



**“Diagnóstico y reparación mecánica del sistema electrónico OBD II del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga”**

Mero López, Víctor Gabriel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz


Trabajo de unidad de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

1 de marzo del 2024

Latacunga

## Reporte de verificación de Contenidos



**Copyleaks**  
Plagiarism report

**tesis mero.docx**

---

### Scan details

Scan time: March 2th, 2024 at 4:22 UTC	Total Pages: 53	Total Words: 13204
---	--------------------	-----------------------

### Plagiarism Detection

**1.8%**

Types of plagiarism		Words
● Identical	1.7%	219
● Minor Changes	0%	0
● Paraphrased	0.1%	10
● Omitted Words	6%	793

### AI Content Detection


**N/A**

Text coverage
● AI text
● Human text

---

### 🔍 Plagiarism Results: (6)

<p>🔗 <b>Diseño y construcción de una máquina automatizada para la fabricación ...</b> <span style="float: right;"><b>0.8%</b></span></p> <p><a href="https://1library-co.translate.google.com/document/yn0n2v0q-dise%C3%B1o-construcci%C3%B3n-m%C3%A1quina-au...">https://1library-co.translate.google.com/document/yn0n2v0q-dise%C3%B1o-construcci%C3%B3n-m%C3%A1quina-au...</a></p> <p>...</p>
<p>🔗 <b>cuestionarios enfriamiento - Trabajos finales - 469 Palabras</b> <span style="float: right;"><b>0.6%</b></span></p> <p><a href="https://www.buenastareas.com/ensayos/cuestionarios-enfriamiento/77440225.html">https://www.buenastareas.com/ensayos/cuestionarios-enfriamiento/77440225.html</a></p> <p>...</p>
<p>🔗 <b>Tesis motocultor-ESPEL-MAI-0698 - PDFCOFFEE.COM</b> <span style="float: right;"><b>0.6%</b></span></p> <p><a href="https://pdfcoffee.com.translate.google.com/tesis-motocultor-espel-mai-0698-3-pdf-free.html?_x_tr_sl=es&amp;_x_tr_tl=e...">https://pdfcoffee.com.translate.google.com/tesis-motocultor-espel-mai-0698-3-pdf-free.html?_x_tr_sl=es&amp;_x_tr_tl=e...</a></p> <p>Guest</p> <p>Email: [email protected] <a href="#">Login</a> <a href="#">Register</a> ...</p>
<p>🔗 <b>Análisis del proceso de selección del personal que ingresa a la Escuela Su...</b> <span style="float: right;"><b>0.6%</b></span></p> <p><a href="https://docplayer.es/233355783-analisis-del-proceso-de-seleccion-del-personal-que-ingresa-a-la-escuela-supe...">https://docplayer.es/233355783-analisis-del-proceso-de-seleccion-del-personal-que-ingresa-a-la-escuela-supe...</a></p> <p><a href="#">Iniciar la sesión</a> ...</p>




Ing. Jácome Guayará, Fausto Andrés, Mtr.

C.C.:1717579609

---


Certified by



About this report

[help.copyleaks.com](https://help.copyleaks.com)

[copyleaks.com](https://copyleaks.com)



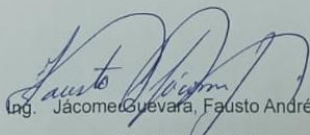


Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

### Certificación

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular "Diagnóstico y reparación mecánica del sistema electrónico OBD II del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga". Fue realizada por el señor estudiante **Mero López, Víctor Gabriel**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se sustente públicamente.

Latacunga, 01 marzo de 2024

  
Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.  
CC.: 1716579609



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Mero López, Víctor Gabriel**, con cédula de ciudadanía No: 0704310010, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular: **"Diagnóstico y reparación mecánica del sistema electrónico OBD II del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga"**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 01 de marzo del 2024

Mero López, Víctor Gabriel

CC: 0704310010

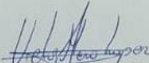


Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

### Autorización de Publicación

Yo, **Mero López, Víctor Gabriel** con cédula de ciudadanía N.- 0704310010 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de integración curricular: **"Diagnóstico y reparación mecánica del sistema electrónico OBD II del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga"**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 01 de marzo del 2024

  
Mero López, Víctor Gabriel

CC: 0704310010

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios.

Por la vida y sus bendiciones que me han ayudado llegar en donde estoy.

A mi esposa e hija.

Por ser ese apoyo incondicional e inigualable en cualquier momento, que sin importar la distancia siempre cuento con ella.

A mis padres.

Que me han demostrado su gran amor y ser perseverantes en la vida.

A mis docentes.

Por todos sus conocimientos impartidos en las aulas y poder llegar a cumplir una meta más en mi carrera profesional.

**Gabriel**

### **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por todas sus bendiciones, una de ellas es permitirme cumplir un meta más en la Universidad de las Fuerzas Armadas, el culminar con la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz. Agradezco a mis padres por enseñarme buenos valores entre esos la perseverancia. Y a mi esposa por motivarte en mis metas y por su apoyo en cualquier momento.

**Gabriel**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>Caratula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de Contenidos .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de Autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de Publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de contenidos .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>13</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo I: Definición del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>16</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>18</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>18</b>
<b>Alcance... ..</b>	<b>19</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivo General.....</i></b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivos Específicos .....</i></b>	<b>20</b>
<b>Capítulo II:Marco Teórico .....</b>	<b>21</b>



<b>Sistema de Alimentación de Combustible .....</b>	<b>21</b>
<i>Filtro de aire.....</i>	<i>22</i>
<i>Válvula de Mariposa.....</i>	<i>23</i>
<i>Colector de admisión.....</i>	<i>24</i>
<b>Tipos de Alimentación.....</b>	<b>25</b>
<i>Componentes del Sistema de Alimentación.....</i>	<i>25</i>
<i>Tipos de Inyección por la Dirección .....</i>	<i>28</i>
<i>Tipos de inyección por el número de inyectores .....</i>	<i>29</i>
<i>Por el tipo de Inyección .....</i>	<i>30</i>
<i>Por su funcionamiento.....</i>	<i>32</i>
<b>Sistemas de Autodiagnóstico .....</b>	<b>32</b>
<i>Sistemas OBD .....</i>	<i>33</i>
<i>Sistema OBD- I .....</i>	<i>34</i>
<b>Sistema OBD- II.....</b>	<b>37</b>
<b>Herramientas de Diagnóstico Electrónico .....</b>	<b>40</b>
<i>Multímetro Automotriz .....</i>	<i>40</i>
<i>Scanner Automotriz .....</i>	<i>41</i>
<i>Osciloscopio Automotriz .....</i>	<i>42</i>
<b>Sensores y Actuadores .....</b>	<b>43</b>
<i>Sensores .....</i>	<i>46</i>
<i>Actuadores. ....</i>	<i>52</i>

<b>Capítulo III: Diagnóstico y reparación del vehículo Chevrolet Optra .....</b>	<b>58</b>
<b>Diagnóstico.....</b>	<b>58</b>
<b>Luz MIL... ..</b>	<b>58</b>
<b>Uso del Scanner Automotriz.....</b>	<b>59</b>
<b>Uso del Analizador de Gases.....</b>	<b>62</b>
<b>Falla y corrección del sensor TPS.....</b>	<b>63</b>
<b>Falla y Corrección en la señal del sensor MAP .....</b>	<b>65</b>
<b>Falla y Corrección en el Sensor CMP.....</b>	<b>67</b>
<b>Pruebas de Funcionamiento.....</b>	<b>71</b>
<b>Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>73</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>73</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Alimentación de Combustible</i> .....	21
<b>Figura 2</b> <i>Filtro de aire</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Mariposa de aceleración</i> .....	24
<b>Figura 4</b> <i>Colector de admisión</i> .....	25
<b>Figura 5</b> <i>Tanque de combustible</i> .....	26
<b>Figura 6</b> <i>Bomba de combustible</i> .....	27
<b>Figura 7</b> <i>Filtro de combustible</i> .....	27
<b>Figura 8</b> <i>Inyectores</i> .....	28
<b>Figura 9</b> <i>Inyección directa</i> .....	28
<b>Figura 10</b> <i>Inyección indirecta</i> .....	29
<b>Figura 11</b> <i>Inyección Monopunto</i> .....	29
<b>Figura 12</b> <i>Inyección Multipunto</i> .....	30
<b>Figura 13</b> <i>Tipos de Inyección</i> .....	31
<b>Figura 14</b> <i>Luz de alerta</i> .....	33
<b>Figura 15</b> <i>Conector OBD- 1</i> .....	35
<b>Figura 16</b> <i>Configuración OBD- II</i> .....	38
<b>Figura 17</b> <i>Codificación del sistema OBD- II</i> .....	40
<b>Figura 18</b> <i>Multímetro automotriz</i> .....	41
<b>Figura 19</b> <i>Scanner Automotriz</i> .....	42
<b>Figura 20</b> <i>Osciloscopio Automotriz</i> .....	43
<b>Figura 21</b> <i>Sensores y actuadores de un sistema de inyección</i> .....	45
<b>Figura 22</b> <i>Tipos de sensores CKP</i> .....	46
<b>Figura 23</b> <i>Sonda Lambda</i> .....	48
<b>Figura 24</b> <i>Sensor de temperatura del motor</i> .....	49
<b>Figura 25</b> <i>Sensor TPS</i> .....	50

<b>Figura 26</b> <i>Sensor MAP</i> .....	51
<b>Figura 27</b> <i>Sensor de temperatura del aire</i> .....	52
<b>Figura 28</b> <i>Bobina de alta tensión</i> .....	53
<b>Figura 29</b> <i>Bomba de combustible</i> .....	54
<b>Figura 30</b> <i>Inyector de combustible</i> .....	55
<b>Figura 31</b> <i>Luz MIL</i> .....	56
<b>Figura 32</b> <i>Válvula IAC</i> .....	57
<b>Figura 33</b> <i>Luz MIL encendida</i> .....	59
<b>Figura 34</b> <i>Gscan-2</i> .....	60
<b>Figura 35</b> <i>Ubicación de conector OBD-II</i> .....	60
<b>Figura 36</b> <i>Selección del vehículo</i> .....	61
<b>Figura 37</b> <i>Prueba de diagnóstico mediante analizador de gases</i> .....	62
<b>Figura 38</b> <i>Norma técnica de revisión de emisiones</i> .....	63
<b>Figura 39</b> <i>TPS cableado de coexistencia roto</i> .....	64
<b>Figura 40</b> <i>Reemplazo de socket sensor TPS</i> .....	65
<b>Figura 41</b> <i>Falla en el voltage de señal sensor MAP</i> .....	66
<b>Figura 42</b> <i>Reemplazo sensor MAP</i> .....	66
<b>Figura 43</b> <i>Pruebas del sensor MAP reemplazado</i> .....	67
<b>Figura 44</b> <i>Prueba de Transistores</i> .....	68
<b>Figura 45</b> <i>Prueba de transistor CMP puntas cambiadas</i> .....	68
<b>Figura 46</b> <i>Comprobación del funcionamiento del sensor CMP</i> .....	69
<b>Figura 47</b> <i>Limpieza y reparación UCE</i> .....	70
<b>Figura 48</b> <i>Montaje de la Unidad de Control Electrónico</i> .....	70
<b>Figura 49</b> <i>Scanner sin códigos de falla</i> .....	71

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Códigos de falla ODB-1</i> .....	36
<b>Tabla 2</b> <i>Datos obtenidos del análisis de gases</i> .....	63
<b>Tabla 3</b> <i>Análisis de gases posterior a la reparación</i> .....	72

## Resumen

El proyecto de integración curricular se centra en el diagnóstico y la reparación del sistema OBD II del motor de combustión interna del Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, ubicado en el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga. Durante el proceso, se detectaron varios problemas mediante la extracción de códigos DTC, lo que condujo a la realización de ensayos de prueba y error utilizando herramientas electrónicas de diagnóstico como el multímetro automotriz, scanner, osciloscopio y analizador de gases. Las reparaciones abarcaron desde la corrección de conexiones en la unidad de control electrónico hasta el reemplazo de sensores como el MAP y CMP, además de la restauración completa del cableado que enlaza con la unidad de control electrónico. Estas acciones se llevaron a cabo con precisión y meticulosidad para restablecer el óptimo funcionamiento del sistema OBD II, asegurando así el rendimiento adecuado del vehículo. El proyecto demandó un análisis minucioso de los problemas identificados y una ejecución cuidadosa de las soluciones propuestas. La metodología sistemática empleada refleja la rigurosidad y el compromiso técnico necesarios en el campo automotriz. Además, esta experiencia proporcionó a los estudiantes una oportunidad invaluable para aplicar sus conocimientos teóricos en un entorno práctico y para desarrollar habilidades de resolución de problemas en situaciones del mundo real. La colaboración entre docentes, estudiantes y personal técnico también fue fundamental para el éxito del proyecto, destacando la importancia del trabajo en equipo y la comunicación efectiva en la industria automotriz. En resumen, este proyecto no solo contribuyó al aprendizaje integral de los estudiantes, sino que también demostró el compromiso de la institución con la excelencia académica y la formación de profesionales competentes en el área de la tecnología automotriz.

*Palabras clave:* Unidad de control electrónico, Optra, Chevrolet, sensores electrónicos, actuadores mecánicos, herramientas de diagnóstico.

### **Abstract**

The curriculum integration project focuses on the diagnosis and repair of the OBD II system of the 2007 Chevrolet Optra 1.8L internal combustion engine, located in the Autotronics laboratory of the University of the Armed Forces ESPE, Latacunga branch. During the process, several problems were detected by extracting DTC codes, which led to trial and error tests using electronic diagnostic tools such as the automotive multimeter, scanner, oscilloscope and gas analyser. The repairs ranged from correcting connections in the electronic control unit to replacing sensors such as MAP and CMP, in addition to the complete restoration of the wiring that links to the electronic control unit. These actions were carried out with precision and meticulousness to restore the OBD II system to optimum operation, thus ensuring the proper performance of the vehicle. The project required a thorough analysis of the problems identified and careful implementation of the proposed solutions. The systematic methodology employed reflects the rigorousness and technical commitment required in the automotive field. In addition, this experience provided students with an invaluable opportunity to apply their theoretical knowledge in a practical environment and to develop problem-solving skills in real-world situations. The collaboration between teachers, students and technical staff was also fundamental to the success of the project, highlighting the importance of teamwork and effective communication in the automotive industry. In summary, this project not only contributed to the students' holistic learning, but also demonstrated the institution's commitment to academic excellence and the training of competent professionals in the area of automotive technology.

*Keywords:* Electronic control unit, Optra, Chevrolet, electronic sensors, mechanical actuators, diagnostic tools.

## Capítulo I

### Definición del problema

#### Antecedentes

El objetivo principal de este proyecto consiste en la restauración del sistema electrónico OBDII del motor de combustión interna del Chevrolet Optra 2007, que cuenta con un motor de 1.8L. En el ámbito de los motores a gasolina, la optimización de la mezcla de aire y combustible ha sido una búsqueda constante para lograr la máxima eficiencia con el menor consumo posible. A lo largo del tiempo, los sistemas de suministro de combustible han experimentado una evolución continua, reduciendo el consumo de combustible a la par que se ha mejorado la potencia y eficiencia del motor. Este avance se ha visto reflejado desde los primitivos sistemas de carburación hasta la llegada de los sistemas de alimentación electrónica que han marcado un hito en la industria automotriz.

Los aspectos más importantes en el sistema de control de motores de combustión interna alternativos se los determina revisando la historia de los sistemas y acciones desde los primeros procedimientos, tanto para motores de encendido por compresión (mec), como para los motores de encendido provocado (mep) y su evolución juntamente con los actuadores (Guxxela, 2010).

Debido a la continua evolución de los vehículos, el sistema mecánico de alimentación de aire-combustible en los motores a gasolina, es decir, el carburador ha quedado obsoleto para la utilización de los nuevos motores en lo que se refiere a contaminación del aire, economía del combustible, potencia y respuestas rápidas en las aceleraciones. Los inyectores tienen por objetivo hacer llegar a cada cilindro el combustible exactamente necesario para cumplir las necesidades del motor en cada instante. Para tal fin se registra el mayor número posible de datos importantes para la dosificación del combustible. Pero como el estado de



servicio del motor suele variar rápidamente, resulta decisiva una rápida adaptación del caudal del combustible a la situación de marcha del momento. (Yerera, y otros, 2017)

El conocimiento de los parámetros de funcionamiento de un motor conllevan al gasto, régimen, presión, temperatura, etc., son obtenidos mediante sensores de los que se analizará sus características y función, al igual que las estrategias para situaciones específicas como el arranque del motor el régimen de ralentí y sus estrategias de diagnóstico; la importancia de conocer la evolución del sistema de control está enfocada a revisar el camino que han llevado las nuevas tecnologías aplicadas en aspectos de seguridad, desempeño, costos, reducción de consumo, reducción de emisiones; la revolución de la electrónica ha cambiado la manera de controlar los parámetros de funcionamiento (Van Basshunyesen, 2004).

Los motores de combustión interna alternativos son productores de gases tóxicos enviados al medio ambiente por la fuente de energía que utilizan para su funcionamiento, que es la combustión de un hidrocarburo a base de petróleo; la reducción de estos gases ha hecho que existan normas gubernamentales a tomar en cuenta para el desarrollo de tecnologías. El principal propósito en la actualidad ya no es el encontrar el motor con mayor potencia, únicamente, sino que también se ha implementado la restricción de la contaminación que debe tener el motor, debe regirse por estas normas, mejorando así el consumo y la contaminación por la combustión del carburante con base en estas normas y en la importancia del sistema de control, ya que éste es el principal componente para regir estos parámetros (Conesa, 2011).

El propósito de este proyecto es restablecer el sistema de alimentación de combustible y el autodiagnóstico del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L. Actualmente, estos sistemas no se encuentran en óptimas condiciones, lo que obstaculiza el desarrollo apropiado de prácticas y experimentación en el campo de la autotrónica.

## **Planteamiento del problema**

En el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Sede Latacunga, se realizan clases de diagnóstico y reparación de los sistemas electrónicos del vehículo, así también se desarrollan experimentos e investigaciones en nuevas tecnologías automotrices. Debido a los diferentes experimentos desarrollados en los equipos y vehículos que se encuentran en el laboratorio algunos vehículos, como el Chevrolet Optra 1.8L se encuentran en malas condiciones que impiden y limitan el desarrollo normal de las clases y de la experimentación. Por lo que es necesario realizar un análisis y determinar fallas que no permiten el buen funcionamiento del sistema electrónico OBD II, determinados problemas en el cableado, fallas en la Unidad Control Electrónico, y componentes tales como sensores y actuadores.

## **Justificación**

El laboratorio de Autotrónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ubicado en la sede de Latacunga, representa un pilar fundamental para la formación integral de futuros profesionales especializados en el diagnóstico y la reparación de sistemas electrónicos automotrices. En este contexto, la corrección de las problemáticas existentes en el vehículo Chevrolet Optra 1.8L es un paso crucial para potenciar y enriquecer el proceso educativo de los estudiantes.

Las dificultades técnicas que aquejan al Chevrolet Optra 1.8L están comprometiendo la efectividad del aprendizaje en el laboratorio de Autotrónica. La resolución de estas limitaciones no solo impactará de manera positiva en la calidad de la enseñanza, sino que también abrirá nuevas oportunidades para el desarrollo de habilidades técnicas y la adquisición de conocimientos prácticos por parte de los alumnos.

Asimismo, la capacidad de llevar a cabo investigaciones y experimentos en torno a las innovaciones tecnológicas en el ámbito automotriz se encuentra obstaculizada por las

deficiencias presentes en este vehículo. La corrección de estos problemas no solo revitalizará el entorno de aprendizaje, sino que también facilitará el avance y la exploración en el campo del estudio e investigación de las tecnologías emergentes en la industria automotriz.

En consecuencia, la reparación y mejora del Chevrolet Optra 1.8L no solamente garantizará un ambiente educativo más enriquecedor y efectivo para los estudiantes, sino que también potenciará la capacidad del laboratorio de Autotrónica como un espacio de vanguardia para la exploración, experimentación e innovación en el amplio espectro de las nuevas tecnologías automotrices. Esta mejora fortalecerá no solo el proceso educativo, sino también el desarrollo de soluciones innovadoras que impacten positivamente en la industria automotriz en constante evolución.

### **Alcance**

Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de las fallas presentes en el sistema electrónico OBD II del vehículo Chevrolet Optra 1.8L. Esto implicará la identificación y documentación detallada de los problemas existentes en el cableado, Unidad de Control Electrónico (ECU), sensores y actuadores que afectan el funcionamiento del sistema.

Se realizarán las acciones necesarias para resolver las dificultades identificadas en el vehículo. Esto incluirá la reparación del cableado defectuoso, la revisión y posible sustitución de la Unidad de Control Electrónico, así como el diagnóstico y ajuste de los sensores y actuadores afectados. El objetivo es restaurar el motor a un estado operativo óptimo para su uso en el laboratorio.

Una vez realizadas las reparaciones correspondientes, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas y verificaciones para asegurar el correcto funcionamiento del sistema electrónico OBD II del Chevrolet Optra 1.8L. Esto involucra la realización de pruebas de diagnóstico y

comprobaciones para garantizar que todas las funciones y componentes estén operando correctamente.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Diagnosticar y reparar el sistema electrónico OBD II del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 1.8L.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar información referente al sistema electrónico OBD II del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L.
- Diagnosticar y reparar la unidad de control electrónico OBD II de vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L. En referencia a los datos técnicos del fabricante.
- Revisar y repotenciar el cableado y sensores del sistema electrónico OBD II del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L en referencia a los datos técnicos del fabricante.
- Realizar el escaneado del motor y verificar que no existan códigos de detección de falla.

## Capítulo II

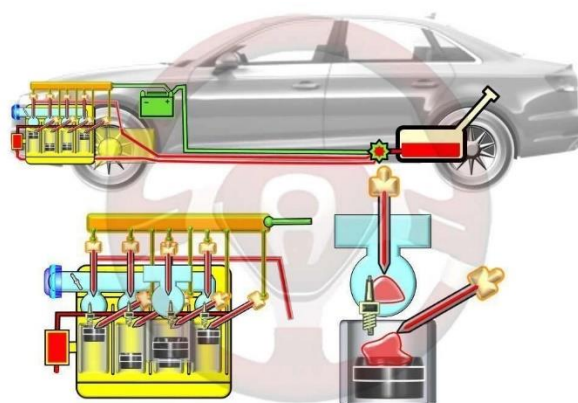
### Marco teórico

#### Sistema de Alimentación de Combustible

Los vehículos han experimentado notables transformaciones desde el advenimiento del primer automóvil. A pesar de estos cambios, la esencia de su función en términos de motor ha mantenido una continuidad fundamental. En este sentido, el sistema de flujo de combustible sigue operando según principios fundamentales, destacándose el carburador y sistema de inyección electrónica como componentes centrales en los motores convencionales. El sistema de combustible de los motores convencionales, desempeñando un papel crucial al facilitar la formación de la mezcla aire-combustible que propicia la combustión. Su tarea es atomizar y vaporizar la gasolina, logrando una mezcla homogénea con el aire admitido en el motor. Esta mezcla se ajusta a las proporciones adecuadas, permitiendo la ejecución eficiente de diversas funciones como el arranque, la marcha en ralentí, la aceleración y la generación de la potencia necesaria. Estas operaciones se llevan a cabo de manera óptima, adaptándose a los diferentes regímenes de operación y velocidades variadas alcanzadas por el motor (Montero & Paguay, 2021)

#### Figura 1

*Alimentación de combustible*



*Nota. Esquema básico circuito de alimentación (TECNOLOGÍA DEL AUTOMÓVIL, 2024)*

El sistema de alimentación de aire es el encargado de coger el aire de la atmósfera y conducirlo hasta el cilindro. La base de cualquier motor térmico, y en este caso, del motor de combustión interna alternativo de 4 tiempos a pistón, es la de mezclar el aire exterior con el combustible, para que el oxígeno existente del aire reaccione con el combustible. Por lo tanto, el objetivo del sistema es el de llenar lo máximo posible los cilindros, para así quemar más combustible. Por esto, este sistema es muy simple y muy poco extendido, pero es realmente importante. La estructura de este sistema es realmente importante, esto es debido a que la configuración de este sistema puede afectar mucho al rendimiento y a la potencia del motor. La alimentación del aire está regulada básicamente por los siguientes dispositivos (Martinez Villegas, 2007).

- Filtro de aire
- Válvula de mariposa
- Colector de admisión

### ***Filtro de aire***

El filtro de aire es el encargado de limpiar el aire que proviene del exterior quitándole todas las impurezas que pueda haber en la atmósfera (polvo, arena, etc.). El filtro de aire consta de una lámina generalmente fabricada de papel que deja pasar el aire, pero no las partículas líquidas y sólidas. Con esto conseguimos que al motor solo le llegue aire puro, y de esta manera conseguiremos un funcionamiento del motor más limpio, duradero y factible.

Cuando el motor aspira el aire de la atmósfera, ese aire que entra directamente de un tubo que proviene del exterior, pasa por el filtro de aire como podemos apreciar en la figura 2, donde éste, como hemos dicho antes limpiará las impurezas existentes. Ese aire que ha pasado por el filtro, será enviado al colector de admisión comandado siempre por la válvula de mariposa.

El inconveniente del filtro de aire es que obstruye la fluidez del paso del aire, con lo cual, a ese aire que proviene del exterior le cuesta más ser chupado por el motor, ya que está el filtro que impide que se efectúe tan rápidamente. Por esto, se fabrican filtros que obstruyen mínimamente el paso del aire, con lo que aumentaremos ligeramente la potencia del motor debido a que aumentamos el llenado de los cilindros, como contrapartida, estos filtros de aire no quitan tantas impurezas en el aire con lo que es ligeramente más perjudicial para el motor. (Martinez Villegas, 2007)

## **Figura 2**

*Filtro de aire*



*Nota.* Diferentes filtros de aire de vehículos. Recuperado del librohstd.

## **Válvula de Mariposa**

La válvula de mariposa de gases es el componente que se encarga de regular el volumen de aire que va entrar dentro del cilindro. La válvula de mariposa consta de una lámina fina que permite girar sobre el eje del centro para abrir o cerrar el conducto de aire. Esta pieza figura 3, regula el caudal de aire que entrará en el cilindro, por tanto, es la pieza que accionamos nosotros en el momento que pisamos el acelerador, para que entre más aire o menos. En los motores de 4 tiempos Diesel esta válvula no hace falta equiparla, ya que siempre está abierta completamente, el acelerador no actúa para la entrada de aire en el motor,

sino que, actúa simplemente en la inyección de combustible. En los motores Otto con carburación, esta lámina está situada en la entrada del carburador, sin embargo, en los motores con inyección de gasolina la mariposa de gases se sitúa en el colector de admisión.

### Figura 3

#### *Mariposa de aceleración*



*Nota. Componentes de la válvula mariposa (AUTODO, 2024)*

#### **Colector de admisión**

El colector de admisión figura 4, es el componente que se encarga de distribuir el aire a cada uno de los cilindros por igual, va fijado en la culata tocando con el cilindro y las válvulas de admisión fluyen por el interior de él. Este componente tiene que estar perfectamente diseñado, ya que su función básica es la de enviar el aire de admisión a cada uno de los cilindros y a todos por igual. Para eso se requiere una arquitectura del colector simétrica, sin grandes curvas siguiendo siempre recorridos lo más cortos posibles para mejorar el llenado de los cilindros.

El colector de admisión puede tener una estructura para trabajar óptimamente en bajas/ medias revoluciones, o en medias/ altas revoluciones. Para motores donde la potencia máxima no importa se utiliza la primera estructura (bajas/ medias). Éste consta de colectores de larga longitud con un diámetro del tubo no muy elevado. Sin embargo, para motores rápidos o motores de competición se utilizan colectores de corta longitud y grandes diámetros de tubo. Toda esta misma estructura de los colectores de admisión también es válida para la estructura



de los colectores de escape, es decir, los encargados de evacuar los gases quemados hacia el tubo de escape.

#### **Figura 4**

*Colector de admisión*



#### **Tipos de Alimentación**

En los sistemas de inyección moderna, el combustible es bombeado mediante una bomba eléctrica a través de una tubería hacia un riel de combustible que alberga los inyectores. Estos dispositivos son activados por la Unidad de Control Electrónico, que se encarga de enviar la señal necesaria para su funcionamiento en base a un conjunto de sensores que determinan los parámetros de funcionamiento del motor.

#### ***Componentes del Sistema de Alimentación***

- **Tanque de combustible:** El tanque de combustible figura 5, está ubicado en la parte posterior del vehículo, de acuerdo a la disposición del motor, en posición contraria a esta, esto por seguridad debido a las altas temperaturas que llega a adquirir los motores. Si bien su principal función es la de contener el combustible, en su interior y en la parte exterior se instalan una serie de elementos con la finalidad de lograr una eficiente alimentación (Calderón, 2019).

**Figura 5***Tanque de combustible*

- **Bomba de Combustible:** La bomba de gasolina figura 6, consiste en una carcasa con un racor de entrada y otro de salida, en su interior gira con velocidad constante, un pequeño motor eléctrico cuyo eje mueve el rotor situado en el cuerpo de la bomba, tiene dos válvulas: la de retención, situada en la salida, para evitar que la presión exterior se pierda por la bomba cuando se para, y la de sobre presión, que se puede abrir cuando por alguna obstrucción en el circuito aumenta la presión en su interior, dejando salir la gasolina por la entrada, creando un circuito de vacío, se trata en realidad de una válvula de protección. La gasolina circula por el interior del motor eléctrico sin peligro de explosión, ya que como sabemos que la gasolina sin aire no puede arder, la presión de la bomba es de 80 hasta 120 PSI en su presión total y un caudal de 2 litros/minuto a su vez el combustible le sirve al mismo tiempo de refrigerante (Calderón, 2019).

## Figura 6

### Bomba de combustible



*Nota. Estructura bomba de combustible (Aprende Institute, 2023)*

- Filtro de Combustible: La función del filtro de gasolina figura 7, es tan simple como importante: evitar que lleguen impurezas al sistema de alimentación de combustible. La gasolina, por norma general, provoca menos impurezas que el diésel, pero no por ello significa que un motor de gasolina pueda prescindir de un filtro en su sistema de alimentación de combustible. Las impurezas pueden dañar los inyectores o evitar que cumplan su cometido de forma correcta y, por tanto, el funcionamiento del motor no sería el correcto (Calderón, 2019).

## Figura 7

### Filtro de combustible



- **Inyectores:** Estos inyectores figura 8 son controlados por la unidad de control electrónico (ECU), la ECU cierra el circuito a masa del inyector activando al solenoide interno del inyector y abriendo la aguja del mismo. El combustible es dosificado por los inyectores situados sobre los distintos conductos antes de la válvula de admisión. Un inyector está constituido por un cuerpo contenedor, un bobinado eléctrico, un núcleo magnético solidario a una aguja que hace estanqueidad en la zona inferior del cuerpo del inyector (Calderón, 2019).

### **Figura 8**

#### *Inyectores*

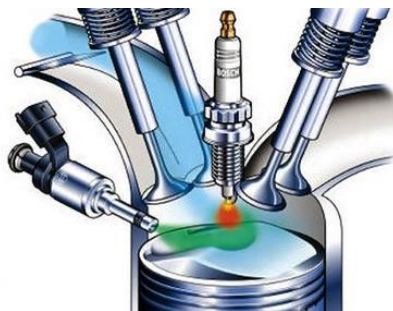


### ***Tipos de Inyección por la Dirección***

**Inyección directa:** Se considera uno de los sistemas más nuevos de alimentación, y es directa cuando se hace dentro de la cámara de combustión y está concordada con el tiempo de encendido del motor del vehículo (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

### **Figura 9**

#### *Inyección Directa*

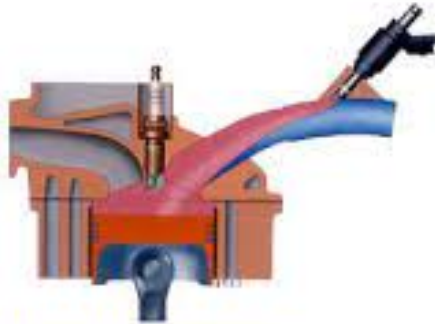


*Nota. Inyección directa AUDI (AutoAvance, 2013)*

Inyección indirecta: Este tipo de inyección se lleva a cabo fuera de los cilindros, exactamente en los ductos del múltiple de admisión o en el cuerpo de aceleración (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

### Figura 10

*Inyección Indirecta*

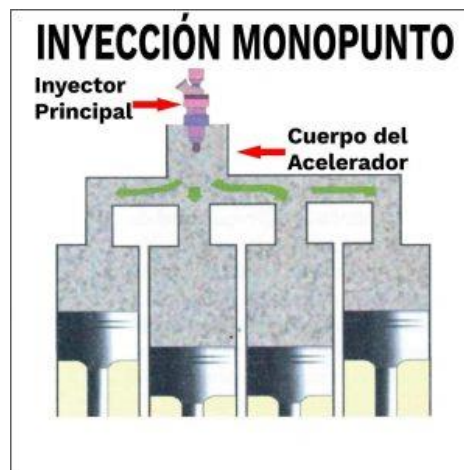


### *Tipos de inyección por el número de inyectores*

Monopunto: Esta inyección como lo indica su nombre “mono”, es porque se realiza en un solo sitio. Se realiza con la ayuda de uno o dos inyectores. Generalmente este tipo de inyección la podemos encontrar en vehículos de baja cilindrada (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

### Figura 11

*Inyección Monopunto*



*Nota. Inyección Monopunto (SPM Solo Para Mecánicos, 2024)*

Multipunto: Este tipo a diferencia del monopunto, usa un inyector para cada cilindro. La ECU es la encargada de controlar esta inyección, ya sea de tipo directa o indirecta. Gracias a que se utiliza un inyector para cada cilindro, la mezcla aire-combustible se hace de forma más precisa y beneficiosa (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

## Figura 12

### *Inyección Multipunto*



*Nota. Inyección Multipunto (SPM Solo Para Mecánicos, 2024)*

### **Por el tipo de Inyección**

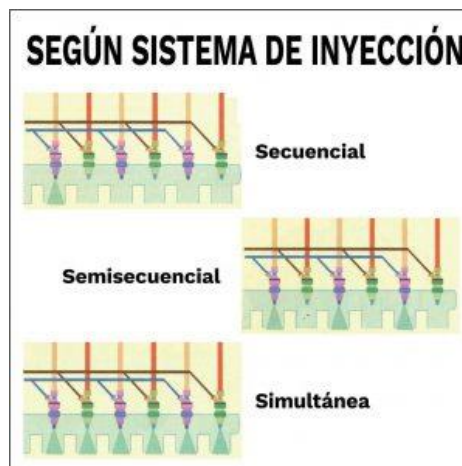
**Inyección Secuencial:** Tal y como su nombre lo indica, este tipo de inyección se realiza de manera secuencial figura 13, es decir solo inyecta combustible al momento de sincronizarse con el encendido.

**Inyección Semisequencial:** Su principal función es inyectar de forma continua pero la ECU envía la información de manera secuencial en concordancia con el tiempo de encendido. Es por ello, que se le llama Semi-secuencial figura 13.

**Inyección Simultánea:** El combustible es inyectado de forma directa a los cilindros por todos los inyectores, los cuales se abren y cierran todos de manera sincronizada figura 13 (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

## Figura 13

### *Tipos de Inyección*



*Nota. Tipos de inyección (SPM Solo Para Mecánicos, 2024)*

Inyección por el cuerpo de aceleración (TBI): Este tipo de inyección es totalmente electrónico manejado por una computadora, en donde esta recibe una cantidad de distintos datos como por ejemplo (la altura sobre el nivel del mar), provenientes tanto del motor como del terreno por donde el auto circula. Solo utiliza una o dos válvulas solenoides o inyectores, las cuales son manejadas por la unidad de control del motor.

Inyección por puerto múltiple (MPI): Este sistema hace que todos los cilindros reciban por cantidades iguales la mezcla de aire-combustible, a través de un inyector para cada uno. Esto da concordancia a lo relacionado con que los cilindros más próximos al surtidor absorben las mezclas ricas, mientras los que se encuentran ubicados más lejanos a este reciben mezclas pobres en cuanto al sistema carburado, o lo que es lo mismo sistema TBI. Esta situación genera un desequilibrio en el motor, por lo que se hace totalmente necesario disponer o ajustar la mezcla que se genera en los cilindros lejanos, para que esto no afecte en el rendimiento de los mismos. Esto trae como consecuencia que exista poco ahorro de combustible, por lo cual no permite que haya un balance de las emisiones contaminantes (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

### ***Por su funcionamiento***

Mecánica: Estos sistemas introducen el combustible por medio de los inyectores, debido a la presión con que la misma bomba de gasolina los alimenta.

L-Jetronic: Este sistema es controlado electrónicamente con una medición del caudal del aire y por los diferentes sensores que se comunican con la computadora del auto ecu. Gracias a una gran cantidad de sensores son registrados los cambios generados en el motor, para posteriormente ser procesados en la unidad de mando.

Sistema Digijet: Este sistema es controlado electrónicamente a través de la medición del caudal del aire.

Sistema Digifant: El sistema Digifant es una versión más avanzada que el Digijet, en donde no necesita de inyector de arranque en frío y los inyectores que lo componen (4) trabajan de forma simultánea.

Sistema Motronic: Trabaja en combinación con el sistema L-Jetronic con un sistema de encendido electrónico, con la finalidad de crear un sistema de regulación integrado del motor (SPM Solo Para Mecánicos, 2024).

### **Sistemas de Autodiagnóstico**

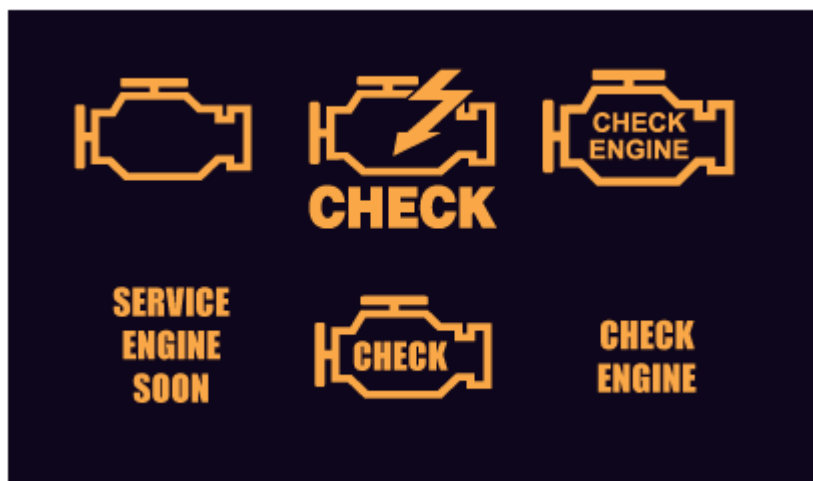
Desde hace algunos años, los automóviles utilizan módulos electrónicos que son, pequeños ordenadores dedicados a tareas específicas. Y mientras los primeros hacían algo más que controlar la inyección de combustible, los actuales hacen mucho más que eso. Hoy, los módulos reciben información de una larga serie de sensores, y si todos los sensores son monitorizados, algunos son incluso capaces de obedecer las órdenes del módulo, que, cuando detecta un parámetro fuera de la norma, a menudo puede reprogramar el sistema para corregir el fallo. Todos los fallos detectados que no se pueden corregir se almacenan en la memoria para futuras informaciones del taller. Y si se detecta un fallo grave, pueden encenderse luces



de advertencia en el tablero como se observa en la figura 14, e incluso limitar el coche a circular en un modo especial de seguridad, que sólo permite conducir hasta el taller más cercano.

### Figura 14

*Luz de alerta*



*Nota. Luz de alerta Check Engine (Hernández, 2018)*

Como consecuencia, todos los coches vendidos en Estados Unidos a partir del 1 de enero de 1996 (y por extensión los fabricados en Europa y Japón) tuvieron que ser fabricados con una interfaz/puerto de diagnóstico común interfaz / puerto de diagnóstico, que informa de una serie de datos tomados de sensores (Leite Machado & Resende Oliveira, 2007).

### **Sistemas OBD**

Se trata de un sistema de diagnóstico integrado en la gestión del motor, ABS, etc. del vehículo, por lo tanto, es un programa instalado en las unidades de mando del motor. Su función es vigilar continuamente los componentes que intervienen en las emisiones de escape. En el momento en que se produce un fallo, el OBD lo detecta, se carga en la memoria y avisa al usuario mediante un testigo luminoso situado en el cuadro de instrumentos denominado (MIL Malfunction Indicator Light). El hecho de denominarse EOBD II es debido a que se trata de

una adaptación para Europa del sistema implantado en EEUU, además de tratarse de una segunda generación de sistemas de diagnóstico. El OBD, por el hecho de vigilar continuamente las emisiones contaminantes, ha de tener bajo control no solo a los componentes, sino también el correcto desarrollo de las funciones existentes en el sistema de gestión del motor, por lo que se convierte en una excelente herramienta que debe facilitar la diagnosis de averías en los sistemas electrónicos del automóvil. (Blasco, 2014)

### ***Sistema OBD- I***

En el año 1959, el estado de California promulgó una legislación para establecer normas de calidad del aire. El Departamento de Salud Pública estableció las primeras normas de calidad del aire en todo el estado, en cuanto a las partículas suspendidas totales, oxidantes fotoquímicos, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Se promulgó la Ley de Calidad del Aire Federal en 1967. A raíz de dicha ley, se creó la agencia denominada The California Air Resources Board (CARB), para hacer cumplir sus propias normas de emisiones en los nuevos automóviles a la par que se introducían nuevos sistemas como válvulas, bombas de inyección de aire secundario y el sistema PCV. De ahí surgió el concepto OBD-I, dónde se obligaba a los fabricantes a instalar un sistema de monitorización en los componentes encargados de controlar las emisiones en sus automóviles.

El sistema OBD-I solamente monitorizaba algunos de los componentes relacionados con las emisiones y no eran calibrados para un nivel específico de emisiones (sólo chequeo eléctrico). Para que el conductor detectase un mal funcionamiento del OBD, se impuso la obligación de incluir en los vehículos una lámpara indicadora de fallos o testigo de averías (MIL - Malfunction Indicator Lamp) que preveía la implantación de un sistema OBD en todos los vehículos a partir del modelo 1991. Fue el primer requerimiento generalizado sobre el sistema OBD, pero todavía no existían estandarizaciones del conector de diagnosis OBD-I ni del protocolo de enlace de datos figura 15 (Garcia Perez & Fuentes Arroyo, 2015).

**Figura 15**

*conector OBD- I*



En la tabla 1 se observan los códigos de falla que se pueden generar en el sistema OBD- 1

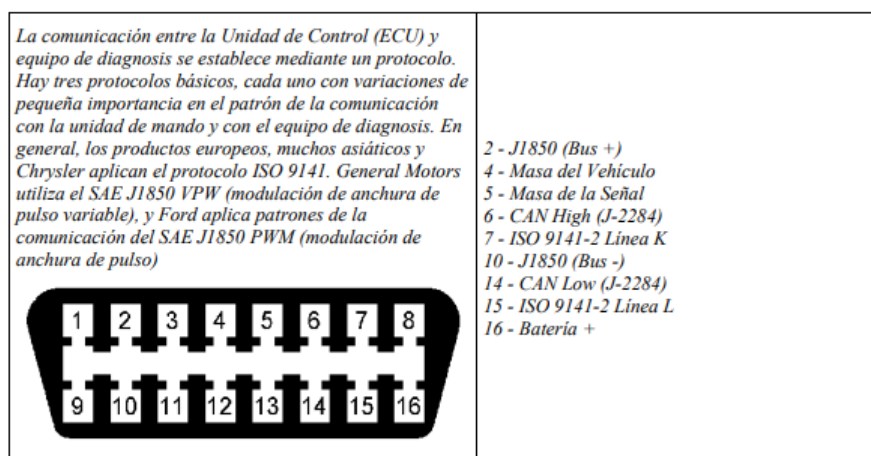
**Tabla 1***Códigos de falla OBD- 1*

CÓDIGO	SIGNIFICADO
1	Estado normal
2	Flujo de aire medidor de señal
3	Señal de encendido
4	Sensor de temperatura del refrigerante
5	Sensor de oxígeno
6	Señal de RPM
7	Posición del acelerador
8	Admisión de aire del sensor de temperatura
9	Sensor de velocidad
10	Señal de arranque
11	Interruptor de señal
12	Control Knock señal del sensor
13	Knock CPU de control
14	Turbocompresor
21	Sensor de oxígeno
22	Sensor de temperatura del refrigerante
23	Admisión de aire del sensor de temperatura
24	Admisión de aire del sensor de temperatura
25	Aire- combustible magra
26	Aire- combustible enriquecido
27	Sub señal del sensor de oxígeno
28	Nº2 de la señal del sensor de oxígeno
31	Flujo de aire medidor de señal (vacío)
32	Flujo de aire medidor de señal
34	Turbocompresor señal de presión
35	Sensor de presión de turbocompresor señal
41	Sensor de posición del acelerador
42	Sensor de velocidad del vehículo de la señal
43	Sensor de señal de arranque
51	Interruptor de señal
52	Sensor de señal Knock
53	Sensor de señal Knock
54	Inter- cooler ECM señal
71	Sistema EGR
72	De corte de combustible solenoide
78	Bomba de combustible de la señal de control
81	TCM Comunicación
83	TCM Comunicación
84	TCM Comunicación
85	TCM Comunicación

## Sistema OBD- II

El estado actual de la técnica no permite, o sería muy caro, realizar la medida directa de los gases CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarburos) y NOx (óxidos nítricos), por lo que este control lo realiza la ECU de manera indirecta, detectando los niveles de contaminación a partir del análisis del funcionamiento de los componentes adecuados y del correcto desarrollo de las diversas funciones del equipo de inyección que intervengan en la combustión. La gestión del motor considera las fluctuaciones como primer indicio de que puede haber un posible fallo, además de para poder efectuar el control de numerosas funciones.

En los vehículos con OBD II figura 16 se incorpora una segunda sonda lambda que se instala detrás del catalizador para verificar el funcionamiento del mismo y de la sonda lambda anterior al catalizador. En el caso de que está presente envejecimiento o esté defectuosa, no es posible la corrección de la mezcla con precisión, lo que deriva en un aumento de la contaminación y afecta al rendimiento del motor. Para verificar el estado de funcionamiento del sistema de regulación lambda, el OBD II analiza el estado de envejecimiento de la sonda, la tensión que generan y el estado de funcionamiento de los elementos calefactores. El envejecimiento de la sonda se determina en función de la velocidad de reacción de la misma, que es mayor cuanto más deteriorada se encuentre (Blasco, 2014).

**Figura 16***Configuración OBD- II*

El OBD verifica el correcto funcionamiento del sistema de aire secundario analizando la tensión generada por las sondas lambda, (menor tensión) puesto que la inyección de aire aumenta la cantidad de oxígeno en los gases de escape. La detección por parte de la unidad Cable con conector de diagnóstico OBDII con terminación en conector serie RS232C que permite su conexión a un ordenador o equipo que posea el software de comunicación. El mando de una mezcla muy pobre a partir de la caída de tensión en las sondas presupone el correcto funcionamiento del sistema (Blasco, 2014).

- **Modos de Medición.** El conector de diagnosis normalizado, deber ser accesible y situarse en la zona del conductor. Los modos de medición son comunes todos los vehículos y permiten desde registrar datos para su verificación, extraer códigos de averías, borrarlos y realizar pruebas dinámicas de actuadores. El software del equipo de diagnosis se encargará de presentar los datos y facilitar la comunicación. Los modos en que se presentan la información se halla estandarizado y son siguientes:

Modo 1 Identificación de Parámetro (PID), es el acceso a datos en vivo de valores analógicos o digitales de salidas y entradas a la ECU. Este modo es también llamado flujo de datos. Aquí es posible ver, por ejemplo, la temperatura de motor o el voltaje generado por una sonda lambda

Modo 2 Acceso a Cuadro de Datos Congelados. Esta es una función muy útil del OBD-II porque la ECU toma una muestra de todos los valores relacionados con las emisiones, en el momento exacto de ocurrir un fallo. De esta manera, al recuperar estos datos, se pueden conocer las condiciones exactas en las que ocurrió dicho fallo. Solo existe un cuadro de datos que corresponde al primer fallo detectado

Modo 3 Este modo permite extraer de la memoria de la ECU todos los códigos de fallo (DTC - Data Trouble Code) almacenados

Modo 4 Con este modo se pueden borrar todos los códigos almacenados en la PCM, incluyendo los DTCs y el cuadro de datos grabados

Modo 5 Este modo devuelve los resultados de las pruebas realizadas a los sensores de oxígeno para determinar el funcionamiento de los mismos y la eficiencia del convertidor catalítico

Modo 6 Este modo permite obtener los resultados de todas las pruebas de abordo

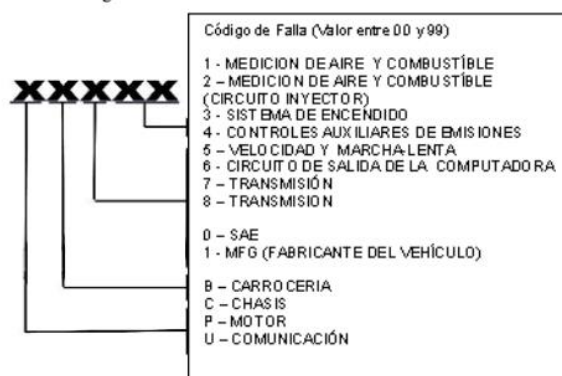
Modo 7 Este modo permite leer de la memoria de la ECU todos los DTCs pendientes 5

Modo 8 Este modo permite realizar la prueba de actuadores. Con esta función, el mecánico puede activar y desactivar actuadores como bombas de combustible, válvula de ralentí, etc.

En la figura 17 se muestra la codificación de los códigos de avería para OBD- II.

## Figura 17

### Codificación sistema OBD- II



## Herramientas de Diagnóstico Electrónico

En la actualidad el uso de equipos electrónicos para el diagnóstico de fallas de los automotores es indispensable para solucionar problemas que se generen por fallas ya sea por accidentes o falta de mantenimiento.

Para considerar que se realiza el diagnóstico electrónico adecuado del estado de un vehículo se puede decir que los elementos o herramientas indispensables en la actualidad son: multímetro automotriz, scanner para vehículos, osciloscopio, analizador de gases.

### **Multímetro Automotriz**

El multímetro automotriz figura 18 es un dispositivo electrónico que sirve para leer magnitudes eléctricas que expresa como dígitos en una pantalla digital. Esta información es útil para medir y testear diferentes elementos de un sistema eléctrico como corrientes, voltajes, resistencias, entre otros.



Con este dispositivo puedes verificar la carga de una batería, la conectividad entre los cables, los valores de la resistencia y muchas otras cuestiones que pueden ocasionar problemas en un automóvil. Además, es un artefacto de bajo costo que simplifica el trabajo gracias a sus resultados exactos y su manipulación simple.

Es importante ser cuidadoso en el uso del multímetro automotriz, ya que se está trabajando con corriente eléctrica y un descuido puede provocar daños o accidentes graves, tanto en el aparato que revisas como en tu persona (Institute, 2024).

### **Figura 18**

*Multímetro Automotriz*



### **Scanner Automotriz**

El escáner automotriz figura 19 es una herramienta de exploración de todos los componentes eléctricos del coche. También detecta los fallos eléctricos que se pueden presentar en el ordenador de a bordo gracias a la acción de los sensores que registran los errores de funcionamiento mediante un patrón o código.

El propósito del escáner como herramienta de exploración automotriz es delimitar los errores y proceder a repararlos. Cuando estos fallos no pueden ser corregidos, por lo general

se debe a problemas mecánicos del coche. La información emitida por el escáner automotriz permite identificar a tiempo los problemas eléctricos del coche, y también puede ser de utilidad para decidir sobre la compra de un vehículo usado (Renting Finders, 2024).

### **Figura 19**

*Scanner Automotriz*



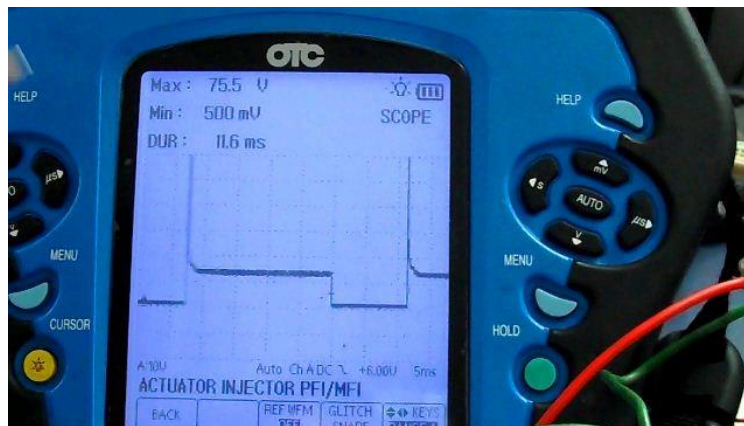
### **Osciloscopio Automotriz**

Los vehículos son cada vez más modernos y están equipados con sistemas muy complejos. Un osciloscopio de automoción figura 20 transforma las señales eléctricas en luz, que luego se muestra en la pantalla. Este equipo muestra la tensión de la corriente en un momento dado en dos ejes. De esta manera, podemos verificar un componente eléctrico específico, lo que lo ayuda a determinar si todo funciona correctamente.

La señal emitida se llama «oscilograma». A partir de ella se puede detectar la amplitud, duración y frecuencia. La pantalla del osciloscopio dispone de una rejilla, que permite visualizar más fácilmente la señal, con las referencias (marcas y divisiones) respecto tanto al eje X como al eje Y (MuchoNeumatico, 2024).

## Figura 20

### Osciloscopio Automotriz



El osciloscopio automoción es capaz de verificar el correcto funcionamiento de los codificadores o sensores de posición, entre otras cosas:

- La forma de la señal.
- La excursión de pico a pico (es decir, el voltaje máximo y el voltaje mínimo).
- La frecuencia de la señal.
- La presencia de distorsiones.
- La presencia de perturbaciones y ruido.
- La componente directa y alterna de la señal.

## Sensores y Actuadores

En los motores de encendido por compresión naturalmente aspirados sin el sistema de recirculación de gases, el control de aire no es necesario. Sin embargo, con la incorporación de turbo-compresores, que aumentan la sobrealimentación, y la inclusión de sistemas de recirculación de gases de escape, se ha vuelto esencial gestionar estos aspectos de manera independiente. Esto se debe a que la interacción entre estos sistemas puede generar inestabilidades. Por lo tanto, se ha optado por implementar un control independiente para

ciertas variables críticas, asegurando un funcionamiento óptimo del motor (Trujillo, Padilla, Buenaño, & Cuaical, 2020).

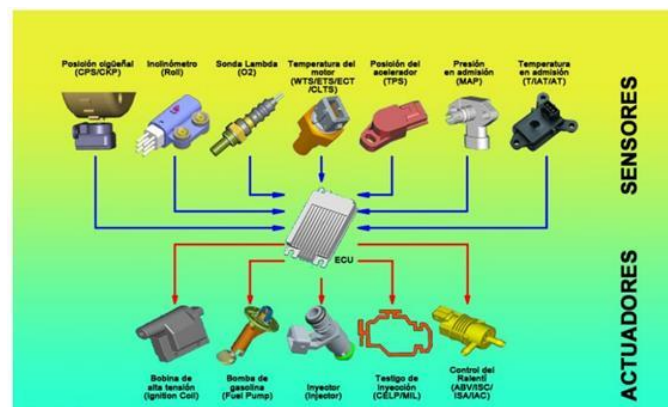
Para garantizar un control preciso del flujo de aire en un motor, la alta precisión dimensional del hueco de la válvula en su posición cerrada es fundamental en el diseño del cuerpo de mariposa. Sin embargo, los cuerpos de mariposa de resina enfrentan dos desafíos significativos que deben abordarse antes de la producción. En primer lugar, existe el riesgo de una mayor fuga de aire cuando la válvula está cerrada; y en segundo lugar, una menor capacidad de transferencia de calor, especialmente en condiciones climáticas frías, lo que puede causar congelamiento. La primera preocupación se ha solventado mediante la aplicación de una tecnología innovadora de moldeo que permite la fabricación simultánea del orificio y la válvula utilizando el mismo material y molde, bajo las mismas condiciones, para mejorar la precisión dimensional del espacio entre el orificio y la válvula. Además, se ha optimizado la forma de la válvula para aumentar la resistencia al flujo de aire en dicho espacio. Respecto al segundo problema, se ha implementado una solución mediante una estructura de doble orificio que captura las gotas de agua arrastradas por el flujo de aire hacia la válvula, compensando así la reducida transferencia de calor (Guasumba, Galeano, Oramas, & Vergara, 2021). En un sistema de gestión del motor guiado por par, el punto de ajuste de la válvula de mariposa electrónica resulta del par previsto en un modelo de carga del colector de admisión inverso. La posición objetivo de la válvula de mariposa se calcula a partir del comando de par mediante varios pasos, y se establece mediante el controlador de posición de la válvula de mariposa. El objetivo del control de la válvula del acelerador es hacer coincidir con precisión el aire real con la masa de aire deseada del modelo de torque. En la entrada del modelo de carga del colector de admisión, la masa de aire que fluye hacia el motor resulta de la posición de la válvula de mariposa y velocidad, esta relación debe ser exactamente invertible para que la posición

objetivo de la válvula de mariposa se pueda calcular (Guasumba, Galeano , Oramas, & Vergara, 2021).

El rendimiento del sistema de inyección electrónica figura 21 se basa en gran medida en la información proporcionada por los sensores. Similar al proceso mediante el cual el cuerpo humano percibe el entorno a través de los sentidos como el tacto o el gusto, la inyección electrónica recopila datos sobre el estado del motor mediante estos sensores. Una vez recibida esta información, la Unidad de Control Electrónico (ECU, por sus siglas en inglés) la procesa y emite órdenes a los actuadores para ejecutar funciones específicas. Para lograr la mezcla estequiométrica adecuada de 14 partes de aire por cada una de combustible, es esencial monitorear variables como la cantidad de aire admitido, la temperatura del motor, el estado de movimiento del vehículo, el vacío en el múltiple de admisión, entre otros. Cada una de estas variables cuenta con un sensor dedicado que comunica su estado a la ECU. Del mismo modo, la ECU está asociada con actuadores diseñados para ejecutar tareas específicas en respuesta a las órdenes recibidas. Por ejemplo, se pueden mencionar los motores paso a paso o las válvulas de ralentí, los cuales regulan la marcha mínima en función de factores como la temperatura del motor y la operación del aire acondicionado (Universidad Nacional de la Plata, UNP, 2018).

## Figura 21

*Sensores y actuadores de un sistema de inyección*



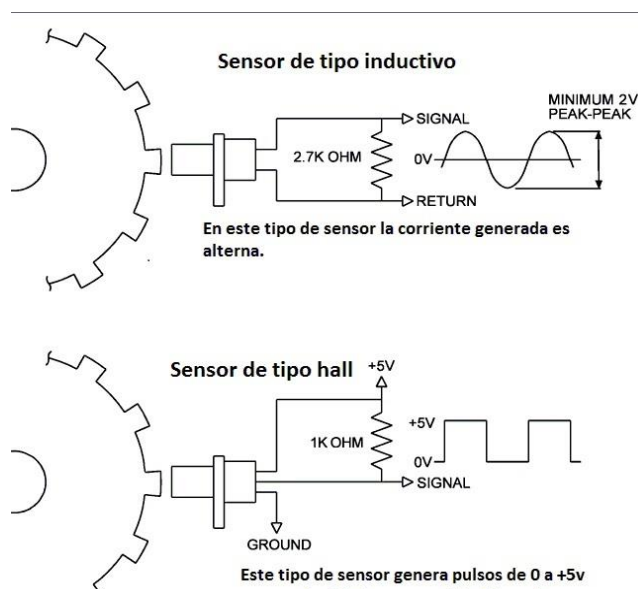
A continuación, se detallan los principales sensores necesarios para controlar la alimentación en un sistema de inyección.

### Sensores

- Sensor CKP:** El sensor de posición del cigüeñal figura 22 es un componente crucial en los sistemas de control del motor. Su función principal es monitorear la posición y la velocidad de rotación del cigüeñal, proporcionando datos precisos a la ECU. Estos datos son fundamentales para sincronizar la inyección de combustible y la chispa de encendido en los motores de combustión interna. El sensor de posición del cigüeñal utiliza tecnología de detección magnética o de efecto Hall para registrar la posición angular del cigüeñal en todo momento. Esta información es vital para garantizar un funcionamiento eficiente del motor, permitiendo una distribución precisa de la combustión y optimizando el rendimiento del vehículo en términos de potencia, eficiencia y emisiones.

### Figura 22

#### Tipo de sensores CKP



- **Sonda Lambda:** La sonda lambda figura 23, también conocida como sensor de oxígeno, es un componente vital en los sistemas de control de emisiones de los vehículos con motor de combustión interna. Sus principales parámetros de funcionamiento incluyen:
  - Concentración de Oxígeno en los Gases de Escape: La sonda lambda monitorea la concentración de oxígeno en los gases de escape del motor. Esto proporciona información crucial sobre la eficacia de la combustión, ya que una mezcla aire-combustible adecuada resulta en una concentración específica de oxígeno en los gases de escape.
  - Relación Aire-Combustible (Lambda): Basándose en la concentración de oxígeno medida, la sonda lambda determina la relación aire-combustible en el sistema de escape. Esta relación se expresa como "lambda" ( $\lambda$ ), que es la relación entre la cantidad real de oxígeno en los gases de escape y la cantidad teórica de oxígeno necesaria para una combustión completa.
  - Ajuste de la Mezcla Aire-Combustible: La información proporcionada por la sonda lambda se utiliza para ajustar continuamente la mezcla aire-combustible suministrada al motor. Esto se logra mediante la retroalimentación a la ECU, que puede ajustar la duración del pulso de inyección de combustible para mantener la relación aire-combustible en el nivel óptimo para la eficiencia del motor y la reducción de emisiones.
  - Monitoreo del Funcionamiento del Convertidor Catalítico: Además de controlar la mezcla aire-combustible, la sonda lambda también ayuda a monitorear el funcionamiento del convertidor catalítico del vehículo. Un desequilibrio en la relación aire-combustible puede afectar negativamente la eficacia del convertidor catalítico, lo que puede provocar un aumento de las emisiones contaminantes.

**Figura 23***Sonda Lambda*

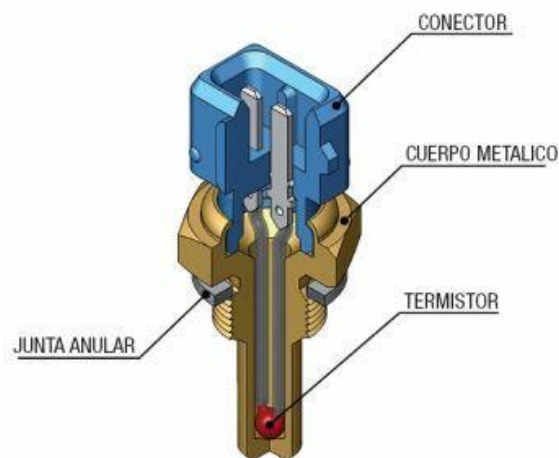
- **Sensor de temperatura del motor:** El sensor de temperatura del motor es un componente fundamental en el sistema de gestión del motor de un vehículo. Sus principales parámetros de funcionamiento son: Temperatura del Refrigerante: El sensor mide la temperatura del refrigerante del motor, que es un indicador clave del estado térmico del motor. Esta información es vital para evitar el sobrecalentamiento del motor, que puede provocar daños graves. Control de la Inyección de Combustible: La temperatura del motor afecta directamente la densidad del combustible y, por lo tanto, la cantidad adecuada que debe ser inyectada en los cilindros. El sensor de temperatura del motor proporciona esta información a la unidad de control del motor (ECU), que ajusta la cantidad de combustible inyectado para mantener una mezcla aire-combustible óptima en diferentes condiciones de temperatura. Arranque en Frío: Durante el arranque en frío, la ECU utiliza la información del sensor de temperatura para ajustar el régimen de ralentí y la duración del tiempo de inyección de combustible para garantizar un arranque suave y eficiente del motor. Control del Ventilador del Radiador: El sensor de temperatura del motor también controla el funcionamiento del ventilador del radiador. Cuando la temperatura del refrigerante alcanza un nivel predefinido, la ECU activa el ventilador para ayudar a enfriar el motor. Indicador de Temperatura en el Tablero de



Instrumentos: Además de proporcionar información a la ECU, el sensor de temperatura del motor también alimenta el indicador de temperatura en el tablero de instrumentos del vehículo, permitiendo que el conductor monitoree la temperatura del motor mientras conduce.

## Figura 24

*Sensor de temperatura del Motor*

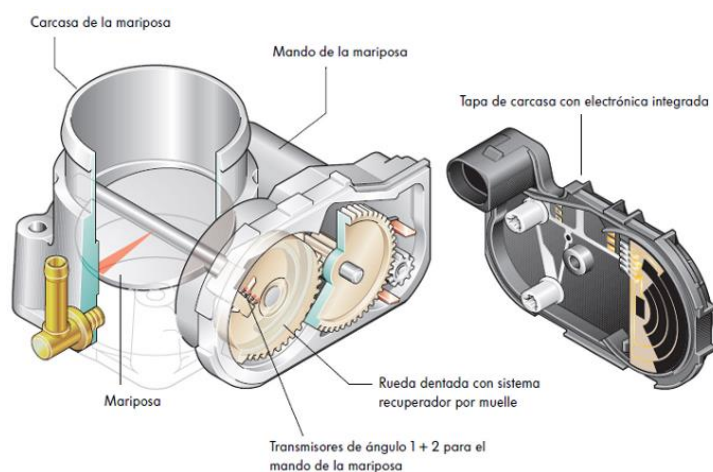


- Sensor de posición del acelerador TPS:** El sensor TPS (Sensor de Posición del Acelerador, por sus siglas en inglés) figura 25 es un componente clave en los sistemas de control del motor de los vehículos modernos. Sus principales parámetros de funcionamiento son:
  - Posición del Acelerador:** El sensor TPS monitorea la posición del pedal del acelerador en relación con su rango completo de movimiento. Esta información es crucial para determinar la intención del conductor y ajustar la cantidad de combustible suministrado al motor en consecuencia.
  - Control de la Inyección de Combustible:** La posición del acelerador influye directamente la cantidad de combustible inyectado en los cilindros del motor. El sensor TPS proporciona datos precisos sobre la posición del acelerador a la unidad de control del motor (ECU), que ajusta la cantidad de combustible inyectado para mantener una respuesta adecuada del motor en función de la demanda del conductor.
  - Modulación de la Potencia del Motor:**

Basándose en la información del sensor TPS, la ECU puede controlar la potencia del motor ajustando la cantidad de aire y combustible suministrada, así como el momento de encendido, para proporcionar la cantidad adecuada de potencia requerida por el conductor en diferentes condiciones de conducción. Funcionamiento del Control de Crucero: En vehículos equipados con control de crucero, el sensor TPS también desempeña un papel en la modulación de la velocidad del vehículo. La ECU utiliza la información del sensor TPS para mantener la velocidad establecida por el conductor al ajustar el flujo de combustible y la potencia del motor.

## Figura 25

### Sensor TPS

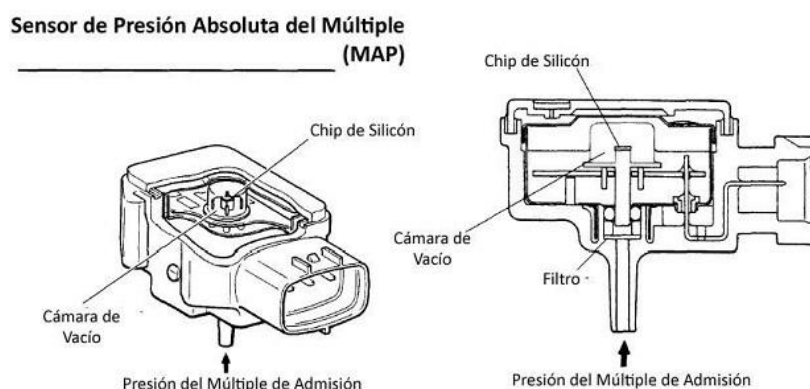


- Sensor de Presión de Admisión:** El sensor MAP figura 26 (Sensor de Presión Absoluta del Múltiple) es un componente clave en los sistemas de control del motor de los vehículos. Sus principales parámetros de funcionamiento son: Presión del Múltiple de Admisión: El sensor MAP monitorea la presión absoluta dentro del múltiple de admisión del motor. Esta información es esencial para determinar la carga del motor, que se utiliza para calcular la cantidad de aire que ingresa al motor en un momento dado. Control de la Inyección de Combustible: La presión del múltiple de admisión es un

indicador importante de la carga del motor. Basándose en la lectura del sensor MAP, la unidad de control del motor (ECU) ajusta la cantidad de combustible inyectado en los cilindros para mantener una relación estequiométrica adecuada entre el aire y el combustible, optimizando así la eficiencia del motor y reduciendo las emisiones. Control del Avance de Encendido: Además de influir en la inyección de combustible, la presión del múltiple de admisión también afecta el momento del encendido. La ECU utiliza la información del sensor MAP para ajustar el avance de encendido, lo que garantiza una combustión óptima y un rendimiento eficiente del motor en diferentes condiciones de carga y velocidad. Detección de Fallas en el Sistema de Admisión: El sensor MAP también puede utilizarse para detectar posibles fallas en el sistema de admisión, como fugas de vacío o restricciones en el flujo de aire. Variaciones anormales en la lectura del sensor MAP pueden indicar problemas en el sistema de admisión que requieren atención y reparación.

## Figura 26

### Sensor MAP



- **Sensor de Temperatura de Admisión:** El sensor de temperatura de admisión figura 27 es un componente importante en los sistemas de control del motor de los vehículos. Sus principales parámetros de funcionamiento son: Temperatura del Aire de Admisión: El sensor de temperatura de admisión monitorea la temperatura del aire que ingresa al

múltiple de admisión del motor. Esta información es crucial para determinar la densidad del aire, ya que la densidad del aire disminuye a medida que aumenta la temperatura.

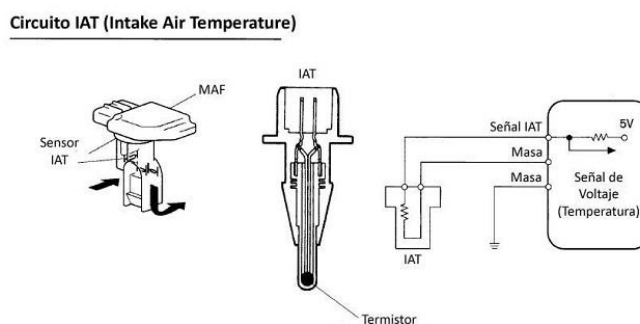
**Ajuste de la Mezcla Aire-Combustible:** Basándose en la temperatura del aire de admisión, la unidad de control del motor (ECU) ajusta la cantidad de combustible inyectado en los cilindros para mantener una relación aire-combustible óptima. Esto asegura una combustión eficiente y reduce las emisiones contaminantes.

**Corrección del Avance de Encendido:** La temperatura del aire de admisión también influye en el momento del encendido. La ECU utiliza la información del sensor de temperatura de admisión para ajustar el avance de encendido, optimizando así la eficiencia del motor y el rendimiento en diferentes condiciones de temperatura.

**Protección del Motor:** El sensor de temperatura de admisión puede ayudar a proteger el motor contra daños debido a condiciones extremas de temperatura. Por ejemplo, en condiciones de temperatura extremadamente baja, la ECU puede ajustar la mezcla de combustible para evitar problemas de arranque en frío y daños en el motor.

## Figura 27

### *Sensor de temperatura del aire*



### **Actuadores.**

- **Bobina de alta tensión:** La bobina de alta tensión figura 28 es un componente esencial en el sistema de encendido de un motor de combustión interna. Sus principales parámetros de funcionamiento son: Transformación de Voltaje: La bobina de alta tensión

transforma el voltaje de la batería, que es relativamente bajo (generalmente de 12 voltios en vehículos de automóviles), a un voltaje mucho más alto, que puede oscilar entre 20,000 y 50,000 voltios. Este voltaje elevado es necesario para generar la chispa de alta energía requerida para encender la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión del motor. La bobina de alta tensión genera la chispa de alta energía que se utiliza para encender la mezcla aire-combustible en cada cilindro del motor. Esta chispa se transmite a través de los cables de la bujía hacia las bujías, donde inflama la mezcla y provoca la combustión en el cilindro correspondiente. En los sistemas de encendido convencionales con distribuidor, la bobina de alta tensión suministra la energía a través del distribuidor a cada bujía en el orden correcto de encendido. En los sistemas de encendido directo, la bobina de alta tensión puede estar integrada en cada bujía o en una bobina de encendido por cilindro, suministrando directamente la energía a las bujías sin la necesidad de un distribuidor. La bobina de alta tensión debe ser capaz de funcionar de manera confiable en condiciones de alta temperatura y vibraciones en el compartimento del motor. Por lo tanto, está diseñada para ser resistente y duradera, utilizando materiales y tecnologías que pueden soportar condiciones adversas.

### Figura 28

*Bobina de alta tensión*



- **Bomba de gasolina:** La bomba de gasolina es un componente fundamental en el sistema de suministro de combustible de un vehículo con motor de combustión interna.

Sus principales parámetros de funcionamiento son: La función principal de la bomba de gasolina es bombear combustible desde el tanque de combustible del vehículo hacia el sistema de inyección de combustible del motor. Esto garantiza que haya una cantidad suficiente de combustible disponible para el motor en todo momento. La bomba de gasolina genera la presión necesaria para que el combustible sea inyectado correctamente en los cilindros del motor. La presión de combustible adecuada es crucial para garantizar una combustión eficiente y un rendimiento óptimo del motor. Algunas bombas de gasolina están equipadas con un regulador de presión que controla la presión del combustible en el sistema. Esto permite que el sistema de inyección de combustible mantenga una presión constante y adecuada, independientemente de las variaciones en la demanda del motor. En vehículos más modernos, la bomba de gasolina puede ser controlada electrónicamente por la unidad de control del motor (ECU). La ECU ajusta la velocidad de la bomba de gasolina según las necesidades del motor, lo que mejora la eficiencia del combustible y reduce las emisiones. Algunas bombas de gasolina también están equipadas con un filtro integrado que ayuda a eliminar cualquier suciedad o partículas presentes en el combustible antes de que este llegue al sistema de inyección. Esto ayuda a proteger los componentes del sistema de inyección de combustible contra daños y obstrucciones.

## Figura 29

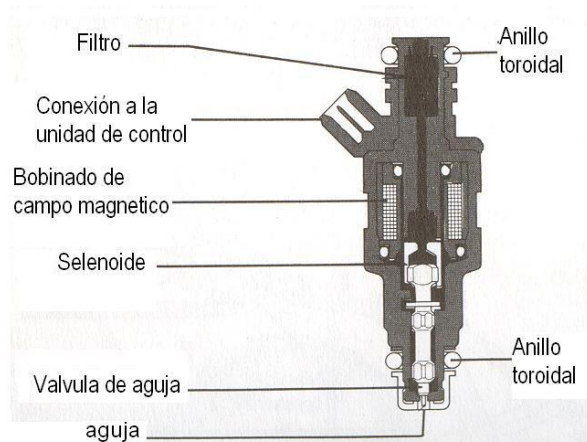
### *Bomba de combustible*



- **Inyectores:** Los inyectores de combustible figura 30 son componentes esenciales en el sistema de inyección de combustible de un vehículo con motor de combustión interna. Sus principales parámetros de funcionamiento son: La función principal de los inyectores de combustible es atomizar y rociar el combustible directamente en los cilindros del motor en el momento adecuado durante el ciclo de admisión. Esto asegura una mezcla aire-combustible adecuada y homogénea, fundamental para una combustión eficiente y un rendimiento óptimo del motor. Los inyectores de combustible son controlados por la unidad de control del motor (ECU), que envía pulsos eléctricos para abrir y cerrar los inyectores en el momento preciso. La duración de estos pulsos determina la cantidad de combustible que se inyecta en cada ciclo de admisión, permitiendo un control preciso de la mezcla aire-combustible y la cantidad de combustible suministrada al motor. Los inyectores están diseñados para atomizar el combustible en pequeñas gotas finas, lo que aumenta su área superficial y facilita una mezcla más completa con el aire en la cámara de combustión. Esto mejora la eficiencia de la combustión y reduce las emisiones contaminantes.

**Figura 30**

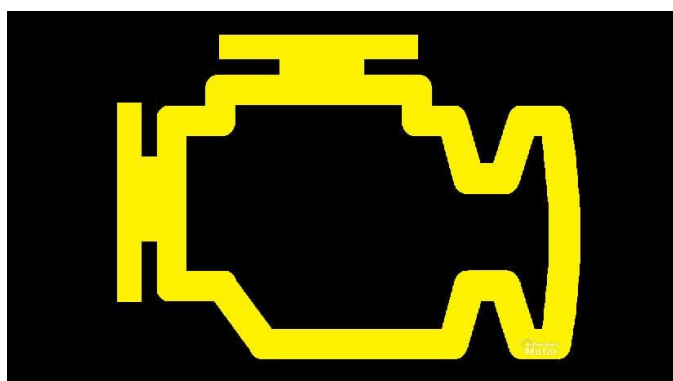
*Inyector de combustible*



- **Luz testigo MIL:** La luz testigo MIL (Malfunction Indicator Lamp), figura 31 también conocida como "Check Engine", es un componente clave en el panel de instrumentos de un vehículo. Sus principales parámetros de funcionamiento son: Indicación de Problemas: La luz testigo MIL se enciende para alertar al conductor sobre la detección de un problema en el sistema de control del motor o en otros sistemas relacionados con las emisiones del vehículo. Esto puede incluir problemas como fallos en los sensores de oxígeno, fallos en el sistema de evaporación de combustible, problemas de encendido, entre otros. Códigos de Diagnóstico: Cuando se enciende la luz testigo MIL, la unidad de control del motor (ECU) registra un código de diagnóstico específico que indica la naturaleza del problema detectado. Este código puede ser leído mediante un escáner de diagnóstico conectado al conector de diagnóstico del vehículo, lo que permite a los técnicos identificar y solucionar el problema de manera eficiente. Gravedad del Problema: La luz testigo MIL puede parpadear o permanecer encendida de manera constante, dependiendo de la gravedad del problema detectado. En algunos casos, una luz testigo MIL parpadeante puede indicar un problema grave que requiere atención inmediata, mientras que una luz encendida de manera constante puede indicar un problema menos urgente pero que aún requiere reparación.

**Figura 31**

*Luz MIL*





- **Válvula IAC:** La válvula IAC (Idle Air Control) figura 32 es un componente clave en los sistemas de control de ralentí de los motores de combustión interna. Sus principales parámetros de funcionamiento son: Regulación del Ralentí: La función principal de la válvula IAC es regular la cantidad de aire que ingresa al motor cuando está en ralentí. Esto asegura que el motor funcione de manera suave y estable cuando el vehículo está detenido o en ralentí, proporcionando la cantidad adecuada de aire para mantener una velocidad de ralentí constante y evitar que el motor se apague. Control de la Marcha Mínima: La válvula IAC controla la cantidad de aire que bypassa el sistema de admisión del motor, permitiendo que entre aire adicional cuando sea necesario para aumentar el ralentí y reduciendo el flujo de aire cuando se necesita disminuir la velocidad de ralentí. Control Electrónico: La válvula IAC es controlada electrónicamente por la unidad de control del motor (ECU), que ajusta la posición de la válvula IAC en función de las condiciones de operación del motor, como la temperatura del motor, la carga del motor y la demanda de potencia del conductor. Compensación de Cargas: La válvula IAC puede compensar las cargas eléctricas adicionales, como el uso del aire acondicionado o el alternador, ajustando automáticamente el ralentí para evitar que el motor se ahogue o se detenga debido a la carga adicional.

**Figura 32**

*Válvula IAC*



## Capítulo III

### Diagnóstico y reparación del vehículo Chevrolet Optra

#### Diagnóstico.

Durante el transcurso de la formación en la carrera, se ha destacado la importancia de establecer un orden adecuado para diagnosticar las posibles fallas en los vehículos. Este proceso se considera fundamental y se apoya en el uso de herramientas de última tecnología, que facilitan la resolución de problemas dentro del ámbito automotriz. Reconocer las fallas en el motor es crucial para el mantenimiento adecuado del vehículo. En este caso, hay señales evidentes de problemas: la luz MIL está encendida, se nota un consumo anormal de gasolina y se percibe una pérdida considerable de potencia y respuesta en el vehículo.

En nuestro procedimiento estándar, en primera instancia, empleamos el analizador de gases con el propósito de verificar exhaustivamente la eficacia de la combustión de la mezcla. A continuación, procedemos a utilizar el scanner automotriz de última generación para identificar minuciosamente los códigos de diagnóstico de problemas (DTC) registrados en el sistema. Seguidamente, realizamos una verificación meticulosa con el multímetro, con el objetivo de evaluar detalladamente las señales emitidas por los diversos sensores del vehículo. Por último, en caso de que las fallas no sean claramente evidentes mediante el uso del multímetro, recurrimos sin demora al osciloscopio de alta precisión para detectar y analizar minuciosamente las señales específicas que puedan estar presentes.

#### Luz MIL

Se tiene como noción que las luces de alerta del tablero nos indican problemas en los sistemas del vehículo el primer síntoma que se observó en el Chevrolet Optra fue que la luz MIL o check engine figura 33, se encontraba encendida lo que nos da una alerta importante para llevar el vehículo en el taller y recibir información sobre la falla detectada.

**Figura 33**

*Luz MIL encendida*

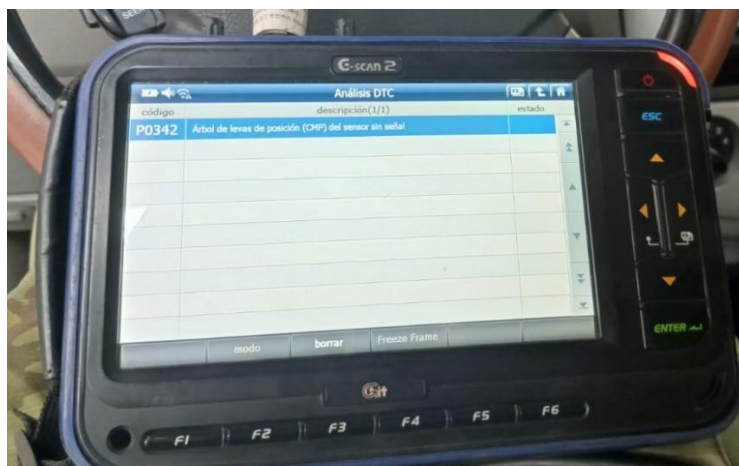


En los sistemas OBDI se podía identificar los códigos mediante los pulsos que podía dar la luz MIL, mientras que en los sistemas OBD II es necesario utilizar un Scanner que permita leer los códigos.

**Uso del Scanner Automotriz**

Existen diversos tipos de scanner de diagnóstico automotriz, empezando con los equipos que únicamente generan los códigos genéricos según la información dada por la Unidad de Control Electrónico hasta llegar a los equipos capaces dar las fallas exactas, posibles soluciones, parámetros de medición de señales en tiempo real.

En este proyecto se utilizó un scanner modelo Gscan-2 figura 34 el cual nos permite obtener códigos guardados en la unidad de control electrónico, realizar pruebas de diferentes sensores y actuadores, obtener la información en tiempo real del trabajo y operación del motor.

**Figura 34***Gscan-2*

A continuación, se detalla el paso a paso del uso del scanner para identificar las fallas que se encuentran grabadas según la luz de alerta que se encuentra encendida en el vehículo.

- Preparación del vehículo: es importante asegurarse de que el vehículo esté apagado y que la llave esté fuera del encendido. También se verifica la ubicación del conector de diagnóstico OBD-II el cual debe estar limpio. El conector del vehículo Chevrolet Optra figura 35 se encuentra por debajo del volante.

**Figura 35***Ubicación conector OBD-II*

- Encender el scanner y esperar a que el dispositivo se inicie, se conecta el cable del escáner al puerto de diagnóstico OBD-II del vehículo. En la pantalla táctil del Gscan-2, selecciona el modelo y año del vehículo figura 36 que se está diagnosticando.

**Figura 36**

*Selección de vehículo*



Ejecución del diagnóstico: Una vez que se haya establecido la conexión, el escáner Gscan-2 selecciona análisis DTC y se observarán los códigos presentes en el sistema del vehículo. En este caso se observa que existen 2 códigos los cuales hacen referencia al sensor CMP, TPS, EGO, MAP indican que existe falla en la señal emitida por estos sensores.

Se puede afirmar que existe fallas en el sistema de alimentación del motor como posiblemente exista problemas con la distribución y tiempo del motor estos códigos coinciden con problemas claramente visibles en el vehículo ya que este tiene fallas de reacción, problemas con el ralentí, y salida excesiva de humo.

De esta forma se han obtenido los primeros datos relevantes que permitirán realizar la reparación de los sistemas electrónicos del vehículo.

## Uso del Analizador de Gases

Ahora bien, con los primeros datos generados en el scanner se realiza una medición o análisis de gases de escape lo que permitirá determinar la concentración de CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, HC y la relación estequiométrica que se tiene en este punto.

Para esta prueba se utilizó un analizador de gases Kane AUTOplus y se obtuvieron los datos que se observan en la figura 37.

### Figura 37

*Prueba de diagnóstico mediante analizador de gases*



Después de esta prueba se obtienen los datos que se observan en la tabla 2

**Tabla 2***Datos obtenidos del análisis de gases*

Gases de escape analizados	Porcentajes/ Relación
Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	12.5%
Monóxido de carbono CO	0.49%
Oxígeno	4.47%
Hidrocarburos HC	103ppm
λ	1.22

*Nota.FBJDBDJV*

La prueba se realizó según los parámetros de la normativa NTE INEN 2204 y consiste en la prueba a 2500 RPM por un tiempo superior a los 15 segundos. Los datos obtenidos nos muestran un consumo excesivo de combustible ya que la muestra está excesivamente rica en comparación a lo mostrado en la figura 38.

**Figura 38***Norma técnica de revisión de emisiones***RTV PARA LA CIUDAD DE QUITO**

VEHÍCULOS GASOLINA (EXCEPTO MOTOS) RALENTI Y ALTAS RPM					
AÑO	HC en PPM	CO en %	Oz en %	TIPO FALTA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	0 ≤ X < 160	0 ≤ X < 0,6	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	160 ≤ X < 180	0,6 ≤ X < 0,8	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	180 ≤ X < 200	0,8 ≤ X < 1	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 200	X ≥ 1	X ≥ 5	3	RECHAZADO
DE 1990 A 1999	0 ≤ X < 650	0 ≤ X < 3,5	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	650 ≤ X < 700	3,5 ≤ X < 4	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	700 ≤ X < 750	4 ≤ X < 4,5	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 750	X ≥ 4,5	X ≥ 5	3	RECHAZADO
DE 1989 Y ANTERIORES	0 ≤ X < 950	0 ≤ X < 6	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	950 ≤ X < 1100	6 ≤ X < 6,5	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	1100 ≤ X < 1200	6,5 ≤ X < 7	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 1200	X ≥ 7	X ≥ 5	3	RECHAZADO

**Falla y corrección del sensor TPS**

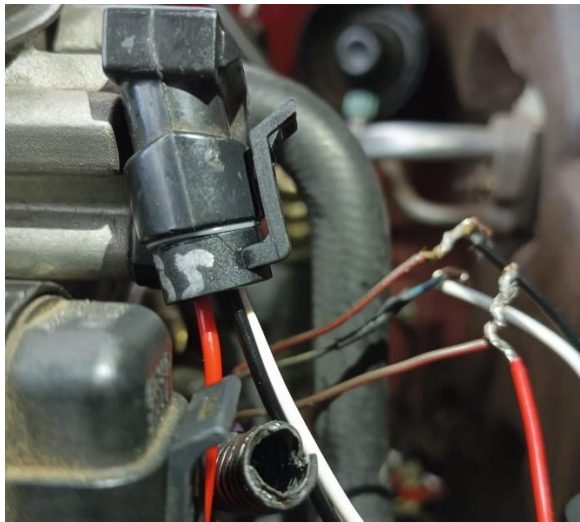
En este punto se han realizado dos tipos de diagnóstico y los mismos coinciden con el consumo excesivo de combustible problemas de ralenti y perdida de potencia por ahogamiento.

Por lo que es momento estudiar a profundidad cada uno de los componentes a los cuales nos direccionó el scanner automotriz.

Se analiza la falla que nos muestra problemas en el TPS por lo que se toma acción en el área del cuerpo de aceleración. El sensor TPS que posee el vehículo tiene 3 cables de conexión de voltaje, señal y masa. Al realizar la prueba mediante el multímetro no se encuentran voltajes de entrada ni señal en el sensor por lo que se identifica que la raíz del problema está en el cableado de conexión de este sensor. Se realiza una inspección visual y se comprueba que el cableado se encuentra roto figura 39.

### **Figura 39**

*TPS cableado de conexión roto*



El socket se encuentra deteriorado por lo que se realiza el reemplazo figura 40 y se empata el cableado y se conecta al sensor de está manera se puede comprobar que los parámetros de funcionamiento son los adecuados con 5V de entrada, y una variación de 0.6 a 1.1V de señal y el cable de masa, la aceleración se siente más estable y ya no existen atrancamientos.



**Figura 40**

*Reemplazo socket sensor TPS*

**Falla y Corrección en la señal del sensor MAP**

Una vez corregido el problema del sensor TPS se noto mejora en el ralentí y aceleración sin embargo aún se encontraban problemas en el consumo excesivo de combustible lo que se traduce también en una falla en el sensor MAP es cual es el encargado de medir la presión de vacío efecto de la admisión de aire a través del múltiple. Lo que también coincide con uno de los DTC que mostró el scanner automotriz. Se realizan pruebas de funcionamiento mediante el multímetro automotriz y se encuentra un excesivo voltaje de señal el cual marca 1.26V como se observa en la figura 41.

**Figura 41**

Falla en el voltaje de señal sensor MAP



El rango adecuado debe estar entre los 700 y 800 mili Voltios por lo que se realiza el reemplazo el cual se encuentra en la parte superior del múltiple de admisión como se observa en la figura 42.

**Figura 42**

*Reemplazo sensor MAP*



Después de realizar el reemplazo del sensor se comprueba que en efecto la falla venía del sensor ya que marca un voltaje de 800 milivoltios adecuado para este vehículo como se observa en la figura 43. Al terminar con este reemplazo el del sensor se enciende el vehículo y se evidencia que la emanación de humo negro cesó por completo, cabe recalcar que también se realizó una limpieza de inyectores por ultrasonido.

### Figura 43

*Pruebas del sensor MAP reemplazado*



### Falla y Corrección en el Sensor CMP

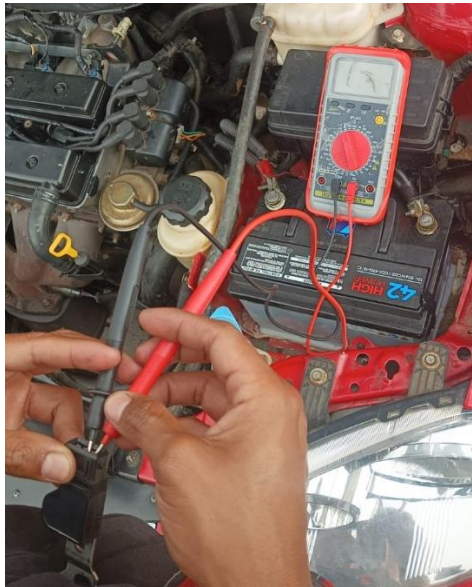
Una vez se han solucionado los inconvenientes en el sistema de alimentación de combustible únicamente queda por resolver el DTC generado por el sensor de posición del árbol de levas.

El scanner automotriz mostró un DTC del sensor CMP este sensor se encuentra dentro del tapa válvulas por lo que se desarmó y se procede a comprobar el funcionamiento del mismo. No es necesario probar el funcionamiento del sensor con el vehículo encendido ya que este posee transistores y se trata de comprobar si algún transistor se encuentra en corto. Esta prueba se realiza probando continuidad de transistores.

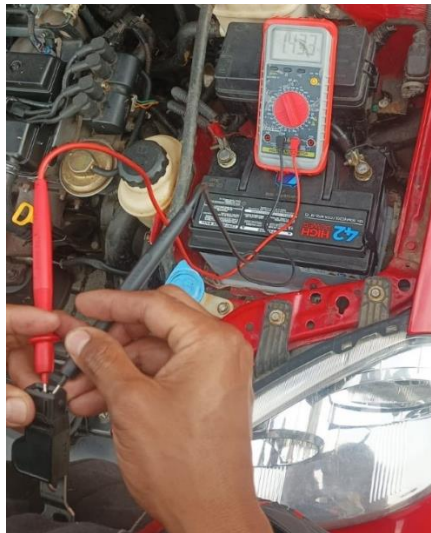
Al medir la continuidad de los transistores se comprueba el funcionamiento simplemente comprobando que de un midiendo entre dos puntos en los que nos debe dar valores y al cambiar la posición de las puntas del multímetro esta señal se debe cortar como se observa en la figura 44 y figura 45.

**Figura 44**

*Prueba de transistores*

**Figura 45**

*Prueba transistor CMP puntas cambiadas*



Con base en esta prueba se realiza el cambio del sensor CMP ya que se demostró que se encontraba averiado, sin embargo, después de ensamblar el sensor en el motor figura 46 se identificó que el problema se mantiene. por lo que se realizó la inspección de todo el cableado y no se encontró ningún inconveniente y al observar y verificar que los árboles de levas no

presentan desgaste ni fisuras se determina que otro daño se encuentra dentro de la Unidad de control electrónico.

#### **Figura 46**

*Comprobación del funcionamiento del sensor CMP*



Se comprueban los valores y efectivamente se observa que existe una masa de entrada hacia el sensor. Por lo cual se desmonta la unidad de control electrónico y se procede a su revisión para reparación. Al destapara la Unidad de Control Electrónico se identifica claramente que los pines de conexión del CMP se encuentran sulfatados entre sí por lo que se realiza la limpieza respectiva como se observa en la figura 47 y se comprueba que no existan otros componentes quemados o con este tipo de fallas.

**Figura 47***Limpieza y reparación UCE*

Se comprueba que no existen fallas en otros componentes electrónicos de la Unidad de Control Electrónico por lo que después de la limpieza se procede al aislamiento y ensamble correspondiente. Como se observa en la figura 48.

**Figura 48***Montaje de la Unidad de control Electrónico*

Se conecta todo el sistema electrónico y se procede a comprobar el comportamiento del motor. Se coloca el scanner automotriz y se proceden a borrar los DTC grabados anteriormente en la Unidad de Control Electrónico. Después de un tiempo de 20 minutos de operación del vehículo se puede comprobar que no existen códigos de fallas y la luz MIL ya no se enciende mostrando por lo que la UCE ya no percibe ninguna falla en el motor como se observa en la figura 49.

**Figura 49**

*Scanner sin códigos de falla*

**Pruebas de Funcionamiento**

Una vez concluido con la reparación de los componentes electrónicos del motor se realiza una prueba de análisis de gases a 2500 RPM por un lapso de 20 segundos para determinar si las fallas por exceso de contaminación fueron corregidas. Los datos obtenidos se observan en la tabla número 3 donde haciendo relación a la figura 38 podemos ver que el vehículo esta dentro de los parámetros de revisión y que es capaz de pasar sin problemas la revisión técnica vehicular que le permitirá circular dentro del país.

**Tabla 3***Análisis de gases posterior a la reparación*

<b>Gases de escape analizados</b>	<b>Porcentajes/ Relación</b>
Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	12.5%
Monóxido de carbono CO	0.4%
Oxígeno	1%
Hidrocarburos HC	80ppm
$\lambda$	0.8



## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- El vehículo Chevrolet Optra 2007, equipado con un motor de 1.8 litros, está dotado de un avanzado sistema de control electrónico. Este sistema desempeña un papel crucial en el manejo preciso de la inyección de combustible, lo que a su vez permite regular las emisiones de gases de escape y garantizar un rendimiento óptimo acorde con su relación peso-potencia. Este sistema de control electrónico se erige como un componente indispensable para asegurar tanto la eficiencia ambiental como la eficacia en el desempeño del vehículo en cuestión.
- Tras un análisis exhaustivo, se llegó a la conclusión de que las anomalías que ocasionaban el aumento desproporcionado en el consumo de combustible en el vehículo estaban vinculadas al deterioro del cableado, con una relación directa con los sensores y actuadores integrados en el sistema de suministro de combustible. Además, se identificaron deficiencias en la Unidad de Control Electrónico, las cuales desencadenaron fallos en el funcionamiento del sensor CMP. Este hallazgo resalta la importancia de abordar no solo las fallas mecánicas, sino también las relacionadas con los componentes electrónicos, para garantizar un rendimiento óptimo del vehículo y mitigar el exceso de consumo de combustible.
- Como parte de las medidas correctivas adoptadas, se procedió con la sustitución del socket del sensor TPS, la instalación de un nuevo sensor MAP, el reemplazo del sensor CMP y la reparación minuciosa de las conexiones afectadas por sulfatación en la Unidad de Control Electrónico. Estas acciones fueron implementadas con el objetivo de

restablecer el funcionamiento óptimo del sistema, garantizando así un rendimiento confiable y prolongado del vehículo en cuestión.

- Después de llevar a cabo exhaustivas pruebas de validación, se constató que la Unidad de Control Electrónico ya no arroja códigos de error, lo cual indica una notable mejora en su funcionamiento. Además, al realizar un análisis detallado mediante un analizador de gases, se corroboró que el vehículo opera dentro de los parámetros estándar establecidos, confirmando su plena funcionalidad y cumplimiento con las normativas vigentes. Estos resultados finales reflejan de manera contundente la efectividad de las acciones correctivas implementadas y aseguran la óptima operatividad del vehículo en condiciones normales de uso.

## Recomendaciones

- Se recomienda ejercer extrema precaución al manipular el cableado y los sensores durante experimentaciones o investigaciones educativas. Es fundamental realizar estas acciones con meticulosidad y delicadeza para prevenir cualquier daño potencial que pudiera comprometer el funcionamiento adecuado del vehículo. Dada la sensibilidad de estos componentes, se sugiere llevar a cabo estas actividades bajo la supervisión de personal capacitado y siguiendo procedimientos establecidos para garantizar la integridad y el rendimiento óptimo del sistema del vehículo.
- Se recomienda contar con un nivel de conocimientos intermedios en el manejo de sistemas eléctricos, o en su defecto, contar con una supervisión apropiada al llevar a cabo cualquier tarea que implique manipulación de componentes eléctricos. Esto es crucial para evitar la ocurrencia de cortocircuitos que puedan comprometer el correcto funcionamiento de la unidad de control electrónico del vehículo. La adquisición de habilidades intermedias o la supervisión adecuada durante estas actividades ayudará a prevenir daños costosos y asegurar el mantenimiento óptimo del sistema eléctrico del vehículo.
- Se sugiere evitar la instalación de componentes eléctricos o electrónicos que puedan tener un impacto negativo en la durabilidad y rendimiento del motor, con el fin de extender su vida útil de manera significativa. Es esencial tomar precauciones adicionales al elegir y colocar estos componentes, priorizando aquellos que estén diseñados para funcionar en armonía con el motor y el sistema eléctrico del vehículo. Esta medida preventiva no solo contribuirá a maximizar la vida útil del motor, sino que también ayudará a evitar posibles daños y costosas reparaciones en el futuro.
- Se enfatiza la importancia de mantener el vehículo en óptimas condiciones estándar, ya que esto facilitará la realización de investigaciones futuras que contribuyan al avance

tanto de la ciencia como de la industria automotriz. Al mantener el vehículo en un estado óptimo, se proporciona una base sólida y confiable para la realización de pruebas y experimentos, lo que a su vez puede conducir al descubrimiento de nuevas tecnologías, mejoras en el rendimiento y avances en la eficiencia energética. Este enfoque no solo beneficia el progreso en el campo automotriz, sino que también tiene el potencial de impulsar la innovación y el desarrollo en otros sectores relacionados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aprende Institute*. (12 de Diciembre de 2023). Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/bomba-de-combustible-que-es-como-funciona-y-fallas-comunes/>
- AutoAvance*. (12 de Abril de 2013). Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/131-inyeccion-directa-de-gasolina-en-motores-audi/>
- AUTODO. (30 de ENERO de 2024). *AUTODO*. Obtenido de <https://blog.autodo.com.ar/diccionario-autodo-cuerpo-mariposa/>
- Blasco, V. (2014). Sistema de diagnóstico OBDII.
- Calderón, J. J. (2019). *MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AIRE – COMBUSTIBLE DEL MOTOR TOYOTA HIACE 2RZ A INYECCIÓN ELECTRÓNICA*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Conesa, J. (2011). *Motor de Combustión Interna*.
- Garcia Perez, E., & Fuentes Arroyo, J. (2015). Diseño e implementación de un sistema OBD- Radar para Automóviles. *Masters thesis Universitat Politècnica de Catalunya*.
- Guasumba, J., Galeano , H., Oramas, D., & Vergara, E. (2021). El control y la gestión de la inyección electrónica de combustible para los motores de encendido provocado. *Dominio de las Ciencias*, 1869-1887.
- Guxxela, L. (2010). Introduction to modeling and control of internal combustion engine systems. *Springer*.
- Hernández, L. (3 de Mayo de 2018). *Autocosmos*. Obtenido de <https://noticias.autocosmos.cl/2018/05/03/la-temida-luz-de-check-engine-10-razones-por-las-que-se-enciende>
- Institute, A. (22 de Febrero de 2024). *Aprende Institute*. Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/multimetro-automotriz-que-es-y-como-utilizarlo/>
- Leite Machado , A., & Resende Oliveira, B. (2007). O Sistema OBD (On-Board Diagnosis). *Instituto Superior de Engenharia do Porto* .
- Martinez Villegas, A. (2007). *MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA*. Treball de recerca: I ES Baix Montseny.
- Montero, C., & Paguay, F. (2021). *Estudio e Implementacion de un Sistema de Inyección Electrónica Programable para el Aumento de rendimiento y disminución de gases de escape contaminantes en un vehículo Suzuki ForsaGa*. Cuenca: Universidad Politécnica salesiana.

- MuchoNeumatico. (13 de Enero de 2024). *Muchoneumático.com*. Obtenido de <https://www.muchoneumatico.com/blog/coches/osciloscopio-automocion/>
- Renting Finders. (4 de Enero de 2024). *Renting Finders*. Obtenido de <https://rentingfinders.com/glosario/escaner-automotriz/>
- SPM Solo Para Mecánicos*. (10 de 01 de 2024). Obtenido de <https://www.soloparamecanicos.com/sistemas-de-inyeccion-electronica/>
- TECNOLOGÍA DEL AUTOMÓVIL*. (26 de Enero de 2024). Obtenido de <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/historia-del-automovil/historia-de-la-alimentacion-de-gasolina/>
- Trujillo, J., Padilla, C., Buenaño, L., & Cuaical, B. (2020). Evolución y Tendencia de los Sistemas de Control de Motores de Combustión Interna Alternativos, una revisión Bibliográfica . *Ingenio*.
- Universidad Nacional de la Plata, UNP. (2018). Funcionamiento del Sistema de Inyección Electrónica. *Secretaría de extensión universitaria*.
- Van Basshunyesen, R. (2004). *Internal combustion engine handbook: basics, components, systems and perspectives*. SAE International.
- Yerera, S., López Julio, Becerra, G., Di Lorenzo, F., Gil, R., Holzman, C., & Graziano, S. (2017). *SISTEMAS DE INYECCIÓN GASOLINA*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.

**ANEXOS**