



**Implementar un motor diésel con sistema de inyección electrónica de riel común y los sistemas auxiliares de gestión del motor.**

Naranjo Guilcaso, Ariel Francisco y Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Amaya Sandoval, Stefanía Matilde

08 agosto del 2022

Latacunga



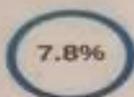
# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

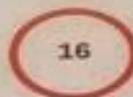
## Reporte de verificación de contenido

# COPYLEAKS

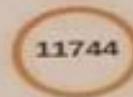
Revisión Copylink.pdf  
Scanned on: 19:15 August 10, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	46
Words with Minor Changes	113
Paraphrased Words	756
Quoted Words	0

COPYLEAKS

Website | Ebooknet | Blogstream

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C.C.: 0502961873

Director Del Trabajo De Titulación



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

### Certificación

Certifico que la monografía: "Implementación Un Motor Diésel Con Sistema De Inyección Electrónica De Riel Común Y Los Sistemas Auxiliares De Gestión Del Motor" fue realizada por los señores **Naranjo Guilcaso, Ariel Francisco** y **Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander**, 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 la sustente públicamente.

Latacunga, agosto del 2022

Ing. Amaya Sandoval, Stefanía Matilde

C.C.: 0502961873



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Nosotros, Naranjo Guilcaso, Ariel Francisco y Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander con cédula de ciudadanía N°160052232-8 y 055061335-0; declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía "IMPLEMENTAR UN MOTOR DIÉSEL CON SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE RIEL COMÚN Y LOS SISTEMAS AUXILIARES DE GESTIÓN DEL MOTOR" 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, agosto del 2022

Naranjo Guilcaso, Ariel Francisco

C.C.: 1600522328

Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander

C.C.: 0550613350



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Nosotros, Naranjo Guilcaso Ariel Francisco y Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander con cédula de ciudadanía N°160052232-8 y 055061335-0; autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: "IMPLEMENTAR UN MOTOR DIÉSEL CON SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE RIEL COMÚN Y LOS SISTEMAS AUXILIARES DE GESTIÓN DEL MOTOR", en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Naranjo Guilcaso, Ariel Francisco

C.C.: 1600522328

Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander

C.C.: 0550613350

**Dedicatoria**

Dedico este presente a mis familiares en especial a mis padres Víctor Naranjo y Ana Guilcaso, quienes me apoyaron distantemente en todo momento con palabras llenas de sabiduría para poder cumplir una meta más en mi vida y que ellos se sientan orgullosos de mi persona.

También dedico este proyecto a mi abuela Ana Bonilla, quien ha estado apoyándome presencialmente en ausencia de mis padres y dándome los ánimos necesarios para luchar y seguir adelante.

**Naranjo Guilcaso Ariel Francisco**

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradezco a DIOS por darme la salud y la perseverancia para no rendirme y cumplir todos mis propósitos y sueños, por darme la dicha de compartir mis logros con mis seres queridos.

También agradezco a la “Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE” extensión Latacunga por recibirme como parte de su prestigiosa institución y abrirme las puertas a mis estudios profesionales, así como a los diferentes docentes que me brindaron su conocimiento y apoyo para seguir adelante en la carrera.

En agradecimiento a mi asesora de tesis la Ing. Estefanía Amaya, por su conocimiento brindado en el camino de formación profesional, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Quiero agradecer a todos los que fueron mis compañeros de clase en todos los niveles, porque contribuyeron mucho en el desarrollo de mi carrera gracias a su amistad y apoyo moral.

Y finalmente quiero agradecer a mis padres, mi familia, mis amigos, mi hermano y todas las personas que hicieron que la meta ya no fuera un sueño sino una realidad, ya sea por su tiempo, consejos o ayuda brindada, porque con cada granito de arena aportado, fui capaz de lograr una meta más en mi vida.

**Naranjo Guilcaso Ariel Francisco**

**Dedicatoria**

Dedico el presente proyecto con todo mi corazón a mi familia en especial a mis padres Wilson y Marcia, quienes han sido el pilar fundamental para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que mediante su arduo trabajo y sabios consejos han forjado mi proceso de formación, obteniendo un logro más en mi vida.

Especialmente dedico este proyecto a mi Abuela GLORIA INES TOSCANO BAUTISTA que desde el cielo siempre me cuida y acompaña para seguir luchando por mis sueños y cumplirlos.

**Toapanta Balarezo Mauricio Alexander**

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradezco a DIOS por darme la salud y la perseverancia para no rendirme y cumplir todos mis propósitos y sueños, por darme la dicha de compartir mis logros con mis seres queridos.

También agradezco a la “Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE” extensión Latacunga por recibirme como parte de su prestigiosa institución y abrirme las puertas a mis estudios profesionales, así como a los diferentes docentes que me brindaron su conocimiento y apoyo para seguir adelante en la carrera.

En agradecimiento a mi asesora de tesis la Ing. Estefanía Amaya, por su conocimiento brindado en el camino de formación profesional, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Quiero agradecer a todos los que fueron mis compañeros de clase en todos los niveles, porque contribuyeron mucho en el desarrollo de mi carrera gracias a su amistad y apoyo moral.

Y finalmente quiero agradecer a mis padres, mi familia, mis amigos, mi hermano y todas las personas que hicieron que la meta ya no fuera un sueño sino una realidad, ya sea por su tiempo, consejos o ayuda brindada, porque con cada granito de arena aportado, fui capaz de lograr una meta más en mi vida.

**Toapanta Balarezo Mauricio Alexander**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido.....</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>Dedicatoria .....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>13</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>16</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>17</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo I:Tema.....</b>	<b>19</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>20</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>21</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>22</b>
<b><i>Objetivo General.....</i></b>	<b><i>22</i></b>

<b>Objetivos Específicos</b> .....	22
Alcance .....	22
<b>Capítulo II: Marco teórico</b> .....	24
<b>Características de un motor diésel</b> .....	24
<b>Ciclo del motor diésel</b> .....	24
<b>Partes de un motor diésel</b> .....	25
<i>Culata o cabezote</i> .....	26
<i>Bloque del motor</i> .....	29
<b>Ventajas y desventajas del motor diésel</b> .....	34
<i>Ventajas:</i> .....	34
<i>Desventajas:</i> .....	34
<b>Bombas de Inyección</b> .....	35
<i>Funcionamiento de la bomba de inyección</i> .....	35
<i>Tipos de bombas de Inyección</i> .....	35
<i>Partes de la Bomba de Inyección</i> .....	37
<i>Características</i> .....	38
<b>Inyectores</b> .....	38
<i>Tipos de Inyectores</i> .....	38
<b>Sensores</b> .....	41
<i>Funcionamiento de los sensores</i> .....	41
<i>Tipos de sensores</i> .....	42

Lubricación.....	55
<i>Tipos de aceites de motor</i> .....	55
Líquido refrigerante .....	56
<b>Capitulo III <i>Especificaciones del motor</i></b> .....	60
Selección del motor .....	60
Bomba de inyección .....	61
<i>Tipo de bomba</i> .....	61
<i>Descripción del circuito</i> .....	64
Tipos de sensores.....	65
<b>Capitulo IV: Mantenimiento</b> .....	74
Bomba VP 44 .....	74
<i>Fallas</i> .....	74
<i>Reparación de la bomba VP44</i> .....	79
Mantenimiento eléctrico .....	81
<i>Mantenimiento motor de arranque</i> .....	81
<b>Capitulo V: Conclusiones y recomendaciones</b> .....	90
Conclusiones.....	90
Recomendaciones .....	911
<b>Bibliografía</b> .....	922
<b>Anexo</b> .....	929

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ciclo diésel</i> .....	82
<b>Figura 2</b> <i>Partes del motor diesel</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Culata o cabezote</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Árbol de levas</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Válvulas</i> .....	27
<b>Figura 6</b> <i>Tapa balancines</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Inyector</i> .....	28
<b>Figura 8</b> <i>Bomba de inyección</i> .....	29
<b>Figura 9</b> <i>Bloque del motor</i> .....	29
<b>Figura 10</b> <i>Pistones</i> .....	30
<b>Figura 11</b> <i>Cigüeñal</i> .....	30
<b>Figura 12</b> <i>Biela</i> .....	31
<b>Figura 13</b> <i>Junta culata</i> .....	31
<b>Figura 14</b> <i>Bomba de aceite</i> .....	32
<b>Figura 15</b> <i>Carter</i> .....	32
<b>Figura 16</b> <i>Bujía de precalentamiento</i> .....	33
<b>Figura 17</b> <i>Turbocompresor</i> .....	34
<b>Figura 18</b> <i>Bomba de inyección en línea</i> .....	36
<b>Figura 19</b> <i>Bomba rotativa</i> .....	36
<b>Figura 20</b> <i>Partes de la bomba de inyección</i> .....	37
<b>Figura 21</b> <i>Common-rail (Riel común)</i> .....	39

<b>Figura 22</b> <i>Bomba-inyector</i> .....	39
<b>Figura 23</b> <i>Partes de un inyector</i> .....	41
<b>Figura 24</b> <i>Sensor MAT</i> .....	42
<b>Figura 25</b> <i>Sensor CMP</i> .....	43
<b>Figura 26</b> <i>Sensor TDC</i> .....	44
<b>Figura 27</b> <i>Sensor VSS</i> .....	45
<b>Figura 28</b> <i>Sensor OPS</i> .....	46
<b>Figura 29</b> <i>Sensor ECT</i> .....	47
<b>Figura 30</b> <i>Sensor IAT</i> .....	47
<b>Figura 31</b> <i>Sensor CKP</i> .....	48
<b>Figura 32</b> <i>Sensor O2</i> .....	49
<b>Figura 33</b> <i>Sensor MAP</i> .....	50
<b>Figura 34</b> <i>Sensor KNOCK</i> .....	51
<b>Figura 35</b> <i>Sensor MAF</i> .....	52
<b>Figura 36</b> <i>Sensor TPS</i> .....	53
<b>Figura 37</b> <i>Sensor FRP</i> .....	54
<b>Figura 38</b> <i>Sensor EVP</i> .....	54
<b>Figura 39</b> <i>Lubricación</i> .....	56
<b>Figura 40</b> <i>Líquido refrigerante</i> .....	57
<b>Figura 41</b> <i>Beneficios de cambiar el líquido refrigerante</i> .....	58
<b>Figura 42</b> <i>Tipos de refrigerantes</i> .....	59
<b>Figura 43</b> <i>Boba de baja presión</i> .....	62
<b>Figura 44</b> <i>Bomba de alta presión</i> .....	62
<b>Figura 45</b> <i>Bomba VP44</i> .....	63
<b>Figura 46</b> <i>Circuito de la ECU a la bomba</i> .....	64

<b>Figura 47</b> <i>Sensor APP</i> .....	65
<b>Figura 48</b> <i>Sensor CMP</i> .....	66
<b>Figura 49</b> <i>Sensor Presión de la bomba</i> .....	67
<b>Figura 50</b> <i>Sensor OPS</i> .....	68
<b>Figura 51</b> <i>Sensor FRP</i> .....	69
<b>Figura 52</b> <i>Inyector cilindro 1</i> .....	70
<b>Figura 53</b> <i>Inyector del cilindro 2</i> .....	71
<b>Figura 54</b> <i>Inyector del cilindro 3</i> .....	72
<b>Figura 55</b> <i>Inyector del cilindro 4</i> .....	73
<b>Figura 56</b> <i>Conexión del OBD2</i> .....	87
<b>Figura 57</b> <i>Conector del OBD2</i> .....	88
<b>Figura 58</b> <i>Códigos de fallas</i> .....	88
<b>Figura 59</b> <i>Ejecución de códigos</i> .....	89

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Especificaciones del motor</i> .....	60
<b>Tabla 2</b> <i>Voltaje en cada cable del sensor APP</i> .....	65
<b>Tabla 3</b> <i>Sensor CMP</i> .....	66
<b>Tabla 4</b> <i>Voltaje en cada cable del sensor CKP</i> .....	67
<b>Tabla 5</b> <i>Voltaje de cada cable del sensor de Presión de Aceite</i> .....	68
<b>Tabla 6</b> <i>Voltaje de cada cable del sensor OPS</i> .....	69
<b>Tabla 7</b> <i>Voltaje de cada cable del sensor FRP</i> .....	70
<b>Tabla 8</b> <i>Voltaje de cada cable del inyector 1</i> .....	71
<b>Tabla 9</b> <i>Voltaje de cada cable del inyector 2</i> .....	71
<b>Tabla 10</b> <i>Voltaje de cada cable del inyector 3</i> .....	72
<b>Tabla 11</b> <i>Voltaje de cada cable del inyector 4</i> .....	73
<b>Tabla 12</b> <i>Fallas y diagnóstico de la bomba VP 44</i> .....	74
<b>Tabla 13</b> <i>Códigos de falla de la bomba de inyección</i> .....	76
<b>Tabla 14</b> <i>Fallas del motor de arranque con su respectiva solución</i> .....	82

## Resumen

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo implementar un motor de combustión interna Diésel con sistema de inyección electrónica CRDI y su respectivo bastidor creando un banco de entrenamiento donde se pueda generar datos de fallas en sensores y actuadores. La selección del motor se realizó mediante una elección previa analizando cilindraje, posición, dimensiones, sensores y actuadores que posee el motor de combustión interna y guiándonos en la ficha técnica del motor. Se implementó el sistema de refrigerante del motor para que el funcionamiento del motor sea de una manera adecuada, al igual que el sistema de escape ya que es necesario guiar los gases producidos por la combustión y reducir la toxicidad antes de dejar salir los gases al exterior, también se implementó el sistema de alimentación de combustible con la finalidad que la bomba trabaje eficazmente con sus circuitos de alta y baja presión de combustible y con esto evitar tener fallos en cualquier sistema al momento de iniciar cualquier practica en el banco de pruebas. Posterior a que el motor fue montado en el bastidor, se realiza el proceso de diagnóstico de daños en el motor y posibles códigos de fallas en los sensores y actuadores y realizar las correcciones necesarias para un correcto funcionamiento, obteniendo un motor en perfectas condiciones al igual que el sistema de inyección electrónica con todos los sensores y actuadores correspondientes y cumpliendo don los requisitos establecidos.

*Palabras claves:* Inyección electrónica, Bomba de inyección, Códigos de fallas, Sensores, Actuadores

### **Abstract**

The objective of this degree project is to implement a Diesel internal combustion engine with CRDI electronic injection system and its respective frame creating a training bench where fault data can be generated in sensors and actuators. The selection of the engine was made by means of a previous choice analyzing displacement, position, dimensions, sensors and actuators that the internal combustion engine has and guiding us in the technical data sheet of the engine. The engine coolant system was implemented so that the operation of the engine is in an adequate way, as well as the exhaust system since it is necessary to guide the gases produced by combustion and reduce toxicity before letting the gases out to the outside, the fuel supply system was also implemented in order for the pump to work effectively with its high and low fuel pressure circuits and with this to avoid having failures in any system at the time of starting any practice on the test bench. After the engine was mounted on the frame, the process of diagnosing engine damage and possible fault codes in the sensors and actuators is carried out and making the necessary corrections for proper operation, obtaining an engine in perfect condition as well as the electronic injection system with all the corresponding sensors and actuators and complying with the established requirements.

*Keywords:* Electronic injection, Pump injection, Fault codes, Sensor, Actuators

## Capítulo I

### Tema

#### IMPLEMENTACION UN MOTOR DIÉSEL CON SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE RIEL COMÚN Y LOS SISTEMAS AUXILIARES DE GESTIÓN DEL MOTOR

#### **Antecedentes**

La prioridad de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga es formar profesionales de élite capacitados con conocimiento teórico y práctico con el fin de que sea capaz de desempeñar tareas que contribuyan con el desarrollo sostenible e integral del país.

Los avances tecnológicos han llegado a límites inimaginables en muchos aspectos de la humanidad. Estos sucesos no se han eliminado en el motor de combustión interna, aunque el principio de funcionamiento del motor se ha mantenido sin cambios durante los últimos 100 años. Los diversos subsistemas del han sido continuos, duraderos y con un cambio progresivo, mejorado la combustión química enfocándose en la reducción de las emisiones de gases nocivos y aumentar la potencia mecánica total del automotor.

- El trabajo realizado por (Correa, Gallego y Upegui, 2011) cuyo tema es “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL MOTOR DIÉSEL.” Llegando a concluir que el proyecto se pudo finalizar con adecuaciones de una serie de interruptores que al ser accionados harán el papel de una falla en alguno de los sistemas del motor, todo esto para someter al motor a diferentes situaciones que le servirán al estudiante a la hora de diagnosticar una falla.

- La tesis realizada por (Batallas Espinoza,2017) menciona que; en los motores Diesel con sistema de riel común con inyección electrónica tiene una alta precisión y control sobre la misma, obteniendo una pulverización eficiente dentro de la cámara de combustión esto con la presión generada en la bomba, con lo que consigue reducir los NOx y las emisiones que son perjudiciales para el medio ambiente

El motor con sistema de inyección electrónica CRDI posee una tecnología avanzada en comparación a los anteriores sistemas de inyección, esta investigación se basa en el análisis del comportamiento mecánico y electrónico de los actuadores de dicho sistema, para analizar su correcto funcionamiento y de esta manera lograr un óptimo desempeño dentro del sistema CRDI y del motor en general.

### **Planteamiento del problema**

La exigencia de las reducciones de emisiones de gases de escape, ha venido teniendo cambios en los motores de combustión interna con el fin de realizar un control de las mismas, por ello es que se han venido actualizando he implementando sistemas de control electrónico, como es en el caso del motor a Diésel se implementa el sistema CRDI con inyección electrónica facilitando así el control y atomización del combustible, y verificar la admisión de aire; para obtener una mezcla ideal y bajar el porcentaje de contaminación.

Dado el caso de las actualizaciones que poseen el motor se necesita que los estudiantes de la carrera tengan mayor conocimiento de los mismos, como es el funcionamiento de dichos sistemas y a la vez conocer las posibles averías con su respectiva solución para que los propietarios de estos motores puedan mantener la vida útil de los mismos.

El presente proyecto se originó por la falta de material para el desarrollo de prácticas en base a los motores de combustión interna Diésel con sistema de inyección electrónica en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Con la implementación de un banco de pruebas de un motor Diésel con sistema de inyección electrónica los estudiantes de la carrera aplicaran los conocimientos adquiridos ya en forma práctica y correlacionar la teoría recibida, con el fin que puedan realizar diagnósticos mecánicos y electrónicos del motor.

La importancia de la implementación del motor en nuestro proyecto es de gran ayuda para que los estudiantes tengan material didáctico para la simulación de fallas del sistema electrónico o posibles averías en el motor a diésel

### **Justificación**

La construcción de un banco de entrenamiento de un motor diésel con inyección electrónica para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz brindará a los estudiantes a poseer más conocimientos sobre varios temas ya sea como el funcionamiento del sistema CRDI con inyección electrónica, de los inyectores de un motor diésel, además las posibles fallas mecánicas y electrónicas mediante sensores o actuadores entre otros componentes electrónicos.

La elaboración de un banco de entrenamiento de un motor diésel con inyección electrónica para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz permitirá que los alumnos adquieran mas destreza y conocimiento sobre diversos temas tales como el funcionamiento del sistema CRDI con inyección electrónica, inyectores de un motor diésel, además de fallas mecánicas y electrónicas ocasionadas por sensores, actuadores y elementos electrónicos defectuosos.

Al momento de la implementación del banco de entrenamiento se podría decir que los estudiantes podrán aplicar los conocimientos adquiridos en aula, y desarrollar las distintas prácticas como mantenimiento del motor, diagnóstico de averías mecánicas y electrónicas.

El banco de entrenamiento ayudara al aprendizaje de cómo se debe leer una curva característica al momento de realizar un diagnóstico ya sea en sensores o actuadores del sistema de inyección electrónica de un motor diésel.

Además, Cabe mencionar que el presente proyecto se refleja el trabajo desempeñado por todos los integrantes, aplicando los conocimientos adquiridos en la trayectoria de la carrera.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

IMPLEMENTAR UN MOTOR DIÉSEL CON SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE RIEL COMÚN Y LOS SISTEMAS AUXILIARES DE GESTIÓN DEL MOTOR.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar sobre el funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica Diésel.
- Identificar los parámetros de funcionamiento de los sensores y actuadores en los sistemas de inyección electrónica Diésel.
- Especificar tanto valores como curvas características de los sensores y actuadores para utilizarlas al momento de diagnosticar averías en los sistemas de inyección electrónica Diésel.

## **Alcance**

El banco de pruebas será ubicado en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi sector Belisario Quevedo dónde los estudiantes podrán realizar diferentes prácticas de un

motor diésel a inyección electrónica de manera que complementen sus conocimientos de forma práctica.

El proyecto tiene el propósito de generar una adecuada utilización del motor en el bastidor, el cual proporcione estabilidad y además se procederá a la indagación sobre el manejo del motor y la mayor parte de sus sistemas, sensores y actuadores así como además el desempeño de la inyección electrónica para lograr aprovechar al más alto su rendimiento, y poder generar un banco de pruebas, para que los estudiantes de la carrera puedan realizar sus prácticas y reconocer las partes de un motor a diésel con inyección electrónica y también poder simular posibles códigos de fallas en sensores o actuadores que mediante el uso del scanner automotriz se realice la lectura de los códigos (DTC's) de averías y estudiarlos, mediante herramientas adecuadas, y brindar una solución al mismo, de esta manera los estudiantes podrán aplicar los conocimientos teóricos en forma práctica y reforzar lo estudiado.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### Características de un motor diésel

El motor diésel es un motor térmico de combustión interna en el que el encendido se consigue por la temperatura alta producto de la compresión del viento en el interior del cilindro. Funciona por medio de la ignición de la mezcla aire-gas sin chispa (Pacheco, 2007).

Las características principales que conlleva un motor diésel son:

- ✚ **Dureza:** Los componentes del motor pueden llegar a tener larga vida en sus funciones debido a que el diésel contempla más los ciclos de funcionamiento.
- ✚ **Bajo consumo:** El consumo del diésel es menor que en los de gasolina debido a que primero permite el paso del aire comprimiéndolo y luego inyectando el combustible
- ✚ **Potencia:** la potencia es debido a que los pistones son más grandes que en los motores gasolina además se puede emplear una turbina

Los motores diésel también son reconocidos por no tener bujías ya que este no tiene el ciclo de explosión sino el de expansión o combustión. (M., ComoFunciona, 2021)

#### Ciclo del motor diésel

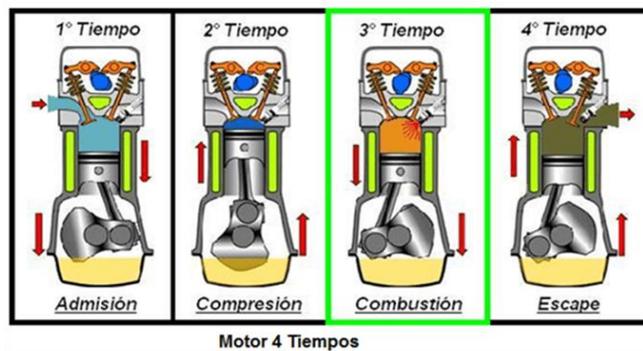
El motor diésel tiene los cuatro ciclos como el motor gasolina, pero en comparación a un ciclo que es el de explosión:

- ✚ **Admisión:** Es el primer ciclo en los motores tanto a gasolina como diésel por el que se genera el acceso de aire por medio de la válvula de admisión mientras tanto que el pistón desciende hasta su punto muerto inferior.

- ✚ **Compresión:** La válvula de admisión se cierra en lo que el pistón asciende hasta el punto muerto preeminente, comprimiendo el aire que está dentro del cilindro.
  - ✚ **Combustión (Expansión):** Una vez que el pistón está al punto muerto preeminente el inyector comprime el combustible, haciendo que la mezcla se inflame y genere una explosión sin chispa.
  - ✚ **Escape:** La presión generada por la combustión impulsa el pistón hacia el punto muerto inferior nuevamente, volviendo para que el pistón suba hacia el punto muerto preeminente, expulsando los gases quemados y logren salir por la válvula de escape.
- (M., ComoFunciona, 2021)

## Figura 1

### Ciclo diésel



*Nota.* La imagen hace referencia a los 4 tiempos del motor diésel. Tomado de (J., 2021)

### Partes de un motor diésel

Tomando como referencia en las partes de un motor diésel se encontró en (D., 2021)

El motor diésel es un motor de combustión interna el cual se necesita de los siguientes componentes que son:

## Figura 2

### Partes del motor diesel



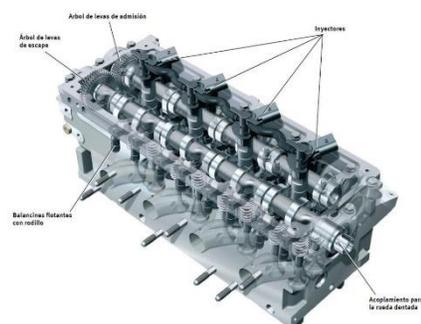
*Nota.* La imagen hace referencia a las partes del motor diésel. Tomado de (colaboradores, 2021)

### **Culata o cabezote:**

Es un componente que se encuentra ubicada en la parte superior del motor de combustión interna puede ser de gasolina como diésel el cual sella herméticamente la cámara de combustión, este componente es fabricado por hierro fundido, aluminio.

## Figura 3

### Culata o cabezote



*Nota.* La imagen hace referencia al cabezote del motor diésel. Tomado de (G., 2014)

La culata o cabezote tiene los siguientes componentes que son:

### ✚ **Árbol de levas**

Está compuesto por un eje en el cual se encuentran diferentes levas, que varían en diferentes direcciones y distintos tamaños.

### **Figura 4**

*Árbol de levas*



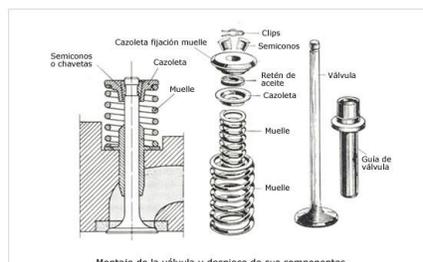
*Nota.* La imagen hace referencia a un árbol de levas de un motor diésel. Tomado de (M., ComoFunciona, 2021)

### ✚ **Válvulas**

Se encargan de la apertura y cerrar los conductos de admisión y escape a través del empuje del árbol de levas y los resortes. Es decir, permitir paso a la entrada de la mezcla aire - combustible. (Quispe, 2021).

### **Figura 5**

*Válvulas*



*Nota.* La imagen hace referencia las válvulas y su ubicación de un motor diésel. Tomado de (Quispe, 2021)

## Tapa Balancines

Su función es cerrar la parte superior de la culata. La capacidad de esta es cuidar y facilitar el engrase en el grupo de distribución (Alicante, 2022).

### Figura 6

*Tapa balancines*



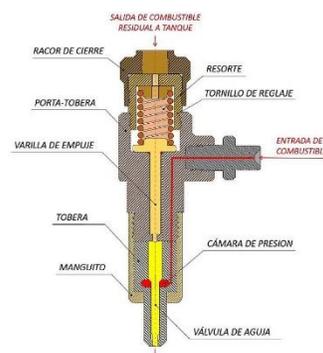
*Nota.* La imagen hace referencia tapa balancines de un motor diésel. Tomado de (Alicante, 2022)

## Inyector

Es un componente esencial además ayuda al sistema de inyección, su objetivo es introducir la mezcla correcta de combustible en la cámara de combustión (401, loctite teroson , 2019).

### Figura 7

*Inyector*



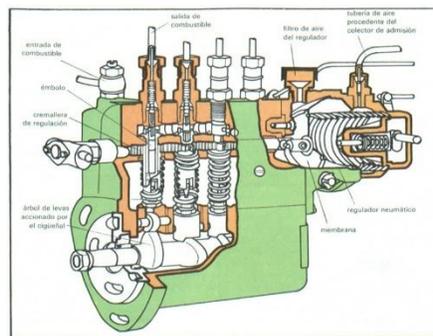
*Nota.* La imagen hace referencia a un inyector de un motor diésel. Tomado de (401, loctite

## Bomba inycción

La bomba de inycción es un elemento que ayuda en si a ofrecer una mejor presión del combustible, en la mayoría de los casos se hallan presentes en motores a diésel y en motores gasolina, la presión que desempeña la bomba es más que suficiente para que las mezcla podría ser inyectado de manera idónea (M., ComoFunciona, 2021).

### Figura 8

#### *Bomba de inycción*



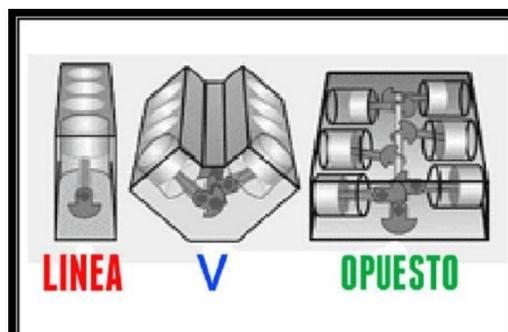
*Nota.* La imagen hace referencia a una bomba de inyección de un motor diésel. Tomado de (M., ComoFunciona, 2021)

### **Bloque del motor**

El bloque motor es un componente fundamental en el motor. Este elemento se encuentra en la parte intermedia de todo el motor además tiene varios componentes.

### Figura 9

#### *Bloque del motor*



*Nota.* La imagen hace referencia al bloque de un motor diésel. Tomado de (M., ComoFunciona, 2022)

## Pistones

Es un elemento el cual genera un movimiento lineal es decir desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior, tienen de 2 a 4 segmentos. Los segmentos superiores son de compresión y el inferiores de lubricación (A., Tipos de Aceite para Motor , 2020).

### Figura 10

#### *Pistones*



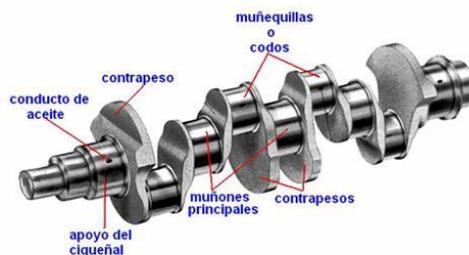
*Nota.* La imagen hace referencia a los pistones de un motor diésel. Tomado de (A., Tipos de Aceite para Motor , 2020)

## Cigüeñal

Es un grupo de manivelas pequeñas en el que se hallan asentados las bielas y los pistones el cual provoca que el pistón suba al punto muerto preeminente y baje al punto muerto inferior además poseen una por cada pistón (N., Electromecanica, 2022)

### Figura 11

#### *Cigüeñal*



*Nota.* La imagen hace referencia al cigüeñal de un motor diésel. Tomado de (N., Electromecanica, 2022)

## Biela

Es un componente principal ya que ayuda a sostener el pistón además está sometido a esfuerzos de tracción o compresión, va sujetado al cigüeñal y es quien mantiene la distancia entre el pistón y el cigüeñal.

### Figura 12

*Biela*



*Nota.* La imagen hace referencia a la biela de un motor diésel. Tomado de (M., ComoFunciona, 2021)

## Junta Culata

Es un elemento importante del motor para que funcione correctamente. Este elemento se encuentra entre la culata y el bloque del motor, su función es impedir que el líquido refrigerante este en contacto con el aceite del motor, durante el proceso de combustión (I., 2019).

### Figura 13

*Junta culata*



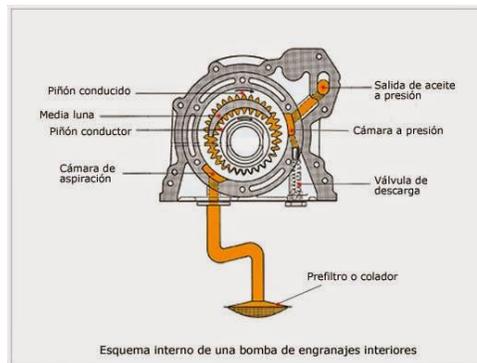
*Nota.* La imagen hace referencia a la junta culata de un motor diésel. Tomado de (I., 2019)

## Bomba Aceite

Es una bomba la cual se encarga de succionar el lubricante situado en el cárter hacia las partes del motor, de esta manera ayuda a la lubricación de todos los componentes móviles desde el cabezote y el block.

### Figura 14

#### *Bomba de aceite*



*Nota.* La imagen hace referencia a la bomba de aceite de un motor diésel. Tomado de (N., Electromecanica, 2022)

## Cárter

Llamado también sumidero ,además encuentra alojado la gran parte de aceite, su función es cerrar el bloque del motor por la parte inferior (Mecafenix, 2022).

### Figura 15

#### *Carter*



*Nota.* La imagen hace referencia al cárter de un motor diésel. Tomado de (Mecafenix, 2022)

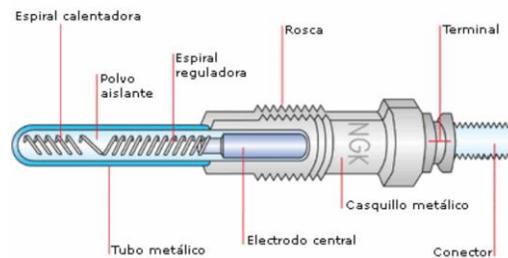
Todo lo mencionado hace referencia a los componentes de un motor diese según (D., 2021)

## Bujía de precalentamiento

Las bujías de pre-calentamiento ayudan a que se realice los cuatro ciclos de combustión por lo cual su funcionamiento es dar el encendido al motor en frío. Las bujías de precalentamiento dirigen calor hacia el bloque cerca de los cilindros. (M., ComoFunciona, 2021)

### Figura 16

#### *Bujía de precalentamiento*



*Nota.* La imagen hace referencia a la bujía de precalentamiento de un motor diésel.

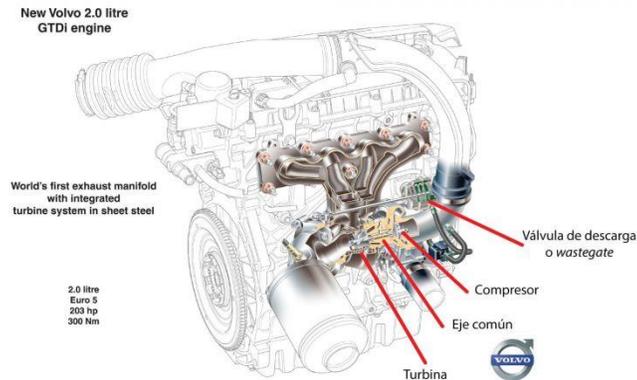
Tomado de (Donaire, 2021)

## Turbocompresor

El funcionamiento de un turbocompresor es muy simple. Posee una turbina que está unida a través de un eje común a un compresor. Los gases de escape se hacen pasar por esa turbina, haciéndola girar como si de un molino se tratara. La turbina, al compartir eje con el compresor, lo pone en marcha y comprime el aire de admisión que entra al colector de admisión. (Gomez, 2021)

## Figura 17

### Turbocompresor



*Nota.* La imagen hace referencia al turbocompresor de un motor diésel. Tomado de (Gomez, 2021)

## Ventajas y desventajas del motor diésel

Es importante considerar las ventajas y desventajas para una buena elección de motor a continuación encontraremos lo mencionado anteriormente con respecto al motor de diésel.

### **Ventajas:**

- ✚ Menos consumo de combustible a comparación de motor de ciclo Otto
- ✚ Un alto par motor que un motor de ciclo Otto.
- ✚ Alta fiabilidad mecánica
- ✚ Uso de combustibles vegetales.
- ✚ Uso con mayor carga que un motor Otto con el mismo nivel de esfuerzo

### **Desventajas:**

- ✚ Mayor precio en repuestos.
- ✚ Dificultad en el mejoramiento de gases quemados.

✚ Alta nivel de ruido en algunos motores de tecnología de inyección antigua (Wikipedia, 2022)

## **Bombas de Inyección**

Es parte del sistema de alimentación del motor cuya función es proporcionar el combustible a los cilindros de esta manera producir la combustión en el motor (Autolab, 2022).

### ***Funcionamiento de la bomba de inyección***

La bomba aspira el combustible del depósito y lo mete en el centro de la cámara de bomba, para que el émbolo haga tantas carreras como cilindros del motor tenga para proveer. Esta clase de bombas usan un exclusivo abastecedor giratorio que comunica alternativamente la cámara de compresión con la aspiración y la salida. Para regular el caudal utilizan una leva de disco que el cualquier modelo desplaza alternativamente el propio abastecedor y en otros mueve los pistones, de la misma forma la carrera de retorno del componente de bombeo en el primer caso es mediante un muelle y en el segundo es la presión de ingesta de alimentos la que establece el retorno de los émbolos opuestos (Autolab, 2022)

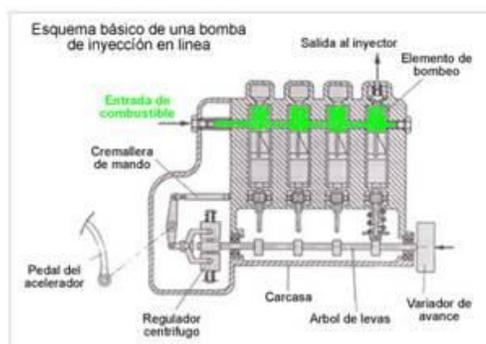
### ***Tipos de bombas de Inyección***

✚ **Bombas de inyección en línea**

Es accionado en un solo cuerpo, usualmente lleva una bomba de alimentación de baja presión acoplada y recibe el movimiento del eje de la bomba de inyección siendo así la que suministra el combustible a baja presión. (Marino, 2020)

### Figura 18

#### *Bomba de inyección en línea*



*Nota.* La imagen hace referencia a la bomba de inyección en línea de un motor diésel.

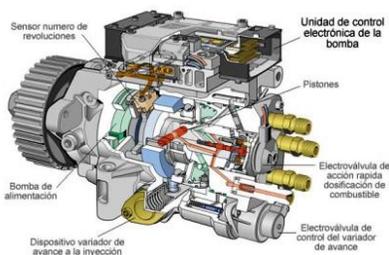
Tomado de (RO-DES, 2022)

### Bomba rotativa

El funcionamiento consiste en una bomba de aletas que extrae el combustible del depósito y lo introduce en la cámara de la bomba. El pistón realiza tantas carreras como cilindros del motor estén alimentados. Las bombas centrífugas convencionales tienen una corredera de control que determina la carrera efectiva y dosifica la cantidad de inyección (Avance, 2017).

### Figura 19

#### *Bomba rotativa*



*Nota.* La imagen hace referencia a la bomba de inyección rotativa de un motor diésel.

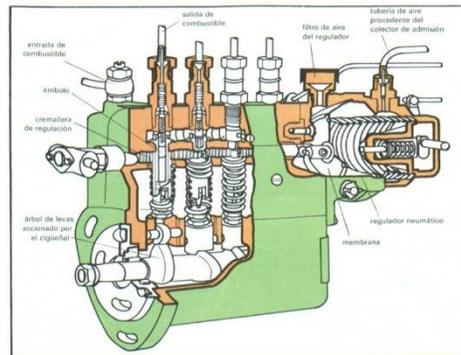
Tomado de (Avance, 2017)

### **Partes de la Bomba de Inyección**

- ✚ **Válvula de aspiración:** Permite ingresar el combustible a los inyectores.
- ✚ **Cuerpo de la bomba:** Es el lugar donde todos los componentes se integran.
- ✚ **Árbol de levas:** componente mecánico que se usa como temporizador compuesto de acero, templado y forjado.
- ✚ **Entrada del combustible:** Se lo hace a través de un elemento llamado émbolo.
- ✚ **Varilla de control:** Encargado de girar los émbolos y de esta manera modificar la cantidad de combustible que es inyectada.
- ✚ **Válvula de entrega:** Situada en la parte superior de la bomba, montado sobre el elemento de bombeo. Se utiliza como válvula para detener en el tubo y en el inyector el combustible a baja presión (M., ComoFunciona, 2021)

### **Figura 20**

#### *Partes de la bomba de inyección*



*Nota.* La imagen hace referencia a las partes de una bomba de inyección de un motor diésel. Tomado de (M., ComoFunciona, 2021)

### **Características**

- ✚ El sistema de suministro de combustible con la bomba de inyección rotativa tiene un solo elemento de bomba para todos los cilindros del motor.
- ✚ El abastecimiento de combustible es secuencial, por lo que la secuencia de inyección está determinada por la posición de la línea de alta presión.
- ✚ La bomba de inyección rotativa tiene todos los componentes en una sola carcasa. Funciona en cualquier posición porque está lubricado con el mismo combustible que inyecta el
- ✚ Compacta y silenciosa en comparación con otros tipos de bombas de inyección, la mencionada propiedad es una de las más importantes (M., ComoFunciona, 2021).

### **Inyectores**

Los inyectores es un elemento que ayuda en el sistema de inyección el cual la cual pulveriza la mezcla en el momento adecuado, además los inyectores puede ir en motores tanto diésel como gasolina, también nos ayuda en el momento exacto de la inyección para que pueda tener una mezcla exacta de 17:1. (401, loctite teroson , 2019)

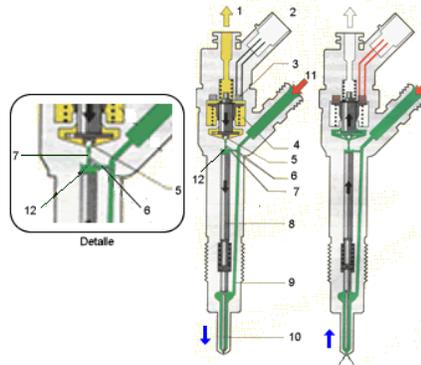
### **Tipos de Inyectores**

- ✚ **Common-rail (Riel común):** Es un sistema electrónico de inyección de combustible. El combustible del tanque es aspirado hacia la bomba de alta presión. Este es bombeado a alta presión hacia un common rail que actúa como acumulador y se

encarga de dirigir el combustible a los cilindros a través de inyectores controlados por la electroválvula de la unidad de control electrónico (ECU). (401, loctite teroson , 2019)

### Figura 21

*Common-rail (Riel común)*



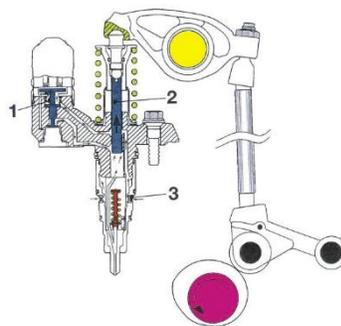
*Nota.* La imagen hace referencia al sistema Cammon-Rail (riel común) de un motor diésel.

Tomado de (T., 2018)

- ✚ **Bomba-inyector:** Un sistema de inyección con bomba e inyectores en cada cilindro, creando alta presión directamente en cada cilindro, evitando tuberías para lograr mayor presión. (401, loctite teroson , 2019)

### Figura 22

*Bomba-inyector*



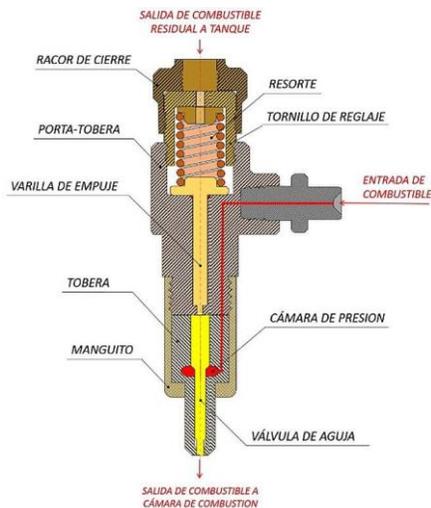
*Nota.* La imagen hace referencia al sistema Bomba-inyector de un motor diésel. Tomado de (Carrasco E. , 2017)

## Partes de un Inyector

- ✚ Porta-Tobera: Bloque de acero que actúa como estructura guía para ensamblar los demás componentes. El combustible ingresa a la cámara de presión del inyector a través de este bloque.
- ✚ Tobera: La parte unida al porta boquilla con un manguito roscado. Se instala una válvula de aguja. Esto crea una cámara de presión sellada cuando su punta obstruye el orificio de salida del inyector.
- ✚ Válvula de Aguja: Pistón actuando como corredera de inyección. En reposo, la válvula cierra el flujo de combustible.
- ✚ Resorte: La fuerza estática del resorte permite que la válvula se cierre herméticamente contra el puerto de salida del inyector. El aumento de la presión del combustible actúa sobre la aleta cónica de la válvula, superando la fuerza del resorte y levantando la aleta. En este momento, el combustible se inyecta en la cámara de combustión del cilindro desde el orificio de inyección. Un resorte empuja la válvula de aguja de regreso a su asiento de sellado cuando se completa la inyección.
- ✚ Varilla de empuje: Varilla que transmite movimiento entre la válvula de aguja y el resorte.
- ✚ Tornillo de reglaje: Tornillo para ajustar la presión de inyección de combustible.
- ✚ Válvula de cierre: Una pequeña cantidad de fugas de combustible entre la válvula de aguja y el soporte de la boquilla durante el proceso de inyección. De esta forma es posible lubricar los elementos restantes del inyector. Un accesorio de sellado sella el conjunto del inyector y drena el combustible restante al tanque (401, loctite teroson , 2019).

## Figura 23

### Partes de un inyector



*Nota.* La imagen hace referencia a las partes de un inyector de un motor diésel. Tomado de (401, loctite teroson , 2019)

## Sensores

“Son dispositivos o componentes eléctricos que forman parte del vehículo y cuya función principal es monitorear todas las condiciones de funcionamiento del vehículo y transmitir esta información al panel de control o panel de control, donde los componentes de los diferentes vehículos se encuentran en funcionamiento normal, así como si existe es una falla o mal funcionamiento”. (Automotriz, 2022)

### ***Funcionamiento de los sensores***

Funcionan tomando una magnitud física o química y convirtiéndola en una señal eléctrica que se envía a la unidad de control del vehículo. La unidad de control del vehículo los interpreta y posiciona los actuadores para operar dentro de los parámetros que dependen de las condiciones de funcionamiento o del funcionamiento del motor..

(Automotriz, 2022)

### ***Tipos de sensores***

- + **Sensor MAT:** Este es un termistor o dispositivo que crea un cambio en la resistencia interna dependiendo de la temperatura del aire entrante. Consiste en un circuito integrado o chip electrónico formado por elementos piezoresistivos. Tiene la función de convertir la temperatura del aire entrante en una señal eléctrica. Además, el dispositivo puede medir la presión del aire de entrada y su temperatura. (M., Sensor Automotriz, 2021)

#### **Figura 24**

*Sensor MAT*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor MAT. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- + **Sensor CMP:** Su función es leer las ranuras que se localizan en el engranaje del eje de levas.

La función del sensor del árbol de levas es precisar con precisión la posición del primer cilindro, trabajando junto al sensor del cigüeñal.

#### **Tipos de sensor CMP**

- **Sensor magnético:** Un sensor que emite una señal de voltaje sinusoidal y tiene un imán y una bobina. Cuando frotas un imán, se genera un campo magnético en la bobina y se genera un voltaje.

- **Sensor de tipo Hall:** Un sensor que opera con el efecto Hall y emite una señal de onda cuadrada. Se compone de un imán y un acoplador magnético. Cuando el imán roza, el acoplador genera una señal de voltaje que es recibida por la ECU. (M., Sensores Automotriz, 2021)

## Figura 25

*Sensor CMP*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor CMP. Tomado de (M., Sensores Automotriz, 2021)

- ✚ **Sensor TDC:** Este es un dispositivo eléctrico que envía una señal de voltaje a la ECU indicando la posición del pistón en el arranque. La acción de este sensor TDC es decirle a la ECU dónde está el pistón en el momento de la primera detonación o encendido.

(M., Sensor Automotriz, 2021)

### Tipos de sensor TDC

- **Inductivos:** Consisten en bobinas e imanes en un núcleo de metal. El sensor está ubicado en frente de la rueda fónica o rueda dentada. El flujo magnético generado entre las raíces y los dientes de la rueda induce la formación de un voltaje de salida sinusoidal.

- **Efecto Hall:** Consiste en un sensor semiconductor acoplado a un circuito eléctrico que protege contra picos de voltaje e imanes. Su funcionamiento se basa en el efecto Hall. Consiste en generar una tensión transversal o Hall en el sentido de la corriente del conductor por la acción perpendicular del campo magnético. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 26

*Sensor TDC*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor TDC. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- **Sensor VSS:** El sensor VSS se basa en un sensor magnético, normalmente de efecto Hall, que genera una onda cuya frecuencia es proporcional a la velocidad del vehículo seleccionado.

Este sensor tiene la función de informar a la ECU cuál es la velocidad del vehículo. (M., Sensor Automotriz, 2021)

#### **Tipos de sensores VSS:**

- **Sensor tipo generador con imán permanente:** Esto produce electricidad de bajo voltaje, similar a las bobinas captadoras del sistema de encendido.
- **Sensor óptico:** Tiene un diodo que genera luz y un foto-transistor.

Se presentan diferentes tipos de sensores VSS de los cuales se mencionó anteriormente según (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 27

*Sensor VSS*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor VSS. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

✚ **Sensor OPS:** Un sensor de presión de aceite que detecta la presión del aceite del motor y envía una señal de voltaje a la computadora del vehículo. También conocida como lámpara de aceite, consiste en un pequeño conector eléctrico cubierto de plástico negro unido al motor con un tornillo. Este sensor es parte de un sistema que monitorea la presión de aceite existente en una de las líneas principales cerca de la bomba y el filtro del motor.. (M., Sensor Automotriz, 2021)

#### **Tipos de sensores OPS:**

- **Sensor OPS de Platino:** El sensor de presión de aceite es lo que comúnmente se conoce como válvula. Cuando la presión alcanza un nivel inferior a 5 psi, que el fabricante considera peligroso para el motor, se inserta una placa de circuito en el interior, que alimenta simultáneamente los indicadores del tablero. Algunos vehículos apagan el motor como medida de protección cuando la ECU reconoce esta señal. (M., Sensor Automotriz, 2021).

- **Sensor OPS con Señal Analógica:** Estos son sensores de coeficiente negativo porque a medida que aumenta la presión también lo hace la resistencia interna. Como resultado, el voltaje suministrado por la unidad de control a través de la resistencia interna cae más lentamente, y la unidad de control percibe un aumento en la señal y lo interpreta como un aumento en la presión. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 28

*Sensor OPS*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor OPS. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- ✚ **Sensor ECT:** El sensor de temperatura del refrigerante sirve para medir la temperatura del refrigerante del motor. Este es un sensor de termistor cuyo valor de resistencia cambia según los cambios de temperatura. La función principal del sensor. ECT es medir la temperatura del refrigerante del motor. Los sensores proporcionan información directamente a la unidad de control. La unidad de control interpreta los datos y modifica la mezcla aire/combustible para controlar o modular la pulsación de los inyectores y activar el electro ventilador del radiador según se requiera. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 30

#### Sensor ECT



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor ECT. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- ✚ **Sensor IAT:** El sensor de temperatura del aire de admisión controla la temperatura del aire que ingresa al motor. También es un termistor, una resistencia que envía una señal que varía con la temperatura. La función de este sensor es permitir la detección de la temperatura del aire de admisión. Este sensor permite que la ECU controle el tiempo de inyección en función de la cantidad de aire que ingresa a la cámara de combustión..

(M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 29

#### Sensor IAT



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor IAT. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- ✚ **Sensor CKP:** Un sensor de posición del cigüeñal es un dispositivo magnético que produce un voltaje a través de la acción del propio sensor y un engranaje conectado al cigüeñal. El sensor le indica a la ECU y al módulo de encendido la posición del pistón a

medida que sube y baja durante cada ciclo del motor, y calcula las RPM del motor según la señal enviada por CKP. (M., Sensor Automotriz, 2021)

#### **Tipos de sensores CKP:**

- **Sensor óptico:** Este sensor consta de un LED de luz y un fototransistor. El volante del motor emite luz que pasa a través del orificio, y el fototransistor detecta la luz y emite una señal de voltaje.
- **Sensor magnético:** Emite una señal de voltaje debido a la diferencia entre la bobina y el imán.
- **Sensor de tipo Hall:** Este sensor utiliza el efecto Hall para medir campos magnéticos, corrientes y determinar la posición. Consiste en un imán y un acoplador magnético. (M., Sensor Automotriz, 2021)

#### **Figura 31**

*Sensor CKP*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor CKP. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- **Sensor O2:** Las sondas lambda son uno de los componentes más importantes y sensibles de los automóviles. Este es un tipo de tubo de cerámica de circonio cubierto con una capa de platino. El mecanismo de trabajo involucra una reacción química que produce un voltaje y es monitoreado por la ECU o la computadora central del motor. De esta manera determina cuál es la mezcla y ajusta la cantidad de combustible que ingresa al motor. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Tipos de sensores O2:

- **Sensores sin calefacción:** Los sensores sin calefacción son los más viejos y extraen calor del escape. Son fáciles de encontrar ya que tienen uno o dos cables de conexión.
- **Sensores calientes:** Estos tienen elementos eléctricos que les permiten calentarse. Tienen la ventaja de trabajar inicialmente más rápido que los antiguos sin calefacción. Estos sensores tienen 3-4 cables y un terminal adicional es responsable de controlar el elemento calefactor. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 32

#### Sensor O2



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor O2. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- **Sensor MAP:** Un sensor de presión absoluta múltiple es un dispositivo electrónico con un elemento piezoeléctrico en un circuito integrado. Se encarga de medir las fluctuaciones de vacío o presión y al mismo tiempo transmitir una señal al mundo exterior. Su función es verificar constantemente el vacío en el colector de admisión. Dependiendo del valor de vacío, el sensor puede suministrar más o menos tensión a la unidad de control. La unidad de control es responsable de suministrar combustible a través de los inyectores. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Tipos de sensores MAP:

- **Sensor por cambio de tensión (voltaje):** El vacío creado por el cilindro del motor crea una resistencia variable dentro del sensor.
- **Sensor por cambio de frecuencia:** El sensor tiene 2 funciones: medir la presión absoluta en el colector y verificar la presión atmosférica sin arrancar el motor (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 33

*Sensor MAP*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor MAP. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- **Sensor KNOCK:** El sensor de detonación detecta explosiones y detonaciones que ocurren dentro de la cámara de combustión. Su función es monitorear el paso o la vibración del motor y enviar señales a una computadora central para que se pueda ajustar el tiempo de encendido. Esto permite que la computadora retrase el encendido y evite daños al motor. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Tipos de sensores KNOCK

- **Sensores de resonancia inductivos y piezoeléctricos:** Consisten en un diafragma con la misma frecuencia de resonancia con la que vibra el punzón. Cuando se produce un impacto, el panel alcanza la máxima amplitud de vibración y se convierte en una señal eléctrica por inducción electromagnética o efecto piezoeléctrico. Los sensores resonantes detectan frecuencias de

detonación específicas debido a sus características de respuesta de banda estrecha. (M., Sensor Automotriz, 2021)

- **Sensor no resonante piezoeléctrico:** Utiliza el método masa-resorte para medir directamente la vibración. tiene un rango más amplio. Esta clase de sensores supera a los sensores resonantes porque la frecuencia del pulso tiende a variar ligeramente con la velocidad del motor. Los sensores de detonación basados en vibraciones generalmente se montan en el bloque del motor o en la culata. (M., Sensor Automotriz, 2021)
- **Sensores de presión:** Otra manera de detectar las detonaciones y golpeteo del motor es midiendo directamente la presión interna del cilindro. Estos se integran por lo general en la bujía, colocando un elemento piezoeléctrico con forma de anillo. Cuando se produce el golpeteo, se genera un ruido de alta frecuencia que se superpone al tipo de onda de presión que ocurre en la combustión normal. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 34

*Sensor KNOCK*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor KNOCK. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

✚ **Sensor MAF:** “Este sensor es el encargado de medir la cantidad de oxígeno que ingresa por el depurador”. El dispositivo se compone principalmente de tres elementos: un termistor, un cable de platino y un circuito de control electrónico. El termistor mide la

temperatura del aire entrante. Un alambre de platino, también llamado alambre caliente, se mantiene a una temperatura constante contra el termistor. Mide el flujo de aire que atrae el motor en un momento dado y envía esa información a una computadora para convertirla en una señal eléctrica. El PCM necesita saber la cantidad exacta de aire para calcular la carga y el trabajo a realizar en el motor. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Tipos de sensores MAF

- **Sensor de flujo de aire de aleta:** Esto se basa en la presencia de aletas de sonda en el conducto calibrado inmediatamente después del filtro de aire. La entrada de aire se evita mediante resortes o resortes de torsión.
- **Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP):** Su objetivo es convertir las fluctuaciones de presión en señales eléctricas. Esta información se envía a la unidad de control del motor para su control.
- **Sensor de flujo de masa de aire:** Este sistema registra los cambios en el flujo de aire con un hilo caliente en la toma de aire. También conocido como sensor de calor. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 35

*Sensor MAF*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor MAF. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

✚ **Sensor TPS:** El sensor de posición del acelerador es responsable de verificar la posición de la placa del acelerador en la admisión en el costado del motor. La función

del sensor TPS es detectar el ángulo de la placa del acelerador y convertir estos datos en una señal eléctrica que se envía directamente al módulo de control electrónico. Esta señal enviada por el sensor TPS proporciona al ECM información sobre la aceleración o desaceleración requerida por el conductor. (M., Sensor Automotriz, 2021)

### Figura 36

*Sensor TPS*



*Nota.* La imagen hace referencia al sensor TPS. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- ✚ **Sensor FRP:** El sensor de presión del riel de combustible es responsable de detectar la presión de combustible presente en los rieles de su automóvil. Su función principal es analizar la presión de combustible en el riel que alimenta los inyectores. De esta manera, el ECM compensa el área de pulso del inyector y optimiza la mezcla de aire y combustible. (M., Sensor Automotriz, 2021)

**Figura 38***Sensor FRP*

*Nota.* La imagen hace referencia al sensor FRP. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

- ✚ **Sensor EVP:** El sensor de posición de la válvula EGR sirve para detectar con precisión la posición de la válvula de recirculación de gases de escape. Esto determina la posición de la válvula de recirculación de gases de escape. La válvula EGR se desarrolló en respuesta a la necesidad de controlar y operar de manera más efectiva los gases liberados durante la combustión. (M., Sensor Automotriz, 2021)

**Figura 37***Sensor EVP*

*Nota.* La imagen hace referencia al sensor EVP. Tomado de (M., Sensor Automotriz, 2021)

## Lubricación

### *Tipos de aceites de motor*

Los aceites de motor se pueden dividir en cuatro categorías básicas: aceites sintéticos, aceites semisintéticos, aceites eficientes en combustible y aceites convencionales. (Pennzoli, 2018)

#### **Aceite de motor sintético**

Los aceites de motor sintéticos son el resultado de procesos químicos. Las moléculas de los aceites sintéticos tienen una forma más uniforme y contienen menos impurezas que las moléculas de los aceites convencionales. Los aceites sintéticos generalmente funcionan mejor en temperaturas extremadamente altas o bajas. Los aceites sintéticos generalmente están formulados con aditivos de alto rendimiento. (Pennzoli, 2018)

#### **Aceite de motor semi-sintético**

Los aceites de motor semisintéticos contienen una mezcla de aceites base sintéticos y convencionales para brindar una mayor resistencia a la oxidación (en comparación con los aceites convencionales) y excelentes propiedades a bajas temperaturas. (Pennzoli, 2018)

#### **Aceite de alto kilometraje**

“Los aceites de motor de alto kilometraje están especialmente formulados para vehículos antiguos o nuevos con más de 120 000 millas. Gracias a su fórmula inigualable y aditivos únicos, el aceite de alto kilometraje ayuda a reducir la quema de aceite y sella las fugas que pueden ocurrir en los motores más antiguos”. (Pennzoli, 2018)

#### **Aceite de motor convencional**

Las formulaciones de aceite de motor convencionales vienen en una variedad de grados y calidades. El aceite de motor convencional se recomienda para conductores con motores simples y estilos de conducción normales (en comparación con condiciones de conducción extremas). (Pennzoli, 2018)

### **Figura 39**

*Lubricación*



*Nota.* La imagen hace referencia a los lubricantes que se puede utilizar en un vehículo.

Tomado de (Pennzoli, 2018)

### **Líquido refrigerante**

El refrigerante es un compuesto termorregulador a base de etilenglicol y contiene aditivos anticorrosivos para proteger los distintos metales del circuito eléctrico. Manténgalo limpio y en óptimas condiciones para su correcto funcionamiento. Este fluido proporciona un amplio rango de temperatura de unos  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ , por lo que su presencia en los circuitos internos del motor asegura que este funcione a una temperatura estable para su correcto funcionamiento, es decir, unos  $90^{\circ}\text{C}$ . (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

Cuando se usa agua en el sistema de enfriamiento de un vehículo, puede crear varias partículas que obstruyen el sistema y están expuestas a calor y presión excesivos, por lo que solo se debe usar refrigerante. Tenga en cuenta que, si ha estado utilizando agua en el sistema de refrigeración de su vehículo durante mucho tiempo, el uso de refrigerante puede

dañar gravemente el sistema. Por esta razón, se recomienda inspeccionar el refrigerante antes de usarlo en el vehículo. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

La función del refrigerante es absorber el calor del motor para evitar un posible sobrecalentamiento; Además, al ser resistente a temperaturas muy bajas, evita que las habitaciones se congelen en invierno. También actúa como lubricante, limpiando y protegiendo de la oxidación todos los componentes del sistema de refrigeración gracias a sus propiedades anticorrosivas. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

#### **Figura 40**

*Líquido refrigerante*



*Nota.* La imagen hace referencia al líquido refrigerante que se utiliza en un vehículo.

Tomado de (Guzmán, 2022)

#### **Beneficios de cambiar el líquido refrigerante**

Con el uso y el tiempo, el refrigerante comienza a perder sus propiedades, reduciendo su capacidad de conducción y regulación de la temperatura, lo que puede provocar un sobrecalentamiento o congelamiento del motor. Es importante reemplazar con el refrigerante recomendado por el fabricante para mantener los niveles, el reemplazo oportuno y evitar reparaciones costosas. Siempre debemos tener en mente las siguientes recomendaciones:

- ✚ Reemplazar el refrigerante elimina el óxido y los depósitos que se forman con el tiempo. Los depósitos que se forman pueden causar sobrecalentamiento y dañar los sistemas de refrigeración, por lo que es importante eliminarlos. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)
- ✚ Al reemplazar el anticongelante, recomendamos una revisión completa del sistema de enfriamiento, inspeccionando el termostato, las mangueras y el radiador. Esto es muy útil para su sistema, ya que comprueba si hay fugas y otros problemas. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)
- ✚ El nuevo refrigerante utilizado en el vehículo contiene aditivos que ayudan a lubricar la bomba de agua del vehículo y evitan la acumulación de oxidación en esta área. Esto mantiene su sistema de enfriamiento funcionando de manera eficiente y segura mientras prolonga la vida útil de su bomba de agua. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)
- ✚ Reemplazar el refrigerante evitará que el anticongelante viejo se vuelva ácido, ya que puede descomponerse y dañar los cojinetes de la bomba de agua, los componentes de aluminio del motor y las mangueras de goma. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

Todos los beneficios mencionados son los más importantes para la selección de un anticongelante para el vehículo según (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

#### **Figura 41**

*Beneficios de cambiar el líquido refrigerante*



*Nota.* La imagen hace referencia a los beneficios de cambiar el líquido refrigerante. Tomado de (Carbajal, 2022)

➤ **Refrigerante anticongelante**

Evita congelar líquidos si la temperatura es cercana o inferior a 0° C. Ideal para países muy fríos. Recomendado para autos nuevos o de bajo kilometraje. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

➤ **Refrigerante verde**

El refrigerante más común con una vida útil máxima de 40.000 km y se recomienda solo para motores de alto kilometraje. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

➤ **Refrigerante y anticorrosivo**

Contiene aditivos que no solo realizan la función de refrigeración, sino que también evitan la corrosión de los componentes del sistema de refrigeración. (S., CHAID NEME HERMANOS S.A., 2019)

## Figura 42

*Tipos de refrigerantes*



*Nota.* La imagen hace referencia a los tipos de refrigerantes. Tomado de (S., Industriamotores, 2021)

## Capítulo III

### Especificaciones del motor

#### Selección del motor

La selección del motor es libre debiendo respetar únicamente que el motor posea un sistema inyección electrónica a Diésel CRDI

Para la selección del motor se basó en la siguiente tabla de ficha técnica del motor que disponemos a continuación:

**Tabla 1**

*Especificaciones del motor*

ISUZU D-MAX 2.5 CREW 4X4 163 CV	
<b>Cc</b>	<b>2499</b>
<b>Litros</b>	<b>2.5</b>
<b>Diámetro</b>	<b>95.4</b>
<b>Carrera</b>	<b>87.4</b>
<b>Relacion de compresión</b>	<b>17.0</b>
<b>Cilindros</b>	<b>4</b>
<b>Configuración</b>	<b>en línea</b>
<b>Distribución</b>	<b>doble árbol de levas en cabeza (DOHC)</b>

---

ISUZU D-MAX 2.5 CREW 4X4 163 CV

**Válvulas por cilindro**

**4**

**Código motor**

**4JK1-TC**

---

*Nota.* La siguiente tabla nos indica las características de un motor ISUZU D-MAX 2.5 diésel.

Tomado de (concesionarios, 2019)

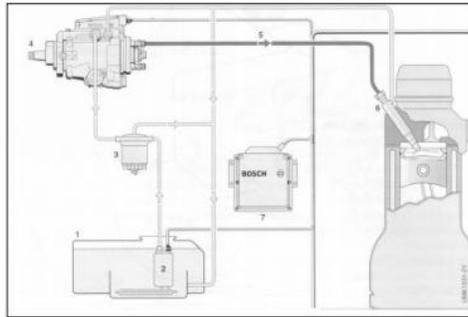
### **Bomba de inyección**

#### ***Tipo de bomba***

El motor está equipado con una bomba de inyección de pistones radiales tipo VP44, cuya función es enviar combustible desde el tanque a la cámara de combustión. La bomba de pistones radiales VP44 ha sido especialmente desarrollada para motores diésel y se caracteriza por una mayor dinámica en el control del caudal y el inicio de la inyección y presiones en los inyectores de hasta 1600 bar. (Carrasco, 2018)

Para el funcionamiento de esta bomba existen dos centralitas de control electrónico diésel, la centralita de control del motor y la centralita de la bomba, que protegen la electrónica del sobrecalentamiento y de las altas corrientes de la bomba de inyección (hasta 20 A).. (Carrasco, 2018).

Para la alimentación de combustible de baja presión, se constituye de la siguiente manera:

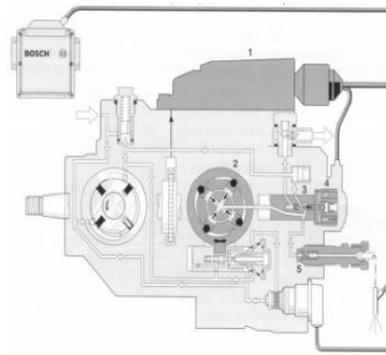
**Figura 43***Bomba de baja presión*

*Nota.* La imagen hace referencia a la bomba de baja presión. Tomado de (Carrasco, 2018)

1. Depósito de combustible
2. Bomba previa
3. Filtro de combustible
4. Bomba rotativa de inyección de émbolos
5. Tubería de impulsión (Alta presión)
6. Combinación de porta inyección
7. Unidad de control

Para la parte de alta presión y para la distribución y dosificación de combustible,

utilizando para ello un elemento acusador (electroválvulas de lata presión) (Carrasco, 2018)

**Figura 44***Bomba de alta presión*

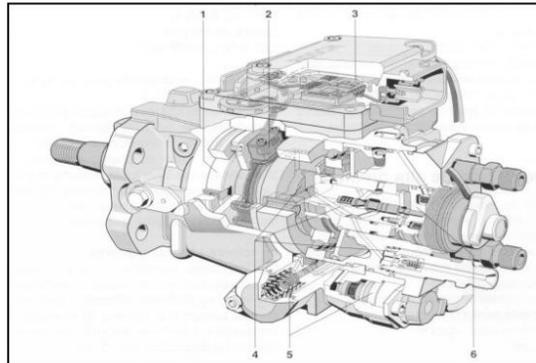
*Nota.* La imagen hace referencia a la bomba de alta presión. Tomado de (Carrasco, 2018)

1. Unidad de control
2. Bomba de alta presión de émbolos radiales
3. Cuerpo distribuidor
4. Electroválvula de alta presión
5. Empalme para conducto de impulsión

La bomba VP44 consta de las siguientes partes principales, tanto para baja presión como para alta presión; (Carrasco, 2018)

### Figura 45

#### *Bomba VP44*



*Nota.* La imagen hace referencia a la bomba VP44. Tomado de (Carrasco, 2018)

1. Bomba de alimentación de aletas con válvulas reguladora de presión
2. Sensor de ángulo de rotación
3. Unidad de control de la bomba
4. Bomba de alta presión de émbolos radiales con eje distribuidor y válvula de salida
5. Variador de avance y electroválvula de variador de avance
6. Electroválvula de alta presión

### Descripción del circuito

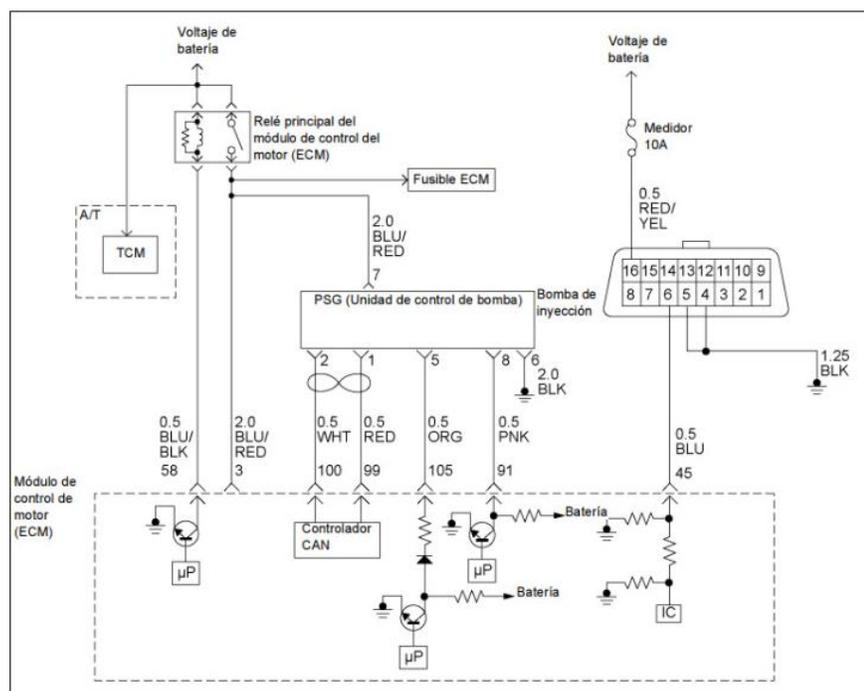
El ECM utiliza varios sensores para calcular la intensidad y la sincronización de la inyección, mientras que el PSG controla las válvulas de solenoide de alta presión de acuerdo con los datos del mapa de bomba programado. (LIMITED, 2003)

Las señales de cantidad de inyección objetivo y cantidad de inyección real se intercambian entre PSG y ECM a través del bus CAN. (LIMITED, 2003)

El DTC P0251 se almacena cuando la relación entre la señal de velocidad del motor y la señal de velocidad de la leva de la bomba doble es excesiva. El DTC P0251 se almacena si hay una falla en el circuito CAN alto o bajo. (LIMITED, 2003)

**Figura 46**

*Circuito de la ECU a la bomba*



*Nota.* La imagen hace referencia al circuito integrado de la Ecu hacia la bomba VP44.

Tomado de (LIMITED, 2003)

## Tipos de sensores

**APP:** es un sensor de posición del acelerador, el cual está encargado de medir la posición en la que se encuentra la mariposa o estrangulador dependiendo con la intensidad que se pise el pedal del acelerador

### Figura 47

*Sensor APP*



*Nota.* La siguiente imagen indica el sensor APP de un motor diésel.

### Tabla 2

*Voltaje en cada cable del sensor APP*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
5	Blanco	WHT	Vs1= 0,5 a 4,5 V
	Naranja	ORG	Vr1=5 ó 12 V
	Negro	BLK	Vm1= 20 a 80 mv
	Naranja	ORG	Vr2= 5 ó 12 V
	Rojo	RED	Vs2= 0,5 a 4,5 V
	Negro	BLK	Vm2= 20 a 80 V

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del sensor APP de un motor diésel.

**CMP:** este es de tipo hall, es un sensor de posición del árbol de levas, se encarga de leer las ranuras que posee el engrane del eje de levas con esto poder emitir una señal a la computadora la cual identificar la posición de las válvulas y activa los inyectores.

### Figura 48

*Sensor CMP*



*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al sensor CMP de un motor diésel.

### Tabla 3

*Voltaje en cada cable del sensor CMP*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
3	Negro	BLK	Vm= 20 a 80 mV
	Blanco	WHT	Vs= 0 ó 5 V
	Rojo	RED	Vr= 5 V

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del sensor CMP de un motor diésel.

**CKP:** es un sensor que se utiliza para poder controlar la posición o la velocidad del cigüeñal y enviar una señal a la computadora para que pueda activar los inyectores

**Tabla 4**

*Voltaje en cada cable del sensor CKP*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
3	Amarillo	YEL	Vs= 0 ó 5 V
	Azul	BLU	Vr= 5V
	Verde	GRN	Vm= 20 a 80 mV

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del sensor CKP de un motor diésel.

**Presión de la bomba:** es un sensor que mide la presión del combustible en la bomba de inyección Diesel

**Figura 49**

*Sensor Presión de la bomba*



*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al sensor de Presión de Aceite de un motor diésel.

**Tabla 5**

*Voltaje de cada cable del sensor de Presión de Aceite*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Azul con Rojo	BLU y RED	Vr= 5V
	Negro con amarillo	BLK y YEL	Vm= 20 a 80 mV

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del sensor de presión de aceite de un motor diésel.

**OPS:** Este sensor tiene la función de medir el nivel de presión del aceite lubricante.

El sistema advertirá al conductor si este valor no coincide con los requisitos del motor.

**Figura 50**

*Sensor OPS*



*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al sensor OPS de un motor diésel.

**Tabla 6***Voltaje de cada cable del sensor OPS*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
1	Blanco	WHT	Vs= 0,5 a 4,5 V

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del sensor OPS de un motor diésel.

**FRP:** es el encargado de detectar la presión de combustible en el riel mediante un sistema piezoeléctrico que varía el voltaje enviado a la ECU, en función de la presión existente

**Figura 51***Sensor FRP*

*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al sensor FRP de un motor diésel.

**Tabla 7**

*Voltaje de cada cable del sensor FRP*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
	Rojo	RED	5 Voltios
3	Negro	BKL	0 Voltios
	Blanco	WHT	4,90 Voltios

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del sensor FRP de un motor diésel.

**Actuadores de inyectores:** gracias a los sensores la computadora puede recibir señales emitido por los mismos y activar los inyectores

**Inyector 1:** posee 2 cables: plomo y plomo con amarillo

**Figura 52**

*Inyector cilindro 1*



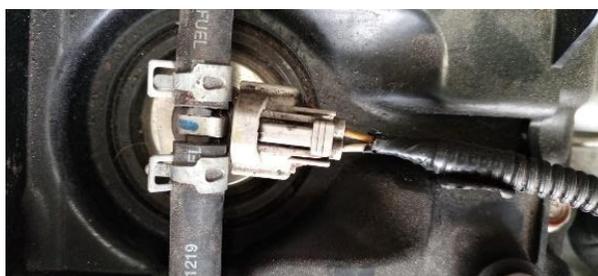
*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al inyector del cilindro 1.

**Tabla 8***Voltaje de cada cable del inyector 1*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Plomo	GRY	4,7V
	Plomo con amarillo	GRY y YEL	0V

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del inyector del cilindro 1.

**Inyector 2:** posee 2 cables: blanco y amarillo

**Figura 53***Inyector del cilindro 2*

*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al inyector del cilindro 2.

**Tabla 9***Voltaje de cada cable del inyector 2*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Blanco	WHT	0V
	Amarillo	YEL	4,7V

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del inyector del cilindro 2.

**Inyector 3:** posee 2 cables: café y blanco

#### Figura 54

*Inyector del cilindro 3*



*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al inyector del cilindro 3.

#### Tabla 10

*Voltaje de cada cable del inyector 3*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Café	BRN	4,7V
	Blanco	WHT	0V

*Nota.* La siguiente imagen hace referencia al inyector del cilindro 3.

**Inyector 4:** posee 2 cables: verde y azul

**Figura 55***Inyector del cilindro 4*

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del inyector del cilindro 3.

**Tabla 11***Voltaje de cada cable del inyector 4*

Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Verde	GRN	4,7
	Azul	BLU	0V

*Nota.* La siguiente tabla hace referencia a los colores de cada cable con su respectiva abreviatura y voltaje del inyector del cilindro 4.

## CAPITULO IV

### Mantenimiento

#### Bomba VP 44

Esta bomba es muy similar a una bomba rotativa tradicional, lo único que se puede diferenciar es que esta bomba trabaja mediante un controlador electrónico, en la parte interna de la bomba existen dos pistones el cual ayuda a comprimir el combustible y de esa manera se pueda generar una alta presión por la bomba. (S. A. , 2017)

#### *Fallas*

**Tabla 12**

*Fallas y diagnóstico de la bomba VP 44*

FALLAS	DIAGNOSTICO
<b>Humo negro por el escape</b>	Esto sucede porque la relación aire-combustible no es la adecuada, ya que durante la combustión se suministra más gasóleo que aire, por lo que abunda el gasóleo.
<b>Consumo excesivo de combustible</b>	Si la bomba no funciona correctamente, la suciedad y los contaminantes en el combustible pueden provocar un consumo excesivo, dañar la goma y los sellos de la bomba y provocar pérdidas y fugas de combustible.

FALLAS	DIAGNOSTICO
<b>Humo blanco por el tubo de escape</b>	Si se suministra demasiado gasóleo, no puede arder completamente en la cámara de combustión, por lo que una pequeña parte del gasóleo queda sin quemar y acaba en los gases de escape, donde se produce el famoso humo blanco debido a su alta temperatura, que hace que sin sentido. Más que diésel crudo por quemaduras de tubos de escape calientes.
<b>El motor no se para, falla, se acelera o se para solo, hace ruido, da tirones y un largo etcétera</b>	Todas estas anomalías pueden aparecer en la bomba de inyección por diversos motivos ya que no funciona correctamente. Por ejemplo, la bomba está defectuosa, mal calibrada o el imán de la bomba no funciona.

*Nota.* La siguiente tabla nos indica las fallas y la diagnosis de cada uno de la bomba VP 44.

Tomado de (Avanzado, concervatucoche, 2019)

En la siguiente tabla se puede verificar los posibles códigos DTC y las piezas relacionadas con el fallo, es decir es un escaneo general o base de mantenimiento del motor relacionado al sistema de inyección electrónica.

**Tabla 13***Códigos de falla de la bomba de inyección*

<b>CODIGO</b>	<b>Nombre DTC</b>	<b>Condición de configuración DTC</b>	<b>Piezas relacionadas con el fallo</b>
<b>P0251</b>	Fallo en la bomba de inyección	1. El sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba está bien.	 Error de PSG (unidad de control de bomba).
		2. El ancho del pulso de control de la válvula solenoide de alta presión no corresponde a la cantidad de inyección de combustible deseada.	 Fallo del sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba.
		1. El sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba está bien.	 Falta pulso del sensor CKP.  Avería eléctrica.
		2. Sin errores del sensor CKP.	 Interferencia magnética.
		3. Diferencia entre la velocidad del motor y la velocidad del árbol de levas de la bomba doble superior a 720 rpm	 Error de PSG (unidad de control de bomba).

CODIGO	Nombre DTC	Condición de configuración DTC	Piezas relacionadas con el fallo
		La PSG (Unidad de control de bomba) no tiene mapas de bomba programados ni errores de PSG.	 Error de PSG (unidad de control de bomba).
		Convertidor PSG (controlador de bomba) A/D o error de EEPROM.	 Error de PSG (controlador de bomba)
		PSG (Controlador de bomba) ha detectado una falla en el circuito de control de la válvula solenoide de alta presión.	 Error de PSG (controlador de bomba)
		La PSG (Unidad de control de bomba) no pudo medir el voltaje de accionamiento de la válvula solenoide de alta presión.	 Error de PSG (controlador de bomba).
		El ECM no pudo aceptar un mensaje del PSG (controlador de bomba).	 El circuito CAN alto está abierto y en cortocircuito a tierra

CODIGO	Nombre DTC	Condición de configuración DTC	Piezas relacionadas con el fallo
			<p>✚ El circuito CAN bajo está abierto, en cortocircuito a tierra o en cortocircuito al circuito. Error en ECM.</p> <p>✚ Error PSG (Unidad de control de bomba)</p>

*Nota.* La siguiente tabla nos indica el código de falla que genera la bomba de inyección VP44.

Tomado de (LIMITED, 2003)

### ***Ayudas para el diagnóstico***

La interferencia intermitente puede deberse a:

- ✚ Mal contacto.
- ✚ Colocación incorrecta del mazo de cables.
- ✚ Abrasión severa del aislamiento del cable.
- ✚ Rotura de hilo en aislamiento.

Mire a ver si existen las siguientes condiciones:

- ✚ Conexiones defectuosas de ECM y PSG: comprueba los conectores del mazo de cables en busca de terminales desconectados, contactos defectuosos, pestillos rotos, terminales dañados o con forma incorrecta y conexiones defectuosas entre terminales y cables.
- ✚ Daños en el mazo de cables: compruebe si hay daños en el mazo de cables. Si el mazo de cables
- ✚ Se ve bien, observe el indicador Tech 2 "Calidad de la inyección" mientras mueve el mazo de cables y el conector relacionados con el sensor (LIMITED, 2003)

### **Reparación de la bomba VP44**

La bomba VP44 suele fallar debido a que el módulo electrónico impide que reciba la señal de la ECU y no obtiene la presión de combustible adecuada. Cuando falla la bomba de inyección, el motor del vehículo funciona como si no tuviera el combustible que necesita.

Para confirmar que el error proviene del módulo electrónico, debe leer el código de error de la unidad de control del vehículo diésel dima-x 2.5. El código de error es P0251. (Avanzado, Library, 2017)

### **Material necesario**

- ✚ Juego llaves de copas
- ✚ Destornilladores plano y estrella
- ✚ Llave de tubo.
- ✚ Torx T25
- ✚ Destornillador Torx T10
- ✚ Alicates
- ✚ Cautín
- ✚ Estaño

 Éter

## **Reparación**

Primero, retire la cubierta Ecotec y guarde cualquier distracción como: Conectores de sonda, tubos de vacío, etc. A continuación, debe desconectar completamente los 4 cables de la bomba al inyector. Después de aflojar los cuatro cables, deberá quitar los tornillos Torx que sujetan el colector de admisión al motor. En este punto, se deben aflojar los ocho tornillos Torx T-25 para quitar la cubierta del módulo electrónico. (Avanzado, Library, 2017)

## **Sustitución del módulo**

Hay números en el interior de la cubierta de metal que acaba de quitar. Primero necesita obtener el módulo con el mismo número. Puede ser difícil de encontrar, pero hay 3 números diferentes. Si no puede encontrar el módulo. (Avanzado, Library, 2017)

Hay cuatro cables que salen del módulo al solenoide. Para realizar toda la operación sin desmontar la bomba del motor, es necesario desconectarla. Luego corte cada cable a una longitud diferente para que puedan soldarse sin confusión. (Avanzado, Library, 2017)

Hay cuatro cables que salen del módulo al solenoide. Para realizar toda la operación sin desmontar la bomba del motor, es necesario desconectarla. Luego corte cada cable a una longitud diferente para que puedan soldarse sin confusión.

Ahora es el momento de hacer el mismo proceso en orden inverso. Deberá asegurarse de que el sello de goma esté en su lugar, coloque el sensor de velocidad en su lugar y atornille con cuidado el Torx T10 para que no se caiga. Una vez hecho esto, los cables deben soldarse a los cables apropiados. (Avanzado, Library, 2017)

Eventualmente, tendrá que deshacer, deshacer o rastrear el proceso de principio a fin.

## **Mantenimiento eléctrico**

### ***Mantenimiento motor de arranque***

#### **Fallas**

A medida que el motor gira, el combustible ingresa a la cámara de combustión y se enciende. Si este proceso funciona correctamente, el motor arrancará. Sin embargo, cuando el motor de arranque comienza a desgastarse o fallar, afecta la capacidad de conducción del vehículo. (Morales, 2019)

Para ello, aquí tienes una tabla con los fallos más comunes que pueden ocurrir con tu motor de arranque.

**Tabla 14***Fallas del motor de arranque con su respectiva solución*

<b>FALLAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>El motor de arranque no gira cuando se enciende el interruptor de encendido.</b>	Encienda la iluminación (luz de cruce)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique los cables y las conexiones de la batería</li> </ul>
	La iluminación es demasiado débil o no funciona tan bien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar los polos y las conexiones de la batería.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla de cable o interrupción de conexión a tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• motor de arranque,</li> <li>• Batería y tierra</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de corriente inadecuado debido a conexiones sueltas u oxidadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición del voltaje de la batería</li> <li>• Comprobar y cargar la batería.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La batería está descargada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>reemplazar si es necesario</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternador defectuoso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar alternador</li> </ul>

FALLAS	CAUSAS	SOLUCION
<p><b>El motor de arranque no gira cuando el cable de la batería se coloca directamente en el tornillo de contacto situado bajo la conexión del borne 30, o bien el motor de arranque gira demasiado lentamente o no llega hasta el motor.</b></p>	<p>El interruptor de solenoide no responde: Conecte los terminales 30 y 50 del puente al motor de arranque.</p> <p>arrancador comienza =</p> <p>• Contactos del interruptor magnético sucios o desgastados.</p> <p>Desgaste de escobillas de carbón</p> <p>escobilla de carbón atascada</p>	<p>• Reemplace el interruptor de arranque de encendido</p> <p>• Reparar conexiones</p> <p>sustitución de escobillas de carbón</p> <p>Limpieza de las escobillas de carbón y las guías del porta escobillas</p> <p>sustitución de escobillas de carbón</p>

FALLAS	CAUSAS	SOLUCION
	Inducido o bobina magnética defectuosa	Realizar un mantenimiento del motor de arranque y en caso de no funcionar reemplazar el mismo
	La batería no tiene el voltaje adecuado.	Realizar una carga y verificar el voltaje
	Flujo de corriente inadecuado debido a conexiones sueltas o corroídas	Limpiar y apretar los polos y las conexiones de la batería
<b>El motor de arranque se acopla y gira. El motor da tirones o no funciona en absoluto.</b>	escobilla de carbón atascada	Limpiar las escobillas de carbón y las guías del soporte de las escobillas
	Escobillas de carbón gastadas	Sustituir las escobillas de carbón
	el colector esta sucio	Limpiar el colector
	El colector tiene rayones o quemaduras	

FALLAS	CAUSAS	SOLUCION
<b>El piñón bendix no se desacopla.</b>	Piñón de mando defectuoso	Piñón de mando defectuoso
	Hay un problema con la corona del volante.	Hay un problema con la corona del volante.
	Ruedas dentadas o roscas sucias o dañadas	Ruedas dentadas o roscas sucias o dañadas
	Interruptor magnético defectuoso	Interruptor magnético defectuoso
	Resorte de retorno desgastado o roto	Resorte de retorno desgastado o roto
<b>El motor de arranque sigue funcionando cuando se apaga el interruptor de encendido.</b>	Interruptor o relé de encendido defectuoso	Interruptor o relé de encendido defectuoso

*Nota.* La siguiente tabla nos indica la falla que genera el motor de arranque. Tomado de (Avanzado, HELLA, 2018)

## Reparación

1. Los electroimanes sirven para dos propósitos. Engrana el piñón del volante del motor y activa un interruptor de alta corriente para hacer girar el motor de arranque. Si el imán simplemente hace clic cuando gira la llave, el émbolo no está completamente retraído y el interruptor no funciona. Esto puede deberse a una corriente insuficiente (por ejemplo, batería descargada o mala conexión entre los terminales de la batería y el motor de arranque) (TallerBarato, 2018)

2. Retire la tuerca que sujeta el solenoide al motor de arranque. Retire la válvula solenoide del motor de arranque. Es posible que deba inclinarse ligeramente para aflojar el émbolo. Inspeccione el pistón en busca de corrosión y acumulación de aceite. Esto puede hacer que se adhiera al solenoide. Desengrasar con papel ligeramente humedecido. (TallerBarato, 2018)

3. Para probar el interruptor magnético, sostenga el extremo del émbolo. Ambos terminales requieren una resistencia mínima. Esto se puede medir con un multímetro o una batería y una lámpara de prueba. Para probar el funcionamiento del solenoide, conecte un cable de puente a la terminal (que recibe energía de la llave de encendido del vehículo) y al poste que se conecta a la batería (no al poste que conecta el motor de arranque al solenoide). El émbolo se activa cuando se enciende la alimentación, vuelve a salir cuando se retira. (TallerBarato, 2018)

4. Para quitar el motor de arranque, quite los tornillos largos que atraviesan la carcasa del motor. Retire las tapas de los extremos y déjelas a un lado. Retire con cuidado las tapas de los extremos, ya que los cables del cepillo se conectarán al cuerpo del motor. Los cepillos se pueden unir a las tapas de los extremos. En este caso, se debe quitar la tapa antes de separar. (TallerBarato, 2018)

5. Después de desarmar las piezas, verifíquelas en busca de daños. Elimine por completo la grasa acumulada, el polvo y el óxido de todos los componentes con un cepillo pequeño o aire comprimido. Finalmente, vuelva a montar con cuidado el motor de arranque.

(TallerBarato, 2018)

### Revisión del sistema de control electrónico

Paso 1: Encontrar el conector del OBD II.

#### Figura 65

*Conexión del OBD2*



*Nota.* La siguiente imagen hace referencia a la toma donde va conectado el OBD2. Tomado de (F., 2021)

Paso 2: Una vez encontrado procedemos a la conexión del OBDII .

## Figura 82

### Conector del OBD2



*Nota.* La siguiente imagen hace referencia a la conexión del OBD2. Tomado de (A., Mundo del motor, 2018)

Paso 3: Ingresamos la información específica del motor.

Paso 4: Revisar que el Scanner contenga el lector de códigos.

Paso 5: En el manual de Isuzu buscar cada código de fallas.

## Figura 99

### Códigos de fallas

Código de problema diagnóstico			
Descripción(1/12)	MID	Estado	
P2138 Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/E' Voltage Correlation	E8	Confirmado	▲
P2127 Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'E' Circuit Low	E8	Confirmado	▲
P2228 Barometric Pressure Sensor 'A' Circuit Low	E8	Confirmado	▲
P0201 Injector Circuit/Open - Cylinder 1	E8	Confirmado	▲
P0202 Injector Circuit/Open - Cylinder 2	E8	Confirmado	▲
P0102 Mass or Volume Air Flow 'A' Circuit Low	E8	Confirmado	▲
P2138 Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/E' Voltage Correlation	E8	Pendiente	▼
P2127 Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'E' Circuit Low	E8	Pendiente	▼
P2228 Barometric Pressure Sensor 'A' Circuit Low	E8	Pendiente	▼
P0201 Injector Circuit/Open - Cylinder 1	E8	Pendiente	▼

*Nota.* La siguiente imagen hace referencia a los códigos generados en el motor.

Paso 6: Eliminar los códigos de fallas.



## CAPITULO V

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- ✚ Se seleccionó un motor que permite aprovechar el circuito electrónico de sensores y actuadores para poder simular fallas de códigos de error
- ✚ Se implementó el motor en el bastidor elaborado, además se realizó el acople del sistema de refrigeración para un funcionamiento óptimo.
- ✚ Se implementó un sistema de escape para guiar los gases producidos por la combustión y menorar su toxicidad
- ✚ Se implementó el sistema eléctrico y electrónico del motor, para obtener una correcta lectura de los sensores y actuadores y el motor pueda trabajar de una manera correcta

## Recomendaciones

- ✚ Al implementar el motor, se debe tomar en cuenta el peso y la longitud para poder construir el bastidor y que cuente con un sistema de inyección electrónica common rail
- ✚ Al implementar el motor se debe colocar bases y cauchos para que puedan absorber la vibración producida al encender el motor de combustión interna, y así evitar que la vibración sea transmitida de manera directa al bastidor.
- ✚ Evitar retirar algún sistema auxiliar ya que podría afectar al funcionamiento del motor
- ✚ Utilizar el manual del fabricante para realizar una conexión adecuada de los sensores y actuadores que posee el motor para evitar quemar la computadora.

## Bibliografía

- 401, R. (21 de Febrero de 2019). *loctite teroson* . Obtenido de loctite teroson :  
<https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-inyectores-diesel-y-consejos-de-mantenimiento>
- 401, R. (21 de Febrero de 2019). *loctite teroson* . Obtenido de loctite teroson :  
<https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-inyectores-diesel-y-consejos-de-mantenimiento>
- A. (14 de Diciembre de 2018). *Mundo del motor*. Obtenido de Mundo del motor:  
<https://www.mundodelmotor.net/codigo-de-averia-obd2/>
- A. (14 de Octubre de 2020). *Tipos de Aceite para Motor* . Obtenido de Tipos de Aceite para Motor : <https://tiposdeaceiteparamotor.top/diferencia-entre-pistones-diesel-y-gasolina/>
- Alicante, A. (22 de Julio de 2022). *autodesguacesalicante*. Obtenido de autodesguacesalicante:  
<https://autodesguacesalicante.com/motor-admision-escape/tapa-balancines-10/>
- Autolab*. (13 de Abril de 2022). Obtenido de Autolab: <https://autolab.com.co/blog/bomba-inyeccion-rotativa/>
- Automotriz, S. (25 de Febrero de 2022). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/>
- Avance, A. (28 de Septiembre de 2017). *Autoavance*. Obtenido de Autoavance:  
<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/122-bomba-diesel-con-control-electronico-vp44/>

Avanzado. (12 de Abril de 2017). *Library*. Obtenido de Library:

<https://1library.co/document/yjkgk5kq-tutorial-reparacion-vp.html>

Avanzado. (23 de Octubre de 2018). *HELLA*. Obtenido de HELLA:

<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Electricidad-y-electronica-del-automovil/Sistema-de-arranque-y-carga/Revision-del-motor-de-arranque-41299/>

Avanzado. (13 de Abril de 2019). *conservatucoche*. Obtenido de conservatucoche:

<https://www.conservatucoche.com/es/motor/principales-averias-y-fallos-bomba-inyeccion-diesel-18.html>

Carbajal, M. (31 de Marzo de 2022). *Siempre Auto*. Obtenido de Siempre Auto:

<https://siempreauto.com/cual-es-la-diferencia-entre-el-refrigerante-y-el-anticongelante-para-tu-auto/>

Carrasco, F. (12 de Agosto de 2018). *Prezi.com*. Obtenido de Prezi.com:

<https://prezi.com/dx67ut4o58-g/sistema-de-inyeccion-diesel-con-bomba-vp44/>

colaboradores, A. (23 de Agosto de 2021). *Area Tecnologia*. Obtenido de Area Tecnologia:

<https://www.areatecnologia.com/tecnologia/motor-combustion.html>

concesionarios, C. y. (16 de Junio de 2019). *Coches y concesionarios*. Obtenido de Coches y

concesionarios: <https://www.cochesyconcesionarios.com/fichas/isuzu/d-max/72734950001-prestaciones-dimensiones.html>

D. (30 de Agosto de 2021). *DesguacesAlcala*. Obtenido de DesguacesAlcala:

<https://www.desguacesalcala.com/blog/las-partes-que-componen-un-motor-diesel/>

Donaire, D. (26 de Julio de 2021). *Actualidad Motor*. Obtenido de Actualidad Motor:

<https://www.actualidadmotor.com/averia-en-los-calentadores-diesel-los-temidos-fallos-de-las-bujias-de-precalentamiento/>

F. (16 de Junio de 2021). *myOBDscan*. Obtenido de myOBDscan: <https://myobdscan.net/como-usar-una-herramienta-de-escaneo-obd-ii-para-diagnosticar-su-automovil>

G. (28 de Octubre de 2014). *gvillazon25*. Obtenido de gvillazon25:  
<https://gvillazon25.wordpress.com/>

Gomez, J. (23 de Septiembre de 2021). *DiarioMotor*. Obtenido de DiarioMotor:  
<https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/turbo-funcionamiento-componentes-wastegate/>

Guzmán, A. (4 de Abril de 2022). *Auto Blid*. Obtenido de Auto Blid:

<https://autobild.com.mx/servicios/que-es-el-refrigerante-para-autos-y-como-escoger-el-adecuado/04/04/>

i. (s.f.).

I. (6 de Junio de 2019). *infotaller*. Obtenido de infotaller:

[https://www.infotaller.tv/electromecanica/Precauciones-cambiar-junta-culata-bloque-motor-limpieza\\_0\\_1334566557.html](https://www.infotaller.tv/electromecanica/Precauciones-cambiar-junta-culata-bloque-motor-limpieza_0_1334566557.html)

J. (29 de Mayo de 2021). *Mundicoche*. Obtenido de Mundicoche:

<https://mundicoche.com/motor-diesel-4-tiempos-caracteristicas/>

LIMITED, I. M. (2003). *Manual de servicio*. Japon: Isuzu.

M. (17 de Agosto de 2021). *ComoFunciona*. Obtenido de ComoFunciona: <https://comofunciona.co/los-motores-diesel/>

- M. (23 de Mayo de 2021). *ComoFunciona*. Obtenido de ComoFunciona: <https://como-funciona.co/un-arbol-de-levas/>
- M. (7 de Junio de 2021). *ComoFunciona*. Obtenido de ComoFunciona: <https://como-funciona.co/una-bomba-inyectora/>
- M. (31 de Julio de 2021). *ComoFunciona*. Obtenido de ComoFunciona: <https://como-funciona.co/una-biela/>
- M. (17 de Agosto de 2021). *ComoFunsiona*. Obtenido de ComoFunsiona: <https://como-funciona.co/los-motores-diesel/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-mat/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-tdc/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-vss/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-de-presion-de-aceite/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-ect/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-iat/>
- M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-iat/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-ckp/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-de-oxigeno/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-map/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-de-detonacion/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-maf/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-tps/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-frp/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de Sensor Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-esp/>

M. (10 de Octubre de 2021). *Sensores Automotriz*. Obtenido de Sensores Automotriz:  
<https://sensorautomotriz.com/sensor-cmp/>

M. (15 de Mayo de 2022). *ComoFunciona*. Obtenido de ComoFunciona: <https://comofunciona.co/un-bloque-de-motor/>

Marino, I. (3 de Septiembre de 2020). *Ingenieromarino*. Obtenido de Ingenieromarino:  
<https://ingenieromarino.com/bombas-de-inyeccion-de-combustible/>

Mecafenix, I. (10 de Julio de 2022). *Ingeniería Mecafenix*. Obtenido de Ingeniería Mecafenix:

<https://www.ingmecafenix.com/automotriz/el-carter/>

Morales, V. (24 de Septiembre de 2019). *Gillermo Morales*. Obtenido de Guillermo Morales:

<https://www.guillermomorales.cl/sintomas-de-que-tu-motor-de-arranque-esta-fallando/>

N. (16 de Agosto de 2022). *Electromecanica*. Obtenido de Electromecanica:

<http://laspalmastecnologica.blogspot.com/2015/02/motores-tema-35-componentes-motortren.html>

N. (16 de Agosto de 2022). *Electromecanica*. Obtenido de Electromecanica:

<http://laspalmastecnologica.blogspot.com/2015/04/motores-tema-55-sistema.html>

Pacheco, S. (2007). Motores diesel .

Pennzoli. (18 de Septiembre de 2018). *Shell*. Obtenido de Shell:

[https://www.pennzoil.com/es\\_us/conocimientos/conozca-su-aceite/tipos-de-aceite-de-motor-y-uso-recomendado.html](https://www.pennzoil.com/es_us/conocimientos/conozca-su-aceite/tipos-de-aceite-de-motor-y-uso-recomendado.html)

Por, E. (15 de Diciembre de 2017). *Taller Actual*. Obtenido de Taller Actual:

<https://www.talleractual.com/tecnica/partes-de-motor/2784-el-sistema-inyector-bomba>

Quispe, D. G. (12 de Marzo de 2021). *monografias*. Obtenido de monografias:

<https://www.monografias.com/trabajos104/motor-diesel/motor-diesel2>

RO-DES. (18 de Febrero de 2022). Obtenido de RO-DES: [https://www.ro-](https://www.ro-des.com/mecanica/bomba-de-inyeccion-diesel-que-es-y-como-funciona/)

[des.com/mecanica/bomba-de-inyeccion-diesel-que-es-y-como-funciona/](https://www.ro-des.com/mecanica/bomba-de-inyeccion-diesel-que-es-y-como-funciona/)

S. (11 de Enero de 2019). *CHAID NEME HERMANOS S.A.* Obtenido de CHAID NEME

HERMANOS S.A.: <https://www.revistaautopartes.co/en/no-se-lo->

perda/ver/?tx\_ttnews%5Btt\_news%5D=107&cHash=c03474b573c9c1680a25ab304504  
e3a3

S. (23 de Junio de 2021). *Industriamotores*. Obtenido de Industriamotores:

<https://industriamotores.com/refrigerante/4-tipos-diferentes-de-refrigerante-y-sus-colores-no-use-el-tipo-incorrecto/>

S., A. (28 de Septiembre de 2017). *Auto avance*. Obtenido de Auto avance:

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/122-bomba-diesel-con-control-electronico-vp44/>

T. (14 de Febrero de 2018). *Talleres Cuenca*. Obtenido de Talleres Cuenca:

<https://tallerescuenca.com/sistema-common-rail-p-ii-inyectores/>

TallerBarato. (31 de Julio de 2018). *TallerBarato*. Obtenido de TallerBarato:

<https://tallerbarato.com/blog/como-reparar-un-motor-de-arranque/>

Wikipedia, c. d. (12 de Mayo de 2022). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia :

[https://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_di%C3%A9sel](https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_di%C3%A9sel)

**Anexos**