
- El motor puede detenerse
- Enciende la luz Check Engine

2.5.7 Sensor de oxígeno - O₂.

Es un componente electrónico de sensado. Recibe también, el nombre de sonda lambda. Es un elemento rígido, ya que su forma es la de un pequeño y corto cilindro fabricado con un elemento llamado Circonio y revestido en cerámica para que pueda soportar la temperatura. Este sensor tiene una pequeña carcasa metálica como protección y varias líneas de perforaciones para que los gases de combustión entren por ellos.



Figura 20. Sensor O₂
Fuente. Eduardo Castro

La función del sensor de oxígeno es determinar si la mezcla carburante es correcta o si existe mayor cantidad de oxígeno en la mezcla de oxígeno – combustible. Este sensor se encuentra ubicado en la salida del escape para medir la cantidad de oxígeno en el humo que se libera por el escape. La reacción química que se produce es convertida en voltaje la cual es monitoreada por la ECM, si existe un exceso de oxígeno en los gases hace que la ECM aumente el tiempo de inyección, su objetivo es lograr la relación estequiometría 14,7 partes de aire por cada parte de combustible. (Sensormotriz.com, 2019)

El circuito de conexión del sensor O₂ se encuentra en la figura 21 donde se puede observar que estos sensores tienen un calentador que se alimenta a los 12v los 3 pines de conexión entre el sensor y la ECM. Este sensor se alimenta con 5v, la señal del sensor y la tierra.

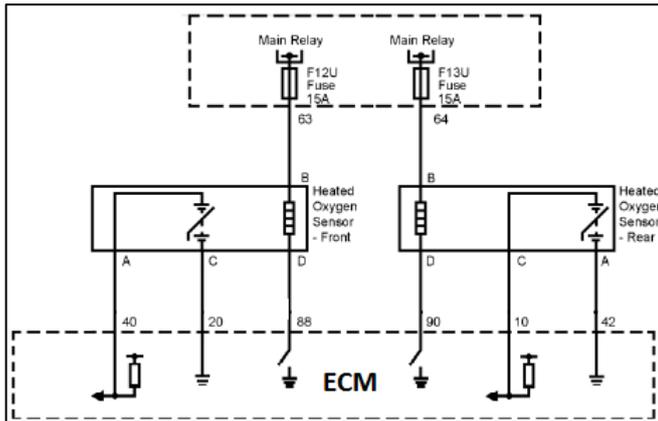


Figura 21. Conexión del sensor O₂
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas de fallos del sensor O₂ son:

- Aumenta el consumo de combustible.
- Mayor emisión de gases de escape.
- Problemas con la potencia, al arrancar.

2.5.8 Sensor de golpe - KS.

El sensor de golpe o Knock sensor, capta las explosiones en la cámara de detonación, su trabajo es monitorear las vibraciones del motor para ajustar los tiempos de encendido y así evitar daños en el motor. Este sensor se ubica en el block del motor entre en segundo y tercer cilindro.



Figura 22. Sensor de golpe
Fuente. Eduardo Castro

El KS funciona para proporcionar un trabajo eficiente del motor, lo que trae economía en el consumo de combustible. El encendido automotriz es más rápido y potente. Cuando el

sensor de detonación identifica una vibración anormal, lo que indica que el auto está acelerado, entonces retrasa el tiempo o grados de activación de chispa en la bujía.

En realidad, el funcionamiento del Sensor Knock es a manera de sincronizador automotriz. Todo se debe a que el Sensor KS mantiene la detonación en un rango de frecuencia ajustado para el buen funcionamiento del motor. Dentro del Knock sensor existe un elemento eléctrico que produce tensión al detectarse vibración o presión indebida del encendido. Así, regulariza la frecuencia vibratoria a los niveles apropiados.

El funcionamiento correcto del sensor de golpe ayuda a obtener la potencia necesaria, presión máxima en la cámara para eficiente ahorro de combustible. Esto da como resultado que tensión de la chispa encienda la mezcla de aire y combustible pocos segundos antes del punto muerto superior (PMS), es decir, la posición del pistón que otorga el menor volumen en la cámara de combustión. (Emprento C.A., 2020)

El circuito de conexión del sensor KS se encuentra en la figura 23 donde se puede observar que estos sensores tienen un calentador que se alimenta a los 12v los 3 pines de conexión entre el sensor y la ECM. Este sensor se alimenta con 5v, la señal del sensor y la tierra.

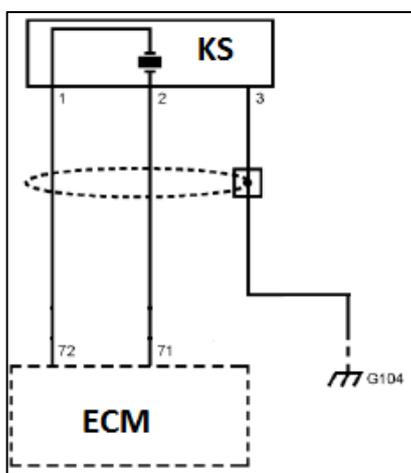


Figura 23. Conexión del sensor KS
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas del fallo de este sensor son:

- Pérdida de la potencia.
- Explosiones aceleradas.
- Golpeteo en el motor, lo que ocasiona daños mecánicos
- Marcha inestable en mínimo.
- Mayor consumo de combustible.
- Encendido de la luz check engine.

2.6 Actuadores

Los actuadores constituyen la interfaz entre el procesamiento de la señal (procesamiento de la información) y el proceso (mecánico). Transforman las señales que aportan la información de ajuste, de baja potencia, en señales potentes correspondientes a la energía necesaria para intervenir en el proceso. Los convertidores de señales combinados con elementos amplificadores se apoyan en los principios de transformación física entre distintas formas de energía (eléctrica – mecánica – hidráulica – térmica). (Robert Bosch , 2005)

2.6.1 Control electrónico de la mariposa

El control electrónico de la mariposa (ETC) es el descendiente digital del antiguo control del acelerador, que usaba un enlace mecánico entre el pedal y el acelerador. En el cuerpo del acelerador electrónico, el accionamiento por cable desaparece y se reemplaza con sensores redundantes. En el caso del ETC, la unidad de control del motor lo controla de acuerdo con las señales del pedal del acelerador. Ahora, la válvula del cuerpo del acelerador es completamente automática, y solo es controlada por un pequeño motor dentro del cuerpo del acelerador. (Spectrapremium, 2020)



Figura 24. Componentes del control eléctrico de la mariposa
Fuente. Spectrapremium.com

Los sensores de posición del acelerador que se encuentran sobre la unidad adyacente a los engranajes de control transmiten la posición de la válvula de mariposa a la unidad de control del motor en tiempo real. Esta nueva modalidad permite una consistencia fluida en el funcionamiento en todas las condiciones de carretera (temperatura, altitud, carga del vehículo, etc.). El control electrónico también facilita la integración de características especiales tales como modo crucero, tracción y control de estabilidad. Esta versión electrónica permite una mejor proporción aire-combustible y más control de las emisiones.

El circuito de conexión del ETC se encuentra en la figura 25 donde se puede observar la conexión de los motores para el movimiento de la válvula de mariposa, la alimentación de los potenciómetros de posición de la mariposa y sus señales las cuales son proporcionalmente opuestas.

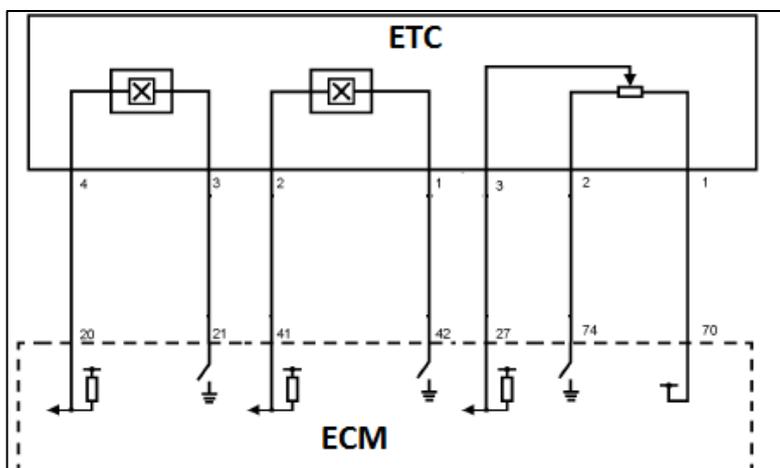


Figura 25. Conexión del ETC
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas comunes de falla del control electrónica de la mariposa son:

- Ralentí inestable
- Respuesta poco confiable al pedal del acelerador
- El motor se para
- Aceleración lenta o irregular

2.6.2 Válvula de recirculación de gases de escape EGR

La función de la válvula EGR o recirculación de gases de escape, es recircular parte de los gases que salen por el escape hacia la admisión, es decir, dichos gases de la combustión ingresan a nuevamente a los cilindros para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). Esta válvula conecta el colector de admisión y el de escape, la apertura de la válvula depende de la temperatura, gases y otros parámetros. La reducción de los gases es el descenso de la temperatura en la cámara de combustión al recircular los gases de escape hacia ella.



Figura 26. Válvula EGR
Fuente. Spectrapremium.com

Es un proceso o ciclo continuo en donde el sensor verifica la posición de la válvula EGR y remite señales a la ECU para que esta determine el funcionamiento en base a la temperatura, velocidad y carga de los gases y del motor. El proceso se da varias veces por segundo. Los cambios que se dan en la apertura de la válvula EGR, generan una resistencia eléctrica que el sensor registra. Esta señal de voltaje irá en aumento mientras la válvula vaya abriendo. Lo que indica que tendrá mayor resistencia a medida que cierra.

En el aspecto mecánico el sensor está posicionado sobre la válvula, y el sensor tiene un eje. Este eje va siendo presionado por la válvula en la medida que esta se abre. De esta manera, el flujo de recirculación de gases es controlado por la ECM. (Emprento C.A, 2020)

El circuito de conexión del EGR se encuentra en la figura 27 donde se puede observar la conexión del motor para el movimiento de la válvula de mariposa, la alimentación del potenciómetro de posición de la mariposa y su señal.

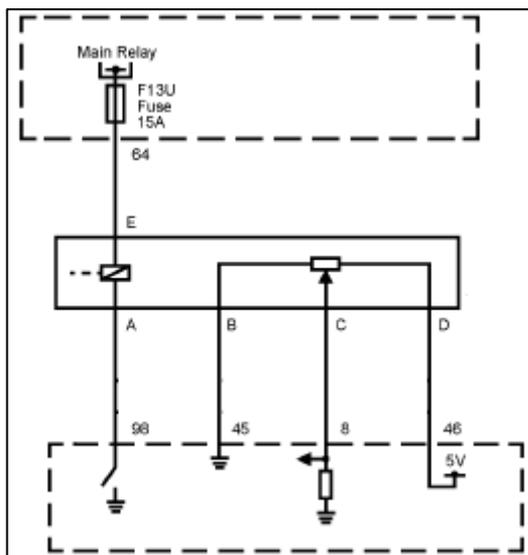


Figura 27. Conexión del EGR
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas comunes de falla de la válvula EGR son:

- Humo negro intenso por el escape.
- Jalones al arrancar.
- Recalentamiento del convertidor catalítico.
- Ralentí inestable.

2.6.3 Bobinas de encendido

Una bobina de encendido envía energía eléctrica hacia las bujías, el nivel de voltaje de las bobinas es alta aproximadamente 40000 voltios DC, la bujía, a través de la bobina, genera

una chispa que, con la mezcla de combustible, genera la explosión dentro de la cámara. Este motor utiliza una bobina tipo lápiz: una bobina por bujía. Se conecta directamente sobre la bujía. Estas tienen un diodo en la bobina secundaria el cual sirve para direccionar la corriente hacia las bujías e impedir que corrientes parasitas ingresen a la bobina secundaria. (Crouse, 2008) (De Castro, 2008)

El circuito de conexión de las bobinas se encuentra en la figura 28 donde se puede observar la conexión de la bobina primaria a 12v y a referencia está controlada por la ECM.

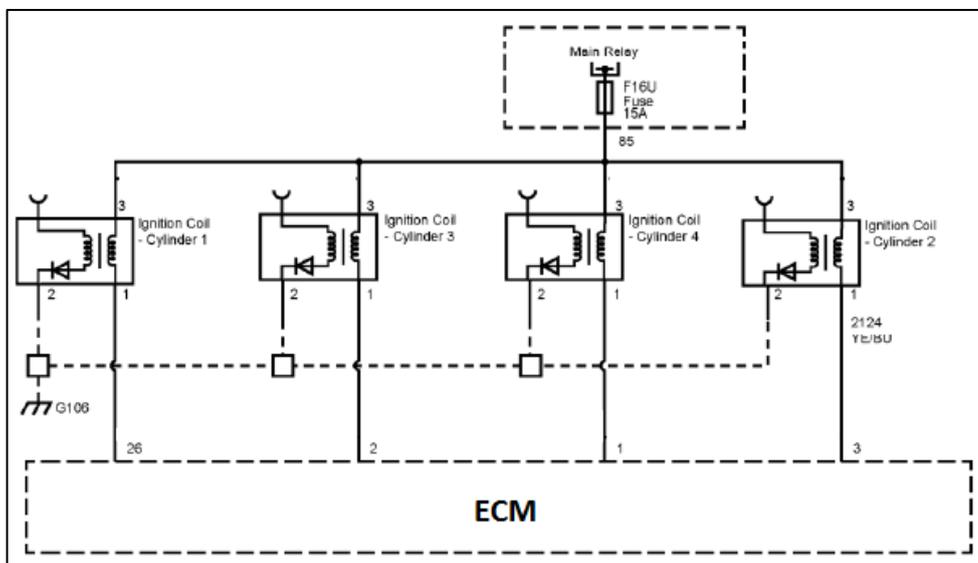


Figura 28. Conexión de bobinas de encendido
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

Los síntomas de fallas de las bobinas de encendido son:

- El motor no arranca
- El vehículo presenta fallos en el encendido
- Mala aceleración o pérdida de potencia
- La unidad de control del motor cambia a funcionamiento de emergencia
- Se enciende la luz de control de motor
- Se registra un código de avería.

2.6.4 Inyectores

Un inyector de gasolina es una válvula operada por un solenoide controlado por la ECM para liberar una cantidad controlada de combustible presurizado hacia el interior del motor. En la mayoría de los casos, la ECM controla cada inyector por masa, es decir, el inyector de gasolina recibe constantemente positivo (alimentación) y es la ECU quien aporta ese «gatillo negativo» para poner el inyector en «ON» en el momento y durante el intervalo requerido. Cuando la centralita envía el negativo al inyector, el voltaje del circuito baja (teóricamente a 0V) y el combustible es inyectado. Cuando la ECM deja de enviar masa el inyector se cierra y el voltaje del circuito alcanza un pico momentáneo (Figura 29). (PETROLHEADGARAGE, 2018)

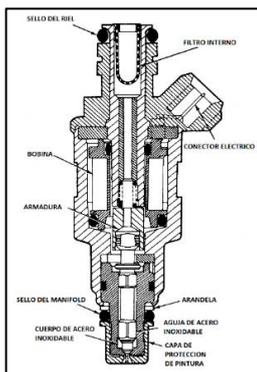


Figura 29. Componentes del inyector
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

El circuito de conexión de las bobinas se encuentra en la figura 30 donde se puede observar la conexión de los inyectores y a referencia está controlada por la ECM.

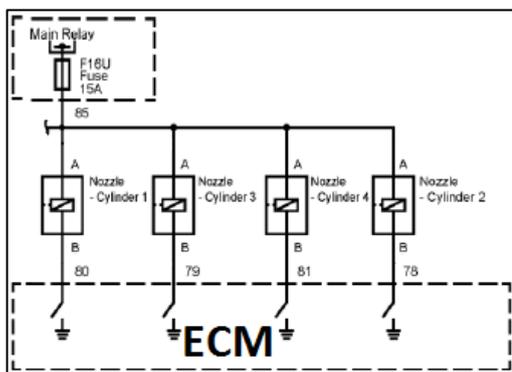


Figura 30. Conexión de los inyectores
Fuente. Manual de servicio de Sail SGM

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS

3.1 Diseño del banco

El bosquejo en AutoCAD se basa en las dimensiones del material de la estructura en este caso el tubo cuadrado, además de las dimensiones del motor y sus accesorios y como principal consideración la seguridad que debe brindar a los usuarios y operarios del mismo para poder realizar cualquier tipo de comprobación sin perjuicio de daño (Figura 31).

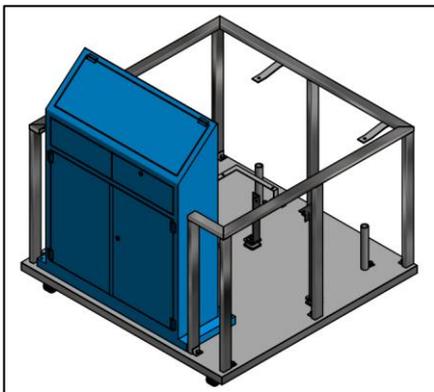


Figura 31. Esquema de la estructura del banco de pruebas
Fuente. Eduardo Castro

En la figura 32, podemos visualizar la vista de la parte frontal del banco con sus dimensiones el cual tiene un cajón y un par de puertas para acceder al pedal de aceleración y ECM.

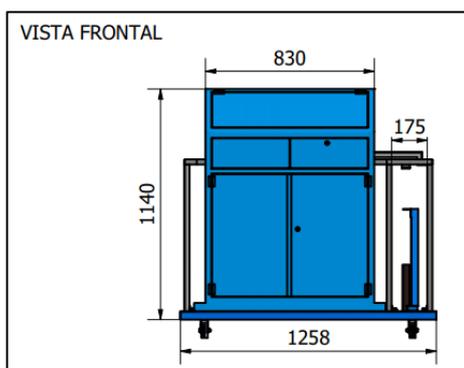


Figura 32. Vista frontal del banco de pruebas
Fuente. Eduardo Castro

En la figura 33 se puede apreciar la parte posterior de la maqueta, que una vez montado el motor, sería la parte frontal del mismo.

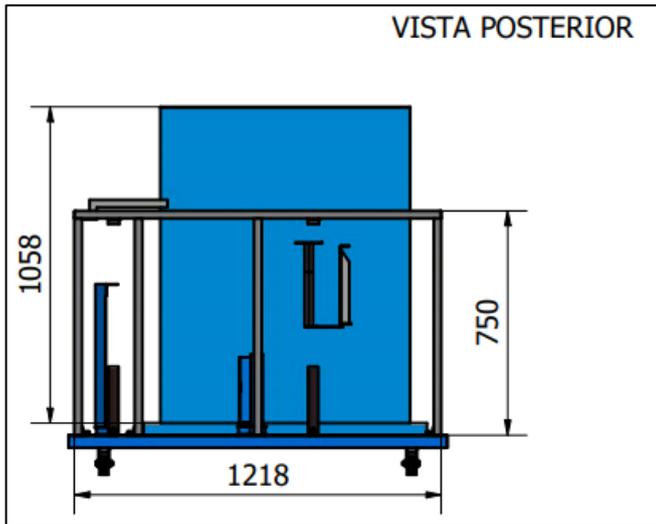


Figura 33 Vista posterior del banco de pruebas
Fuente. Eduardo Castro

Para las dimensiones de este banco se tomó en cuenta las dimensiones y peso del motor el cual se detallan en la tabla 2, también se considera el espacio para el tanque de combustible y el sistema de escape.

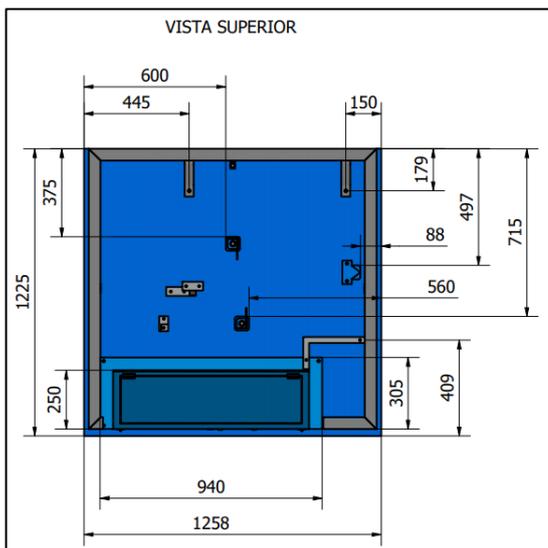


Figura 34. Vista superior del banco de pruebas
Fuente. Eduardo Castro

3.2 Descripción del proceso de aplicación.

El banco de pruebas del motor 1.4L S – TEC III del Chevrolet Sail está construido siguiendo las normas de seguridad de los talleres de la UIDE para evitar o minimizar cualquier deterioro o daño en su estructura. Adicional la estructura debe disponer de un espacio para tener accesibilidad a sus componentes o sistemas tales como el sistema de inyección de combustible, el sistema de refrigeración del cual se podrá realizar evaluaciones y pruebas con el procedimiento adecuado de desmontaje y montaje de sus piezas.

La simulación de fallas se puede comprobar por medio de los botones de encendido y apagado de cada uno de estos sistemas para evaluar que le sucede al motor con la activación o apagado de cada uno de estos sensores. Por ejemplo al apagar el sensor del CKP el motor automáticamente se apagará por que la ECU no puede determinar en qué carrera se encuentra el pistón número uno por lo tanto este pierde chispa y se apagará. Caso contrario ocurre con los sensores de oxígeno cualquiera de ellos se puede desactivar y el motor seguirá funcionando lo único que ocurrirá es que la entrega de la mezcla cambiara de normal o pobre o mezcla rica para compensar ese desfase en la lectura de los gases de escape.

La aplicación que se desarrolló en este proyecto es comprobar cada uno de los puntos de los sensores para determinar el estado de las señales que se vayan a medir en cada uno de estos puntos de conexión.

Como se puede apreciar en la figura 35 el panel del tablero contiene lo necesario para estar informado del comportamiento del motor como son sus revoluciones, horas de servicio del motor, voltaje de entrega del alternador, presión de aceite del motor, switch de encendido y apagado de las señales de los sensores para poder simular una falla.



Figura 35. Panel de Instrumentos
Fuente. Eduardo Castro

Los conectores sirven para acceder a la señal de los sensores y poder comprobar su funcionamiento, además en la parte inferior están unos switches de encendido y apagado de cada sensor para simular la falla que ocurre en cada uno de ellos.

3.3 Materiales para fabricación de estructuras.

Los materiales utilizados para la fabricación del banco de pruebas del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail fueron escogidos de tal manera que en base a los cálculos puedan soportar el peso y permitan fácil movilidad al mismo dentro y fuera del taller, por efectos de prueba de análisis de gases y este deba ser trasladado a un área específica para estas pruebas.

Su estructura debe disponer de dureza y firmeza para los demás accesorios externos que va a tener como tal. En la tabla 4 se detallará los materiales utilizados para la construcción del banco de pruebas bajo la calidad ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) del que están fabricados los tubos estructurales de este banco de pruebas.

Tabla 4. *Materiales de la estructura del banco de pruebas*

MATERIALES DEL BANCO DE PRUEBAS			
CANTIDAD	MATERIALES	MEDIDA	OBSERVACIONES
4	Garruchas giratorias	2'	Soportan 80Kg. Serie 26 Polimero POE para carga pesada, pisos abrasivos
3	Tubos rectangulares	20 x 40 mm	Tienen 6 m de longitud se van a utilizar para dar la forma a un banco de pruebas.
1	Tubo cuadrado	½"	Tiene 3 m de longitud, es usado para el casillero
2	Discos de corte	4 ½" x 1/16"	Marca Norton. Servirá para dar cortes más rectos a los tubos.
1	Disco de pulir	4 ½" x ¼"	Marca Norton. Servirá para aliviar los rebordes y cordones de soldadura para mejorar la estética
1	Funda electrodos 6011	AGA1/8"	Sirven para realizar la fusión de los tubos rectangulares y las bases de las garruchas.
1	Plancha de acero	1225x1258mm	Base de estructura

Fuente. Eduardo Castro

3.3.1 Plancha de acero.

Los materiales que se usan para el diseño y fabricación de estructuras ya sean para el campo automotriz y construcción que tienen que soportar vibraciones, esfuerzos, presión o cargas mecánicas.

Los aceros deben cumplir con ciertas características, propiedades y ductilidad los cuales son reconocidos por las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) esta sociedad reconoce 14 tipos de aceros que cumplen las normas para poder ser usados en estructuras:

- ASTM A36/A36M, Acero Estructural de Carbono.
- ASTM A242/A242M, Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación.
- ASTM A283/A283M, Placas de Acero de Carbono de Resistencia a la Tensión Baja e Intermedia.

En la tabla 5 podemos encontrar las propiedades del material más idóneo para diseñar y manufacturar una mesa de estructura la cual debe soportar todo el peso y movilización del mismo.

Tabla 5. Designación de los metales ASTM.

Designación del ASTM.	Producto	Fy (min) kg/cm ²	Fu (min/max) kg/cm ²	% elongación en 5.08 cm (min)	Fu/Fy (min)
A36/A36M-94	Placas y Barras	2530	4076/5622	23	1.61
A242-A242M-93	Placas y Barras t ≤ 0.75 plg (19.05m)	3514	4919	21	1.40

Fuente. docplayer.es/12152788-Propiedades-del-acero-usado-en-laminado-en-frio.html

ASTM A242-A242M-93

Esta especificación cubre perfiles, placas y barras de acero de alta resistencia y baja aleación para construcción remachada, atornillada y soldada a ser usados principalmente en miembros estructurales cuando el ahorro en peso y la durabilidad adicional son importantes.

La resistencia a la corrosión atmosférica de este tipo de acero en la mayoría de los ambientes es substancialmente mejor que el acero al carbono con o sin adición de cobre.

ASTM A36/A36M-94

Esta especificación cubre perfiles, placas y barras de acero de carbono de calidad estructural para construcción remachada, atornillada o soldada de puentes y edificios y para aplicaciones estructurales generales. Cuando el acero vaya a ser soldado, se presupone que será usado un procedimiento de soldado consistente con el tipo de grado de acero y el uso planeado de la estructura. (Gallego, 2016)

Las principales propiedades más relevantes del acero son:

- El Esfuerzo de Fluencia
- La Resistencia a la Tensión o Resistencia
- Las Características de la Curva de Esfuerzo-Deformación
- El Módulo de Elasticidad
- La Ductilidad
- La Facilidad para pegarse por Soldadura
- La Tenacidad
- La Facilidad de Formado
- La Durabilidad

Se detallará a continuación cada una de las propiedades mencionadas.

Esfuerzo de fluencia.

Es el indicador del esfuerzo máximo que un material puede desarrollar sin tener deformación plástica. La resistencia de los perfiles laminados en frío depende del esfuerzo de fluencia. Las curvas de esfuerzo se clasifican en dos tipos: la primera son curvas de fluencia pronunciada y el tipo dos son curvas de fluencia gradual.

Las curvas de esfuerzo en aceros laminados en caliente son de tipo uno y las curvas de los aceros laminados en frío son tipo dos. El valor del tipo uno se las obtiene del esfuerzo correspondiente donde la curva quiebra y la curva adquiere su forma plana horizontal. En el tipo dos no adquiere este quiebre pero se presenta una curva suave de transición a la parte plana horizontal, por lo que el esfuerzo su valor no puede obtenerse directamente. Para estos casos el esfuerzo de fluencia se lo obtiene por medio del método de compensación o el método de deformación unitaria bajo carga. (Cházaro & Alvarez, 2016)

Módulo de Elasticidad y Modulo Tangente.

La resistencia de los materiales o elementos que fallan por la inestabilidad estos no solo dependen del esfuerzo de fluencia, sino que también influye el valor del módulo de elasticidad E o del módulo tangente, etc; cuando es el caso de pandeo elástico e inelástico. El módulo elástico en la gráfica es la parte inicial de la pendiente de la curva de esfuerzo-deformación. Los valores usados en E para aceros son de $2,038 \times 10^6$ a $2,108 \times 10^6$ kg/cm². (Gallego, 2016)

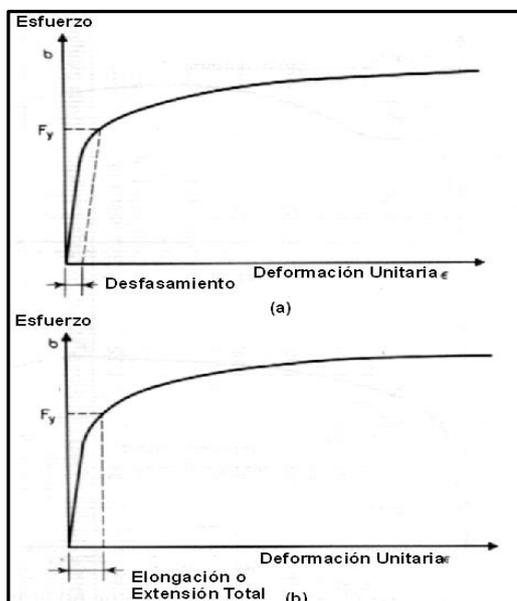


Figura 36. Módulo de elasticidad

Fuente. docplayer.es/12152788-Propiedades-del-acero-usado-en-laminado-en-frio.html

Ductilidad.

La ductilidad es la propiedad de los materiales que bajo la acción de deformaciones o fuerzas no se fracturan. Esta propiedad es importante para los procesos de laminado en frío ya que facilita la redistribución inelástica de esfuerzos en juntas y conexiones donde se producen grandes concentraciones de esfuerzos. La ductilidad de los aceros se la establece por medio de pruebas de tensión, flexión o de muesca.

La ductilidad local se la define como la elongación de la zona de eventual fractura y la ductilidad Uniforme es la capacidad de prueba de tensión y desarrollar grandes elongaciones en toda su longitud antes de desarrollar el cuello de fractura (Gallego, 2016).

Facilidad para soldarse.

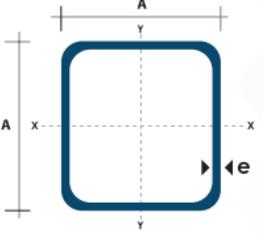
Los aceros fáciles de soldarse son aquellos que pueden ser soldados sin ninguna dificultad libre de grietas. Depende también de su composición química y varía con el proceso de soldadura usado. Los procesos de soldado estructural usados comúnmente para soldados en frío es la soldadura: (Gallego, 2016)

- SMAW (soldadura de arco de electrodos recubiertos)
- SAW (soldadura de arcos de electrodo sumergido)
- GMAW (soldadura de arco de gas metálico)
- FCAW (soldadura de arco con flujo recubierto)

Todas estas especificaciones de los procesos de soldadura están dadas por la AWS (Sociedad Americana de Soldadura).

3.3.2 Tubos rectangulares.

Los tubos rectangulares como cualquier otro material estructural se lo pueden seleccionar de un catálogo de disponibilidad de sus diferentes dimensiones, áreas y espesores para darle el mejor uso posible y con la seguridad adecuada.



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	4,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

Figura 37. Dimensiones del tubo negro rectangular

Fuente. dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-negro

Este tubo de acero negro estructural de forma rectangular está fabricado bajo la norma NTE INEN 2415; con Calidad SAE J 403 1008; disponible en presentación de acero negro y galvanizado, se lo puede encontrar en espesores de 1, 2 a 3 mm y su longitud estándar es de 6 metros, sus diferentes usos son: el montaje de estructuras, cerrajería y columnas, etc.

Norma:	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J 403 1008
Acabado:	Acero negro o Galvanizado
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm
Espesores:	Desde 1.20mm a 5.00mm

Figura 38. Especificaciones generales ASTM

Fuente. dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-negro

Tomando en cuenta las especificaciones del tubo rectangular negro este permite determinar la calidad ASTM A-500 que brinda seguridad y confianza en su soporte al motor. La calidad ASTM A-500, cubre la especificación Normalizada para Tubos Estructurales de Acero al Carbono Conformados en Frío, electrosoldado y sin Costura, de forma circular, cuadrada y rectangular utilizados para construcción electrosoldadura, remachada o atornillada de puentes y edificaciones. (International, ASTM, 2019)

3.4 Análisis de estructura

La estructura como tal siempre debe ir dispuesta sobre una base y esta base sobre unas garruchas o llantas, para que soporten el peso total y se puedan movilizar con mayor facilidad, se debe realizar cálculos para seleccionar el material adecuado a emplearse en el banco didáctico y no sea comprometido a deformaciones y por ello se va a utilizar material de acero estructural.

Primero se calcula el peso que va a soportar la estructura metálica, donde:

$$w = m \times g \quad (1)$$

Donde:

w = peso

m = masa (260,8 Kg)

g = gravedad (9,81 m/s²)

La masa es de 260,8kg y la gravedad es de 9,81m/s²

Si estos valores los reemplazamos en la ecuación 1 tenemos:

$$w = (260,8 \text{ Kg})(9,81 \text{ m/s}^2)$$

$$w = 2588,44 \text{ N}$$

Segundo se debe realizar el cálculo del factor de seguridad que el cual se le adiciona un peso un peso adicional en este caso del 5 %.

$$F = w \times f \quad (2)$$

Donde:

F = Factor de seguridad

f = porcentaje de seguridad

w = peso

Si estos valores los reemplazamos en la ecuación 2 tenemos:

$$F = (2588,44)(0,05)$$

$$F = 129,42 \text{ N}$$

El peso total que debe soportar esta estructura se la encuentra sumando el peso del motor más el peso de seguridad

$$W_T = 2588,44 + 129,42 = 2686,37 \text{ N}$$

Se realizó un análisis a cada pieza de soporte del motor, para la identificación de las piezas se las ha enumerado del 1 al 6. La ubicación de estas piezas se encuentra en la figura 38

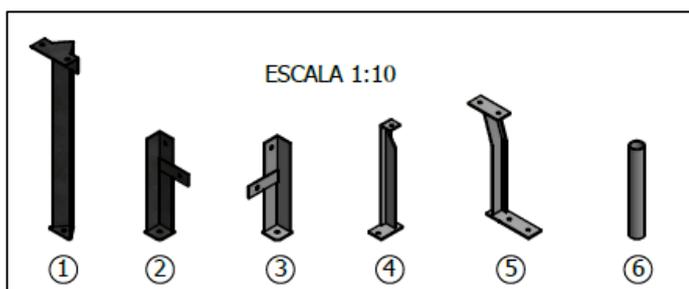


Figura 39 Piezas de soporte del motor
Fuente. Eduardo Castro

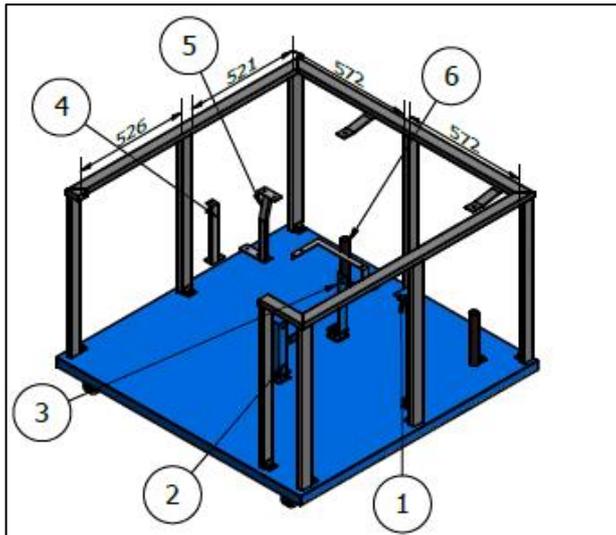


Figura 40 Ubicación de piezas de soporte del motor
Fuente. Eduardo Castro

Las dimensiones de cada pieza se pueden observar en la figura 41.

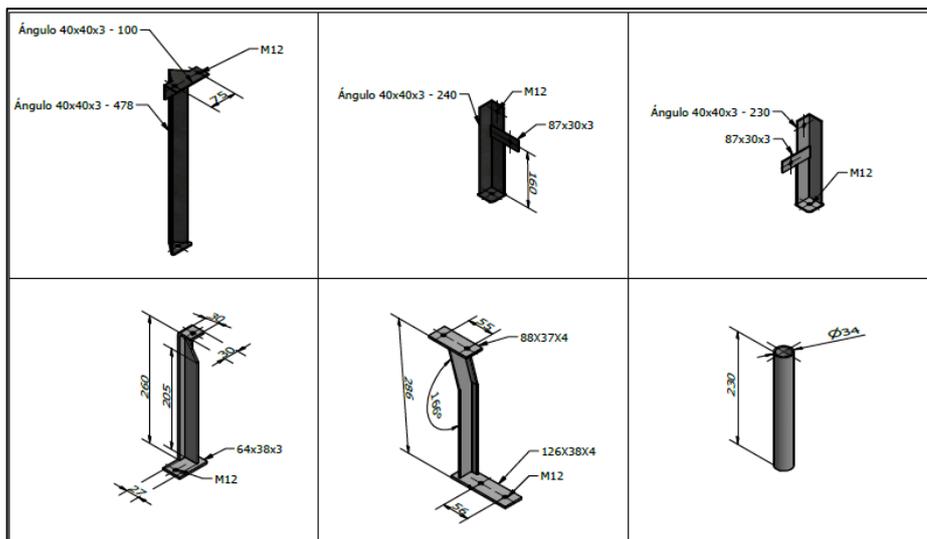


Figura 41 Medidas de piezas de soporte del motor
Fuente. Eduardo Castro

Cada pieza es fundamental para el soporte del motor, es por ello el análisis de cada una de ellas el cual se encuentra en el anexo 2.

3.5 Proceso de ensamble

3.5.1 Soporte.

El soporte de la estructura se basa inicialmente en los tubos rectangulares que conforman la estructura superior y los pilares verticales hacia abajo, se va a indicar el tamaño

y forma de los tubos que le van a dar la forma al soporte del motor S – TEC III del Chevrolet Sail. Como parte del proceso se comenzó por cortar cada tubo a las medidas adecuadas las cuales se muestran en el anexo 1.



Figura 42. Corte de soportes verticales
Fuente. Eduardo Castro

Una vez cortado los tubos se procede con la pintura de los mismos como se muestra en la figura 43.



Figura 43. Estructura de contorno y soportes verticales
Fuente. Eduardo Castro

La fabricación y forma de la estructura para que soporte el peso del motor y sus componentes anexos deben ajustarse a las medidas de los pasillos y de las puertas de acceso a los diferentes talleres de la universidad, los tubos deben ser de preferencia rectangulares para mejorar el acoplamiento y soporte de los mismos.

En la figura 44 se muestran las bases verticales de la estructura que son las que van a conformar el cuadrante y soporte para los soportes del motor y sus accesorios, por lo tanto estas bases verticales van fijadas a la base de la estructura con unos pernos.



Figura 44. Fijación de las bases a la estructura
Fuente. Eduardo Castro

Su elaboración debe estar escuadrada con respecto a sus bordes para que el ángulo sea exacto y sus esquinas redondeadas no queden con esos bordes afilados que provoquen daños a terceras personas además que la estructura no tienda a flexionarse hacia los lados y por el peso del motor y sus componentes pierda estabilidad.

Para la soldadura de la estructura se seleccionó soldadura 6011 el cual puede ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero al carbono.

3.5.2 Colocación de panel de pruebas

La colocación el armario de control será la parte frontal del banco, este armario contendrá el sistema eléctrico – electrónico del mismo.



Figura 45. Ubicación de las bases del motor en la estructura principal
Fuente. Eduardo Castro

La estructura cuenta con un casillero de gavetas el cual será el soporte de la tapa superior que es el panel de instrumentos de pruebas de los sensores y los instrumentos de control operativos del motor como presión de aceite y voltaje del alternador.

En la figura 46 se muestra la base donde asienta el panel de instrumentos del banco, se puede observar las bisagras para el levantamiento del tablero para realizar las conexiones.



Figura 46. Base y soporte del panel de instrumento
Fuente. Eduardo Castro

También se muestra el casillero que comprende de tubos cuadrados de 1/2 pulgada como estructura interna y chapas de metal fue fabricado para que el estudiante coloque sus implementos y herramientas para realizar las pruebas. Una vez realizado esta base se colocó el panel de instrumentos del banco como lo muestra la figura 47.



Figura 47. Panel de instrumentos de simulador de fallas
Fuente. Eduardo Castro

En la figura 48 se muestra los puntos de conexión y los switches de encendido o apagado de las señales de los diferentes sensores que permiten simular las fallas presentes en este tipo de motor y evaluar si el motor sigue funcionando o se detiene por falta de alguna señal.



Figura 48. Conexiones del panel de instrumentos
Fuente. Eduardo Castro

En la figura 49 se puede visualizar la conexión de los cables con sus respectivos empalmes y con su respectivo componente en el panel de instrumentos y con sus sensores. Generalmente todos estos cables tienen el mismo calibre o propiedades por que la corriente o voltaje que circula por ellos es el mismo.

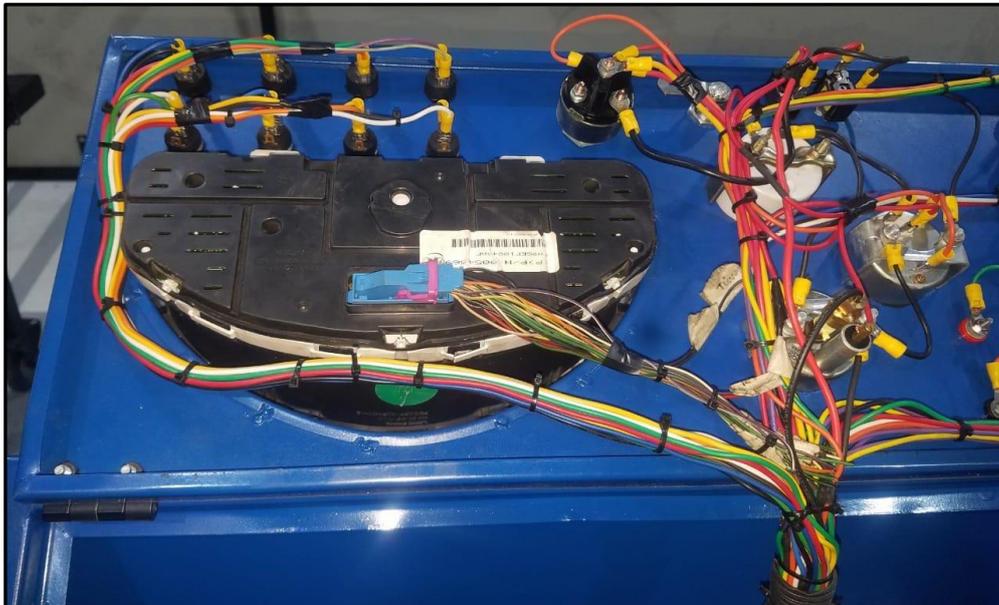


Figura 49. Conexiones del panel de instrumentos
Fuente. Eduardo Castro

3.5.3 Montaje del motor.

Como se muestra en la figura 50 se presenta el motor sobre la base de la estructura para determinar que su espacio físico es suficiente y no queda muy pequeño con respecto a su funcionalidad, además esta estructura esta soportada sobre unas garruchas o ruedas que permitan soportar el peso general y mantener estable el motor durante su funcionamiento, adicional de sus accesorios.



Figura 50. Presentación del motor en la base de la estructura
Fuente. Eduardo Castro

El montaje del radiador se realizó al tener colocados los soportes, estos sostendrán el radiador como lo muestra la figura 51.



Figura 51. Colocación del radiador
Fuente. Eduardo Castro

Para el tanque de combustible se colocó una base cilíndrica para mejor sujeción, esta ubicación en la parte derecha del banco como lo muestra la figura 52.



Figura 52. Colocación del tanque de combustible
Fuente. Eduardo Castro

Las ruedas de la estructura son elaboradas de un polímero POE obtenido de la polimerización de olefinas que son los términos para los alquenos por lo tanto también se los puede denominar polialquenos. Pero los elastómeros de poliolefina POE junto con otros aditivos que tienen gran cantidad de ventajas:

- El polipropileno da rigidez y estabilidad a la temperatura.
- Los elastómeros proporcionan flexibilidad y resistencia al impacto.
- Los aditivos mejoran el rendimiento y durabilidad.

La presentación final del motor en el banco se encuentra en la figura 53 en donde se puede observar todas las partes del motor



Figura 53. Colocación del motor en la estructura
Fuente. Eduardo Castro

CAPÍTULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES Y ACTUADORES

4. Introducción

En este capítulo se encuentra una breve descripción del principio de funcionamiento de cada componente del sistema de control electrónico del motor 1.4L S-TEC III 16V y las pruebas de funcionamiento de los sensores y actuadores.

4.1 Pruebas del Sensor de posición del acelerador - PPS

Los sensores de tipo potenciómetro son de posición variable proporcionan un nivel de tensión de corriente continua que varía cuando se mueve el brazo del elemento resistivo variable (potenciómetro). Un PPS es simplemente un elemento resistivo variable conectado al pedal de aceleración. (Bosch, 2008)

En la figura 54 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor.

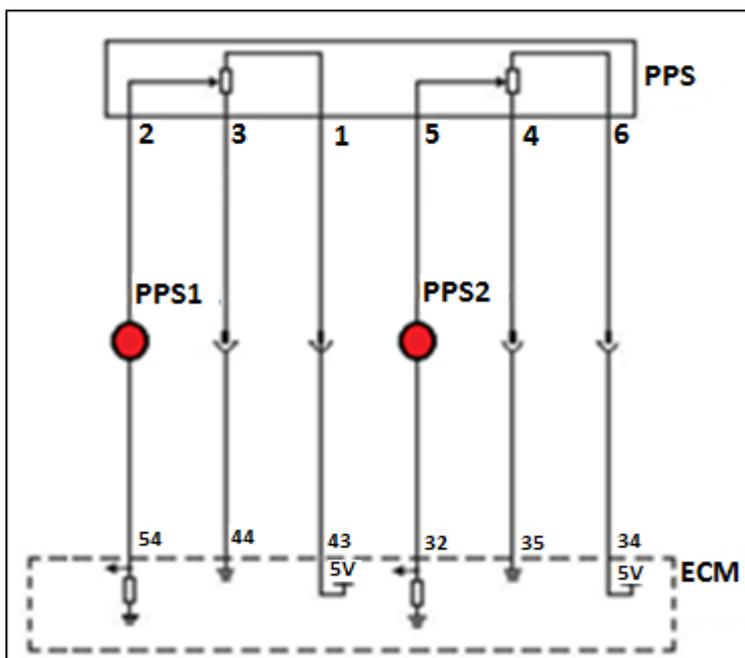


Figura 54. Puntos de pruebas en el sensor de pedal
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones son tomadas con el osciloscopio durante una aceleración del motor, como se puede observar en la figura 56, el sensor responde de una manera adecuada.



Figura 55. Conexión del osciloscopio a la señal del Pedal
Fuente. Eduardo Castro

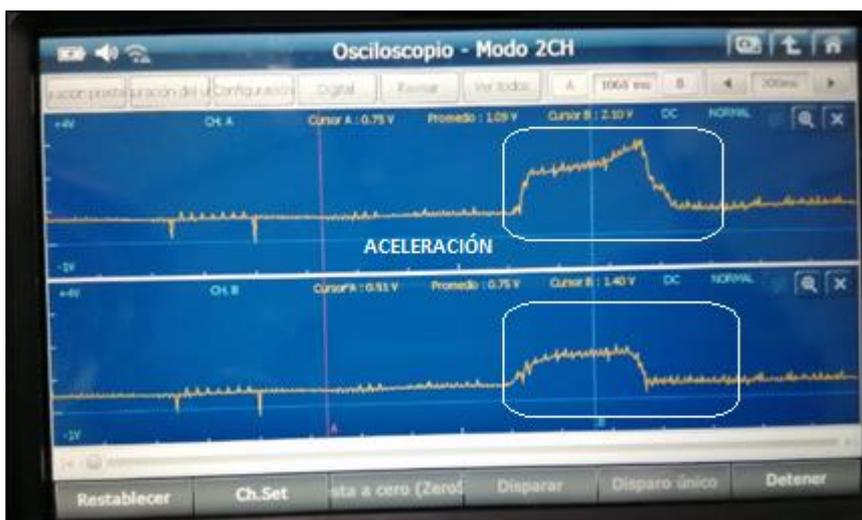


Figura 56. Mediciones de señal del Pedal
Fuente. Eduardo Castro

4.2 Pruebas del Sensor de temperatura del refrigerante - ECT

La mayoría de los sensores de temperatura son resistencias térmicas con un coeficiente negativo de temperatura NTC, consistiendo en un elemento resistivo fabricado con un material semiconductor. La resistencia eléctrica varía enormemente y de un modo predecible cuando varía la temperatura, la resistencia de la resistencia térmica NTC se reduce cuando aumenta la temperatura y su resistencia aumenta cuando disminuye la temperatura. En la figura 57 se encuentra el diagrama de los puntos de medición de los sensores

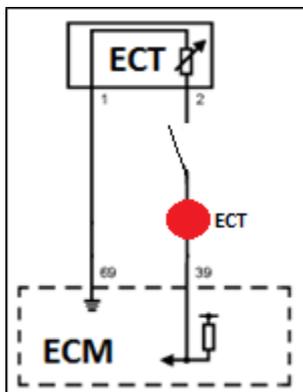


Figura 57. Puntos de pruebas en el sensor ECT
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones tomadas son con el motor a temperatura ambiente y luego con el motor a temperatura ideal.



Figura 58. Mediciones de señal del ECT
Fuente. Eduardo Castro

Los valores obtenidos son:

- Temperatura ambiente: 3,59v
- Temperatura ideal: 0,92v

4.3 Pruebas del Sensor de temperatura de aire - IAT

Al igual que el sensor ECT, el sensor IAT es un termistor NTC el cual detecta la temperatura del aire que ingresa al motor, a medida que la temperatura aumenta el nivel de voltaje del sensor disminuye. En la figura 59 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor

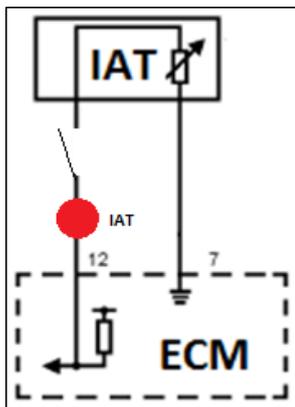


Figura 59. Puntos de pruebas en el sensor IAT
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones tomadas son con el motor en ralentí y luego con el motor a 2000 RPM (Revoluciones por minuto).



Figura 60. Mediciones de señal del IAT
Fuente. Eduardo Castro

Los valores obtenidos son:

- Motor en ralentí: 1,82v
- Motor a 2000rpm: 1,47v

4.4 Pruebas del Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP

El sensor MAP detecta la presión interna del múltiple de admisión, su principio de funcionamiento es una galga estenciométrica la cual a medida que se presione, su resistencia varia provocando una variación de voltaje. En la figura 59 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor.

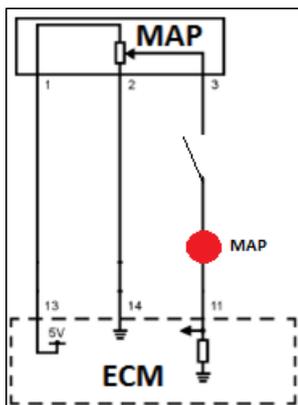


Figura 61. Puntos de pruebas en el sensor MAP
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones tomadas son con el motor en ralentí y luego con el motor acelerado a 6500 RPM

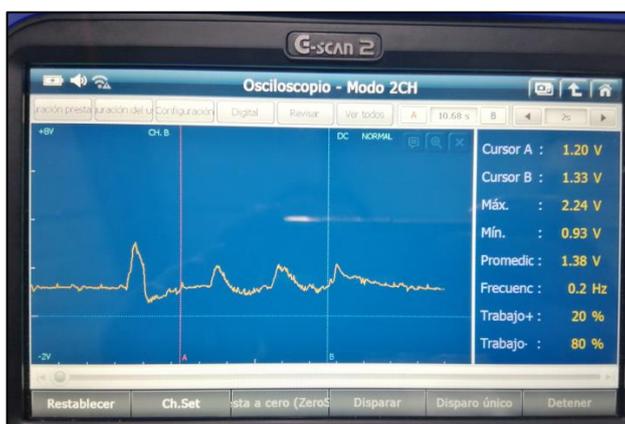


Figura 62. Mediciones de señal del MAP
Fuente. Eduardo Castro

Los valores obtenidos son:

- Motor en ralentí: 1,56v
- Motor a 2000rpm: 2,05v

4.5 Pruebas del Sensor de posición del cigüeñal - CKP

El sensor CKP es un sensor inductivo tipo hall la cual tiene una alimentación de 5v y la señal que emiten estos sensores son digitales con una frecuencia que depende de las revoluciones del motor, a medida que aumenta las revoluciones aumenta su frecuencia. En la figura 63 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor.

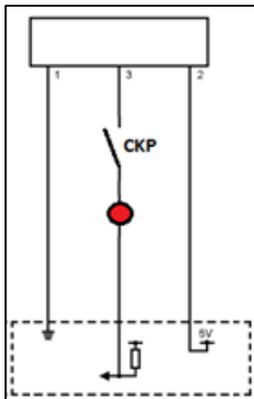


Figura 63. Puntos de pruebas en el sensor CKP
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones del sensor CKP se las realizo con el motor en ralentí



Figura 64. Conexión del osciloscopio para la señal del CKP
Fuente. Eduardo Castro

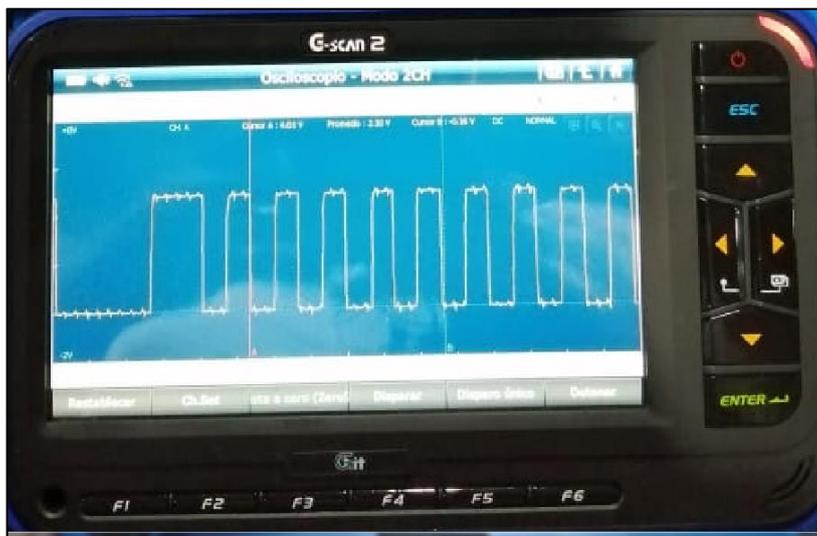


Figura 65. Mediciones de señal del CKP
Fuente. Eduardo Castro

4.6 Pruebas del Sensor de posición del árbol de levas - CMP

Este sensor, al igual que el CKP es un sensor inductivo tipo hall la cual tiene una alimentación de 5v y la señal que emiten estos sensores son digitales con una frecuencia que depende de las revoluciones del motor, trabaja en conjunto con el CKP para obtener información del momento de subida del pistón 1. En la figura 66 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor.

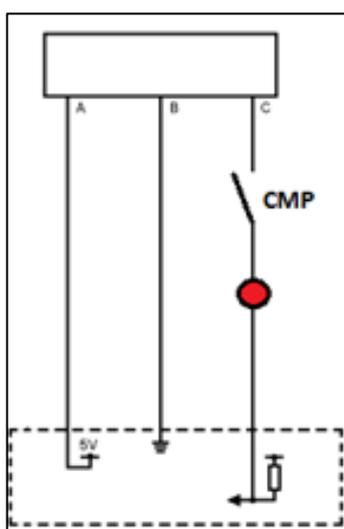


Figura 66. Puntos de pruebas en el sensor CMP
Fuente. Eduardo Castro



Figura 67. Conexión del osciloscopio para la señal del CMP
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones del sensor CMP se las realizo con el motor en ralentí

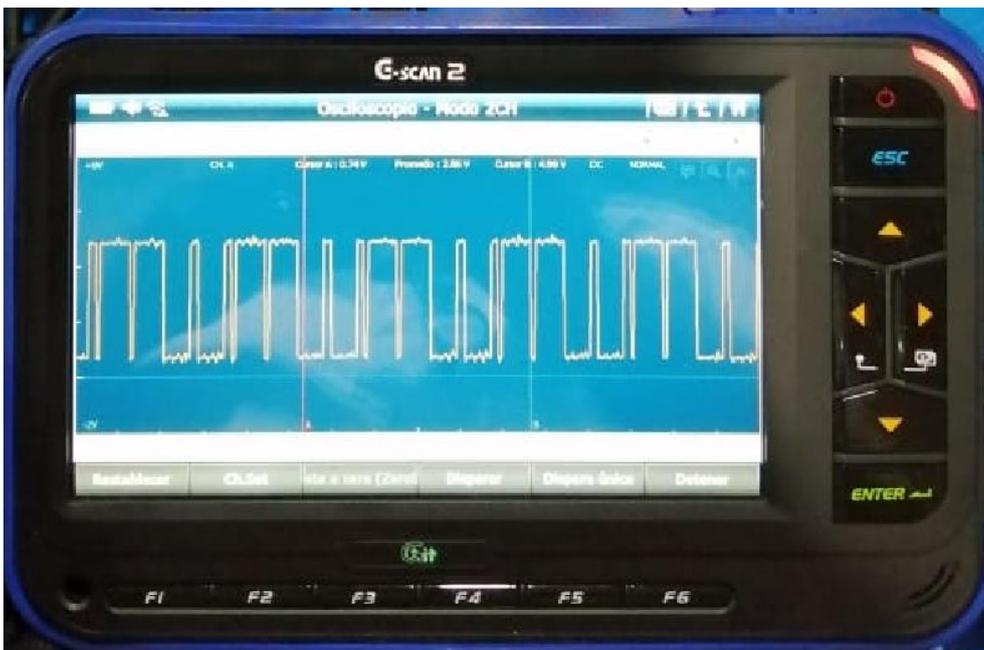


Figura 68. Mediciones de señal del CMP
Fuente. Eduardo Castro

4.7 Pruebas del Sensor de golpe - KS

El sensor KS detecta las vibraciones del motor, su principio de funcionamiento es un piezo-resistivo que al momento de detectar un golpe este se deforma provocando una señal. En la figura 69 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor.

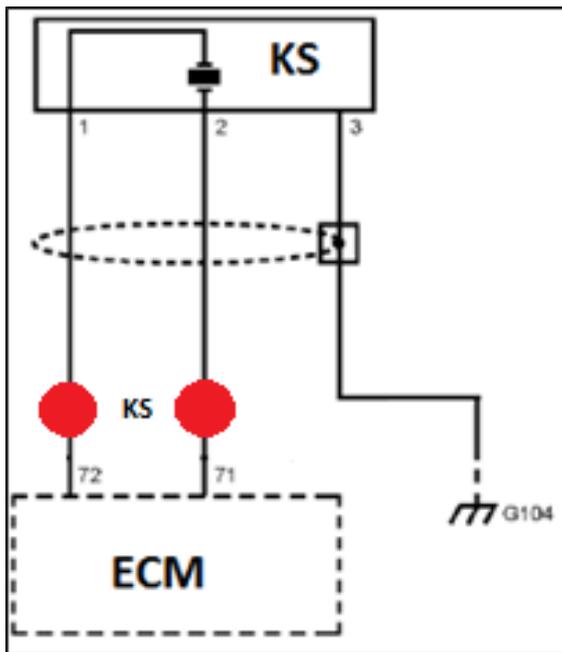


Figura 69. Puntos de pruebas en el sensor KS
Fuente. Eduardo Castro

Las mediciones realizadas son con el motor en ralentí y dando un pequeño golpe al sensor.



Figura 70. Conexión del osciloscopio para la señal del KNOCK
Fuente. Eduardo Castro

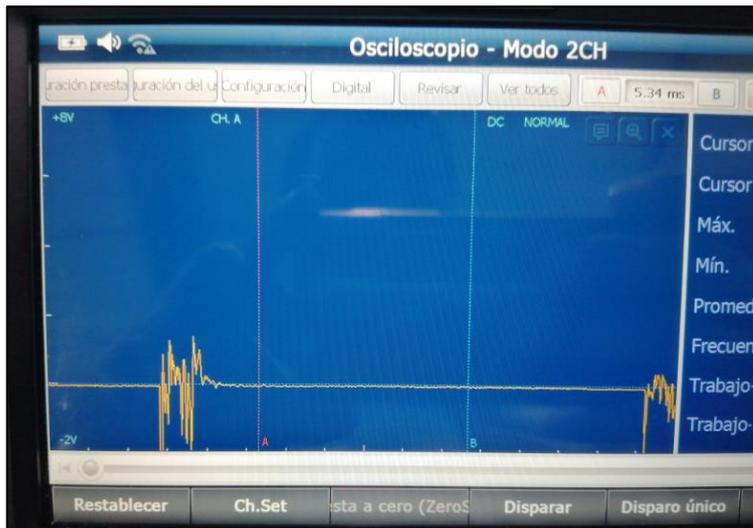


Figura 71. Curva de la señal del KNOCK
Fuente. Eduardo Castro

4.8 Pruebas del Sensor de oxígeno - O₂

Los sensores de oxígeno detectan el oxígeno en las emisiones de gases, esto lo logra por una reacción química del circonio con el cual está construido. En la figura 72 se encuentra el diagrama de los puntos de medición del sensor.

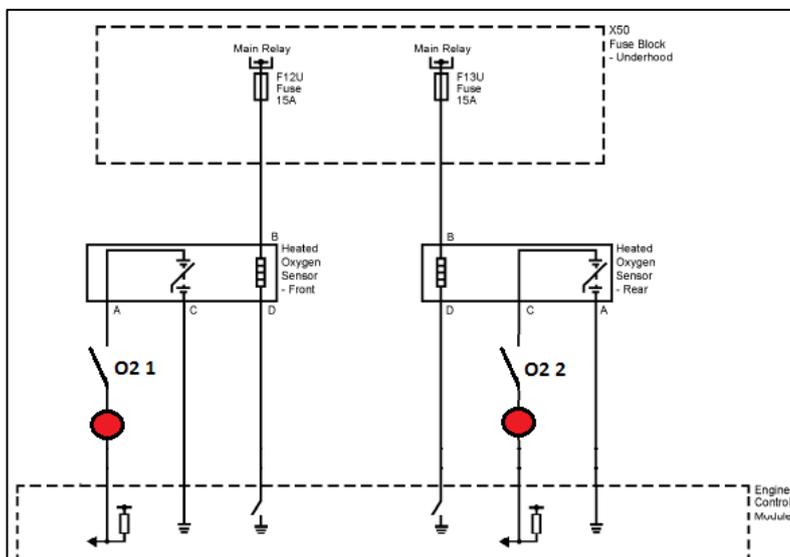


Figura 72. Puntos de pruebas en los sensores de oxígeno
Fuente. Eduardo Castro



Figura 73. Conexión del osciloscopio para la señal del O₂
Fuente. Eduardo Castro

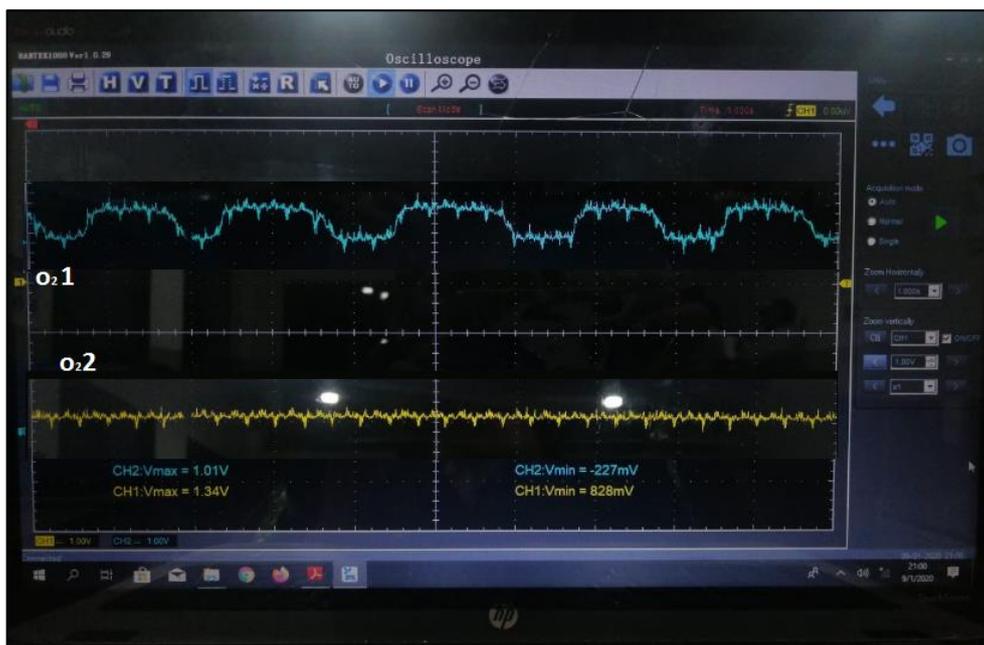


Figura 74. Mediciones de señal los sensores de oxígeno
Fuente. Eduardo Castro

4.9 Pruebas de bobinas e inyectores.

Para la simulación de esta falla se bloquea a través de un switch la energía de control de los inyectores (INY) y bobinas (BN). Al pulsar algún switch y deshabilitando un actuador se podrá observar que el motor se pone inestable, su sonido cambia.



Figura 75. Control de bobinas e inyectores
Fuente. Eduardo Castro

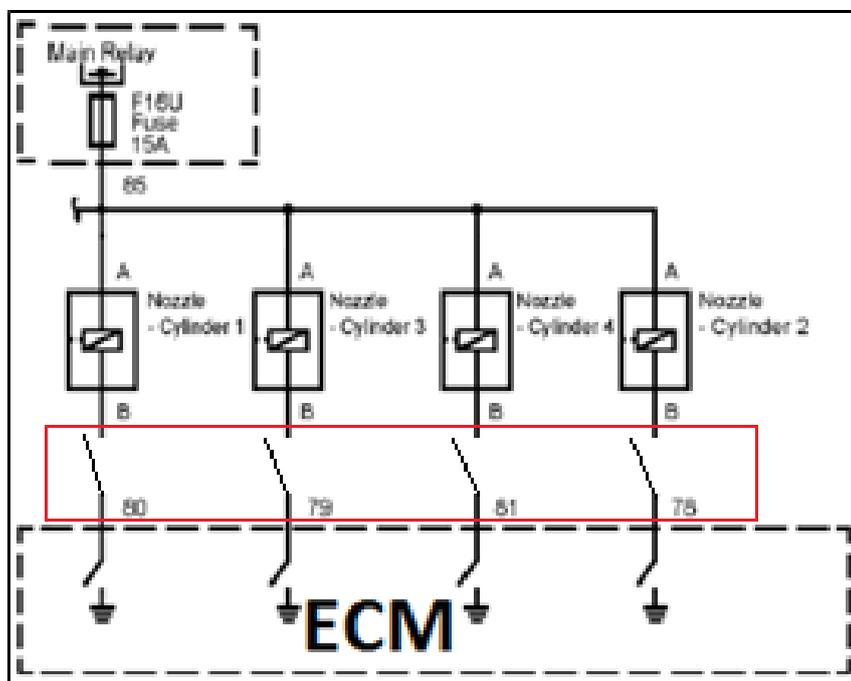


Figura 76. Puntos de falla de los inyectores
Fuente. Eduardo Castro

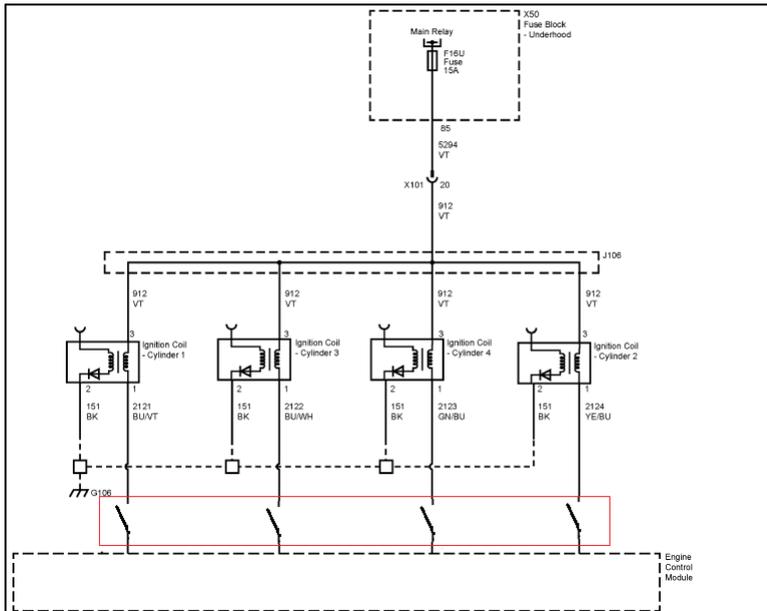


Figura 77. Puntos de falla de las bobinas
Fuente. Eduardo Castro

4.10 Pruebas del Control Electrónico de la Mariposa - ETC

El control electrónico de la mariposa cuenta de dos partes, el motor que hace girar la válvula y los sensores de detecta la posición del sensor.

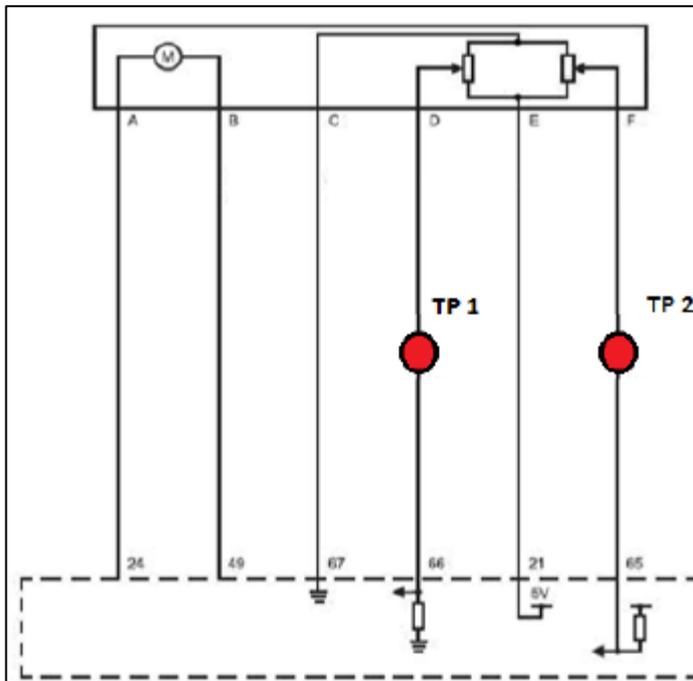


Figura 78. Puntos de falla del ETC
Fuente. Eduardo Castro

CONCLUSIONES

Al construir la estructura del banco de apoyo del motor 1.4L S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail, ese cumple con el objetivo número uno del proyecto que es diseñar y construir el banco de pruebas para que este sea utilizado como una maqueta didáctica en el cual los estudiantes podrán realizar pruebas de funcionamiento de los componentes del sistema de control del motos.

La estructura del banco fue construida en base al análisis de esfuerzo que se realizó mediante el software AUTODESK el cual nos indicó cual sería el material apropiado para realizar el banco.

Las conexiones fueron realizadas de tal forma que el estudiante pueda interactuar de una manera didáctica con los diferentes componentes electrónicos del motor que están conectados al tablero.

RECOMENDACIONES

A los estudiantes y académicos se les sugiere y exige utilizar los implementos de seguridad cuando vayan a realizar prácticas de cualquier tipo, ya que los accidentes generalmente son fortuitos por descuido o negligencia. El no aceptar la sugerencia puede incurrir en daños o lesiones personales.

- Antes de usar el motor para algún tipo de pruebas debe realizar la medición de los niveles del motor o sea los fluidos de aceite y el fluido refrigerante.
- Evitar manipular las cañerías de alta presión.
- Evitar manipular cañerías de combustible cerca de algún tipo de encendedor o que provoque chispas.
- Se aconseja desconectar la batería cuando vayan a realizar algún trabajo de soldadura o cuando algún procedimiento de pruebas se lo sugiera.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. (2008). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*.

Caracas: Editorial Texto, C.A.

Best, J. (2008). *Cómo investigar en educación*. Madrid: Ediciones Morata.

Bosch. (2008). *Manual de técnica del automóvil*. Buer&Parnet: Alemania.

Bosch. (2009). *Manual de la técnica del automóvil*. Barcelona: Reverte S.A.

Catálogo Bosch. (2013).

http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf. Recuperado el 2014, de <http://www.catalogobosch.com>

Cházaro, C., & Alvarez, O. (2016). *Elección del tipo de acero para estructuras*. Mexico:

GerdauCorsa.

Crouse, W. (2008). *Mecánica del Automóvil*. Barcelona: McGraw-Hill .

De Castro, M. (2008). *Inyección y encendido*. Barcelona: CEAC.

del Castillo, Á. (2008). *18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados*. La

Coruña: Netbiblo.

Diccionario de la Real Academia Española . (01 de 01 de 2014). *Real Academia Española*.

Recuperado el 03 de 02 de 2014, de <http://lema.rae.es/drae/?val=CARBURADOR>

Emprento C.A. (2020). *CodigosDTC EGR*. Obtenido de <https://codigosdtc.com/sensor-evp/>

Emprento C.A. (2020). *CodigosDTC CKP*. Obtenido de <https://codigosdtc.com/sensor-ckp/>

Emprento C.A. (2020). *CodigosDTC CMP*. Obtenido de <https://codigosdtc.com/sensor-cmp/>

Emprento C.A. (2020). *CodigosDTC KS*. Obtenido de <https://codigosdtc.com/sensor-ks/>

Fracica, G. (1988). *Modelo de simulación en muestreo*. Bogotá: Universidad de la Sabana.

Gallego, F. (2016). *PROPIEDADES DEL ACERO USADO EN LAMINADO EN FRIO*.

Obtenido de https://docplayer.es/12152788-Propiedades-del-acero-usado-en-laminado-en-frio.html#show_full_text

González, D. (2011). *Motores*. Madrid: Paraninfo.

Google Maps. (01 de Noviembre de 2013). *Google Maps*. Obtenido de Ciudad de Guayaquil:

<https://www.google.com.ec/maps/preview?hl=es-419&authuser=0#!q=Guayaquil&data=!1m4!1m3!1d232255!2d-79.8610395!3d-2.1745715!2m1!1e3!4m15!2m14!1m13!1s0x902d13cbe855805f%3A0x8015a492f4fca473!3m8!1m3!1d232258!2d-79.8697472!3d-2.0498677!3m2!1i1280!2i699!4f13.1>

Grupo Bosch. (2000). *Manual práctico del automóvil - reparación, mantenimiento y prácticas*. Madrid: Grupo cultural.

Gutiérrez, M. (2012). *Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos*. IC Editorial.

Hartman, J. (2013). *Cómo afinar y modificar sistemas de control de motores automotrices*. Minneapolis: Lexus.

International, ASTM. (2019). *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*. West Conshohocken: PA.

Melchor, J. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto (MF0133_2)*. IC Editorial.

Orozco, J. (2014). *Manual de computadoras y módulos automotrices*. Mexico: México Digital Comunicación S.A.

Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de vehículos*. IC Editorial.

PETROLHEADGARAGE. (2018). <https://petrolheadgarage.com/Posts/injector-gasolina/>. Obtenido de <https://petrolheadgarage.com/>

Robert Bosch . (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Robert Bosch GmbH.

Robert Bosch. (2019). https://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/specials_1/commercial_vehicle/repairs_exchange/bosch_exchange_2/engine_control_unit_bx_repaustausch_truc

k_special_parts/engine_control_unit_bx_repaust_truck_special_parts.html. Obtenido de <https://es.bosch-automotive.com/>

Rodríguez, J. (2013). http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/

Rovira de Antonio, A., & Muñoz Dominguez, M. (2015). *Motores de Combustion Interna*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Sanchez, E. (2008). *Sistemas auxiliares del motor*. Macmillan Profesional.

Sanchez, E. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Macmillan Iberia S.A.

Sensormotriz.com. (2019). <https://sensorautomotriz.com/sensor-de-oxigeno/>. Obtenido de <https://sensorautomotriz.com/>

Spectrapremium. (2020). <https://www.spectrapremium.com/es/resources?niveau3=13#11>. Obtenido de <https://www.spectrapremium.com/>

Srinivasan, S. (2008). *Automotive Mechanics*. New Dheli: Tata McGraw-Hill Education .