UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

MANUAL DE DIAGNÓSTICO, ENTRENAMIENTO Y SOLUCIÓN DE FALLAS EMPLEANDO INSTRUMENTACIÓN AUTOMOTRIZ EN UN VEHÍCULO MARCA CHEVROLET OPTRA 1800 CC

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: JONATHAN GUILLERMO PULLUQUITIN ANGULO
ANTHONY ARIEL MUÑOZ RAMÍREZ

TUTOR: JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS

Quito - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo con documento de identificación N° 0503076465 y Anthony Ariel Muñoz Ramírez con documento de identificación N° 1721193181 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 15 de febrero del año 2024

Atentamente,

Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo	Anthony Ariel Muñoz Ramírez
0503076465	1721193181

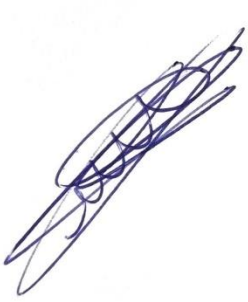
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo con documento de identificación No.0503076465 y Anthony Ariel Muñoz Ramírez con documento de identificación No. 1721193181, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud somos autores del Proyecto Técnico: "Manual de diagnóstico, entrenamiento y solución de fallas empleando instrumentación automotriz en un vehículo marca Chevrolet Optra 1800 cc", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 15 de febrero del año 2024

Atentamente,



Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo
0503076465

Anthony Ariel Muñoz Ramírez
1721193181

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Luis Mullo Casillas con documento de identificación N° 0502365869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MANUAL DE DIAGNÓSTICO, ENTRENAMIENTO Y SOLUCIÓN DE FALLAS EMPLEANDO INSTRUMENTACIÓN AUTOMOTRIZ EN UN VEHÍCULO MARCA CHEVROLET OPTRA 1800 CC, realizado por Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo con documento de identificación N° 0503076465 y por Anthony Ariel Muñoz Ramírez con documento de identificación N° 1721193181, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 15 de febrero del año 2024

Atentamente,

Ing. José Luis Mullo Casillas, Ph.D.
0502365869

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a toda mi familia que me apoyo en todo este proceso, a mis padres Guillermo Pulluquitin y Silvia Angulo, quienes siempre me apoyaron a pesar de mis errores y tropiezos. A mis hermanas y a mi cuñado, por siempre apoyarme en todo momento y a mis sobrinos, quienes me llenaron de amor y motivación y por último y no menos importante a mis amigos más cercanos.

Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo

Dedico el presente proyecto a mis padres, por el amor brindado y sus enseñanzas, para lograr ser una persona con valores y sobre todo humilde. A mi hermano por su apoyo moral y siempre estar presente. A todos mis amigos y profesores por brindarme su conocimiento.

Anthony Ariel Muñoz Ramírez

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a Dios, que siempre ha estado ahí cuando lo he necesitado. A todos los ingenieros que han sido partícipes en mi formación académica, destacando a mi tutor, Ing. José Luis Mullo Casillas Ph.D, un gran profesional y los más importante, una excelente persona.

Jonathan Guillermo Pulluquitin Angulo

Agradezco a nuestros docentes de nuestra carrera por compartirnos sus conocimientos en todos estos semestres, en especial al Ing. José Luis Mullo Casillas Ph.D, tutor de nuestro proyecto de tesis, por compartirnos sus conocimientos y sus experiencias, a mi compañero de tesis Jonathan Pulluquitin por hacer posible la realización de este proyecto.

Anthony Ariel Muñoz Ramírez

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL 6
ÍNDICE DE FIGURAS 9
ÍNDICE DE TABLAS 12
RESUMEN 1
ABSTRACT 2
INTRODUCCIÓN 3
PROBLEMA 4
Objetivo General. 7
Objetivos Específicos. 7
MARCO TEÓRICO 1
1.1. Fundamentación Teórica 1
1.1.1. Información general 1
1.1.2. Especificaciones técnicas Motor CHEVROLET OPTRA 1800 cc 1
1.2. Sistema de inyección electrónica (EFI) 2
1.2.1. Funcionamiento 2
1.3. Clasificación del sistema EFI 5
1.3.1. Por su lugar de inyección 5
1.3.2. Por su lugar de inyección 6
1.3.3. Número de inyecciones 6
1.4. Diagnóstico OBD 7
1.4.1. Diagnóstico OBD-I 7
1.4.2. Diagnóstico OBD-II 8
1.5. Sensores principales del Optra 1800 cc 12
1.6. Actuadores principales del Optra 1800 cc 14

1.7. Herramientas de Diagnóstico 15
1.7.1. Equipos necesarios para realizar un diagnóstico 15
1.8. Manual de Diagnostico 16
CAPÍTULO I 17
METODOLOGÍA 17
1.1. Métodos empleados 17
1.2. Equipos y materiales 18
CAPÍTULO II 28
INSPECCIÓN DE SENSORES 28
2.1. Sensor TPS 28
2.2. Sensor MAP 32
2.3. Sonda Lambda 35
2.4. Sensor CMP 37
2.5. Sensor CKP 39
2.6. Sensor KS 42
2.7. Sensor ECT 44
2.8. Sensor IAT 47
CAPÍTULO III 50
INSPECCIÓN DE ACTUADORES 50
3.1. Inyectores 50
3.2. Bobina 53
3.3. Bomba de combustible 59
3.4. IAC 60
3.5. EVAP 63
3.6. Electroventiladores 64
3.7. Relé del Combustible 65

CAPÍTULO IV 66
INSPECCIÓN DE LA ECM 66
4.1. ECM 66
4.1.1. PIN data ECM 68
4.2. Pruebas en la ECM 72
CAPÍTULO V 76
SIMULACIÓN DE FALLAS 76
5.1. Procedimiento para la corrección de fallas 76
5.1.1. Paso 1 76
5.1.2. Paso 2 76
5.1.3. Paso 3 76
5.2. Análisis de datos en tiempo real 77
5.3. Fallas 77
CAPÍTULO VI 90
VALIDACIÓN DE DATOS 90
6.1. Validación del sensor TPS 90
6.2. Validación del sensor IAT 91
6.3. Validación del sensor ECT 92
6.4. Validación del sensor MAP 93
6.5. Validación del sensor CKP 93
CONCLUSIONES 95
RECOMENDACIONES 97
BIBLIOGRAFÍA 98
ANEXOS 1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de suministro 3
Figura 2: Sistema de aire 4
Figura 3: Sistema electrónico 4
Figura 4: Inyección según el lugar 5
Figura 5: Conector OBD II 8
Figura 6: Nomenclatura de códigos de falla 11
Figura 7: Sensores y actuadores 12
Figura 8: Conexión de cables 19
Figura 9: Conexión a batería y al sensor 19
Figura 10: Selección corriente directa 20
Figura 11: Visualización de voltaje 20
Figura 12: Selección de resistencia 21
Figura 13: Valor de resistencia 21
Figura 14: Encendido del Micsig 23
Figura 15: Conexión de osciloscopio 23
Figura 16: Ajuste de parámetros 24
Figura 17: Diagnóstico 24
Figura 18: Selección de la marca 25
Figura 19: Selección de modelo 25
Figura 20: Selección Powertrain 25
Figura 21: Selección de cilindraje 26
Figura 22: Verificación de DTC's 26
Figura 23: Análisis de datos 27
Figura 24: Ubicación del sensor TPS 28
Figura 25: Conector TPS 28
Figura 26: Comportamiento del sensor TPS 30
Figura 27: Oscilograma del sensor TPS 31
Figura 28: Ubicación del sensor 32
Figura 29: Conector MAP 32
Figura 30: Comportamiento del sensor MAP 34

Figura 31: Oscilograma del sensor MAP 34
Figura 32: Ubicación de la sonda Lambda 35
Figura 33: Conector sonda Lambda 35
Figura 34: Oscilograma de la sonda lambda 36
Figura 35: Ubicación del sensor CMP 37
Figura 36: Conector sensor CMP 37
Figura 37: Oscilograma del sensor CMP 39
Figura 38: Ubicación del sensor CKP 39
Figura 39: Conector del sensor CKP 40
Figura 40: Oscilograma del sensor CKP 41
Figura 41: Correlación de CKP y CMP 41
Figura 42: Ubicación del sensor KS 42
Figura 43: Conector del sensor KS 42
Figura 44: Oscilograma del sensor KS 43
Figura 45: Ubicación del sensor ECT 44
Figura 46: Conector del sensor ECT 44
Figura 47: Comportamiento del sensor ECT 46
Figura 48: Oscilograma del sensor ECT 46
Figura 49: Ubicación del sensor IAT 47
Figura 50: Conector del sensor IAT 47
Figura 51: Comportamiento del sensor IAT 48
Figura 52: Señal del ECT e IAT 49
Figura 53: Conector del inyector 50
Figura 54: Oscilograma de activación del inyector 51
Figura 55: Señal de tensión y corriente del inyector 1 52
Figura 56: Inyección secuencial 52
Figura 57: Señal CMP, CKP, Inyector 1 53
Figura 58: Ubicación de la bobina 53
Figura 59: Conector de la bobina 54
Figura 60: Oscilograma de activación de la bobina 55
Figura 61: CMP, CKP, Bobina 56
Figura 62: Inyector, bobina 56

Figura 63: CMP, CKP, inyector 1, bobina 57
Figura 64: Oscilograma transductor 57
Figura 65: Tensión y corriente de bobina 58
Figura 66: Oscilograma del voltaje de referencia 58
Figura 67: Ubicación de la bomba 59
Figura 68: Conector de la bomba 59
Figura 69: Ubicación de la IAC 60
Figura 70: Conector de la IAC 61
Figura 71: Oscilograma del control B de la IAC 62
Figura 72: Oscilograma del control A de la IAC 62
Figura 73: Ubicación de la EVAP 63
Figura 74: Conector de la válvula EVAP 63
Figura 75: Medición de resistencia 65
Figura 76: ECM 66
Figura 77: Conectores de la ECM 67
Figura 78: Mazo de cables conector 1 68
Figura 79: Conector 1 68
Figura 80: Mazo de claves del conector 2 70
Figura 81: Conector 2 70
Figura 82: Voltaje de batería 72
Figura 83: Voltaje de tierra 73
Figura 84: Voltaje de ignición 74
Figura 85: Voltaje de referencia (5V) 75
Figura 86: Datos sin fallas 77
Figura 87: DTC MAP 77
Figura 88: Datos del sensor MAP con fallo 78
Figura 89: Oscilograma del inyector con falla 78
Figura 90: DTC Inyector 80
Figura 91: Datos con fallo del inyector 80
Figura 92: Oscilograma del inyector con falla 81
Figura 93: DTC CMP 82
Figura 94: Datos con fallo del inyector 83

Figura 95: DTC del sensor ECT 84
Figura 96: Datos con falla del sensor ECT 85
Figura 97: DTC TPS 86
Figura 98: Datos con falla del TPS 87
Figura 99: Datos sensor TPS, Spark 90
Figura 100: Datos sensor IAT, Sail 91
Figura 101: Datos sensor ECT, Cruze 92
Figura 102: Datos sensor MAP, Rio 93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Motor F18D3 2
Tabla 2: Pines del conector del OBD-II 9
Tabla 3: Modos de prueba 10
Tabla 4: Medición de resistencias en el sensor TPS 29
Tabla 5: Medición de resistencias vs abertura 29
Tabla 6: Medición de voltaje vs apertura 29
Tabla 7: Medición de voltajes en KOER 30
Tabla 8: Medición de voltajes del sensor MAP 33
Tabla 9: Medición de voltaje y presión 33
Tabla 10: Medición de voltajes en la sonda Lambda 35
Tabla 11: Voltaje según la mezcla 36
Tabla 12: Medición de voltajes en el sensor CMP 38
Tabla 13: Medición de voltaje KOER 38
Tabla 14: Medición de voltajes en el sensor CKP 40
Tabla 15: Medición de voltaje y frecuencia CKP 40
Tabla 16: Medición de voltajes en el sensor KS 43
Tabla 17: Medición de resistencia en el sensor KS 43
Tabla 18: Medición de voltajes en el sensor ECT 45
Tabla 19: Voltajes y resistencias vs temperatura ECT 45
Tabla 20: Medición de voltajes en el sensor IAT 48
Tabla 21: Medición de voltajes en IAT en KOER y resistencias 48

Tabla 22: Medición de voltaje del inyector 50
Tabla 23: Resistencias de los inyectores 51
Tabla 24: Medición de voltajes en la bobina 54
Tabla 25: Resistencia de las bobinas 54
Tabla 26: Pines de la bomba de combustible 60
Tabla 27: Medición de voltajes en la válvula IAC 61
Tabla 28: Resistencias de las bobinas de la IAC 61
Tabla 29: Medición de voltajes de la válvula EVAP 64
Tabla 30: Temperaturas de activación 64
Tabla 31: PIN DATA conector 1 69
Tabla 32: PIN DATA conector 2 71
Tabla 33: Comparación de datos del TPS 90
Tabla 34: Comparación de datos del IAT 91
Tabla 35: Comparación de datos del ECT 92
Tabla 36: Comparación de datos del MAP 93
Tabla 37: Comparación de datos del CKP 93

RESUMEN

Con el propósito de crear la guía de diagnosis del Chevrolet Optra 1800 cc Advance como un recurso de formación o entrenamiento destinado a técnicos o estudiantes que busquen comprender el funcionamiento de la inyección electrónica, así como la función de la ECM y la solución de posibles códigos de falla, se ha desarrollado este manual.

Para la elaboración del manual, se recurre al uso de herramientas automotrices como el escáner, osciloscopio y multímetro, los cuales sirven para obtención de datos a diferentes revoluciones del motor. Para el correcto manejo de dichas herramientas, se elabora una guía en la cual explica cómo utilizar cada una de ellas, beneficiando así a aquellas personas que no se encuentran actualizadas en su uso.

Una serie de códigos de falla (DTC) fueron provocados, los cuales provocan un funcionamiento erróneo en el sistema de inyección. Para leer estos códigos es importante tener y saber manejar un escáner, el cual nos brinda la información del problema que está sucediendo, para así corregirlos y ser borrados.

Finalmente, se tabula los datos obtenidos del Chevrolet Optra 1800 cc, en comparación a otros modelos o fabricantes de automóviles livianos, con el fin de validar el manual de diagnóstico.

Palabras Claves: Sistema de inyección**,** sensores, actuadores, diagnóstico, OBD, ECM

ABSTRACT

To create the Chevrolet Optra 1800 cc Advance diagnostic guide as a training resource for technicians or students seeking to understand the operation of the electronic fuel injection, as well as the function of the ECM and troubleshooting possible fault codes, this manual has been developed.

For the development of the manual, automotive tools such as the scanner, oscilloscope and multimeter were used to obtain data at different engine revolutions. For the correct use of these tools, a guide was prepared which explains how to use each of them, thus benefiting those people who are not up to date in their use.

Several fault codes (DTCs) were triggered, which caused a malfunction in the injection system. To read these codes, it is important to have and know how to operate a scanner, which provides information about the problem that is occurring so that it can be corrected and erased.

Finally, the data obtained from the Chevrolet Optra 1800 cc was tabulated in comparison with other models or manufacturers of light cars, to validate the diagnostic manual.

Keywords: Injection system, sensors, actuators, diagnostics, OBD, ECM

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, cada vez son menos los vehículos que poseen una alimentación de combustible a través del carburador debido al avance en la electrónica. Este avance ha provocado la aparición de inyección electrónica, la cual proporciona múltiples beneficios en relación con el consumo de combustible, menor impacto de emisiones al medio ambiente y un aumento en la potencia del motor. Sin embargo, este avance tecnológico también plantea desafíos significativos en el proceso de diagnóstico, teniendo que recurrir a herramientas automotrices especializadas en el proceso de diagnóstico.

En el capítulo I, se aborda la metodología y los instrumentos empleados en el desarrollo del proyecto. A través de este proceso se logra alcanzar los objetivos establecidos inicialmente.

En el capítulo II, se realiza la inspección de los sensores del vehículo Chevrolet Optra 1800 cc, en donde se adquiere los oscilogramas y datos de diferentes parámetros de los sensores para ser tabulados y así entender el comportamiento de estos.

En el capítulo III, se realiza inspección de los actuadores del vehículo Chevrolet Optra 1800 cc y de igual manera se adquirió los parámetros de los actuadores, así como sus oscilogramas.

En el capítulo IV, se lleva a cabo la inspección de la computadora DEPHI HV-240, con el fin de realizar el pin data, además de verificar los voltajes como el de alimentación, tierra, entre otros.

En el capítulo V, se provocan fallas que afectan tanto a sensores como a los actuadores, provocando así, que el sistema de inyección no funcione correctamente. Además, se detalló como verificar y realizar pruebas en un circuito con el fin de solucionar la falla.

Por último, en el capítulo VI, se realiza una comparación de los resultados obtenidos de ciertos sensores en base a datos de otros vehículos, validando así la información obtenida.

PROBLEMA

La tecnología en la industria automotriz ha experimentado un incremento significativo en la electrónica, con el propósito de adaptarse y ofrecer asistencia a todos los sistemas que posee un vehículo para que se ponga en marcha (Guacha & Erik, 2014).

En las últimas dos décadas, este avance tecnológico ha transformado significativamente la forma en que operan los vehículos, especialmente con la transición de motores a carburador a sistema de inyección electrónica, permitiendo múltiples beneficios en la reducción de consumo de combustible, menor contaminación ambiental, mayor potencia, entre otros (Carlos & Fredy, 2021).

Estos avances tecnológicos plantean un desafío significativo para los profesionales de la ingeniería automotriz, quienes deben emplear una variedad de herramientas y dispositivos especializados, como multímetros, escáneres, osciloscopios y analizadores de gases, entre otros, con el fin de llevar a cabo un análisis en tiempo real para la obtención de datos y así poder realizar un diagnóstico en el sistema de inyección.

En la actualidad, en Ecuador, existen libros que explican los componentes electrónicos y su funcionamiento. Dichos libros son caracterizados por mucha densidad de información, provocando que los técnicos o ingenieros automotrices pasen por alto dicha información debido a su excesiva extensión, además de no describir el comportamiento de todos los sensores y actuadores a diferentes regímenes del motor. En el mercado ecuatoriano no existe un manual de diagnóstico centrado en el sistema de inyección del Chevrolet Optra 1800 cc, es por esto la elaboración del manual el cual será realizado en los espacios del taller de la carrera.

Otra problemática en el mercado ecuatoriano es que, aunque ofrecen manuales de diagnóstico para vehículos, existe un problema en su accesibilidad. Estos manuales, en ocasiones, son costosos y requieren un desembolso económico considerable para su adquisición. Además, en algunas ocasiones la obtención de estos manuales se encuentra

influenciada por la necesidad de completar cursos especializados para obtenerlos, lo que significa un gasto adicional para los profesionales de la ingeniería automotriz. Estas barreras económicas pueden dificultar la disposición de los manuales de diagnóstico, provocando un aumento en el tiempo requerido para la identificación de fallas y en la eficiencia y agilidad en el proceso de solucionar problemas en los sistemas de inyección electrónica de vehículos, como el Chevrolet Optra 1800 cc (Revelo, 2022).

Los problemas más significativos que se dan por el mal funcionamiento de sistema de inyección son: el encendido del Check Engine, una mala relación aire-combustible afectando la eficiencia y emisiones del motor, temperaturas altas o bajas en la cámara de combustión debido a mezclas pobres o ricas, pérdida de potencia por fallas de inyectores, filtros de combustible obstruidos o fallas de la bomba de combustible, ralentí inestable provocado por el mal funcionamiento del cuerpo de aceleración, consumo excesivo de combustible al poseer mezclas pobres, dificultades en el arranque provocados por bujías o bobinas en mal estado, entre otros. Todos estos fallos requieren de conocimiento técnico y un diagnóstico preciso para solucionarlos.

Otras de las dificultades al no poseer un manual de diagnóstico del sistema de inyección, están vinculadas a la mala interpretación de voltajes y en el análisis de los oscilogramas anómalas arrojados por sensores y actuadores, provocando así un mantenimiento deficiente en la inyección electrónica y por ende un mal funcionamiento del vehículo.

Todas estas dificultades dan importancia a la creación del manual, que será útil para elevar la competencia técnica del personal, actualizarse en el uso de las herramientas, que es muy importante en estos tiempos debido al gran avance tecnológico, reducir los tiempos de diagnóstico, reducir pérdidas económicas, tener un gran impacto en la relevancia social con el ahorro del combustible y en la reducción de la contaminación ambiental.

Chevrolet en enero y febrero del año 2022, vendió 3047 vehículos livianos, mientras que en dichos meses del año 2023 vendieron 2116 vehículos livianos. Estos datos muestran que

Chevrolet sigue siendo una de las marcas preferenciales por los usuarios, la cual se encuentra en la segunda posición de ventas en Ecuador en este tipo de vehículos livianos (AEADE, 2022).

Al ser una de las marcas de vehículos más comercializados en el país, Chevrolet ha desarrollado y producido vehículos modernos que cuenta con sistema de inyección electrónica, dando un mayor rendimiento al motor en diferentes regímenes (Rosero, 2014).

El presente trabajo de titulación servirá como apoyo y beneficiará a la comunidad automotriz ecuatoriana, quienes la mayor parte de los técnicos carecen de conocimiento en el empleo de las herramientas de diagnóstico como el osciloscopio, escáner y multímetro debido a que basan su conocimiento y toma decisiones en base a la experiencia y la observación, en lugar de principios teóricos, conllevando a no resolver o resolver de forma errónea los códigos de falla.

El manual propuesto no solo será una herramienta de diagnóstico para los técnicos automotrices, sino también una herramienta educativa para los estudiantes cuando tengan que realizar actividades relacionadas al tema, adquiriendo así los conocimientos previos para posteriormente ponerlos en práctica.

Delimitación del problema.

La delimitación espacial se concentra en el contexto ecuatoriano, donde se ha identificado una carencia notable de manuales de diagnóstico accesibles y centrados en el sistema de inyección de combustible, en particular del modelo Chevrolet Optra 1800 cc en la versión ADVANCE. Esta carencia se manifiesta no solo en la ausencia de documentación de diagnosis específica para el modelo, sino también en la falta de contenido que aborde de manera efectiva y didáctica el comportamiento y oscilogramas de los sensores y actuadores.

Para el desarrollo del manual, se ocupa los espacios del taller de la carrera. La creación del manual servirá como una herramienta práctica para los técnicos automotrices, además de

posicionarse como un recurso educativo valioso para los estudiantes que deseen adquirir conocimientos sólidos en el diagnóstico de sistemas de inyección electrónica.

Objetivo General.

Desarrollar un manual de diagnóstico, entrenamiento y solución de fallas del sistema de inyección electrónica empleando instrumentación automotriz en un vehículo marca Chevrolet Optra 1800 cc, mejorando la eficiencia y precisión en el diagnóstico del vehículo.

Objetivos Específicos.

- Investigar las especificaciones técnicas y electrónicas del vehículo, así como el funcionamiento del sistema de diagnóstico a bordo (OBD).
- Crear una guía de entrenamiento paso a paso, el cual explique cómo utilizar las herramientas automotrices, como el escáner, osciloscopio y multímetro.
- Obtener los valores de voltajes, resistencias y señales de todos los sensores y actuadores que intervienen en el sistema de inyección y los cuales están sometidos a fallos provocados, con la ayuda de las herramientas automotrices.
- Tabular y analizar los resultados arrojados por los sensores y actuadores para la determinación y solución de las fallas, haciendo uso de un programa informático.
- Validar los resultados obtenidos con manuales del sistema de inyección de otros fabricantes o fuentes especializadas en el diagnóstico, para garantizar la confiabilidad de la información proporcionada en el manual.

MARCO TEÓRICO

1.1. Fundamentación Teórica

1.1.1. Información general

El Optra es un sedán urbano disponible en dos variantes: 4 puertas y 5 puertas, con transmisión manual o automática. La última generación se lanzó en 2006 y se reemplazó en 2010 (Nava, 2014).

Este automóvil se encuentra disponible en diversas regiones del mundo bajo diferentes nombres. Por ejemplo, en países como Canadá, Islas Filipinas y algunos países de América Latina, se comercializa con el nombre de Chevrolet Optra. Sin embargo, en naciones como Rusia y el Reino Unido, se conoce como Chevrolet Nubira. En Estados Unidos, se le llama Suzuki Forenza, y en su versión hatchback se denomina Suzuki Reno. En China, el mismo modelo se comercializa como Buick Excelle HRV en su variante hatchback. Finalmente, en Australia y Nueva Zelanda, se le conoce como Holden Viva (Dillon Guevara & Santos Correa, 2013).

En esta versión 2013, el vehículo tiene un motor F18D3, el cual tiene un funcionamiento similar a su antecesor el T18SED, difiriendo en algunas piezas y componentes del motor como, por ejemplo: la transmisión de sincronización, los rodillos, la correa, el filtro de aceite, la bomba y el sistema de ignición que cuenta con un solo módulo de encendido.

1.1.2. Especificaciones técnicas Motor CHEVROLET OPTRA 1800 cc

Muchas filiales de General Motors (GM), incluida Daewoo Motors, utilizaron este diseño. Este motor fue fabricado por Daewoo Motors, conocida simplemente como GM Korea, en Bupyeong (Corea del Sur), donde finalmente se estableció el motor Optra con las siguientes especificaciones:

Tabla 1: Motor F18D3

APLICACIONES	ESPECIFICACIONES	
	MÉTRICO	**INGLÉS**
Información General		
Índice de compresión	9.5-9.9:1	
Cilindrada	1.796 cm^3	97.5 in^3
Tipo de motor	F18D	
Secuencia de encendido	1-3-4-2	
RPO	LDA	
Sistema de inyección	MPFI	
Número de cilindros	4	
Tipo de inyección	Secuencial	
Sistema de encendido	DIS	

Especificaciones técnicas del motor del Chevrolet Optra 1800 cc. Fuente: Autores

1.2. Sistema de inyección electrónica (EFI)

Se emplea en la mayoría de los autos modernos. Ha sustituido el carburador convencional y brinda múltiples beneficios. EFI regula el suministro de combustible al motor, mejorando así la eficiencia y reduciendo las emisiones. Además, mejora el rendimiento del motor, suaviza la aceleración y facilita los arranques en frío. El sistema incluye componentes como inyectores de combustible, sensores, ECM y una bomba de combustible. Estos componentes se coordinan para asegurar la cantidad y el momento adecuados de combustible para el motor (Sandovalin, Correa, Guasumba, & Calero, 2022).

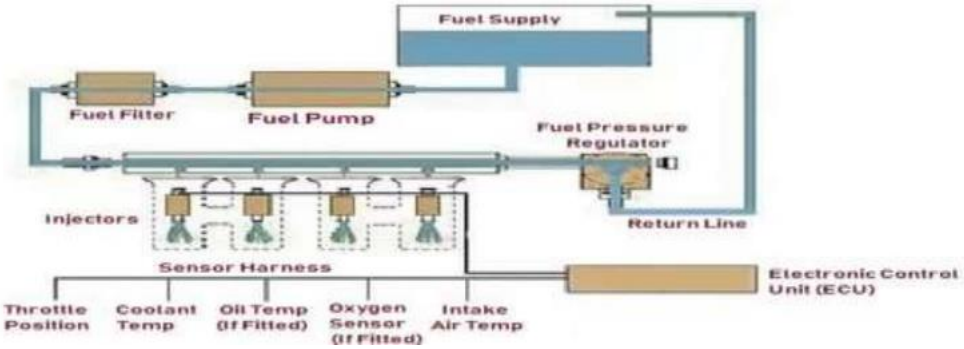
1.2.1. Funcionamiento

Suministro de combustible

Está compuesto por la bomba, filtro, el depósito, los conductos, el tubo de retorno, el inyector y el regulador de presión. El aire inducido se mide con precisión con un caudalímetro de aire y, a continuación, el combustible se inyecta en el colector en proporción al aire introducido (Padmalingesh, Narun, & Annamalai, 2021).

Con el objetivo de llevar el combustible desde el depósito hasta el inyector, se utiliza la bomba de combustible. El filtro como su propio nombre lo indica se encarga de filtrar los contaminantes y si no se suministra combustible al colector de admisión, este se devuelve al depósito por medio de los conductos o cañerías de retorno.

Figura 1: Sistema de suministro



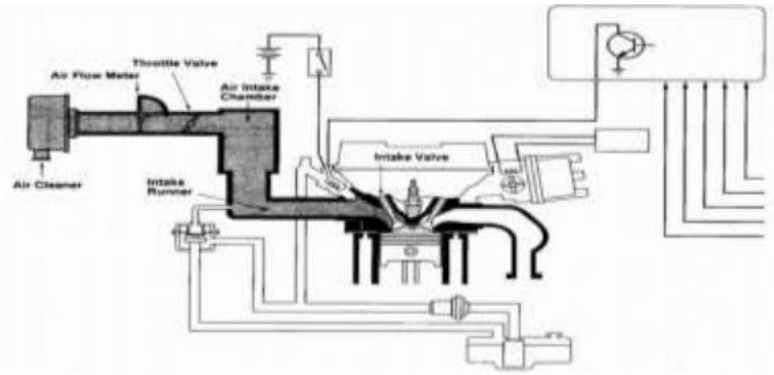
Componentes del suministro de combustible. Fuente: (Padmalingesh, Narun, & Annamalai, 2021)

Conducción de aire

Cuando la mezcla entra en una cámara de combustión, existe un sistema de inducción de aire para controlar y mantener la mezcla equilibrada. Este proceso es importante para determinar el rendimiento de un motor, ya que mejora el kilometraje de la gasolina, aumentando la potencia, facilitando el arranque y reduciendo las emisiones.

Cuando se apertura la válvula de la mariposa, el aire en primer lugar debe pasar por el filtro de aire, el medidor de flujo de aire, la válvula de mariposa, y a la admisión a través de su colector. El aire suministrado a los cilindros varía en función de los regímenes del motor. A mayor abertura de la mariposa, entra más aire en los cilindros (Padmalingesh, Narun, & Annamalai, 2021).

Figura 2: Sistema de aire



Componentes en el proceso de aire. Fuente: (Padmalingesh, Narun, & Annamalai, 2021)

Control electrónico

La función que corresponde al módulo de control del motor (ECM) es controlar la inyección de combustible y la sincronización de la chispa en el encendido del combustible en los motores de gasolina. Estos motores usan un sensor el cual determina la posición de los cilindros, lo que permite que los inyectores y el sistema de encendido se activen en el momento preciso.

Figura 3: Sistema electrónico

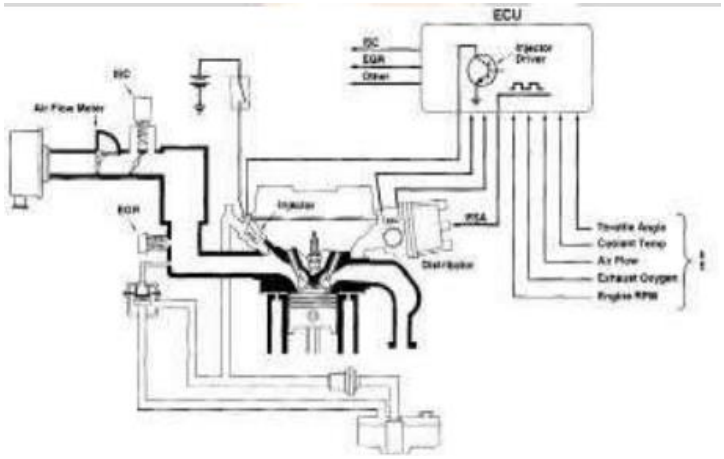


Diagrama de los componentes que intervienen en el control electrónico. Fuente: (Padmalingesh, Narun, & Annamalai, 2021)

Un conjunto de sensores, la ECM, inyectores de combustible y el cableado relacionado conforman el sistema de control electrónico.

La ECM recibe continuamente datos de los sensores sobre la velocidad, la posición de la aleta, el volumen, presión, temperatura, entre otros. A continuación, La ECM supervisa un gran número de datos de los sensores de para proporcionar la dosis correcta de combustible según el funcionamiento del motor y además determina el tiempo de duración de la inyección (Padmalingesh, Narun, & Annamalai, 2021).

1.3.Clasificación del sistema EFI

1.3.1. Por su lugar de inyección

Figura 4: Inyección según el lugar

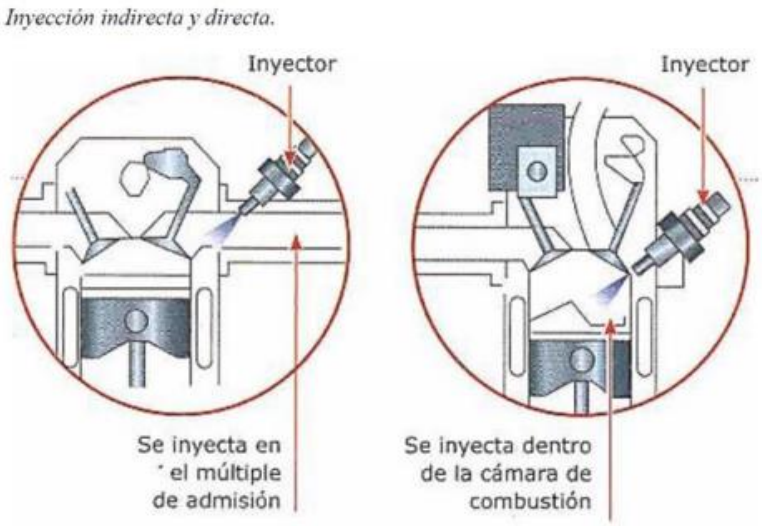


Diagrama de la inyección indirecta e inyección directa de combustible. Fuente: (Sandovalin, Correa, Guasumba, & Calero, 2022)

Inyección Indirecta

- Port Fuel Injection (PFI): La inyección se realiza en el múltiple de ingreso de aire. Por lo general, este tipo de inyección se da en vehículos que usen como combustible la gasolina y facilita un control preciso de la mezcla aire-combustible.

- Throttle Body Injection (TBI): Inyecta el combustible en un solo punto antes del colector de admisión. Aunque es menos preciso que el PFI, ha sido utilizado en algunos motores más antiguos.

Inyección Directa

- Inyección de Gasolina Directa (GDI): En este sistema, la inyección se produce dentro de la cámara de combustión, mejorando la eficiencia al permitir un control más preciso de la mezcla que una inyección indirecta. Se utiliza comúnmente en motores de gasolina modernos o de alta potencia.
- Common Rail Direct Injection (CRDI): Esencial en motores diésel modernos, este sistema utiliza un riel común para suministrar combustible a presiones extremadamente altas, asegurando una mejor atomización y combustión.

1.3.2. Por su lugar de inyección

Monopunto

Este sistema es caracterizado por tener solamente un inyector, ubicado en el múltiple de admisión. La inyección se da en todos los cilindros a la vez.

Multipunto

Este sistema requiere de un inyector por cada cilindro que posee el motor, el cual se encuentra ubicado en el múltiple de admisión. También existe la inyección multipunto directa, en la cual la inyección se da dentro de la cámara de combustión (Mora Quijano, Altamirano Bustos, Guasumba Maila, & Cabascango Camuendo, 2022).

1.3.3. Número de inyecciones

Inyección continua

En este sistema de inyección, los inyectores siempre se encuentran inyectando combustible sin dar importancia al proceso en el que se encuentra el motor (admisión, compresión, explosión, escape). Cuando el motor se encuentra en marcha, el inyector siempre se

encuentra abierto. Este sistema es caracterizado por ser utilizados en sistemas mecánicos o electromecánicos**.**

Inyección discontinua o intermitente

Dependiendo de las necesidades del motor, los inyectores abren o cierran el paso del combustible. El caudal de combustible a inyectar se realiza a través de la señal que recibe la ECM, variando el tiempo de inyección (Montero Mejia & Paguay Guamán, 2021). Este sistema se clasifica en:

- **Simultánea:** Todos los inyectores inyectan el combustible a la vez.
- **Semisecuencial:** La inyección de combustible se da por cada par de inyectores cuando coinciden en la carrera del pistón. Los inyectores que inyectarán a la vez son el 1 con el 4 y el 2 con el 3.
- **Secuencial:** Los inyectores inyectan el combustible de forma individual. En un motor con orden de encendido 1-3-4-2, la inyección se realizará en orden 1, 4, 2 y 3.

1.4. Diagnóstico OBD

Es un sistema de autodiagnóstico que se utiliza en los vehículos modernos para detectar y reportar problemas en el motor y otros sistemas del vehículo. El OBD se ha desarrollado a lo largo de los años y ha adoptado varias formas, incluyendo OBD-I y OBD-II.

1.4.1. Diagnóstico OBD-I

Fue desarrollado en los años 70 y 80 para ser de uso obligatorio en los Estados Unidos concretamente en el estado de California debido a las normas estrictas de emisiones que se manejan en ese lugar y así poder reducir los gases contaminantes. Su funcionamiento no era muy eficiente debido a que no podía monitorear el rendimiento de los sensores ni poder identificar una avería de estos de manera rápida. Para identificar el código de falla, solían recurrir a destellos de luces y en función del número de destellos se registraba el código de falla. Este sistema es considerado la base del diagnóstico de los vehículos modernos que existen hoy en día.

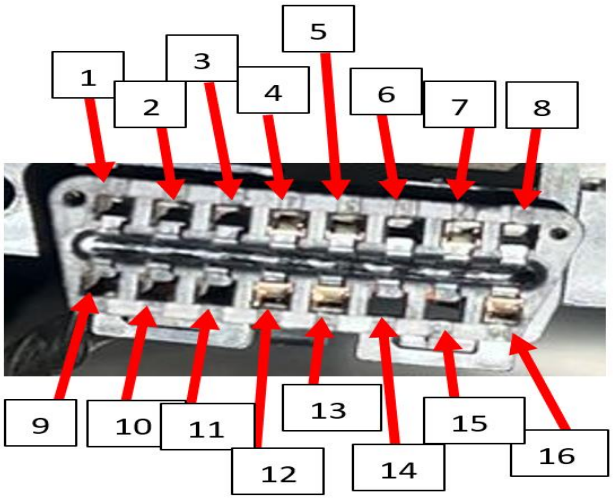
Las desventajas de este sistema fue que cada fabricante diseñaba su conector según su criterio y el lugar de su instalación en el vehículo. Otra de las desventajas fue los códigos de diagnóstico, cada fabricante tenía los suyos para poder guardar en secreto la información (García Montero, 2013).

1.4.2. Diagnóstico OBD-II

Conocido como la segunda generación del sistema de diagnóstico, surgió en el año 1996 en los Estados Unidos donde todos los vehículos fabricados en dicho país y los importados de igual manera, deben tener instalados dicho sistema de diagnóstico. La importancia del sistema fue preservar el medioambiente a través de un control de emisiones vehiculares. Este sistema detecta fallas o áreas culpables solamente en el motor, sino también, en varios sistemas como en la transmisión, aire acondicionado, depósitos de escape de la gasolina (EVAP), sistema catalítico, en la recirculación de gases EGR, entre otros. En resumen, es un sistema desarrollado para controlar las emisiones y diseñado para realizar un diagnóstico el cual ayude a un mecánico en el momento de la reparación (García Montero, 2013).

Conector del OBD-II y protocolos

Figura 5: Conector OBD II



Enumeración de los 16 terminales que posee el conector OBD II. Fuente: Autores

Para establecer la comunicación entre la ECM y el equipo de diagnóstico, se realiza a través de protocolos de comunicación.

Tabla 2: Pines del conector del OBD-II

PIN	DESCRIPCIÓN
2	Negativo del vehículo
4	Negativo de señal
6	Protocolo CAN High (J2284)
7	Protocolo ISO 9141-2 Línea K
10	Protocolo J1850 (Bus -)
14	Protocolo CAN Low (J2284)
15	Protocolo ISO 9141-2 Línea L
16	Positivo de la batería

Descripción del conector OBD-II. Fuente: (Blasco, 2014)

Modos de medición

Tabla 3: Modos de prueba

MODOS	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
1	Identificación de los parámetros (PID)	Datos en tiempo real del vehículo
2	Datos congelados	Extracción de los datos exactos en el momento de la falla
3	Extracción de los DTC's (Data Trouble Codes)	Extracción de los DTC's
4	Borrar los DTC's	Eliminación de los DTC's y el cuadro de datos.
5	Devolución de pruebas	Los resultados son devueltos al sensor de oxígeno, evaluando el funcionamiento y eficiencia del catalizador
6	Obtención de pruebas	Permite obtener el resultado de las pruebas realizadas a bordo
7	Acceso a la memoria de la ECM	Revisar los DTC's pendientes
8	Prueba de actuadores	Permite realizar pruebas de los actuadores desde el escáner

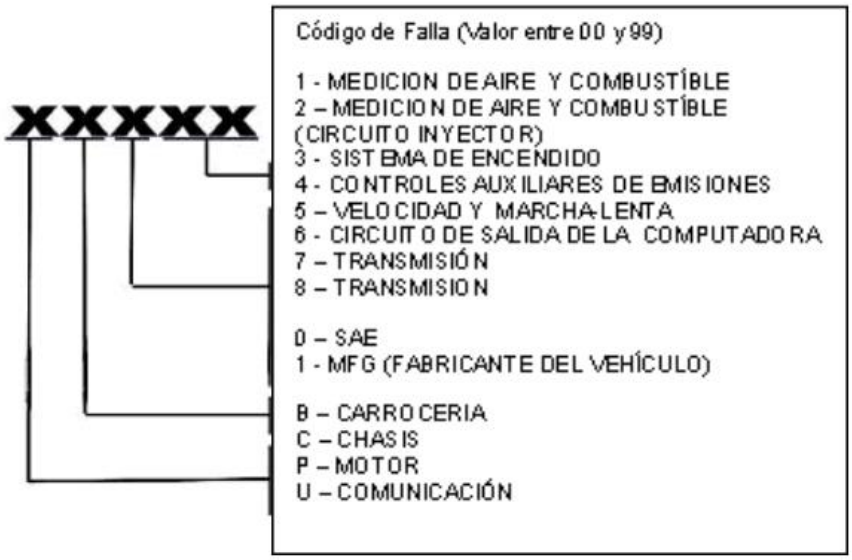
Fuente: Autores

En la tabla 3, se visualiza los diferentes modos de prueba o medición de diagnóstico OBD II, detallando cada uno de los modos.

Código de fallas

Todos los fabricantes poseen un formato de codificación común el cual es el siguiente:

Figura 6: Nomenclatura de códigos de falla



Fuente: (Blasco, 2014)

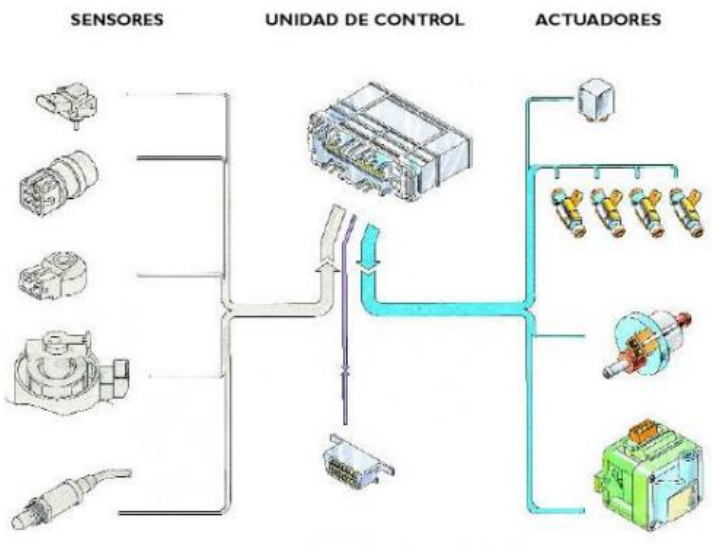
Mediante la figura se visualiza que el código contiene 5 caracteres alfanuméricos. Este código de falla varía en función del sistema averiado.

Interpretación de códigos de avería

La interpretación de los códigos de avería y las lecturas de datos son esenciales para realizar un diagnóstico preciso. Los códigos de avería (DTC), son mensajes de error que se generan cuando hay algún problema en un sistema del vehículo, accionando la luz de Check Engine. Estos códigos se almacenan en la memoria del vehículo y se pueden leer con un escáner de diagnóstico. La interpretación de estos códigos puede ayudar a identificar el problema en el vehículo (DRC, ESCÁNER AUTOMOTRIZ, 2015).

1.5. Sensores principales del Optra 1800 cc

Figura 7: Sensores y actuadores



ECM, actuadores y sensores. Fuente: (Granell , 2023)

- **Presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)**

  Pueden existir digitales o análogos y estos se pueden diferenciar a través de la señal, en donde los tipos análogos se mide el voltaje y en un digital se mide la frecuencia. Este sensor mide la cantidad de vacío (fuerza de succión) que existe en el motor. Si la presión aumenta, el voltaje tiende a aumentar (Martínez Coral & Robles Morillo, 2010).

- **Sensor de posición del acelerador (TPS)**

  Proporciona información sobre la posición que adopta la aleta del cuerpo de aceleración mientras accionamos el pedal del acelerador. Según posición la ECM toma decisiones en cuanto a la cantidad a inyectar de combustible, el estado en ralentí, entre otros. Se encuentra ubicado a un costado del cuerpo de aceleración y es un sensor tipo potenciómetro el cual varía su resistencia, es decir la resistencia varía según la apertura de la aleta (Martínez Coral & Robles Morillo, 2010).

- **Sensor de posición del árbol de levas (CMP)**

Este sensor es de mucha importancia en un vehículo junto al sensor CKP, ya que, con la ayuda de este, saben la posición en la que se encuentra las válvulas y el pistón del primer cilindro, lo cual es de mucha importancia para poder sincronizar la ignición y la activación de los inyectores. Existen tipo inductivo (imán junto a una bobina) el cual genera su propio voltaje, es decir, no recibe alimentación ni tierra de la ECM, para esto el sensor debe estar ubicado cerca de la rueda fónica. Los tipos Hall, reciben un voltaje de alimentación por lo general de 12V, señal y tierra de la ECM.

- **Sensor de posición del cigüeñal (CKP)**

  Adquiere mucha importancia en un vehículo, ya que es primordial en el sistema de encendido. Este sensor informa a la ECM la posición en la que se encuentra el pistón en el cilindro, para poder sincronizar la ignición. Existen tipo inductivo (imán junto a una bobina) el cual genera su propio voltaje es decir no recibe alimentación ni tierra de la ECM, para esto el sensor debe estar ubicado cerca de la rueda fónica o dentada. Los tipos Hall, reciben un voltaje de alimentación por lo general de 12V, señal y tierra de la ECM (Martínez Coral & Robles Morillo, 2010).

- **Sonda lambda**

  El voltaje de señal de este sensor no supera el 1 voltio. Para que funcione, es necesario una temperatura mayor a los 300 °C. Una vez que alcanza esta temperatura, evalúa mezclas ricas y pobres. Una mezcla se considera pobre cuando el valor de lambda es mayor que 1. Una mezcla se clasifica como rica cuando el valor de lambda es inferior a 1, y una mezcla estequiométrica es cuando lambda es igual a 1. Las combustiones lentas se dan en mezclas pobres, provocando el calentamiento del motor y pérdida de potencia. En las mezclas ricas se dan combustiones rápidas y muy potentes, ocasionando lo que se conoce como detonaciones dentro del cilindro.

- **Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)**

  Existen tipo NTC (Negative Temperature Sensor) o PTC (Positive Temperature Sensor). Los NTC son caracterizados porque la resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura y los PTC se destacan por mostrar un aumento en la resistencia conforme la temperatura se eleva. Miden la temperatura del refrigerante,

la cual usa la computadora para suministrar la cantidad adecuada de combustible necesaria para la mezcla, así como regular el aire necesario en ralentí, entre otras funciones. Por lo general se encuentra situado cerca del termostato.

- **Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)**
  Evalúa la temperatura del aire de ingreso en el múltiple de admisión. Existen del tipo NTC o PTC.
- **Sensor de golpeteo (KS)**
  La función de este sensor piezo-eléctrico es detectar las detonaciones que se dan en la cámara de combustión y con ello poder reducir las vibraciones producidas en el motor.

1.6. Actuadores principales del Optra 1800 cc

- **Inyector**
  Son válvulas o electroválvulas que se encuentran cerradas, con la función de inyectar el combustible a la mezcla cuando estas se abren, dicha apertura la controla la ECM por medio de los pulsos negativos o de masa.
- **Bobina**
  Es un transformador el cual eleva los 12 voltios de la batería a tensiones muy elevadas de hasta 75000 voltios. Su función principal es generar tensiones elevadas para provocar la chispa. Existen bobinas tipo DIS (Direct Ignition Systema), también conocidas como bobinas de chispa perdida y las cuales carecen de distribuidor. Las bobinas COP (Coil On Plug) son caracterizadas por tener una bobina por cada cilindro.
- **Bomba de combustible**
  La función principal de este componente es dirigir el flujo de combustible desde el depósito hacia los inyectores. La bomba puede ser accionada de forma mecánica o eléctrica. Las bombas mecánicas son menos eficientes que las eléctricas.

- **Válvula EVAP (Sistema de control de evaporación)**
  Es una válvula check (un solo sentido) que tiene la función es llevar los gases de hidrocarburos del depósito de combustible hacia el colector de admisión para posteriormente ser insertados en la cámara de combustión y ser quemados. En dicho proceso, interviene el canister (depósito de carbón), el cual se encarga de almacenar o filtrar dichos gases.
- **Válvula IAC (Control de marcha mínima)**
  Permite la cantidad de aire requerido para que el motor permanezca en ralentí. La importancia de esta válvula es que proporciona el resto de aire, debido a que el aire que ingresa en el cuerpo de aceleración y pasa por la aleta es poca.

1.7. Herramientas de Diagnóstico

1.7.1. Equipos necesarios para realizar un diagnóstico

La realización de un diagnóstico preciso en un automóvil Optra 1800 cc, requiere el uso de herramientas de diagnóstico específicas. Algunas de las herramientas necesarias son:

- Escáner: Para simplificar el proceso de diagnóstico en diversos motores, se hace uso de un escáner, el cual tiene la capacidad de llevar a cabo pruebas tanto en los sensores y actuadores en tiempo real, como a los circuitos electrónicos del vehículo, además de tener la opción de eliminar los códigos de avería (DTC's), todo esto a través de la comunicación con la computadora (ECU). Esta herramienta destaca por su versatilidad, presentando por medio de una interfaz el rendimiento del motor a través de los valores registrados mediante los diferentes PID's (identificadores de parámetros), facilitando la identificación rápida de problemas específicos (Palacios & Pesántez, 2016).
- Multímetro: Es un dispositivo electrónico versátil que permite medir voltajes, resistencias, corriente y continuidad de los elementos. En el diagnóstico automotriz, se utiliza para realizar pruebas básicas en los componentes eléctricos del vehículo. Puede verificar la continuidad de los cables, medir la resistencia y voltajes de los sensores y actuadores y evaluar la corriente en diversos circuitos (Díaz, 2022).

- Osciloscopio: Es un aparato de representación visual que exhibe gráficamente señales eléctricas que varían en el tiempo. Actúa como un dispositivo de diagnóstico capaz de medir y mostrar fenómenos transitorios, así como de indicar formas de onda procedentes de los sensores y actuadores por medio de los canales de entrada del osciloscopio. Su utilidad radica en la verificación rápida del funcionamiento de diversos elementos, tales como sensores, actuadores y la corriente de encendido de la bobina, entre otros (Torres, 2011).

1.8. Manual de Diagnostico

Un manual de diagnóstico para un vehículo es una guía que proporciona información detallada sobre los procedimientos de diagnóstico y reparación para el vehículo. Estos manuales están diseñados para ayudar a los técnicos de servicio a identificar y solucionar problemas en el vehículo.

Los manuales de diagnóstico pueden incluir información sobre los vehículos, como el motor, la transmisión, el sistema de combustible, entre otros. También pueden proporcionar información sobre los códigos de avería y las lecturas de datos en vivo del vehículo.

Al utilizar un manual de diagnóstico, los técnicos de servicio pueden identificar y solucionar problemas en el vehículo de manera más eficiente y precisa, ayudando a reducir el tiempo de inactividad del vehículo y garantizar que el vehículo esté funcionando correctamente.

CAPÍTULO I
METODOLOGÍA

Este capítulo constituye la columna vertebral del enfoque práctico y analítico empleado en la creación del manual. Se abordan detalladamente los métodos y procedimientos que guiaron la recopilación de información y el desarrollo del manual, con énfasis en tres enfoques principales: el método de recopilación de información, el método inductivo-deductivo y el método sintético.

1.1. Métodos empleados

Los métodos aplicados son:

- **Recopilación de Información:** Se lleva un enfoque centrado en asegurar la comprensión y beneficio de los interesados. El proceso de diagnosis y análisis se estructura en varios pasos cruciales. En el primer proceso, se lleva a cabo la recolección de información, abarcando información tanto técnicas como electrónicas. Esto implica la consulta de manuales y fuentes confiables para entender cómo funciona la inyección electrónica. Este paso es esencial para establecer una base sólida de información antes de proceder con el análisis detallado.
- **Método Inductivo – Deductivo:** Fundamental para comprender y analizar de manera exhaustiva los resultados obtenidos durante la adquisición de datos de sensores y actuadores en diferentes pruebas de posición de llave, como es llave en contacto sin poner el motor en marcha (KOEO) y posición de llave en contacto con motor en marcha (KOER), permitiendo entender el comportamiento y características de dichos componentes. El proceso, se enfoca en la ubicación de los componentes claves, esto incluye la identificación precisa de la ubicación de sensores, actuadores y la ECU dentro del vehículo. Comprender dónde se encuentran estos elementos es fundamental para llevar a cabo mediciones precisas y realizar ajustes o reparaciones según sea necesario.
- **Método sintético:** Evalúa la conexión de hechos supuestamente independientes, formulando así una teoría que integra diversos elementos. Con esto se pretende

establecer una relación entre sensores y actuadores. Este proceso involucra la realización de mediciones en diferentes rangos de operación del motor, desde situaciones de ralentí hasta revoluciones por minutos más elevadas (1000, 2000,3000,4000 RPM). Mediante el uso del escáner se obtendrán datos precisos, el empleo del osciloscopio permitirá registrar los oscilogramas de los componentes electrónicos, y el uso del multímetro implicará la medición de voltajes en distintos momentos del funcionamiento del motor son cruciales. Estas mediciones proporcionan una visión completa del rendimiento del sistema en diversas condiciones operativas.

Finalmente, al desarrollar la validación de los datos recopilados. Esto implica el uso de herramientas como Excel para organizar y analizar los datos, la tabulación de información y la creación de oscilogramas para una representación visual clara. Además, se procede a una comparación de los valores o datos adquiridos, con información proveniente de otras fuentes o manuales, asegurando la coherencia y precisión de los datos recabados.

1.2. Equipos y materiales

Multímetro

Pasos para realizar la medición de voltajes en un sensor:

1. Colocar los cables en los conectores correctos del multímetro.

Figura 8: Conexión de cables

Fuente: Autores

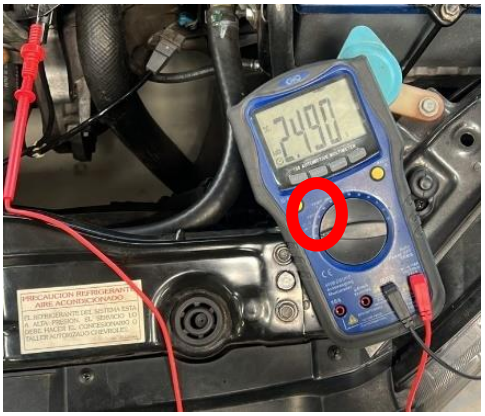
2. Cable negro conectado al puerto COM del multímetro y al negativo de batería y el otro cable restante, a cualquier terminal del sensor, para determinar si es voltaje de alimentación, señal o tierra.

Figura 9: Conexión a batería y al sensor

Fuente: Autores

3. Seleccionar la opción de voltaje (DC) y poner el Switch en ON.

Figura 10: Selección corriente directa



Fuente: Autores

4. Leer el valor de tensión marcado por el multímetro.

Figura 11: Visualización de voltaje

Fuente: Autores

Pasos para medir resistencias

1. Para medir una resistencia el circuito debe estar desconectado o sin energizar.
2. Seleccionar la opción de resistencia en el multímetro.

Figura 12: Selección de resistencia

Fuente: Autores

3. En este caso, se mide la resistencia de un inyector, para ello se coloca los cables del multímetro en los contactos del inyector.
4. Leer el valor de la resistencia.

Figura 13: Valor de resistencia

Fuente: Autores

Pasos para medir la frecuencia de un sensor

1. Conectar los cables del multímetro en su posición correcta en el multímetro.

Fuente: Autores

2. Conectar el cable negro en el puerto COM del multímetro y en la batería. El cable rojo a la señal.

Fuente: Autores

3. Encender el motor y observar el valor de la frecuencia en el sensor CKP.

Fuente: Autores

Osciloscopio

Pasos para el uso del osciloscopio

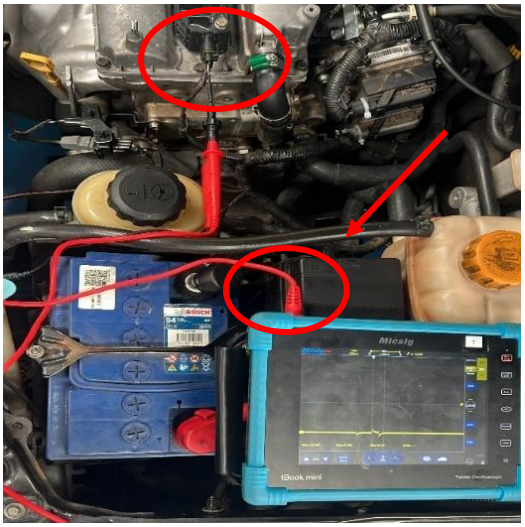
1. Encender el osciloscopio

Figura 14: Encendido del Micsig

Fuente: Autores

2. Conectar la sonda la cual posee un cable color rojo a un canal del osciloscopio y al sensor en el pin de señal y el lagarto al negativo de la batería.

Figura 15: Conexión de osciloscopio



Fuente: Autores

3. Ajustar la escala de voltaje o amplitud y el tiempo. Después ajustar el level o trigger para estabilizar la imagen y poder visualizarla de forma clara.

Figura 16: Ajuste de parámetros

Fuente: Autores

Escáner

Pasos para utilizar el Scanner Automotriz

1. Seleccionar en la opción de diagnóstico.

Figura 17: Diagnóstico

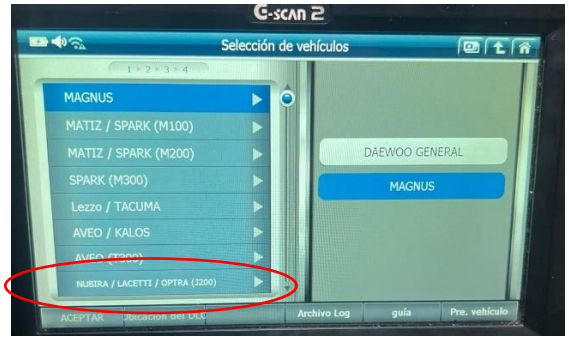
2. Seleccionar la marca del vehículo en este caso Daewoo General.

Figura 18: Selección de la marca

Fuente: Autores

3. Seleccionar el modelo del vehículo.

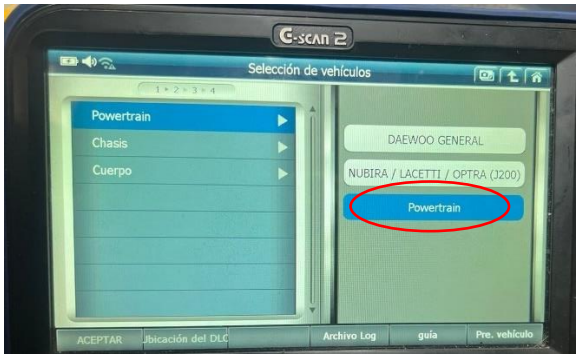
Figura 19: Selección de modelo



Fuente: Autores

4. Escoger Powertrain, para visualizar los datos del motor.

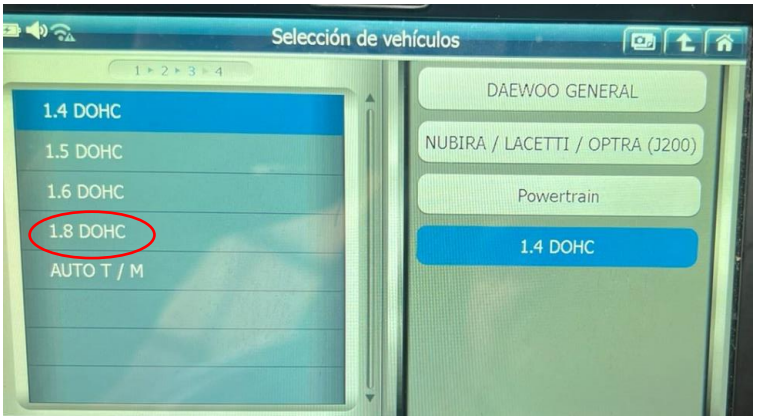
Figura 20: Selección Powertrain



Fuente: Autores

5. Seleccionar la cilindrada del motor (1.8)

Figura 21: Selección de cilindraje



Fuente: Autores

6. En análisis DTC, verificar si no existen ningún código de falla. En caso de existir alguno, seleccionar la opción borrar y volver a verificar.

Figura 22: Verificación de DTC's

Fuente: Autores

7. Seleccionar análisis de datos y verificar si los datos corresponden a un buen funcionamiento.

Figura 23: Análisis de datos

Fuente: Autores

CAPÍTULO II
INSPECCIÓN DE SENSORES

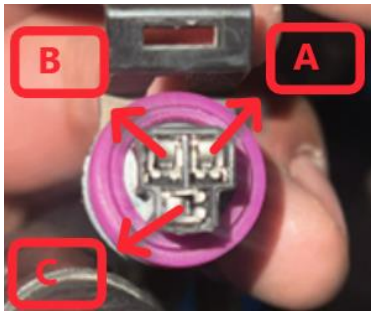
En este capítulo, se adentra en la esencia del diagnóstico automotriz al abordar la inspección detallada de los sensores cruciales presentes en el sistema de inyección electrónica del vehículo. La efectividad del sistema de inyección depende en gran medida de la funcionalidad precisa de estos dispositivos, los cuales monitorean y transmiten datos fundamentales para el rendimiento óptimo del motor.

2.1. Sensor TPS

Figura 24: Ubicación del sensor TPS

Se encuentra ubicado un lado de la IAC. Fuente: Autores

Figura 25: Conector TPS



Designación de los terminales del conector del sensor TPS. Fuente: Autores

Tabla 4: Medición de resistencias en el sensor TPS

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
A	Plomo	5 V	5 V	Alimentación
B	Amarillo	285.3 mV	11.5 mV	Tierra
C	Azul	29.6 mV	0.523 V	Señal

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

Tabla 5: Medición de resistencias vs abertura

PIN	RESISTENCIA (Abertura de la mariposa 0%)	RESISTENCIA (Abertura de la mariposa 100%)
A-B	2.063 Kohm	2.047 Kohm
B-C	2.405 Kohm	4 Kohm
A-C	4.021 Kohm	2.470 Kohm

Fuente: Autores

Valores de la resistencia entre los diferentes pines, variando la apertura de la mariposa.

Tabla 6: Medición de voltaje vs apertura

ABERTURA (%)	VOLTAJE (KOEO)
0	0.524 V
50	2.484 V
100	4.46 V

Fuente: Autores

Medición de los voltajes conforme accionamos el acelerador y la abertura de la mariposa.

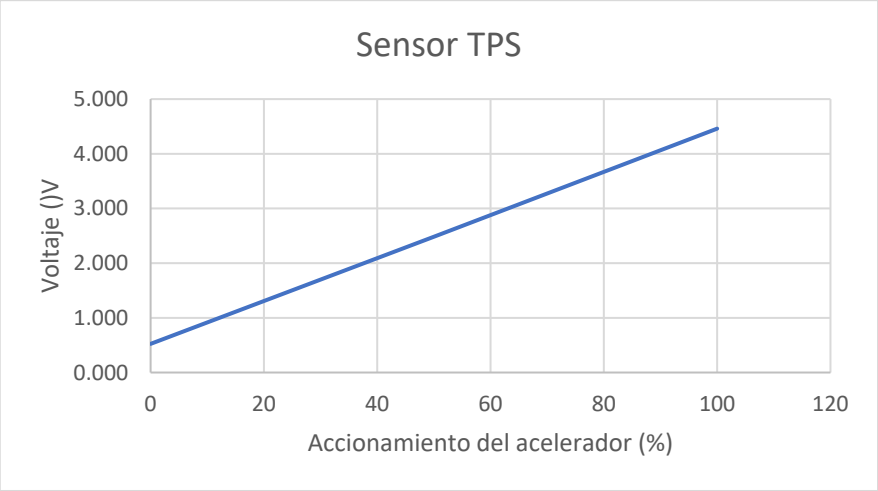
Tabla 7: Medición de voltajes en KOER

RPM	VOLTAJE (KOER)
Ralentí	0.506 V
1000	0.584 V
2000	0.636 V
3000	0.789 V
4000	0.961 V

Fuente: Autores

Medición de los voltajes con las llaves en posición de contacto con motor en arranque (KOER) y a diferentes revoluciones.

Figura 26: Comportamiento del sensor TPS



Fuente: Autores

La figura muestra una señal tipo lineal, a mayor apertura de la mariposa el voltaje irá incrementándose hasta llegar alrededor de los 4.5 voltios, el cual indica el accionamiento del cien por ciento del acelerador.

Figura 27: Oscilograma del sensor TPS

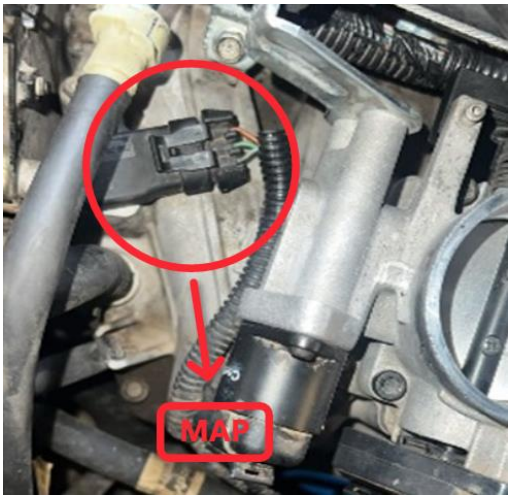
Variación de la onda del sensor. Fuente: Autores

1. Accionamiento del acelerador
2. Acelerador mantenido
3. Desaceleración

Por medio de la figura se muestra como el sensor TPS funciona como un potenciómetro de resistencia variable. La señal varía según la posición de la mariposa accionada por el acelerador, el mayor voltaje se da cuando se acciona el pedal a fondo y mientras el motor se encuentra a ralentí (sin accionar el acelerador), la señal se mantiene constante, alrededor de los 0.5 voltios.

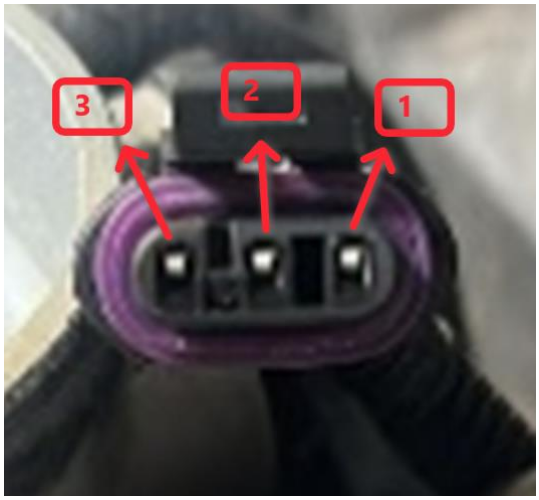
2.2. Sensor MAP

Figura 28: Ubicación del sensor



Instalado en el colector de admisión. Fuente: Autores

Figura 29: Conector MAP



Designación de los terminales del conector del sensor MAP. Fuente: Autores

Tabla 8: Medición de voltajes del sensor MAP

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
1	Verde Claro	5.01 V	5.01 V	Alimentación
2	Verde	15.7 mV	3.303 V	Señal
3	Naranja - Negro	11.5 mV	11.6 mV	Tierra

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

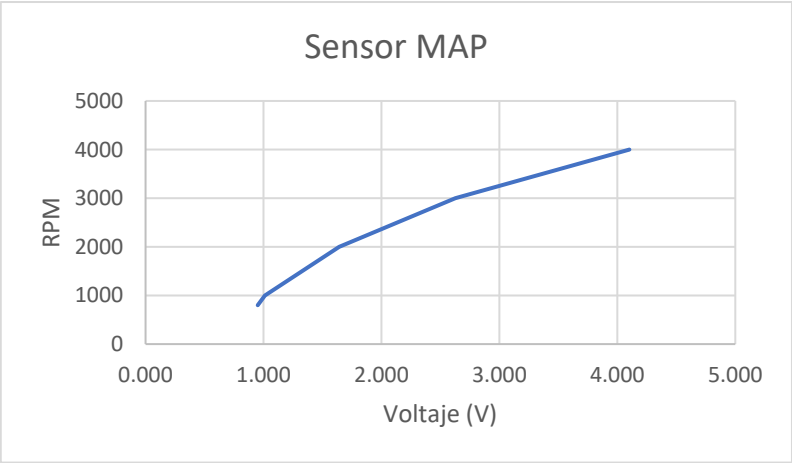
Tabla 9: Medición de voltaje y presión

RPM	VOLTAJE (KOER)	PRESIÓN (KPa)
800	0.951 V	27
1000	1.012 V	30
2000	1.642 V	50
3000	2.627 V	75
4000	4.102 V	104

Fuente: Autores

Valores de voltaje y presión del sensor con las llaves en posición KOER y a diferentes revoluciones.

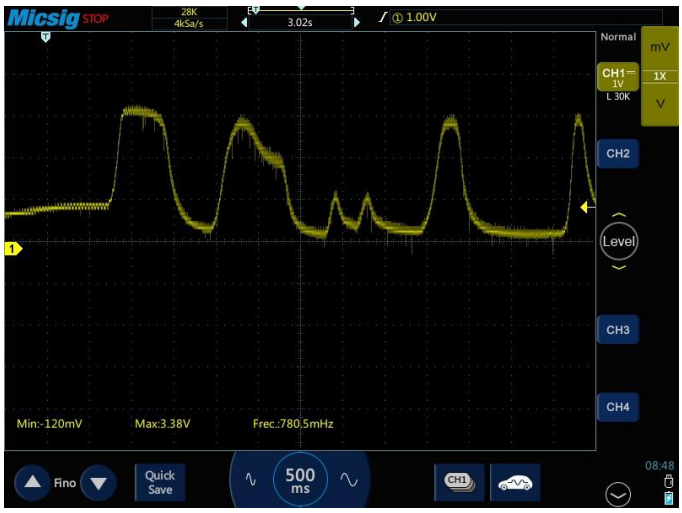
Figura 30: Comportamiento del sensor MAP



Fuente: Autores

Con la ayuda de la gráfica, se puede visualizar que cuando el motor se encuentra en ralentí, el valor de voltaje se encuentra cerca de 1 voltio. A medida que aceleramos el voltaje irá incrementándose.

Figura 31: Oscilograma del sensor MAP



Onda característica en base a las revoluciones del motor. Fuente: Autores

La señal o forma de onda del sensor MAP experimenta variaciones de acuerdo con la presión de aire. A mayores presiones, mayor es el voltaje.

2.3. Sonda Lambda

Figura 32: Ubicación de la sonda Lambda

Su ubicación es en el múltiple de escape. Fuente: Autores

Figura 33: Conector sonda Lambda

Designación de los terminales del conector de la sonda lambda. Fuente: Autores

Tabla 10: Medición de voltajes en la sonda Lambda

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
A	Café claro	62.6 mV	62.7 mV	Tierra
B	Verde - Café	0.458 V	0.458 V	Señal

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

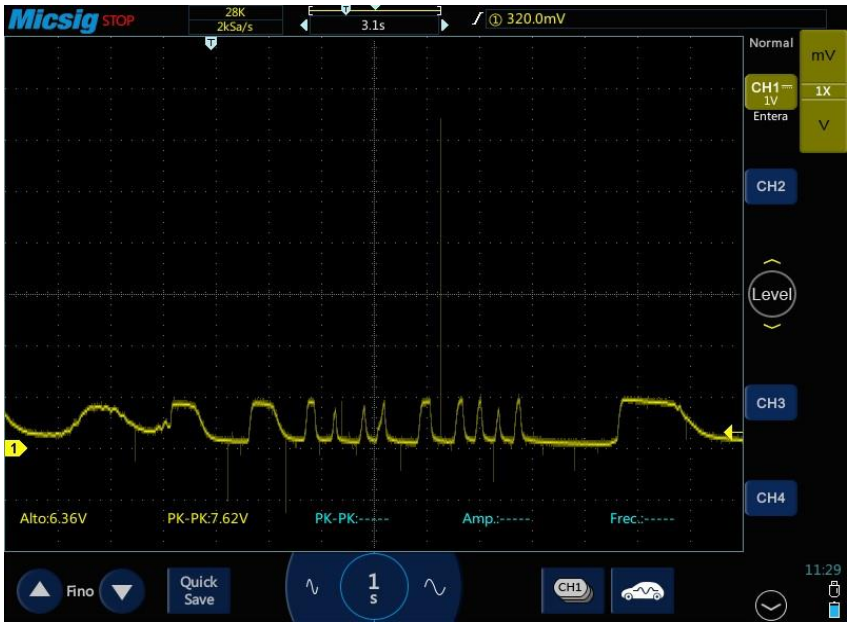
Tabla 11: Voltaje según la mezcla

MEZCLA	VOLTAJE	LAMBDA
RICA	> 450 mV	< 1
ESTEQUIOMÉTRICA	450 mV	= 1
POBRE	< 450 mV	> 1

Fuente: Autores

Descripción del tipo de mezcla, en función del voltaje y el valor de lambda.

Figura 34: Oscilograma de la sonda lambda



Variación de onda en ralentí y accionando el acelerador. Fuente: Autores

Una vez alcanzado la temperatura de funcionamiento, las oscilaciones muestran como el sensor se encuentra trabajando de forma correcta. La amplitud varía entorno a los 0 voltios y 1 voltio, es decir, entre mezclas ricas y pobres.

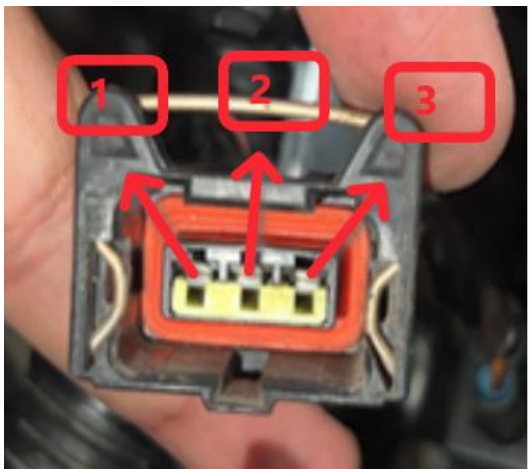
2.4. Sensor CMP

Figura 35: Ubicación del sensor CMP

Fuente: Autores

Su ubicación es en la parte superior donde se encuentra instalado el árbol de levas.

Figura 36: Conector sensor CMP



Designación de los terminales del conector del sensor CMP. Fuente: Autores

Tabla 12: Medición de voltajes en el sensor CMP

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
1	Café - Negro	12.44 V	12.44 V	Alimentación
2	Negro - Verde	3.8 mV	3.2 mV	Tierra
3	Café	5 V	5.01 V	Señal

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado. Fuente: Autores

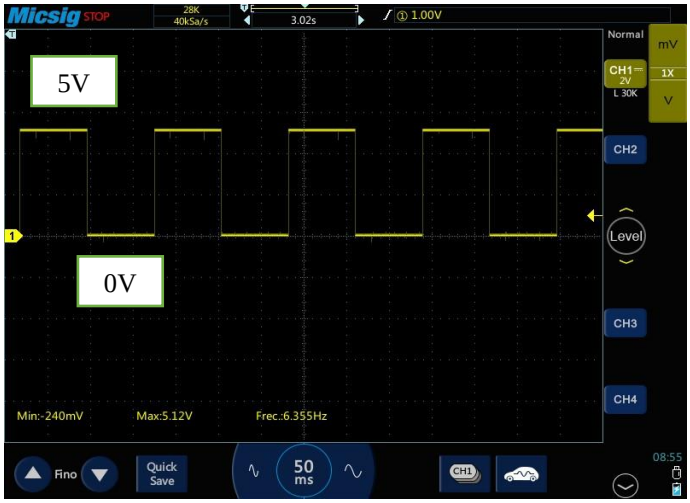
Tabla 13: Medición de voltaje KOER

RPM	VOLTAJE (KOER)
Ralentí	5 V
1000	5 V
2000	5 V
3000	5 V
4000	5 V

Fuente: Autores

Valores de voltaje con las llaves en posición de contacto con motor en arranque (KOER) a diferentes revoluciones. Al ser tipo hall, el voltaje de señal es 5V.

Figura 37: Oscilograma del sensor CMP



Fuente: Autores

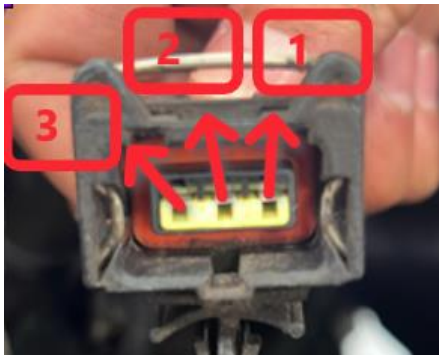
La señal es tipo Hall. Podemos observar cómo se comporta la señal a ralentí, la cual funciona a 0V y 5V. A medida que aceleremos, la señal aumentará su frecuencia.

2.5. Sensor CKP

Figura 38: Ubicación del sensor CKP

Instalado en la parte inferior del motor. Fuente: Autores

Figura 39: Conector del sensor CKP



Designación de los terminales del conector del sensor CKP. Fuente: Autores

Tabla 14: Medición de voltajes en el sensor CKP

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
1	Negro - Blanco	2.494 V	2.498 V	Alimentación
2	Amarillo	2.494 V	2.498 V	Señal
3	Azul	3.6 mV	3.6 mV	Tierra

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

Tabla 15: Medición de voltaje y frecuencia CKP

ESTADO DEL MOTOR	VOLTAJE (KOER)	FRECUENCIA
Ralentí	2.462 V	804.8 Hz
1000 RPM	2.483 V	1198 KHz
2000 RPM	2.484 V	2.189 KHz
3000 RPM	2.488 V	3.116 KHz
4000 RPM	2.490 V	4.285 KHz

Fuente: Autores

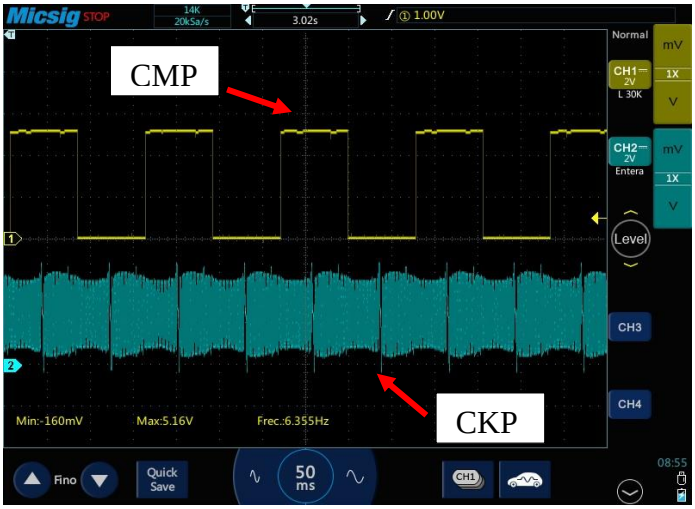
Valores de voltaje y frecuencia con las llaves en posición KOER a diferentes revoluciones.

Figura 40: Oscilograma del sensor CKP

Forma de la señal de CKP inductivo. Fuente: Autores

Por medio de la señal se identifica que el sensor es tipo inductivo y proporciona información sobre el número de dientes de la rueda dentada. A mayores revoluciones, la señal aumentará en su frecuencia.

Figura 41: Correlación de CKP y CMP



Fuente: Autores

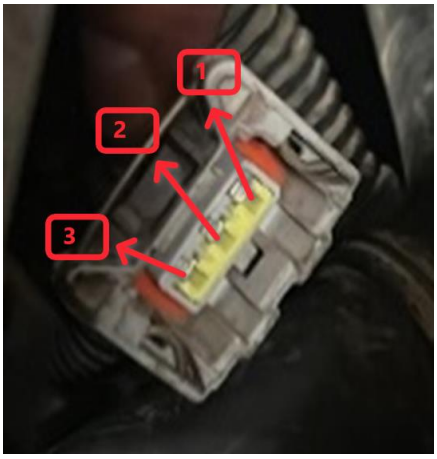
Señales en ralentí, la cual indica si la distribución se encuentra instalada de forma correcta.

2.6. Sensor KS

Figura 42: Ubicación del sensor KS

Instalado en el block. Fuente: Autores

Figura 43: Conector del sensor KS



Designación de los terminales del conector del sensor KS. Fuente: Autores

Tabla 16: Medición de voltajes en el sensor KS

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
1	Amarillo	11.7 mV	11.8 mV	Señal
2	Azul	11.9 mV	11.6 mV	Tierra
3	Negro - Amarillo	12.0 mV	11.8 mV	Protección

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

Tabla 17: Medición de resistencia en el sensor KS

PIN	RESISTENCIA
1-2	4,98 MΩ

Figura 44: Oscilograma del sensor KS

Señal típica del sensor KS. Fuente: Autores

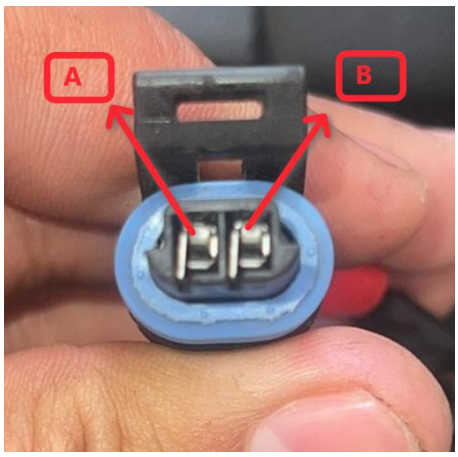
Comportamiento de la señal cuando el sensor KS detecta un impacto. La señal varía según la intensidad de este.

2.7. Sensor ECT

Figura 45: Ubicación del sensor ECT

Su ubicación se encuentra cerca del termostato. Fuente: Autores

Figura 46: Conector del sensor ECT



Designación de los terminales del conector del sensor ECT. Fuente: Autores

Tabla 18: Medición de voltajes en el sensor ECT

PIN	COLOR	SOCKET DESCONECTADO (KOEO)	SOCKET CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
A	Amarillo	4.99 V	1.961 V	Señal
B	Amarillo - Negro	7.4 mV	8.3 mV	Tierra

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

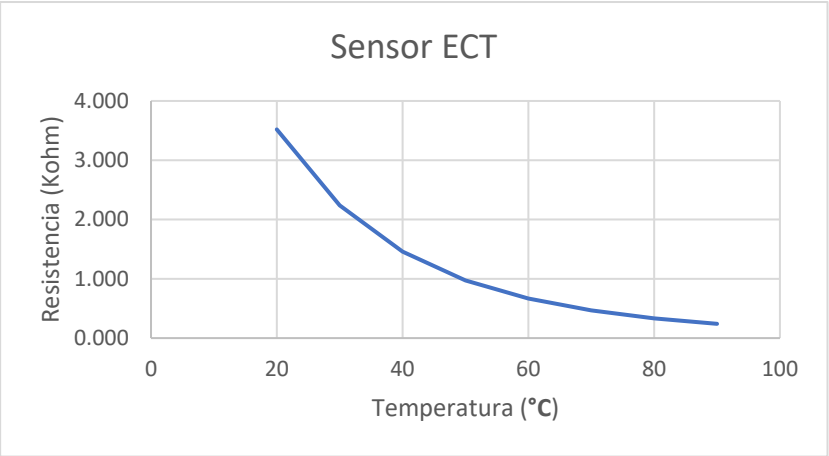
Tabla 19: Voltajes y resistencias vs temperatura ECT

TEMPERATURA(°C)	VOLTAJE (KOER)	RESISTENCIA (KΩ)
20	4. 403 V	3.520
30	4.213 V	2.238
40	3.99 V	1.459
50	3.652 V	0.973
60	3.264 V	0.667
70	2.843 V	0.467
80	2.422 V	0.332
90	2.03 V	0.241

Fuente: Autores

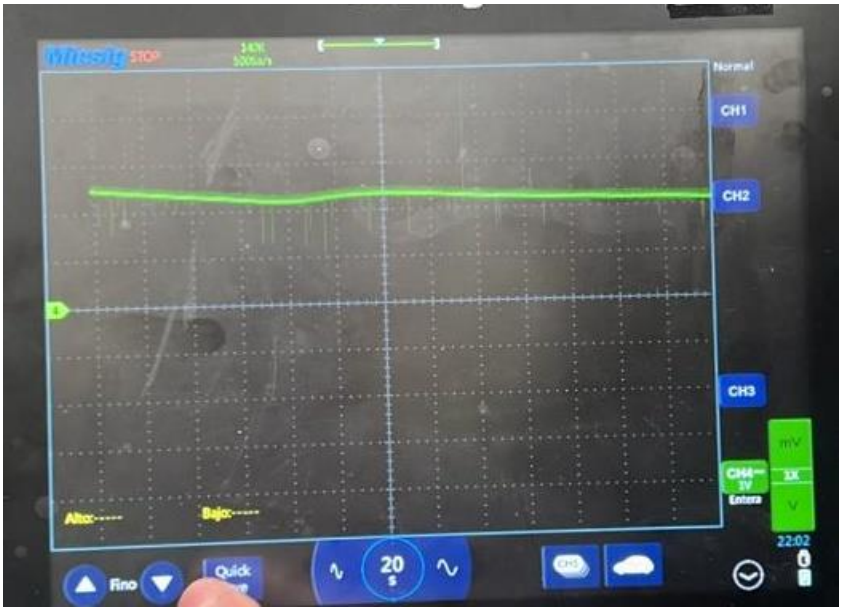
Valores de voltaje y resistencia en función de la temperatura, con las llaves en posición KOER para el voltaje, las resistencias se miden extrayendo el sensor.

Figura 47: Comportamiento del sensor ECT



La señal verifica que se trata de un sensor termistor tipo NTC. Fuente: Autores

Figura 48: Oscilograma del sensor ECT



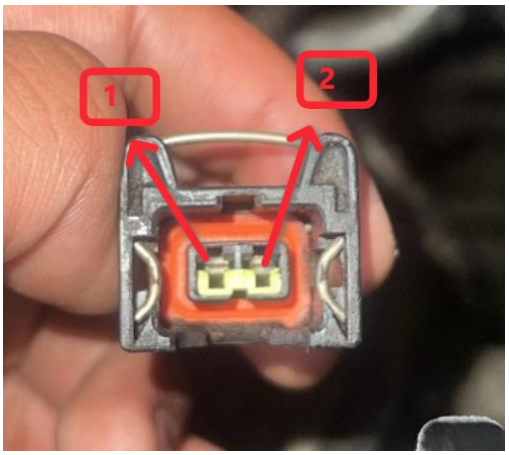
Comportamiento del sensor a 93 grados centígrados. Fuente: Autores

2.8. Sensor IAT

Figura 49: Ubicación del sensor IAT

Instalado en el conducto después del filtro de aire. Fuente: Autores

Figura 50: Conector del sensor IAT



Designación de los terminales del conector del sensor IAT. Fuente: Autores

Tabla 20: Medición de voltajes en el sensor IAT

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
1	Negro	7.7 mV	8.1 mV	Tierra
2	Café	4.99 V	2.498 V	Señal

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes tomados a 42 grados centígrados con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

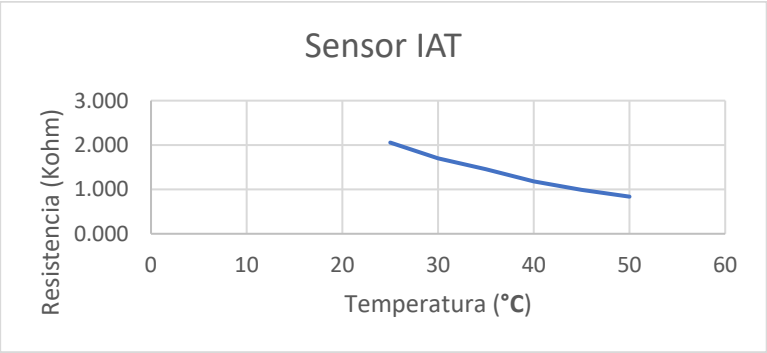
Tabla 21: Medición de voltajes en IAT en KOER y resistencias

TEMPERATURA (°C)	VOLTAJE (KOER) (V)	RESISTENCIA (KΩ)
25	3.308	2.055
30	3.131	1.700
35	2.865	1.456
40	2.615	1.180
45	2.125	0.991
50	1.717	0.837

Fuente: Autores

Tabulación de valores de voltaje y resistencia en función de la temperatura, con las llaves en posición KOER. A medida que la temperatura aumenta, el voltaje y la resistencia disminuyen.

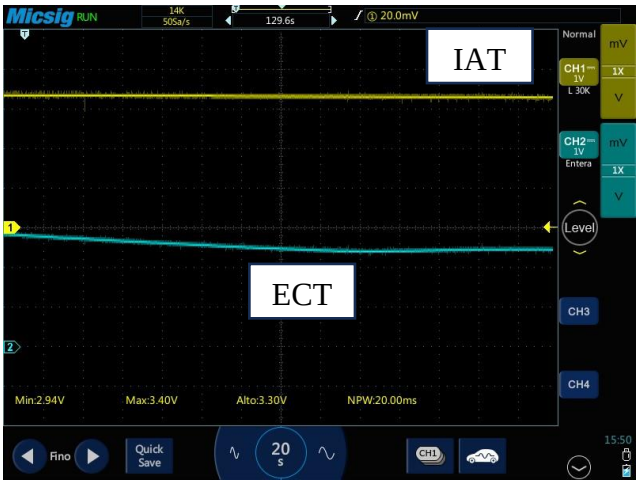
Figura 51: Comportamiento del sensor IAT



Fuente: Autores

El comportamiento del sensor es similar al sensor ECT. A medida que aumenta la temperatura, la resistencia disminuye, demostrando así que el sensor es tipo NTC.

Figura 52: Señal del ECT e IAT



Comportamiento de la señal en función de las temperaturas. Fuente: Autores

La señal del sensor IAT se encuentra aproximadamente a 25 °C y la temperatura del motor se encuentra en aumento, ya que el voltaje de señal del sensor ECT se encuentra disminuyendo.

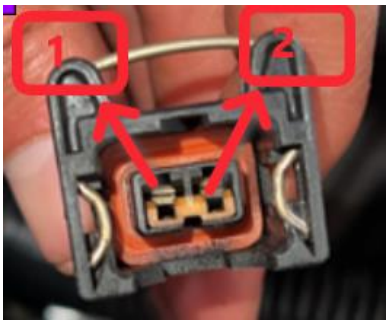
CAPÍTULO III
INSPECCIÓN DE ACTUADORES

El tercer capítulo del manual consiste en la evaluación y análisis de los actuadores fundamentales que intervienen en el sistema de inyección electrónica del vehículo. Estos componentes, son los responsables de traducir las señales recibidas en acciones concretas, desempeñando un papel crucial en el funcionamiento eficiente del motor.

3.1. Inyectores

Para la obtención de datos de voltajes y resistencias de los inyectores, se utiliza un multímetro. El uso del osciloscopio permite obtener las señales y secuencia de activación de los inyectores, además del oscilograma de la corriente.

Figura 53: Conector del inyector



Designación de los terminales del conector del inyector. Fuente: Autores

Tabla 22: Medición de voltaje del inyector

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	DESCRIPCIÓN
1	Café	12.58 V	12.58 V	Alimentación
2	Negro	78.1 mV	12.48 V	Señal negativa (control ECU)

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado.

Tabla 23: Resistencias de los inyectores

INYECTOR	RESISTENCIA (Ω)
1	14.8
2	14.3
3	14.6
4	14.6

Fuente: Autores

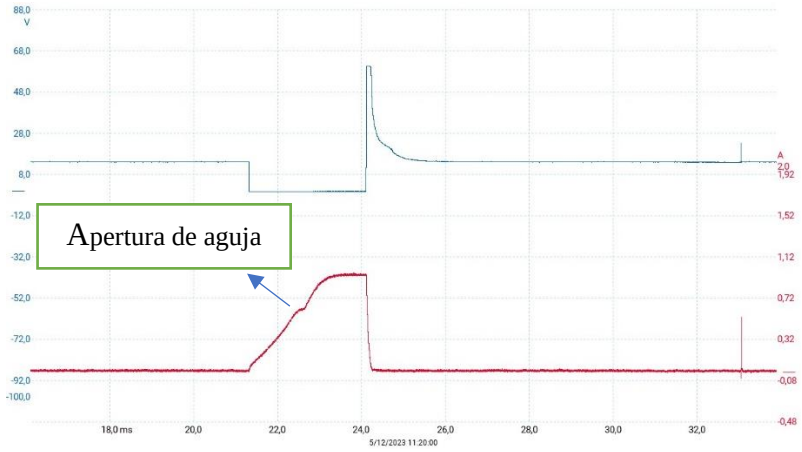
Tabulación de las resistencias de los cuatro inyectores, los cuales deben tener similares valores de resistencia.

Figura 54: Oscilograma de activación del inyector

Se puede verificar que se trata de un inyector convencional. Fuente: Autores

1. Señal de voltaje del inyector
2. La ECM conecta a tierra el inyector y empieza la energización
3. Fin de la energización
4. Pico de tensión
5. ↔ Tiempo total de energización

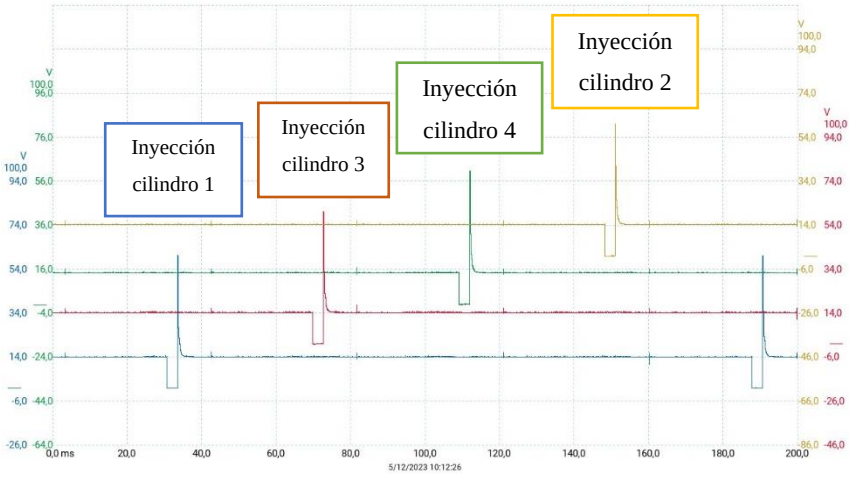
Figura 55: Señal de tensión y corriente del inyector 1



Fuente: Autores

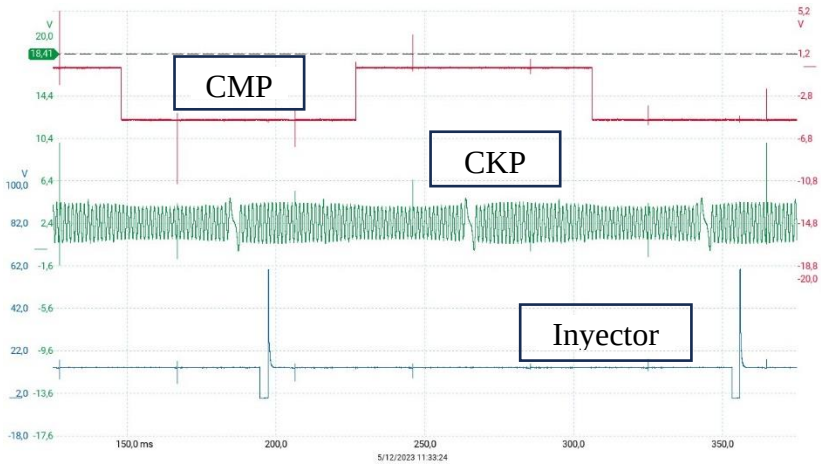
Se puede observar en la señal de tensión que el circuito de tierra tiene un voltaje alrededor de los 14 voltios por lo tanto no fluye corriente, es decir el inyector no se encuentra funcionando. Una vez que el circuito de tierra recibe un voltaje de masa, comienza a fluir la corriente, para lograr la apertura de la aguja del inyector.

Figura 56: Inyección secuencial



Oscilograma de la secuencia de inyección. Fuente: Autores

Figura 57: Señal CMP, CKP, Inyector 1



Correlación del CMP, CKP e inyector 1. Fuente: Autores

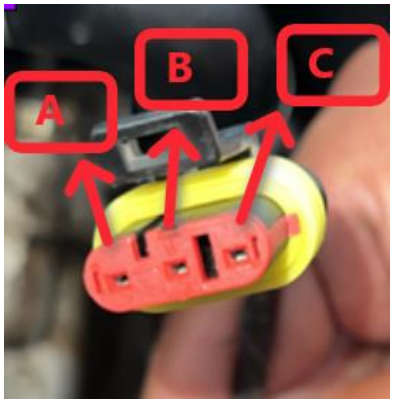
3.2. Bobina

Para la obtención de datos de voltajes y resistencias de la bobina, se utiliza un multímetro. El uso del osciloscopio permite obtener la señal de la bobina, así como la secuencia de activación, la cual se produce en la carrera de compresión.

Figura 58: Ubicación de la bobina

Instalado en la parte superior del motor. Fuente: Autores

Figura 59: Conector de la bobina



Designación de los terminales del conector de la bobina. Fuente: Autores

Tabla 24: Medición de voltajes en la bobina

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	KOER	IDENTIFICACIÓN
A	Verde claro	26.3 mV	7 mv	14.30 V	Tierra (bobina 2-3)
B	Naranja	12.3 mV	7 mV	14.40 v	Alimentación
C	Verde - Amarillo	19.5 mV	7 mV	14.22 V	Tierra bobina (1-4)

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado y en KOER.

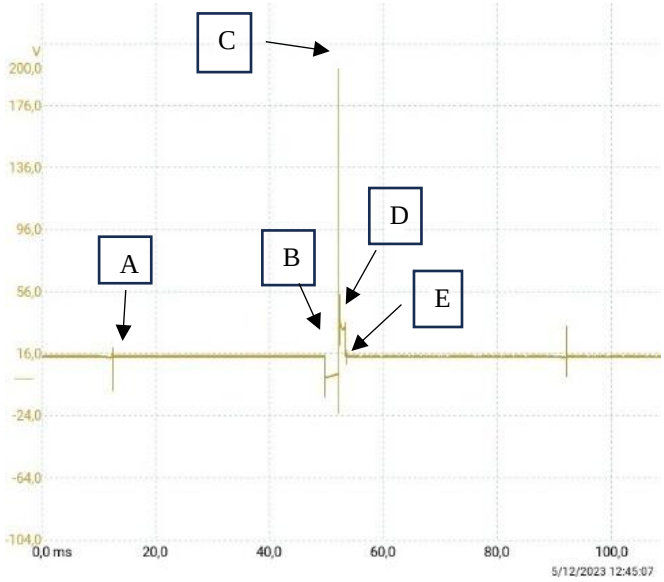
Tabla 25: Resistencia de las bobinas

BOBINA	RESISTENCIA (KΩ)
1-4	8.82
2-3	8.96

Fuente: Autores

Valores de las resistencias del par de bobinas, las cuales deben tener valores similares.

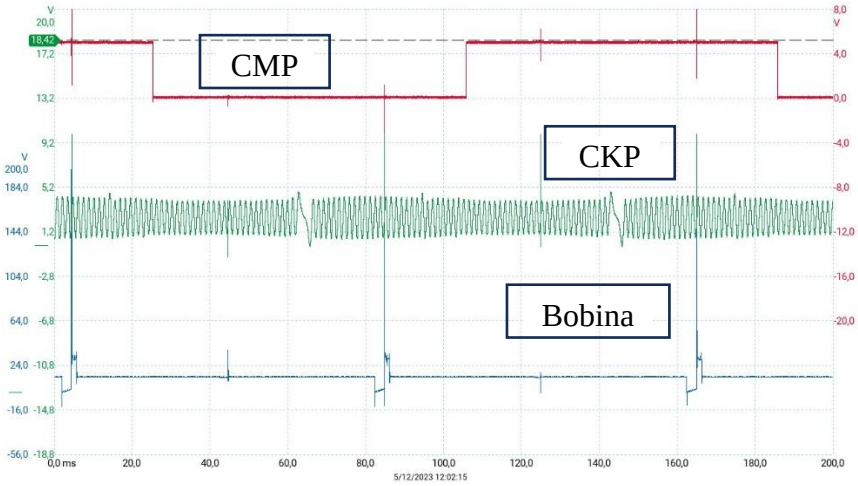
Figura 60: Oscilograma de activación de la bobina



Señal de voltaje primario de la bobina 1-4. Fuente: Autores

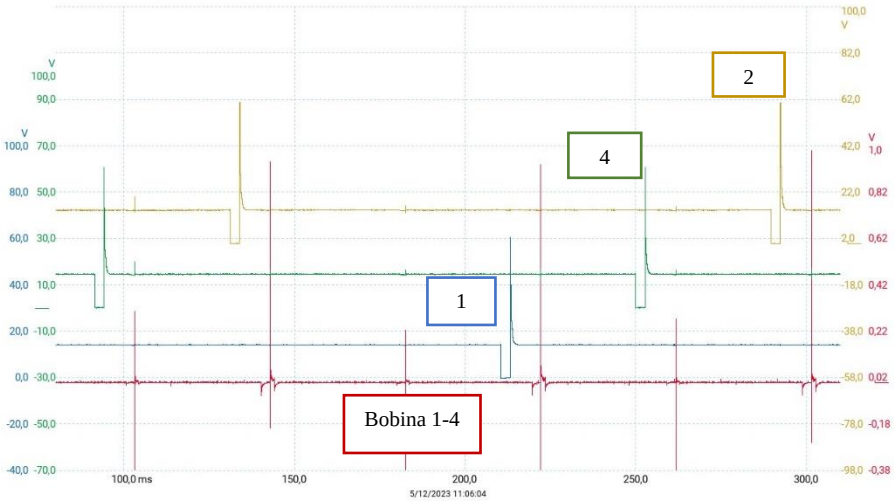
- A: Voltaje de batería
- B: Caída de voltaje, empieza el suministro de tierra a la bobina por parte de la ECM.
- C: La ECM quita tierra a la bobina, formando un pico de tensión
- D: Tiempo de quemado
- E: Oscilaciones de disipación de energía, posteriormente se estabiliza

Figura 61: CMP, CKP, Bobina



Correlación del CMP, CKP y bobina 1-4. Fuente: Autores

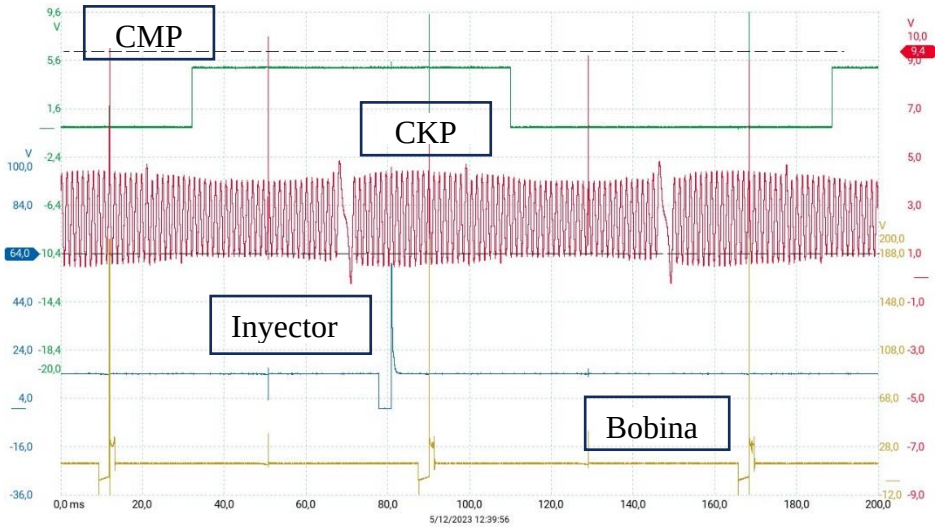
Figura 62: Inyector, bobina



Oscilogramas de los inyectores y bobina. Fuente: Autores

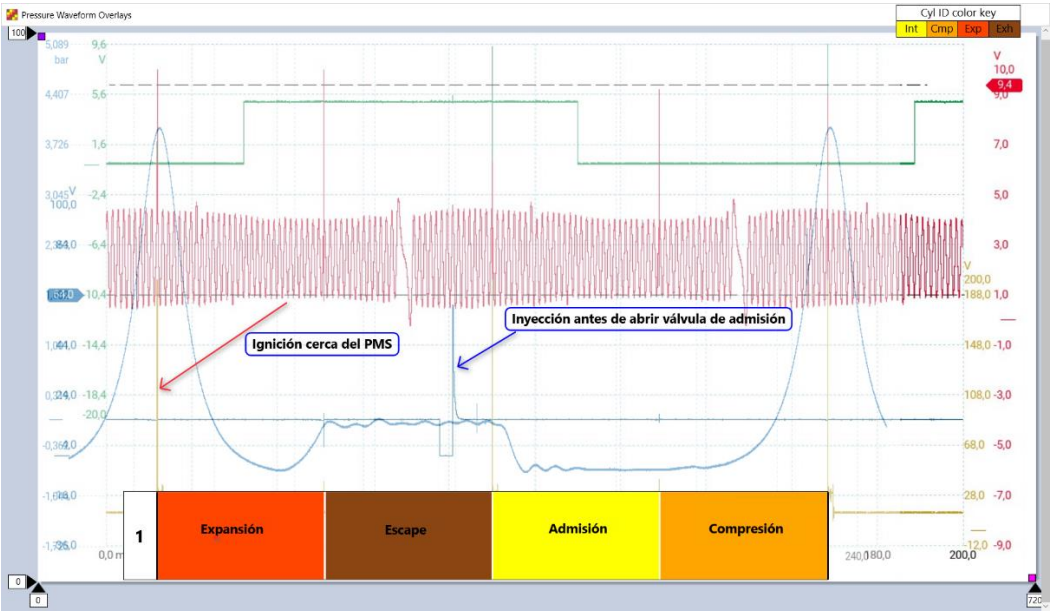
Se observa la secuencia de los inyectores respetando el orden de encendido del motor, el cual es 1-3-4-2. El osciloscopio al tener solamente cuatro canales, se suprime el oscilograma del inyector tres, por la señal de la bobina de los cilindros 1 y 4. Se muestra de forma clara cuando la bobina 1 – 4, da chispa en el cilindro 1 y 2 correspondiente al orden de encendido.

Figura 63: CMP, CKP, inyector 1, bobina



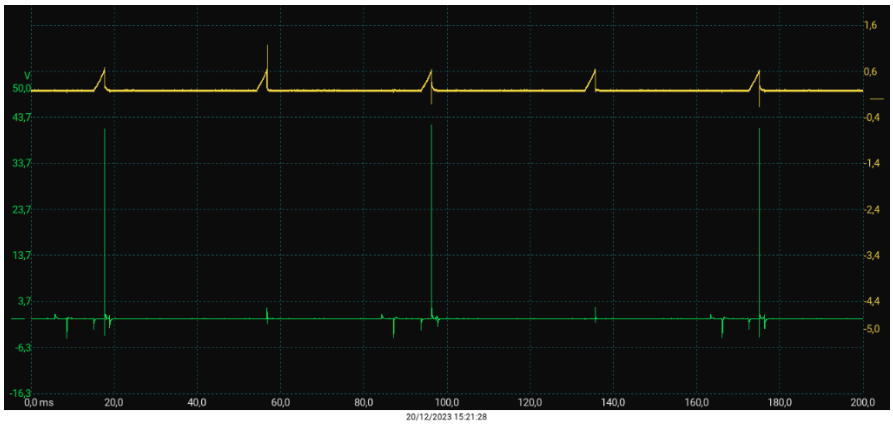
Correlación del CMP, CKP y bobina. Fuente: Autores

Figura 64: Oscilograma transductor



Momentos de inyección e ignición. Fuente: Autores

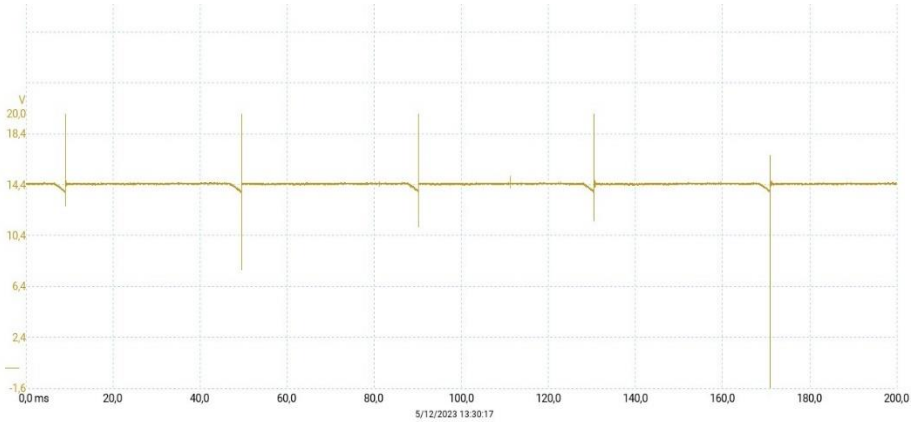
Figura 65: Tensión y corriente de bobina



Fuente: Autores

La figura muestra cuando existe corriente en la bobina y su activación. Cuando existe corriente, empieza el suministro de tierra a la bobina por parte de la ECM y esta empieza a funcionar.

Figura 66: Oscilograma del voltaje de referencia

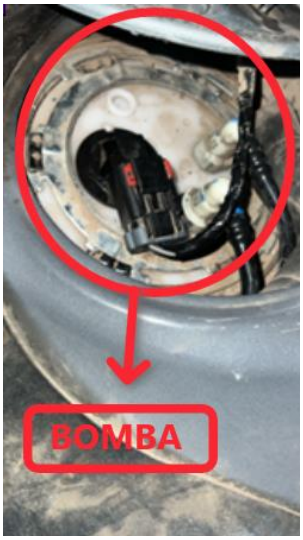


Fuente: Autores

El oscilograma muestra el valor de tensión de referencia de la bobina, el cual es de 14.4 voltios. Al momento de encenderse el circuito primario, la tensión disminuye alrededor de unos 2 voltios, siendo así la tensión final.

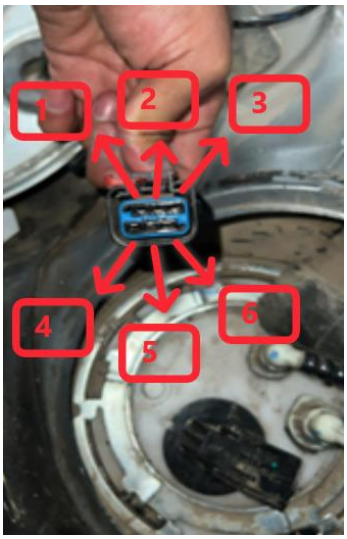
3.3. Bomba de combustible

Figura 67: Ubicación de la bomba



Se encuentra instalada debajo del asiento trasero. Fuente: Autores

Figura 68: Conector de la bomba



Designación de los terminales del conector de la bomba. Fuente: Autores

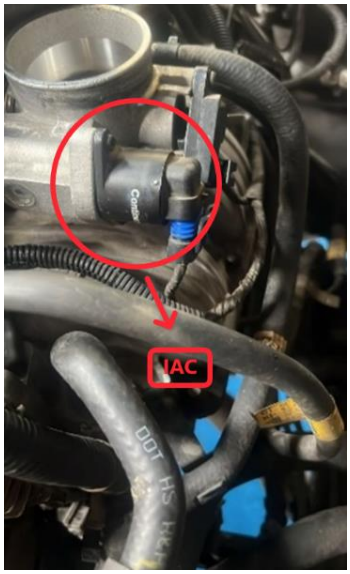
Tabla 26: Pines de la bomba de combustible

PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN
1	Azul	Nivel de combustible (Señal)
2	Negro	Tierra
3	Gris	Voltaje de alimentación
4	Negro	Tierra
5	Morado	Indicador del nivel bajo de combustible
6	Morado - Negro	Referencia baja

Descripción de la función que realiza los seis pines de la bomba. Fuente: Autores

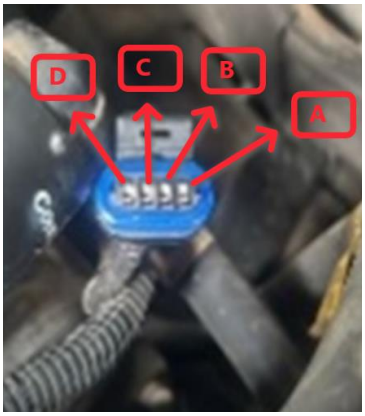
3.4. IAC

Figura 69: Ubicación de la IAC



Se encuentra ubicada a un lado del sensor TPS. Funte: Autores

Figura 70: Conector de la IAC



Designación de los terminales. Fuente: Autores

Tabla 27: Medición de voltajes en la válvula IAC

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	IDENTIFICACIÓN
A	Blanco	11.41 V	10.63 V	B (Alto)
B	Morado - Blanco	25 mV	0.854 V	B (Bajo)
C	Amarillo	19 mV	0.853 V	A (Bajo)
D	Café	11.57 V	10.64 V	A (Alto)

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición KOEO con el conector desconectado y conectado. Además, se describe la función que realiza los seis pines de la válvula IAC, la cual realiza controles altos o bajos.

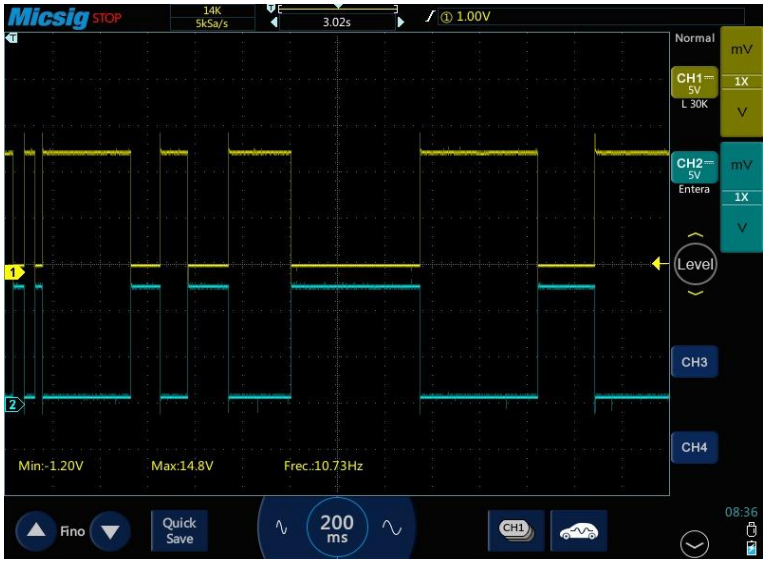
Tabla 28: Resistencias de las bobinas de la IAC

PIN	RESISTENCIA
A-B	50 **Ω**
C-D	50.9 **Ω**

Fuente: Autores

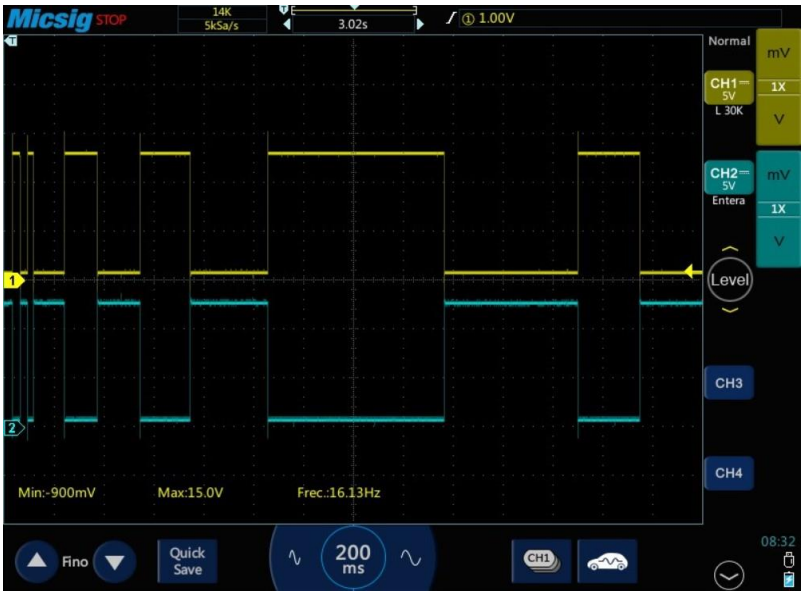
Valores de las resistencias de las bobinas de la válvula IAC, las cuales deben tener valores similares.

Figura 71: Oscilograma del control B de la IAC



Se puede observar el control B (altos y bajos) de la IAC. Fuente: Autores

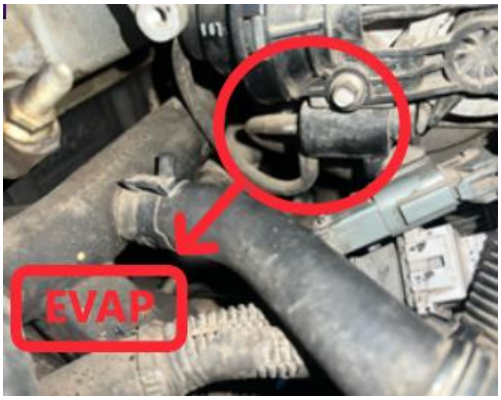
Figura 72: Oscilograma del control A de la IAC



Se puede observar el control A (altos y bajos) de la IAC. Fuente: Autores

3.5.EVAP

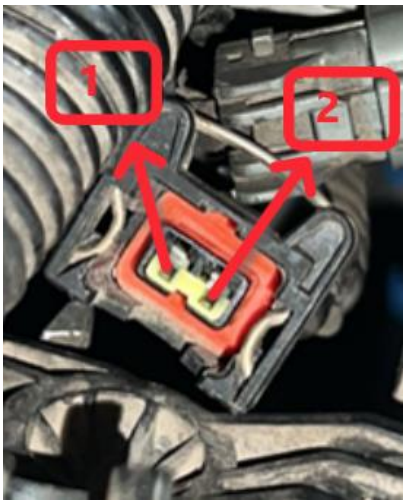
Figura 73: Ubicación de la EVAP



Fuente: Autores

Su ubicación está en la parte trasera del motor, cerca del motor de arranque.

Figura 74: Conector de la válvula EVAP



Designación de los terminales del conector del EVAP. Fuente: Autores

Tabla 29: Medición de voltajes de la válvula EVAP

PIN	COLOR	DESCONECTADO (KOEO)	CONECTADO (KOEO)	KOER	DESCRIPCIÓN
1	Blanco - Negro	11.2 mV	150.7 mV	140.6 mV	Tierra
2	Rosado - Azul	12.48 V	12.33 V	14.39 V	Alimentación

Fuente: Autores

Tabulación de voltajes con las llaves en posición de contacto sin arrancar el motor (KOEO) y en KOER, con el conector desconectado y conectado.

3.6. Electroventiladores

El vehículo utiliza dos electroventiladores que sirven como apoyo al sistema de refrigeración. Su función principal es enfriar el líquido refrigerante del radiador. Dependiendo de la temperatura, se activa el de velocidad baja o el de velocidad alta.

Tabla 30: Temperaturas de activación

Electroventilador	Bajas	Altas
Temperatura de activación (ºC)	97	102
Temperatura de desactivación (ºC)	95	97.5

Fuente: Autores

Temperaturas correspondientes a las activaciones de los electroventiladores.

3.7.Relé del Combustible

1. Medir la resistencia de la bobina.

Figura 75: Medición de resistencia

Fuente: Autores

2. Verificar que la resistencia sea de 78Ω.
3. En caso de que la resistencia tenga un valor inusual, cambie de relé.

CAPÍTULO IV
INSPECCIÓN DE LA ECM

El objetivo del capítulo es establecer la función de cada uno de los pines de la computadora, así como comprobar diferentes mediciones, por ejemplo, el valor de voltaje de tierra, voltaje de alimentación. Además, se debe verificar que los pines se encuentren en buen estado, es decir, que no se encuentren doblados para garantizar que existe una buena conexión.

4.1. ECM

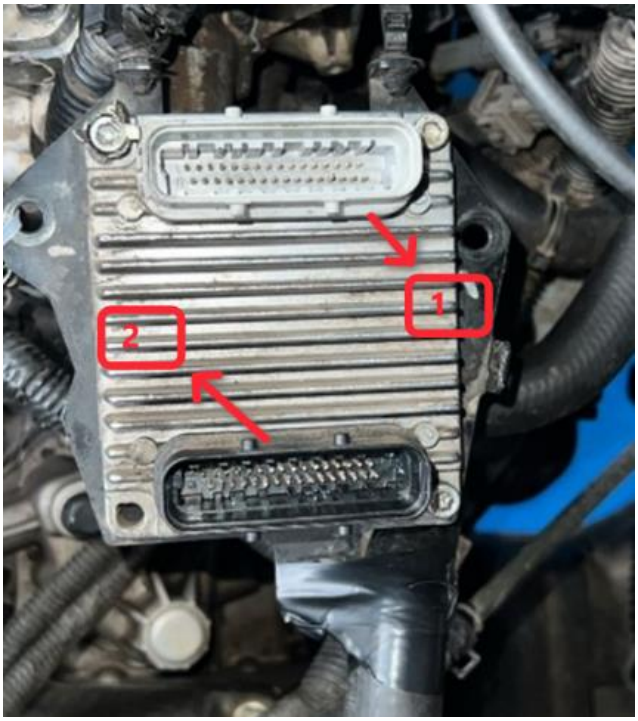
La ECM es el cerebro del sistema electrónico y desempeña un papel crucial en el control y gestión de diversas funciones del motor, por ejemplo, el control de la inyección de combustible o la gestión de emisiones.

Figura 76: ECM

Fuente: Autores

En la figura podemos observar, la ECM DEPHI HV-240, la cual tiene 64 pines.

Figura 77: Conectores de la ECM



Se puede observar que la ECM posee dos conectores, 1 y 2. Fuente: Autores

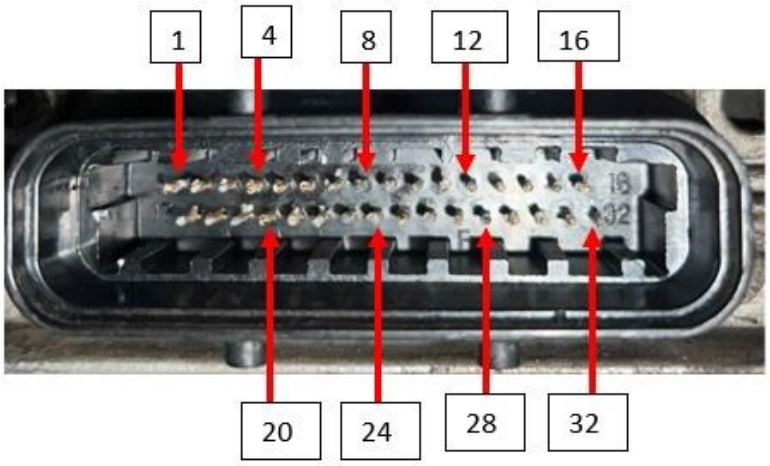
4.1.1. PIN data ECM

Con la ayuda del PIN data, se puede conocer la instalación del cableado del vehículo, provenientes de sensores o actuadores hacia la ECM. Cada conector posee 32 pines y algunos de ellos no tienen asignado ninguna función.

Figura 78: Mazo de cables conector 1

Se puede observar el color de los cables que van conectados a la ECM. Fuente: Autores

Figura 79: Conector 1



Enumeración de los pines del conector 1. Fuente: Autores

Tabla 31: PIN DATA conector 1

PIN	COLOR	CIRCUITO
1	Blanco - Negro	Masa
2	Blanco - Negro	Masa
3	Amarillo	Señal KS
4	-	-
5	-	-
6	Amarillo	Referencia Baja
7	Azul claro	Señal TPS
8	Rosado - Negro	Control inyector 3
9	Negro	Control inyector 1
10	Negro - Blanco	Baja referencia
11	Amarillo	Señal ECT
12	Verde - Rojo	Referencia Baja Lambda
13	Morado - Blanco	Bobina B control alto (IAC)
14	-	-
15	Plomo	Voltaje de referencia 5V
16	Naranja - Negro	Referencia Baja
17	Negro - Blanco	Masa
18	Verde Claro	Bobina 1 - 4
19	Verde	Bobina 1 - 3
20	Verde - Blanco	Control EVAP
21	Azul	Señal CKP
22	Verde - Negro	Control inyector 2
23	Café Claro	Referencia 5V (IAT)
24	Verde Claro	Señal MAP
25	Café	Señal CMP
26	Celeste	Control inyector 4
27	Plomo	Señal Lambda
28	Café Claro	Bobina A control alto (IAC)
29	Blanco	Bobina B control bajo (IAC)
30	Amarillo - Plomo	Bobina A control bajo (IAC)
31	Celeste	Voltaje de referencia 5V
32	Negro - Amarillo	Referencia Baja

Fuente: Manual del vehículo

Numeración y descripción del pin data de la computadora DELPHI HV-240 del conector número 1 (Negro).

Figura 80: Mazo de claves del conector 2

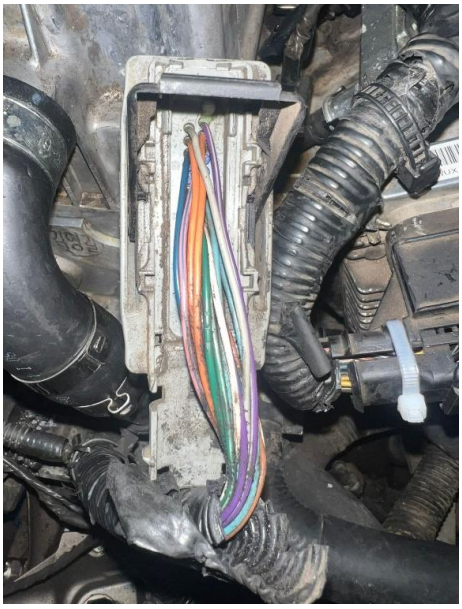
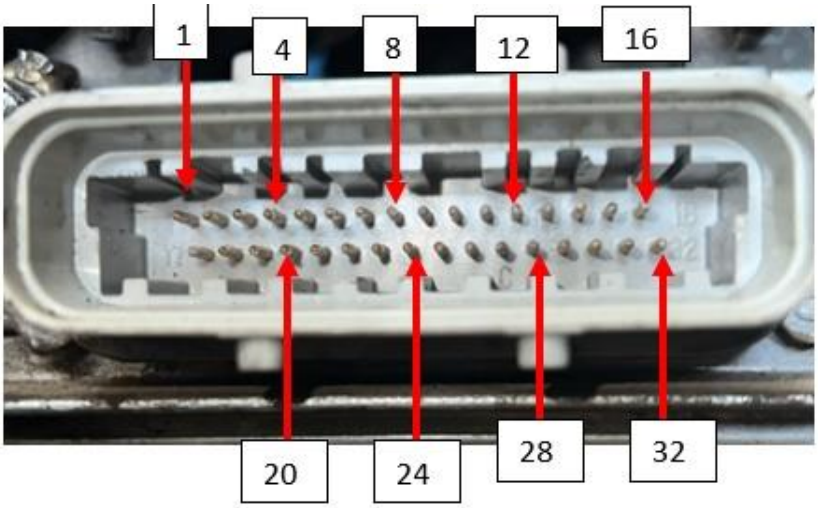


Figura 81: Conector 2



Enumeración de los pines del conector 2. Fuente: Autores

Tabla 32: PIN DATA conector 2

PIN	COLOR	CIRCUITO
1	Morado - Blanco	Referencia baja
2	Naranja	Batería (+)
3	Naranja - Azul	Voltaje de ignición
4	-	
5	-	
6	-	
7	Celeste	Señal presión del refrigerante A/C
8	Celeste	Señal de interruptor de octanos
9	Rosado	Señal de velocidad del motor
10	Verde - Blanco	Solicitud A/C
11	-	
12	Azul	Control del relé del ventilador de altas
13	-	-
14	Blanco -Negro	Can High
15	Café	DLC
16	-	-
17	Plomo	Voltaje de referencia 5V
18	Naranja	Batería (+)
19	Azul	Indicador de combustible
20	-	-
21	-	-
22	Morado	Señal de interruptor de octanos
23	Verde - Blanco	Señal velocidad del vehículo
24	Verde	Señal ECT
25	-	-
26	Verde - Blanco	Control del relé del combustible
27	Verde	Relé del ventilador de bajas
28	Morado	Voltaje del embrague A/C
29	-	-
30	Amarillo	CAN Low
31	Morado	Nivel de combustible
32	Café - Blanco	Control MIL

Fuente: Manual del vehículo

Numeración y descripción del pin data de la computadora DELPHI HV-240 del conector número 2 (Blanco).

4.2. Pruebas en la ECM

Prueba de alimentación de voltaje positivo de batería

Figura 82: Voltaje de batería

Fuente: Autores

1. Seleccionar corriente continua.
2. Cable negro al negativo de la batería
3. Cable rojo, pinchar en los pines 2 y 18 del conector 2 de la ECM.

Prueba de voltaje de tierra

Figura 83: Voltaje de tierra

Fuente: Autores

1. Seleccionar corriente continua.
2. Cable negro al negativo de la batería
3. Cable rojo, pinchar en los pines 2, 3 y 18 del conector 1 de la computadora.

Prueba de alimentación de voltaje de ignición

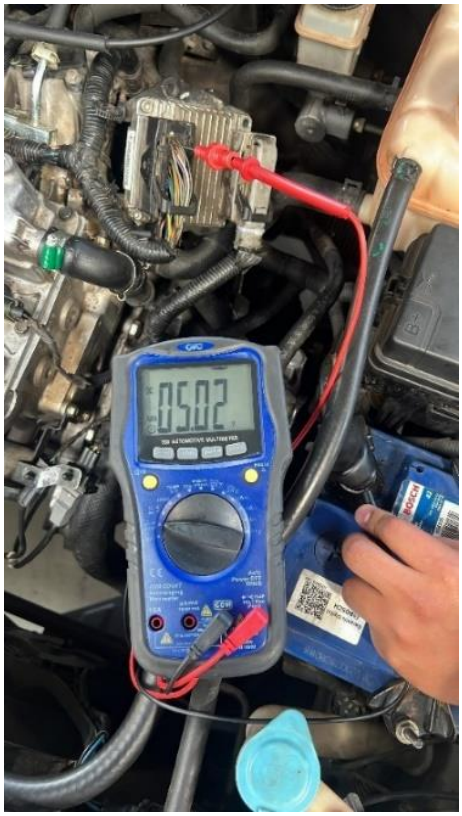
Figura 84: Voltaje de ignición

Fuente: Autores

1. Llaves en posición KOEO
2. Seleccionar la opción de corriente continua.
3. Cable negro al negativo de la batería
4. Cable rojo, pinchar en el pin 3 del conector 2 de la computadora.

Prueba de voltaje de referencia de 5V

Figura 85: Voltaje de referencia (5V)



Fuente: Autores

1. Llaves en posición KOEO
2. Seleccionar la opción de corriente continua
3. Conectar el cable negro al negativo de batería
4. Cable rojo, pinchar en los pines 15 y 31 del conector 1 de la ECM

CAPÍTULO V
SIMULACIÓN DE FALLAS

5.1. Procedimiento para la corrección de fallas

En la corrección y eliminación de códigos de fallas se utiliza un escáner automotriz. Para ello se recomienda seguir los siguientes pasos:

5.1.1. Paso 1

Visualización del código de falla reportado por la ECM.

5.1.2. Paso 2

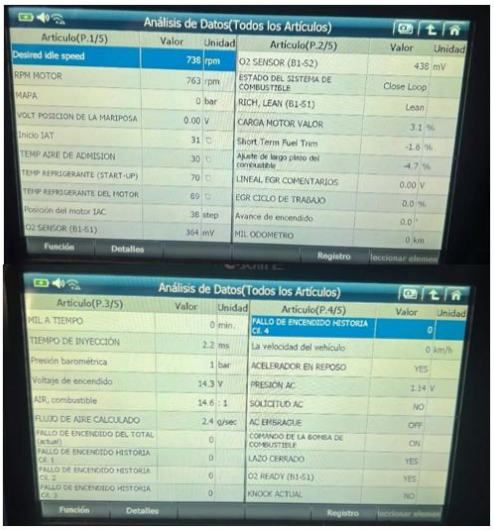
Por medio del código de falla, se procede a la identificación del sistema afectado. Las letras previas al código ayudan a identificar el sistema afectado, por ejemplo, la letra P (POWERTRAIN), reporta que existen problemas relacionados con la transmisión y el motor del vehículo.

5.1.3. Paso 3

Realizar una serie de preguntas al propietario del vehículo con el fin de establecer una idea del porque y donde se produjo el código de falla, para finalmente proceder con su diagnóstico y reparación.

5.2. Análisis de datos en tiempo real

Figura 86: Datos sin fallas



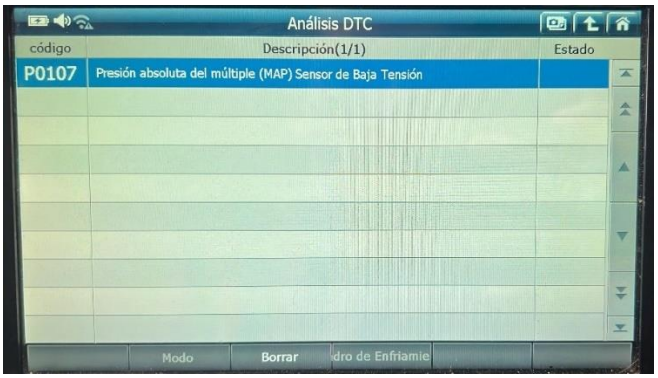
Se observa los datos de los parámetros sin provocar ningún fallo al sistema. Fuente: Autores

5.3. Fallas

Sensor MAP

Se realiza la desconexión del sensor MAP, simulando una falla y provocando la aparición de un código de falla (DTC P0107).

Figura 87: DTC MAP



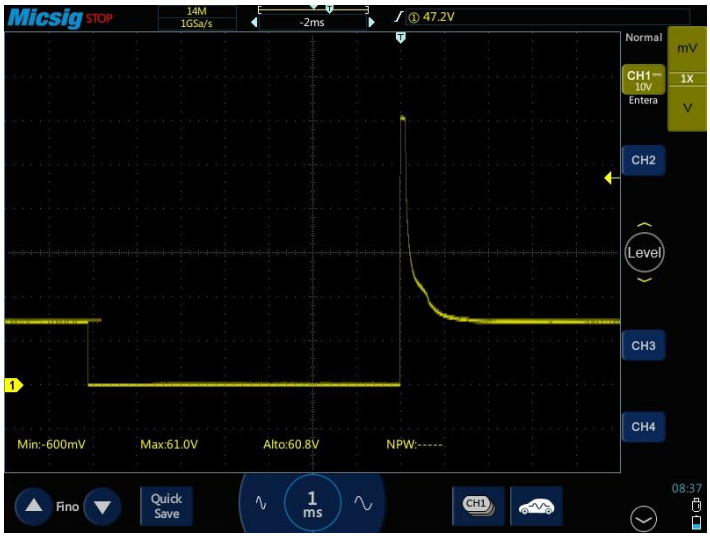
Código generado al desconectar el sensor MAP. Fuente: Autores

Figura 88: Datos del sensor MAP con fallo

Fuente: Autores

Datos generados con falla en el sistema donde el tiempo de inyección sufre un aumento.

Figura 89: Oscilograma del inyector con falla



Fuente: Autores

Se puede observar de forma muy notoria el aumento de pulso del inyector cual el sensor MAP falla.

Condiciones para establecer el DTC

1. La computadora detecta que la presión absoluta es inferior a 12 kPa en el transcurso de más de 5 segundos.

Verificación

1. Con el vehículo en marcha, observe la presión arrojada por el sensor con la ayuda del escáner. La lectura debe estar entre 27 y 42 kPa.
2. Maneje el vehículo y observe que el DTC no se restablezca.

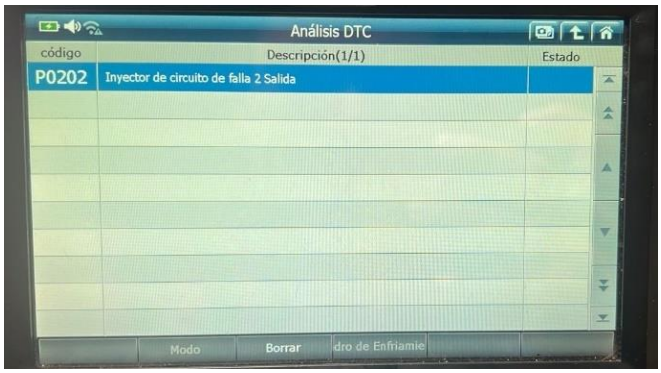
Pruebas

1. Switch en la posición de OFF, desconecte el sensor.
2. En la misma posición del switch, verifique que la resistencia entre el pin 3 del circuito de referencia baja y la tierra sea inferior a 5Ω. Si excede este rango, examine el circuito de referencia baja en busca de resistencia abierta o alta. En caso de que la prueba del circuito no presente novedades, sustituya la computadora.
3. Llaves en KOEO, verifique la presencia de 4,8 hasta 5,2 voltios entre el pin 1 del circuito de referencia de 5 voltios y el terminal de tierra. En caso de que la medición sea inferior al valor especificado, examine si hay cortocircuitos a masa o resistencias abiertas/altas en el circuito de referencia de 5 voltios. Si la prueba indica del circuito no presenta novedades, proceda a reemplazar la computadora. Realice pruebas adicionales cuando la medición exceda el rango especificado en el circuito de referencia de 5 voltios para detectar cortocircuitos con el voltaje. Si el circuito no presenta novedades, sustituya la computadora.
4. Si los circuitos funcionan de forma correcta, compruebe o sustituya el sensor.

Inyector

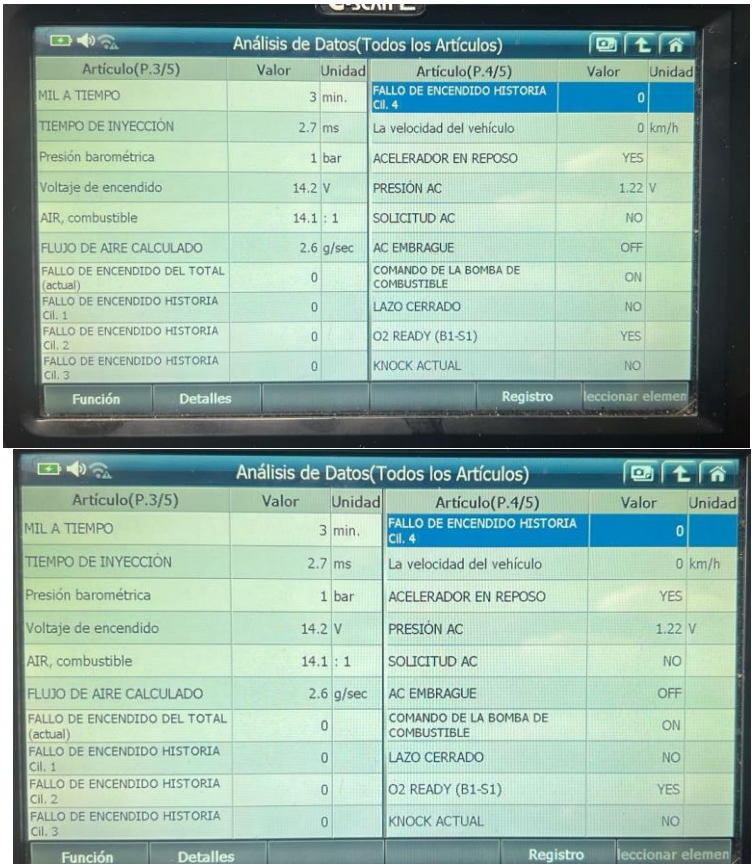
Se realiza la desconexión del inyector número 2, simulando una falla y provocando la aparición de un código de falla (DTC P0202).

Figura 90: DTC Inyector



Código generado al desconectar el inyector 2. Fuente: Autores

Figura 91: Datos con fallo del inyector

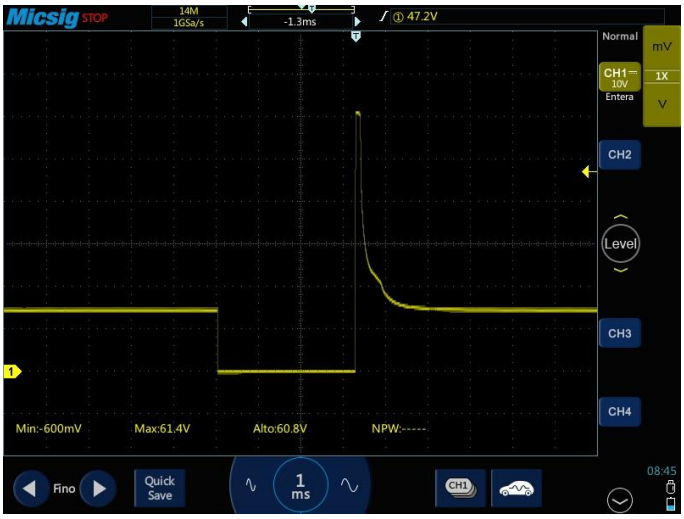


Análisis de Datos(Todos los Artículos)
Artículo(P.3/5) Valor Unidad
MIL A TIEMPO 3 min.
TIEMPO DE INYECCIÓN 2.7 ms
Presión barométrica 1 bar
Voltaje de encendido 14.2 V
AIR, combustible 14.1 : 1
FLUJO DE AIRE CALCULADO 2.6 g/sec
FALLO DE ENCENDIDO DEL TOTAL (actual) 0
FALLO DE ENCENDIDO HISTORIA Cil. 1 0
FALLO DE ENCENDIDO HISTORIA Cil. 2 0
FALLO DE ENCENDIDO HISTORIA Cil. 3 0
Artículo(P.4/5) Valor Unidad
FALLO DE ENCENDIDO HISTORIA Cil. 4 0
La velocidad del vehículo 0 km/h
ACELERADOR EN REPOSO YES
PRESIÓN AC 1.22 V
SOLICITUD AC NO
AC EMBRAGUE OFF
COMANDO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE ON
LAZO CERRADO NO
O2 READY (B1-S1) YES
KNOCK ACTUAL NO
Función
Detalles
Registro
leccionar elemen

Datos generados con falla en el sistema. Fuente: Autores

Se observa una variación en el tiempo de inyección.

Figura 92: Oscilograma del inyector con falla



Fuente: Autores

Al desconectar el inyector del cilindro número 2 se observa como el ancho de pulso del inyector aumenta.

Condiciones para establecer el DTC

1. Vehículo encendido.
2. La tensión del encendido 1 está entre 7,5-16 voltios.
3. La computadora halla que el circuito de control del inyector está abierto o en cortocircuito a masa o tensión.

Verificación

1. Con el vehículo encendido, observe con la ayuda de un escáner, que los DTC's P0201, P0202, P0203 o P0204 no deben activarse.

Pruebas

1. Switch en OFF, desconecte el inyector.
2. Switch en ON, Comprueba si existe iluminación de una lámpara de prueba conectada entre el terminal de tensión de encendido 1 y el terminal de tierra. En caso de no

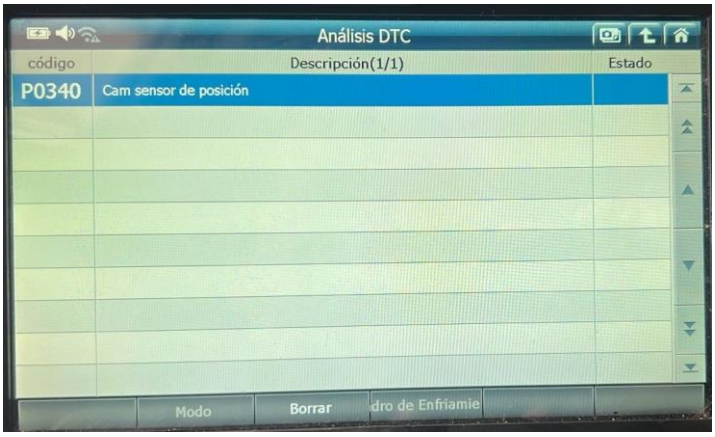
encenderse, examine el circuito de tensión de ignición en busca de cortocircuitos a tierra o resistencias abiertas/altas. Utilice un multímetro para asegurarse de que el voltaje de alimentación esté presente.

3. Llaves en KOEO, la luz de la lámpara de prueba debería parpadear. En caso de que la luz permanezca siempre encendida sin parpadear, realice pruebas en el circuito que controla al inyector, para detectar posibles cortocircuitos a tierra. Si las pruebas del circuito no presentan ninguna novedad, sustituya la computadora. En caso de no existir luz en la herramienta, compruebe si el circuito de control presenta un cortocircuito con la tensión o una resistencia abierta/alta. Si la prueba del no presenta novedades, sustituya la computadora.
4. En caso de que el circuito funciona correctamente, pruebe o sustituya la electroválvula de inyección.

Sensor CMP

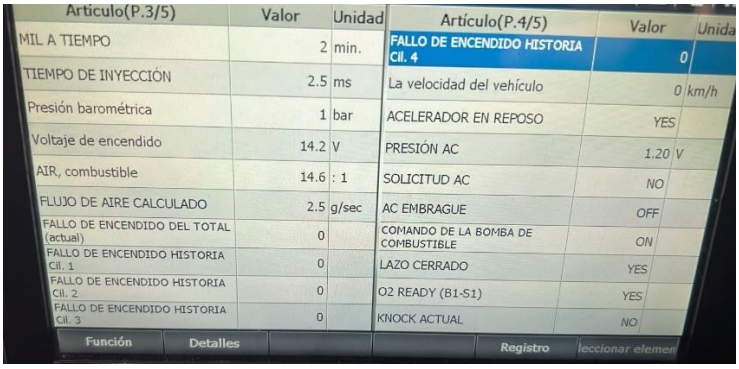
Se realiza la desconexión del sensor CMP, simulando una falla y provocando la aparición de un código de falla (DTC P0340).

Figura 93: DTC CMP



Código generado al desconectar el sensor CMP. Fuente: Autores

Figura 94: Datos con fallo del inyector



Fuente: Autores

Se observa como el tiempo de inyección sufre un pequeño aumento cuando se genera este código.

Condiciones para establecer el DTC

1. Vehículo encendido.
2. El sensor no funciona correctamente.
3. Presencia de cortocircuitos.
4. Contactos o terminales en mal estado.
5. Rueda fónica en mal estado o instalación incorrecta.

Verificación

1. Encienda el vehículo, y con la ayuda de un escáner verifique la no presencia de los DTC's, P0201, P0202, P0203 o P0204.

Pruebas

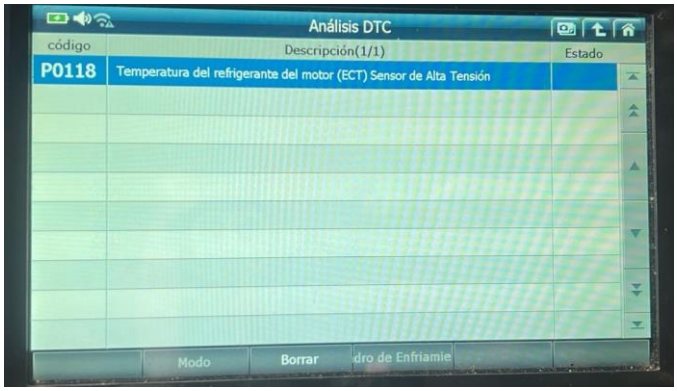
1. Switch en la posición de OFF, desconecte el sensor.
2. Con un multímetro y el vehículo en contacto, revise el valor de la alimentación del sensor. Si el voltaje es menor al de batería, revise si existe un cortocircuito a tierra.
3. Con el switch en OFF, conecte un multímetro en el pin de señal.

4. Llaves en KOEO, verifique que el valor de la alimentación se encuentre entorno a los 4.5 - 5V. Si el voltaje es menor a estos valores, verifique si existe un cortocircuito en la señal. Si las pruebas en este circuito no presentan ninguna novedad, reemplace la computadora. Si el voltaje supera el valor de 5.2V verifique si existe un cortocircuito en el circuito de la señal. Si las pruebas son correctas, reemplace la ECM.
5. Si todas las pruebas realizadas se encuentran correctas, reemplace el sensor.

Sensor ECT

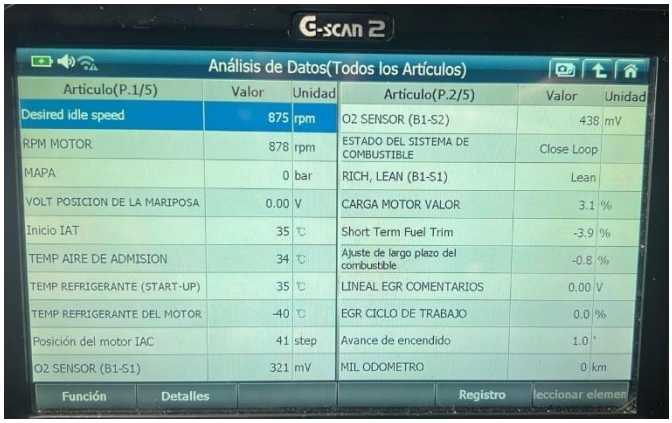
Se realiza la desconexión del sensor ECT, simulando una falla y provocando la aparición de un código de falla (DTC P0118).

Figura 95: DTC del sensor ECT



Código generado al desconectar el sensor ECT. Fuente: Autores

Figura 96: Datos con falla del sensor ECT



Datos con el sensor ECT desconectado. Fuente: Autores

Condiciones para establecer el DTC

1. Vehículo en funcionamiento durante más de 2 minutos.
2. La computadora detecta que el sensor ECT está a menos de -38°C durante 4 segundos.

Verificación

1. Motor en funcionamiento, con la ayuda de un escáner verifique que los DTC's P0117 y P0118 no se activen.
2. Maneje el vehículo en las condiciones necesarias para activar el código y posteriormente verificar que no se active.

Pruebas

1. Con el Switch en la posición de OFF, desconecte el sensor.
2. Mantenga el motor apagado, verifique si la resistencia entre el pin B y la masa es inferior a 5Ω. Si supera el rango especificado, examine el circuito de señal para identificar posibles cortocircuitos con la tensión o resistencias abiertas/altas. En caso de que las pruebas en el circuito no presenten ninguna novedad, sustituya la computadora.

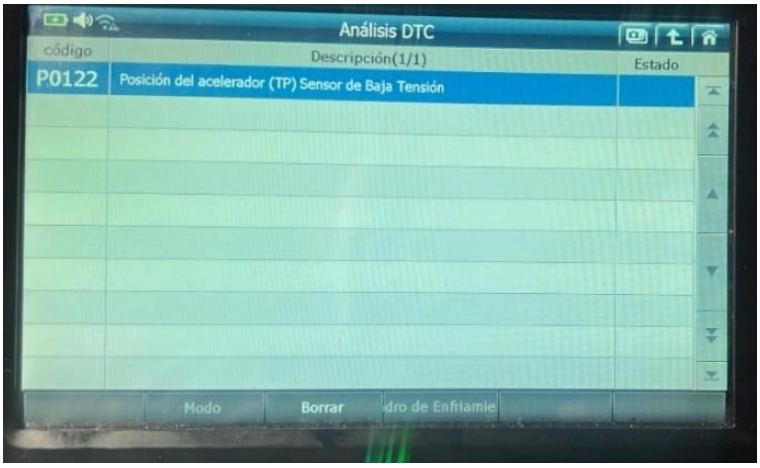
3. Con las llaves en la posición KOEO, verifique en el escáner que la temperatura marque -40°C. Si excede el rango especificado, examine el circuito de señal en busca de posibles cortocircuitos a tierra. Si la prueba del circuito no presenta ninguna novedad, reemplace la computadora.

   NOTA: En caso de que el circuito de señal se encuentra cortocircuitado a tensión, es posible que el sensor se encuentre defectuoso.
4. Si todas las pruebas no presentan ningún fallo, pruebe o reemplace el sensor.

Sensor TPS

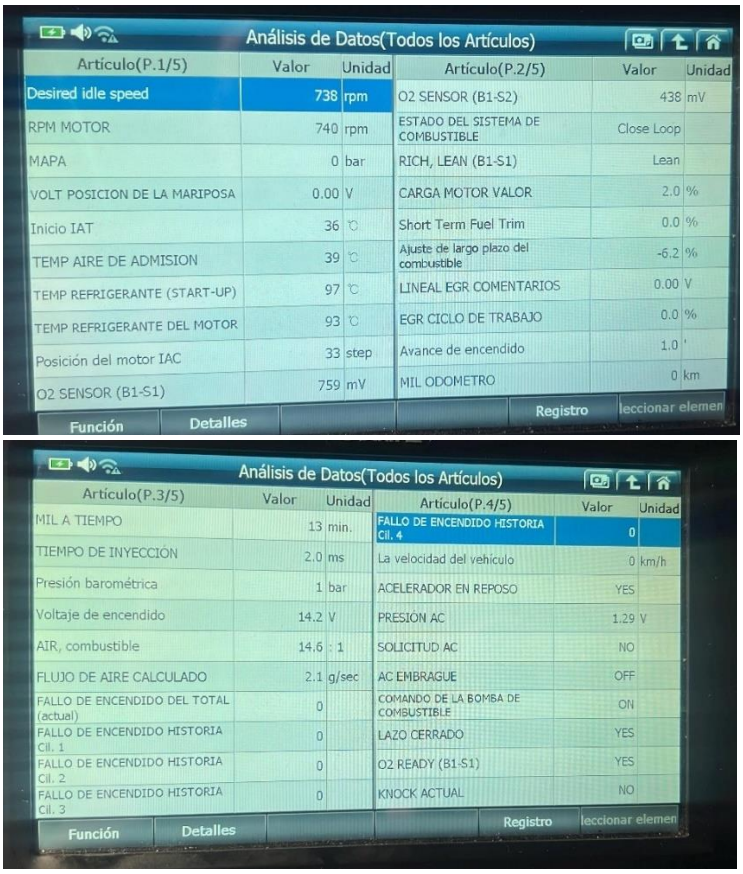
Se realiza la desconexión del sensor TPS, simulando una falla y provocando la aparición de un código de falla (DTC P0122).

Figura 97: DTC TPS



Código generado con el sensor TPS desconectado. Fuente: Autores

Figura 98: Datos con falla del TPS



Se observa una variación en el tiempo de inyección. Fuente: Autores

Condiciones para establecer el DTC

1. Llaves en KOEO o con vehículo en funcionamiento.
2. La computadora notifica que la tensión es inferior a 0,3 voltios, en un periodo de tiempo de 2,5 segundos.

Verificación

1. Llave en KOEO, compruebe el valor de voltaje de señal se sitúe entre los 0,4 y 4,5V mientras se acciona paulatinamente el pedal del acelerador hasta llegar a su tope de accionamiento.
2. Llave en KOEO, comprobamos que los DTC's P0122 o P0123 no se activen mientras realizamos la prueba con el acelerador. Consta de dos pruebas; La primera consiste

en pisar el acelerador de una manera rápida y repetitivamente y soltarlo. La segunda prueba consiste en accionar de forma lenta el pedal y soltarlo lentamente.

3. Maneje el vehículo y verifique que no se activen los DTC's.

Pruebas

1. Switch en la posición OFF, desconecte el sensor.
2. Con el encendido desconectado, verifique si la resistencia entre el pin de referencia baja y la tierra es inferior a 5Ω. Si excede el rango especificado, realice pruebas en el circuito de referencia baja para identificar posibles cortocircuitos con el voltaje de referencia o posibles resistencias abiertas/altas. En caso de que las pruebas en el circuito no presenten ninguna novedad, reemplace la computadora.
3. Llaves en KOEO, use un multímetro y lea valores de 4.8 hasta 5.2V entre el pin 1 del circuito de alimentación y masa. En caso de que obtener un valor por debajo de los 4.8V compruebe el circuito no presente un cortocircuito a masa o exista resistencias abiertas/altas. Si la prueba no presenta ninguna novedad, reemplace la computadora. En caso de que el valor sea mayor a 5.2V, compruebe que no exista cortocircuito en la alimentación. Si las pruebas no presenten alguna novedad, sustituya la computadora.
4. Llaves en KOEO, utilice un escáner y observe que el voltaje de señal sea inferior a 0,3 voltios o inferior al 5 por ciento. En caso de superar dichos valores, compruebe en el circuito de señal que no exista un cortocircuito. Si las pruebas no presentan ninguna novedad, reemplace la computadora.
5. Si todas las pruebas en los circuitos funcionan correctamente, reemplace la computadora.

Fusible del inyector

Verificación

1. Poner el multímetro en la opción de continuidad, colocar las puntas en los extremos del fusible, debe existir continuidad, en caso de no existir, cambiar el fusible.

2. Con el switch en la posición de OFF y el fusible extraído, verificamos el voltaje de entrada en la fusilera, el cual nos debe dar un voltaje de batería.
3. El voltaje de salida nos debe dar un voltaje de tierra
4. Con el Switch en la posición de ON y el fusible instalado, los voltajes de entrada y de salida deben ser el mismo voltaje de batería, esto nos indica que el fusible se encuentra en buen estado.

CAPÍTULO VI
VALIDACIÓN DE DATOS

En este capítulo se procede a la validez de los datos adquiridos de los sensores TPS, IAT, ECT, MAP y CKP del vehículo. Se realiza una comparación con valores de funcionamiento de otros fabricantes.

6.1. Validación del sensor TPS

Figura 99: Datos sensor TPS, Spark

Angulo de la mariposa (°)	Abertura de la mariposa (Fracción)	Voltaje (V)
0	0	0.60 V
21	1/4	1.58 V
42	2/4	2.57 V
63	3/4	3.55 V
84	4/4	4.54 V

Valores de voltaje del Chevrolet Spark. Fuente: (Romero Freire, 2013)

Tabla 33: Comparación de datos del TPS

SENSOR TPS		
VEHÍCULO	**ABERTURA DE LA MARIPOSA (%)**	**VOLTAJE DE SEÑAL (V)**
CHEVROLET OPTRA	0	0.524
	50	2.484
	100	4.46
CHEVROLET SPARK	0	0.6
	50	2.57
	100	4.54

Fuente: Autores

Por medio de los datos de la tabla, se puede realizar una comparación de los voltajes del sensor TPS del Spark cuando se acciona el pedal al 0, 50 y 100 por ciento, los cuales son muy similares a los voltajes del vehículo Chevrolet Optra.

6.2. Validación del sensor IAT

Figura 100: Datos sensor IAT, Sail

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

Tabulación de parámetros del Chevrolet Sail. Fuente: (Obregón Santana, 2016)

Tabla 34: Comparación de datos del IAT

SENSOR IAT		
VEHÍCULO	**TEMPERATURA (°C)**	**VOLTAJE DE SEÑAL (V)**
CHEVROLET OPTRA	25	3.308
	30	3.301
	45	2.125
CHEVROLET SAIL	25	3.69
	30	3.62
	45	2.23

Fuente: Autores

Según los valores adquiridos por el autor, se puede verificar, que ambos sensores en los rangos de 25 a 45 grados centígrados, los voltajes con los que trabajan se encuentran entre los 3.6 y 2.2 voltios respectivamente, en ambos vehículos.

6.3. Validación del sensor ECT

Figura 101: Datos sensor ECT, Cruze

Temperature Versus Resistance (ECT)

°C	°F	OHMS
Temperature vs Resistance Values (Approximate)		
140	284	50
126	258	75
116	240	100
108	226	120
99	210	160
92	197	200
84	183	250
78	172	300
69	156	400
63	145	500
58	136	600
51	123	750
47	116	900
39	102	1200
33	91	1500
29	84	1800
24	75	2250
19	66	2800

Valores del sensor en función de la temperatura. Fuente: Manual del vehículo

Tabla 35: Comparación de datos del ECT

SENSOR ECT		
VEHÍCULO	**TEMPERATURA (°C)**	**RESISTENCIA (KΩ)**
CHEVROLET OPTRA	20	3.52
	50	0.973
	90	0.241
CHEVROLET CRUZE	19	2.8
	51	0.750
	92	0.2

Fuente: Autores

A medida que la temperatura aumenta, ambos sensores reducen el valor de su resistencia, hasta que llegan a alcanzar una temperatura de 90 grados centígrados, donde el valor de ambas resistencias de ambos sensores a esa temperatura funciona en un rango próximo a los 0.2 KΩ.

6.4. Validación del sensor MAP

Figura 102: Datos sensor MAP, Rio

Pressure[kPa]	20	35	60	95	107
Voltage [V]	0.789 ± 0.045	1.382 ± 0.045	2.369 ± 0.045	3.75 ± 0.045	4.224 ± 0.045

Tabulación de parámetros del Kia Rio. Fuente: Manual del vehículo

Tabla 36: Comparación de datos del MAP

SENSOR MAP		
VEHÍCULO	**VOLTAJE (V)**	**PRESIÓN (KPa)**
CHEVROLET OPTRA	0.951	27
	1.642	50
	4.102	104
KIA RIO	0.789	20
	2.369	60
	4.224	107

Fuente: Autores

En ambos sensores los voltajes de funcionamiento para presiones que se encuentre en un rango de 20 KPa y 107 KPa, trabajan con un voltaje de señal entre 0.7 y 4.2 voltios respectivamente.

6.5. Validación del sensor CKP

Tabla 37: Comparación de datos del CKP

SENSOR CKP		
VEHÍCULO	**RPM**	**FRECUENCIA**
CHEVROLET OPTRA	Ralentí	804.8 Hz
	2000	2.189 KHz
	4000	4.285 KHz
VOLKSWAGEN GOL	Ralentí	760 - 780 Hz
	2000	-
	4000	4.3 - 4.4 KHz

Fuente: Autores

Según pruebas realizadas en el sensor CKP por (Andino Manzano & Corrales, 2017), donde obtuvieron los valores de la frecuencia en el vehículo Volkswagen, indica que los valores de frecuencia del Optra tienen un comportamiento muy similar en relación con las revoluciones del motor.

CONCLUSIONES

- En base a la información técnica y electrónica del manual del vehículo de versiones anteriores y equipadas con el motor T18SED (segunda familia) proporciona información sobre el tipo de inyección del vehículo. Dicho esto, se comprobó por medio del uso del osciloscopio y oscilogramas de los inyectores, que el tipo de inyección es de igual forma secuencial en el motor F18D3 (tercera familia) instalado en el vehículo del proyecto.
- Por medio de los protocolos de comunicación del OBD II, los cuales hacen posible la comunicación entre el escáner y la ECM, se puede visualizar si existen problemas de funcionamiento de sensores, actuadores o cualquier sistema del vehículo con datos en tiempo real. En caso de existir algún problema electrónico, se acciona la luz de Check Engine. Se concluye que, para realizar el proceso de diagnóstico, hay que tener conocimientos previos y tener precaución en la inspección de sensores, actuadores y de la computadora, ya que una mala manipulación de los instrumentos en el momento de toma de datos en los sensores puede provocar daños en el circuito de los actuadores o daños irreversibles en la ECM, como por ejemplo la quemadura de esta.
- Es necesario el buen funcionamiento del motor para que la dosis de inyección de combustible sea la correcta. Una fuga de vacío que ingrese al motor provoca una mezcla pobre, es decir habrá más oxigeno que combustible, provocando un mal funcionamiento del motor.
- Se enumera los pasos necesarios para utilizar las herramientas de diagnóstico, destinado a las personas que carecen de su uso o práctica. El buen uso de estas herramientas toma mucha importancia debido a que los vehículos actuales poseen demasiada electrónica, mayor cantidad de sensores, por lo que, si se desea realizar un buen diagnóstico, se debe estar capacitado en su uso.
- Por medio de la inspección a sensores, actuadores y la ECM, se obtuvo información sobre los componentes que integran el sistema de inyección y por medio de los datos adquiridos y oscilogramas, el comportamiento y funcionamiento de estos cuando las llaves se encuentran en posición KOEO y en KOER a diferentes revoluciones del

motor. Se concluye que, a altas revoluciones y en arranques en frio, mayor consumo de combustible debido a que se necesita mayor cantidad de combustible por la escasez de oxígeno en la mezcla en este tipo de arranque.

- Con la provocación de fallas al sistema de inyección, se comprobó que las fallas simuladas en el sensor MAP y en el inyector son en los que más aumenta el ancho de pulso de inyección, llegando a tener valor de hasta 7 ms en el caso del sensor MAP, comprobando así la importancia de este sensor.
- Con la adquisición previa de datos y su posterior tabulación, se logró realizar los oscilogramas de los sensores ECT e IAT en función de sus resistencias, los cuales los osciloscopios de la carrera no pueden graficarlos.
- Con la comparación de datos con otros fabricantes o fuentes confiables, se verificó la validez de los datos tomados en el desarrollo del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Dar mantenimiento o calibrar las herramientas automotrices para obtener valores precisos de los parámetros a medir.
- Realizar charlas o capacitaciones a técnicos automotrices, con el objetivo de promover el uso de las herramientas automotrices en el diagnóstico, debido a que un diagnóstico en base a la “experiencia” visual o auditiva, en ocasiones no resulta efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

AEADE. (9 de Febrero de 2022). *Boletín de prensa.* Obtenido de Venta de vehículos: www.aeade.net

Andino Manzano, F. A., & Corrales, P. L. (2017). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para la emulación de las señales generadas por los sensores empleados en el sistema de inyección electrónica automotriz, [Tesis de grado, Universidad Politécnica Nacional].* Obtenido de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19042

Blasco, V. (2014). *Sistema de diagnóstico OBD II.* Recuperado el 28 de Diciembre de 2023, de Academia: https://www.academia.edu/4083577/SISTEMA_DE_DIAGNOSTICO_OBD_II

Carlos, M., & Fredy, P. (2021). *Estudio e implementación de un sistema de inyección electrónica programable para el aumento del rendimiento y disminución de gases de escape contaminantes en un vehículo Suzuki Forsa GA [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].* Obtenido de http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21080

Díaz, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz.* Recuperado el 12 de Diciembre de 2023, de Cotopaxitech: http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95/20

Dillon Guevara, E. X., & Santos Correa, L. A. (2013). *Diagnóstico mecánico y electrónico para el desarrollo del mantenimiento correctivo del vehículo Optra 1.8 T/A [Tesis de grado, ESPE].* Obtenido de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7015

DRC, ESCÁNER AUTOMOTRIZ. (2015). *www.autodata.pe*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2023, de www.autodata.pe: https://www.autodata.pe/analisis-lectura-escaner-automotriz/

García Montero, G. S. (2013). *Elaboración de un manual técnico para el análisis del diagnóstico electrónico de vehículos con sistema OBD-II para el taller AMBAMAZDA S.A. durante el año 2012 [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Chimborazo].* Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2609

Granell , A. (2023). *RO-DES*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2023, de RO-DES: https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-electronico-del-coche-y-tipos-de-averias/

Guacha, W., & Erik, M. (2014). *Diagnóstico automotriz mediante motor virtual [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]*. Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4154

Martínez Coral, J. E., & Robles Morillo, L. F. (2010). *Estudio del comportamiento de las variables de un motor de inyección electrónica respecto a la altura sobre el nivel del mar, [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]*. doi:http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8478

Montero Mejia, C. A., & Paguay Guamán, F. B. (2021). *Estudio e implementación de un sistema de inyección electrónica programable para el aumento del rendimiento y disminución de gases de escape contaminantes en un vehículo Suzuki Forsa GA [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]*. Obtenido de http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21080

Mora Quijano, C. H., Altamirano Bustos, D. S., Guasumba Maila, J. E., & Cabascango Camuendo, C. P. (2022). Características de los sistemas de inyección. Una revisón bibliográfica. doi:10.23857/pc.v7i4.3831

Nava, M. (2014). *www.venelogia.com*. Recuperado el 06 de Diciembre de 2023, de www.venelogia.com: https://www.venelogia.com/archivos/3375/

Obregón Santana, J. G. (2016). *Análisis de waveforms en sensores y actuadores del sistema de control electrónico sobre la inyección de combustible del motor S4A del vehículo Chevrolet Sail, [Tesis de grado, Universidad Internacional del Ecuador]*. Obtenido de http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1444

Padmalingesh, S. K., Narun, S. R., & Annamalai, V. (2021). An overview of electronic fuel injection system. *IJARIIE*. doi:16.0415/IJARIIE-14564

Palacios, E., & Pesántez, J. (2016). *Creación de una base de datos a partir del análisis de las señales de los sensores del motor para la localización de averías que no generan código.* Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13219

Revelo, H. (2022). *Elaboración de una guía del proceso de diagnosis y mantenimiento del sistema de inyección electrónica de un vehículo Audi A4 1.8 T [Tesis de postgrado, Universidad Técnica del Norte].* Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13020

Romero Freire, X. A. (2013). *Diseño e instalación de un módulo de pruebas de inyección electrónica en el vehículo Chevrolet Spark modelo 2005, [Tesis de grado, Universidad Internacional SEK].* Recuperado el 29 de Diciembre de 2023, de https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/939

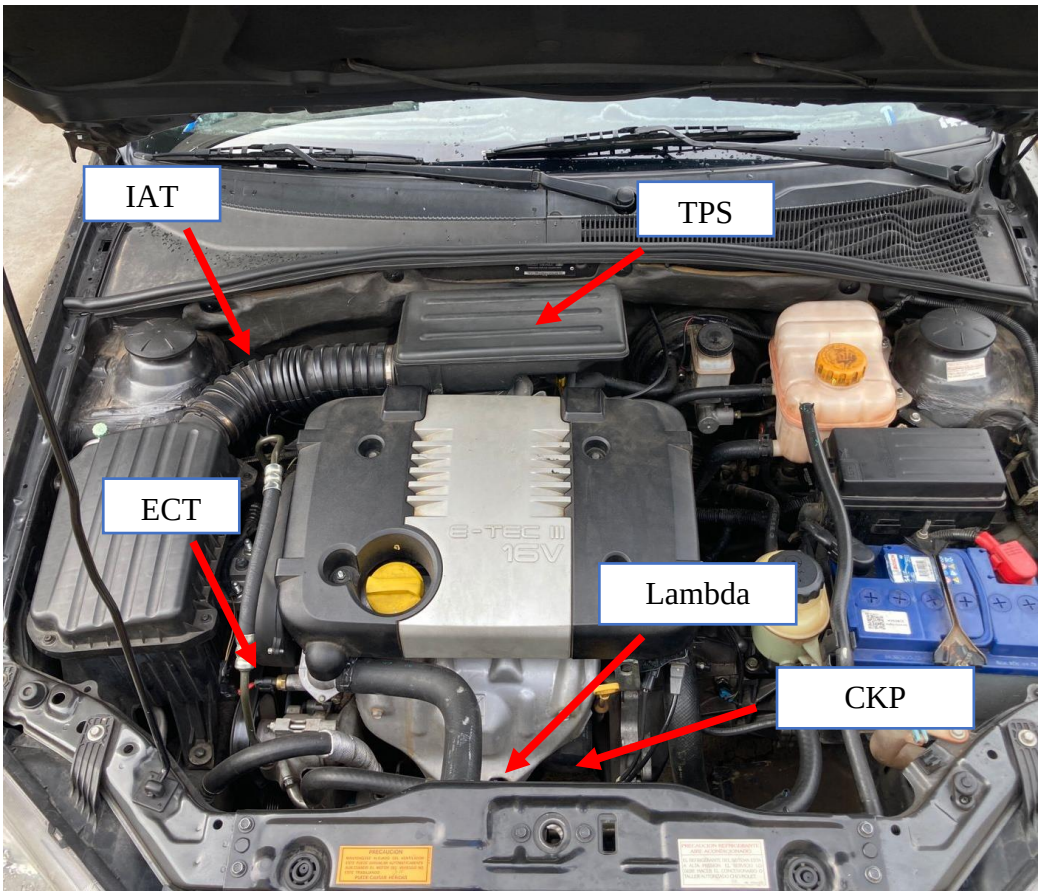
Rosero, M. (2014). *Implementación de un banco de pruebas automatizado para el diagnóstico del motor Optra 1.8 del laboratorio de autotrónica, [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].* Obtenido de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8177

Sánchez , L., Molano, M., Fabela , M., Martínez, M., Hernández, J., Vázquez , D., & Flores, O. (2016). *www.imt.mx.* Recuperado el 14 de Diciembre de 2023, de www.imt.mx: https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt474.pdf

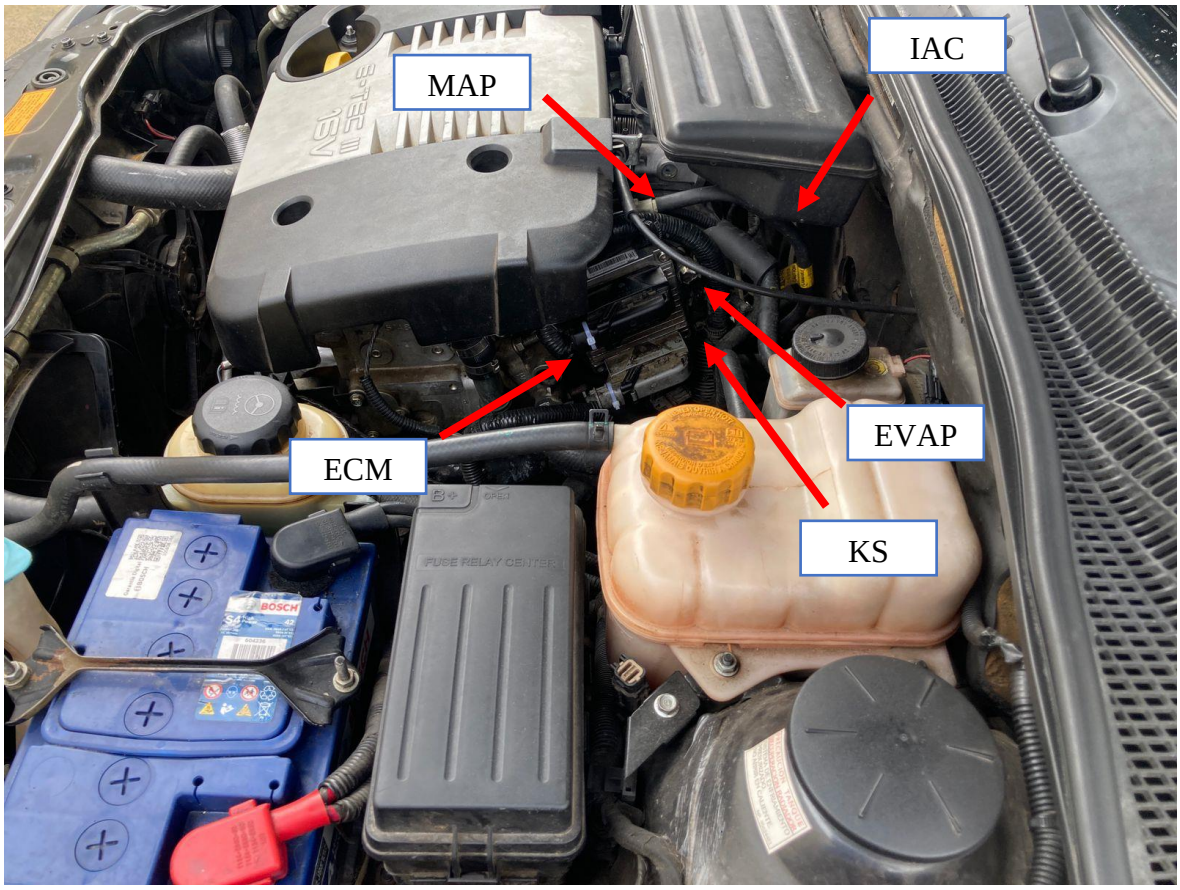
Sandovalin, J. D., Correa, E. D., Guasumba, J. E., & Calero, D. A. (2022). Los sistemas de Inyección Electrónicos y el Control de Gases. *Polo de Conocimiento*. doi:10.23857/pc.v7i4.3828

Torres, J. (2011). *Diseño y construcción de un osciloscopio didáctico para diagnóstico automotriz [Tesis de grado, Universidad del Azuay].* Obtenido de http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6067

ANEXOS



Ubicación de sensores

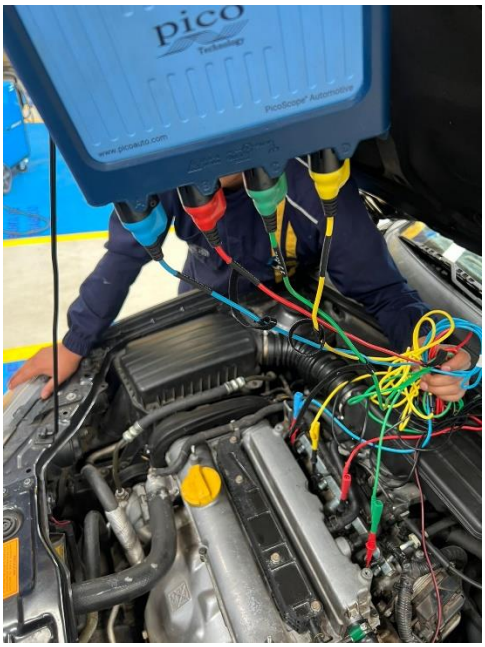


Ubicación de sensores, actuadores y la ECM

Toma de datos del ECT e IAT

Medición de voltaje en el inyector

Medición de resistencia en la bobina



Conexión del osciloscopio para obtener las señales de los inyectores

Señal del sensor CMP

Señal de la válvula IAC

Obtención de valores de resistencia del sensor ECT