



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

TEMA:

**DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE
COMBUSTIBLE DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL**

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

AUTOR:

BOLÍVAR RODOLFO MERA NAVAS

GUAYAQUIL, JULIO 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Edwin Puente

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL”** realizado por el estudiante: **Rodolfo Mera Navas**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomienda su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Rodolfo Mera, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Julio del 2016



Ing. Edwin Puente
Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rodolfo Mera Navas

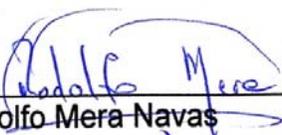
DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE 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, apoyado en la guía constante de mi docente.

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

Guayaquil, Julio del 2016


Rodolfo Mera Navas
C.I.: 0918803941

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

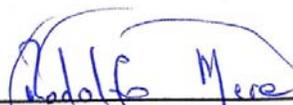
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Rodolfo Mera Navas

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

Guayaquil, Julio del 2016



Rodolfo Mera Navas
C.I.: 0918803941

AGRADECIMIENTO

Este proyecto ya concluido se lo debo a nuestro Dios que me permitió a concluir unos de mis sueños, a mi padre, Sr Simón Mera, a mi madre, Sra. Rosa Navas porque me han dado todo su amor y consejos.

A mi esposa Lcda. Sandy Salvatierra y a mis hijos, Samuel Mera Salvatierra y Emilio Mera Salvatierra por los cuales e luchando diariamente, día y noches con muchos desvelos, los cuales me hacían meditar en la lucha justa y necesaria para lograr una meta más en nuestra vida, para con esto darle un ejemplo de progreso y perseverancia.

También agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Automotriz y a cada uno de sus docentes los cuales supieron formarme profesionalmente para afrontar las exigencias de los sectores industriales.

Y sin olvidarme a todos esos amigos que me dieron la mano para poder escalar y avanzar ese camino muy difícil.

DEDICATORIA

A mi familia y a la familia de mi esposa por darme sus bendiciones y respaldo incondicional. Por las victorias y adversidades que me han enseñado a no rendirme y esforzarme más. A mis abuelos que me heredaron sus principios y valores.

A mis hijos Samuel Mera y Emilio Mera que son mi inspiración día a día para seguir esa lucha sin doblegar en ningún momento.

A la Universidad Internacional del Ecuador en donde he crecido y he conocido a nuevos amigos que juntos hemos luchando para ser grandes profesionales.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVI

CAPÍTULO I

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Definición del problema	1
1.2 Ubicación del problema	1
1.3. Formulación del problema	2
1.4. Sistematización del problema	2
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. alcance	3
1.7. Justificación, importancia e hipótesis de la investigación	3
1.8 fundamentación teórica	4
1.8.1. Funcionamiento del sistema de Inyección de Combustible	4
1.8.2. Tipos de Inyección de Combustible	5
1.8.3 Sistema de inyección electrónica	7
1.8.4 Clasificación de los sistemas de inyección electrónica.....	8

CAPÍTULO II

2.1. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS	10
2.1. Construcción de la estructura.....	10
2.2. Materiales utilizados en el montaje de los elementos del sistema de inyección	11
2.3. Montaje de módulo de control electrónico	12
2.4. Montaje del tablero de instrumento	13
2.5 Instalación del cuerpo de aceleración	14
2.5 Instalación del pedal de aceleración	16
2.7. Instalación del sensor de temperatura de admisión de aire iat.....	17
2.8. Instalación del sensor de presión de masa de aire map.....	19
2.9. Instalación del conjunto de bobinas	20
2.10 Instalación del sensor de posición del árbol de levas cmp	22
2.11. Instalación del sensor del cigüeñal ckp.....	23
2.12. Instalación del sensor de velocidad vss.....	25
2.13 Instalación del sensor de oxígeno.....	26
2.14. instalación de la válvula de recirculación de gases de escape egr	28
2.15. Instalación del sensor de detonación ks	29
2.16. Instalación del conector de diagnóstico	30
2.17. Instalación del riel con inyectores	31
2.18. Instalación del sistema de combustible.....	33
2.18.1 Instalación de bomba de combustible.....	33
2.18.2 Instalación del filtro de combustible	34
2.18.3 Instalación del medidor de presión de combustible	34
2.19. Instalación de la caja de fusible e instalación del switch de encendido	35
2.20. Instalación del sensor de temperatura del motor ect.....	35

2.21. Instalación del catalizador	36
2.22. Instalación de válvula EVAP (Sistema de control de emisiones por evaporización)	37

CAPÍTULO III

3.1 ESQUEMAS DE CONEXIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	38
3.1 sensores	38
3.1.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	38
3.1.2 Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)	39
3.1.3. Sensor de temperatura de aire (IAT).....	41
3.1.4. Sensor del pedal del acelerador.....	42
3.1.5. Sensor MAP.....	43
3.1.6 Sensor de oxígeno.....	46
3.1.7 Sensor de árbol de leva.....	47
3.1.8 Sensor de velocidad	48
3.1.9 Sensor de detonación KS.....	50
3.2 Actuadores.....	51
3.2.1 Inyectores	51
3.2.2 Bobina de Encendido	52
3.2.3 Válvula Egr	53

CAPÍTULO IV

4.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO	56
4.1. Mediciones de sensores	56
4.1.1 Mediciones de los sensores de temperatura	56
4.1.2 Mediciones del IAT.....	57

4.1.3 Mediciones del cuerpo de aceleración.....	57
4.1.4 Mediciones del pedal de acelerador	58
4.1.5 Mediciones del nivel de combustible	58
4.1.6 Mediciones del sensor MAP.....	59
4.1.7 Mediciones del sensor CMP	59
4.1.8 Mediciones del sensor CKP	60
4.1.9 Mediciones del sensor VSS	60
4.2 mediciones con el scanner.....	61

CAPÍTULO V

5.1.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXO 1 Dimensiones de la estructura.....	71
ANEXO 2 Diseño del vinil	74
ANEXO 3 Manual de conexión de la ecm.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil	2
Figura 2. Esquema del sistema de inyección de gasolina	4
Figura 3. Tipo de inyección de combustible	7
Figura 4. Arte del vinil.....	10
Figura 5. Instalación del módulo de control electrónico.....	12
Figura 6. Instalación del tablero de instrumento	13
Figura 7. Circuito del tablero de instrumento.....	14
Figura 8. Montaje del cuerpo de aceleración	15
Figura 9. Circuito de conexión del sensor de posición de mariposa	15
Figura 10. Instalación del pedal de aceleración.....	16
Figura 11. Circuito de conexión del pedal de aceleración.....	17
Figura 12. Instalación de lo sensor IAT	18
Figura 13. Circuito de conexión del sensor IAT	18
Figura 14. Instalación de lo sensor MAP.....	19
Figura 15. Circuito de conexión del sensor MAP	20
Figura 16. Montaje del conjunto de bobinas.....	21
Figura 17. Circuito de conexión del conjunto de bobinas.....	21
Figura 18. Montaje del sensor CMP.....	22
Figura 19. Circuito de conexión del sensor CMP.....	23
Figura 20. Montaje del sensor CKP	24
Figura 21. Circuito de conexión del sensor CKP	24
Figura 22. Montaje del sensor VSS	25
Figura 23. Circuito de conexión del sensor VSS	26
Figura 24. Montaje del sensor de oxígeno.....	26
Figura 25. Circuito de conexión del sensor de oxígeno.....	27
Figura 26. Montaje de la válvula EGR.....	28
Figura 27. Circuito de conexión de la válvula EGR.....	29
Figura 28. Montaje del sensor KS	30
Figura 29. Circuito de conexión del sensor KS	30
Figura 30. Montaje del conector de diagnóstico	31
Figura 31. Montaje del riel de inyectores	32

Figura 32. Circuito de conexión de inyectores	32
Figura 33. Montaje de la bomba de combustible	33
Figura 34. Circuito de la bomba de combustible.....	33
Figura 35. Montaje del filtro de combustible	34
Figura 36. Montaje del medidor de presión del combustible	34
Figura 37. Montaje de la caja de fusible.....	35
Figura 38. Montaje del sensor de temperatura	36
Figura 39. Conexión del sensor de temperatura.....	36
Figura 40. Montaje del catalizador	37
Figura 41. Montaje de la válvula EVAP	37
Figura 42. Sensor del cigüeñal	38
Figura 43. Conexión del osciloscopio en el sensor CKP	39
Figura 44. Sensor de temperatura del motor.....	40
Figura 45. Conexión del osciloscopio en el sensor ECT	40
Figura 46. Sensor de temperatura de aire del motor	41
Figura 47. Conexión del osciloscopio en el sensor IAT	42
Figura 48. Sensor del pedal de aceleración	42
Figura 49. Conexión del osciloscopio en el pedal de aceleración	43
Figura 50. Sensor de presión de aire.....	44
Figura 51. Conexión del osciloscopio en el sensor MAP	45
Figura 52. Sensor de oxígeno	46
Figura 53. Conexión del osciloscopio en el sensor de oxígeno.....	47
Figura 54. Sensor CMP	47
Figura 55. Conexión del osciloscopio en el sensor CMP	48
Figura 56. Sensor VSS.....	49
Figura 57. Conexión del osciloscopio en el sensor VSS	49
Figura 58. Sensor KS	50
Figura 59. Conexión del osciloscopio en el sensor KS.....	50
Figura 60. Inyectores.....	51
Figura 61. Conexión del osciloscopio en los inyectores.....	52
Figura 62. Bobinas de encendido.....	52
Figura 63. Válvula EGR.....	53
Figura 64. Cuerpo de aceleración	55

Figura 65. Conexión del osciloscopio en el cuerpo de aceleración.....	55
Figura 66. Scanner Launch X-431.....	61
Figura 67. Conexión del scanner Launch X-431 al OBDII.....	61
Figura 68. Selección del tipo de conexión.....	62
Figura 69. Selección del tipo de OBDII.....	62
Figura 70. Lectura de los códigos de error.....	63
Figura 71. Códigos de error 1.....	63
Figura 72. Códigos de error 2.....	64
Figura 73. Borrar los códigos de error.....	64
Figura 74. Lecturas de trabajo.....	65
Figura 75. Lecturas de trabajo CKP.....	65
Figura 76. Lecturas de trabajo desconexión del ECT.....	66
Figura 77. Lecturas de trabajo 2.....	66
Figura 78. Lecturas de trabajo desconexión del IAT.....	67
Figura 79. Lecturas con simulación de fallas del MAP y cuerpo de aceleración.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de materiales mecánicos.....	11
Tabla 2. Datos de pruebas del sensor del IAT	57
Tabla 3. Datos de pruebas del obturador electrónico	57
Tabla 4. Datos de pruebas del nivel de combustible.....	58
Tabla 5. Datos de pruebas del sensor MAP	59
Tabla 6. Datos de pruebas del sensor CMP.....	59
Tabla 7. Datos de pruebas del sensor CKP	60
Tabla 8. Datos de pruebas del sensor VSS.....	60

RESUMEN

El diagnóstico electrónico del sistema de inyección permitirá el desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz UIDE Guayaquil, con un alto nivel de conocimiento, de esta manera se brinda herramientas prácticas de aprendizaje que se ajusten a las exigencias del mundo laboral actual. El presente trabajo tiene como objetivo ser una guía de referencia de estudio que permita el entendimiento y la práctica sobre el sistema de inyección electrónica.

En el Capítulo 1 de este documento encontrará la información referente a alcances, objetivos y justificación del proyecto así como también la fundamentación teórica en la cual se trata de los sistemas de inyección, su evolución y funcionamiento.

En el Capítulo 2 se describe la instalación de los componentes del banco de pruebas, los circuitos de conexión entre los componentes, ya sean sensores o actuadores y la ECM (Engine Control Module o Modulo Control del Motor) y los conectores para la verificación de los mismos.

El Capítulo 3 se informa de la ubicación, función, síntomas de fallas y pruebas a realizarse antes de hacer el cambio de cada uno de los sensores y actuadores que tiene el sistema de inyección del Sail, así mismo la forma de conectar el osciloscopio para la lectura de los sensores.

El Capítulo 4 se encuentra las mediciones realizadas en el banco para comprobar el correcto funcionamiento de los sensores y actuadores, también se encuentra la información de las pruebas realizadas con el Scanner. En el capítulo 5 se encuentran las recomendaciones y conclusiones encontradas en el desarrollo de esta investigación.

ABSTRACT

The electronic diagnostic injection system will enable the development of skills and abilities in students of the Faculty of Mechanical Engineering Automotive UIDE Guayaquil, with a high level of knowledge, so tools learning practices that conform to the requirements it provides today's workplace. This paper aims to be a reference guide for study to the understanding and practice on electronic injection system.

In Chapter 1 of this document you contain information concerning scope, objectives and rationale for the project as well as the theoretical foundation on which it is injection systems, its development and operation.

In Chapter 2 the installation of the components of test is described circuits connection between components, whether sensors or actuators and ECM (Engine Control Module or Module Engine Control) and connectors for verification same.

In chapter 3 reports the location, function, symptoms of failures and tests done before making the change of each of the sensors and actuators that have the injection system Sail, also how to connect the oscilloscope to the sensor readings.

In chapter 4 is the measurements made in the bank to check the correct operation of the sensors and actuators, the information of the tests performed with the Scanner is also located. In Chapter 5 are the recommendations and conclusions found in the development of this research.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sistema de inyección es comandado por un mando electrónico que utiliza toda la información de los diversos sensores colocados en el motor para manejar las distintas fases de funcionamiento del vehículo, todo esto con el fin de obedecer las solicitudes de las normas de anticontaminación en primer lugar y como las exigencias generadas por el conductor en segundo lugar.

El sistema de inyección de combustible fue creado como una alternativa a los carburadores, con el fin de reducir las emisiones contaminantes de los vehículos, hoy en día prácticamente todos los vehículos usan este tipo de sistema.

En los motores de combustión interna (ciclo Otto) intervienen tres factores que son muy importantes para que se produzca esta combustión las cuales son: aire, combustible y chispa. Como es lógico, todo proceso de combustión genera contaminantes, que en la actualidad es lo que se quiere evitar.

En nuestra carrera con un índice alto de crecimiento de profesionales en el medio es necesario mejorar las condiciones y recursos de aprendizaje, una de las mejores alternativas para el soporte del conocimiento es la práctica, con esta tesis se tendría la posibilidad de observar y manejar de una manera didáctica los componentes del sistema de inyección electrónico y su funcionamiento.

Para aportar con los conocimientos de los estudiantes, una de las mejores alternativas es la creación de un tablero didáctico donde se pueda aplicar los conocimientos adquiridos de los sistemas de inyección e incrementar mejoras en su funcionamiento, con el fin de que sea fiable y útil en todo momento.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En un mundo globalizado y cada vez más competitivo, las exigencias del mercado hoy son muy cambiantes, muchas de las veces, esta velocidad de cambio llega a sobrepasar nuestra capacidad de respuesta. La característica principal de los automóviles modernos es el mejoramiento del confort, confiabilidad al manejar y seguridad hacia los ocupantes del mismo, es por ello que utilizan tecnología de punta para obtener los mejores resultados. Al utilizar esta tecnología es de vital importancia conocer su funcionamiento, características y rangos de operación con los cuales se pueden diagnosticar el buen funcionamiento del mismo. La tecnología del sistema de inyección electrónica ha ido evolucionando en el transcurso del tiempo, los cuales resultan estar estructurados de una manera compleja.

Por ende, se ha decidido realizar la construcción de un banco de prueba del sistema de inyección electrónico para el motor S4A del Chevrolet Sail. Este servirá para los alumnos de la Facultad Automotriz en realizar las prácticas necesarias para ampliar sus conocimientos con respecto al tema.

1.2 UBICACIÓN DEL PROBLEMA

La delimitación temporal se determina durante los meses de Mayo del 2016 hasta Junio del 2016, tiempo en el cual se desarrollará la investigación y se presentará la propuesta pertinente.

La delimitación geográfica es en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil ubicada en las calles Tomas Martínez 310 entre General Córdova y Vicente Rocafuerte.

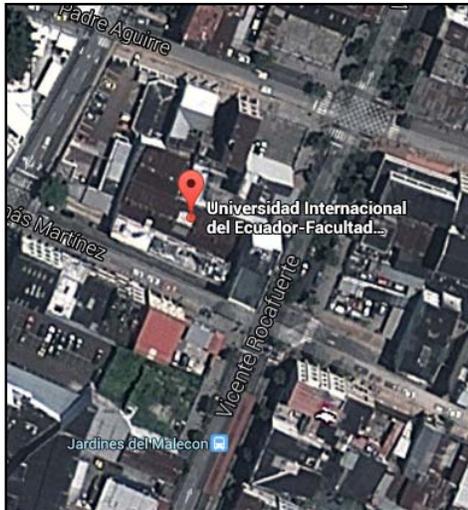


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil

Fuente: Google Map

Editado por: Rodolfo Mera

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para determinar el daño electrónico automotriz existen un sinnúmero de pruebas con las que se van descartando síntoma por síntoma, sin la experiencia estas pruebas conllevan a un tiempo prolongado en el taller y un mal servicio al cliente. Por este motivo se plantea la siguiente pregunta:

¿Realmente es necesario el DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR S4A DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL?

1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué instrumentos utilizaremos para realizar el diagnóstico electrónico?

¿Se logrará dar datos precisos al momento de hacer el diagnóstico?

¿Cómo se podrá comprobar el funcionamiento de los sensores, actuadores y demás dispositivos?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Reconocer las fallas más comunes del sistema de inyección de combustible del motor S4A del vehículo Chevrolet Sail, como ubicarlas y solucionarlas.

1.5.2. Objetivos específicos

- Construir un banco de prueba del sistema de inyección electrónico del chevrolet Sail 1.4.
- Crear esquemas de conexión para la comprobación de los elementos eléctricos y electrónicos que componen el sistema de inyección.
- Realizar el reconocimiento de las fallas del sistema de inyección

1.6. ALCANCE

El siguiente diagnóstico tiene como finalidad ser una herramienta de apoyo en las prácticas relacionadas con los funcionamientos de los sensores, la propuesta de crear un módulo de aprendizaje ayuda a los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil a conocer y detectar falla de una manera rápida y efectiva.

1.7. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación parte en la construcción del banco de prueba del sistema de inyección, en el cual realizaremos el diagnóstico de sus componentes.

El tipo de metodología a utilizar en esta investigación será de tipo científico, investigativo, descriptivo.

La creación del banco de entrenamiento del sistema de inyección electrónico en donde se realizará las pruebas de diagnóstico es viable.

1.8 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.8.1. Funcionamiento del sistema de Inyección de Combustible

Con una Unidad de Control Electrónico (ECU: Electronic Control Unit) como centro de control, sensores instalados en diferentes partes del motor son usados algunos parámetros de funcionamiento del motor. Programas de computador controlan los inyectores de combustible de manera muy precisa, de modo que bajo diferentes condiciones de operación del motor se puede obtener una mezcla combustible/aire óptima.

Adicionalmente, el sistema de inyección de gasolina controlado electrónicamente puede enriquecer la mezcla aire/combustible al momento del arranque, aceleramiento enriquecido, enriquecimiento de mezcla a plena carga, desaceleración fina o lenta, corte de suministro de aceite por pulsos, control de la velocidad en vacío o ralentí para reunir las condiciones adecuadas en estos diferentes modos de operación. Con este sistema los automóviles han mejorado notablemente el rendimiento de sus motores con un bajo consumo y muy bajas emisiones en escape.

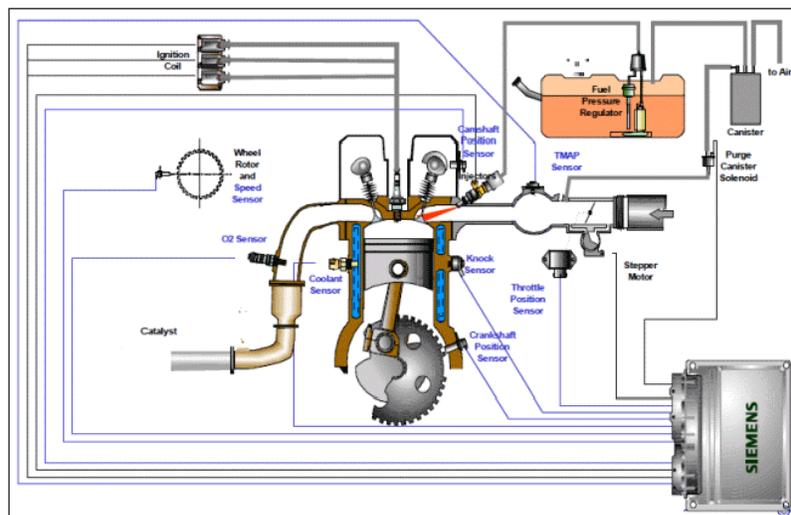


Figura 2. Esquema del sistema de inyección de gasolina

Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/>

Editado por: Rodolfo Mera

La presión de inyección de combustible se logra mediante la acción de la bomba de gasolina/combustible y regulador de presión de combustible, los que se encuentran instalados dentro del tanque de combustible.

Al ser energizada la bomba de gasolina, ésta succiona combustible del tanque, generando la presión de combustible. La presión de combustible no excede los 3.8 bares (55 PSI), pero si por alguna razón se llegará a superar esta presión, entonces el regulador de presión alivia la presión abriendo sus válvulas y devolviendo el combustible al tanque. Por lo tanto, la bomba de combustible entrega una presión de combustible constante, que se comunica con las tuberías de los inyectores montados sobre las cabezas de los cilindros del motor.

Un inyector es una válvula controlada por un solenoide, el mismo que es controlado por la Unidad de Control Electrónico (ECU). Cuando el inyector es energizado, éste se abre y rocía la entrada del cilindro con combustible atomizado el que se mezcla con el aire succionado desde el exterior para producir la mezcla aire/combustible, esto se produce durante la etapa de admisión del cilindro.

La administración de aire se controla por la válvula/mariposa de aceleración. La temperatura y presión del aire de admisión varía según esté abierta la mariposa/válvula de aceleración. El consumo de entrada de aire es calculado por relación de temperatura/presión.

La velocidad de revolución del motor es calculada con un sensor en el cigüeñal. En función de la velocidad del motor y el volumen de consumo de aire, la ECU calcula las cantidades de combustible a inyectar en cada uno de los cilindros. A esto se le denomina tiempo de inyección, en otras palabras un mayor tiempo de inyección significa mayor inyección de combustible.

1.8.2. Tipos de Inyección de Combustible

Los primeros sistemas de inyección de combustible fueron sistemas mecánicos y más complejos que los carburadores. Por lo tanto, eran muy caros y se usaron muy

poco. Chevrolet lanzó un sistema de inyección de combustible mecánico Rochester en 1957, el cual fue utilizado en Corvettes hasta 1967.

Los europeos fueron los verdaderos líderes en tecnología de inyección de combustible. Bosch ya contaba con un sistema de inyección electrónica en algunos modelos Volkswagen a finales de los 60's y principios de los 70's. A principios de los 80's, casi todos los fabricantes de automóviles europeos utilizaban algún tipo de sistema de inyección multipunto Bosch. A mediados de los 80's, los fabricantes de automóviles americanos comenzaron la transición a sistemas de inyección utilizando inyección al cuerpo de aceleración (Throttle body injection, TBI).

Este sistema tiene sus ventajas y desventajas al ser un sistema relativamente sencillo y no causa muchos problemas, pero no tiene las ventajas que tiene un sistema multipunto o secuencial.

Ahora una duda, tiene sentido que los monopunto consuman más combustible. Por ejemplo, ¿sería una aproximación más o menos lógica, que un coche con inyección monopunto de unos 75 CV consumiese como uno multipunto de unos 100? Hablando de la misma cilindrada y peso, por ejemplo.

La inyección de combustible secuencial (donde la abertura de cada inyector es controlada de manera independiente por la computadora y de acuerdo a la secuencia de encendido del motor) mejora la potencia y reduce emisiones a la atmósfera. Por todo esto, podemos concluir que existen razones muy fuertes para utilizar inyección de combustible.

Los sistemas multipuertos de inyección electrónica (MPFI) son más caros debido a la cantidad de inyectores pero el tener inyectores independientes para cada cilindro representa una diferencia considerable en desempeño. El mismo motor con sistema MPFI producirá de 10 a 40 caballos de fuerza (HP) más que con el sistema TBI debido a su mejor distribución de combustible entre cilindros.

La inyección electrónica de combustible también se integra con mayor facilidad a los sistemas de control computarizado que un carburador mecánico. La inyección de combustible multipunto (donde cada cilindro tiene su propio inyector) entrega una

mezcla de aire y gasolina mejor distribuida a cada uno de los cilindros, lo cual mejorar la potencia y desempeño.

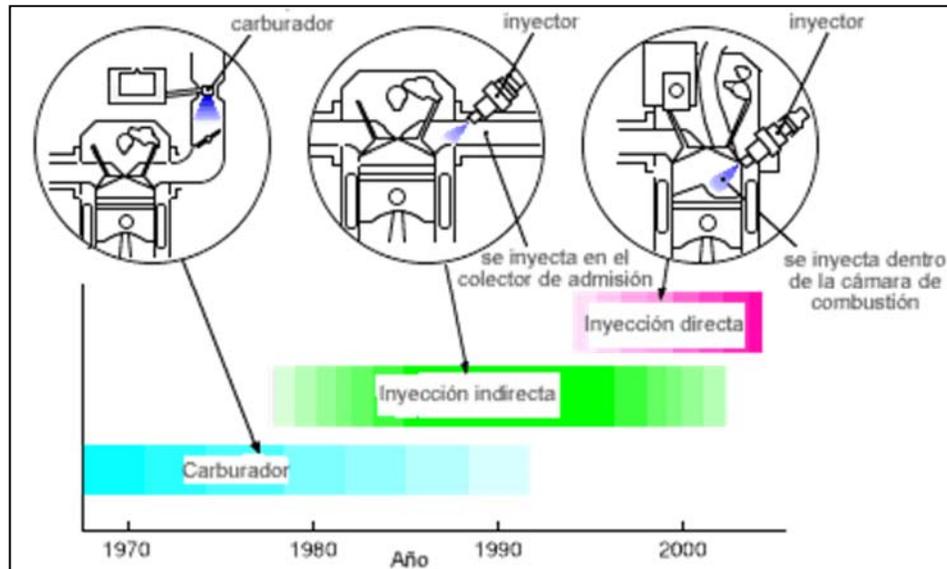


Figura 3. Tipo de inyección de combustible
Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/>
Editado por: Rodolfo Mera

1.8.3 Sistema de inyección electrónica

Los sistemas de inyección surgieron previamente con la inyección mecánica. Luego de éstos aparecieron los llamados sistemas electromecánicos basando su funcionamiento en una inyección mecánica asistida electrónicamente, pasando en una última etapa ha sido la aparición de los sistemas 100% electrónicos.

La inyección electrónica se basa en la preparación de la mezcla por medio de la inyección regulando las dosis de combustible electrónicamente. Presenta grandes ventajas frente a su predecesor el carburador. El carburador al basar su funcionamiento en un sistema exclusivamente mecánico, al no brindar una mezcla exacta a la necesidad en diferentes marchas presenta irregularidades en éstas, principalmente en baja. Esto determina un consumo excesivo de combustible además de una mayor contaminación.

Otra situación que puede ocurrir con el carburador las mezclas son desiguales para cada cilindro, obligando a generar una mezcla que alimente hasta al cilindro que más lo necesita con una cantidad mayor de combustible, este problema se ve solucionado en la inyección electrónica si se presenta un inyector en cada cilindro para proporcionar la cantidad exacta de combustible que el cilindro requiere, lo que se evidencia también en una mejor utilización del combustible y un mejor consumo.

1.8.4 Clasificación de los sistemas de inyección electrónica

Una de las clasificaciones más escuchadas es la basada en la cantidad de inyectores con las conocidas denominaciones monopunto y multipunto.

- ✓ En los sistemas de inyección monopunto se presenta únicamente 1 solo inyector el cual proporciona combustible en el colector de admisión.
- ✓ Los sistemas multipunto en cambio tienen 1 inyector por cada cilindro.

- ✓ Otro tipos de clasificaciones consisten según el lugar donde se inyecten (inyección directa o indirecta), según el número de inyecciones (continua, intermitente) y según su tipo de funcionamiento (inyección mecánica, electromecánica y electrónica)

La multipunto tiene 4 inyectores (Uno por cilindro) justo a la entrada de la culata, con lo cual se obtienen las siguientes ventajas.

- ✓ Control más exacto de la cantidad de gasolina que llega a cada cilindro. En el monopunto la gasolina pasa a un cilindro o a otro en función de cuál sea el que aspira en ese momento.

- ✓ Menor posibilidad de retardos y pérdidas de combustible al llegar casi inmediatamente a la cámara de combustión. Todo ello se traduce en un mayor aprovechamiento energético, la cantidad justa de gasolina, en el momento justo, de modo que o consume menos o consumiendo lo mismo es más potente.

El siguiente paso después de TBI fue el de inyección multipunto (MPFI). Los motores con inyección multipunto cuentan con un inyector independiente para cada cilindro montados en el múltiple de admisión o en la cabeza, encima de los puertos de admisión. Por lo tanto un motor 4 cilindros tendrá 4 inyectores, un V6 tendrá 6 inyectores y un V8 ocho inyectores.

La inyección monopunto es el sistema más barato, solo lleva un inyector, situado a la entrada del colector de admisión, justo donde se encontraría el carburador si fuera de carburación. La gasolina inyectada por este único inyector, se distribuye por cada uno de los 4 conductos de admisión en función de la aspiración de cada cilindro

En la secuencial el combustible se inyecta con la válvula de admisión abierta presentando así los inyectores un funcionamiento sincronizado con éstas (actuando todos los inyectores en diferentes tiempos).

En la semisequencial el combustible se inyecta de a pares, es decir, los inyectores actúan de a dos. La simultánea el combustible se inyecta al unísono, actuando todos los inyectores a la misma vez full inyección

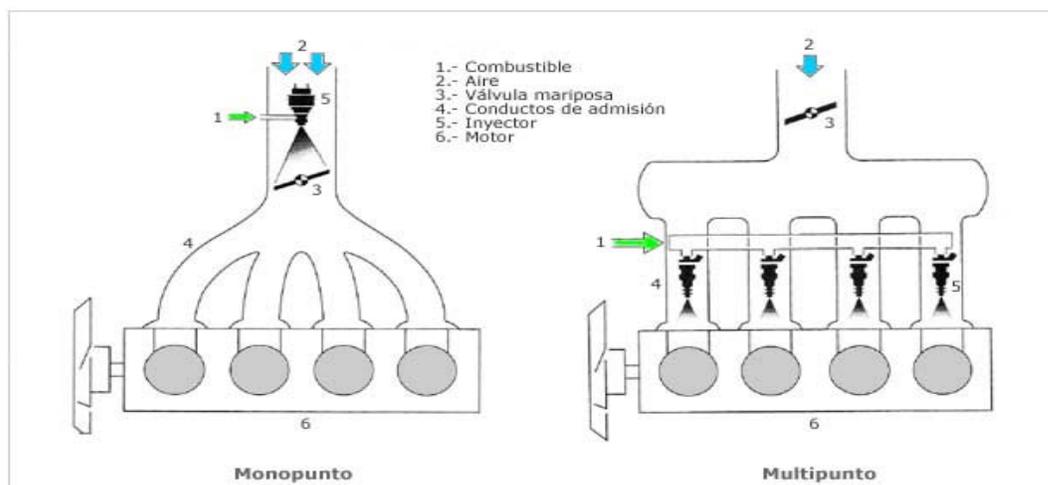


Figura 4. Sistema monopunto y multipunto

Fuente: <http://oni.esuelas.edu.ar/>

Editado por: Rodolfo Mera

CAPÍTULO II

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

2.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración de la estructura se utilizó planchas de hierro negro de 2mm de espesor y tubos cuadrados de 2" de hierro negro, las dimensiones se encuentran en el anexo 1.

Una vez hecha la estructura se elaboro el vinil en donde se montaran los componentes, estos dibujos fueron realizados a tamaño real, es decir, fueron escaneados uno a uno para evitar dimensiones desfavorables al momento del montaje. El diseño del vinil se encuentra en el anexo 2.

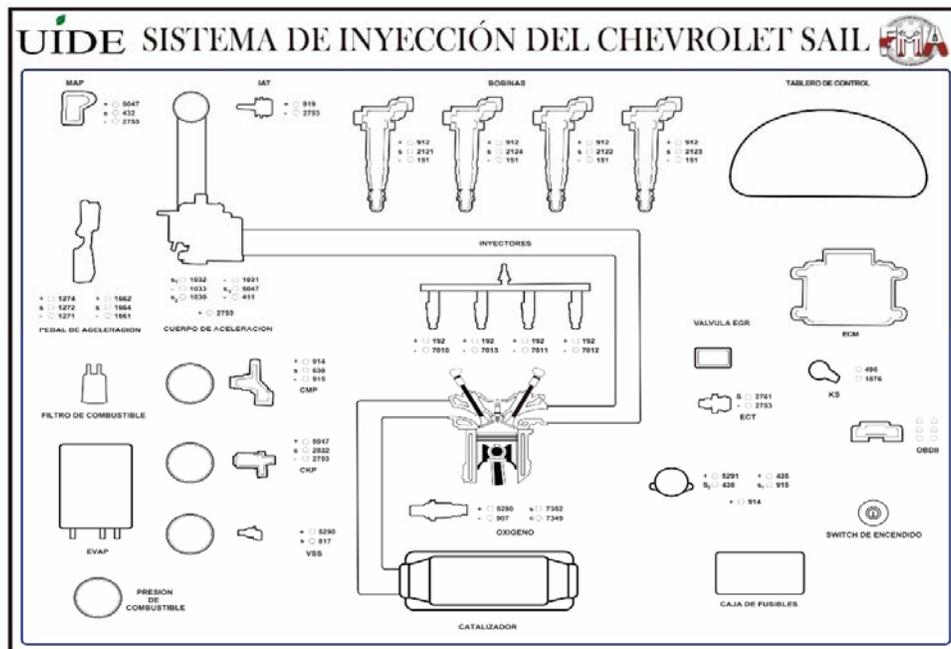


Figura 4. Arte del vinil
Fuente: Adobe Illustrator cc
Editado por: Rodolfo Mera

2.2. Materiales utilizados en el montaje de los elementos del sistema de inyección

Para el montaje de los elementos a la maqueta se utilizaron el siguiente listado de componentes:

Tabla 1. Listado de materiales mecánicos

Detalle	Cantidad
Tornillos varios tamaños	10
Pernos Varios tamaños	24
Botones sujeción panel	8
Alzas de caucho	60
Perno tipo U	1
Garruchas	4
Silicón	2
Tuercas varios tamaños	40
Listado de materiales eléctricos	
Cintas aislante	2
Cable #14 doble por metro	8
Cable #14 triple revestido por metro	3
Botonera On / Off sobre puesta	1
Terminal de enchufe	4
Plug de banana	64
Switch redondo	15
Switch universal con llave	1
Motor eléctrico 6000rpm 100W	3
Fuente de voltaje 12vcd 30Amp	1
Listado de materiales hidráulicos	
Manómetro de presión combustible	1
Abrazaderas	10
Manguera para combustible por metro	7
Probetas plásticas	4

Autor: Rodolfo Mera

2.3. Montaje de módulo de control electrónico

El módulo de control electrónico (ECM, por "electronic control module") es el cerebro del vehículo. El ECM es responsable de recibir y transmitir señales hacia todos los sensores en el vehículo. Montaje de la ECM, se la fijó a través de 4 pernos, se realizó un orificio en el tablero por donde se envía el cableado del conector a la parte interna del banco.

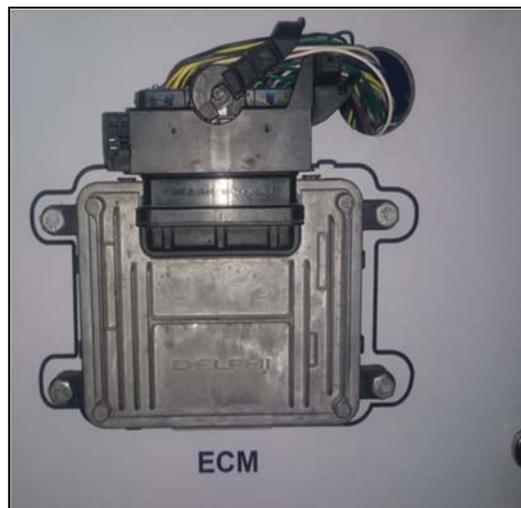


Figura 5. Instalación del módulo de control electrónico
Autor: Rodolfo Mera.

Los números del conector corresponden a la distribución de pines, cada número tiene su utilización la cual esta detallada en el anexo 3 donde encontrará las conexiones con sus pines del conector de la ECM y los sensores y actuadores

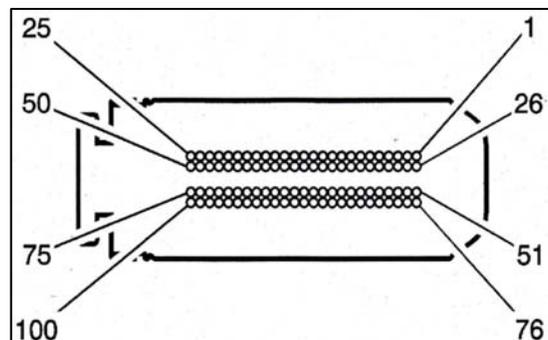


Figura 7. Conector del módulo de control electrónico
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

2.4. Montaje del tablero de instrumentos

Normalmente los dispositivos de control se agrupan en el cuadro de instrumentos, que va situado en el tablero del vehículo, para que el conductor tenga la correspondiente información con un simple golpe de vista, sin que distraiga su atención de la conducción. Todos los sistemas toman la forma de indicadores de aguja, lámparas testigo o avisadores acústicos, dependiendo del tipo de control que se realice. El cuadro de instrumentos agrupa el velocímetro, cuentarrevoluciones, indicador de combustible, indicador de temperatura de agua del motor. Además se dispone una serie de lámparas testigo el cuadro, de entre las que podemos destacar las de carga, presión de aceite, intermitencia, luz de carretera, etc.

Para el montaje del tablero de instrumentos, se realizó dos perforaciones para la sujeción del mismo. Se realizó un corte rectangular para la colocación del conector del mismo, de este tablero se conectaron la señal del tacómetro, velocímetro, nivel de combustible, check engine.



Figura 6. Instalación del tablero de instrumento
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 9 se puede observar el circuito del tablero de instrumentos, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

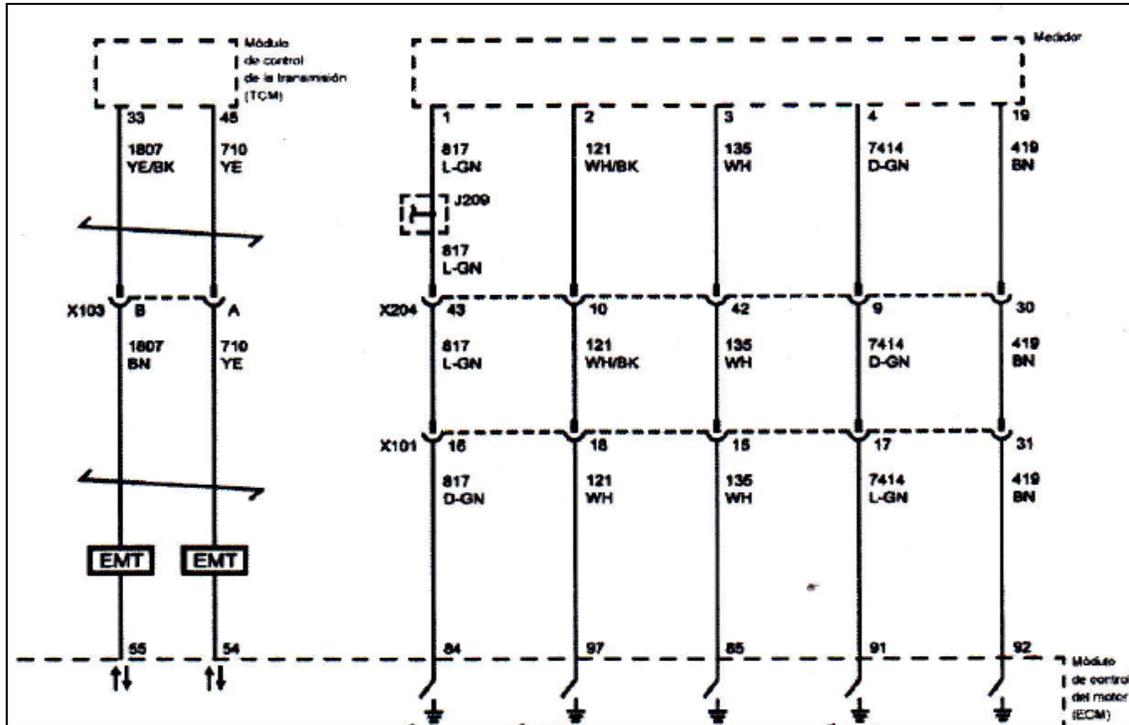


Figura 7. Circuito del tablero de instrumento

Fuente: Manual Chevrolet Sail

Editado por: Rodolfo Mera

2.5 Instalación del cuerpo de aceleración

Al interior del cuerpo del acelerador se tiene que un motor mediante engrane que mueve el eje que soporta la placa del acelerador, este mismo engrane permite el movimiento de unas escobillas las cuales permiten funcionar el sistema de sensores, los cuales son resistencias variables tipo potenciómetro.

La placa contiene los sensores de posición, dos señales TPS1 y TPS2, los cuales funcionan a través de un voltaje variable, pero uno ascendente y otro descendente, estas señales son voltajes inversas en voltaje y los dos sensores comparten los positivos y negativos.

El cuerpo de aceleración cuenta con el sensor de posición de la mariposa y motor para el movimiento de la misma, fue sujeto con 4 pernos ubicados en la respectiva área de fijación.

Se colocaron plugs tipo banana hembra para cada pin para realizar mediciones correspondientes, así como también 1 switch tipo ON/OFF para simular la falla del sensor TP.



Figura 8. Montaje del cuerpo de aceleración
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 11 se puede observar el circuito del cuerpo de aceleración, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

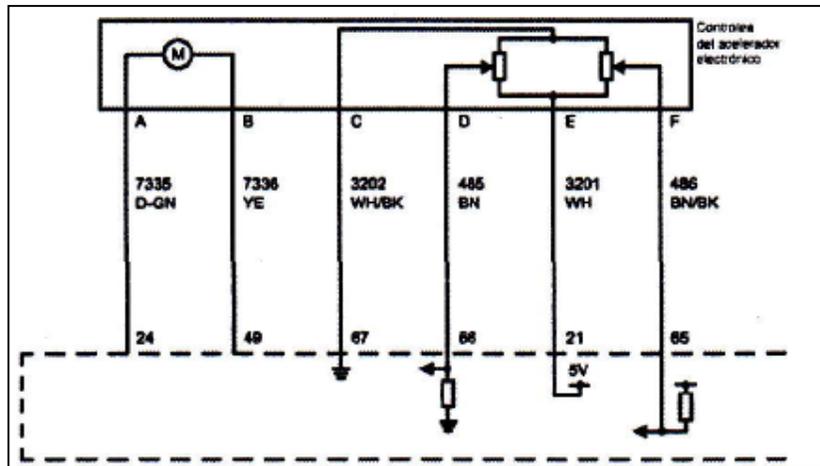


Figura 9. Circuito de conexión del sensor de posición de mariposa
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el actuador y la ECM en donde:

S1 1032: Señal de posición 1

- 1033: Masa del sensor

S2 1030: Señal de posición 2

- 1031: Positivo 5V del sensor

S3 5047: Señal positiva del motor actuador

- 411 : Masa del motor actuador

2.6 Instalación del pedal de aceleración

El pedal de aceleración cuenta con dos sensores de posición, al presionar el pedal envía las señales a la computadora, la cual interpreta la solicitud del conductor y ordena al cuerpo de aceleración la apertura de la mariposa en función del requerimiento y de las condiciones del desempeño del vehículo. Para la colocación del pedal de aceleración se realizaron 4 perforaciones para sujetarlo desde su propia base.



Figura 10. Instalación del pedal de aceleración
Autor: Rodolfo Mera.

En la figura 13 se puede observar el circuito del pedal de aceleración, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

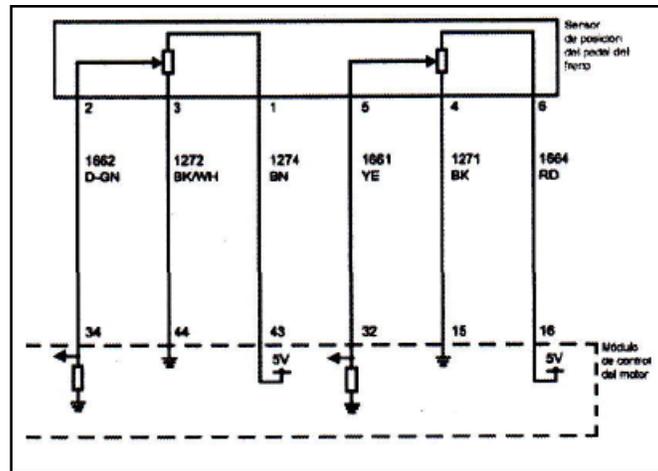


Figura 11. Circuito de conexión del pedal de aceleración

Fuente: Manual Chevrolet Sail

Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- S1 1662: Señal de posición 1
- 1272: Masa del sensor 1
- S2 1661: Señal de posición 2
- + 1274: Positivo 5V del sensor 1
- + 1664: Señal positiva del motor actuador
- 1771: Masa del motor actuador

2.7. Instalación del sensor de temperatura de admisión de aire IAT

El IAT detecta la temperatura del aire entrante, se utiliza para la detección de la temperatura ambiente en un arranque en frío y la temperatura del aire de admisión mientras el motor calienta el aire entrante.

Se procedió a realizar un orificio del diámetro del colector de admisión de aire (2") para colocar una secadora para realizar modificaciones de temperatura del aire. El sensor se lo colocó al filo de dicho orificio para que detecte la temperatura.



Figura 12. Instalación de lo sensor IAT
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 15 se puede observar el circuito del sensor IAT, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

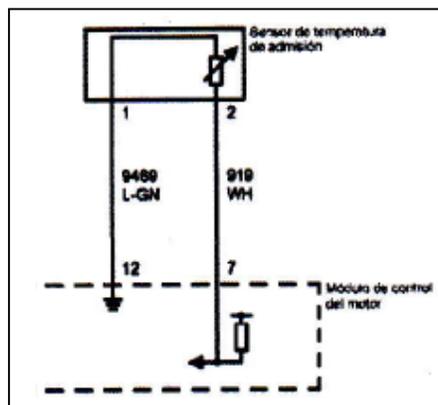


Figura 13. Circuito de conexión del sensor IAT
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada conector se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 0919: Señal del sensor
- 2753: Masa del sensor

2.8. Instalación del sensor de presión de masa de aire MAP

En el sensor de presión absoluta (MAP) hay un chip de silicio montado dentro de una cámara de referencia. En un lado del chip esta una presión de referencia. Esta presión de referencia es o bien un vacío perfecto o una presión calibrada, dependiendo de la aplicación. Por el otro lado está la presión a medir. El chip de silicio cambia su resistencia con los cambios de presión. Cuando el chip de silicio se flexiona por el cambio de presión, su resistencia eléctrica cambia.

Este cambio en la resistencia hace variar la señal de voltaje. La ECM interpreta el cambio en el voltaje como un cambio en la presión y cualquier cambio en la señal de voltaje significa que hubo un cambio en la presión. Este sensor fue colocado a través de un perno desde su base, el punto de conexión quedo en la parte interna del banco de pruebas.



Figura 14. Instalación de lo sensor MAP
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 17 se puede observar el circuito del sensor MAP, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

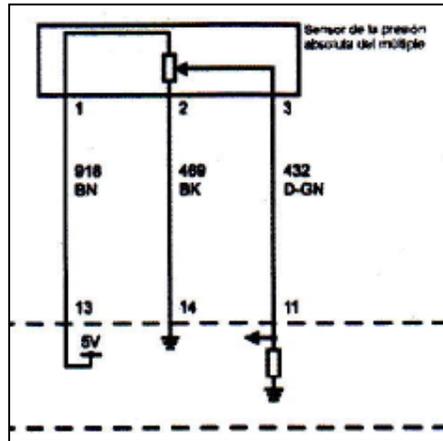


Figura 15. Circuito de conexión del sensor MAP
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 0916: Positivo de 5V del sensor
- S 0432: Señal del sensor
- 0469: Masa del sensor

2.9. Instalación del conjunto de bobinas

Es un dispositivo de inducción electromagnética o inductor, que forma parte del encendido de un motor de combustión interna alternativo de ciclo Otto o Wankel, que cumple con la función de elevar el voltaje normal de a bordo (6, 12 o 24 V, según los casos) en un valor unas 1000 veces mayor con objeto de lograr el arco eléctrico o chispa en la bujía, para permitir la inflamación de la mezcla aire/combustible en la cámara de combustión. Se encuentran fijadas en el panel mediante un ángulo para la conexión en serie, cada bobina tiene colocado una bujía cuya chispa es enviado a masa por medio de un ángulo de hierro negro el cual está conectada la masa de la fuente ubicada en la parte inferior.



Figura 16. Montaje del conjunto de bobinas
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 19 se puede observar el circuito del conjunto de bobinas, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

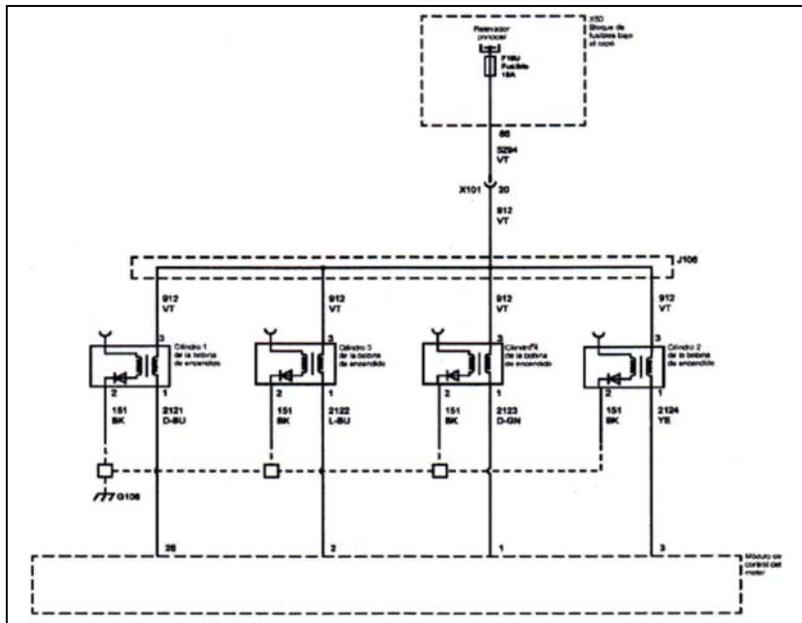


Figura 17. Circuito de conexión del conjunto de bobinas
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada conector se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 0912: Positivo de 12V del conjunto de bobinas
- S 2021: Señal de la bobina 1
- S 2022: Señal de la bobina 3
- S 2023: Señal de la bobina 4
- S 2024: Señal de la bobina 2
- 0151: Masa del conjunto de bobinas

2.10 Instalación del sensor de posición del árbol de levas CMP

Este sensor monitorea a la computadora, la posición exacta de las válvulas. Opera como un switch de pasillo también, esto permite que la bobina de encendido genere la chispa de alta tensión. Este sensor se encuentra ubicado frecuentemente en el mismo lugar que anteriormente ocupaba el distribuidor o ignición. Se podría decir que este sensor reemplaza la función de la ignición o distribuidor como dicen los que saben. Este sensor está localizado atrás del motor del lado derecho.

Se procedió a fabricar la rueda dentada de un diente de hierro negro para la detección del motor, se la acopló con motor eléctrico el cual se encargara de dar el giro correspondiente. Se colocó un regulador de potencia para controlar la velocidad del giro del motor.



Figura 18. Montaje del sensor CMP
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 21 se puede observar el circuito del sensor CMP, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

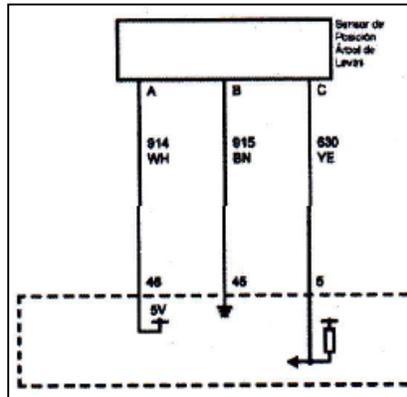


Figura 19. Circuito de conexión del sensor CMP
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada conector se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 0914: Positivo de 5V del sensor
- S 0630: Señal del sensor
- 0915: Masa del sensor

2.11. Instalación del sensor del cigüeñal CKP

El sensor de cigüeñal envía la información a la computadora del motor sobre la posición exacta y la velocidad del cigüeñal. Debido a que el cigüeñal está conectado a los pistones, la información sobre su posición permite al equipo determinar las posiciones relativas de todos los componentes críticos del motor, incluyendo pistones, correas y válvulas. Esto hace que sea posible medir los tiempos de la inyección de combustible y el encendido de bujías para un rendimiento óptimo y un ahorro de combustible.

Se procedió a fabricar la rueda dentada de 60 dientes menos 2 de hierro negro para la detección del motor, se la acopló con motor eléctrico el cual se encargara de dar el giro correspondiente. Se colocó un regulador de potencia para controlar la velocidad del giro del motor.



Figura 20. Montaje del sensor CKP
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 23 se puede observar el circuito del sensor CKP, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

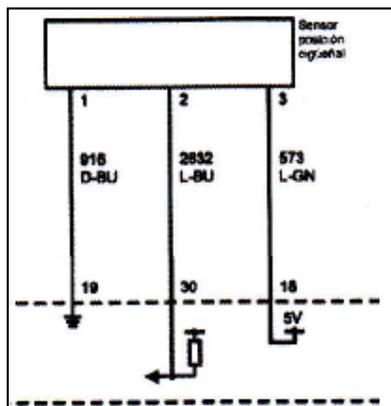


Figura 21. Circuito de conexión del sensor CKP
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada conector se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 5047: Positivo de 5V del sensor
- S 2832: Señal del sensor
- 2753: Masa del sensor

2.12. Instalación del sensor de velocidad VSS

El sensor de velocidad en una transmisión de unidad de llanta trasera se encuentra en el alojamiento de la cola trasera de la transmisión. Es impulsado por un engranaje situado en el alojamiento de la cola. En un vehículo de unidad de llanta frontal, el sensor de velocidad está situado en la parte superior del alojamiento diferencial sobre la transmisión, cerca del eje de accionamiento.

Se encuentra fijado por medio de frente al motor a través de un agujero de 5mm de diámetro por el cual pasa el eje de motor, dicho motor eléctrico se encarga de dar el giro controlando su velocidad a través de un controlador de potencia.

En la figura 24 se puede observar el senso de velocidad que cuenta con un conector color blanco de 3 vias.



Figura 22. Montaje del sensor VSS
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 25 se puede observar el circuito del sensor VSS, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

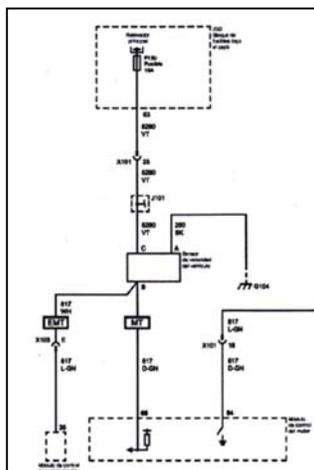


Figura 23. Circuito de conexión del sensor VSS
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada conector se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 5290: Positivo de 12V del sensor
- S 0810: Señal del sensor
- 0250: Masa del sensor

2.13 INSTALACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

El sensor de oxígeno “lee” la cantidad de oxígeno en el escape y le indica al inyector de combustible cuánto combustible necesita el motor para mantener la proporción adecuada de aire/combustible. Este sensor se encuentra fijado a través de una banda metálica.

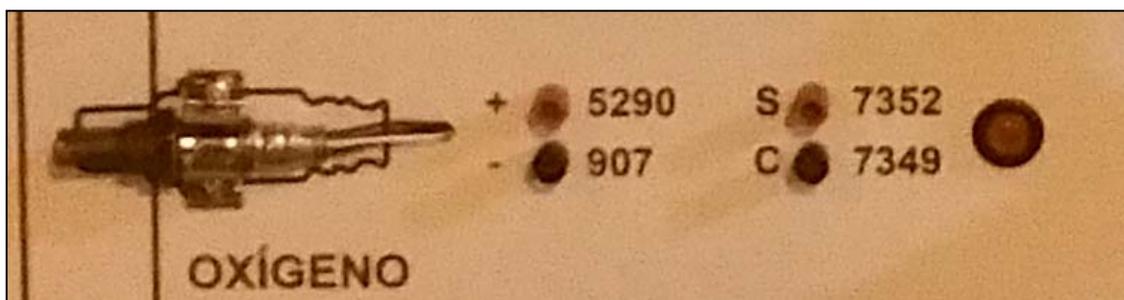


Figura 24. Montaje del sensor de oxígeno
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 27 se puede observar el circuito del sensor de oxígeno, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

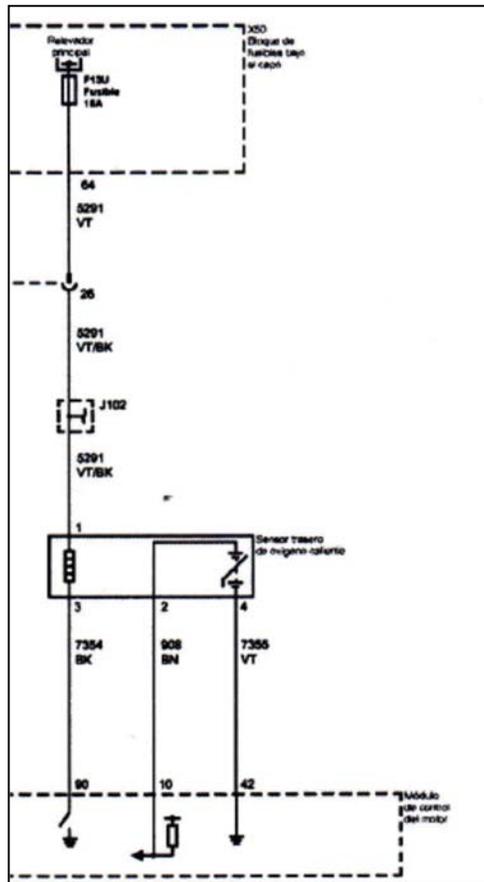


Figura 25. Circuito de conexión del sensor de oxígeno

Fuente: Manual Chevrolet Sail

Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

+ 5290: Positivo de 12V

S 7352: Señal del sensor

C 7349: Señal del calentador

- 0907: Masa del sensor

2.14. Instalación de la válvula de recirculación de gases de escape EGR.

La EGR es una válvula que hace que pasen gases quemados del escape a la admisión para disminuir la temperatura de la combustión haciendo esta menos potente y emitiendo menos óxidos de nitrógeno. La válvula abre en mayor o menor cantidad en función de las estrategias definidas en la unidad de control de motor siendo los parámetros principales: temperatura de motor, carga de acelerador y régimen.

La función de la EGR es reducir los óxidos de nitrógeno resultantes reduciendo la temperatura de la combustión en los motores de 4 tiempos. Para ello introduce gases quemados del escape a la admisión.

En la figura 28 se puede observar la valvula EGR que cuenta con un conector color blanco de 5 vias.



Figura 26. Montaje de la válvula EGR
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 30 se puede observar el circuito de la válvula EGR, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

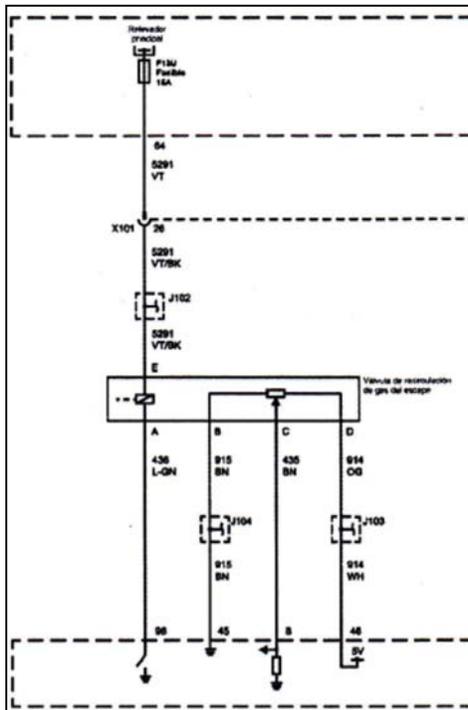


Figura 27. Circuito de conexión de la válvula EGR
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 5291: Positivo de 12V de la válvula
- S1 0915: Señal del sensor
- S2 0436: Señal de la válvula
- + 0435: Positivo 5V del sensor
- 0914: Masa del sensor

2.15. Instalación del sensor de detonación KS

El sensor de golpeteo (KS) es una pieza de material piezoeléctrico montado en un armazón de metal y se ubica en la parte baja del pleno de admisión reportando el nivel de cascabeleo del motor. Si existe mucho cascabeleo es dañino al motor ya que indica que el tiempo está muy adelantado. Se encuentra fijado con 1 perno el cual sirve también de sensor.



Figura 28. Montaje del sensor KS
 Autor: Rodolfo Mera

En la figura 31 se puede observar el circuito del sensor KS, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

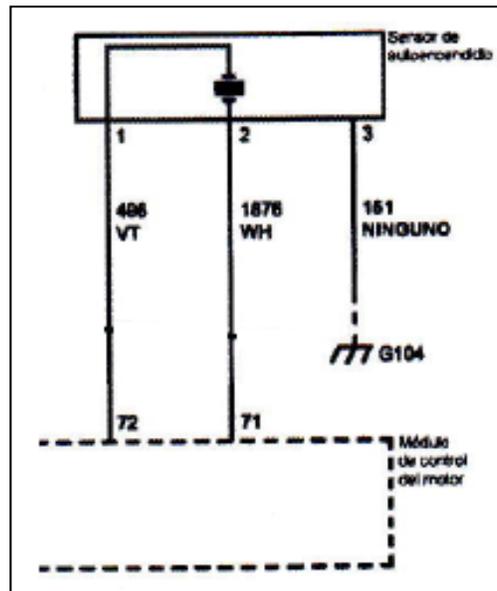


Figura 29. Circuito de conexión del sensor KS
 Fuente: Manual Chevrolet Sail
 Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 0496: Señal del sensor
- S 1876: Señal del sensor

2.16. Instalación del conector de diagnóstico

OBD II es la abreviatura de "On Board Diagnostics" (Diagnóstico de a bordo) II. Esta es la segunda versión del OBD y con ella se regulan a unos niveles determinados las emisiones de los vehículos implantada por Estados Unidos. Está conectado a través de dos pernos ubicados en las orejas del conector.



Figura 30. Montaje del conector de diagnóstico
Autor: Rodolfo Mera

2.17. Instalación del riel con inyectores

El inyector es el encargado de pulverizar en forma de aerosol la gasolina procedente de la línea de presión dentro del conducto de admisión, es en esencia una refinada electroválvula capaz de abrirse y cerrarse muchos millones de veces sin escape de combustible y que reacciona muy rápidamente al pulso eléctrico que la acciona. Están colocados a través del riel de inyectores. Para verificar la pulverización se colocaron probetas plásticas con la finalidad de recoger la cantidad de combustible pulverizado por cada inyector y comprobar su funcionamiento individual.

Así mismo se colocó una llave de paso para el retorno al tanque de combustible.



Figura 31. Montaje del riel de inyectores
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 34 se puede observar el circuito del riel de inyectores, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

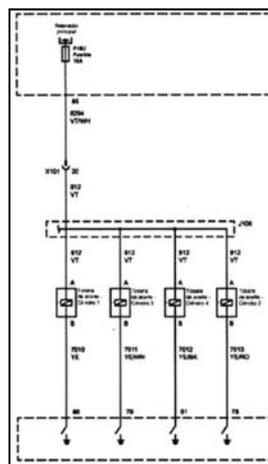


Figura 32. Circuito de conexión de inyectores
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada conector se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- + 0912: Positivo de 12V del riel de inyectores
- S 7010: Señal del inyector 1
- S 7011: Señal del inyector 3
- S 7012: Señal del inyector 4
- S 7013: Señal del inyector 2

2.18. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

2.18.1 Instalación de bomba de combustible

El montaje de la bomba de combustible se lo realizó dentro de un reservorio transparente con la finalidad de observar el funcionamiento de la misma.



Figura 33. Montaje de la bomba de combustible
Autor: Rodolfo Mera

El diagrama eléctrico de la misma muestra que el control lo hace a través de un relay que es pilotado por la ECM. En la figura 36 se puede observar el circuito de la bomba de combustible y nivel del mismo, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

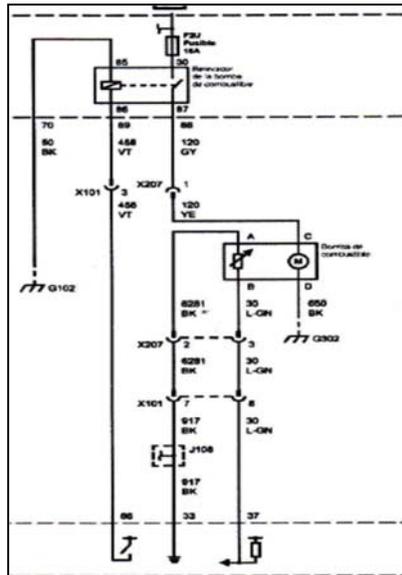


Figura 34. Circuito de la bomba de combustible
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

2.18.2 Instalación del filtro de combustible

El filtro de combustible sirve para depurar las impurezas en el combustible, estas se pueden provocar por el deterioro del tanque de combustible.



Figura 35. Montaje del filtro de combustible
Autor: Rodolfo Mera

2.18.3 Instalación del medidor de presión de combustible

Es importante conocer la presión del combustible ya que el mismo debe ser enviado a los inyectores con una presión, si dicha presión no es la correcta se tendrá un mal funcionamiento del sistema. Cuando la presión disminuye es síntoma de dos alternativas, no hay suficiente combustible o está deteriorada la bomba de combustible.



Figura 36. Montaje del medidor de presión del combustible
Autor: Rodolfo Mera

2.19. INSTALACIÓN DE LA CAJA DE FUSIBLE E INSTALACIÓN DEL SWITCH DE ENCENDIDO

Los fusibles son un dispositivo de seguridad que protegen a todos los sistemas eléctricos tales como la radio, luces, bocina, limpiaparabrisas, etc. Por dentro llevan un filamento. Este filamento soporta una cantidad de corriente la cual se mide en amperes. Y los hay de distintos amperes de acuerdo al componente eléctrico que soporta.

Si por lo que sea, de pronto le llega más corriente que la corresponde, el filamento se corta e interrumpe el paso de corriente protegiendo de tal forma el sistema eléctrico que alimenta o bien todo evitando un corto circuito. Es por ello que resulta muy importante tener colocados los fusibles con los amperajes correspondientes.



Figura 37. Montaje de la caja de fusible
Autor: Rodolfo Mera

2.20. INSTALACIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL MOTOR ECT

Para el control del sensor de temperatura se colocó un controlador de temperatura walow el cual cuando se setea la temperatura deseada y si la misma es superior a la real, manda a encender una resistencia calorífica que calienta el agua hasta llegar a la temperatura deseada.



Figura 38. Montaje del sensor de temperatura
Autor: Rodolfo Mera

En la figura 17 se puede observar el circuito del sensor ECT, el cual está instalado de la misma forma en la maqueta.

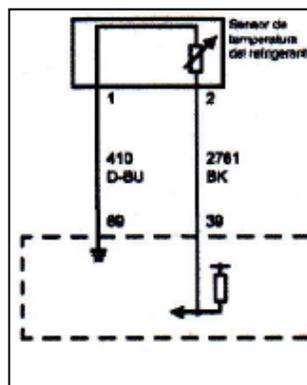


Figura 39. Conexión del sensor de temperatura
Fuente: Manual Chevrolet Sail
Editado por: Rodolfo Mera

En cada plug se encuentra las conexiones entre el sensor y la ECM en donde:

- 0410: Masa del sensor
- S 2761: Señal del sensor

2.21. Instalación del catalizador

El catalizador tiene como misión disminuir los elementos polucionantes contenidos en los gases de escape de un vehículo mediante la técnica de la catálisis.

Se trata de un dispositivo instalado en el tubo de escape, cerca del motor, ya que ahí los gases mantienen una temperatura elevada. Esta energía calórica pasa al catalizador y eleva su propia temperatura, circunstancia indispensable para que este dispositivo tenga un óptimo rendimiento, que se alcanza entre los 400 y 700 grados centígrados.

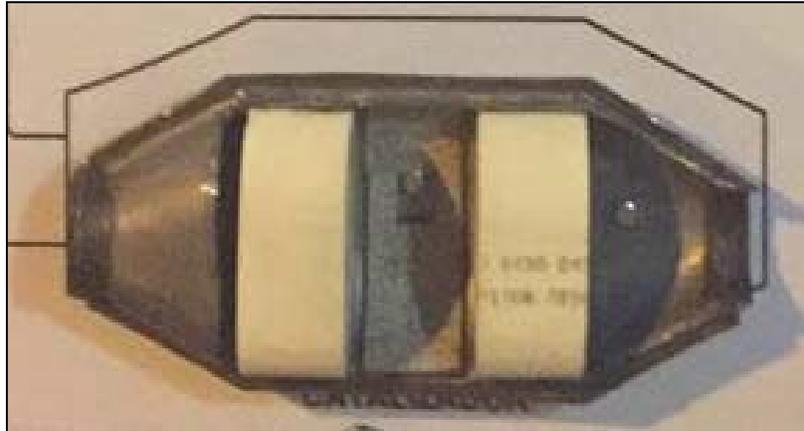


Figura 40. Montaje del catalizador
Autor: Rodolfo Mera

2.22. Instalación de válvula EVAP (Sistema de control de emisiones por evaporización)

Esta válvula trabajará cuando la presión dentro del tanque de combustible se eleve por la condensación de los gases del combustible. Para el montaje se colocó una abrazadera metálica con el fin de que no se mueva la misma. Las mangueras se conectaron al evap.



Figura 41. Montaje de la válvula EVAP
Autor: Rodolfo Mera

CAPÍTULO III ESQUEMAS DE CONEXIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

El sistema de inyección se compone de sensores y actuadores los cuales envían o reciben órdenes desde la ECM. Por ello se realizó una separación entre estos dos tipos de componentes

3.1 Sensores del sistema de inyección

Los sensores envían señales de estado hacia la ECM, es decir, envía información del estado actual del vehículo.

3.1.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

La ubicación del sensor en el vehículo es en la tapa de distribución o en el monoblock. Su función es proporcionar al ECM la posición del cigüeñal y las rpm. Es del tipo captador magnético.



Figura 42. Sensor del cigüeñal
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla:

Motor no enciende.

El automóvil se tironea.

Puede apagarse el motor espontáneamente.

Pruebas:

Probar que tenga una resistencia de 190 a 250 ohms el sensor esto preferente a temperatura normal el motor.

Continuidad de los 2 cables.

Con el scanner buscar el número de RPM.

En la figura 45 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.

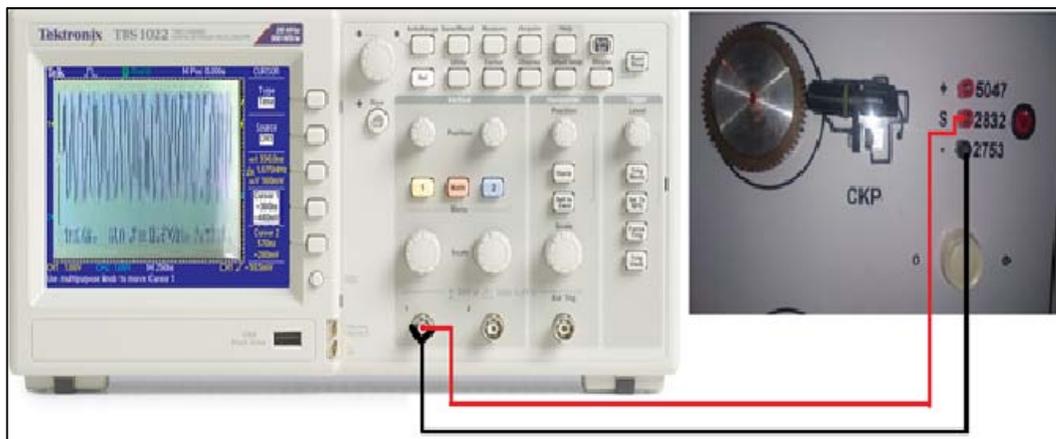


Figura 43. Conexión del osciloscopio en el sensor CKP
Autor: Rodolfo Mera

De esta manera se puede observar la señal que genera este sensor la cual es interpretada por la ECM para determinar las RPM del motor.

3.1.2 Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)

En el vehículo este sensor está ubicado en la caja del termostato conocida como toma de agua. Su función es informar a la ECM la temperatura del refrigerante del motor para que este a su vez calcule la entrega de combustible, la sincronización del tiempo y el control de la válvula egr, así como la activación y la desactivación del ventilador del radiador.



Figura 44. Sensor de temperatura del motor
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla:

Ventilador encendido en todo momento con motor funcionando.

El motor tarda en arrancar en frío y en caliente.

Consumo excesivo de combustible.

Niveles de co muy altos.

Problemas de sobrecalentamiento.

Pruebas:

Se conecta el multímetro a la punta izquierda del sensor, que es la de corriente y se prueba el volts que debe dar un valor de 4.61 v

Se conecta el multímetro en ohms y se checa resonancia con el interruptor del carro apagado.

En la figura 47 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.

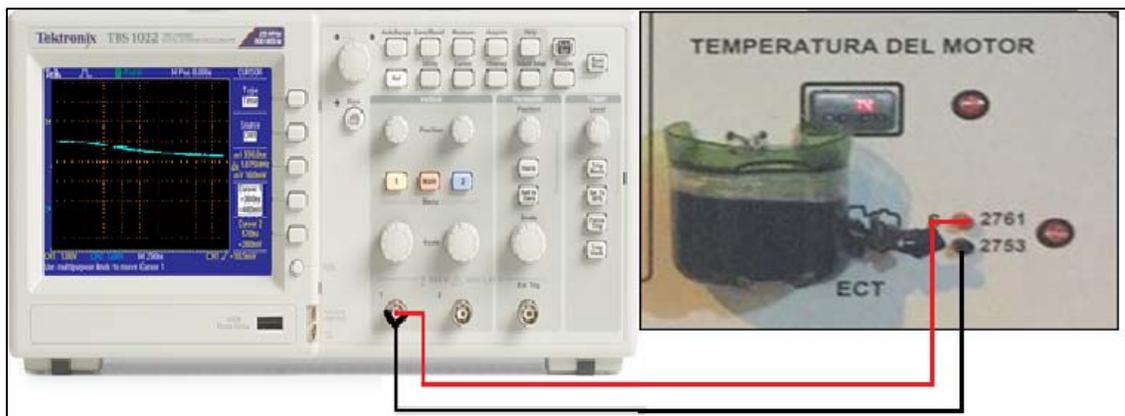


Figura 45. Conexión del osciloscopio en el sensor ECT
Autor: Rodolfo Mera

3.1.3. Sensor de temperatura de aire (IAT)

Localizado entre el filtro del aire y de la mariposa del acelerador o cuerpo de aceleración en el vehículo, su función es medir la temperatura de ingreso de aire. Una resistencia térmica mide la temperatura del aire de admisión se enfría cuando más aire pasa cerca de la resistencia y cuando menos aire pasa menos se enfría.



Figura 46. Sensor de temperatura de aire del motor
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas:

Ahogamiento del motor (exceso de combustible) por que el sensor no calcula la cantidad de combustible.

Consumo excesivo de combustible, niveles altos de co (monóxido de carbono).

Falta de potencia.

Humo negro por el escape.

Pruebas:

Cuando el sensor físicamente está sucio se limpia con dieléctrico.

Cuando el sensor no funciona nos da 8 volts de salida si existe una fuga del conducto de aire y se va a valores a menos de .60 volts.

En la figura 49 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.



Figura 47. Conexión del osciloscopio en el sensor IAT
Autor: Rodolfo Mera

3.1.4. Sensor del pedal del acelerador

Se encuentra ubicado en la cabina del conductor del vehículo. El sensor del pedal del acelerador indica la posición del acelerador. Básicamente, el APS (sensor del pedal del acelerador) es un sensor de posición del acelerador (TPS) al que se le conectó un pedal.



Figura 48. Sensor del pedal de aceleración
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla:

- Falta de aceleración
- Velocidad limitada
- Vacilación durante la aceleración

Pruebas:

Revisión de voltaje al momento de realizar el pisado del pedal

No debe haber puntos muertos de lecturas

Las lecturas siempre deben ser secuenciales, es decir de 0 a 5 o de 5 a 0 no puede haber puntos altos o bajos.

En la figura 51 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.



Figura 49. Conexión del osciloscopio en el pedal de aceleración
Autor: Rodolfo Mera

3.1.5. Sensor MAP

Se encuentra ubicado en el múltiple de admisión del vehículo, después de la mariposa de aceleración. El sensor MAP se encarga de controlar la entrega de combustible hacia el motor dependiendo del estado de carga y de la demanda de aceleración.

El sensor MAP es un sensor electrónico, que constantemente supervisa la succión o vacío en el múltiple de admisión, y dependiendo del valor de vacío presente entrega mayor o menor voltaje a la Unidad de Control Electrónico del automóvil que se encarga de controlar la cantidad de combustible a través de los inyectores.



Figura 50. Sensor de presión de aire
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

- Bajo rendimiento de combustibles
- Baja potencia del motor
- Irregularidad en las revoluciones del motor tanto en marcha como en ralentí
- Dificultad al encendido
- Apagado repentino del motor.

Pruebas

Ante una duda de que el sensor MAP se encuentre operando correctamente debemos proceder a realizar las siguientes pruebas mecánicas y eléctricas:

Debemos confirmar que no exista pérdida de vacío en el sensor MAP, ya sea por su manguera o por el sello si se encuentra directamente sobre el múltiple de admisión.

Las primeras pruebas eléctricas consisten en desconectar el sensor MAP y medir sobre el conector que viene del ECM/ECU los voltajes, debemos tener 0 Voltios entre GND y SIGNAL, y alrededor de 5 voltios entre GND y Vs. Si esto sucede estaremos seguros que el cableado del sensor MAP se encuentra correcto.

Para las siguientes pruebas del sensor MAP, utilizaremos alfileres de cabeza de colores diferentes, por ejemplo rojo para 5VDC, amarillo para SIGNAL, y azul para GND.

Con el interruptor de encendido del automóvil en posición de "contacto" medimos el voltaje entre chasis (GND) y SIGNAL, el voltaje debe estar entre 2.5V y 3.5V.

Este voltaje varía de acuerdo a la presión barométrica del lugar, en otras palabras si el automóvil se encuentra a una altura de 2700 metros sobre el nivel de mar el voltaje será de 3.1 V pero si se encuentra a nivel de mar será de unos 3.5 V.

Ahora encendemos el automóvil y lo dejamos calentar a temperatura de operación- alrededor de 5 minutos.

Medimos el voltaje entre SIGNAL y GND en ralentí, debemos tener un voltaje de 1.0~1.5 VDC.

Al acelerar el motor- lo podemos hacer con la mano actuando sobre la polea de la mariposa de aceleración, debemos notar que el voltaje empieza a subir hasta llegar alrededor de 4.8~5.0 VDC para aceleración a fondo. Si no tenemos estos voltajes es una muestra clara que el sensor MAP se encuentra dañado

En la figura 53 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.



Figura 51. Conexión del osciloscopio en el sensor MAP

Autor: Rodolfo Mera

3.1.6 Sensor de oxígeno

Se encuentra a la salida del escape en el vehículo. El sensor de oxígeno o sensor lambda regula la mezcla aire -gasolina a fin de ésta se pueda quemar y así reducir la expulsión de los gases contaminantes por el escape.

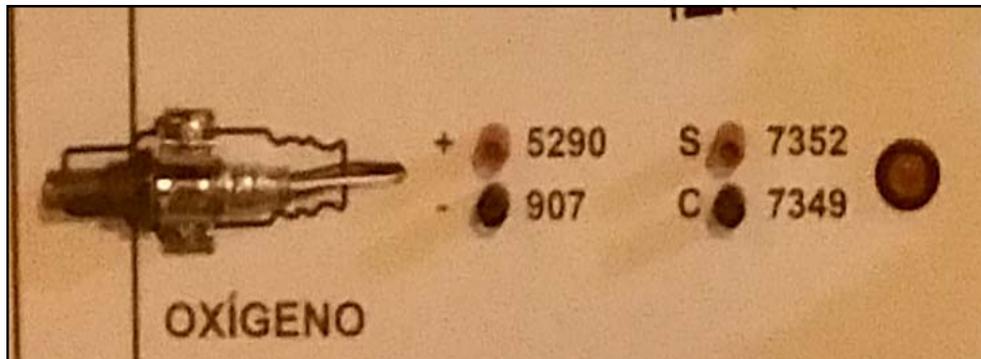


Figura 52. Sensor de oxígeno
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

- Motor en relanti irregular
- Perdida de aceleración
- Sobrecaentamiento
- Mayores emisiones de CO

Pruebas

Conectar las puntas del multímetro a los Pines 1 y 2 de la ficha de la sonda, a estos Pines llegan los conductores color blanco y entre ellos se encuentra conectada la resistencia calefactora de este componente.

Estando la sonda fría, la resistencia medida será de alrededor de 4 a 6 ohms

Con el motor girando a velocidad de ralentí (850 a 1000 rpm), la línea de barrido del osciloscopio deberá oscilar de arriba – abajo entre valores de voltaje comprendidos entre 0,85 volts y 0,25 volts. Estas variaciones deben seguir un ritmo de 3 a 5 oscilaciones cada 10 segundos.

En la figura 55 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.



Figura 53. Conexión del osciloscopio en el sensor de oxígeno
Autor: Rodolfo Mera

3.1.7 Sensor del árbol de levas

Se encuentra en el árbol de levas del motor. El CMP indica a la ECM la posición del árbol de levas para que determine la secuencia adecuada de inyección



Figura 54. Sensor CMP
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

- Explosiones

- Falta de potencia
- Mal sincronía del motor
- Exceso de combustible
- Explosiones en el arranque
- Se enciende la luz de Check Engine

Pruebas

Revisar con un multímetro la señal variable que genera al momento de encender la unidad.

Revisar los códigos de error.

Reemplace cuando sea necesario.

En la figura 57 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.

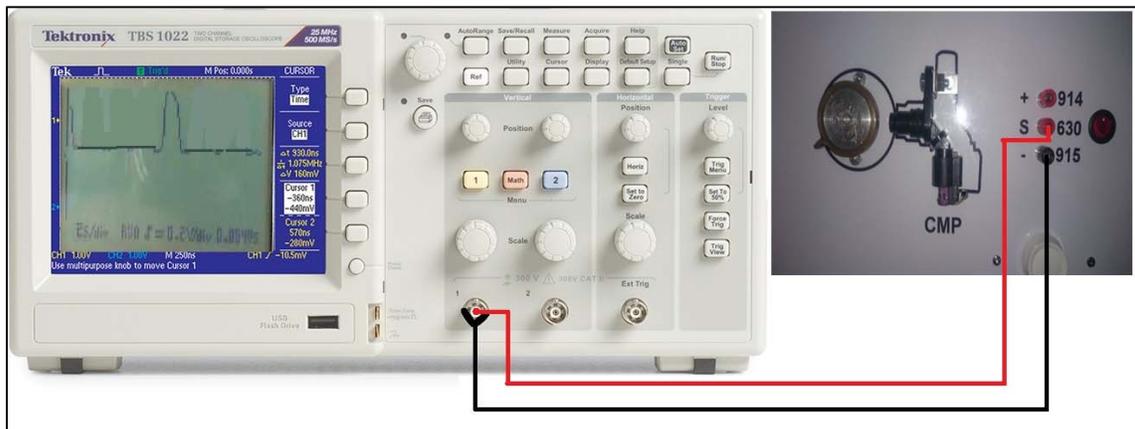


Figura 55. Conexión del osciloscopio en el sensor CMP
Autor: Rodolfo Mera

3.1.8 Sensor de velocidad

Se encuentra ubicado en la caja de cambio. El VSS se encarga de informarle al ECM la velocidad del vehículo para controlar el velocímetro y el odómetro, el acople del embrague convertidor de torsión (TCC) y transmisiones automáticas, su función es mandar una señal en relación a las revoluciones de las llantas que van en la relación del automóvil.



Figura 56. Sensor VSS
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

- Mayor desgaste de combustible
- Que el auto no esté estable en marcha
- Pierde el kilometraje

Pruebas

Este sensor se puede revisar si está sucio, se puede verificar con los códigos del escáner, también se puede verificar con un multímetro en la escala de ohms y no debe de dar una resistencia menor a 20 ohm, y se puede verificar con un osciloscopio en variación de frecuencia aumentando la velocidad del auto, y checando en una de los neumáticos del automóvil.

En la figura 59 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.



Figura 57. Conexión del osciloscopio en el sensor VSS
Autor: Rodolfo Mera

3.1.9 Sensor de detonación KS

Está situado en el bloque del motor en el múltiple de admisión o en la tapa de válvulas. Este sensor se utiliza para detectar vibraciones estructurales que nacen en la chispa de encendido motores debido a la combustión incontrolada.



Figura 58. Sensor KS
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

Pérdida de potencia o cascabeleo del motor y por lo tanto deterioro de algunas partes mecánicas

Pruebas

Golpear levemente el múltiple de admisión, hacer una pequeña marca visible en la polea del cigüeñal y con una lámpara de tiempo ponerla directamente en la marca y golpear y veremos cómo se atrasa el tiempo.

En la figura 61 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.



Figura 59. Conexión del osciloscopio en el sensor KS
Autor: Rodolfo Mera

3.2 ACTUADORES

Los actuadores son los encargados de ejecutar las órdenes enviadas por la ECM dependiendo de las señales recibidas a través de los sensores.

3.2.1 Inyectores

El inyector utilizado en los sistemas common-rail se encuentran en la cabeza del cilindro. La función del inyector puede dividirse en cuatro estados de servicio, con el motor en marcha y la bomba de alta presión funcionando.

- Inyector cerrado (con alta presión presente).
- El inyector abre (comienzo de inyección)
- Inyector totalmente abierto.
- El inyector cierra (final de inyección).

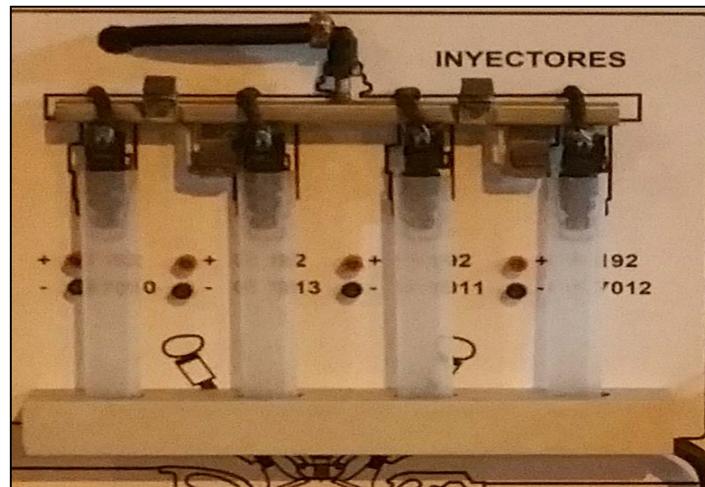


Figura 60. Inyectores

Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

Inestabilidad en marcha mínima

Pérdida de potencia

Ahogamiento y ruido de golpeteo del motor

Salida de humo negro por el escape, y por tanto, alta emisión de gases contaminantes

Problemas al arrancar

Calentamiento excesivo

Incremento considerable del consumo de combustible

Pruebas

Verificar la resistencia de la bobina de la válvula

En la figura 63 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.

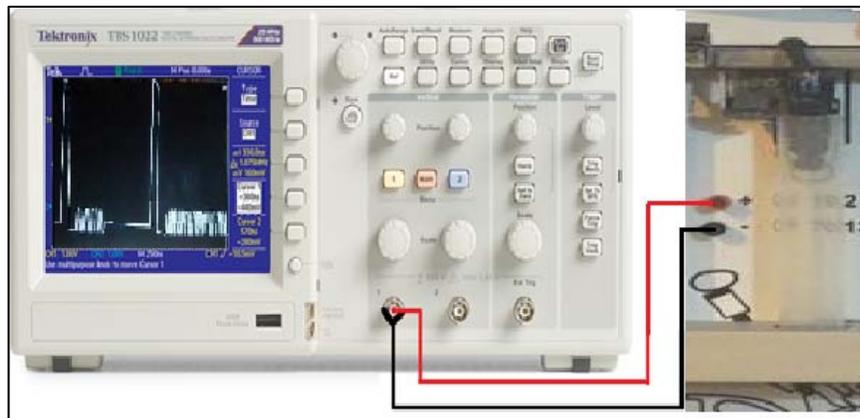


Figura 61. Conexión del osciloscopio en los inyectores

Autor: Rodolfo Mera

3.2.2 Bobina de Encendido

Se encuentran ubicadas en los cabezales del cilindro. Una bobina de encendido suministra a las bujías de encendido corriente de alta tensión para producir la chispa necesaria para la combustión del motor de combustible

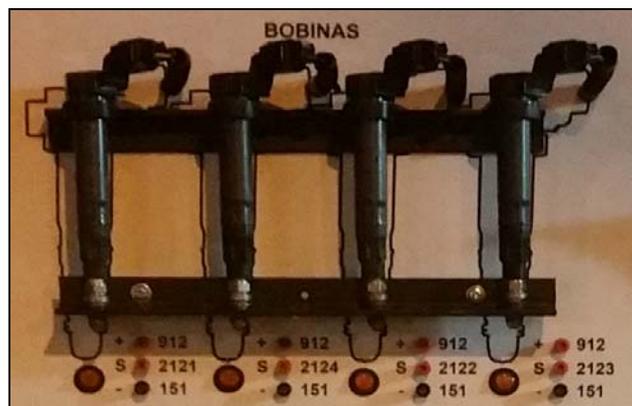


Figura 62. Bobinas de encendido

Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de falla

- Consumo de combustibles
- Contra explosiones
- Puesta en marcha dificultosa
- Falla de encendido
- Imposibilidad del arranque

Pruebas

Se debe colocar 12 v y el voltaje de excitación, si no hay chispa se debe reemplazar. Las bobinas solo tienen dos estados funcionan o no, no hay términos medios.

3.2.3 Válvula EGR

Se encuentra en el lado del múltiple de admisión. La función principal de esta válvula, es permitir el paso de gases quemados, hacia el manifold de entrada para volver a quemarlos en la cámara de combustión. Estos gases quemados, mezclados con la mezcla aire combustible, disminuyen la velocidad de combustión, reducen las temperaturas elevadas; logrando con esto una reducción de contaminantes (NOx).

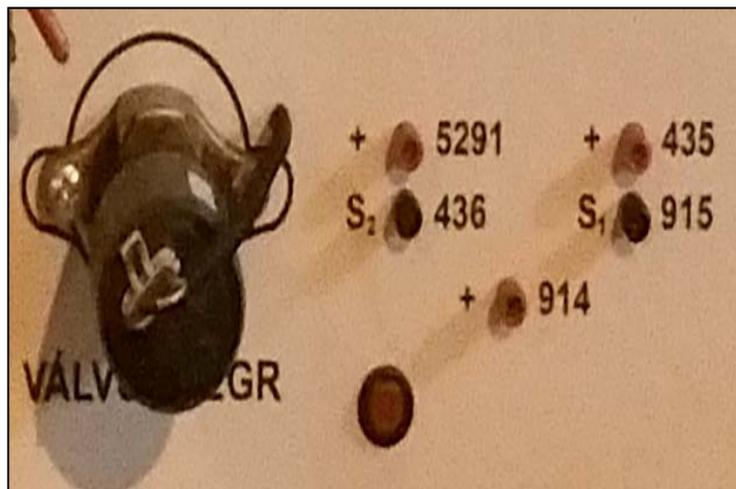


Figura 63. Válvula EGR
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de fallas

- Combustión ineficiente e irregular
- Aumento de oxido nitrógeno

Dificultad de arranque en frío

Pruebas

- 1) Estos son los pasos de la prueba:

Con la bomba de vacío todavía conectada a la válvula EGR.

- 2) Conecta el probador negro del multímetro a la terminal negativa (-) de la batería.

- 3) Coloca el multímetro en su función de voltios DC.

El multímetro debería registrar alrededor de .9 voltios una vez que el motor haya encendido.

- 4) Después de tomar nota del valor en voltios DC que el multímetro está registrando, aplícale vacío con la bomba de vacío a la válvula EGR.

- 5) El motor debería empezar a temblar y puede que se te apague, al aplicarle vacío a la válvula EGR (si es que esta está funcionando correctamente).

- 6) Dale un vistazo al valor en voltios que el multímetro está registrando mientras el motor está temblando. Ahora, suelta el vacío (que le estás aplicando a la válvula EGR) y nota el valor en voltios registrado el multímetro.

3.2.4 Cuerpo de aceleración

Ubicado en el colector de admisión de aire. El sistema de mariposa motorizada, además de ayudar a controlar mejor el nivel de emisiones de gases contaminantes, presenta la ventaja de poder integrarse con otros tales como el control crucero, control de estabilidad y control de tracción, donde impide que el auto acelere (aunque el chofer tenga presionado el acelerador a fondo) en momentos donde se produzca un derrape o cuando patine.



Figura 64. Cuerpo de aceleración
Autor: Rodolfo Mera

Síntomas de fallas

- Falla en la aceleración
- Pérdida de potencia del motor
- Consumo excesivo de combustible

En la figura 67 se puede apreciar la forma de conexión del osciloscopio en el sensor.

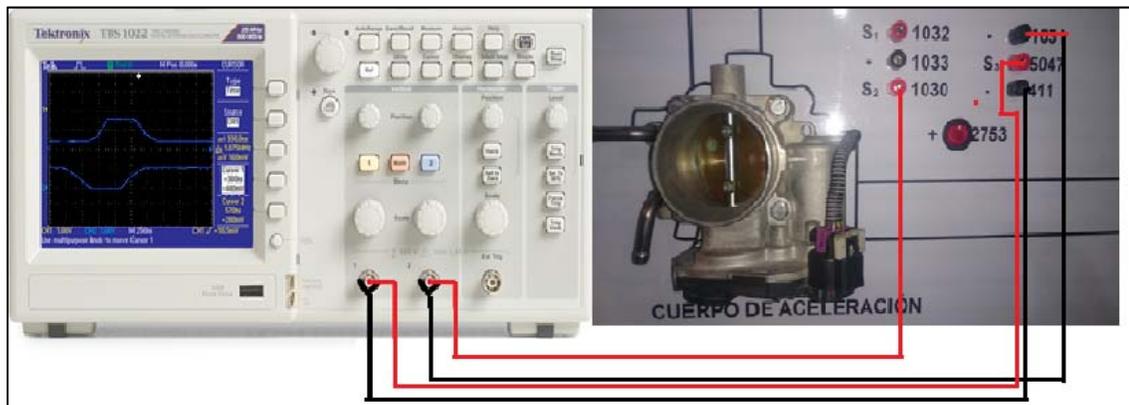


Figura 65. Conexión del osciloscopio en el cuerpo de aceleración
Autor: Rodolfo Mera

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO

4.1. MEDICIONES DE SENSORES

Las mediciones de voltaje de los sensores sirven para para verificar su correcto funcionamiento y elaborar tablas de referencias para los estudiantes.

4.1.1 Mediciones de los sensores de temperatura

Para realizar las mediciones de temperatura se debe colocar el multímetro entre los pines de señal y negativo.

Para las mediciones de los sensores ECT se debe colocar agua en el reservorio, luego programar el controlador a la temperatura deseada y realizar las mediciones.

De los resultados obtenidos se presenta la tabla n°2.

Tabla 2. Datos de pruebas del sensor ECT

°C	NTC
27	3,42
40	2,80
55	2,19
75	1,60
95	1,17

Autor: Rodolfo Mera

El tablero de control no dispone de un indicador análogo en donde se pueda demostrar la temperatura que detecta, sin embargo, tiene un indicador el cual se activa cuando la temperatura es muy alta.

4.1.2 Mediciones del IAT

Para las mediciones del sensor IAT se activa la secadora enviando un caudal de aire hacia el sensor, a media que envía el aire caliente hacia la cámara del sensor, esta aumenta su temperatura.

Tabla 2. Datos de pruebas del sensor del IAT

°C	V
29	2,27
32	2.03
35	1.8
40	1.97

Autor: Rodolfo Mera

Con estos datos se puede concluir que este sensor tiene coeficiente negativo (NTC) por lo que al aumentar la temperatura disminuye su voltaje.

4.1.3 Mediciones del cuerpo de aceleración

Para las mediciones del obturador electrónico se debe girar la válvula para obtenerlos siguientes resultados.

Tabla 3. Datos de pruebas del obturador electrónico

Apertura (%)	S1 (V)	S2 (V)
0	4.1	0.91
50	2.5	2.81
100	0.31	4.99

Autor: Rodolfo Mera

Mientras la señal S1 tiene una referencia positiva, la señal S2 tiene una referencia negativa por lo que las dos son inversas entre sí.

4.1.4 Mediciones del pedal de acelerador

Para las mediciones del pedal del acelerador se mueve manualmente obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 5. Datos de pruebas del pedal del acelerador

Posición (%)	S1 (V)	S2 (V)
0	0.43	0.2
50	2.86	1.8
100	3.95	1.99

Autor: Rodolfo Mera

Se puede verificar que las dos señales aumentan su voltaje al presionar el pedal, sin embargo lo hacen a diferentes relaciones.

4.1.5 Mediciones del nivel de combustible

Para las mediciones del nivel de combustible basta con mover la perilla del sensor y comprobar su funcionamiento.

Tabla 4. Datos de pruebas del nivel de combustible

Posición (%)	S1 (V)
0	3.9
50	4.33
100	5

Autor: Rodolfo Mera

A medida que aumenta el desplazamiento aumenta su voltaje.

4.1.6 Mediciones del sensor MAP

Para las mediciones del sensor MAP la realizamos al vacio y comprobar su funcionamiento.

Tabla 5. Datos de pruebas del sensor MAP

Presión	S1 (V)
0	2.54

Autor: Rodolfo Mera

4.1.7 Mediciones del sensor CMP

Para las mediciones del sensor CMP basta con mover la perilla de la velocidad del motor para observar la variación del sensor.

Tabla 6. Datos de pruebas del sensor CMP

Posición (%)	S1 (V)
0	4.5
50	2.46
100	1.89

Autor: Rodolfo Mera

A medida que aumenta su velocidad, disminuye su voltaje.

4.1.8 Mediciones del sensor CKP

Para las mediciones del sensor CKP basta con mover la perilla de la velocidad del motor para observar la variación del sensor.

Tabla 7. Datos de pruebas del sensor CKP

Posición (%)	S1 (V)
0	4.5
50	2.68
100	1.43

Autor: Rodolfo Mera

A medida que aumenta su velocidad, disminuye su voltaje.

4.1.9 Mediciones del sensor VSS

Para las mediciones del sensor VSS basta con mover la perilla de la velocidad del motor para observar la variación del sensor.

Tabla 8. Datos de pruebas del sensor VSS

Posición (%)	S1 (V)
0	10.54
50	5.49
100	3.68

Autor: Rodolfo Mera

A medida que aumenta su velocidad, disminuye su voltaje.

4.2 MEDICIONES CON EL SCANER

El scanner que se utilizó fue el Launch X-431. Se utilizó este scanner ya que es el más amigable con el usuario. Se lo conecto al OBDII, por el cual se comunica con la ECM. Se debe conectar el Scanner a la alimentación de 110v



Figura 66. Scanner Launch X-431
Autor: Rodolfo Mera



Figura 67. Conexión del scanner Launch X-431 al OBDII
Autor: Rodolfo Mera

Para la conexión del scanner se debe colocar el adaptador del OBD II en el conector y 120VAC a través del terminal dos.



Figura 68. Selección del tipo de conexión
Autor: Rodolfo Mera

Una vez conectados se debe escoger la opción OBD II y luego el tipo de conexión que en este caso es el genérico.

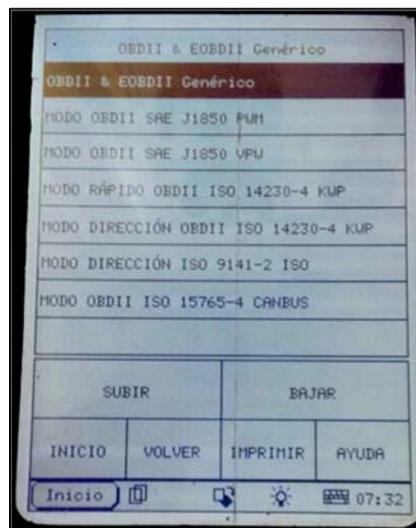


Figura 69. Selección del tipo de OBDII
Autor: Rodolfo Mera

Una vez seleccionado el tipo de conexión y tipo de OBDII se debe esperar a que se comunica con el ECM, el scanner se reinicia para detectar marca, modelo, etc. Lo primero que hacemos es leer los códigos de errores (PCODE) que se encuentran grabadas en la memoria del calculador de inyección.

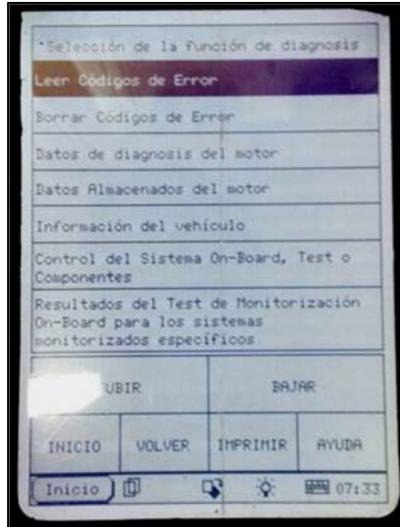


Figura 70. Lectura de los códigos de error
Autor: Rodolfo Mera

Luego muestra la lista de los errores encontrados al momento de hacer las pruebas

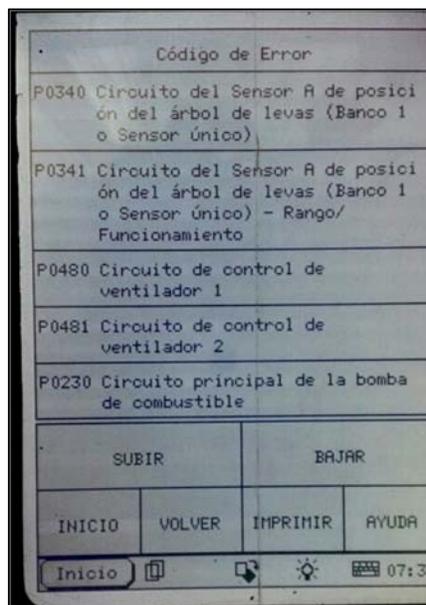


Figura 71. Códigos de error 1
Autor: Rodolfo Mera

Como se puede observar se tiene problemas con el sensor CMP, sistema de refrigeración, sistema de combustible y sensor MAP. Estas fallas aparecen debido a las pruebas realizadas anteriormente.

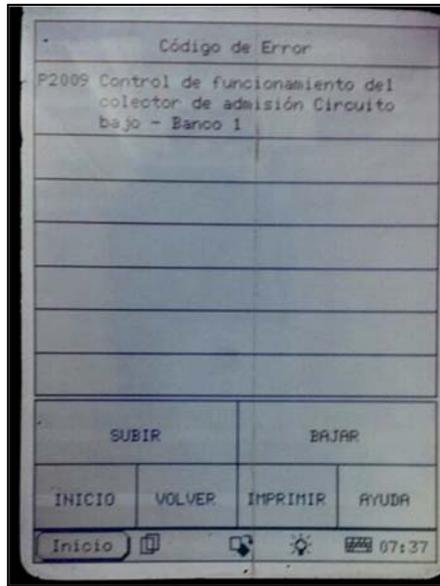


Figura 72. Códigos de error 2

Autor: Rodolfo Mera

Una vez revisado los defectos, debemos verificar que todos los swicht estén encendidos para luego de ello borrar los códigos de error

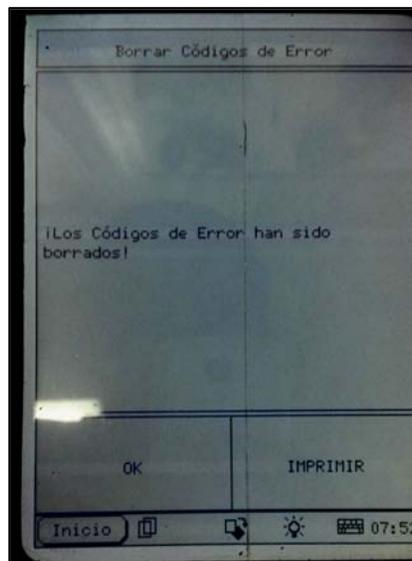


Figura 73. Borrar los códigos de error

Autor: Rodolfo Mera

Cuando ya estén borrados los códigos, comenzamos a realizar las pruebas encendiendo el movimiento de la rueda dentada del CKP. Calibramos la velocidad a

1500 RPM, luego regulamos la velocidad del sensor de velocidad a 40km/h y realizamos la lectura.

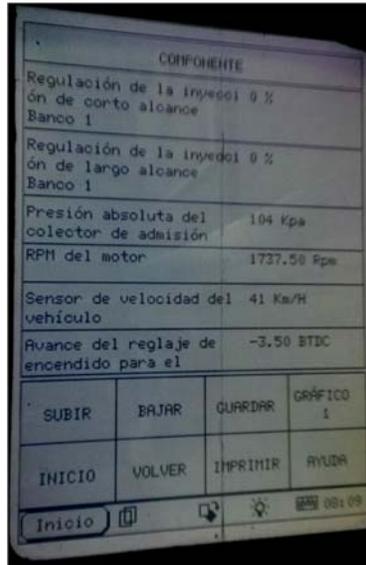


Figura 74. Lecturas de trabajo
Autor: Rodolfo Mera

Se puede observar que las relaciones de medición entre el panel y el scanner son parecidas, debido a que las ruedas fónicas no tienen el tamaño original.

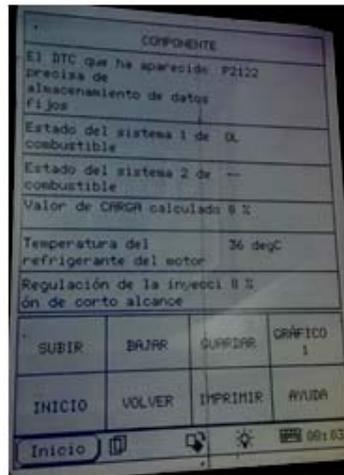


Figura 75. Lecturas de trabajo CKP
Autor: Rodolfo Mera

Así mismo se puede observar la temperatura del motor obtenida por el sensor ECT.

Luego se realizan las pruebas apagando el sensor ECT, como se puede observar, la temperatura decae en -40°C lo que es un error ya que el motor nunca llega a dicha temperatura, esto lo marca al no tener referencia por estar desconectado el sensor.

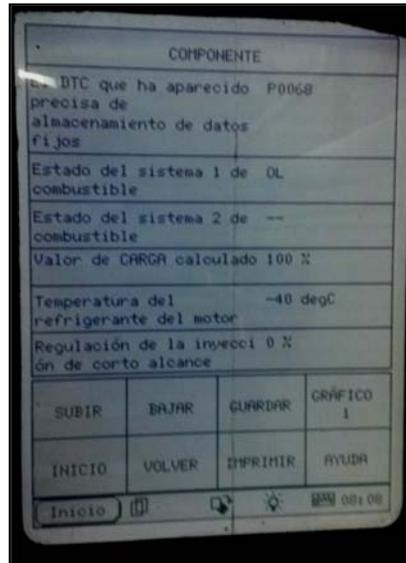


Figura 76. Lecturas de trabajo desconexión del ECT
Autor: Rodolfo Mera

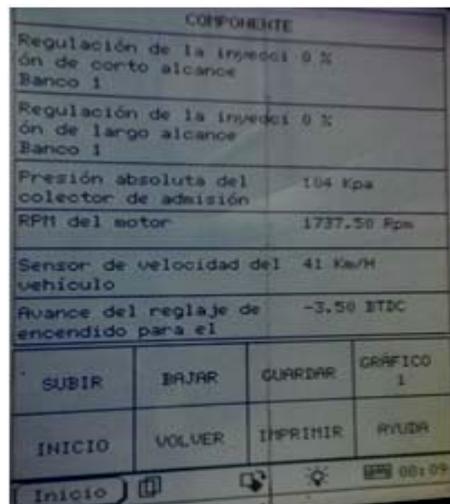


Figura 77. Lecturas de trabajo 2
Autor: Rodolfo Mera

De la misma manera se realizaron pruebas apagando el sensor IAT, como se puede observar, la temperatura decae en -40°C lo que es un error ya que el motor nunca llega a dicha temperatura, esto lo marca al no tener referencia por estar desconectado el sensor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Este proyecto de tesis afianzó los conocimientos de los sensores, actuadores, protecciones y funcionamiento de todo el sistema de inyección electrónica.
- Cada sensor afecta al sistema de inyección ya que cuando uno de estos falla el abanico de inyección de combustible cambia, así mismo el tiempo de inyección.
- El sensor predominante del sistema es el CKP ya que sin él el sistema no funciona y cuando este presenta una falla automáticamente se enciende el check engine y detiene la inyección de combustible. Así mismo es importante la sincronización de los sensores CKP y CMP para tener un abanico de inyección optima.
- Se obtuvo un diseño altamente eficaz con una distribución de los elementos adecuadamente de tal forma que los estudiantes puedan ejecutar prácticas necesarias, teniendo un fácil y seguro acceso a los sensores del automóvil reunidos en un banco didáctico

5.2. RECOMENDACIONES

- El banco de entrenamiento posee todos los componentes originales del chevrolet sail por lo que es importante su reconocimiento para evitar tiempos perdidos por búsquedas de los mismos en el auto.
- Los anexos ayudarán al estudiante a conocer de fondo todas las conexiones del sistema de inyección por lo que es importante leerlos para comprobar el buen funcionamiento del sistema.
- La utilización de varios equipos de diagnóstico automotriz en el banco de entrenamiento podrá enriquecer el conocimiento y la facilidad de manejo de cada uno de los equipos existentes en el medio.
- Realizar mantenimientos periódicos al banco de entrenamiento según la especificación del manual de usuario que servirá para mantener el sistema en óptimas condiciones, ya que existen elementos que se encuentran con fluidos, los mismos que podrán tener algún tipo de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

Martí Albert. Inyección Electrónica del Automóvil. Marcombo. 2000.

Concepción Mandy. Sensores automotrices y análisis de ondas. Daymle. 2004.

Bosch. (2002). Técnica Del Automovil. En Bosch, Regulación Electrónica (Pág. 38). Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Orozco José. Manual de computadoras y módulos automotrices. Electrónica y servicio. 2006.

OROVIO, M, "Tecnología del automóvil", Primera Edición, Paraninfo Ediciones, Madrid 2010.

MandyConcepcion; Sensores automotrices y análisis de ondas de osciloscopio, 2011.

CUELLO SERRANO, Efren; Sistemas de inyección electrónica de gasolina; Ediciones América, 2002.

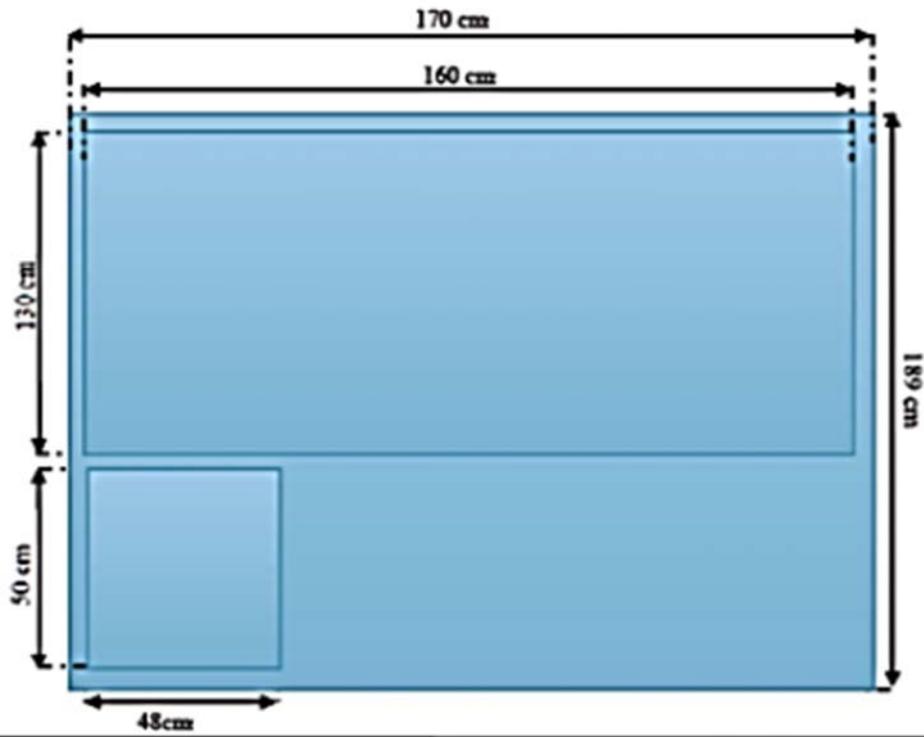
2012 Chevrolet Sail I Manual de servicio de Sail SGM I Motor I Controles del motor/combustible - 1.41 LCU I Info v procedimientos diag I ID de documentos 2527529.

Orovio, M. Tecnología del automovil, Primera Edición, Paraninfo Ediciones, Madrid 2010.

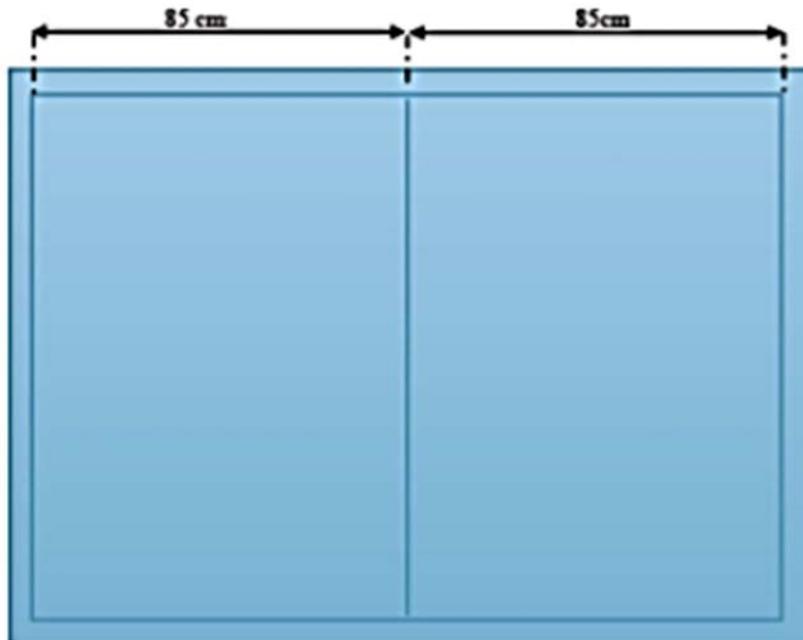
D. Hermógenes Gil Martínez. Manual Práctico del automovil. Edición Cultural, S. A.

ANEXO 1 DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



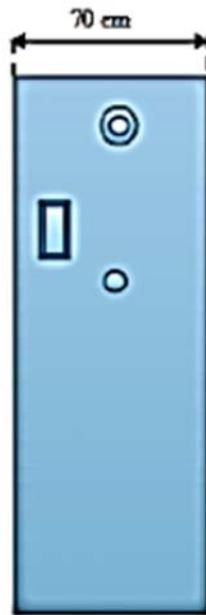
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
DEL ECUADOR

NOMBRE: RODOLFO MERA NAVAS

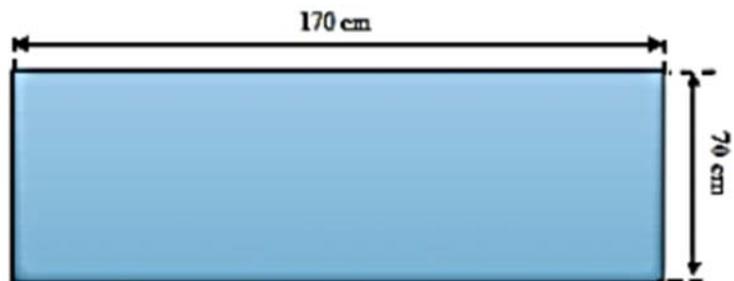
FECHA: JULIO 2016

TESIS: PLANOS DEL SIMULADOR CHEVR. SAIL 1.4L

VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



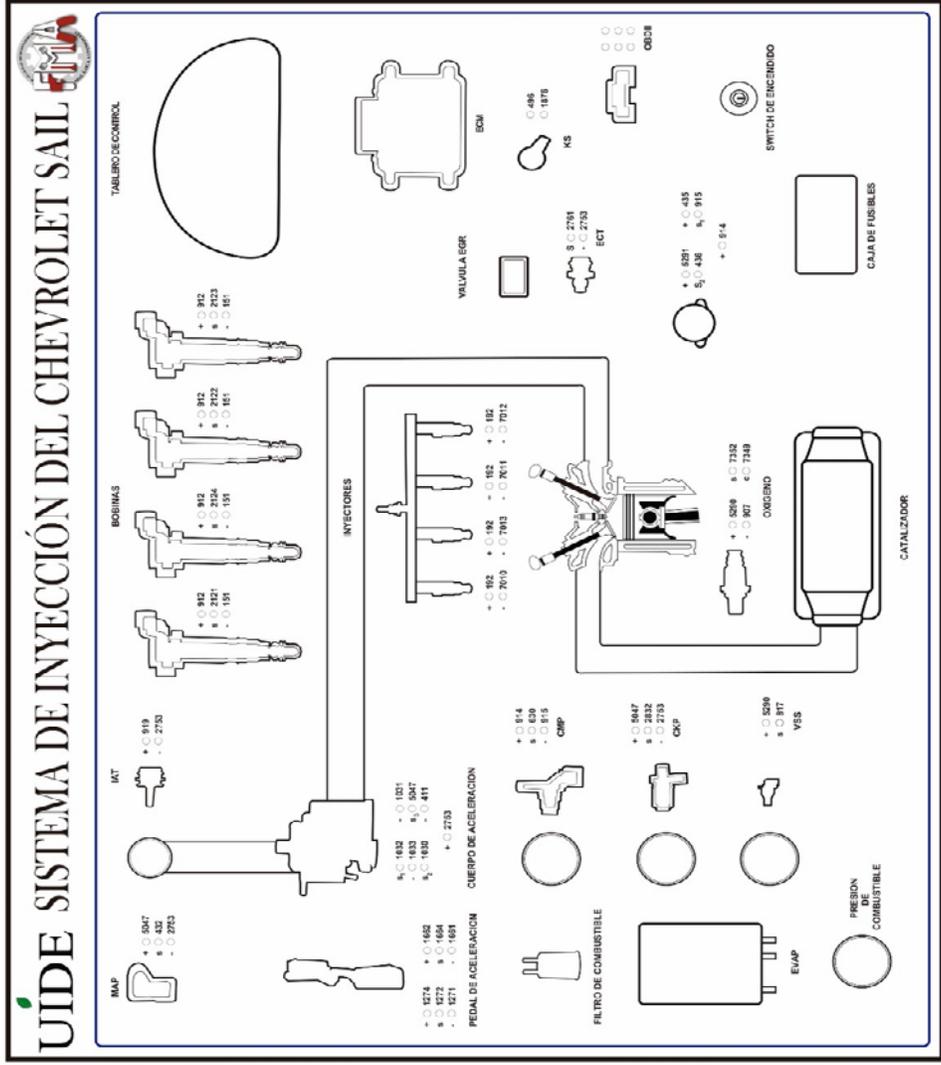
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
DEL ECUADOR

NOMBRE: RODOLFO MERA NAVAS

FECHA: JULIO 2016

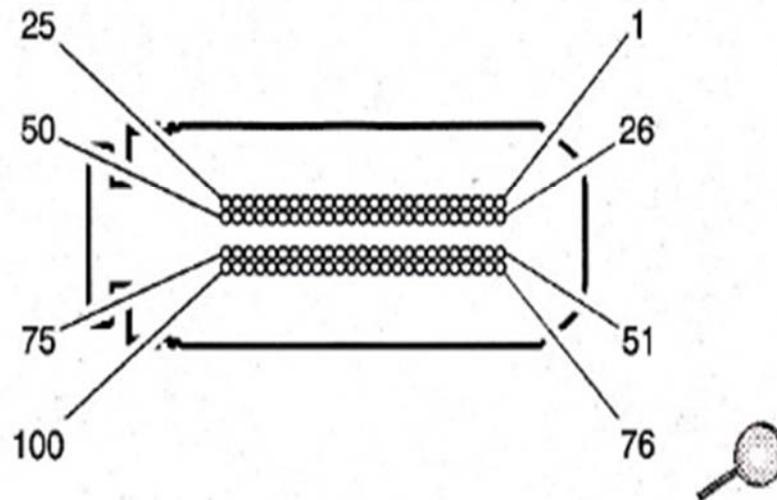
TESIS: PLANOS DEL SIMULADOR CHEVR. SAIL 1.4L

ANEXO 2 DISEÑO DEL VINIL



ANEXO 3 MANUAL DE CONEXIÓN DE LA ECM

Módulo de control del motor (C14)



Información de la parte del conector

- Tipo de arnés:
- Conector OEM: 13675254
- Conector de servicio:
- Descripción:

Información de la parte de la terminal

- Conductor terminado:
- Herramienta de liberación:
- Sonda de prueba de diagnóstico:
- Terminal/bandeja:
- Núcleo/engarce de aislamiento:

Módulo de control del motor (C14)

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
1	0.5	D-GN	2123	Señal de control de ignición - Cilindro 4	-
2	0.5	L-BU	2122	Señal de control de ignición - Cilindro 3	-
3	0.5	YE	2124	Señal de control de ignición - Cilindro 2	-
4	0.5	BK	150	Tierra	-
5	0.35	YE	630	Señal del sensor de posición del árbol de levas	-
6	-	-	-	No se utiliza	-
7	0.35	WH	919	Señal de sensor de temperatura del múltiple	-

© 2014 General Motors. Todos los derechos reservados.

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
8	0.5	BN	435	Señal del sensor de posición de la válvula de EGR	-
9	-	-	-	No se utiliza	-
10	0.5	BN	908	Señal de sensor de oxígeno caliente (HO2S) trasero	-
11	0.35	D-GN	432	Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor	-
12	0.35	L-GN	9469	Baja referencia	-
13	0.35	BN	918	Referencia 5V	-
14	0.35	BK	469	Baja referencia	-
15	0.5	BK	1271	Baja referencia	-
16	0.5	WH	1664	Referencia 5V	-
17	0.5	RD	140	Voltaje positivo de batería	-
18	0.35	L-GN	573	Referencia 5V	-
19	0.35	D-BU	916	Baja referencia	-
20	0.5	BN	907	Baja referencia	-
21	0.5	WH	3201	Referencia 5V	-
22-23	-	-	-	No se utiliza	-
24	0.5	D-GN	7335	Control bajo del motor del actuador del acelerador	-
25	0.5	L-BU	5292	Voltaje de encendido	-
26	0.5	D-BU	2121	Señal de control de ignición - Cilindro 1	-
27	0.5	BK	150	Tierra	-
28	0.5	BK	150	Tierra	-
29	0.5	BK	150	Tierra	-
30	0.35	L-BU	2832	Señal del sensor de posición del cigüeñal	-

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

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
52	0.5	D-GN	335	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de velocidad baja	-
53	0.5	D-GN	21	Señal del sensor de posición del pedal del freno	-
54	0.35	YE	710	Datos seriales altos de CAN	EMT
55	0.35	YE/BK	1807	Datos seriales bajos de CAN	EMT
56	0.5	BN	20	Señal del sensor de posición del pedal del freno	-
57	0.5	VT/BK	1319	Datos seriales	-
58	0.5	YE	5270	Señal de la velocidad del vehículo	-
59	-	-	-	No se utiliza	-
60	0.5	BN	66	Señal de solicitud de A/C	-
61-64	-	-	-	No se utiliza	-
65	0.5	BN/BK	486	Señal TPS 2	-
66	0.5	BN	485	Señal TPS 1	-
67	0.5	WH/BK	3202	Baja referencia	-
68	0.5	D-GN	817	Señal del sensor de velocidad del vehículo	MT
69	0.35	D-BU	410	Baja referencia	-
70	-	-	-	No se utiliza	-
71	0.35	WH	1876	Señal del sensor de golpe	-
72	0.35	VT	496	Señal del sensor de golpe	-
73	-	-	-	No se utiliza	-
74	0.75	BK	150	Tierra	-
75	0.75	BK	150	Tierra	-
76	0.5	YE	7017	Señal de control de puerto de admisión variable	-

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
77	0.5	WH	459	Control del relevador del compresor de A/C	-
78	0.75	YE/RD	7013	Señal de control de inyector de combustible - Cilindro 2	-
79	0.75	YE/WH	7011	Señal de control de inyector de combustible - Cilindro 3	-
80	0.75	YE	7010	Señal de control de inyector de combustible - Cilindro 1	-
81	0.75	YE/BK	7012	Señal de control de inyector de combustible - Cilindro 4	-
82	-	-	-	No se utiliza	-
83	0.5	BK	913	Señal de control de múltiple de admisión variable	-
84	0.5	D-GN	817	Salida de señal de velocidad del vehículo	-
85	0.5	WH	135	Salida de señal de transmisión controlada electrónicamente (ECT)	-
86	0.5	VT	458	Señal de control de relevador de bomba de combustible	-
87	0.5	WH	902	Señal de control del relevador de arranque	EMT
88	0.5	BK	9349	Control bajo del calentador del sensor de oxígeno delantero	-
89	-	-	-	No se utiliza	-
90	0.5	BK	7354	Baja referencia de calentador	-
91	0.5	D-GN	7414	Salida de señal de nivel de combustible	-
92	0.5	BN	419	Control de la MIL	-
93	-	-	-	No se utiliza	-
94	0.5	BN	5069	Señal de control del relevador principal	-
95	0.5	D-BU	5372	Control de solenoide de purga de bote EVAP	-

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
96	-	-	-	No se utiliza	-
97	0.5	WH	121	Señal de velocidad del motor	-
98	0.5	L-GN	436	Control de la válvula de recirculación de gas de escape	-
99-100	-	-	-	No se utiliza	-