

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



**DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DEL MOTOR 1.4 S-TEC III
16V VEHÍCULO CHEVROLET SAIL EN UN BANCO
ESTACIONARIO**

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

Víctor Emilio Dueñas Villalta

Director: Ing. Darwin Chele Sancan

Guayaquil, enero 2020

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

Ing. Daniela Jerez

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado “**Diagnóstico electrónico del motor 1.4 S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail en un banco estacionario**”, realizado por el estudiante: **Víctor Emilio Dueñas Villalta**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

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

Guayaquil, enero 2020

Ing. Darwin Chele Sancan

Director de Proyecto

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

Yo, **Víctor Emilio Dueñas Villalta**

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: “**Diagnóstico electrónico del motor 1.4 S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail en un Banco Estacionario**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyado en la guía constante de mi docente. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Escuela de Ingeniería Automotriz.

Guayaquil, enero 2020

Víctor Emilio Dueñas Villalta

C.I. 0928363290

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Víctor Emilio Dueñas Villalta

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

Guayaquil, enero 2020

Víctor Emilio Dueñas Villalta

C.I. 0928363290

DEDICATORIA

Esta tesis de grado la quiero dedicar a Dios por la vida, por los talentos y oportunidades que recibo a diario. Igualmente dedico esta tesis a mi familia quienes incondicionalmente han permanecido a mi lado dándole sentido a mi vida y apoyándome en mis anhelos más profundos mientras voy venciendo mis temores y alcanzando esas cimas que nos trazamos como metas nobles que humanizan nuestra vida aportándole estándares de calidad que la hagan digna y feliz.

Víctor Emilio Dueñas Villalta

AGRADECIMIENTO

Vaya mi agradecimiento a mi casa de estudios: Universidad Internacional Del Ecuador, a mis profesores, a todo su personal, quienes con sus exigencias, tutorías, acompañamiento y formación de calidad me han permitido lograr la meta de culminar esta etapa de mi crecimiento como profesional acreditado como Ingeniero Mecánico Automotriz para poder dar los aportes significativos que la sociedad requiere, contribuyendo así a la construcción de un país rico en humanidad y con óptimos estándares de calidad de vida.

Víctor Emilio Dueñas Villalta

RESUMEN GENERAL

Con los avances tecnológicos en el área automotriz a principios de los años 80 fueron mejorando los sistemas de inyección y sus componentes, con el atenuante de que el nivel de consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes no eran los más apropiados. Los fabricantes de las marcas han permitido desarrollar tecnologías para la reducción de las emisiones de gases colocando un sistema complejo de sensores y actuadores, los cuales interactuaran con una unidad de procesamiento de datos para regular y reducir estos gases.

Para conocer más del funcionamiento de este sistema se ha escogido realizar un **Diagnóstico electrónico del motor 1.4 S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail**, dispuesto en un banco estacionario el cual permite ejecutar pruebas de funcionamiento de los sensores y actuadores para evaluar las condiciones en las que se encuentre este motor.

En el capítulo 1 se encuentran los motivos por lo que se escogió desarrollar este tema, su ubicación y alcance. En el capítulo 2 encontrará la información de cada elemento que conforma el sistema de regulación de gases de escape del motor 1.4 S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail, su descripción, principio de funcionamiento, diagrama eléctrico, y la ubicación de los sensores y actuadores. El capítulo 3 detalla el diagnostico de cada componente donde indica las fallas más comunes, códigos de falla y la forma de las señales de los sensores. Para mantener el banco en óptimas condiciones se colocó el capítulo 4 el cual es un apartado del mantenimiento preventivo que se debe realizar.

Palabras clave. Equipo diagnóstico, mantenimiento, comprobación, control electrónico, sensores, actuadores.

ABSTRACT

With the technological advances of the automotive area, at the beginning of the 80s, the injection systems and their components were improved, with the background that the level of fuel consumption and the emission of polluting gases were not the most appropriate. The different vehicle manufacturers have allowed to develop technologies for the reduction of gas emissions through a complex system of sensors and actuators, which interact with a data processing unit to regulate and reduce these gases.

To know more about the operation of this system, it was chosen to carry out an electronic diagnosis of the 1.4 S-TEC III 16V Chevrolet Sail vehicle, arranged in a stationary test bench which allows running tests of the sensors and actuators to check their state.

Chapter 1 contains the reasons for choosing the theme to be developed, its location and scope. In chapter 2 is explained how each element of the exhaust system of the engine 1.4 S-TEC III 16V Chevrolet Sail works, its description, operating principle, electrical diagram, and the location of the sensors and actuators. Chapter 3 details the diagnosis of each component where it is indicated the most common failures, fault codes and the shapes of the sensor signals. Chapter 4 is a section which shows the preventive maintenance to be followed for keeping the test bench in optimal conditions.

Keywords. Diagnostic equipment, maintenance, check, electronic control, sensors, actuators.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN GENERAL	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Definición del problema.....	1
1.2 Ubicación del problema en su contexto.	2
1.3 Situación en conflicto.....	2
1.4 Objetivos de la investigación.	3
1.5 Objetivo general.	3
1.6 Objetivos específicos.....	3
1.7 Justificación de la investigación.....	4
CAPÍTULO II	5

FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1 Sistema de inyección electrónica	5
2.2 Componentes de un sistema de inyección electrónica.	6
2.3 Modulo de control electrónico - ECU.....	8
2.4 Sensores.....	13
2.4.1 Sensor de pedal de aceleración - PPS.....	17
2.4.2 Sensor de posición del cigüeñal - CKP.	20
2.4.3 Sensor de posición del árbol de levas - CMP.....	22
2.4.4 Sensor de temperatura del refrigerante - ECT.....	25
2.4.5 Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP.....	27
2.4.6 Sensor de temperatura de admisión de aire - IAT	30
2.4.7 Sensor de golpe Knock Sensor - KS	32
2.4.8 Sensor de oxígeno O ₂	34
2.5 Actuadores.....	38
2.5.1 Válvula de recirculación de gases de escape - EGR.	38
2.5.2 Bobinas de encendido.....	40
2.5.3 Inyectores.	44
2.5.4 Control electrónico de la mariposa - ETC.....	46
2.6 Equipos de medición	48
2.6.1 Multímetro.....	48

2.6.2 Scanner automotriz.....	49
CAPÍTULO III	54
DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE MOTOR S-TEC III 16V	
1.4 CHEVROLET SAIL	54
3.1 Generalidades.....	54
3.2 Descripción del proceso de aplicación	60
3.3 Diagnostico de sensores	61
3.3.1 Diagnostico del Pedal de Aceleración PPS	61
3.3.2 Diagnóstico del sensor IAT	64
3.3.3 Diagnóstico del sensor ECT.....	67
3.3.4 Diagnóstico del sensor MAP.....	70
3.3.5 Diagnostico del sensor Sensor Lambda O ₂	72
3.3.6 Diagnóstico del sensor CKP.....	76
3.3.7 Diagnóstico del sensor CMP	79
3.3.8 Diagnóstico del sensor KS	82
3.4 Diagnóstico de los actuadores	85
3.4.1 Diagnóstico de las bobinas de encendido.....	85
3.4.2 Diagnóstico de los inyectores.....	87
3.4.3 Diagnóstico de la válvula EGR	90
3.4.4 Diagnóstico del control electrónico de la mariposa ETC.....	92

CAPÍTULO IV	96
MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO DEL BANCO.....	96
4.1 Generalidades	96
4.2 Precauciones	96
4.3 Uso del banco	98
4.4 Plan de mantenimiento del banco.....	99
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la UIDE en Guayaquil.	2
Figura 2. Componentes del sistema de inyección	6
Figura 3. Módulo de control ECU.....	8
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de la ECU	9
Figura 5. Conector del Módulo de control de motor C14	9
Figura 6. Ubicación de la ECU	12
Figura 7. Sensor del pedal de aceleración	17
Figura 8. Ubicación y señal del pedal del acelerador.....	18
Figura 9. Esquema interno del PPS.....	18
Figura 10. Descripción del socket del PPS	19
Figura 11. Diagrama de conexión del PPS.....	19
Figura 12. Sensor CKP cigüeñal	20
Figura 13. Principio de funcionamiento de los sensores tipo Inductivo	21
Figura 14. Señal Sensor CKP.....	21
Figura 15. Descripción del socket del CKP	21
Figura 16. Diagrama del sensor CKP.....	22
Figura 17. Sensor CMP	22
Figura 18. Descripción del socket del CMP.....	24
Figura 19. Diagrama del sensor CMP.....	24
Figura 20. Conexiones Sensor ECT	25
Figura 21. Curva de Sensor ECT tipo NTC	26

Figura 22. Descripción del socket del sensor ECT	27
Figura 23. Diagrama del sensor ECT	27
Figura 24. Sensor de presión absoluta de tres cables con toma de vacío al colector	28
Figura 25. Descripción del socket del sensor MAP	29
Figura 26. Diagrama del sensor MAP.....	29
Figura 27. Sensor de temperatura de aire IAT	30
Figura 28. Descripción del socket del sensor IAT	31
Figura 29. Diagrama del sensor IAT.....	31
Figura 30. Sensor de golpe KS.....	32
Figura 31. Descripción del socket del sensor KS.....	33
Figura 32. Diagrama del sensor KS	33
Figura 33. Sensor lambda.....	34
Figura 34. Tipos de Sonda Lambda	35
Figura 35. Relación de la mezcla combustible-aire	36
Figura 36. Franja de control del sistema de inyección.....	36
Figura 37. Descripción del socket de los sensores de Oxígeno	37
Figura 38. Diagrama del sensor O ₂	38
Figura 39. Esquema del funcionamiento de la EGR.....	39
Figura 40. Descripción del socket de la válvula de recirculación de gas de escape	39
Figura 41. Diagrama del sensor EGR.....	40
Figura 42. Bobina de encendido.....	41
Figura 43. Estructura interna de la bobina	42
Figura 44. Descripción del socket de las bobinas	43
Figura 45. Diagrama de la conexión de las bobinas de encendido	43

Figura 46. Disposición de los inyectores en el rail de combustible	44
Figura 47. Interior de un inyector.....	44
Figura 48. Descripción del socket de los inyectores	45
Figura 49. Diagrama de la conexión de los inyectores	45
Figura 50. Cuerpo de aceleración.....	46
Figura 51. Mariposa motorizada y sus terminales.....	47
Figura 52. Descripción del socket del Control electrónico de la mariposa.....	47
Figura 53. Diagrama del Control electrónico de la mariposa	48
Figura 54. Multímetro digital automotriz TRISCO	49
Figura 55. Conexión del scanner.....	50
Figura 56. Estructura del banco.....	54
Figura 57. Vista frontal del banco.....	55
Figura 58. Interior del armario del banco.....	55
Figura 59. Vistas posterior del banco.....	56
Figura 60. Ubicación del motor en banco	56
Figura 61. Descripción del tablero	57
Figura 62. Panel de instrumentos	57
Figura 63. Manómetros	58
Figura 64. Encendido, corte de energía y activación de bomba de gasolina.....	58
Figura 65. Borneras para la obtención de señales	59
Figura 66. Interruptores de señales de sensores	59
Figura 67. Interruptores de señales de actuadores.....	60
Figura 68. Puntos de pruebas en los sensores de pedal.....	62
Figura 69. Conexión del multímetro al PPS.....	62

Figura 70. Ubicación del pedal	63
Figura 71. Señales del PPS.....	64
Figura 72. Ubicación del sensor IAT	65
Figura 73. Puntos de pruebas del sensor IAT.....	65
Figura 74. Conexión del multímetro al IAT.....	66
Figura 75. Señal del IAT	67
Figura 76. Ubicación del sensor ECT	68
Figura 77. Puntos de pruebas del sensor ECT.....	68
Figura 78. Conexión del multímetro al ECT.....	69
Figura 79. Señal del ECT	69
Figura 80. Ubicación del sensor MAP	71
Figura 81. Puntos de pruebas del sensor MAP.....	71
Figura 82. Conexión del multímetro al MAP.....	72
Figura 83. Señal del MAP	72
Figura 84. Ubicación de los sensores de oxígeno	73
Figura 85. Puntos de pruebas en los sensores de oxígeno.....	74
Figura 86. Conexión del osciloscopio en sensor O ₂	75
Figura 87. Señal del O ₂	75
Figura 88. Puntos de pruebas en el sensor CKP.....	77
Figura 89. Ubicación del sensor CKP.....	77
Figura 90. Conexión del osciloscopio en sensor CKP	78
Figura 91. Forma de onda del sensor CKP.....	78
Figura 92. Ubicación del sensor CMP	79
Figura 93. Puntos de pruebas en el sensor CMP	80

Figura 94. Conexión del osciloscopio en sensor CMP.....	81
Figura 95. Forma de onda del sensor CMP.....	81
Figura 96. Sincronismo entre el CKP y CMP.....	82
Figura 97. Ubicación del sensor KS.....	83
Figura 98. Puntos de pruebas del sensor KS.....	83
Figura 99. Medición del sensor KS.....	84
Figura 100. Forma de onda del sensor KS.....	85
Figura 101. Puntos de simulación falla de las bobinas.....	86
Figura 102. Ubicación de las bobinas de encendido.....	87
Figura 103. Ubicación del riel de inyectores.....	89
Figura 104. Puntos de falla de los inyectores.....	89
Figura 105. Ubicación de la válvula de EGR.....	91
Figura 106. Puntos de medición de la EGR.....	91
Figura 107. Medición de la posición de la mariposa de la válvula EGR.....	92
Figura 108. Puntos de pruebas control electrónico de mariposa ETC.....	93
Figura 109. Conexión del multímetro al ETC.....	94
Figura 110. Ubicación del ETC.....	94
Figura 111. Forma de onda del sensor ETC.....	95
Figura 112. Activación del banco.....	97
Figura 113. Verificación de switch de simulación.....	97
Figura 114. Equipo de protección personal que se debe utilizar.....	98
Figura 115. Conexión del multímetro u osciloscopio.....	98
Figura 116. Cambio de estado del switch del sensor.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de conector C14	10
Tabla 2. Tipos de sensores	14
Tabla 3. Especificaciones sensores y actuadores	15
Tabla 4. Medición de resistencia del sensor ECT	26
Tabla 5. Medición de voltaje del sensor ECT	26
Tabla 6. Características del osciloscopio	50
Tabla 7. Descripción de los códigos DTC.....	53
Tabla 8. Códigos de fallos para pedal	61
Tabla 9. Medición de voltaje del PPS	63
Tabla 10. Códigos de fallos para el sensor IAT	64
Tabla 11. Medición de voltaje del sensor IAT	66
Tabla 12. Códigos de fallos del sensor ECT	67
Tabla 13. Medición de voltaje del sensor ECT	69
Tabla 14. Códigos de fallos del sensor MAP	70
Tabla 15. Medición de voltaje del sensor MAP	71
Tabla 16. Códigos de fallos del sensor O ₂	74
Tabla 17. Códigos de fallos del sensor CKP.....	76
Tabla 18. Códigos de fallos del sensor CMP	79
Tabla 19. Códigos de fallos del sensor KS.....	83
Tabla 20. Códigos de fallos de las bobinas de ignición	86
Tabla 21. Códigos de fallos de los inyectores.....	88
Tabla 22. Códigos de fallos de la válvula EGR	90

Tabla 23. Códigos de fallos para el ETC	92
Tabla 24. Medición de voltaje del ETC	95
Tabla 25. Tabla del plan de Mantenimiento.....	100

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Definición del problema.

El problema se define como los conflictos que se presentan en un sistema por la ausencia parcial o total de datos, los cuales no permiten que un componente o maquinaria, en este caso, funcione adecuadamente dentro de sus parámetros normales para minimizar los mantenimientos y ahorrar en recursos.

Según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador el Chevrolet Sail es uno de los autos más vendidos en el Ecuador es imperativo conocer cómo funciona su sistema de control de emisión de gases, las causales más probables del daño de sensores y actuadores que intervienen en este sistema y como comprobar su funcionamiento. Ante esta premisa se plantean una solución práctica para la obtención de la información del **motor 1.4 S-TEC III 16 V del vehículo Chevrolet Sail**, la cual manifiesta sus datos o valores de resistencia y voltaje, ante lo cual se puede constatar el estado en que se encuentran y poder colaborar con la solución de los problemas.

El impacto es brindar una experiencia didáctico-pedagógica de cualificación para responder a la competencia laboral. También influye en la responsabilidad ética: el control sobre las emisiones de los gases contaminantes, en consonancia con los protocolos, tratados y pactos para revertir o al menos disminuir el deterioro nefasto que se está ocasionando al planeta y los ecosistemas que lo conforman.

1.2 Ubicación del problema en su contexto.

La solución del problema se va a ejecutar en la ciudad de Guayaquil, en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil donde lo indica la figura 1.



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

Fuente. (Google Maps)

1.3 Situación en conflicto.

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a manuales de taller y documentación anexa, en donde se trata acerca del sistema de control de emisión de gases del motor 1.4 S-TEC III 16 V del vehículo Chevrolet Sail, en donde se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El diseño y la selección de la forma de la estructura se basa en la potencia del motor S-TEC III de 102 HP @ 6000 RPM.

- Los parámetros a medir en este banco de pruebas serán: pruebas eléctricas y electrónicas de sensores y actuadores.

1.4 Objetivos de la investigación.

El motivo principal es que el motor 1.4 S-TEC III 16 V del vehículo Chevrolet Sail tenga disponible todos los puntos de conexión de sus elementos para poder realizar todo tipo de simulaciones, que se pueden presentar en su proceso real; por lo tanto, puede permitir verificaciones con todo tipo de equipos.

1.5 Objetivo general.

Diagnosticar el sistema de control electrónico del motor 1.4 S-TEC III 16V vehículo Chevrolet Sail en un banco estacionario, permitirá obtener información del funcionamiento y fallas del mismo, que servirán de ayuda para la preparación y mejora de habilidades técnicas en el diagnóstico, que tendrá lugar dentro de las instalaciones del taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.6 Objetivos específicos.

- Entender cómo funciona el sistema de control electrónico del Motor Vehículo Chevrolet Sail 1.4 S-TEC III 16 V en un banco estacionario.
- Diagnosticar el sistema de control electrónico del Motor Vehículo Chevrolet Sail 1.4 S-TEC III 16V en un banco estacionario.
- Desarrollar una guía con la información fidedigna obtenida del diagnóstico, para su futura utilización en la preparación y formación de los usuarios, reduciendo costos y tiempo.

1.7 Justificación de la investigación.

La necesidad de esta investigación se justifica en que pocos técnicos pueden diagnosticar ciertas averías de estos motores por falta de información y de práctica las cuales permiten que no se encuentre con su fallo rápidamente, por lo que deben desmontar gran parte de sus componentes sin conocer la causa o el origen del problema lo que conlleva a que el costo del mantenimiento del vehículo aumente por la compra de repuestos innecesarios, mayor tiempo de trabajo y la confianza del taller sea cuestionada, lo cual es una pérdida para el taller.

Las múltiples posibilidades de utilización de este banco de pruebas requieren del desarrollo de algunas actividades que empiezan con un diseño conceptual, que permitan acceder a medir los sensores y actuadores, en base a la disposición de estos componentes en el banco de ensayo en el cual se soporta el motor 1.4 S-TEC III 16 V del vehículo Chevrolet Sail.

Posterior al análisis del diseño, se realiza un análisis de las posibles fallas a simular para complementar el uso de los equipos de medición y diagnóstico que están disponibles para poder detectar y evaluar los parámetros de funcionamiento de cualquier componente y determinar si está en buenas condiciones o está provocando fallas.

Una vez terminados los procedimientos a seguir en el paso a paso, comienza la fase de evaluación de la posible falla y cuál puede ser su origen, para ello se debe conocer los síntomas que determinan la falla de un elemento del sistema de control de emisión de gases que se está estudiando con la finalidad de no desmontar componentes de mayor complejidad, o aquellos que puedan encontrarse en buenas condiciones. Se trata de evitar el trabajo de desmontar piezas basadas en conjeturas de posibles daños. En todo caso se trata de un trabajo sistemático con una guía de indicadores que coadyuve para eliminar posibles causas y encontrar el origen de falla.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Sistema de inyección electrónica

Los sistemas de inyección de combustible pretenden conseguir una dosificación del combustible lo más ajustada posible a las condiciones de carga y estado de funcionamiento del motor, consiguiéndolo de manera más que aceptable con los sistema de mando electrónico. La inyección de combustible lo realiza en el colector de admisión, detrás de la válvula de admisión mediante los inyectores de mando eléctrico que en su apertura pulverizan el combustible creando una mezcla entre el combustible y el aire. El módulo de control electrónico controla el tiempo de apertura de los inyectores en función de los datos que recibe de los diferentes sensores del sistema, el tiempo de apertura lo determina en función del número de revoluciones por minuto del motor y de las condiciones del aire aspirado midiendo su presión, estos parámetros generan una señal base que es modificada mediante la incorporación de otros sensores como los de temperatura del motor, tensión de batería, posición de válvula de mariposa, o la composición de los gases de escape a través de los sensores Lamba. (Parera, 2010, pág. 23)

Los objetivos de los sistemas de inyección electrónica de combustible posibilitan: menor contaminación; ahorro de dinero; mejora el rendimiento del motor; arranques rápidos; ahorro de combustible.

Cuando ocurre el arranque del motor, los pistones realizan su respectiva carrera de manera ascendente y descendente y el sensor de revolución señala a la unidad de mando la revolución del motor. En el movimiento descendente del pistón, se produce la admisión, una aspiración (vacío), que permite el ingreso del aire al interior del cilindro y pasa por un medidor de flujo o de

masa de aire y por la mariposa de aceleración. El medidor informa a la Unidad de Control Electrónico del motor (ECU) el volumen de aire admitido. La ECU, a su vez, permite que los inyectores proporcionen la cantidad de combustible requerida para el volumen de aire admitido, generando una relación aire/combustible cercana a la ideal que es de 14,7:1, que es llamada de mezcla. Cuanto más cercana a la mezcla ideal, mejor el rendimiento y la economía, con una disminución de gases contaminantes. Los sistemas de inyección están constituidos básicamente por sensores, ECU y actuadores.

2.2 Componentes de un sistema de inyección electrónica.

El sistema de inyección ME-Motronic, como lo indica la figura 2, utiliza diferentes sensores para recibir información del estado del motor y funcionamiento del vehículo. Con esta información el módulo de control electrónico ECU calcula el volumen óptimo de la cantidad de combustible a inyectar.

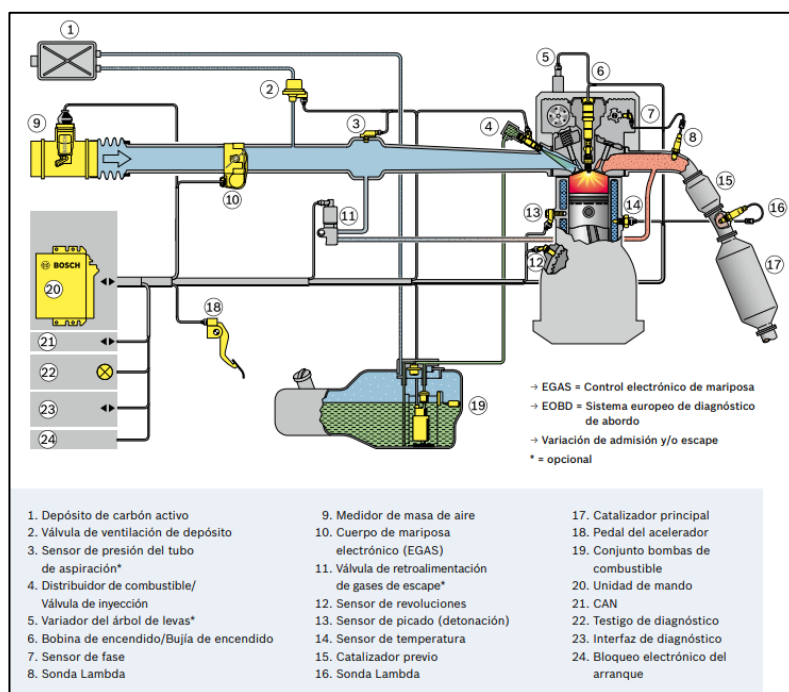


Figura 2. Componentes del sistema de inyección

Fuente: Sistema de inyección electrónica, Bosch, 2010.

Los sistemas de inyección contienen 3 grupos de componentes para su funcionamiento:
(Bosch Extranet Service, 2008)

Unidad de Control Electrónico:

- ECU. Realiza un co-proceso matemático que determina la cantidad y tiempo de inyección en función de la información recibida por los sensores.

Sensores:

- MAP. Determina la presión por el flujo de aire que detecta el mismo.
- IAT. Determina la temperatura del aire de admisión.
- ECT. Determina la temperatura del líquido refrigerante del motor.
- PPS. Determina la posición del pedal de aceleración.
- CKP. El sensor de posición del cigüeñal detecta el ángulo del cigüeñal y velocidad del vehículo.
- CMP. El sensor detecta el tiempo de fase de ignición del orden de encendido y apertura y cierre de válvulas.
- KNOCK SENSOR O KS. El sensor de detonación detecta el momento en que se produce una combustión anormal y su explosión es alterada.
- LAMBDA O SENSOR O₂. Este sensor detecta la cantidad de oxígeno en los gases de escape.

Actuadores:

- Inyectores. Los cuales se activan para permitir el paso de combustible a la cámara de combustión
- Bobinas de encendido. Encargadas de generar la chispa.
- EGR. Válvula de control del paso de gases de escape a admisión.

- EVAP. Válvula de control de gases del tanque de combustible.
- ETC. Válvula electrónica de apertura de la mariposa.

2.3 Módulo de control electrónico - ECU.

La ECM (Engine Control Module) o ECU (Engine Control Unit) (Figura 3), en el sistema de inyección electrónica es el componente central con mayor importancia porque es el enlace o conexión entre la información que recibe de los sensores y entrega señales a los actuadores para que el motor tenga un buen rendimiento. Una de sus funciones más importante es regular y mantener el caudal de combustible estable en el sistema y el ingreso de aire necesario en la cámara para una correcta relación aire combustible para un mejor rendimiento y potencia del motor. Según el funcionamiento interno de la ECU en esta se pueden contemplar: (Sanchez, 2008)

- Sistemas combinados: son los que integran el sistema de inyección y encendido en la misma unidad de control.
- Sistemas No Combinados: los circuitos de inyección y de encendido actúan de forma independiente y cuentan cada uno de ellos con su propia unidad de control. (Sanchez, pág. 141)



Figura 3. Módulo de control ECU

Fuente. Victor Dueñas

La ECU funciona mediante un control de bucle cerrado diseñado para monitorear los sensores y controlar los actuadores, analizando como un diagrama de flujo se representa en la figura 4.

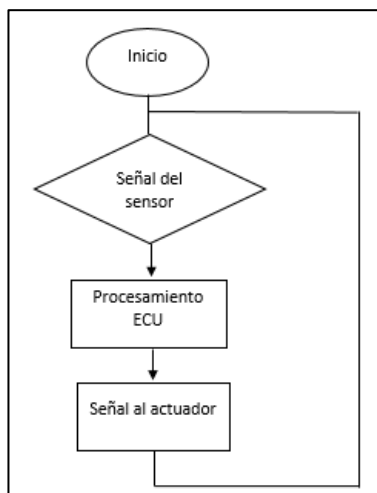


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de la ECU

Fuente. Victor Dueñas

Dentro de los conectores que tiene la ECU el soque C14 (Figura 5) es el que controla el sistema de inyección por lo que se lo detalla a continuación:

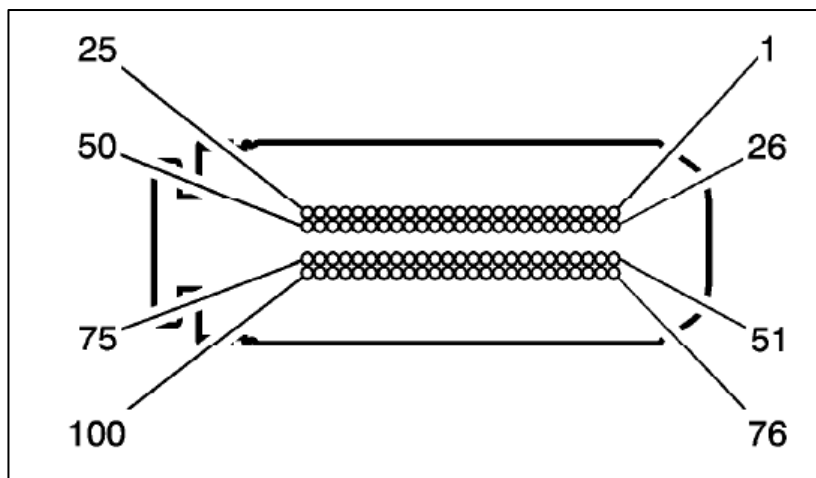


Figura 5. Conector del Módulo de control de motor C14

Fuente: Manual de servicio de Sail SGM,2012

Tabla 1. Descripción de conector C14

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función
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
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
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
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
55	0.35	YE/BK	1807	Datos seriales bajos de CAN
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
69	0.35	D-BU	410	Baja referencia
70	-	-	-	No se utiliza
71	0.35	WH	1876	Señal del sensor de golpe
72	0.35	VT	496	Señal del sensor de golpe
73	-	-	-	No se utiliza
74	0.75	BK	150	Tierra
75	0.75	BK	150	Tierra
76	0.5	YE	7017	Señal de control de puerto de admisión variable
77	0.5	WH	459	Control del relevador del compresor 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
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
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 -	-	-	-	No se utiliza
100				

Fuente: Manual de servicio de Sail SGM,2012

La ubicación del módulo de control está en la parte delantera derecha del vehículo junto a la batería como lo indica la figura 6.

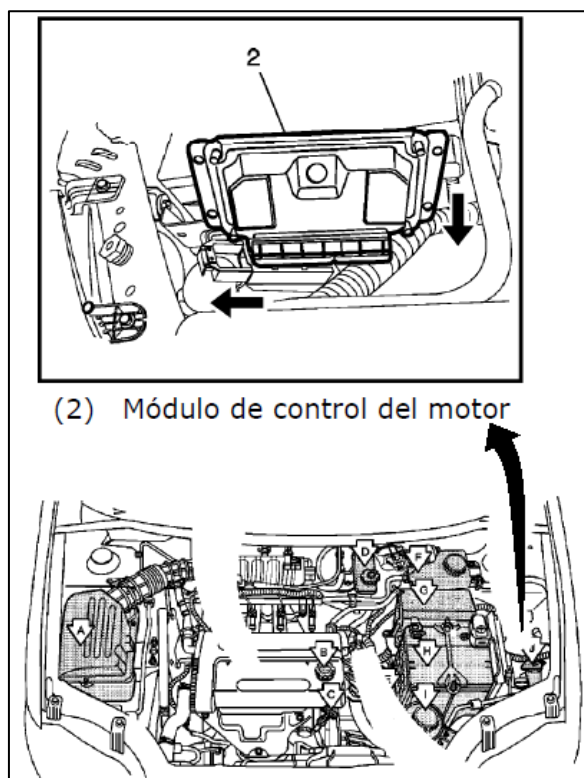


Figura 6. Ubicación de la ECU

Fuente: Manual de servicio de Sail SGM,2012

2.4 Sensores

Un sensor es un dispositivo que aporta información de la acción exógena. Su funcionamiento encuentra su correlato en el modo como el ser humano, sentipensante, tal como el término que acuñó el sociólogo Orlando Fals Borda, cuando afirmaba que las personas captan información del mundo externo a través de los sentidos y de los afectos, para luego producir respuestas coherentes. Es, por tanto, esa misma dinámica, de captación de información y emisión de respuestas, es la que poseen los sensores. El sensor capta las magnitudes químicas y físicas y las transforma en señales eléctricas. Por otra parte, los sensores pertenecen a un todo más amplio que se denomina sistema.

La optimización de procesos se ha venido afianzando desde hace muchos años en nuestra sociedad, principalmente en la industria automotriz con un componente tecnológico. Los estándares de calidad de vida tales como comodidad, seguridad, costumización, innovación y vanguardia son indicadores que se buscan brindar a clientes exigentes.

Un sensor es un dispositivo que detecta estímulos externos para emitir respuestas coherentes. Mide las magnitudes físicas o químicas y las transforma en señales eléctricas. Nuestro mundo está plagado de cientos de miles de sensores para cualificar nuestra vida diaria en los diversos ambientes en los que interactuamos. En el ámbito automotriz este tipo de dispositivos abundan, se emplean para aportar información e intervenir en lo que se refiere a temperaturas, flujo de aire que entra en un motor, distancia de un obstáculo, movimiento, etc.

Junto al sensor está el actuador para, una vez recibida y procesada la información, emitir la respuesta acorde. Para la complejidad de situaciones se requiere una variedad de sensores. Existen una variedad de sensores según Tech Training.

Los sensores electrónicos han ayudado no solo a medir con mayor exactitud las magnitudes, sino a poder operar con dichas medidas. Pero no se puede hablar de los sensores sin sus acondicionadores de señal, ya normalmente los sensores ofrecen una variación de señal muy pequeña y es muy importante equilibrar las características del sensor con las del circuito que le permite medir, acondicionar, procesar y actuar con dichas medidas. (Tech Training, 2012)

Debido a la evolución y complejización rápida de estos componentes se ha echado mano a diversos tipos de sensores:

Tabla 2. *Tipos de sensores*

TIPO DE SENSORES	
1	Temperatura
2	Humedad
3	Presión
4	Posición
5	Movimiento
6	Caudal
7	Luz
8	Corriente
9	Conductividad
10	Resistividad
11	Biométricos
12	Acústicos
13	Imagen
14	Aceleración
15	Velocidad
16	Inclinación
17	Químicos

Fuente. Chevrotronica. Sensores 2003.

Las señales monitoreadas por la ECU continuamente revisan las señales de operación del vehículo por medio de sensores, considerando muchas variables o factores que permitan al

coprocesador matemático de la ECU hacer ajustes en los actuadores electrónicos y eléctricos del automóvil que mejoren las condiciones mecánicas del motor.

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

En la tabla 3 se indican los sensores y actuadores primordiales para el funcionamiento del motor 1.4 S-TEC III 16 V, que son necesarios para su correcto desempeño, la señal digital es más rápida de procesar para la ECU por lo cual su lenguaje de 0 y 1, hacen que los actuadores tengan una respuesta más rápida.

Tabla 3. *Especificaciones sensores y actuadores*

Sistema de control del motor S-TEC III 16 V 1.4l Chevrolet Sail	
ECU INPUT	ECU OUTPUT
VSS Vehicle Speed Sensor (Sensor de velocidad del vehículo)	IAC Idle Air Control (Control Aire en ralentí)
CKP Crankshaft Position (Posición del cigüeñal)	EVAP Emission Vapor Canister Purge Solenoid (Soleniote de purga de emisión de vapor)
ECT Sensor Engine Coolant Temperature (Sensor de temperatura del refrigerante)	EGR Exhaust gas recirculation (Recirculación de gases de escape)
CMP Sensor Camshaft Position (Sensor de posición del árbol de leva)	Ignition Coil (bobina de ignición)
MAP Sensor Manifold Absolute Pressure (Sensor de presión de la admisión de aire)	Inyector
IAT Intake Air Temperature (Sensor de temperatura de aire de entrada)	Cooling Fan Relay (Relay de ventilación de enfriamiento)
KS Knock Sensor (Sensor de golpe)	ETC Control Electronic Throttle (Control electrónico de la valvula de mariposa)
O ₂ Oxygen Sensor (Sensor de oxígeno)	
PPS Accelerator Pedal Position (Posición del pedal de aceleración)	

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Los sensores deben soportar todo tipo de esfuerzos y para eso deben cumplir con ciertos requerimientos, los cuales son:

- Mecánicos.
 - Vibraciones y golpes.
- Climáticos.
 - Temperatura, humedad.
- Químicos.
 - Agua.
 - Aceite,
 - Niebla salina.
- Electromagnéticos.
 - Irradiaciones.
 - Frecuencias parásitas,
 - Altas tensiones.
 - Inversión de polaridad.

La tecnología empleada en los sensores son varias tales como:

- De diafragmas y potenciómetros
- Transferencia lineal diferencia variable
- Capacitor de cerámica o silicio
- Piezoeléctricos
- Ópticos

2.4.1 Sensor de pedal de aceleración - PPS

El sensor del pedal de aceleración (Figura 7) trabaja como un potenciómetro de 2 vías, es decir, mientras por un lado aumenta su referencia por el otro la disminuye. Su función principal es conocer la posición del pedal de aceleración para que pueda abrir o cerrar la mariposa motorizada del cuerpo de aceleración.



Figura 7. Sensor del pedal de aceleración

Fuente. Victor Dueñas

Este tipo de sensor se utiliza en los vehículos con caja de mariposa motorizada, este sensor por motivos de seguridad utilizan dos potenciómetros integrados en un único conjunto, situado o ensamblado junto con el pedal del acelerador (Figura 9). La señal de ambos potenciómetros es utilizada para determinar la posición del pedal del acelerador hacer que varíe la posición de la mariposa de aceleración. La variación de resistencia de los potenciómetros es lineal dependiendo de la posición del pedal del acelerador, existiendo una diferencia de resistencia entre ambas señales. (Sanchez, 2008, pág. 163)

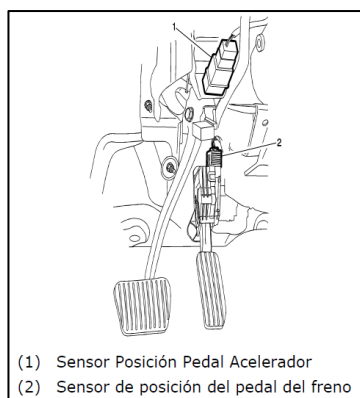


Figura 8. Ubicación y señal del pedal del acelerador

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Los potenciómetros son independientes, disponiendo ambos de alimentación y señales de salida para cada sensor. En caso de fallo de uno de los potenciómetros la unidad trabaja con la señal emitida por el otro potenciómetro y se ilumina el testigo de avería. (Sanchez, 2008, pág. 164)

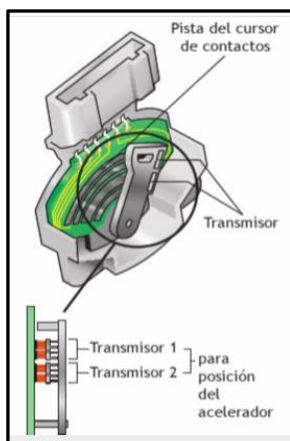
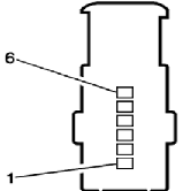


Figura 9. Esquema interno del PPS

Fuente. Sistemas Auxiliares del motor. Sánchez 2009 p. 146

El conector del sensor del pedal del acelerador (Figura 10) tiene 6 pines los cuales contiene: 2 pines para la referencia de 5v, 2 para la referencia en tierra y 2 pines de salidas de los sensores.



Sensor Posición Pedal Acelerador

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

Figura 10. Descripción del socket del PPS

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

En el diagrama de conexión de la figura 11 se puede observar los voltajes de alimentación del sensor, referencias a tierra y la señal que se conecta a la ECU.

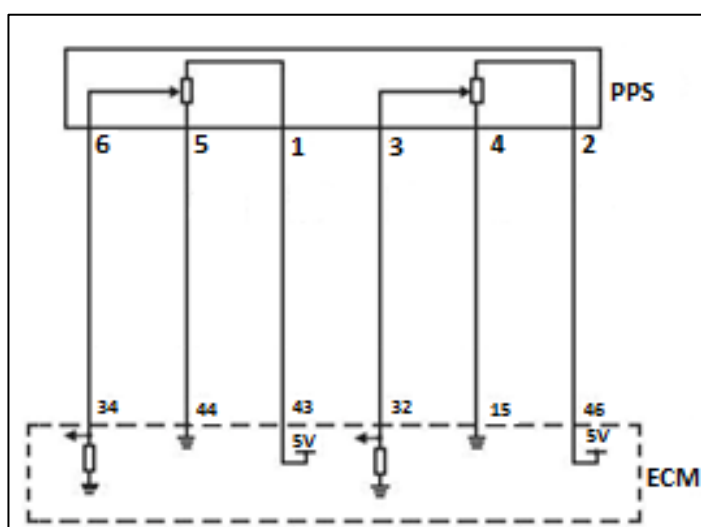


Figura 11. Diagrama de conexión del PPS

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

2.4.2 Sensor de posición del cigüeñal - CKP.

Estos sensores se emplean para medir las revoluciones del motor y detectar la posición del cigüeñal, pueden ser de tecnología inductiva o efecto hall, en este caso es tipo hall, hay una rueda dentada acoplada al cigüeñal con una marca de referencia, para que la ECU pueda enviar informaciones al sistema de encendido. Sirve para captar e informar a la ECU en qué posición se encuentra el pistón del motor dentro del cilindro 1 para que la generación de chispas e inyección de combustible pueda ser sincronizada en el momento en que el pistón esté en su carrera de compresión. (Bosch Extranet Service, 2008, pág. 17)



Figura 12. Sensor CKP cigüeñal

Fuente. Catalogo Bosch 2016/2017

Estos sensores tienen incorporados una bobina electromagnética la cual es usada para detectar metales. Este tipo de sensores discrimina todo objeto que no es metálico lo que lo hace ideal para la aplicación del CKP. Detectan los dientes de una rueda fónica, cuando un diente metálico entra al campo circulan corriente dentro del sensor disminuyendo la amplitud del campo electromagnética como lo muestra la figura 13. El circuito de disparo monitorea la amplitud y a un nivel determinado conmuta su salida, conforme el objeto se aleja del sensor, el campo vuelve a su amplitud original y vuelve a conmutar.



Figura 13. Principio de funcionamiento de los sensores tipo Inductivo

Fuente. Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor

La señal generada por el sensor puede ser visualizada con un osciloscopio, la cual se muestra en la figura 14.

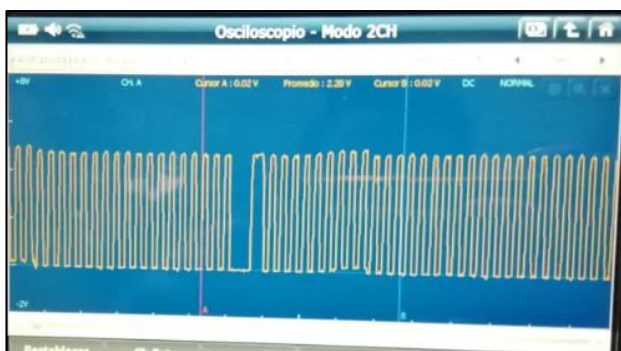


Figura 14. Señal Sensor CKP

Fuente. Victor Dueñas

En la figura 15 se puede observar la descripción del socket del sensor CKP el cual tiene 3 pines la referencia positiva 5v, la referencia a tierra y la señal del sensor.

Sensor de posición del cigüeñal (C14)

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
1	0.35	D-BU	916	Baja referencia	-
2	0.35	L-BU	2832	Señal del sensor de posición del cigüeñal	-
3	0.35	L-GN	573	Referencia 5V	-

Figura 15. Descripción del socket del CKP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 16 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

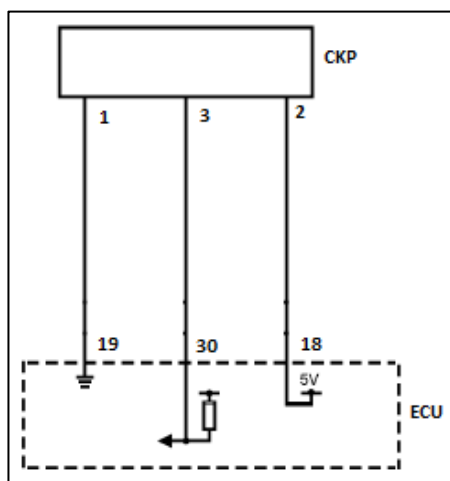


Figura 16. Diagrama del sensor CKP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

2.4.3 Sensor de posición del árbol de levas - CMP.

El árbol de levas (Figura 17) tiene una relación de giro de 1:2 con respecto al cigüeñal. Su posición indica si un pistón del motor que se mueve hacia el punto muerto superior PMS, se encuentra en el tiempo de compresión o en escape.



Figura 17. Sensor CMP

Fuente. Catalogo Bosch 2016/2017

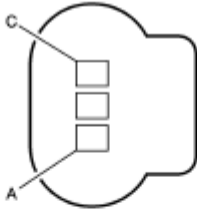
Estos sensores se utilizan principalmente en la inyección de tipo secuencial sincronizado y por lo tanto la ECU necesita de una señal de fase, además de la señal de rpm y PMS para determinar el punto de inyección.

Los sensores están enfrentados a la rueda generatriz de impulsos o la rueda de arranque en frío, fijada al árbol de levas. En los sistemas con rueda generatriz de un solo diente se podía iniciar la primera combustión al cabo de un ángulo de cigüeñal de aproximadamente de 600 - 900°. Aproximadamente tres vueltas del motor, con la rueda generatriz de impulsos para arranque rápido, la unidad de control del motor ya detecta la posición del cigüeñal con respecto a la del árbol de levas al haberse movido el cigüeñal unos 400-480°. De esa forma es posible iniciar más temprano la primera combustión y el motor arranca más rápidamente. (Sanchez, 2008, pág. 251)

El sensor de posición de árbol de leva es también un dispositivo de efecto hall. Esta información complementa a la información proporcionada por el sensor CKP, en la sincronización e identificación de los cilindros. La ECU utiliza estos datos para ajustar el pulso de inyección y la sincronización de la chispa.

Cuando el sensor tiene fallas suele ocasionar los siguientes síntomas: explosiones en el arranque, el motor no enciende, se enciende la luz del check engine. En ocasiones, solo con limpiar el sensor puede solucionar dichos problemas ya que es posible que la grasa y el polvo hayan alterado su sensibilidad magnética. (Staff Editorial de Electrónica y Servicio, 2014, pág. 15)

En la figura 18 se puede observar la descripción del socket del sensor CMP el cual tiene 3 pines la referencia positiva 5v, la referencia a tierra y la señal del sensor.



Sensores de posición del árbol de levas (C14)

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

Figura 18. Descripción del socket del CMP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 19 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

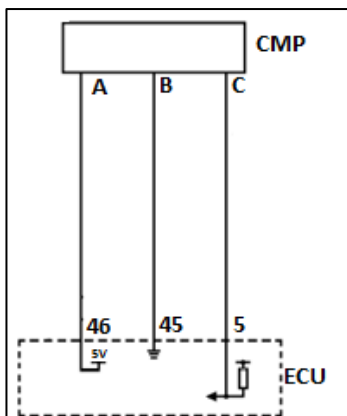


Figura 19. Diagrama del sensor CMP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del sensor se encuentra por la parte lateral derecha del motor por debajo de la tapa del cabezote.

2.4.4 Sensor de temperatura del refrigerante - ECT.

El sensor de temperatura de la figura 20, controla la temperatura del refrigerante del motor y lo envía a la ECU. El sensor está instalado en la culata del motor, en el circuito de refrigeración. En el cual también hay otras implicaciones como son temperatura de aceite, de aire, de gases de escape y de combustible.

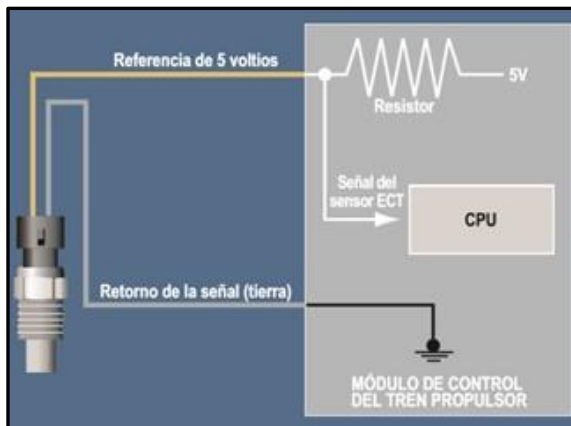


Figura 20. Conexiones Sensor ECT

Fuente. Manual Tech Source. Delphi 2003

Internamente posee una resistencia del tipo NTC (Coeficiente de Temperatura Negativa) y su valor de resistencia se altera de acuerdo con la temperatura del refrigerante según se muestra en la figura 21, ya que el tiempo de apertura del inyector de combustible también se modifica de acuerdo con esta señal. Para los sistemas de inyección electrónica, el sensor de temperatura es un componente de vital importancia. El deterioro de este sensor podría afectar el correcto funcionamiento del motor.

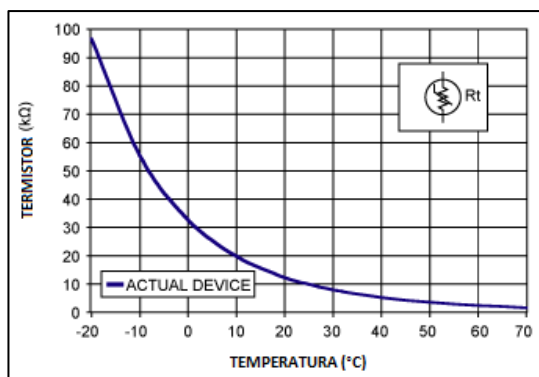


Figura 21. Curva de Sensor ECT tipo NTC

Fuente. Recuperado de www.cise.com

Estos sensores de temperatura tienen dos cables uno de señal y otro de masa, por lo tanto, las mediciones van a dar los siguientes parámetros:

Tabla 4. Medición de resistencia del sensor ECT

Medición de resistencia del sensor ECT			
	Motor Frio (5 - 20°C)	Motor Caliente (40 - 100°C)	
Sensor desconectado	2500 - 3500 Ω	200 - 400 Ω	

Fuente: Victor Dueñas

Tabla 5. Medición de voltaje del sensor ECT

Medición de voltaje del sensor ECT			
	Motor Frio (5 - 20°C)	Motor Caliente (40 - 100°C)	
Sensor conectado	2 - 3,5v	0,4 - 0,8v	

Fuente: Victor Dueñas

En la figura 22 se puede observar la descripción del socket del sensor ECT el cual tiene 2 pines: la referencia a tierra y la señal del sensor.

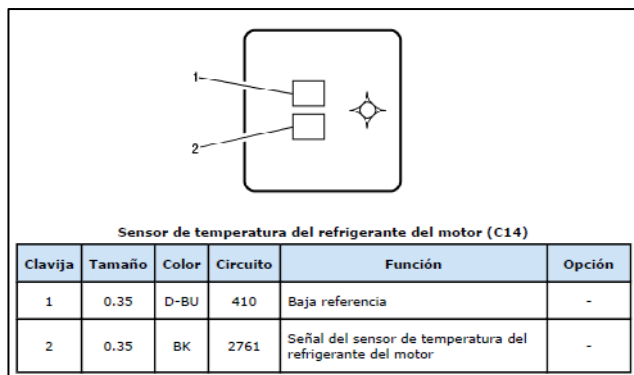


Figura 22. Descripción del socket del sensor ECT

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 23 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

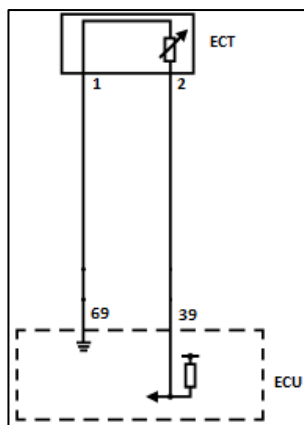


Figura 23. Diagrama del sensor ECT

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del sensor se encuentra por la parte lateral derecha del motor por debajo de la EGR.

2.4.5 Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP.

El sensor de presión absoluta del múltiple de aire se encuentra ubicado en el colector de admisión, proporciona una señal en tensión proporcional a la presión del aire presente en colector

de admisión, su función es la de medir la presión existente en el colector de admisión. Este tipo de sensor envía la información a la ECU de la presión existente en el múltiple de admisión sin arrancar el motor y con el motor en funcionamiento la mariposa totalmente abierta, por lo que se va corrigiendo la señal mientras hay variaciones.

Esa información analógica se transforma en digital para que el coprocesador matemático de la ECU haga relación de esos datos y poder informar a los actuadores que parámetros escoger y accionar el inyector en abrir, cerrar, dosificar. Y otros componentes del motor y el automóvil en general. (Padilla & Bernabé, 2012)

En la figura 24, podemos apreciar el conector de tres cables que van conectados por un socket a presión para que los terminales sean fijos y no exista intermitencia en los datos por ajuste impropio. El sensor va acoplado al múltiple de admisión y además está ajustado por un tornillo para que no exista pérdida por depresión del mismo. Por lo tanto, el sensor MAP modifica la señal de 5 voltios de la ECU cuando cambia la presión en el múltiple. La señal de salida del sensor generalmente varía entre 1 voltio para la marcha en vacío (baja presión) y más de 4 voltios para una carga pesada (alta presión). (Sanchez, 2008, pág. 235)

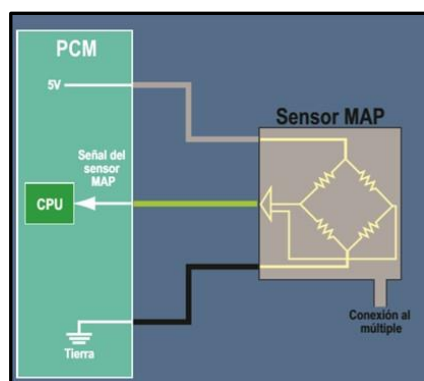


Figura 24. Sensor de presión absoluta de tres cables con toma de vacío al colector

Fuente: Sistemas Auxiliares del motor. Sánchez 2009 p. 141

En la figura 25 se puede observar la descripción del socket del sensor MAP el cual tiene 3 pines: la referencia a 5v, la referencia a tierra, y la señal del sensor.

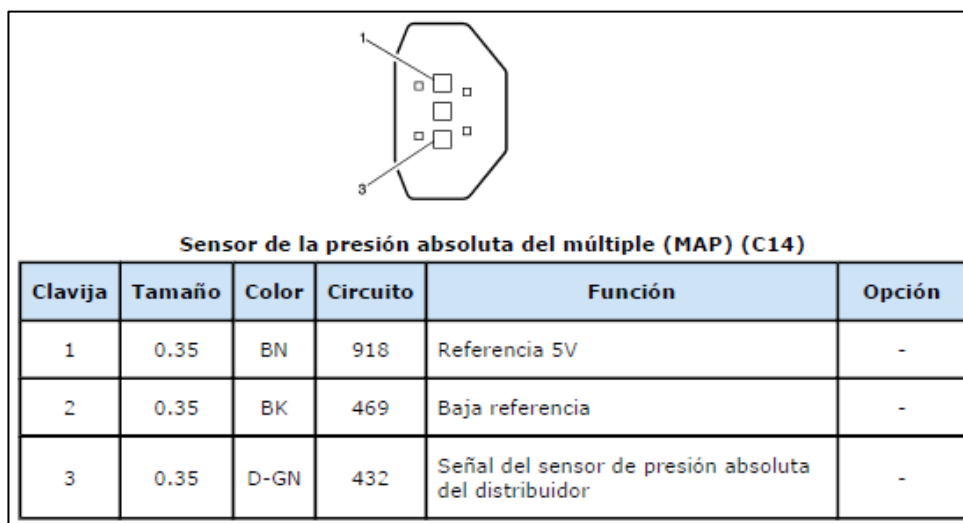


Figura 25. Descripción del socket del sensor MAP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 26 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

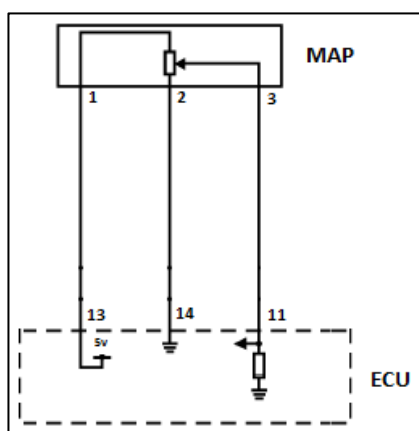


Figura 26. Diagrama del sensor MAP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del sensor se encuentra por la parte superior trasera del motor en el múltiple de admisión.

2.4.6 Sensor de temperatura de admisión de aire - IAT

El sensor IAT (Sensor de temperatura de aire de entrada) -en inglés Intake Air Temperature- (Figura 27) monitorea la temperatura del aire que está ingresando al motor. Esta temperatura es enviada a la ECU como señal de voltaje para que a través de ella sea modificado el tiempo de inyección y se ajuste la mezcla de aire – combustible.



Figura 27. Sensor de temperatura de aire IAT

Fuente. cise.com

El principio de funcionamiento de este sensor es un termistor NTC, al igual que el ECT, este sensor a medida que la temperatura de aire de admisión se eleva, su resistencia baja. Cuando este sensor tiene fallas, suele ocasionar los siguientes síntomas: altas emisiones de contaminantes de monóxido de carbono, excesivo consumo de combustible, problemas para el arranque en frío, una aceleración ligeramente alta, encendido pobre con el motor frío, pérdida de potencia y se enciende la luz del check engine. (Staff Editorial de Electrónica y Servicio, 2014, pág. 35)

En la figura 28 se puede observar la descripción del socket del sensor IAT el cual tiene 2 pines: la referencia a tierra, y la señal del sensor.

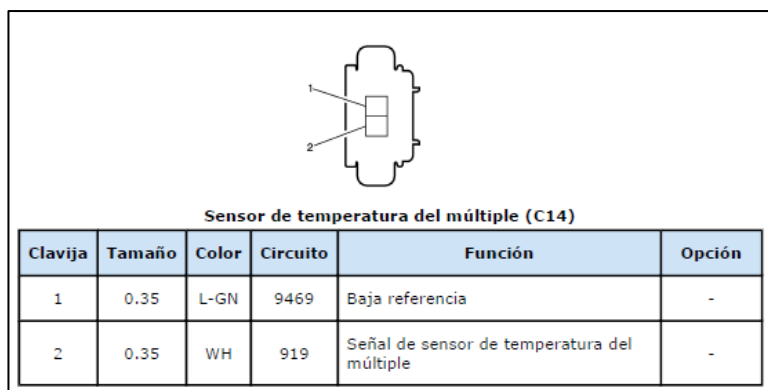


Figura 28. Descripción del socket del sensor IAT

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 29 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

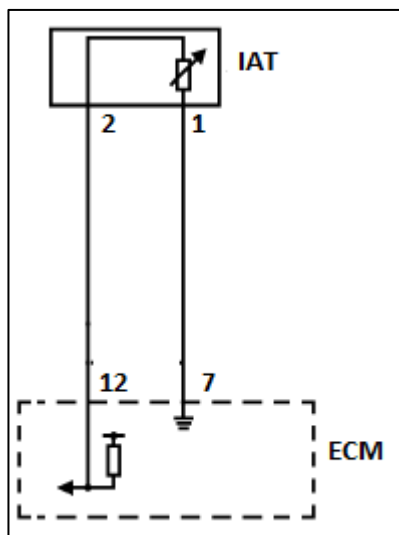


Figura 29. Diagrama del sensor IAT

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del sensor se encuentra en la entrada del múltiple detrás del filtro de aire de admisión.

2.4.7 Sensor de golpe Knock Sensor - KS

El sensor de detonación o Knock Sensor (Figura 30) detecta el momento de la detonación que se produce en la cámara de los cilindros con la finalidad de retrasar el encendido para evitar daños al motor. El sensor capta las señales de ruido y vibraciones y las convierte en señales de voltaje a los módulos de control. Cuando existe una vibración fuera de lo normal, envía la señal a la ECU para la corrección inmediata del tiempo de explosión a través de las bobinas.



Figura 30. Sensor de golpe KS

Fuente. cise.com

Estos sensores usan un voltaje de referencia de 5v. La ECU provee el voltaje y el sensor KS lo convierte en señal. Su voltaje de referencia se usa también como voltaje de diagnóstico, para detectar cualquier falla con el circuito. Si la ECU observa más del voltaje de referencia entonces existe un circuito abierto. Si por lo contrario, se ve 0v entonces hay un corto circuito. Este sensor por lo regular divide el voltaje de referencia, esto quiere decir que, si el voltaje es de 5v, el terminal de la señal será 2,5v. El sensor KS tiene una influencia directa en el tiempo de encendido del motor, la ECU usa esta señal para retardar el tiempo de encendido o ignición y así reducir el golpe de la pre-detonación. (Concepcion, 2004, pág. 51)

En la figura 31 se puede observar la descripción del socket del sensor KS el cual tiene 2 pines, al ser un sensor análogo no tiene polaridad por lo que la señal ingresa por los dos pines.

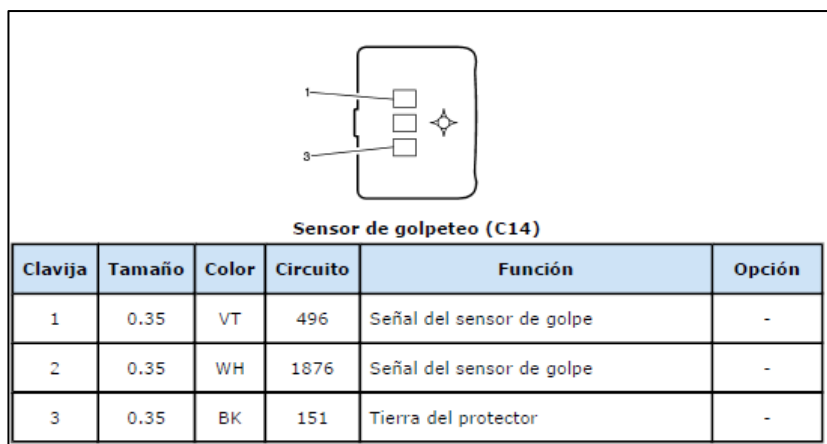


Figura 31. Descripción del socket del sensor KS

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 32 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

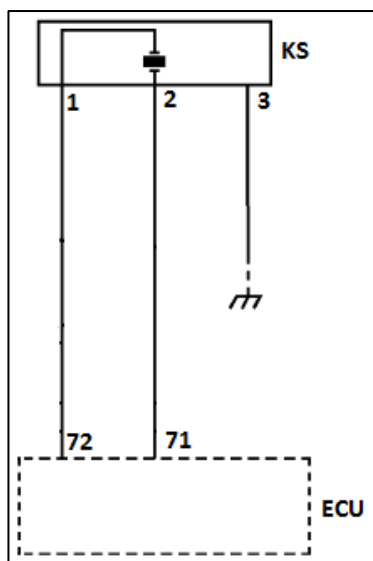


Figura 32. Diagrama del sensor KS

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del sensor se encuentra en el block del motor entre el segundo y tercer cilindro.

2.4.8 Sensor de oxígeno O₂.

El sensor de oxígeno (Figura 33), se lo conoce también como Sonda Lambda, se encuentra instalada en el sistema de escape, antes y después del catalizador. Este sensor mide la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape; y envía una señal a la ECU para poder aumentar o disminuir la dosificación de combustible. El sensor de oxígeno que utiliza este motor es de circonio.



Figura 33. Sensor lambda

Fuente. superprofesionalesbosch.com/plataforma/mod

El material del sensor lambda que es en base de circonio, es un material que a temperaturas superiores a los 300 °C se convierte en un conductor de iones de oxígeno. Los iones de oxígeno circulan de un lado a otro, a lo largo del material sensor de circonio, provocando una variación del voltaje, el cual es detectado por la computadora ECU.

Esta sería la referencia del Voltaje en la mezcla para Sensores Lambda de Circonio o Zirconio:

- Un Voltaje bajo emitido a la ECU por el sensor O₂ significa que la mezcla es pobre.
- Un Voltaje alto emitido a la ECU por el sensor O₂ significa que la mezcla es rica.

Cómo la Sonda Lambda empieza a funcionar en temperaturas superiores a los 300 °C, transcurre un tiempo mínimo hasta que el sensor alcanza dicha temperatura. Para garantizar que la

medida del oxígeno en las emisiones se produzca desde el arranque del motor, se introduce un material cerámico que cuenta con unas resistencias que calientan el sistema. En la figura 34 se exponen varios tipos de sondas Lambda. Estas sondas no son intercambiables entre sí. Estos tipos de sonda lambda se basan en tecnología moderna para su fabricación como la cerámica multicapa planar, que las distingue de las sondas lambda convencionales. (Bosch Extranet Service, 2010, pág. 30)





TIPO DE SENSOR	Sonda Lambda binaria de Titanio	Sonda Lambda binaria de Circona		Sonda de Banda Ancha
				
MATERIAL SENSOR	Dióxido de Titanio (TiO ₂)	Dióxido de Circonio (ZrO ₂)		Dióxido de Circonio (ZrO ₂)
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	Resistivo	Electroquímico		Electroquímico
SEÑAL DE SALIDA	Tensión (circuito divisor de tensión)	Tensión (comparación entre dos atmósferas)		Corriente
TAMAÑO	Estándar	Estándar	Mini	Estándar
REFERENCIA DE AIRE EXTERIOR	No	Si	No	En ocasiones
NÚMERO DE CABLES	4	1 o 2	3 o 4	5
CALEFACTOR	Si	No	Si	Si

Figura 34. Tipos de Sonda Lambda

Fuente. fae.es/es/productos/sonda-lam

El perfecto estado de funcionamiento de la sonda lambda nos asegura:

- Menos Contaminación.
- Mejor rendimiento y funcionamiento del motor,
- Menor consumo de combustible. (Sonda Lambda en mal estado puede causar un incremento del 15% en el consumo de combustible).
- No deteriorar el catalizador.

Mediante la señal de la Sonda Lambda la ECU reconoce la composición de la mezcla. La Sonda Lambda controla el radio de la mezcla de aire/combustible para asegura que el motor trabaja con una mezcla lo más cercana a la óptima, $\text{Lambda} = 1$.

Las mezclas ricas en combustible, Lambda será <1 , se reduce la inyección de combustible, mientras que en mezclas pobres, Lambda será >1 , la cantidad de combustible inyectada se aumenta, la relación de mezcla según las normas europeas se encuentran en la figura 35.

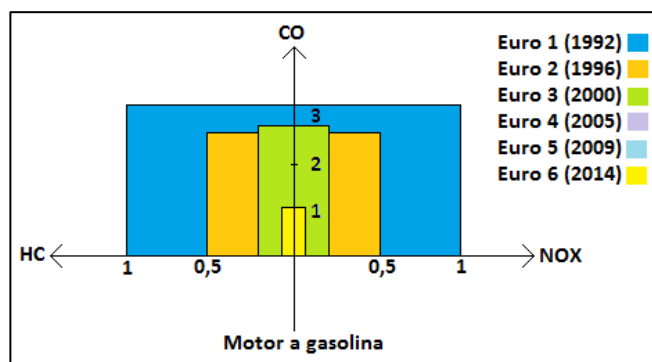


Figura 35. Relación de la mezcla combustible-aire

Fuente. fae.es/es/productos/sonda-lambda

Los vehículos con catalizador tienen al menos una Sonda Lambda, la cual va situada antes del catalizador. Los vehículos que aplican el OBD-II (*On-Board Diagnostic, por sus siglas en inglés*), equipan otra Sonda Lambda, ubicada después del catalizador. La función del primero es, informar sobre el contenido de oxígeno en los gases de escape, y el segundo de verificar que el catalizador este realizando su trabajo, su franja de trabajo se encuentra en la figura 36.

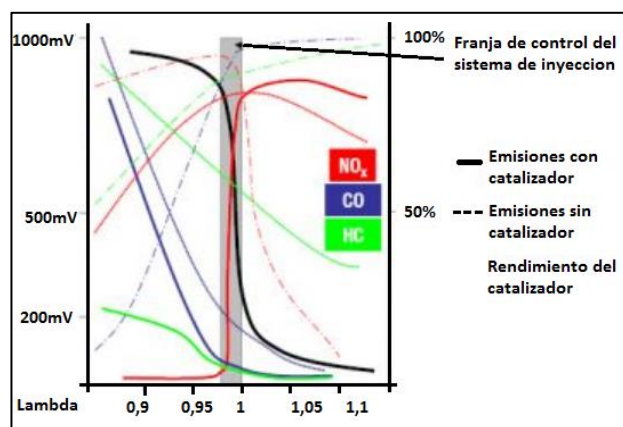
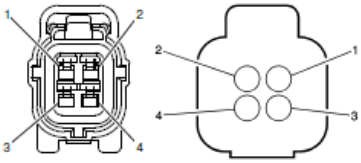


Figura 36. Franja de control del sistema de inyección

Fuente. fae.es/es/productos/sonda-lambda

Basándonos en la clasificación de las Sondas Lambda de Circonio (Zr) y de Titanio (Ti), en función de su material sensible, estas pueden disponer de cierta composición que permitirá un mejor desempeño de trabajo.

En la figura 37 se puede observar la descripción de los sockets de los sensores de oxígeno el cual tiene 4 pines: el positivo de la batería hacia el calentador del sensor, el control de baja del calentador, la referencia a tierra y la señal del sensor.



HO2S delantero (C14)

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

HO2S trasero (C14)

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
1	0.5	VT/BK	5291	Positivo de la batería	-
2	0.5	BN	908	Señal HO2S	-
3	0.5	BK	7354	Baja referencia de calentador	-
4	0.5	VT	7355	Control de baja del calentador del sensor de oxígeno trasero	-

Figura 37. Descripción del socket de los sensores de Oxígeno

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 38 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

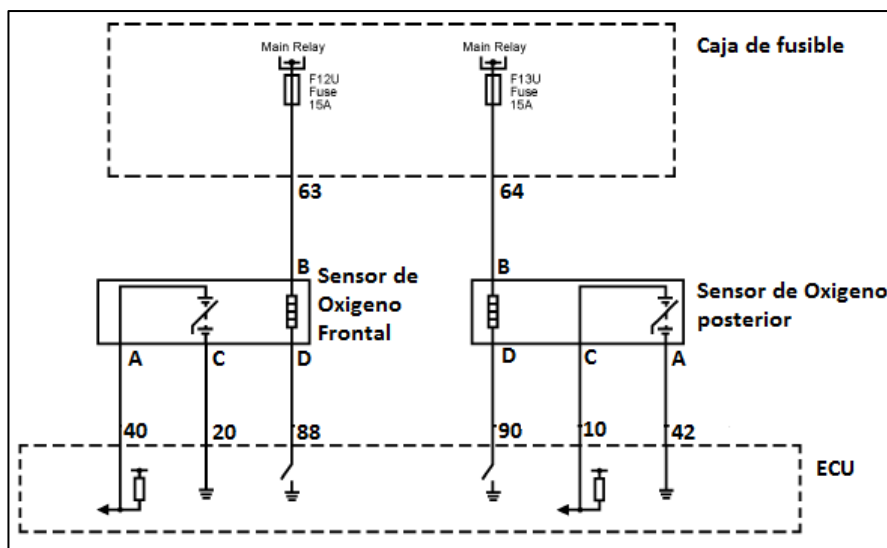


Figura 38. Diagrama del sensor O₂

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

2.5 Actuadores

Los actuadores son dispositivos que transforman la energía, proporcionando fuerza para accionar otros dispositivos mecánicos. Lo efectúa convirtiendo las señales eléctricas desde la unidad de control en una acción controlada. Recibe la orden de un controlador y en función de ella genera la orden para activar un elemento de control final. El actuador puede ser un mecanismo electromecánico, un relé, solenoide o un servomotor que puede ajustar diferentes parámetros para el motor y controlar la entrega de combustible a los inyectores.

2.5.1 Válvula de recirculación de gases de escape - EGR.

La válvula EGR permite enviar una cierta cantidad de gases desde el múltiple del escape hacia el múltiple de admisión, en pequeñas cantidades, para disminuir las emisiones de los NOx, esto se logra es disminuyendo la temperatura máxima de combustión recirculando los gases del escape hacia la admisión (Figura 39). (José & Feijó, 2018)

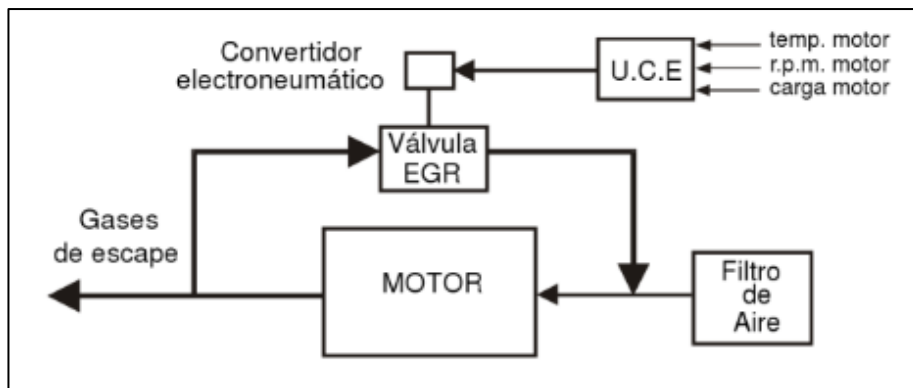


Figura 39. Esquema del funcionamiento de la EGR

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La recirculación de gases es controlada por el sensor de posición de la válvula EGR el cual es un potenciómetro variable simple. La activación de esta válvula es a través de una mariposa motorizada.

En la figura 40 se puede observar la descripción de los sockets de la válvula de recirculación de gas de escape el cual tiene 5 pines: el positivo de la batería hacia el control de la válvula de recirculación, el control de baja de la válvula, la referencia a tierra, la referencia positiva del sensor a 5v y la señal del sensor.

Válvula de recirculación de gas de escape (C14)

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

Figura 40. Descripción del socket de la válvula de recirculación de gas de escape

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La conexión de la válvula se encuentra en la figura 41 donde se encuentra detallada la conexión entre el actuador y la ECU.

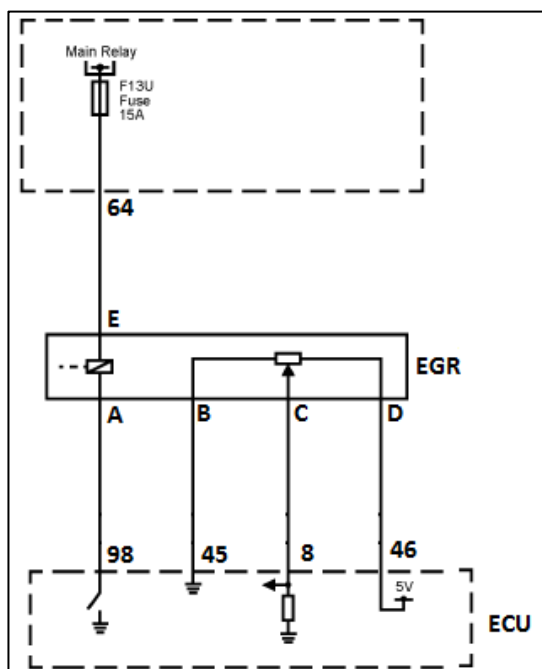


Figura 41. Diagrama del sensor EGR

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación de la válvula EGR se encuentra en la parte superior derecha del motor junto a la tapa de block.

2.5.2 Bobinas de encendido.

Las bobinas de encendido (Figura 42) envían aproximadamente 40000 voltios a las bujías. Esto lo logran debido a que internamente tiene un transformador que eleva el voltaje de 12v a 40000v, la finalidad de generar este voltaje es crear una chispa en la punta de la bujía la cual se encuentra en la cámara de combustión que, junto al oxígeno y combustible, genera la explosión para el movimiento del pistón. Estas bobinas de encendido según NGK Spark Plug Europe, están compuestas o constituidos por:



Figura 42. Bobina de encendido

Fuente. superprofesionalesbosch.com/plataforma/mod

Bobina primaria: de alambre de cobre, más grueso que el de la bobina secundaria. A pesar de que la bobina, como tal, es más corta que la secundaria, dicho de otro modo: tiene menos vueltas que la bobina secundaria.

Bobina secundaria: está igualmente compuesta de alambre de cobre y su consistencia es más fina que la de la bobina primaria. Otra característica fundamental de este componente es el número de vueltas que, en comparación con la bobina primaria, es considerablemente superior.

Para evitar que se produzcan descargas eléctricas en el interior de la bobina o hacia afuera, los alambres de la bobina primaria y secundaria deberán estar aislados. Para ello entra en juego, por un lado, la calidad del arrollamiento, y por otro lado, la masa de relleno. El arrollamiento de la bobina será de alta calidad cuando, en la vista de sección, se puedan ver los alambres colocados exactamente unos sobre otros, de forma que no quede espacio entre ellos.

Masa de relleno: El material de relleno utilizado normalmente es resina epoxi, excepto en el caso de las bobinas de cartucho, para las que se utiliza aceite. Dado que la resina no se funde hasta que se alcanzan temperaturas muy altas, el relleno (en inglés, "potting") de la bobina es muy importante en la producción dado que no se pueden formar burbujas en la masa de relleno y los componentes están expuestos a una carga térmica muy alta.

Núcleo de hierro: El núcleo de hierro es un componente fundamental de la bobina. Está laminado, lo que implica que está construido normalmente con varias láminas de chapa

ferromagnéticas dispuestas en capas. La función principal del núcleo de hierro es reforzar el campo magnético que se forma en la bobina en cuanto este se somete a una tensión. En el campo magnético se almacena energía. Mientras no se desconecte la tensión primaria, se dice que la bobina se carga.

Conexión de alta tensión: Dependiendo del ángulo de visión, esta conexión es el extremo final de la bobina secundaria o el punto de conexión al distribuidor y/o las bujías. A través de él se lleva la tensión de encendido a las bujías, donde se produce el salto de chispa. En las bobinas de distribuidor y en bloque, la tensión de encendido fluye por los cables de encendido hasta las bujías. Tal y como su nombre indica ("bobina de distribuidor"), este tipo de bobinas necesitan un distribuidor adicional. Las bobinas tipo lápiz, por el contrario, están asentadas directamente sobre las bujías. En este caso sólo se necesita un cable de encendido si la bobina genera energía de encendido para una segunda bujía (Figura 43). (NGK Spark Plug Europe GmbH, 2019)

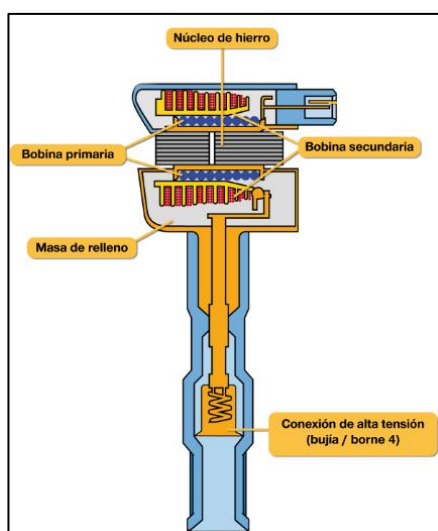
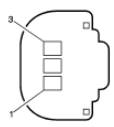


Figura 43. Estructura interna de la bobina

Fuente. NGK Spark Plug Europe GNBH

En la figura 44 se puede observar la descripción de los sockets de las bobinas de encendido el cual tiene 3 pines: el positivo de la batería hacia la bobina primaria, la referencia a tierra y la señal del control de ignición.



Bobina de encendido - Cilindro 1 (C14)					Bobina de encendido - Cilindro 2 (C14)					
Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
1	0.5	D-BU	2121	Señal de control de ignición A	1	0.5	YE	2124	Señal de control de ignición D	-
2	0.5	BK	151	Tierra	2	0.5	BK	151	Tierra	-
3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería	3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería	-

Bobina de encendido - Cilindro 3 (C14)					Bobina de encendido - Cilindro 4 (C14)					
Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
1	0.5	L-BU	2122	Señal de control de ignición B	1	0.5	D-GN	2123	Señal de control de ignición C	-
2	0.5	BK	151	Tierra	2	0.5	BK	151	Tierra	-
3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería	3	0.5	VT	912	Voltaje positivo de batería	-

Figura 44. Descripción del socket de las bobinas

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 45 donde se encuentra detallada la conexión entre las bobinas y la ECU. Como se puede observar, cada bobina tiene un diodo de alta tensión en el circuito secundario su función es bloquear la descarga de la tensión de activación.

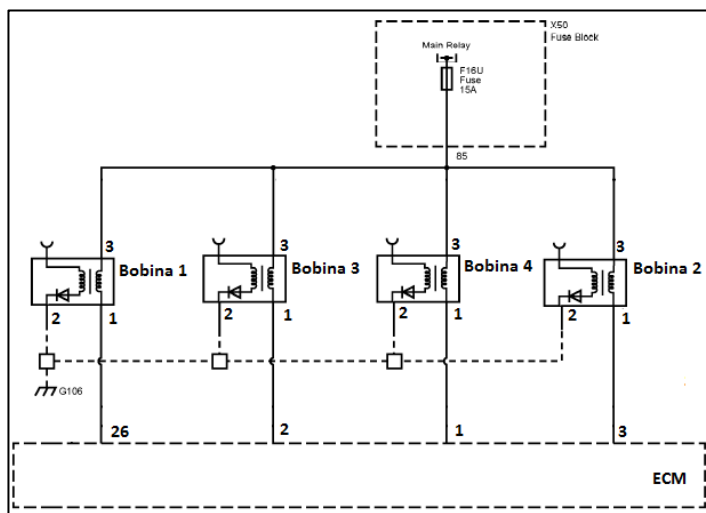


Figura 45. Diagrama de la conexión de las bobinas de encendido

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

2.5.3 Inyectores.

Los inyectores (Figura 46) son componentes actuadores del sistema de combustible el cual permite ingresar la cantidad y presión adecuada del combustible pulverizado en la cámara de combustión. Este elemento es muy determinante en el funcionamiento del motor con alto rendimiento y bajo nivel de emisiones contaminantes.

El deterioro o mal funcionamiento pueden provocar daños en el motor y estos deben ser detectados lo más pronto posible por medio de equipos análogos como los medidores de presión de combustible o los digitales como lo son el scanner, osciloscopio o puntas de prueba que darán una señal de funcionamiento interna de los inyectores que son actuadores y en caso de avería ser reparados o sustituidos inmediatamente.

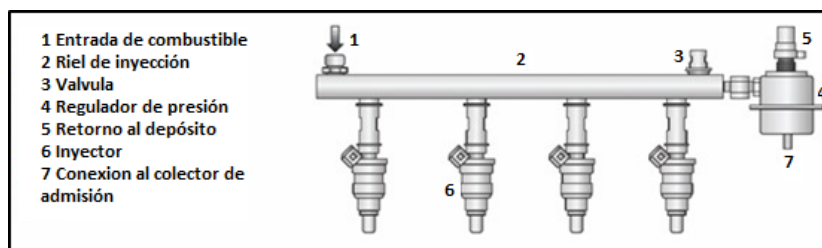


Figura 46. Disposición de los inyectores en el rail de combustible

Fuente: Manual inyectores y circuitos de alimentación – estructura, componentes y funciones

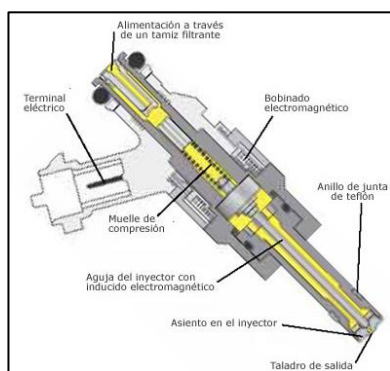
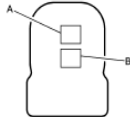


Figura 47. Interior de un inyector

Fuente: Manual inyectores y circuitos de alimentación – estructura, componentes y funciones

En la figura 48 se puede observar la descripción de los sockets de los inyectores el cual tiene 2 pines: el positivo de la batería hacia la bobina primaria y la señal del control de inyección.



Inyector de combustible . Cilindro 1 (C14)					Inyector de combustible - Cilindro 2 (C14)					
Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería	A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería	-
B	0.75	YE	7010	Señal de control de inyector de combustible 1	B	0.75	YE/RD	7013	Señal de control de inyector de combustible 4	-
Inyector de combustible - Cilindro 3 (C14)					Inyector de combustible - Cilindro 4 (C14)					
Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería	A	0.75	VT	912	Voltaje positivo de batería	-
B	0.75	YE/WH	7011	Señal de control de inyector de combustible 2	B	0.75	YE/BK	7012	Señal de control de inyector de combustible 3	-

Figura 48. Descripción del socket de los inyectores

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 49 donde se encuentra detallada la conexión entre las bobinas y la ECU.

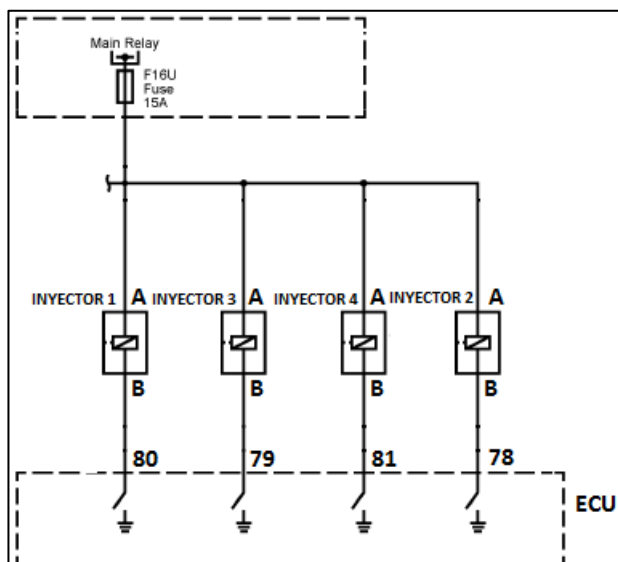


Figura 49. Diagrama de la conexión de los inyectores

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del riel de inyección se encuentra en la parte superior posterior del motor junto tapa de block.

2.5.4 Control electrónico de la mariposa - ETC

En los vehículos con aceleración electrónica, la mariposa de entrada de aire es accionada por un motor eléctrico a través de tres engranajes de desmultiplicación. Este motor eléctrico recibe alimentación de la ECU, la cual se encarga de modificar la polaridad según requiera abrir o cerrar la mariposa. Está unida a un muelle de recuperación que forzara su cierre en caso de fallar el motor de mando de la mariposa, permitiendo una apertura de emergencia que proporciona un relentí acelerado.



Figura 50. Cuerpo de aceleración

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Para regular de modo preciso la posición de la mariposa electrónica, están incorporado en sus tapas dos potenciómetros de posición cuyos cursores están unidos al piñón de accionamiento de dicha mariposa y que envían señales contrapuestas que se cruzan entre sí (Figura 51). La relación de estas señales permite diagnosticar su coherencia y detectar fallos en la información de posición de la mariposa. (José & Feijó, 2018)

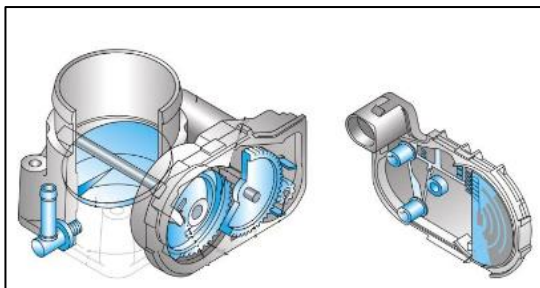


Figura 51. Mariposa motorizada y sus terminales.

Fuente. Cartilla sistema de inyección Bosch. 6008 TE 4034 Agosto 2008

El sensor de posición de la mariposa está constituido por una resistencia de variable lineal, que proporciona una señal eléctrica en cada posición de la mariposa, desde el cierre hasta su máxima apertura. (Sanchez, 2008)

El conector de la mariposa motorizada tiene 6 pines los cuales contiene 2 pines para el control del motor, 1 para la referencia en tierra, 1 para la referencia a 5v y 2 para los pines de salidas de los sensores tal como lo muestra la figura 52.

Control electrónico del acelerador (C14)

Clavija	Tamaño	Color	Circuito	Función	Opción
A	0.5	D-GN	7335	Control bajo del motor del actuador del acelerador	-
B	0.5	YE	7336	Control alto del motor del actuador del acelerador	-
C	0.5	WH/BK	3202	Baja referencia	-
D	0.5	BN	485	Señal TPS 1	-
E	0.5	WH	3201	Referencia 5V	-
F	0.5	BN/BK	486	Señal TPS 2	-

Figura 52. Descripción del socket del Control electrónico de la mariposa

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Su conexión con la ECU se encuentra en la figura 53 donde se encuentra detallada la conexión entre el sensor y la ECU.

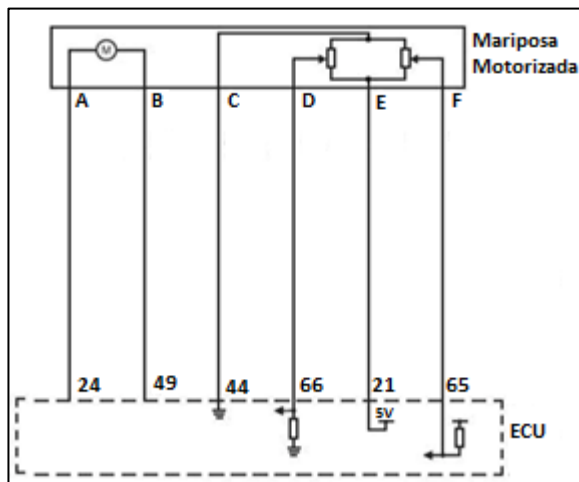


Figura 53. Diagrama del Control electrónico de la mariposa

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

2.6 Equipos de medición

Los equipos de medición son de vital importancia para el reconocimiento de medidas y señales de los sensores y actuadores. Entre los que se utilizan en el área automotriz se encuentran el multímetro, Osciloscopio y Scanner.

2.6.1 Multímetro

Según Autosporte, empresa dedicada a la actualización automotriz a través del uso de herramientas como el multímetro (Figura 54), el cual:

Está diseñado para solucionar problemas de gran variedad. Estos incluyen mediciones de voltaje, corriente, resistores, tensión e intensidad. Sirve para probar diodos y transistores. Con este multímetro o tester se puede verificar temperatura del motor a través de una termocupla que trae incluida. Sus características son:

- De calidad le ayudarán a identificar problemas de motor.

- Auto-rango, auto apagado, el exceso de carga de la protección.
- 10 megaohmio evita daños a la impedancia de ECU.
- Pruebas alternador diodos, ciclo de servicio, solenoides, puntos de interruptor, cableado, interruptores, y mucho más.
- Ajuste automático de cero, inversión de polaridad de protección.
- Monitorea RPM del vehículo (incluyendo bobina en bujía vehículos).
- Min / max botones guarda y mantiene los datos recuperados.
- Dispone de manos libres e incluye ensayos de prueba.
- Robusto y posee esquinas fuertes para proporcionar protección. (2019)



Figura 54. Multímetro digital automotriz TRISCO

Fuente. Victor Dueñas

2.6.2 Scanner automotriz

El scanner G-Scan 2 tiene múltiples aplicaciones de las cuales se describirán en esta parte el osciloscopio y scanner. Las características del osciloscopio se detallan en la tabla 6.

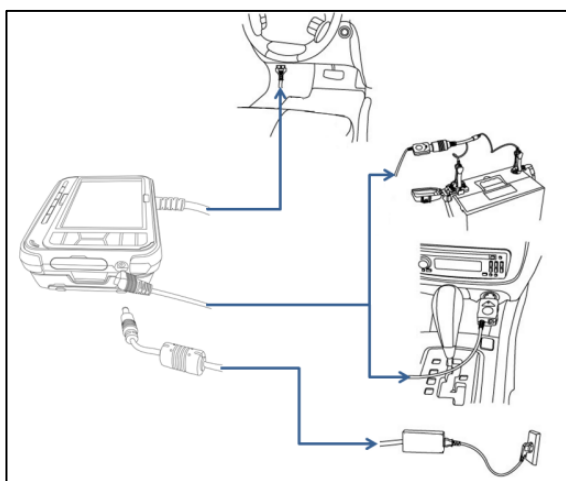
Tabla 6. Características del osciloscopio

Osciloscopio		
División de voltaje	Modo canal 2	400mv ~ 400v
	Modo canal 4	4v ~ 400v
Resolución vertical	10 BIT	
Modo de muestreo	Modo normal / modo pico	
División de tiempo	Modo canal 2	100us ~ 500us, 1ms ~ 500ms, 1s ~ 5s
	Modo canal 4	200us ~ 400us, 1ms ~ 400ms, 1s ~ 4s
Velocidad de muestreo	Max 0.5 MS/s X2 Canales	

Fuente. Manual de usuario G-Scan 2

Conexión de la batería del vehículo:

1. Conecte el cable de alimentación del encendedor a la toma de entrada de CC del G-scan2.
2. Conecte el cable de la batería con las pinzas de cocodrilo al extremo del cable de alimentación del encendedor.
3. Tenga cuidado con la polaridad de la batería y extienda el clip rojo al terminal (+) del vehículo batería y el negro al terminal (-).
4. Gire la llave de contacto a la posición ACC u ON, y se suministra energía a G-scan2.

**Figura 55.** Conexión del scanner

Fuente. Manual de usuario G-Scan 2

Conexión desde el adaptador de diagnóstico:

1. Extienda el cable principal G-scan2 a la toma de diagnóstico del lado del vehículo. Adjunte el OBD de emparejamiento conector no estándar si es necesario.
2. Gire la llave de contacto a la posición ACC u ON, y se suministra energía a G-scan2. La alimentación se suministra a través de la toma de diagnóstico incluso cuando la tecla IG está apagada. Sin embargo, tenga en cuenta que la tecla IG debe estar activada para la comunicación de diagnóstico.
3. Según el estándar industrial, todos los vehículos que cumplen con OBD-2 / EOMB están diseñados para suministrar energía a través del adaptador de diagnóstico.
4. Se recomienda colocar el zócalo DLC del lado del vehículo a menos de 1 metro del conductor asiento. Generalmente se encuentra debajo del tablero de instrumentos. Sin embargo, recuerde que hay excepciones.

Conexión desde la toma del encendedor:

1. Conecte el cable de alimentación del encendedor a la toma de entrada de CC del G-scan2.
2. Extienda el cable e inserte el conector a la toma del encendedor del lado del vehículo
3. Gire la llave de contacto a la posición ACC u ON, y se suministra energía a G-scan.

En caso de obtener energía de la toma del encendedor, la energía se pierde al arrancar el motor hace que G-scan2 se apague si la batería interna está descargada o no está instalada. Se recomienda utilizar la otra fuente de alimentación si la batería recargable no está cargada o la batería no está instalada en G-scan2.

La función OBD-II (ON Board Diagnostic) se utiliza para el diagnóstico del vehículo relacionado con emisiones OBD-II o EOBD sistema de control del tren motriz que admite los protocolos estándar industriales que incluyen ISO9141-2, ISO14230-4 <KWP2000>, SAE J1850 VPW, SAE J1850 PWM e ISO15765-4 (CAN) fue diseñado y obligatorio para controlar el mal funcionamiento o la falla del sistema de control de emisiones del automóvil. Al iluminar la luz de advertencia en el tablero, el OBD el sistema alerta al conductor en caso de que el sistema de control de emisiones falle o sea ineficiente, permite al mecánico poder comprender de inmediato cuál es el problema mediante el uso de un diagnóstico adecuado dispositivo, en consecuencia, contribuye a minimizar la posibilidad de emitir gases de escape excesivos.

OBD-II se introdujo como una actualización de OBD para aumentar la eficiencia del sistema OBD por estandarización. Gracias a los esfuerzos realizados para la estandarización, un mecánico puede obtener información de código de falla y datos de todos los autos que soportan los estándares industriales ISO y SAE independientemente de la marca o modelo del automóvil.

La desventaja de la estandarización es el alcance limitado de la información: lo que puede obtener es el Alcance mínimo de información relacionado con las emisiones.

Códigos de falla OBD-II

Los documentos de normas industriales SAE e ISO definen los códigos OBD-II y EOBD que consisten en un código numérico de tres dígitos precedido por un designador alfanumérico. Los designadores alfanuméricos son "P0 ~ P3", "B0 ~ B3", "C0 ~ C3" y "U0 ~ U3" correspondientes a Tren de potencia, carrocería, chasis, sistemas de comunicación de red. (Global Information Technology, 2013)

Tabla 7. Descripción de los códigos DTC

Código	Sistema	Subsistemas incluidos
P0*** ~ P3***	Tren de fuerza	Motor, Transmisión
C0*** ~ C3***	Chasis	ABS, Suspensión, Tracción
B0*** ~ B3***	Confort Comunicación	Airbag, Aire acondicionado, Luces
U0*** ~ U3***	CAN	Sistema de comunicación interna

Fuente. Manual de usuario G-Scan 2

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE MOTOR S-TEC III 16V 1.4 CHEVROLET SAIL

3.1 Generalidades.

El banco de prueba está diseñado de manera ergonómica y practica para que los estudiantes puedan trabajar en ella, tiene una estructura que soporta el peso del motor y sus vibraciones, también tiene ruedas para que esta pueda moverse como lo muestra la figura 56.

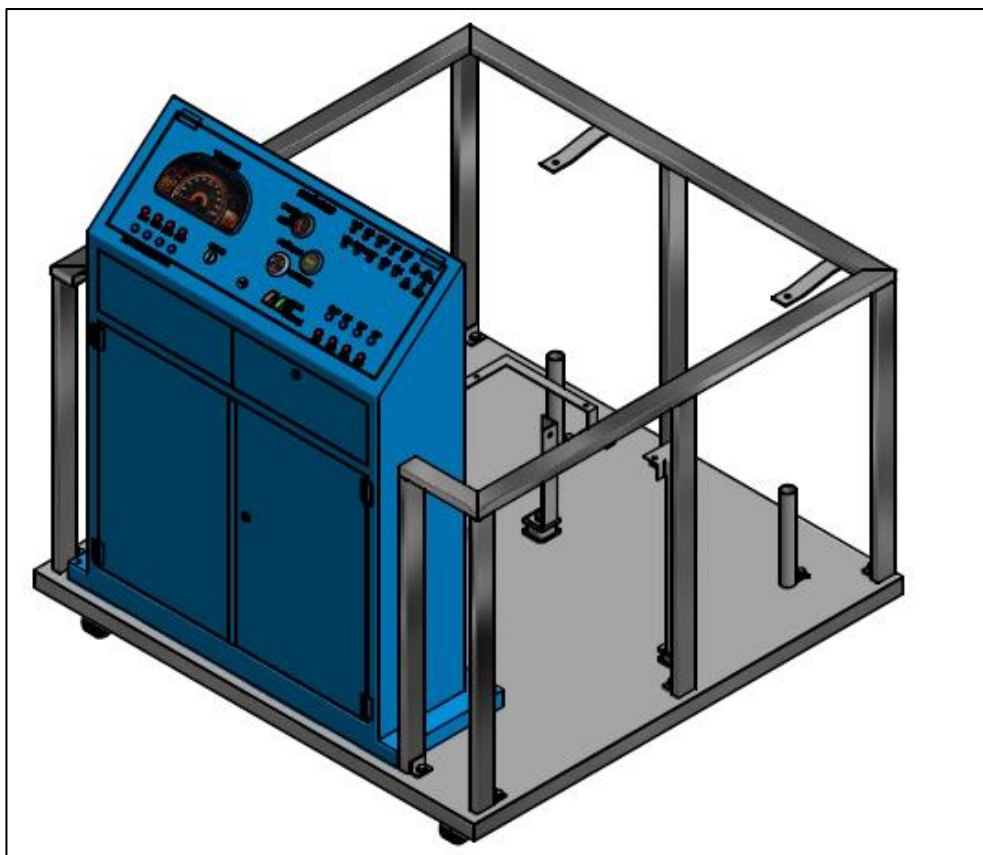


Figura 56. Estructura del banco

Fuente. Víctor Dueñas

La vista frontal del banco, como muestra la figura 57, se puede observar un cajón y un armario, en el cual se encuentra el pedal de aceleración, la ECU, la caja de fusibles y los relés de la bomba de combustible y electroventilador.

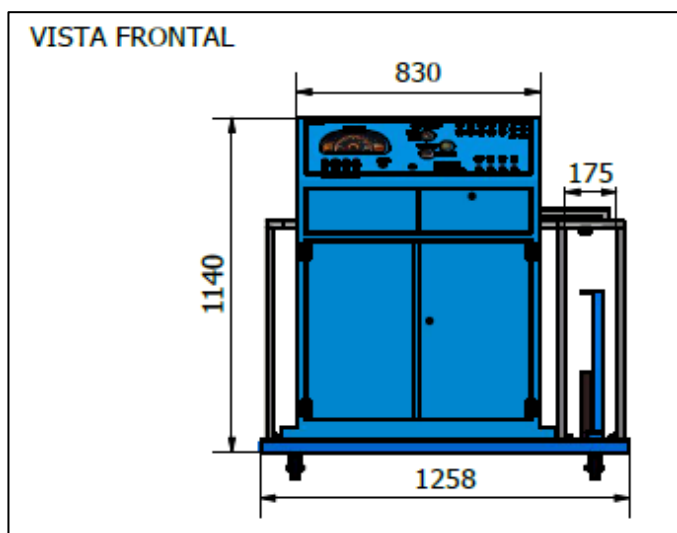


Figura 57. Vista frontal del banco

Fuente. Victor Dueñas

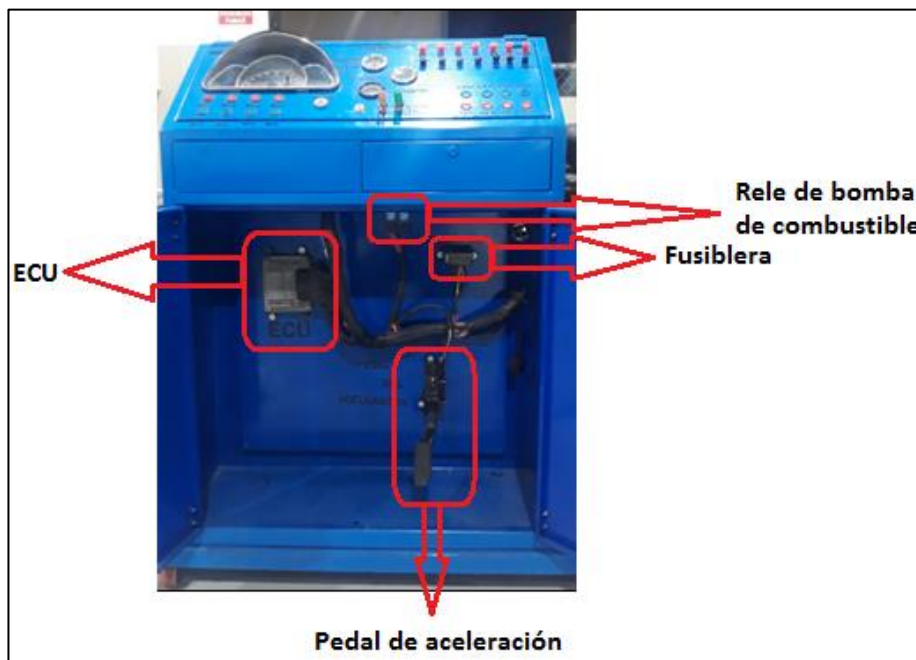


Figura 58. Interior del armario del banco

Fuente. Victor Dueñas

En la figura 59 muestra la vista posterior donde se puede observar las bases del motor.

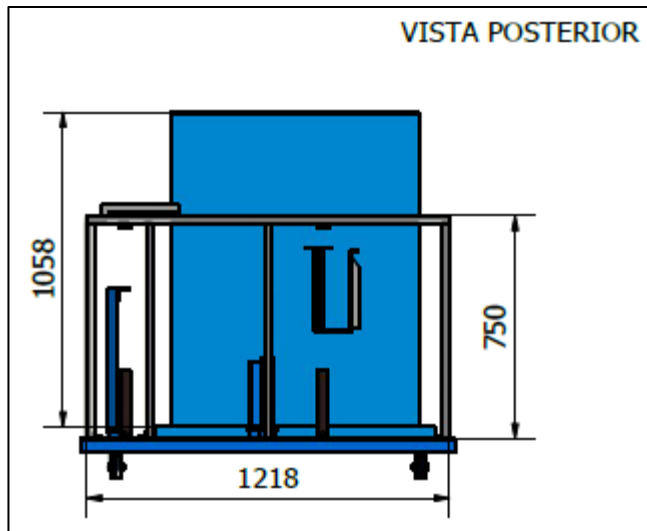


Figura 59. Vistas posterior del banco

Fuente. Victor Dueñas

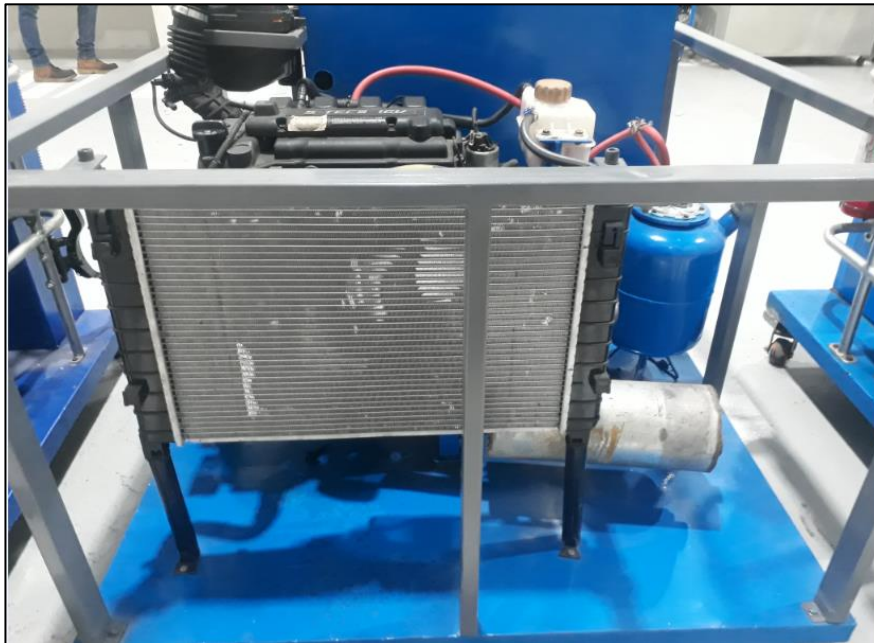


Figura 60. Ubicación del motor en banco

Fuente. Victor Dueñas

El banco de pruebas del Motor Vehículo Chevrolet Sail 1.4 S-TEC III 16V consta de un tablero principal (Figura 61) en donde se encuentra el panel de instrumentos, manómetros, interruptores, bornes de conexión y switch.



Figura 61. Descripción del tablero

Fuente. Victor Dueñas

En el tablero de control se encuentra el panel de instrumento del Sail (figura 62), en donde muestra la temperatura del refrigerante, los testigos de la presión de aceite, batería, check engine, freno de mano, odómetro y nivel de combustible. El velocímetro que está ubicado en el panel de instrumentos se encuentra deshabilitado ya que su sensor se encuentra en la caja de cambio y ésta no se encuentra habilitada.



Figura 62. Panel de instrumentos

Fuente. Victor Dueñas

También cuenta con manómetros, como se muestra en la figura 63 que muestran a tiempo real la presión del aceite, las horas de funcionamiento del banco y el nivel de voltaje de la batería y carga.



Figura 63. Manómetros

Fuente. Victor Dueñas

El encendido del banco es a través de un switch y como parte de seguridad se encuentran dos interruptores que dan paso al voltaje en general y a la bomba de combustible, tal como lo muestra la figura 64.



Figura 64. Encendido, corte de energía y activación de bomba de gasolina

Fuente. Victor Dueñas

Las adaptaciones que se realizaron para ser de este banco un punto de estudio es la interrupción de las señales de los sensores hacia la ECU. En la señal de los sensores se colocaron borneras para la medición de los mismos, en ellos se puede medir las señales de ETC, EGR, KS, CKP, CMP, IAT, ECT, MAP, PPS y O₂ como lo muestra la figura 65.

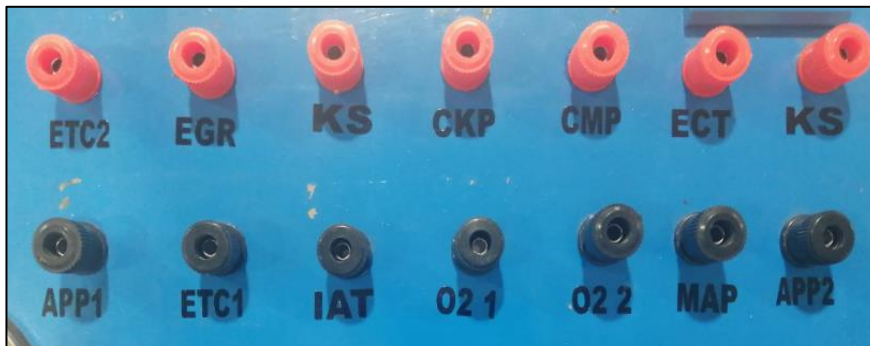


Figura 65. Borneras para la obtención de señales

Fuente. Victor Dueñas

Para la simulación de fallos de desconexión de estos sensores se colocaron interruptores que bloquean la señal a las borneras y a la ECU, teniendo como resultado un comportamiento diferente en el motor. Las señales que se pueden bloquear son KS, CKP, CMP, ECT, IAT, O₂, MAP. (Figura 66)



Figura 66. Interruptores de señales de sensores

Fuente. Victor Dueñas

Cada desactivación de sensores produce una variación en el funcionamiento del motor que puede ser: mayor vibración, mayor consumo de combustible, inestabilidad, pérdida de tiempo de encendido, apagado del motor.

Para los actuadores, como son las bobinas de encendido (BN) y los inyectores (INY), se colocaron interruptores para bloquear el paso de energía a los mismos provocando pérdida de potencia al motor y mayor consumo de combustible. (Figura 67)



Figura 67. Interruptores de señales de actuadores

Fuente. Victor Dueñas

3.2 Descripción del proceso de aplicación

El propósito de este estudio es diagnosticar el sistema de control electrónico del Motor Vehículo Chevrolet Sail 1.4 S-TEC III 16V en un banco estacionario, la comprobación de sus sensores y actuadores eléctricos y para ello se utiliza el banco de comprobación de dicho motor. Este banco cuenta con conectores para la verificación de los sensores y bloqueo de las señales de las mismas por medio de interruptores para observar el comportamiento de la falla simulada.

3.3 Diagnostico de sensores

En esta sección se encuentran los diagramas de conexión en la maqueta de cada sensor y la forma de comprobación, fallas y causas.

3.3.1 Diagnostico del Pedal de Aceleración PPS

Los síntomas de avería del sensor del pedal de aceleración son:

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

Los códigos de falla para estos sensores son:

Tabla 8. *Códigos de fallos para pedal*

DTC	Descripción del DTC
P2122	Voltaje bajo del circuito del Sensor 2 de posición del pedal
P2123	Voltaje alto del circuito del sensor 1 de posición del pedal
P2127	Voltaje bajo del circuito del Sensor 2 de posición del pedal
P2128	Voltaje alto del circuito del sensor 2 de posición del pedal
P2135	Falla en la señal del sensor 1 de posición del acelerador y del sensor 2
P2138	Falla en la señal del sensor 1 de posición del pedal y del sensor 2

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Las posibles soluciones para estos sensores son:

- Leer código de fallos.
- Inspección visual del componente para comprobar que no presenta daños mecánicos.
- Inspección de las conexiones eléctricas para comprobar que están bien sujetas y que no presentan daños.

- Comprobación del componente con la ayuda de un multímetro.
- Verificar los voltajes de alimentación.

Los puntos de pruebas de las señales del sensor del pedal de aceleración se encuentran en la figura 68.

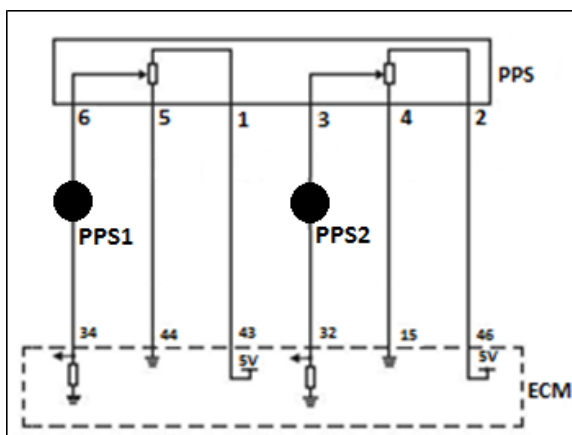


Figura 68. Puntos de pruebas en los sensores de pedal

Fuente. Victor Dueñas

Para proceder con la medición del sensor se debe colocar el multímetro en los terminales del sensor del pedal tal como lo muestra en la figura 69.



Figura 69. Conexión del multímetro al PPS

Fuente. Victor Dueñas

Luego se debe ubicar el pedal de aceleración para poder accionarlo y realizar las pruebas el cual se encuentra en la parte interna del armario del banco de prueba tal como lo muestra la figura 70.



Figura 70. Ubicación del pedal

Fuente. Victor Dueñas

Los resultados de la medición de voltaje son:

Tabla 9. Medición de voltaje del PPS

	PPS 1 (v)	PPS 2 (v)
Ralenti	0,781	1,26
Aceleración completa	2,96	4,47

Fuente. Victor Dueñas

Como se puede observar en la figura 71 las gráficas de las señales de los potenciómetros tienen diferente relación, es decir, uno se altera más que el otro.

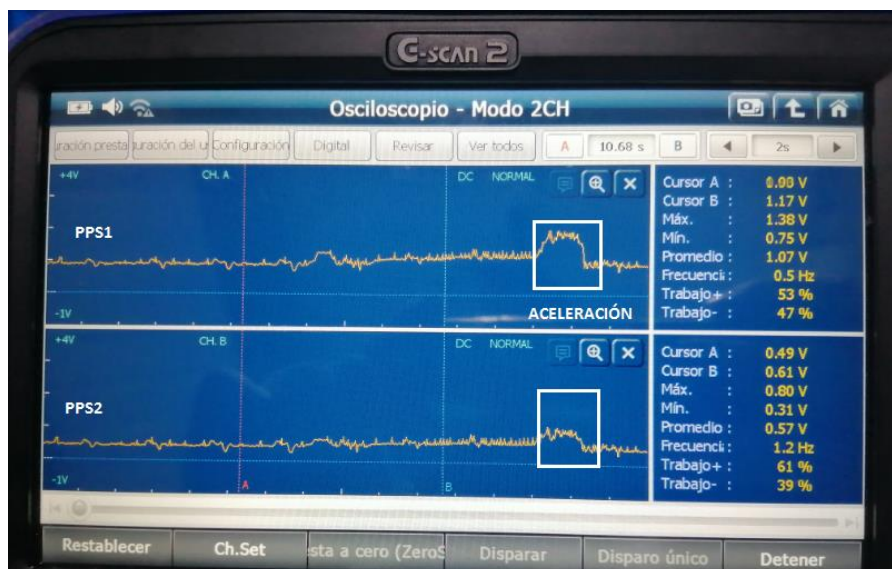


Figura 71. Señales del PPS

Fuente. Victor Dueñas

3.3.2 Diagnóstico del sensor IAT

Los síntomas de falla del sensor IAT son:

- Aumento en las emisiones
- Alto consumo de combustible.
- Inconvenientes en el arranque en frío.
- Aceleración un poco elevada o marcadamente aumentada.
- La computadora no puede controlar adecuadamente el tiempo de encendido.

Tabla 10. Códigos de fallos para el sensor IAT

DTC	Descripción del DTC
P0112	IAT volt bajo sensor
P0113	IAT volt alto sensor

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación del sensor en el banco se encuentra antes del cuerpo de aceleración y después del filtro de entrada del aire, en la parte izquierda del banco como lo indica la figura 72.

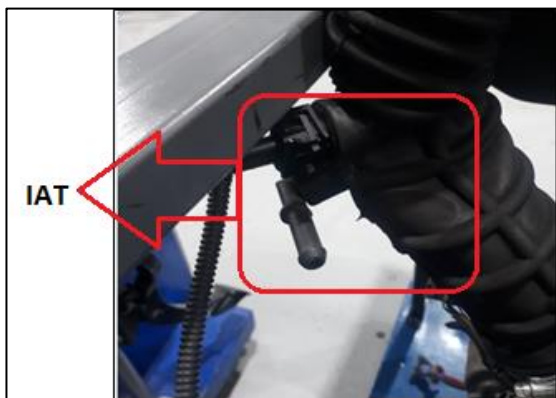


Figura 72. Ubicación del sensor IAT

Fuente. Victor Dueñas

Los puntos de pruebas de las señales del sensor IAT se encuentran en la figura 73.

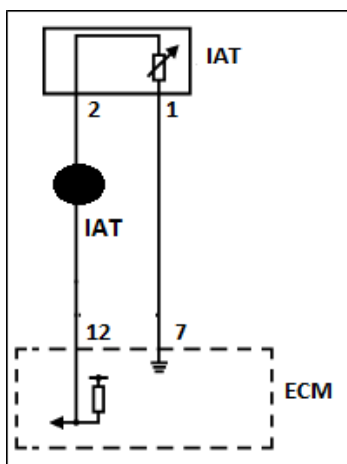


Figura 73. Puntos de pruebas del sensor IAT

Fuente. Victor Dueñas

La forma de comprobar que el sensor IAT esta correcto es:

- Coloca el multímetro en Voltios DC.
- Despega el sensor del conector eléctrico.

- El probador rojo del multímetro debes conectarlo con el cable de alimentación de 5V y el de color negro con el cable de tierra.
- Con la llave en ON pero sin encender el motor, el multímetro debe arrojar una lectura que va entre 4.5 – 5 V.

El multímetro se lo coloca en el borne de medición de IAT según la figura 74 y se obtiene las mediciones de la tabla 11.



Figura 74. Conexión del multímetro al IAT

Fuente. Victor Dueñas

Tabla 11. Medición de voltaje del sensor IAT

Temperatura	Voltaje (v)
28 °C	1,85
32 °C	1,55

Fuente. Victor Dueñas

La figura 75 muestra la señal del sensor, esta es lineal la cual varía con la temperatura del aire, al tener una diferencia en la temperatura el nivel de voltaje cambia.



Figura 75. Señal del IAT

Fuente. Victor Dueñas

3.3.3 Diagnóstico del sensor ECT

Los síntomas de falla del sensor ECT son:

- Encendido pobre con el motor frío
- Aumento en el consumo de combustible
- Disminución de la potencia
- Se observa humo negro en el escape
- El motor se sobrecalienta porque el electroventilador se retarda en encender o no la hace en absoluto.

Los códigos de fallo del sensor ECT se encuentran en la tabla 12.

Tabla 12. Códigos de fallos del sensor ECT

DTC	Descripción del DTC
P0117	ECT volt bajo sensor
P0118	ECT volt alto sensor
P0125	La ECT (temperatura del refrigerante del motor) no alcanza la temperatura de control del combustible del circuito cerrado

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La forma de comprobar que el sensor ECT esta correcto es:

- Desmontar el sensor.
- Colocar las puntas del multímetro en los pines de conexión de sensor.
- Colocar el multímetro en la función OHMS.
- Calienta la punta del sensor y observa que el valor descendiendo mientras se va calentando el sensor.

La ubicación de este sensor en el banco se encuentra en la parte lateral derecha por debajo de la válvula EGR.

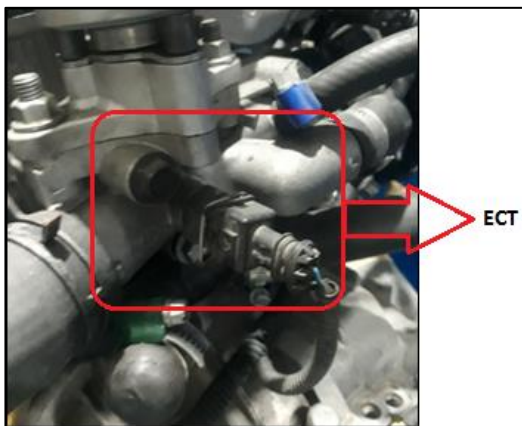


Figura 76. Ubicación del sensor ECT

Fuente. Victor Dueñas

Los puntos de pruebas de las señales del sensor ECT se encuentran en la figura 77.

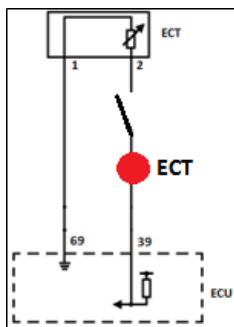


Figura 77. Puntos de pruebas del sensor ECT

Fuente. Victor Dueñas

El multímetro se lo coloca en el borne de medición de ECT según la figura 78 y se obtiene las mediciones de la tabla 13.



Figura 78. Conexión del multímetro al ECT

Fuente. Victor Dueñas

Tabla 13. Medición de voltaje del sensor ECT

Temperatura (°C)	Voltaje (v)
28	3,59
48	2,35
60	1,58
66	1,34
80	1,05
97	0,772

Fuente. Victor Dueñas

La figura 79 muestra la señal del sensor, esta es lineal la cual varía con la temperatura del aire, al tener una diferencia en la temperatura el nivel de voltaje cambia.



Figura 79. Señal del ECT

Fuente. Victor Dueñas

3.3.4 Diagnóstico del sensor MAP

Los síntomas de falla del sensor MAP son:

- Luz revisión del motor encendida
- Incremento de la polución.
- Problemas de rendimiento del motor.
- Falta de mantenimiento en las bujías.
- Mayor presión en el motor.

Tabla 14. *Códigos de fallos del sensor MAP*

DTC	Descripción del DTC
	Falla en el circuito del Sensor de la presión absoluta del múltiple
P0105	MAP desarrollo sensor
P0106	MAP volt bajo ccto sensor
P0107	MAP volt alto ccto sensor

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La forma de comprobar que el sensor MAP esta correcto es:

- Desconecta el conector del sensor.
- Gira la llave de encendido sin poner a funcionar el motor.
- Mide el voltaje, si este fluctúa, es indicativo de que está funcionando.

La ubicación de este sensor en el banco se encuentra en la parte superior izquierda en el múltiple de admisión como lo indica la figura 80.

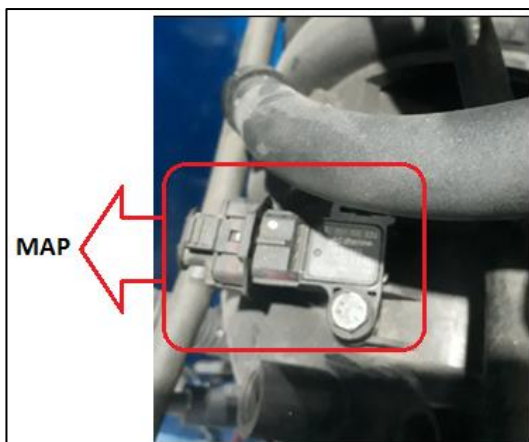


Figura 80. Ubicación del sensor MAP

Fuente. Victor Dueñas

Los puntos de pruebas de las señales del sensor MAP se encuentran en la figura 81.

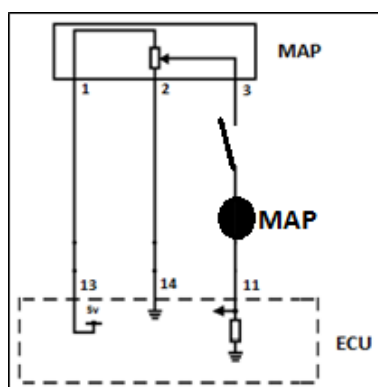


Figura 81. Puntos de pruebas del sensor MAP

Fuente. Victor Dueñas

El multímetro se lo coloca en el borne de medición de MAP según la figura 82 y se obtiene las mediciones de la tabla 15.

Tabla 15. Medición de voltaje del sensor MAP

Motor	MAP (v)
Ralenti (700RPM)	1,56
Plena carga (6500RPM)	3,96

Fuente. Victor Dueñas



Figura 82. Conexión del multímetro al MAP

Fuente. Victor Dueñas

La figura 83 muestra la señal del sensor MAP, esta señal varía a medida que se acelera el motor, las gráficas muestran la señal cuando el motor está en ralentí y cuando se realiza una aceleración, se puede observar las curvas y pico de la variación de presión.

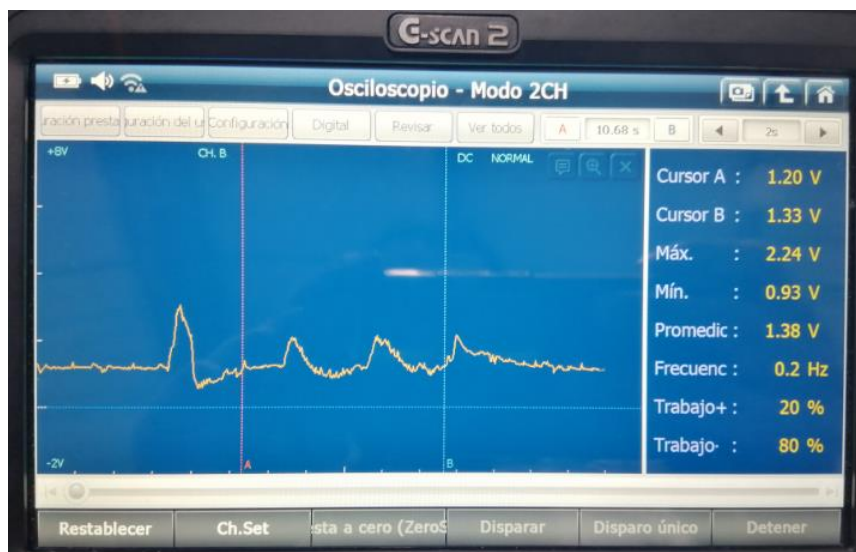


Figura 83. Señal del MAP

Fuente. Victor Dueñas

3.3.5 Diagnostico del sensor Sensor Lambda O₂

Los síntomas de falla del sensor de oxígeno son:

- Mayor consumo de combustible.
- Rendimiento deficiente del motor.
- Mayores emisiones de gases de escape.
- Se enciende el testigo luminoso de control del motor.
- Se registra un código de avería.

Las causas por las que el sensor de oxígeno estuviera con falla son:

- Cortocircuitos internos y externos.
- Fallo en la masa / en el suministro de la tensión.
- Sobre calentamiento.
- Suciedad.
- Daños mecánicos.
- Utilización de combustible con plomo / aditivos.



Figura 84. Ubicación de los sensores de oxígeno

Fuente. Victor Dueñas

Tabla 16. Códigos de fallos del sensor O₂

DTC	Descripción del DTC
P0131	Voltaje bajo del circuito del sensor de oxígeno calentado - (sensor 1 del banco 1)
P132	Voltaje alto del circuito del sensor de oxígeno calentado - (sensor 1 del banco 1)
P0133	Respuesta baja del sensor de oxígeno calentado (sensor 1 del banco 1)
P0134	Circuito del sensor de oxígeno calentado sin sensibilidad - (sensor 1 del banco 1)
P0135	Desempeño del calefactor del sensor 1 de oxígeno calentado
P0137	Voltaje bajo del circuito del sensor de oxígeno calentado - (sensor 2 del banco 1)
P0138	Voltaje alto del circuito del sensor de oxígeno calentado - (sensor 2 del banco 1)
P0140	Circuito del sensor de oxígeno 2 de oxígeno calentado
P0141	Desempeño del calefactor del sensor calentado en el modo PE (aumento de potencia)
P1171	Bajo voltaje del sensor de oxígeno

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Los puntos de pruebas de las señales del sensor de oxígeno se encuentran en la figura 85.

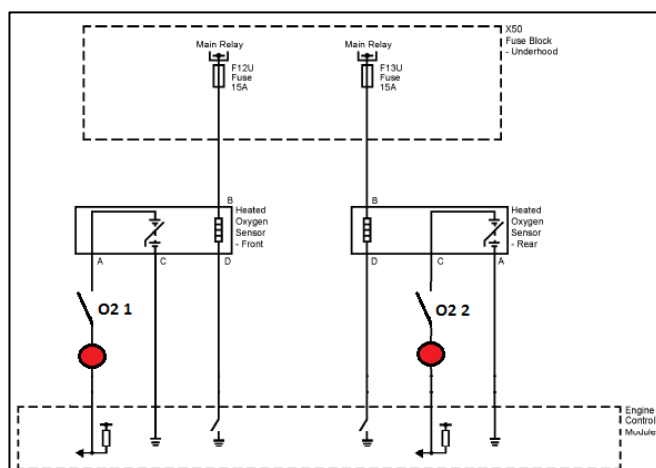


Figura 85. Puntos de pruebas en los sensores de oxígeno

Fuente. Victor Dueñas

Las mediciones del sensor de oxígeno se las realiza con el osciloscopio ya que, al ser una señal fluctuante en el tiempo, la conexión del osciloscopio se detalla en la figura 86.

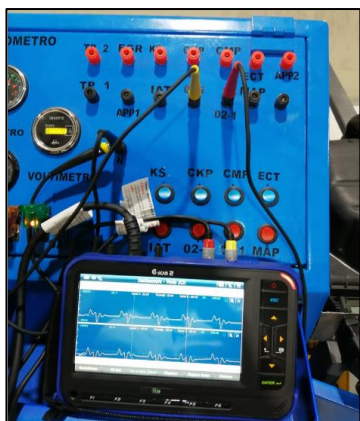


Figura 86. Conexión del osciloscopio en sensor O₂

Fuente. Victor Dueñas

Las mediciones a estos sensores se la realizaron con el motor en ralentí, con el electroventilador encendido y durante una aceleración, se puede observar el comportamiento de los dos sensores.



Figura 87. Señal del O₂

Fuente. Victor Dueñas

3.3.6 Diagnóstico del sensor CKP

Los síntomas de falla del sensor de CKP son:

- El motor no puede encender.
- El Tacómetro cae de forma súbita.
- Se enciende la luz Check Engine en el tablero.

Las pruebas para verificar el buen funcionamiento del sensor son:

- Esta prueba se hace con el motor apagado, pero la llave debe estar en ON.
- Selecciona la opción Corriente Directa del multímetro. Antes debes desconectar la bobina de encendido del conector y alzar el carro.
- Coloca el cable de señal en el cable rojo del multímetro.
- El cable negro se coloca en un punto de tierra.
- Lleva la llave en posición ON sin encender el motor.
- Usando una herramienta apropiada, puede ser un Dado o Matraca, revoluciona el motor a mano.
- Si el sensor funciona el multímetro registrará pulsos de 5 a 0 Voltios. Estos los debes ver siempre que le des vuelta a la polea.

Tabla 17. *Códigos de fallos del sensor CKP*

DTC	Descripción del DTC
P0336	Desarrollo sensor CKP
P0337	Ciclo bajo trabajo ccto sensor CKP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Los puntos de pruebas de las señales del sensor CKP se encuentran en la figura 88.

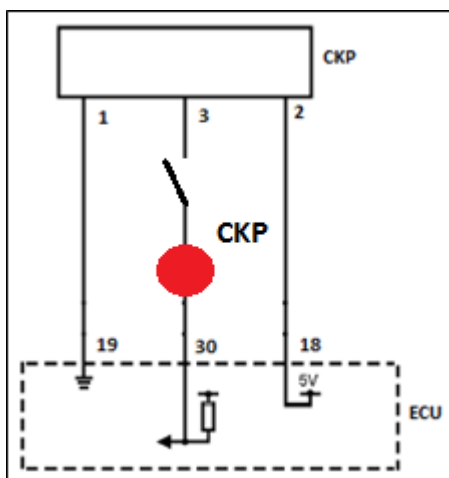


Figura 88. Puntos de pruebas en el sensor CKP

Fuente. Victor Dueñas

La ubicación de este sensor en el banco de prueba está por la parte inferior frontal del motor, junto al filtro de aceite (Figura 89).



Figura 89. Ubicación del sensor CKP

Fuente. Victor Dueñas

Las mediciones de este sensor con el multímetro fluctúan debido a que es una señal cuadrática originada por un sensor de efecto hall por lo que la manera correcta de medición debe ser a través de un osciloscopio, con la finalidad de observar el cambio de la gráfica al modificar alguna variable (Figura 90).



Figura 90. Conexión del osciloscopio en sensor CKP

Fuente. Victor Dueñas

La señal obtenida por el CKP es cuadrática y varía en su frecuencia, a medida que se aumentan las revoluciones aumenta su frecuencia. (Figura 91)

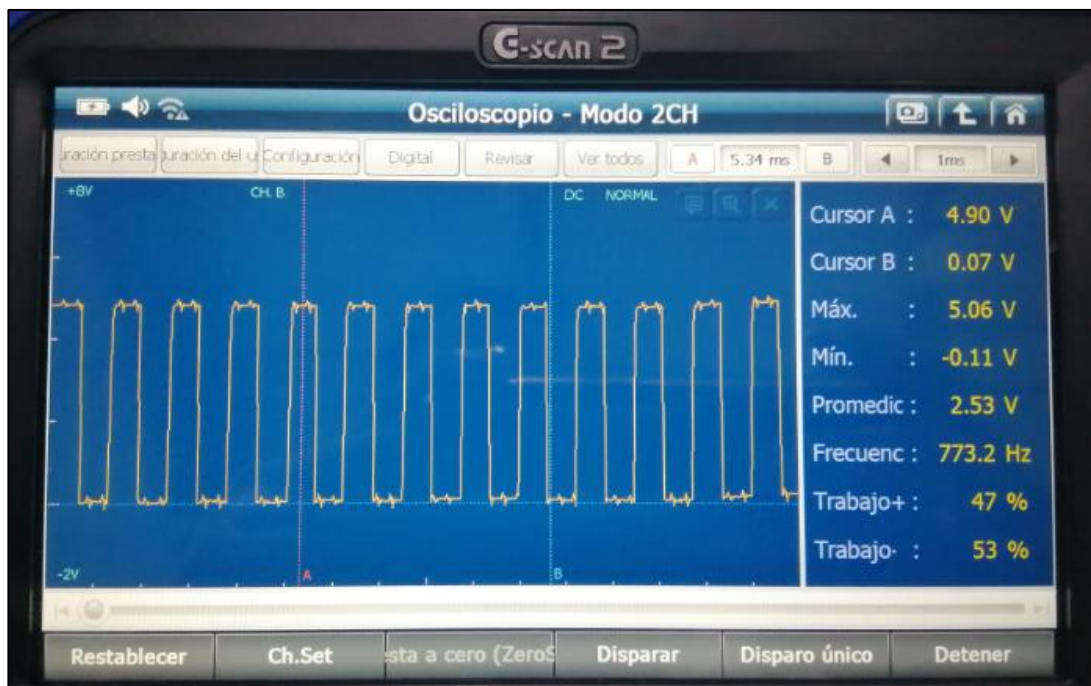


Figura 91. Forma de onda del sensor CKP

Fuente. Victor Dueñas

3.3.7 Diagnóstico del sensor CMP

Los síntomas de falla del sensor de CMP son:

- Dificultad al momento del arranque.
- Se enciende la luz de control del motor o Check Engine.
- Al scanear el vehículo se registra un código de falla.
- La ECU está trabajando en modo de emergencia.
- El motor del vehículo se apaga por completo.

Tabla 18. *Códigos de fallos del sensor CMP*

DTC	Descripción del DTC
P0341	Desarrollo sensor CMP
P0342	Voltaje bajo en el sensor de posición del CMP

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

La ubicación de este sensor en el banco de prueba está por la parte superior frontal del motor

(Figura 92).

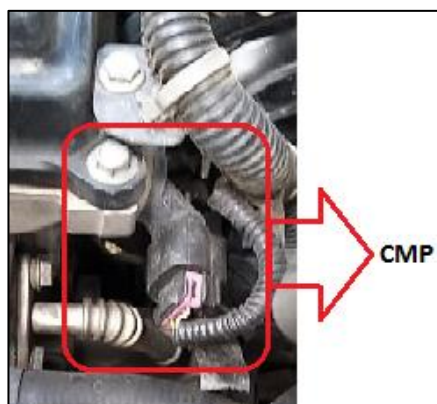


Figura 92. Ubicación del sensor CMP

Fuente. Victor Dueñas

Los puntos de pruebas de las señales del sensor CMP se encuentran en la figura 93.

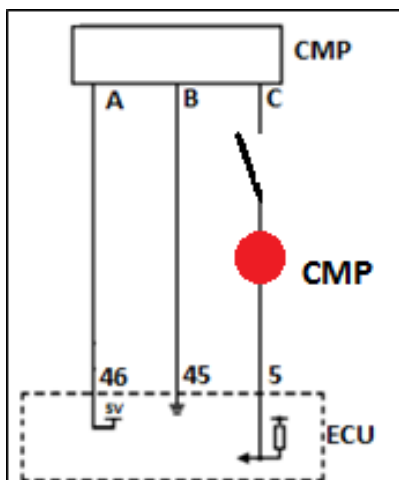


Figura 93. Puntos de pruebas en el sensor CMP

Fuente. Victor Dueñas

Las pruebas para verificar el buen funcionamiento del sensor son:

- Verifica visualmente si el sensor tiene daños físicos.
- Scannear para leer la memoria de los códigos de falla de la ECU.
- Comprobar si todas las conexiones eléctricas están en buenas condiciones, se hayan conectadas correctamente o tienen una corrosión o rotura.
- Revisar todo el cableado desde el conector hasta la ECU, que no se encuentre dañado, esté abierto o en cortocircuito.

Para la verificación de este sensor se utiliza el osciloscopio el cual se lo debe conectar como lo muestra la figura 94.



Figura 94. Conexión del osciloscopio en sensor CMP

Fuente. Víctor Dueñas

La señal obtenida por el CMP es cuadrática y varía en su frecuencia, a medida que se aumentan las revoluciones aumenta su frecuencia. (Figura 95)

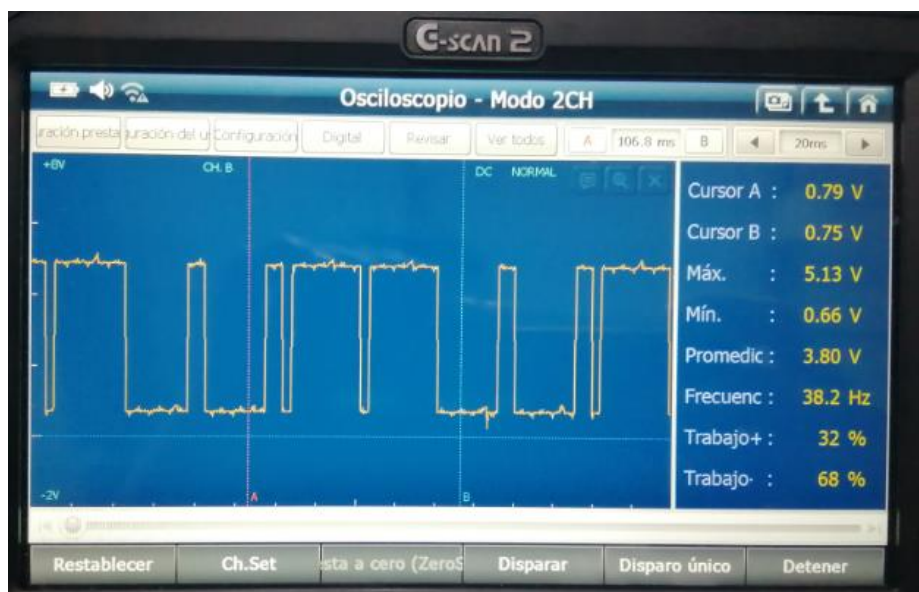


Figura 95. Forma de onda del sensor CMP

Fuente. Víctor Dueñas

La revisión de esta señal en el osciloscopio es determinante para la comprobación de la sincronización entre la barra de leva y cigüeñal como lo muestra la figura 96.

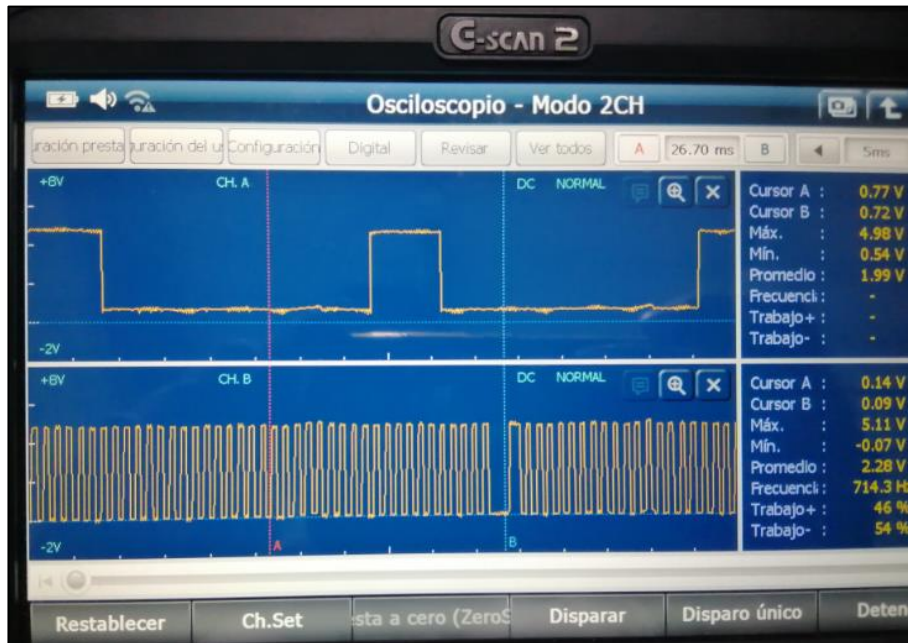


Figura 96. Sincronismo entre el CKP y CMP

Fuente. Víctor Dueñas

3.3.8 Diagnóstico del sensor KS

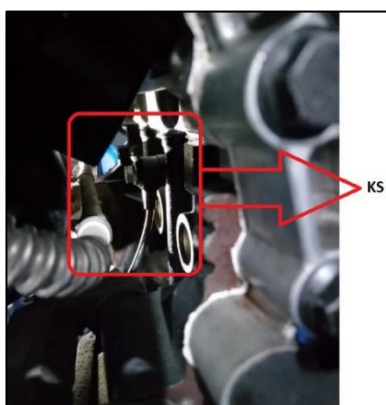
Los síntomas de falla del sensor son las siguientes:

- Explosiones al momento de acelerar.
- Marcha mínima o ralenti inestable.
- Pérdida de la potencia del motor.
- Cascabeleo.
- Encendido de la luz Check Engine.
- Genera elevado consumo de combustible.

Tabla 19. Códigos de fallos del sensor KS

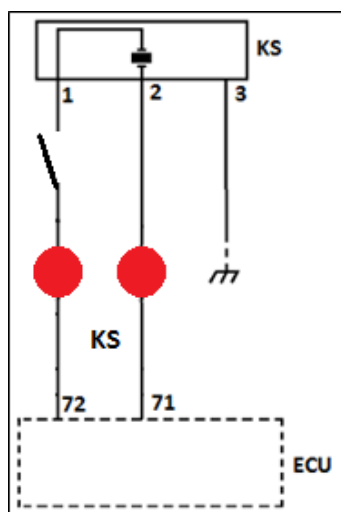
DTC	Descripción del DTC
P0327	Baja frecuencia ccto KS
P0301	Inspección de fallas de encendido del cilindro 1
P0302	Inspección de fallas de encendido del cilindro 2
P0303	Inspección de fallas de encendido del cilindro 3
P0304	Inspección de fallas de encendido del cilindro 4

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

**Figura 97.** Ubicación del sensor KS

Fuente. Víctor Dueñas

Los puntos de pruebas de las señales del sensor KS se encuentran en la figura 98.

**Figura 98.** Puntos de pruebas del sensor KS

Fuente. Víctor Dueñas

Las pruebas para verificar el buen funcionamiento del sensor KS son:

- Para probar el sensor de detonación y el voltaje del mismo, se deben dar golpecitos sobre el monoblock o muy cerca del sensor. Al mismo tiempo, verifica si se produce voltaje usando un multímetro.
- Estos son los pasos que debes seguir para probar el sensor de golpeteo en un automóvil:
- Coloca el coche sobre una superficie nivelada.
- Localiza el sensor de golpeteo en el centro del motor debajo del múltiple de admisión. El sensor se encuentra conectado por medio de un grupo de cables que salen de la parte superior. La localización varía de acuerdo al modelo de automóvil.
- Desenchufa el grupo de cables del sensor. Tira de la base de los cables por donde se unen al sensor.
- Conecta el extremo del multímetro al sensor KNOCK, el extremo negativo únelo a un punto de tierra o al terminal negativo de la batería.
- Para establecer la continuidad el multímetro, debe indicar un valor mayor a 10 Ohmios. Si no se observa continuidad, el sensor está dañado y debe reemplazarse.



Figura 99. Medición del sensor KS

Fuente. Víctor Dueñas

Al momento de sentir una vibración excesiva su señal cambia como lo muestra la figura 100.



Figura 100. Forma de onda del sensor KS

Fuente. Víctor Dueñas

3.4 Diagnóstico de los actuadores

La revisión de los actuadores se la efectúa comprobando su funcionamiento, a través de los interruptores se simula la falla del componente y se comprueba el cambio de funcionamiento del motor.

3.4.1 Diagnóstico de las bobinas de encendido

Los síntomas de avería de las bobinas de encendido son:

- Alto consumo de combustible.
- Genera gases de oxígeno con olor a combustible.

- Contra explosiones.
- Fallas al encendido.
- Paradas del vehículo.
- No enciende.
- Encendido del check engine.

Tabla 20. Códigos de fallos de las bobinas de ignición

DTC	Descripción del DTC
P0351	Circuito de control de la bobina 1 de ignición
P0352	Circuito de control de la bobina 2 de ignición
P0353	Circuito de control de la bobina 3 de ignición
P0354	Circuito de control de la bobina 4 de ignición

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Para la simulación de falla de las bobinas se colocó un interruptor como lo muestra la figura

101.

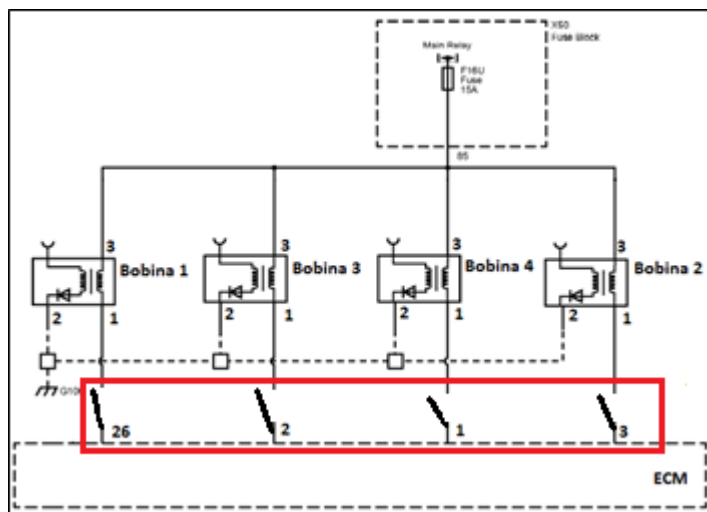


Figura 101. Puntos de simulación falla de las bobinas

Fuente. Víctor Dueñas

Si no se está seguro de que la bobina está generando alto voltaje, se debe de proceder de la siguiente manera:

- Apagar el motor.
- Desconectar la bobina de la bujía.
- Medir la resistencia del primario y del secundario, obteniendo los siguientes resultados:
- Resistencia baja del primario: < 5 ohmios.
- Para medir la resistencia en el secundario se debe tomar en cuenta la polaridad debido al diodo de alta que tiene esta bobina.
- Resistencia alta en el secundario: > 5 kilo-ohmio.
- No debe presentar olor de caucho o plástico quemado.

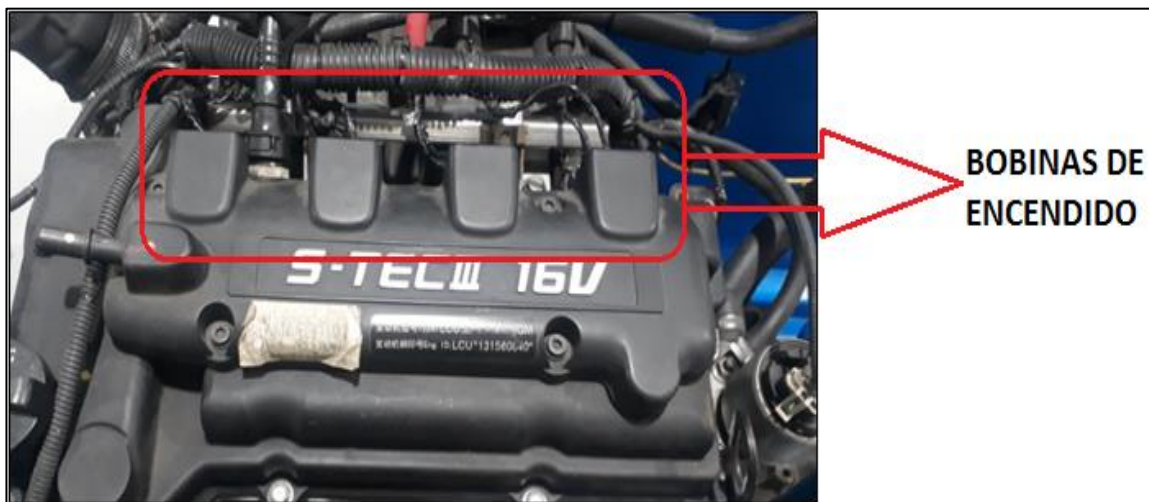


Figura 102. Ubicación de las bobinas de encendido

Fuente. Víctor Dueñas

3.4.2 Diagnóstico de los inyectores

Los síntomas de avería de los inyectores son:

- Pérdida de potencia del motor.

- Genera gases de oxígeno con olor a combustible.
- Genera humo negro.
- Vibraciones en el motor.
- Fallas al encendido.
- Paradas del vehículo.
- No enciende.
- Incremento en el consumo de combustible.
- Motor inestable en marcha baja.
- Encendido del check engine.

Tabla 21. *Códigos de fallos de los inyectores*

DTC	Descripción del DTC
P0261	Voltaje bajo del circuito de control del inyector 1 de combustible
P0262	Voltaje alto del circuito de control del inyector 1 de combustible
P0264	Voltaje bajo del circuito de control del inyector 2 de combustible
P0265	Voltaje alto del circuito de control del inyector 2 de combustible
P0267	Voltaje bajo del circuito de control del inyector 3 de combustible
P0268	Voltaje alto del circuito de control del inyector 3 de combustible
P0270	Voltaje bajo del circuito de control del inyector 4 de combustible
P0271	Voltaje alto del circuito de control del inyector 4 de combustible

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

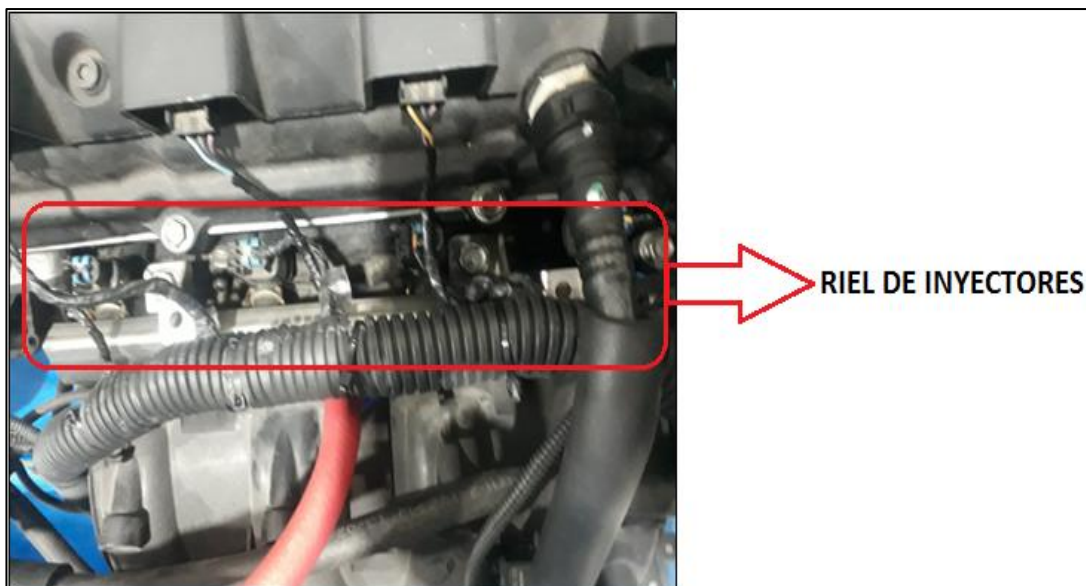


Figura 103. Ubicación del riel de inyectores

Fuente. Víctor Dueñas

Para la simulación de falla de los inyectores se colocó un interruptor como lo muestra la figura 104.

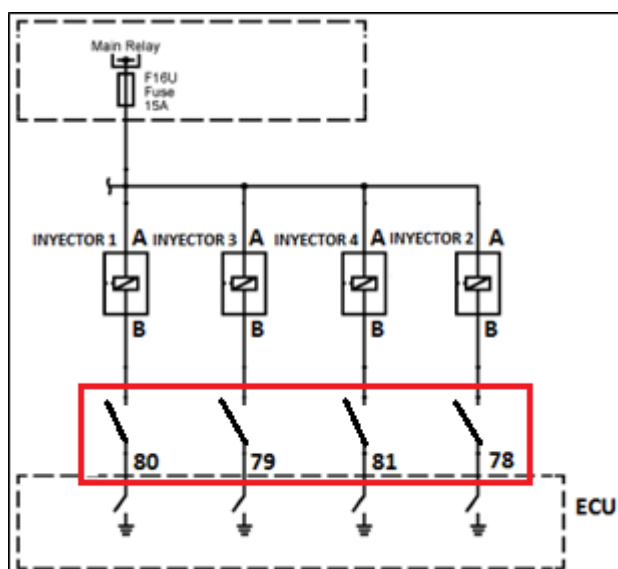


Figura 104. Puntos de falla de los inyectores

Fuente. Víctor Dueñas

3.4.3 Diagnóstico de la válvula EGR

Los síntomas de avería de la válvula EGR son:

- Pérdida de potencia del motor.
- Alto consumo de combustible.
- Exceso de humo.
- Fallas al encendido.
- Paradas del vehículo.
- Encendido del check engine.

Si la válvula EGR se quedara abierta, producto de la acumulación de carbonilla, los gases de escape ingresarían a la cámara de combustión provocando un mal funcionamiento por la falta de oxígeno.

Si la válvula EGR se quedara cerrada, el problema es el opuesto. Aumenta el nivel de óxido de nitrógeno y la expulsión de humo.

Tabla 22. *Códigos de fallos de la válvula EGR*

DTC	Descripción del DTC
P0403	Mal funcionamiento del Circuito de control del sistema recirculación de gas de escape (EGR)
P0404	Falla de circuito abierto de desempeño de la posición de la válvula de EGR
P0405	Bajo voltaje Sensor posición de la Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)
P0406	Alto voltaje en Sensor posición de la Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

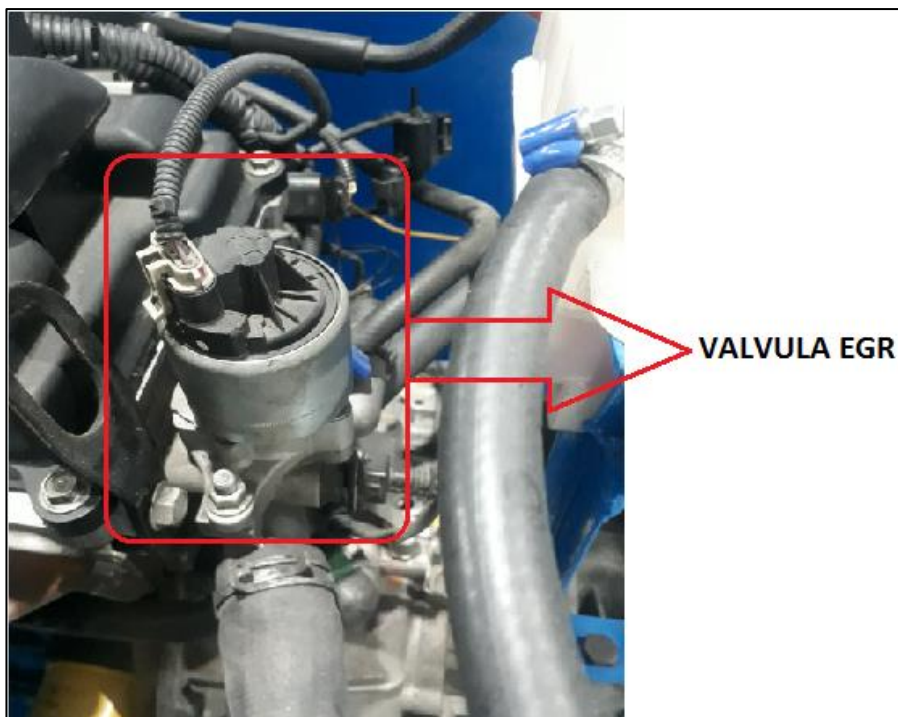


Figura 105. Ubicación de la válvula de EGR

Fuente. Víctor Dueñas

Para la revisión de actuación de la válvula EGR se colocó un borne para la medición de la posición de la mariposa de la válvula como lo muestra la figura 106.

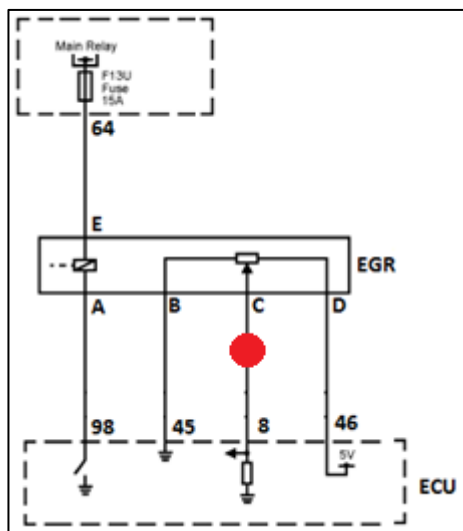


Figura 106. Puntos de medición de la EGR

Fuente. Víctor Dueñas



Figura 107. Medición de la posición de la mariposa de la válvula EGR

Fuente. Víctor Dueñas

3.4.4 Diagnóstico del control electrónico de la mariposa ETC

Los síntomas de averías del ETC son:

- Marcha mínima (ralentí) inestable.
- Encendido de la luz Check Engine en el tablero.
- Jaloneo.
- Aceleración lenta.
- Falta de aceleración.

Tabla 23. Códigos de fallos para el ETC

DTC	Descripción del DTC
P0122	Voltaje bajo del circuito del sensor 1 de posición del acelerador (TP)
P0123	Voltaje alto del circuito del sensor 1 de posición del acelerador (TP)
P0222	Voltaje bajo del circuito del sensor 2 de posición del acelerador (TP)
P0223	Voltaje alto del circuito del sensor 2 de posición del acelerador (TP)
P2101	Desempeño del actuador de posición del acelerador
P2104	El acelerador lleva al motor a posición de ocioso
P2105	El acelerador hace que el motor se apague
P2106	Límite de apertura del acelerador
P2110	El acelerador limita la posición de ocioso del motor
P2119	Desempeño de la posición de cierre del acelerador

Fuente. Manual de servicio de Sail SGM, 2012 Chevrolet Sail

Las revisiones que se deben realizar son:

- Verificar que el nivel de voltaje del sistema.
- Revisar las alimentaciones del cuerpo de aceleración.
- Verificar el voltaje los sensores PPS y TP. Tenga en cuenta que están alimentados por 5V referenciados a una tierra.

referenciados a una tierra.

- Verifique que no existan cortocircuito o circuitos abiertos en las líneas. Pruebe que PPS1 y PPS2, así como TP1 Y TP2, varíen al accionar el pedal de aceleración y la mariposa.

Los puntos de pruebas de las señales del sensor del pedal de aceleración se encuentran en la figura 80.

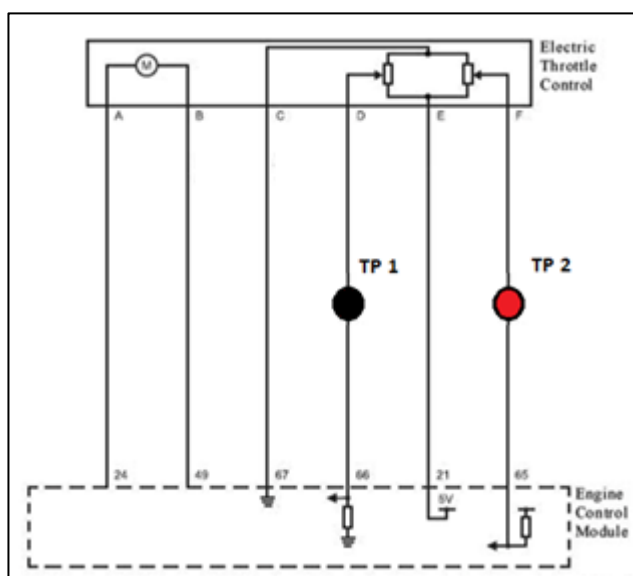


Figura 108. Puntos de pruebas control electrónico de mariposa ETC

Fuente. Víctor Dueñas

Para proceder con la medición del sensor se debe colocar el multímetro en los terminales del sensor del TP tal como lo muestra en la figura 109.



Figura 109. Conexión del multímetro al ETC

Fuente. Víctor Dueñas

La ubicación física del ETC en el banco se encuentra en la entrada de admisión de aire en la parte izquierda posterior del banco.

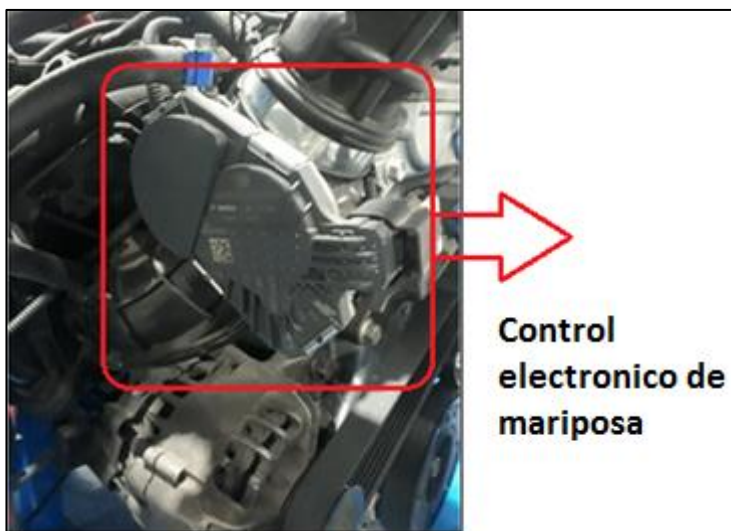


Figura 110. Ubicación del ETC

Fuente. Víctor Dueñas

Una vez identificado el sensor se procede con la medición, para la variación de este cuerpo se debe presionar el pedal de aceleración con el cual se obtiene las siguientes mediciones.

Tabla 24. Medición de voltaje del ETC

Motor	TP 1 (v)	TP 2 (v)
Ralentí	4,42	1,05
Acelerado	4,47	2,96

Fuente. Víctor Dueñas

En la figura 111 se puede observar las señales espejo que tiene la ETC para la posición de la mariposa.



Figura 111. Forma de onda del sensor ETC

Fuente. Víctor Dueñas

CAPÍTULO IV

MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO DEL BANCO

4.1 Generalidades

El banco de pruebas y simulación de fallas para el sistema de control electrónico del motor 1.4 S-TEC III 16V está predispuesto para el aprendizaje y enseñanza de los componentes que lo conforman, en los capítulos anteriores se encuentran el detalle de cada componente, su funcionamiento, descripción, ubicación, circuito, síntomas y soluciones. En esta sección se detallará de manera general como operar el banco, sus protecciones y mantenimiento.

4.2 Precauciones

Antes del encendido del banco se deben tener las siguientes consideraciones:

- No operar el banco sin la presencia de un profesor responsable.
- Verificar nivel de aceite.
- Verificar nivel de líquido refrigerante.
- Verificar el nivel de combustible.
- Revisar que no exista ningún objeto extraño encima del motor.
- Verifica que no exista fuga de combustible, aceite o refrigerante
- Revisar que los bornes de la batería estén bien ajustados y que no exista sulfato.
- Los fusibles no deben estar abiertos.
- Los circuitos de tierra están limpios, apretados y en la ubicación correcta
- Todas las conexiones/conectores estén completamente asentados
- Revisar voltaje de la batería

En el encendido

Para el encendido del banco se debe activar el switch del corte de energía colocándolo hacia arriba, una vez realizado se debe colocar el switch de la llave en posición on.



Figura 112. Activación del banco

Fuente. Víctor Dueñas

Una vez abierto el switch se debe comprobar lo siguiente:

- Verificar que los switch de simulación de los sensores y actuadores estén cerrados esto es colocando los switch en posición I.



Figura 113. Verificación de switch de simulación

Fuente. Víctor Dueñas

Una vez revisado estos controles se procede con el encendido del motor, tener en cuenta que para ello se deben tener los Equipos de Protección Personal (EPP) colocados:

- Mandil
- Guantes
- Gafas protectoras
- Tapones de oídos u orejeras
- Mascarilla



Figura 114. Equipo de protección personal que se debe utilizar

Fuente. Víctor Dueñas

4.3 Uso del banco

Para realizar las mediciones de las señales de los sensores se debe colocar la punta negativa del multímetro u osciloscopio en el punto tierra y la positiva en el punto a medir.

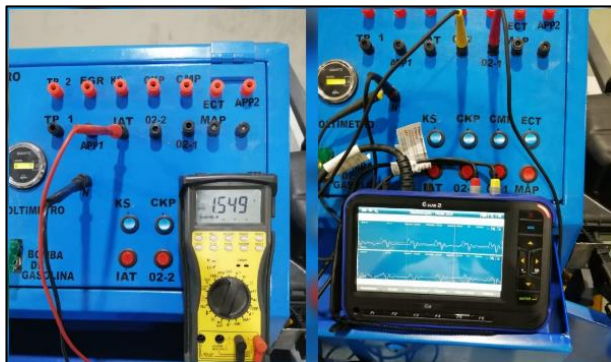


Figura 115. Conexión del multímetro u osciloscopio

Fuente. Víctor Dueñas

Para la simulación de desconexión de los sensores o actuadores basta con cambiar de posición los switch del componente.



Figura 116. Cambio de estado del switch del sensor

Fuente. Víctor Dueñas

4.4 Plan de mantenimiento del banco

Para dar un mantenimiento al banco de pruebas, es necesario identificar algunos términos.

- Revisión (R). Consiste en ajustes, limpieza y lubricación, que se deben llevar a cabo en forma periódica según se indica en la tabla 25.
- Ejecución (E). Consiste en seguir las instrucciones del fabricante, que se detallan en el manual del vehículo por tipo de servicio y los espacios de tiempo en que deben realizarse las operaciones de mantenimiento.

El siguiente plan de mantenimiento está diseñado en función del tiempo considerando las especificaciones del fabricante, también está colocada la revisión de las adaptaciones eléctricas para mantener la confiabilidad del banco.

Tabla 25. *Tabla del plan de Mantenimiento*

Acción / Meses	PLAN DE MANTENIMIENTO									
	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Cambio de filtro de combustible				E				E		
Cambio de aceite y filtro del motor	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Cambio de banda de accesorios y bomba				R		E			R	
Cambio de bujía de encendido		R	E		R	E		R	E	
Cambio de filtro de aire		R	R	R	E	R	R	R	E	R
Cambio de refrigerante	R	R	R	E	R	R	R	E	R	R
Cambio de termostato				E				E		
Limpiar cuerpo de aceleración			E			E			E	
Limpiar inyectores de combustible			E			E			E	
Limpieza de los bornes de batería		E		E		E		E		E
Revisión de cableado eléctrico	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

(R) Revisión (E) Ejecución

Fuente. Víctor Dueñas

CONCLUSIONES

- La información contenida es relevante para conocer el funcionamiento de cada componente, su ubicación, conexión, síntomas de fallas, posibles soluciones y mediciones.
- Con las tablas de los sensores, funcionamiento, fallas y posibles soluciones, como material didáctico-técnico, se cuenta con un aval para tener una praxis más acertada. Al mismo tiempo, desde la misma experiencia, se va enriqueciendo la guía didáctica.
- Se permitió entender cómo es el funcionamiento el sistema de control electrónico del Motor Vehículo Chevrolet Sail 1.4 S-TEC III 16 V en un banco estacionario, así como diagnosticar las posibles fallas revisando sus curvas de funcionamiento, el efecto de la falla del sensor o actuador en el motor.
- El banco de pruebas funciona correctamente para llevar a cabo las prácticas y pruebas que permiten construir la guía didáctica de los sensores para las posibles fallas de contingencia que pudieren ocurrir y las soluciones eventuales.
- La elaboración de la guía es una propuesta de permite diseñar todo tipo de simulaciones sobre situaciones factibles que se pueden presentar en la realidad para obtener información del funcionamiento y fallas, cuya intención es preparar y mejora las habilidades técnicas de diagnóstico. Cabe recordar que no es un proceso concluido, sino iniciado y perfectible.

RECOMENDACIONES

- Antes de utilizar el banco se deberá hacer una inspección visual para verificar que no existan objetos extraños en la maqueta.
- Se debe garantizar siempre observar las medidas industriales de seguridad para salvaguardar de toda lesión la vida de los técnicos, estudiantes y docentes.
- El Estudiante deberá imprimir el formato de guía para que pueda realizar las prácticas, así como también leer el ejemplo que se encuentra en el anexo 1.
- Se deberá seguir capacitando y mejorando la experiencia de investigación, análisis y búsqueda de resultados a la gama de problemas que se presentan a este respecto.
- Involucrar a los técnicos y estudiantes. Se quiere generar una cultura de indagar, buscar y hallar soluciones duraderas y con un más bajo costo para el beneficio de la población.
- Seguir el plan de mantenimiento para mantener en óptimas condiciones el banco de pruebas y su motor que se encuentra en el capítulo 4.

BIBLIOGRAFÍA

- Autosoporte. (2019). *Equipos automotrices*. Obtenido de Multímetro:
<https://www.autosoporte.com/index.php/equipo-diagnostico-automotriz/equipos-y-herramientas/multimetro-automotriz-innova-3340>
- Bosch Extranet Service. (2008). *Sistema de encendido*. Alemania.
- Bosch Extranet Service. (2010). *Sistemas de inyeccion electronica*. Brasil.
- Chevrolet. (2012). *Manual de servicio de Sail SGM*. Chevrolet.
- Chevrolet. (2012). *Tabla de mantenimiento Sail*. Chevrolet.
- Concepcion, M. (2004). *Sensores Automotrices y Analisis de Ondas*. Mandy Concepcion.
- Global Information Technology. (2013). *GScan2, Manual de usuario*. Global Information Technology.
- José, P., & Feijó, R. (2018). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Editex.
- Melchor, J. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto (MF0133_2)*. IC Editorial.
- Murray, J. (2011). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid, España: Paraninfo.
- NGK Spark Plug Europe GmbH. (2019). <https://t.tekniwiki.com/es/bobinas-de-encendido/estructura-de-una-bobina-de-encendido/estructura-de-una-bobina-tipo-lapiz-bobina-de-chispa-simple-bobina-con-conector.html>. Obtenido de <https://t.tekniwiki.com/>
- Orozco, J. (2014). *Manual de computadoras y módulos automotrices*. Mexico: México Digital Comunicación S.A.

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

Padilla, J., & Bernabé, J. (2012). *Técnicas básicas de electricidad de vehículos*. IC Editorial.

Parera, A. (2010). *Inyección electrónica en motores a gasolina*. Barcelona: Marcombo S.A.

Red Operativa de Desguases Españoles. (2019). *Inyectores*. Obtenido de RODES:

<https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-los-inyectores/>

Rovira, A. (2015). *Motores de combustión interna*. Madrid: Uned.

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

Spectra Premium. (2019). *Cuerpos del acelerado electrónico*. Obtenido de Folletos:

<https://www.spectrapremium.com/es/resources?niveau3=13#11.%20Obtenido%20de%20>

<https://www.spectrapremium.com/>

Staff Editorial de Electrónica y Servicio. (2014). *Electrónica y servicio*. Mexico Digital

Comunicaciones S.A.

Tech Training. (2012). *Sensores y actuadores*. Obtenido de SlideShare:

https://es.slideshare.net/cesar_ar/chevrotronica-iii?qid=7cd0a9d0-6dba-46ff-a2c8-2aaeed50f8f5&v=&b=&from_search=2

Tech Training. (2012). *Sensores y Actuadores*. Obtenido de SlideShare:

https://es.slideshare.net/cesar_ar/chevrotronica-iii?qid=7cd0a9d0-6dba-46ff-a2c8-2aaeed50f8f5&v=&b=&from_search=2

Vallecillos, M. (2017). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo otto*. Madrid:

Elearning.

