



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Caracterización de los componentes sensores y actuadores de un sistema de inyección electrónica con riel común.

López Chicango, Estevan Javier y Miño Moreno, Jefferson Gustavo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

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

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

18 de agosto del 2022

Latacunga



### Miño y Lopez (1).pdf

Scanned on: 19:12 August 19, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	248
Words with Minor Changes	37
Paraphrased Words	512
Omitted Words	0

A handwritten signature in blue ink that reads "Amaya Sandoval".

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

CI : 050296187-3



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

**Certificación**

Certifico que la monografía: "Caracterización de los componentes sensores y actuadores de un sistema de inyección electrónica con riel común." fue realizado por los señores **López Chicango, Estevan Javier y Miño Moreno, Jefferson Gustavo**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado 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 lo sustente públicamente.

Latacunga, 18 de agosto del 2022

Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C. C.: 0502961873



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **López Chicango, Estevan Javier** y **Miño Moreno, Jefferson Gustavo** cédula de ciudadanía N°0401908819 y N°1751476050, declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Caracterización de los componentes sensores y actuadores de un sistema de inyección electrónica con riel común.**" es de nuestra 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, 18 de agosto del 2022

.....  
**López Chicango, Estevan Javier**

C.C.: 0401908819

.....  
**Miño Moreno, Jefferson Gustavo**

C.C.: 1751476050



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

Autorización de Publicación

Nosotros, **López Chicango, Estevan Javier** y **Miño Moreno, Jefferson Gustavo** cédula de ciudadanía N°0401908819 y N°1751476050, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Caracterización de los componentes sensores y actuadores de un sistema de inyección electrónica con riel común**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 18 de agosto del 2022

.....  
**López Chicango, Estevan Javier**

C.C.: 0401908819

.....  
**Miño Moreno, Jefferson Gustavo**

C.C.: 1751476050

### **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación va dedicado a:

A mi madre Cecilia y mi padre Juan Carlos, quienes siempre me han apoyado y me han brindado todo su amor, paciencia y sacrificio durante tantos años, me ayudaron a cumplir una meta y convertirme en lo que soy, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación para nunca rendirme, Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo.

A mis hermanas Denisse, Marylin y Rouse por su cariño, paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar siempre presente en todo momento.

A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron en mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi novia Lisbeth y a todos mis amigos, por el apoyo brindado a lo largo de estos años, por extenderme su mano cuando más lo necesite y por ser una segunda familia.

**Miño Moreno Jefferson Gustavo**

### **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación va dedicado a:

A mi Madre Magaly quien me ha brindado todo su apoyo, fortaleza, amor y ha estado cuidándome y siempre preocupándose por mí, entendiéndome cuando ni yo mismo me entiendo.

A mi Hermano Paul quien es mi ejemplo a seguir y al que admiro por su fortaleza de carácter que me ha enseñado a no darse por vencido y el cual me impulsa a seguir adelante y ser mejor cada día.

A mi Abuela Blanca por brindarme todo su amor, paciencia, sacrificio y todo su apoyo, también por creer en mí durante toda mi carrera universitaria

**López Chicango Estevan Javier**

### **Agradecimiento**

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud a Dios, quien me guio por el camino del bien y por brindarme su protección todos los días de mi vida, por brindarme las fuerzas para seguir adelante y no caer antes los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi vida, por darme fuerza y sabiduría para poder terminar con éxito mis estudios.

Agradezco a la Universidad Fuerzas Armadas ESPE y a mis docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a la Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde tutor de nuestro proyecto de investigación.

Miño Moreno Jefferson Gustavo



### **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a Dios por darme las fuerzas para poder culminar mis estudios.

Asimismo, agradezco a mi madre Magaly y mi abuela Blanca por ser las principales promotoras de mi sueño, por confiar y creer en mí, por los valores y los principios que me han inculcado, y por todos los consejos que me han dado.

También agradezco a mi padre por haberme apoyado durante todos estos años de mi carrera universitaria.

De igual manera, agradezco a mis hermanos Alejandro, Santiago, y Paul por darme su apoyo y cariño para culminar mis estudios.

También quiero agradecer a Santiago que ha sido un segundo padre por haberme apoyado y haber creído en mí.

Y por último También quiero agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga y a mis docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a la Ing. Stefania Amaya tutora de nuestro proyecto de titulación.

**López Chicango Estevan Javier**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Cáratula .....</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>Dedicatoria .....</b>	<b>7</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>10</b>
<b>índice de figuras.....</b>	<b>14</b>
<b>índice de tablas.....</b>	<b>16</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>17</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</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>22</b>

<i>Objetivos Específicos</i> .....	22
Alcance .....	22
Capítulo II: Marco teórico.....	23
Historia de sistema de control de inyección common rail .....	23
Sistema de common rail .....	23
Motores common rail.....	24
Sensores .....	25
Clasificación y aplicaciones de los sensores .....	26
<i>Sensores por magnetismo</i> .....	26
<i>Sensores por efecto Hall</i> .....	27
<i>Sensores por conductividad eléctrica</i> .....	28
<i>Sensores termoeléctricos</i> .....	28
<i>Sensores piezoeléctricos</i> .....	29
<i>Interruptores y conmutadores</i> .....	29
Tipos de sensores .....	30
<i>Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i> .....	30
<i>Sensor de posición del árbol de levas (CMP)</i> .....	30
<i>Sensor de flujo de aire (MAF)</i> .....	31
<i>Sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP)</i> .....	32
<i>Sensor de oxígeno</i> .....	33

<i>Sensores de posición del acelerador (TPS)</i> .....	34
<i>Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)</i> .....	35
Actuadores .....	35
OBD (On Board Diagnostic).....	35
<i>OBD I (On Board Diagnostic I)</i> .....	39
<i>OBD II (On Board Diagnostic II)</i> .....	39
DTC (Diagnostic trouble Codes).....	41
<i>Los códigos activos:</i> .....	41
<i>Los códigos pendientes:</i> .....	41
<i>Clasificación de DTC</i> .....	41
<i>Lectura de DTC</i> .....	42
<b>Capítulo III: Caracterización de los sensores de un motor diésel con sistema de inyección electrónica</b>	<b>45</b>
Sensor de posición del cigüeñal (CKP) .....	45
Acelerador electrónico (TAC) .....	46
Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP) .....	47
Sensor de flujo de aire (MAF).....	47
Sensor de posición de pedal de acelerador (APP) .....	48
Sensor de presión del riel de combustible (FRP) .....	49
Inyectores .....	50
Válvula de recirculación de los gases de escape (EGR) .....	51

Interpretación de fallas mediante el escáner automotriz .....	52
Capítulo IV: Manual de comunicación de OBD II .....	57
Pasos para realizar la comunicación con la ECU mediante conector OBD II .....	57
<i>Paso 1.</i> .....	57
<i>Paso 2.</i> .....	57
<i>Paso 3.</i> .....	58
<i>Paso 4.</i> .....	59
Revisión de Parámetros generalizados del motor .....	59
Curvas características y DTC de sensores y actuadores. ....	60
<i>Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)</i> .....	61
<i>Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i> .....	61
<i>Válvula de recirculación de gases (EGR)</i> .....	62
<i>Sensor de flujo de aire (MAF)</i> .....	62
<i>Inyectores 1 y 2</i> .....	63
<i>Inyectores 3 y 4</i> .....	63
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	66
Bibliografía.....	67
Anexos.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Sistemas de control de inyección Common Rail</i> .....	<b>24</b>
<b>Figura 2</b> <i>Sensores automotrices</i> .....	<b>26</b>
<b>Figura 3</b> <i>Sensores por magnetismo</i> .....	<b>27</b>
<b>Figura 4</b> <i>Sensores por efecto hall</i> .....	<b>27</b>
<b>Figura 5</b> <i>Sensores por conductividad eléctrica</i> .....	<b>28</b>
<b>Figura 6</b> <i>Sensores termoeléctricos</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 7</b> <i>Sensor de posición del cigüeñal</i> .....	<b>30</b>
<b>Figura 8</b> <i>Sensor de posición del árbol de levas (CMP)</i> .....	<b>31</b>
<b>Figura 9</b> <i>Sensor de flujo de aire (MAF)</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 10</b> <i>Sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP)</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 11</b> <i>Sensores de oxígeno</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 12</b> <i>Sensores de posición de la placa del acelerador (TPS)</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 13</b> <i>Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 14</b> <i>On Board Diagnostic (OBD)</i> .....	<b>36</b>
<b>Figura 15</b> <i>Diagnostic Link Conector (DLC)</i> .....	<b>37</b>
<b>Figura 16</b> <i>Significado de cada carácter del DTC</i> .....	<b>44</b>
<b>Figura 17</b> <i>Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i> .....	<b>45</b>
<b>Figura 18</b> <i>Sensor de posición del acelerador (TPS)</i> .....	<b>46</b>
<b>Figura 19</b> <i>Sensor de posición del acelerador (TPS)</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 20</b> <i>Sensor de flujo de aire (MAF)</i> .....	<b>48</b>
<b>Figura 21</b> <i>Sensor de posición de pedal de acelerador (APP)</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 22</b> <i>Sensor de presión del riel de combustible (FRP)</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 23</b> <i>Inyectores</i> .....	<b>51</b>

<b>Figura 24</b> <i>Válvula de recirculación de los gases de escape (EGR)</i> .....	<b>52</b>
<b>Figura 25</b> <i>Datos típicos de escaneo del motor.I</i> .....	<b>53</b>
<b>Figura 26</b> <i>Datos típicos de escaneo del motor.II</i> .....	<b>54</b>
<b>Figura 27</b> <i>Datos típicos de escaneo del motor.III</i> .....	<b>55</b>
<b>Figura 28</b> <i>Paso 1 conexión del scanner</i> .....	<b>57</b>
<b>Figura 29</b> <i>Paso 2 interfaz del escáner automotriz</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 30</b> <i>Paso 3 para el análisis de comunicación del OBD II</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 31</b> <i>Revisión de Parámetros generalizados del motor</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 32</b> <i>Información de la ECU</i> .....	<b>60</b>
<b>Figura 33</b> <i>DTC de diferentes sensores y actuadores</i> .....	<b>60</b>
<b>Figura 34</b> <i>Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)</i> .....	<b>61</b>
<b>Figura 35</b> <i>Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i> .....	<b>61</b>
<b>Figura 36</b> <i>Válvula de recirculación de los gases de escape (EGR)</i> .....	<b>62</b>
<b>Figura 37</b> <i>Sensor de flujo de aire (MAF)</i> .....	<b>62</b>
<b>Figura 38</b> <i>Inyectores 1 y 2</i> .....	<b>63</b>
<b>Figura 39</b> <i>Inyectores 3 y 4</i> .....	<b>63</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Pines del conector estándar del OBD</i> .....	<b>38</b>
<b>Tabla 2</b> <i>Modos de Operación OBD-II</i> .....	<b>40</b>
<b>Tabla 3</b> <i>Características del sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i> .....	<b>45</b>
<b>Tabla 4</b> <i>Características del acelerador electrónico (TAC)</i> .....	<b>46</b>
<b>Tabla 5</b> <i>Características del sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)</i> .....	<b>47</b>
<b>Tabla 6</b> <i>Características del sensor de flujo de aire (MAF)</i> .....	<b>48</b>
<b>Tabla 7</b> <i>Características del sensor de posición de pedal de acelerador (APP)</i> .....	<b>49</b>
<b>Tabla 8</b> <i>Características del sensor de presión del riel</i> .....	<b>50</b>
<b>Tabla 9</b> <i>Caracterización de los inyectores</i> .....	<b>51</b>
<b>Tabla 10</b> <i>Caracterización de la válvula EGR</i> .....	<b>52</b>



## Resumen

El siguiente proyecto tiene como objetivo realizar un banco de entrenamiento para el diagnóstico del sistema de inyección electrónica Common Rail (CRS) de un motor de combustión interna Diesel para identificar diferentes posibles fallas en diferentes sensores y pasos a seguir para su diagnóstico y reparación. Para el propósito principal del proyecto, necesitamos adquirir un motor Diesel CRDI para diseñar el chasis bajo el cual se asienta y evitar movimientos bruscos causados por el trabajo mientras está en funcionamiento, además, recopilar información relacionada con los varios sensores. La acción sobre el motor envía información sobre el rendimiento del motor y la posibilidad de una falla o problema que provoque el mal funcionamiento del motor, por último, generar la simulación de fallas mediante un tablero que fue acoplado en el banco de pruebas donde se están considerando los sensores fundamentales como son CKP, CMP, FRP, MAF,APP,EGR y también como es de importancia los inyectores, donde se realizó cortes simulando las posibles fallas y con el fin de analizar el comportamiento del motor y los DTC's generados de los mismos. A la vez se realizó una explicación de cómo se realiza la comunicación con OBD II, para ingresar a revisar los parámetros característicos de cada uno de los sensores y actuadores.

*Palabras Clave:* Riel común, Diagnósticos a bordo (OBD), códigos de diagnóstico de problemas (DTC), sistema de inyección directa de riel común (CRDI)

### **Abstract**

The following project aims to carry out a training bench for the diagnosis of the Common Rail electronic injection system (CRS) of a Diesel internal combustion engine to identify different possible failures in different sensors and steps to follow for diagnosis and repair. For the main purpose of the project, we need to acquire a CRDI Diesel engine to design the chassis under which it sits and avoid sudden movements caused by work while it is in operation, in addition, collect information related to the various sensors. The action on the engine sends information about the performance of the engine and the possibility of a failure or problem that causes the engine to malfunction, finally, generating the simulation of failures through a board that was attached to the test bench where they are being tested. considering the fundamental sensors such as CKP, CMP, FRP, MAF, APP, EGR and also how important the injectors are, where cuts were made simulating possible faults and in order to analyze the behavior of the engine and the DTC's generated thereof. At the same time, an explanation was made of how communication with OBD II is carried out, to enter to review the characteristic parameters of each of the sensors and actuators.

*Keyword:* Common Rail, On Board Diagnostic (OBD), Diagnostic trouble Codes (DTC), Common Rail Direct Injection system (CRDI)

## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

Se toma por referencia la tesis realizado por Almarza (2018) cuyo tema es Descripción y Mantenimiento del Sistema Common Rail Montando en el motor Hyundai D4EA con el objetivo de dar a conocer el funcionamiento del sistema de Common Rail y su mantenimiento en el ejemplo del motor Hyundai D4EA. 2.0. CRDI, este trabajo se desarrolló marco explicativo y descriptivo con datos de manuales y documentos, el cual concluyó que se puede traer mejoras en la performance como el rendimiento y potencia de los motores, y también para los usuarios ya que se ha reducido el ruido del motor y las vibraciones que se transmiten al habitáculo, y que a pesar de todas las mejoras y beneficios también es válido mencionar que también han aumentado los costos de mantenimiento de estos sistemas ya que por su costo de producción y exigencias de calidad resultan caros de producir y de mantener, por lo cual esta investigación da a conocer sobre el funcionamiento e implementación de los sensores, actuadores y sistemas de inyección diésel y de cómo están constituidos, al igual que el costo de su mantenimiento.

Se toma como referencia el trabajo realizado por Soria (2013) cuyo título es “Sistema experto para el diagnóstico de fallas en motores a inyección electrónica de vehículos” con el objetivo de desarrollar un sistema experto que determine las fallas del motor a inyección electrónica de los de los automóviles. Para la elaboración del proyecto se desarrolló un prototipo de sistema probabilístico encargado en diagnosticar las fallas en motores de inyección electrónica, en el trabajo se pudo observar el desarrollo de un prototipo experto para diagnosticar fallas en motores a inyección a electrónica y esto contribuye a diferentes métodos de diagnóstico de una manera más económica.

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se tomó como referencia una tesis realizada por García y Logroño (2016), cuyo título es “Análisis de la incidencia de los tiempos de inyección y opacidad de un sistema de inyección de riel común diésel CRDI del vehículo Mazda BT- 50, Cuando se generan

códigos de fallas DTC” el cual tuvo como objetivo el analizar las incidencias de tiempos de inyección y capacidad que tiene un sistema de inyección de riel common diésel CRDI de la camioneta Mazda BT – 50, para este proyecto se utilizó diferentes tipos de metodologías como el método deductivo puesto que se enfoca en el impacto ambiental, el método inductivo debido que se desarrolló en una camioneta Mazda, el método analítico ayudo a general fallas en sensores y actuadores, el método de síntesis mostro los resultados de las pruebas que se desarrolló por el método experimental, el método experimental ayudo en mediciones y pruebas de laboratorio, el método comparativo permitió verificar parámetros analizados, el método de observación directa permitió la verificación visual de algunas variaciones, el método de medición con este comprobó la medición según el protocolo de pruebas de ejecución, el método de matematización con este se comprobó los resultados mediante números y para finalizar se utilizó el método de análisis de contenido debido a que existe una limitada información por ello es importante estudiar la bibliografía encontrada, a manera de conclusión el mayor nivel de capacidad se generó al presentarse el DTC alto en el sensor de presión de aire el mismo que limito a 2300 RPM el giro del motor impidiendo que el turbo motor alcance la sobre alimentación.

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad podemos destacar que los motores de combustión interna a Diésel, ha implementado un sistema de control eléctrico, como por ejemplo el motor con sistema de inyección electrónica CRDI, por lo cual existirá una implementación de sensores, actuadores y una computadora central, la cual permite controlar parámetros del funcionamiento del motor.

Gracias a esos avances tecnológicos el personal debe mantenerse actualizado con el funcionamiento del mismo. Por ello este proyecto busca presentar estrategias para mejor el desempeño del motor a Diésel CRDI, mediante la elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifica los códigos de averías y procedimientos para las soluciones de las posibles soluciones de averías de los sistemas de inyección electrónica, mediante la utilización de equipos de diagnóstico.

## Justificación

La presente investigación se centrará en examinar el funcionamiento del sistema de inyección electrónica para motores a diésel conocido como Riel Common, el objetivo de este sistema es inyectar de forma directa el combustible diésel para mejorar el rendimiento y potencia del motor, también proporcionará un menor consumo de combustible y reducción de emisiones contaminantes.

Según Castillejo (2014) dice que “En los vehículos a diésel anteriormente se utilizaban sistemas mecánicos de inyección por bomba, en este sistema la presión era prácticamente la misma y había que variar el caudal mediante variación del tiempo de inyección lo que hacía que funcione la bomba inyectora haciendo actuar el tiempo de compresión de la misma, el mecanismo de acción es numeroso y complejo lo que hace que se aumente el costo industrial”

Además, el sistema de inyección por acumulador por riel común se lo considera más flexible que los sistemas rotativos, pues este sistema se adapta de mejor manera al funcionamiento del motor puesto que la inyección y la presión se genera por diferentes vías, esto permite reducir los niveles de emisiones contaminantes, reduce el ruido y proporciona más suavidad.

Los beneficiarios directos serán estudiantes y docentes de la Universidad y los indirectos será la sociedad en general e interesados en el tema. Los resultados obtenidos permitirán el diagnóstico de códigos de fallas de una manera más eficaz y más económica, por lo que este proyecto es de fundamental importancia y va a favor de esta comunidad del área científica los cuales servirán a las futuras investigaciones.

Esta investigación es viable debido a que se cuenta con el apoyo de la Universidad, además existe cantidad de artículos, revistas, tesis, libros, investigaciones y sitios web que contribuyen al desarrollo del proyecto de una manera más factible

## **Objetivos**

### *Objetivo General*

Investigar sobre las características de los componentes sensores y actuadores de un sistema de inyección electrónica con el riel común.

### *Objetivos Específicos*

- Recopilar la información mediante fuentes bibliográficas sobre los sistemas OBD (On Board Diagnostic).
- Identificar el funcionamiento de los diferentes sistemas OBD (On Board Diagnostic).
- Describir de los DTC's obtenidos en los sistemas OBD (On Board Diagnostic).

## **Alcance**

Se realizó un banco de pruebas de un sistema de inyección electrónica de un motor de combustión interna a diésel common rail

Por lo cual esta investigación ayudará a que los futuros estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz puedan implementar y se pueda adquirir más conocimientos sobre la materia de motores diésel y autotrónica. De igual manera, se implementó dos conectores OBD y LAUNCHER inalámbricos para así poder conectarse mediante el scanner automotriz para poder verificar los DTC que presenta el motor y así poder encontrar de manera rápida y correcta la falla del mismo.

Este proyecto beneficiará directamente a los estudiantes automotrices los cuales podrán realizar un diagnóstico de fallas y poder identificar sensores y actuadores del banco de pruebas.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### Historia de sistema de control de inyección common rail

En los años 80 Fiat y Magneti Marelli, presentaron una idea en la cual se deseaba implementar la inyección electrónica de combustible por Common Rail, esta idea fue hecha para coches y camiones, con esta idea intentaban disminuir el exceso de contaminantes que se producen por la mala combustión dentro del motor y también mejorar la potencia del vehículo coma de esta manera también mejorarían las condiciones de seguridad en el medio ambiente. A pesar de las pruebas hechas no hubo ningún proyecto es significativo hasta 1990 en la cual se hizo el avance de la electrónica y sugirieron los primeros sistemas de Common Rail. (Ortiz, 2014)

Este sistema empezó a trabajar como pre industrialización en el año de 1990, sin embargo, se completó en 1993, en 1994 se transfirió al grupo Bosch, sin embargo, no fue hasta 1997 que este sistema entró en el mercado otros sistemas similares se copto se conceptualizaron y desarrollaron y se siguen desarrollando por diferentes empresas; Delphi, siemens denso.

En la actualidad la mayoría de motores a diésel se utilizan con tecnología common rail la cual empezó a popularizarse por el Fiat creado en 1997, en la combustión que se produce por la mezcla de aire y carburante en el interior del cilindro, para que esta combustión sea eficiente CB se deberá realizar de una manera concreta, es decir el combustible deberá ser pulverizado por los inyectores para que de este modo queme la mayor cantidad posible del mismo.

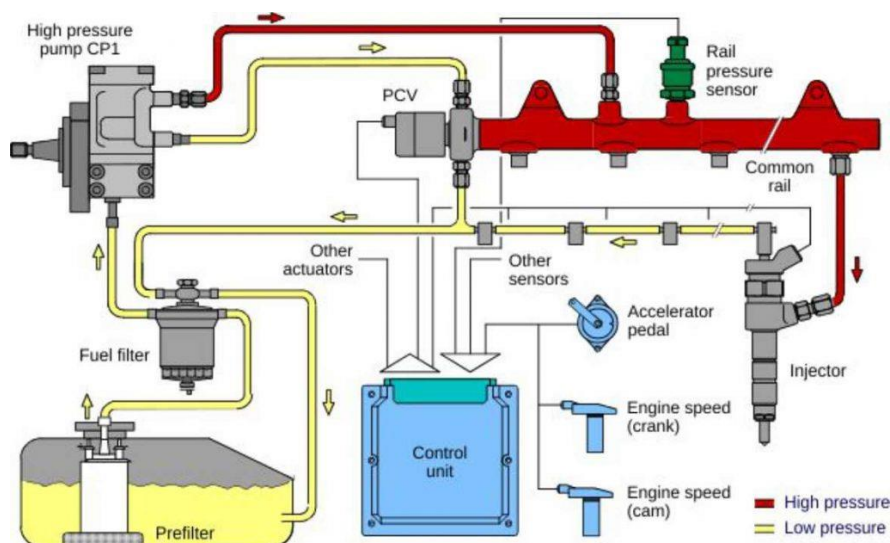
#### Sistema de common rail

Es un tipo de suministro de qué se utiliza en los vehículos de diésel modernos, en la cual el uso de inyectores de combustible es su principal característica y funciona como acumulador de combustible a alta presión, este combustible será suministrado al riel mediante una bomba de alta presión. Así será suministrado a los inyectores para pasar a ser inyectado directamente en los cilindros del motor, la

sincronización de esta inyección será dosificada del combustible y el número de inyecciones por cada ciclo hace control a través de una unidad de control de motor. (Ferrer, 2021)

**Figura 1**

*Sistemas de control de inyección Common Rail*



*Nota.* El gráfico representa el Sistemas de control de inyección Common Rail. Tomado de (Donado, 2020)

**Motores common rail**

Este tipo de tecnología fue creada para la mejora del proceso de pulverización del combustible puesto que es una de las etapas de la combustión, y de esta manera se puede reducir un 25 a 35% en comparación al motor a diésel que trabaja con inyecciones mecánicas, además disminuye el ruido que se produce en el momento de la combustión y de esta manera se obtiene mejor temporización que otros motores. (Reyes, 2018) El sistema de inyección common rail es uno de los más perfeccionados y la ventaja de este sistema es que tiene una gran posibilidad de variación de precio de trabajo de inyección de combustible, estos dos parámetros ya antes mencionados se pueden conseguir gracias a la generación de presión que se produce en la bomba de presión alta y la inyección producida debido a los inyectores. (Castro, 2015)

De acuerdo a Bosch (2005) el sistema de inyecciones se emplea en distintos vehículos como:



- Turismo: Estos suelen ser motores pequeños y económicos.
- Industriales ligeros: Son aquellos que tienen potencia de 40.2 CV por cilindro.
- Industriales pesados: Estas son locomotoras y grandes navíos.

Un aspecto positivo del sistema de inyección a diésel es que ofrece una elevada flexibilidad en la adaptación de los inyectores en el motor y esto se consigue mediante las siguientes características:

- Presión elevada de inyección alrededor de los 1600 bares hasta los 1800 bares.
- Inyección de presión adaptativa a las condiciones de funcionamiento del motor la presión puede variar de 200 a 1800 bares.
- Inicio variable de la inyección.
- Alta posibilidad de realizar algunas inyecciones previas y posteriores.

Con estas características el sistema common rail ayuda al mejoramiento que tiene la potencia del motor y logra reducir el consumo de combustible, menora ruidos y emisiones contaminantes punto.

### **Sensores**

Conocidos o denominados sondas, transmisores, actuadores o activadores automotriz o dichos sensores de auto, sin embargo, son dispositivos o elementos eléctricos que son parte de los vehículos y su manejo de los sensores automotrices primordial es monitorear cada una de las condiciones operativas del coche encargadas de enviar información a cada una de las unidades de control, tanto si se está efectuando un óptimo desempeño de las distintas piezas del coche, así como además si hay fallas o averías el cual provoca problemas al escáner del coche.

“Se conoce como sensor a los dispositivos que se encargan de enviar información al (ECU) sobre el estado del funcionamiento que se encuentra el motor” (Guacho & Rea, 2014). Un sensor automotriz es utilizado para facilitar el nombre del sensor de señal de esta manera se logrará hallar mediante check list las abreviaturas de los sensores.

Un sensor se utiliza para transformar diferentes magnitudes físicas en señal eléctrica y puede enviar unidades de control electrónico. De esta manera se puede tener una lectura de parámetros del sistema de inyección a diésel, también se debe mencionar que un sensor utiliza información física o química y esta será filtrada y convertido en datos electrónicos los cuales se envían a la centralita y de esa manera la unidad de control puede entenderlo.

## Figura 2

*Sensores automotrices.*



*Nota.* El grafico representa los tipos de sensores existentes en un MCI. Tomado (Mundo carros, 2022)

## Clasificación y aplicaciones de los sensores

*Sensores por magnetismo.*

En general, estos sensores funcionan de manera electromagnética, con una relación entre el magnetismo y la electricidad. Cuando la bobina se coloca en un campo magnético cambiante, se genera una corriente eléctrica debido al efecto de la inducción magnética. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagatto, 2011)

### Figura 3

#### *Sensores por magnetismo*



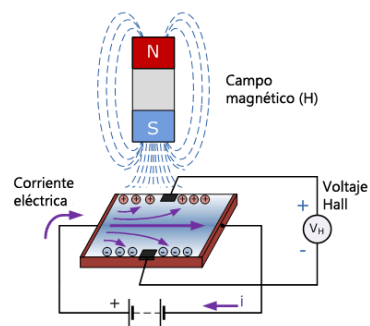
*Nota.* El gráfico representa los sensores que funcionan por electromagnetismo. Tomado de (Weg, 2022)

#### *Sensores por efecto Hall*

Al recorrer una corriente a un semiconductor y someterlo a un campo magnético se produce el denominado efecto hall, el cual genera una diferencia de potencial en sus extremos. Este al ser sometido a la acción de un campo magnético producen un desplazamiento interno de cargas eléctricas, lo que produce que emerja una diferencia de cargas y por ello se produce una tensión, entre los extremos del elemento sensor, con un valor proporcional a la intensidad del flujo magnético. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagatto, 2011).

### Figura 4

#### *Sensores por efecto hall*



*Nota.* La imagen representa el funcionamiento del sensor de efecto hall. Tomado de (Novedades automatizacion, 2017)

### *Sensores por conductividad eléctrica*

Este tipo de sensores dependen del número de electrones libres y metales en función inversa a la temperatura, lo cual facilita que circule la corriente o sustancias sometidas a determinadas condiciones físicas, se dice que la conductibilidad a temperaturas próximas al 0 alcanzan valores infinitos (resistencia nula) para algunos metales, fenómeno que se conoce con el nombre de superconductividad. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagatto, 2011)

### **Figura 5**

#### *Sensores por conductividad eléctrica*



*Nota.* El gráfico representa diferentes tipos de sensores q funcionan por conductividad eléctrica.

Tomado de (Prominent, 2022)

### *Sensores termoeléctricos*

Al calentar diferentes tipos de objetos, tienden a expandirse, sin embargo, el metal cambia su resistencia eléctrica. Esto se debe a que el termistor, un sensor que cambia la resistencia en proporción a la temperatura, y a menudo se fabrican específicamente para lograr un coeficiente de temperatura positivo o negativo, lo que da lugar a una resistencia de tipo PTC o NTC. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagatto, 2011).

## Figura 6

### *Sensores termoeléctricos.*



*Nota.* El gráfico representa los tipos de sensores termoeléctricos. Tomado de (Sistemas de Regulación y Control, 2022)

### *Sensores piezoeléctricos*

Al someter a una acción de fuerza a un material este tiende a deformarse y esto se lo conoce como efecto piezoeléctrico. Por consiguiente, existen cristales naturales (cuarzo) o sintéticos los cuales tienen una disposición atómica que, al estar sometida a una fuerza de compresión, su estructura llega a cambiar modo que los electrones y protones, se mueven en sentidos opuesto, en ello cual pierde su equilibrio natural. Este tipo de sensor es de tipo activo el cual permite desarrollar dispositivos capaces de medir fuerzas de compresión, vibración y aceleración, además se basa en la variación de resistencia de silicio sobre una superficie de óxido logrando así una película, se dice que cuando es sometida a la deformación de su geometría sus átomos llegan a variarse cambiando el camino de los electrones libres y por ende modificando la resistencia eléctrica. ( Guarella, Heredia , Rodríguez, & Bagatto, 2011).

### *Interruptores y conmutadores.*

Hay muchos sensores cuya señal es proporcionada por acción mecánica, calor o cualquier otra naturaleza física; y normalmente su acción se limita a la apertura o cierre de un circuito eléctrico, siendo el proceso un comando de control. ( Guarella, Heredia , Rodríguez, & Bagatto, 2011)

## Tipos de sensores

### *Sensor de posición del cigüeñal (CKP).*

Este sensor informa el número y la secuencia de ranuras hechas en la placa del convertidor de torque, y la ECU detecta la posición del cilindro No. 1, para que la chispa y la inyección puedan sincronizarse con el motor. Este sensor se encuentra junto a la polea del cigüeñal. (Garcia , 2022)

Por lo cual el sensor del cigüeñal se basa en un elemento eléctrico responsable de encender los cilindros del motor en un orden específico. Al accionarse, identifica la postura del eje del cigüeñal y el número de revoluciones de giro.

### **Figura 7**

#### *Sensor de posición del cigüeñal*



*Nota.* El gráfico representa la estructura del sensor CKP. Tomado de (Autoavance, 201).

### *Sensor de posición del árbol de levas (CMP).*

“Este sensor suele ser de tipo inducción y va montado en contacto con el árbol de levas, en algunos vehículos va situado en el interior del distribuidor.” (Fernandez, 2005) por lo tanto, el sensor CMP es un dispositivo eléctrico que la ECU recibe la señal de posición, tomada del árbol de levas. Consta de una bobina y una parte magnetizada. Con dos o tres cables, el voltaje generado por el sensor del árbol de levas estará determinado por varios factores: la velocidad del motor, la distancia del rotor de metal al sensor y la fuerza del campo magnético proporcionado por el sensor.

## Figura 8

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



*Nota.* El gráfico representa el Sensor de posición del árbol de levas. Tomado de: (Auto Avance, 2013)

### *Sensor de flujo de aire (MAF).*

El sensor MAF o sensor de caudal de aire mide directamente el aire que entra por el colector de admisión. Este sensor se encuentra ubicado entre el filtro de aire y el cuerpo del acelerador. La señal de salida del MAF debe ser proporcional a la cantidad de aire que se aspira. (Gárate , 2018)

El sensor MAF, sus siglas en inglés "Mass Air Flow", conocido como sensor de flujo de aire, está ubicado en todos los vehículos frente al múltiple de admisión del motor y desde el filtro de gas. Su función es primordial, ya que este equipo se encarga de medir la proporción de aire que está aspirando el motor en un momento dado para "comunicarlo" con una señal eléctrica a la unidad de control, que recoge todos los límites e información del motor. . .

El medidor de flujo de aire tiene dentro un alambre delgado de platino (como unas velas), también conocido como "alambre caliente", cuando el motor está en marcha se calentará hasta 200 grados, la temperatura no cambia. Según si el motor capta más o menos el viento, esta temperatura tenderá a disminuir más o menos debido al enfriamiento que provoca el flujo de viento (cuanto mayor sea la proporción del viento, mayor será la capacidad de enfriamiento).

**Figura 9**

*Sensor de flujo de aire (MAF)*



*Nota.* El gráfico representa el Sensor de flujo de aire. Tomado de (Kilmer, 2020)

*Sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP).*

El sensor MAP genera una señal de voltaje que aumenta con la presión del colector, por lo que cada MAP solo está disponible para un modelo determinado, ya que un sensor de un motor de aspiración natural totalizará el mal comportamiento en el sistema turbo. (Gárate , 2018)

El sensor MAP mide la relación de presión en el colector de admisión con el aumento de presión registrado por la ECU, establece que la carga del motor aumenta y por lo tanto establece un mayor nivel de inyección y su función es medir la cantidad de aire en el colector de admisión, según el principio de que la presión del colector de admisión es equivalente al volumen de aire de admisión en la carrera del cilindro.



**Figura 10**

*Sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP)*



*Nota.* El gráfico representa el Sensor de presión en el múltiple de admisión. Tomado de (Kilmer, 2020)

*Sensor de oxígeno.*

Este sensor mide la concentración de oxígeno en los gases de escape, una vez que el sensor agrega una resistencia de calentamiento, se llama sensor HEGO, se coloca antes del convertidor catalítico en la línea de escape, para comodidad de manejo, se requiere una temperatura más alta en 300 grados centígrados.

Estos sensores se pueden dividir en 3 grandes grupos, esta separación responde a la relación de conductores de conexión que tiene el elemento y los que no de acuerdo a la tecnología utilizada en su implementación:

- Sondas de 1 conductor.
- Sondas de 3 conductores.
- Sondas de 4 conductores.

" En este tipo de sondas, el conductor negro es siempre el que lleva la información proporcionada por la sonda a la ECU.

(Gárate , 2018)

**Figura 11***Sensores de oxígeno*

*Nota.* El gráfico representa el Sensores de oxígeno. Tomado de (Autoavance, 2019)

*Sensores de posición del acelerador (TPS).*

Este se encarga de emitir una señal indicando la posición según la velocidad de apertura o el pedal del acelerador, para

Aumentar la señal de apertura de combustible.

Aumentar la señal durante el encendido.

Verificar arranque a mínimas rpm.

Comprobar la recirculación de gases de escape (EGR).

Controla la proporción de la entrada de combustible

**Figura 12***Sensores de posición de la placa del acelerador (TPS)*

*Nota.* El gráfico representa el Sensores de posición de la placa del acelerador. Tomado de (García , 2021)

### *Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT).*

Este sensor está ubicado en el bloque de enfriamiento en todo el circuito del motor. Su función es generar una señal eléctrica la cual es coordinada con la medición de temperatura y la unidad de control electrónico analiza los diversos parámetros que ocurren en el sistema para luego generar un cálculo, con el fin de generar el movimiento preciso de motor más eficiente. (García , 2022)

### **Figura 13**

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



*Nota.* El gráfico representa el Sensor de temperatura del refrigerante del motor. Tomado de (García , 2021)

### **Actuadores**

Los actuadores son responsables de convertir la salida eléctrica del ECM en cantidades mecánicas, de esta manera podrá entregar y sincronizar la cantidad óptima de combustible a través del sistema de inyección, al igual que un actuador puede transformar la energía hidráulica, energía neumática o eléctrica en la activación del proceso para producir un efecto en el proceso automatizado

### **OBD (On Board Diagnostic)**

Los sistemas OBD existen principalmente en vehículos livianos, a partir de la década de 1970 y principios de la década de 1980, los vehículos electrónicos comenzaron a usarse para controlar funciones y diagnosticar problemas en el motor. Cumple principalmente con los estándares de emisión de la Agencia de Protección Ambiental (EPA). Con el paso de los años, este sistema de diagnóstico se fue

sofisticando cada vez más, hasta que en la década de los 90 se introdujo el sistema OBD-II, que se aplicaba a todos los automóviles y vehículos industriales con un peso total permitido de 3,85 toneladas, para detectar errores que afectaban al funcionamiento del escape del vehículo. gas, no podrá exceder de 1,5 veces el valor límite del gas en vigor para este vehículo. OBD-II es la segunda generación del sistema OBD, lo que nos permite leer códigos de falla (DTC) y datos de sensores en tiempo real ubicados en diferentes puntos del vehículo, brindando un método de verificación y diagnóstico universal que garantiza que cada vehículo cumpla con los requisitos estándares del OEM.. (Arévalo & Ortega, 2016)

#### Figura 14

*On Board Diagnostic (OBD)*



*Nota.* Interfaz inalámbrico de conector OBD II. Tomado de (Codigos DTC, 2018)

La ECU (Unidad de control del motor) es el cerebro que controla el motor, ningún vehículo moderno puede controlar las emisiones y mejorar el rendimiento, con un bajo consumo de combustible sin comprometer el rendimiento del motor. Mientras el motor está funcionando, la ECU toma decisiones como ajustar el tiempo de encendido y el ancho de pulso del inyector, según los datos de varios sensores y el mapa tridimensional contenido en la ECU. Para poder comunicarse con claridad se han inventado varios protocolos que permiten que dos o más entidades se comuniquen entre sí para transmitir información cuando existe algún tipo de variación en la cantidad física. Se utilizan cinco

protocolos. Cada mensaje tiene un significado preciso destinado a provocar una respuesta de un conjunto predefinido de respuestas para esa situación en particular. (Arévalo & Ortega, 2016)

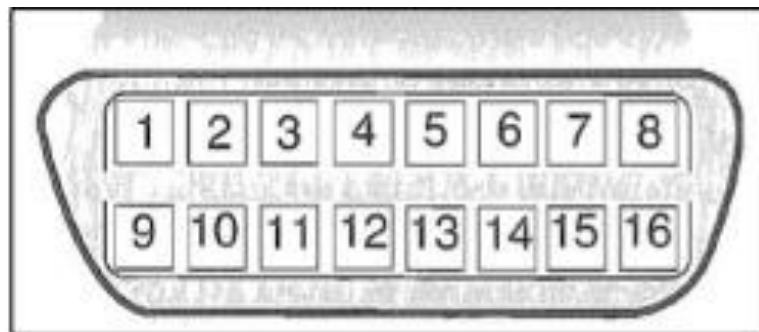
Los cinco protocolos utilizados en el sistema OBD-II son:

- ISO 9141-2: En vehículos europeos, asiáticos.
- SAE J1850 VPW: Ancho de pulso variable/ General Motors-EEUU.
- SAE J1850 PWM: Modulación por ancho de pulso/ Ford-EEUU.
- KWP 1281 y KWP 2000: Grupo VAG
- ISO 14230: Renault

En la mayoría de los vehículos, si no en todos, se implementan con uno solo de estos protocolos, lo que se puede deducir de lo siguiente: Los pines del conector OBD estándar se denominan Enlace de diagnóstico del conector (DLC). Normalmente, el OBD-II está ubicado en la parte inferior del panel de control y es el medio para establecer la comunicación entre el escáner y la ECU (Arévalo & Ortega, 2016).

### Figura 15

*Diagnostic Link Conector (DLC)*



*Nota.* El gráfico muestra los pines del conector estándar del OBD. Tomado de (Arévalo & Ortega, 2016)

**Tabla 1***Pines del conector estándar del OBD*

<b>Nº de Pin</b>	<b>Caracterización</b>
1	Fabricante
2	SAE-J1850 la definición de cada uno de los pines de la figura 12, Línea Positiva (BUS+)
3	Fabricante
4	Tierra (Chasis)
5	Señal de Tierra
6	Bus de datos CAN alto (ISO 15765
7	Línea K (ISO 9141-2/ISO 14230-4)
8	Fabricante
9	Fabricante
10	SAE-J1850 Línea Negativa (BUS-)
11	Fabricante
12	Fabricante
13	Fabricante
14	Bus de datos CAN bajo (ISO 15765 4/SAE-J2234) 4/SAE-J2234)
15	Línea L (ISO 9141-2/ ISO 14230-4
16	Positivo Batería

*Nota.* Esta tabla muestra la definición de cada uno de los pines de la figura 12. Tomado de (Arévalo & Ortega, 2016)

### *OBD I (On Board Diagnostic I)*

La primera fase prueba si los elementos eléctricos importantes para los gases de huya poseen cortocircuitos, interrupciones o inconvenientes de comunicación en las líneas. Una vez que se detecta anomalías, se informa al conductor por medio de una luz de aviso situada en el panel de artefactos. Los “medios de a bordo”, ejemplificando el código de destello por medio de una lámpara de diagnóstico conectada, informa que elemento ha fallado en el sistema. Responsable de diagnosticar la funcionalidad de los sensores y actuadores por medio de la medición de caídas de tensión en cada elemento, como un cortocircuito a masa, cortocircuito a positivo o interrupción de una línea de corriente. Dichos no detectan inconvenientes referentes a las emisiones de gases, como las averías en el catalizador.

### *OBD II (On Board Diagnostic II)*

Pide que se controle los sistemas y elementos sobresalientes para los gases de hulla que podrían producir un incremento notable de las emisiones contaminantes en caso del mal manejo, adicionalmente tienen que comprobarse todos los elementos que son parte del resultado del diagnóstico.

Los estándares establecidos exigen que cada solicitud enviada a la ECU debe tener un formato establecido, por lo que el primer byte enviado, denominado "Modo", describe el tipo de datos solicitados, como se muestra en la Tabla 2. El segundo byte (en algunos casos un tercero o más) describe la información real requerida, donde el byte que sigue al byte de "modo" se denomina "id de parámetro" o byte de "identificación de parámetro" del número PID. Lo cual, está en formato hexadecimal por lo que se debe realizar la conversión a formato decimal y se aplican fórmulas establecidas para interpretar la información que emite la ECU

**Tabla 2***Modos de Operación OBD-II.*

Modo	Descripción
1	Datos actuales
2	Datos de Freeze Frame
3	Códigos de diagnóstico almacenados
4	Borra códigos de diagnóstico almacenados
5	Resultados del monitoreo del O2
6	Resultados de pruebas, otros componentes de monitoreo
7	Códigos de diagnóstico pendiente
8	Control de funcionamiento del componente de a bordo o sistema
9	Solicitud de Información del Vehículo
0A	Códigos de Diagnostico permanente

*Nota.* Esta tabla muestra los modos de operación del OBD-II. Tomado de (Arévalo & Ortega, 2016)

Modo 1: también conocido como flujo de datos, es un modo de acceso en tiempo real de datos analógicos o datos digitales tanto a la entrada como a la salida de la ECU.

Modo 2: se puede acceder al cuadro congelado relacionado con las emisiones después de almacenar el DTC, que muestra las condiciones de operación para obtener información exacta cuando ocurre la falla.

Modo 3: El código de error DTC se lee de la memoria de la ECU.

Modo 4: Los códigos almacenados en la ECU, como DTC y datos de cuadros congelados, se pueden borrar.

Modo 5: Devuelve los resultados de los sensores de oxígeno para verificar su funcionamiento y la eficiencia del catalizador.



Modo 6: Obtener resultados de todas las pruebas a bordo.

Modo 7: Le permite leer cualquier DTC pendiente que se encuentre en la ECU.

Modo 8: encienda o apague los actuadores, como bombas de combustible, válvulas de ralentí, para realizar pruebas en este. (Arévalo & Ortega, 2016)

### **DTC (Diagnostic trouble Codes)**

Un código DTC (Código de problema directo) es un código de error que una computadora o módulo en el vehículo envía a un escáner y/o usuario para identificar una variedad de problemas que pueden afectar el funcionamiento de este módulo y cambiar la seguridad y las emisiones en coches. computadora del motor para que el usuario encuentre una solución y el automóvil funcione en las mejores condiciones posibles (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020)

Los más comunes son “Códigos activos” y “Códigos pendientes”.

#### *Los códigos activos:*

Estos son códigos de error o falla actuales que mantienen encendida la luz CHECK. El hecho de que la luz esté apagada no significa que el código esté apagado o la falla, simplemente significa que la condición de falla no ha ocurrido en las últimas dos operaciones del vehículo. (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020)

#### *Los códigos pendientes:*

Significan que el sistema de monitoreo OBD-II ha fallado en el funcionamiento del sistema de control de emisiones al menos una vez y si vuelve a fallar, la advertencia CHECK (Check Engine) la luz se encenderá de nuevo y el código pasará a ser código operativo. (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020)

#### *Clasificación de DTC.*

Existen tres tipos de DTC

**Tipo A.** Relacionado con emisiones. Requiere iluminación de la luz “check engine” la primera vez que ocurre la falla en un ciclo de ignición el cual es el Periodo de funcionamiento del motor con llave

contacto, off – On - off, en el cual se dan las condiciones para el PCM pruebe un elemento o sistema.

Guarda el DTC en la memoria PCM y almacena un FREEZE FRAME

**Tipo B.** Relacionado con emisiones. Fija un DTC pendiente después de detectar una falla en un ciclo de ignición. Enciende la luz “check engine” luego de encontrar una falla en dos ciclos de ignición consecutivos. Guarda el DTC en la memoria PCM y almacena un FREEZE FRAME. Borra el DTC pendiente si en el siguiente ciclo no detecta el fallo.

**Tipo C.** No relacionado con emisiones. Almacena un DTC solo en la memoria la primera vez que detecta un fallo en un ciclo de ignición. No enciende la luz “check engine”. En algún modelo enciende la luz denominado “Service Engine”.

*Nota.* FREEZE FRAME significa Cuadro congelado o capturas almacenadas tipo "instantáneas" de estados de los sensores en momentos determinados que almacena la PCM por decir un ejemplo.

#### *Lectura de DTC.*

El DTC es el resultado del escaneo OBD2 y la lectura de errores con el Módulo de control del motor (ECM). El problema se mostrará a través de la luz de advertencia en el panel de control, aunque no siempre es así. De todos modos, el código DTC ayudará a comprender de dónde proviene el problema y resolverlo. (Carista, 2020)

Según Carista (2020) menciona que “El primer valor del código de error siempre será una letra. Dependiendo de la zona en la que el vehículo esté averiado, aparecerá una letra diferente.” Las letras que aparecen son las siguientes:

P = Powertrain (Tren motriz): La falla viene con la letra 'P', se escucha que la caída vino desde arriba motriz, es decir, proveniente de la transmisión automática o del motor. B = Carrocería: Cuando el código comienza con la letra “B”, significa que la falla viene de la carrocería. U = Red: Si el código tiene una 'U' al principio, la avería está asociada al sistema de transmisión de datos entre los distintos módulos del vehículo. Esto puede ser peligroso, porque con la falla de un módulo, todo el sistema puede

desaparecer de los diagnósticos del sistema. En este caso, los módulos de función restantes generan este tipo de error. C = Chasis: Ahora, si esta es una 'C', implica que la falla está en el chasis, como bolsas de aire, frenos, etc. (Carista, 2020)

El segundo valor siempre será un número. Es este valor el que determina si el código es universal (es decir, el mismo en cualquier automóvil; estos son más fáciles de diagnosticar y reparar) o si es un código generado por el fabricante. El número '0' indica que el código es completamente genérico (universal), mientras que los números 1, 2 y 3 indican que es código generado por el fabricante, aunque no impide que siga siendo OBD-II (más sobre eso después). explicaremos en qué consiste este protocolo). (Carista, 2020)

El tercer valor también será un número. Esta figura nos dirá con mayor precisión de dónde viene el error.

1 = Falla por mal funcionamiento del sensor ubicado en el sistema de control de la relación aire-combustible en el motor o cualquier otro factor que influya en su falla.

2 = La falla está en alguna parte del sistema de combustible, ya sean los inyectores, la bomba de combustible, etc.

3 = Avería por fallo en el sistema de encendido del vehículo. Podría estar en la bobina, sensor de detonación, etc.

4 = Avería de algunos sistemas anticontaminación como catalizador, oxígeno calentado, aire secundario, etc.

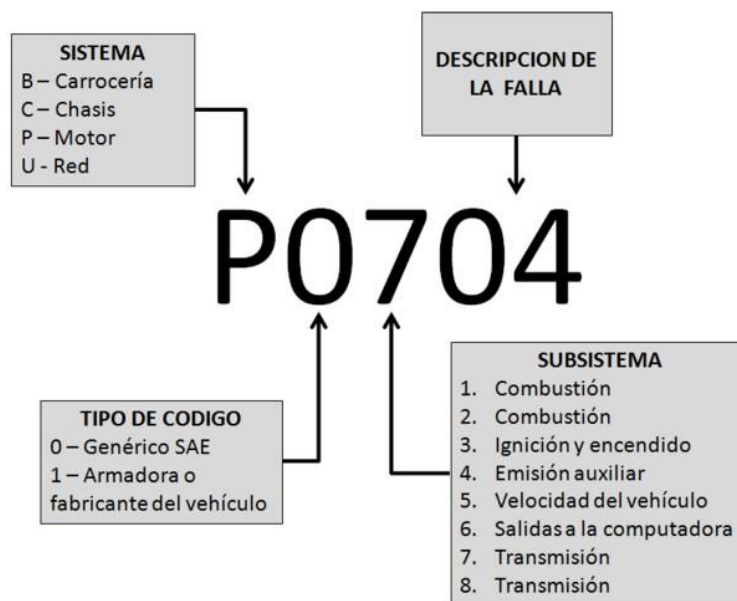
5 = Error del sistema de velocidad y vacío.

6 = Error en el módulo de control del motor (ECM) y salidas auxiliares. Puede referirse a un mal funcionamiento de la memoria o del procesador, así como de los circuitos del procesador u otras partes del mismo.

7 y 8 = Falla parcial de la transmisión automática o del sistema de control de tracción. (Carista, 2020)

**Figura 16**

*Significado de cada carácter del DTC*



*Nota.* La imagen representa el significado de cada carácter del DTC. Tomado de (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020)

### Capítulo III

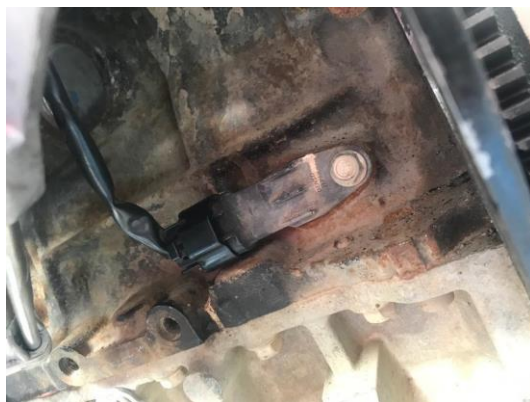
#### Caracterización de los sensores de un motor diésel con sistema de inyección electrónica

##### Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

A continuación, se detallan los datos obtenidos del sensor CKP, en la figura 17 se observa la posición en la que está ubicado dicho sensor, el cual se encuentra en la parte trasera del motor, a un costado de la polea del cigüeñal o volante de inercia, en la tabla 3 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

##### Figura 17

*Sensor de posición del cigüeñal (CKP)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación del sensor CKP.

El sensor consta de 3 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 3**

*Características del sensor de posición del cigüeñal (CKP)*

Sensor	Numero de cables	Color	Parámetro	Voltajes
CKP	3	YEL	Señal	5.02 V.
		GRN	Masa	22 mV.
		BLU	Referencia	5.01 V.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros nominales, color y voltaje de cada cable.

## Acelerador electrónico (TAC)

A continuación, se detallan los datos obtenidos del acelerador electrónico, en la figura 18 se observa la posición en la que está ubicado, el cual se encuentra en el cuerpo de aceleración. En la tabla 4 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

**Figura 18**

*Acelerador electrónico (TAC)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación del TAC

El TAC consta de 5 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 4**

*Características del acelerador electrónico (TAC)*

Sensor	Numero de cables	Color	Parámetro	Voltajes
TPS	5	WHT	Señal 1	5 V.
		RED	Señal 2	4.3 V.
		BLU	Referencia	5,01 V.
		GRN	Señal 3	4.4 V.
		ORG	Masa	0.00 V.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros, color y voltaje de cada cable.

### Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)

A continuación, se detallan los datos obtenidos del sensor CMP, en la figura 19 se observa la posición en la que está ubicado dicho sensor, el cual se encuentra en la culata o cámara, sobre el cual va acoplado el árbol de levas, en la tabla 5 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

**Figura 19**

*Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación del sensor CMP

El sensor consta de 3 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 5**

*Características del sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)*

Sensor	Numero de cables	Color	Parámetros	Voltajes
CMP	3	BLK	Masa	22 mV.
		WHT	Señal	5.05 V.
		RED	Referencia	5.02 V.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros, color y voltaje de cada cable.

### Sensor de flujo de aire (MAF)

A continuación, se detallan los datos obtenidos del sensor MAF, en la figura 20 se observa la posición en la que está ubicado dicho sensor, el cual se encuentra antes del colector de admisión del

motor y después del filtro de aire, en la tabla 6 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

### Figura 20

*Sensor de flujo de aire (MAF)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación del sensor MAF.

El sensor consta de 2 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 6**

*Características del sensor de flujo de aire (MAF)*

Sensor	Numero de cables	Color	Parámetros	Voltajes
MAF	3	BLK	Masa	20 a 80 mV.
		RED	Referencia	5.02 V.
		WHT	Señal	0.03 V.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros, color y voltaje de cada cable.

### Sensor de posición de pedal de acelerador (APP)

A continuación, se detallan los datos obtenidos del sensor APP, en la figura 21 se observa la posición en la que está ubicado dicho sensor, el cual se encuentra integrado en el pedal del acelerador, en la tabla 7 se detallan los parámetros y el voltaje de cada cable.



**Figura 21**

*Sensor de posición de pedal de acelerador (APP)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación del sensor APP.

El sensor consta de 6 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 7**

*Características del sensor de posición de pedal de acelerador (APP)*

Sensor	Numero de cables	Parámetros	Voltajes
APP	6	Referencia	5,00 V.
		Señal	0,50 V.
		Masa	23 mV.
		Referencia 2	5,02 V.
		Señal 2	4.2 V.
		Masa 2	20 mV.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros y voltaje de cada cable.

### **Sensor de presión del riel de combustible (FRP)**

A continuación, se detallan los datos obtenidos del sensor FRP, en la figura 22 se observa la posición en la que está ubicado dicho sensor, el cual se encuentra en la culata o cámara, sobre el cual va acoplado el árbol de levas., en la tabla 8 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

**Figura 22**

*Sensor de presión del riel de combustible (FRP)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación del sensor FRP

El sensor consta de 3 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 8**

*Características del sensor de presión del riel*

<b>Sensor</b>	<b>Numero de cables</b>	<b>Color</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Voltajes</b>
FRP	3	RED	Alimentación	5,02 V.
		BLK	Masa	32 mV.
		WHT	Señal	1.64 V.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros, color y voltaje de cada cable.

### **Inyectores**

A continuación, se detallan los datos obtenidos de cada uno de los inyectores, en la figura 23 se observa la posición en la que están ubicados los inyectores, los cuales se encuentran ubicados en la cabeza de cada cilindro, en la tabla 9 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

**Figura 23***Inyectores*

*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación de los inyectores.

El inyector consta de 2 cables que se detallan de la siguiente manera:

**Tabla 9***Caracterización de los inyectores*

<b>Elemento</b>	<b>Numero de cables</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Voltajes</b>
inyector 1	2	Alimentación	12.09 v
		Control de masa	0 v
Inyector 2	2	Alimentación	12.09 v
		Control de masa	0 v
Inyector 3	2	Alimentación	12.09 v
		Control de masa	0 v
Inyector 4	2	Alimentación	12.09 v
		Control de masa	0 v

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros, color y voltaje de cada cable.

### **Válvula de recirculación de los gases de escape (EGR)**

A continuación, se detallan los datos obtenidos de la válvula EGR, en la figura 24 se observa la posición en la que está ubicada dicha válvula, la cual se encuentra entre el colector de admisión y el de escape, en la tabla 10 se detallan los parámetros, el color y el voltaje de cada cable.

**Figura 24**

*Válvula de recirculación de los gases de escape (EGR)*



*Nota.* Esta imagen muestra la ubicación de la válvula EGR.

**Tabla 10**

*Caracterización de la válvula EGR*

Elemento	Numero de cables	Color	Parámetros	Voltajes
<b>Válvula EGR</b>	4	RED/BLU	Can+	2,43 V.
		YEL	Can-	2.62 V.
		BLU	Referencia	5.01 V.
		BLK	Masa	0,00 V.

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros, color y voltaje de cada cable.

### **Interpretación de fallas mediante el escáner automotriz**

Para la interpretación de fallas mediante el escáner automotriz se realiza una comunicación mediante el conector OBD II, los cuales, en la figura 25, 26, 27 se indica las definiciones típicas que puede tener tanto con el motor en ralentí, a 1500 rpm y 2000 rpm, donde se despliegan varios parámetros de lectura en los distintos sensores como actuadores.

Figura 25

## Datos típicos de escaneo del motor. I

Tech 2	Unidades	Ralentí	1500rpm	2000rpm	Definición
<b>Tech 2</b>					
<b>Parámetros</b>					
1 Engine Speed (Velocidad del motor)	Rpm	730	1475 - 1525	1975 - 2025	La velocidad del motor la mide el ECM con el sensor CKP.
2 Vehicle Speed (Velocidad del vehículo)	Km/h / MPH	0	0	0	Esto visualiza la velocidad del vehículo. La velocidad del vehículo la mide el ECM con el sensor de la velocidad del vehículo.
3 Pump Speed (Velocidad de la bomba)	Rpm	335 - 375	725 - 775	975 - 1025	Esto visualiza la velocidad de la bomba de inyección. La velocidad de inyección la mide el ECM con el sensor de leva de la bomba
4 Accelerator Position Sensor Signal (Señal del sensor de posición del acelerador)	%	0	3 - 5	5 - 7	El ángulo de operación de la posición del acelerador lo mide el ECM con el voltaje de salida de la posición del acelerador. Esto deberá visualizar 0% en ralentí y 99 - 100% a todo gas.
5 Idle Switch (Interruptor de ralentí)	Active/ Inactive 0V (Activo/ Inactivo 0V)	Active (Activo)	Active (Activo)	Inactive (Inactivo) 0V	Esto visualiza el estado de operación del interruptor de ralentí. Esto deberá visualizar "Active" (Activo) hasta que la posición del acelerador se acerque a 4 – 5%.
6 Mass Air Flow Sensor (Sensor de flujo de masa de aire)	mg/strk (mg/ impacto)	420 - 490	380 - 460	410 - 480	Esto visualiza el volumen de admisión de aire calculado para una carrera del cilindro. El flujo de masa de aire lo mide el ECM con el voltaje de salida del sensor MAF.
7 Desired Mass Air Flow (Flujo de masa de aire deseado)	mg/strk (mg/ impacto)	430 - 470	380 - 420	410 - 470	Esto visualiza el volumen de admisión de aire deseado para una carrera del cilindro. El flujo de masa de aire deseado lo calcula el ECM dependiendo de la condición del motor.
8 Barometric Pressure (Presión barométrica)	hpa	Depende de la altitud	Depende de la altitud	Depende de la altitud	La presión barométrica la mide el ECM con el sensor del ECM. Estos datos cambian con la altitud.
9 Desired Injection Quantity (Grado de inyección deseado)	mg/strk (mg/ impacto)	6 - 10	6 - 10	7 - 11	Esto visualiza el valor deseado indicado por el ECM. El ECM compensa la relación de combustible mediante la posición del acelerador y las señales de varios sensores.
10 Injection Quantity (Grado de inyección)	mg/strk (mg/ impacto)	6 - 10	6 - 10	7 - 11	Esto visualiza el grado de combustible real calculado por el PSG. El PSG recibe del ECM el grado de inyección deseado. Y compensa la inyección real dependiendo de la posición del temporizador para determinar la duración de la operación de la válvula solenoide de alta presión.
11 Desired Fuel Injection Start (Inicio de la inyección del combustible deseado)	deg. CA (°CA)	1 - 3	2 - 4	3 - 5	Esto visualiza la sincronización de la inyección deseada indicada por el ECM. El ECM compensa la sincronización de la inyección de combustible mediante la posición del acelerador y la señal de varios sensores.
12 Actual Injection Start (Inicio de la inyección real)	deg. CA (°CA)	1 - 3	2 - 4	3 - 5	Esto visualiza la sincronización de la inyección real calculada basada en la señal CKP y la señal de la leva de la bomba. El PSG controla la relación de trabajo del TCV para satisfacer la sincronización de inyección deseada indicada por el ECM.
13 Coolant Temperature (Temperatura del refrigerante)	deg. C / deg. F (°C / °F)	80 - 85	80 - 85	80 - 85	El ECT lo mide el ECM con el voltaje de salida del sensor ECT. Estos datos cambian con la temperatura del refrigerante. Cuando el motor esté calentado normalmente, estos datos visualizarán aproximadamente 80°C.

*Nota.* Esta figura representa los datos típicos de escaneo y definiciones del motor. Tomado de (ISUZU, 2022)

Figura 26

## Datos típicos de escaneo del motor. II

Tech 2	Parámetros	Unidades	Ralentí	1500rpm	2000rpm	Definición
14	Fuel Temperature (Temperatura del combustible)	deg. C / deg. F (°C / °F)	Depende de la temperatura del combustible	Depende de la temperatura del combustible	Depende de la temperatura del combustible	La FT (temperatura del combustible) mide el PSG con el sensor FT. Estos datos cambian con la temperatura del combustible.
15	Intake Temperature (Temperatura del aire de admisión)	deg. C / deg. F (°C / °F)	Depende de la temperatura ambiente.	Depende de la temperatura ambiente.	Depende de la temperatura ambiente.	La IAT (temperatura del aire de admisión) mide el ECM mediante el voltaje de salida del sensor IAT. Estos datos cambian con la temperatura del aire de admisión.
16	Ignition Status (Estado de la ignición)	On 12V (Activado 12V)/Off 0V (Desactivado 0V)	On (Activado) 12V	On (Activado) 12V	On (Activado) 12V	Esto visualiza el estado de la llave de contacto indicado por el ECM con la señal de la llave de contacto. Esto deberá visualizar "Off 0V" (Desactivado 0V) con la llave en la posición OFF y "On 12V" (Activado 12V) con la llave en la posición ON.
17	Brake Switch 1 (Interruptor de freno 1)	Active/ Inactive (Activo/ Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Esto visualiza el estado de operación del interruptor de freno. Esto deberá visualizar "Active" (Activo) cuando se pise el pedal del freno.
18	Brake Switch 2 (Interruptor de freno 2)	Active/ Inactive (Activo/ Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Esto visualiza el estado de operación del interruptor de freno. Esto deberá visualizar "Active" (Activo) cuando se pise el pedal del freno.
19	Clutch Switch (Interruptor de embrague) (T/M solamente)	Active/ Inactive (Activo/ Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Esto visualiza el estado de operación del interruptor de embrague. Esto deberá visualizar "Active" (Activo) cuando se pise el pedal del embrague.
20	Neutral Switch (Interruptor de punto muerto)	On/Off (Activado/ Desactivado)	On (Activado)	On (Activado)	On (Activado)	Esto visualiza el estado de operación del interruptor de punto muerto. Esto deberá visualizar "On" (activado) cuando la palanca de cambios esté en punto muerto.
21	A/C Information Switch (Interruptor de información del acondicionador de aire (A/C))	Active 12V (Activo 12V)/ Inactive 0V (Inactivo) 0V	Inactive (Inactivo) 0V	Inactive (Inactivo) 0V	Inactive (Inactivo) 0V	Esto visualiza la señal de solicitud del acondicionador de aire. Esto deberá visualizar "Active 12V" (Activo 12V) cuando el interruptor del acondicionador de aire esté activado.
22	Diagnostic Request (Solicitud de diagnóstico)	Active 0V (Activo 0V)/ Inactive 12V (Inactivo 12V)	Inactive (Inactivo) 12V	Inactive (Inactivo) 12V	Inactive (Inactivo) 12V	Esto visualiza la señal de solicitud de diagnóstico. Esto deberá visualizar "Inactive 12V" (Inactivo 12V) cuando el Tech 2 esté conectado.
23	System Voltage (Voltaje del sistema)	V	10 - 14	10 - 14	10 - 14	Esto visualiza el voltaje del sistema medido por el ECM en la alimentación de la ignición.

Nota. Esta figura representa los datos típicos de escaneo y definiciones del motor. Tomado de (ISUZU,

2022)

Figura 27

## Datos típicos de escaneo del motor. III

Tech 2	Parámetros	Unidades	Ralenti	1500rapm	2000rpm	Descripción
24	Main Relay (Relé principal)	Active/ Inactive (Activo/ Inactivo)	Active (Activo)	Active (Activo)	Active (Activo)	Esto visualiza el estado operacional para el relé principal del ECM. Esto deberá visualizar "Active" (Activo) cuando la llave de contacto esté activada y mientras el motor esté en marcha.
25	Glow Time Relay (Relé de tiempo de luminosidad)	Active 0V (Activo 0V)/ Inactive 12V (Inactivo 12V)	Inactive (Inactivo) 12V	Inactive (Inactivo) 12V	Inactive (Inactivo) 12V	Esto visualiza el estado operacional para el relé de luminosidad. Esto deberá visualizar "Inactive 12V" (Inactivo 12V) cuando el motor esté calentado.
26	Check Engine Light (Luz de comprobar el motor)	On/Off (Activado/ Desactivado)	Off (Desactivado)	Off (Desactivado)	Off (Desactivado)	Esto visualiza el estado operacional de la lámpara de comprobar el motor. Esto deberá visualizar "On" (Activado) cuando la lámpara de comprobar el motor esté encendida.
27	Glow Time Telltale (Indicador de tiempo de luminosidad)	On/Off (Activado/ Desactivado)	Off (Desactivado)	Off (Desactivado)	Off (Desactivado)	Esto visualiza el estado operacional para la lámpara indicadora de luminosidad. Esto deberá visualizar "On" (Activado) cuando la lámpara de luminosidad esté encendida.
28	Desired Engine Idle Speed (Velocidad deseada del motor a ralenti)	Rpm	730	730	730	La velocidad deseada del motor a ralenti que controla el ECM. El ECM compensa las diferentes cargas del motor basándose en la temperatura del refrigerante del motor.
29	A/C Request (Solicitud de A/C)	Active 0V (Activo 0V)/ Inactive 12V (Inactivo 12V)	Inactive (Inactivo) 12V	Inactive (Inactivo) 12V	Inactive (Inactivo) 12V	Esto visualiza el estado operacional del compresor del acondicionador de aire (A/C). Esto deberá visualizar "Inactive 0V" (Inactivo 0V) cuando se ponga en marcha el relé del compresor.
30	Immobilizer (inmovilizador)	Active/ Inactive (Activo/ Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Inactive (Inactivo)	Esto deberá visualizar "Inactive" (Inactivo) cuando el inmovilizador sea operado correctamente.
31	Immobilizer Signal (Señal del inmovilizador)	Received/Not Received (Recibida/No recibida)	Not Received (No recibida)	Not Received (No recibida)	Not Received (No recibida)	Esto deberá visualizar "Not Received" (No recibida) cuando el inmovilizador no esté activado.
32	Immobilizer Function Programmed (Función del inmovilizador programada)	Sí/ No (Sí/ No)	Yes (Sí)	Yes (Sí)	Yes (Sí)	Esto deberá visualizar "Yes" (Sí) cuando el inmovilizador sea programado correctamente.
33	EGR Pulse Ratio (Relación de impulso de EGR) (Exhaust Gas Recirculation = Recirculación de los gases de escape)	%	70	70	70	Esto visualiza la señal de trabajo procedente del ECM para controlar el grado de flujo de EGR.

*Nota.* Esta figura representa los datos típicos de escaneo y definiciones del motor. Tomado de (ISUZU,

Considerar que los parámetros detallados en la tabla superior son de forma general del motor, en el caso del proyecto se posee los sensores y actuadores básicos, para poner en punto la operabilidad del motor y distinguir la caracterización de dichos sensores como son CKP, APP, CMP, FRP, EGR y como actuadores de los inyectores.



## Capítulo IV

### Manual de comunicación de OBD II

#### Pasos para realizar la comunicación con la ECU mediante conector OBD II

Para la realización de las pruebas, se tomó en cuenta que los sensores y actuadores se encuentren en buen estado, como son el APP, CKP, CMP, MAF, Inyectores, EGR, entre otros.

#### *Paso 1.*

Se procede a conectar Scanner una vez encendido el motor, para realizar la comunicación con el ECU.

#### **Figura 28**

#### *Paso 1 conexión del scanner*



*Nota.* La gráfica representa la conexión mediante OBD II con el escáner automotriz.

#### *Paso 2.*

Se puede ingresar a la comunicación mediante la opción de OBD II o mediante la selección del motor.

**Figura 29**

*Paso 2 interfaz del escáner automotriz*



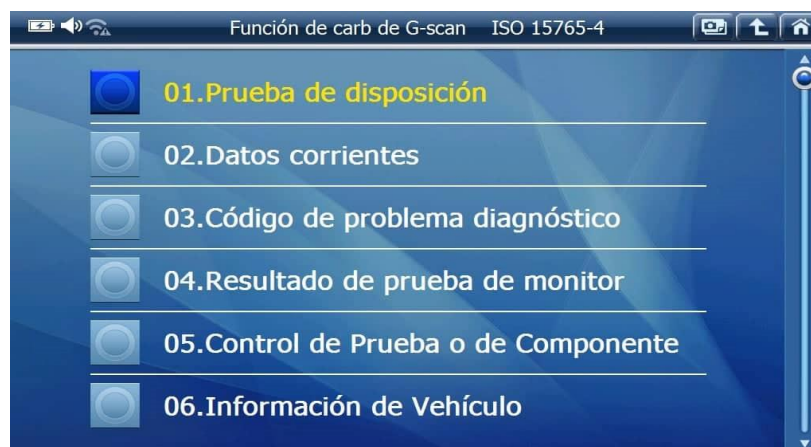
*Nota.* La gráfica representa interfaz del escáner automotriz.

*Paso 3.*

Si la selección de comunicación es por medio de OBD II, el scanner realiza un análisis de seis pasos, culminado dicho protocolo se accede a las opciones que se encuentran en la imagen 25.

**Figura 30**

*Paso 3 para el análisis de comunicación del OBD II*



*Nota.* La gráfica representa las opciones que brinda la conexión mediante la opción de OBD II.

#### Paso 4.

Si la comunicación es por medio de selección del motor, debemos ir indagando la marca del motor, y por número de motor a trabajar.

Considerar que para el motor a trabajar se puede encontrar en la marca de ISUZU o Chevrolet en la selección de Nueva D-Max.

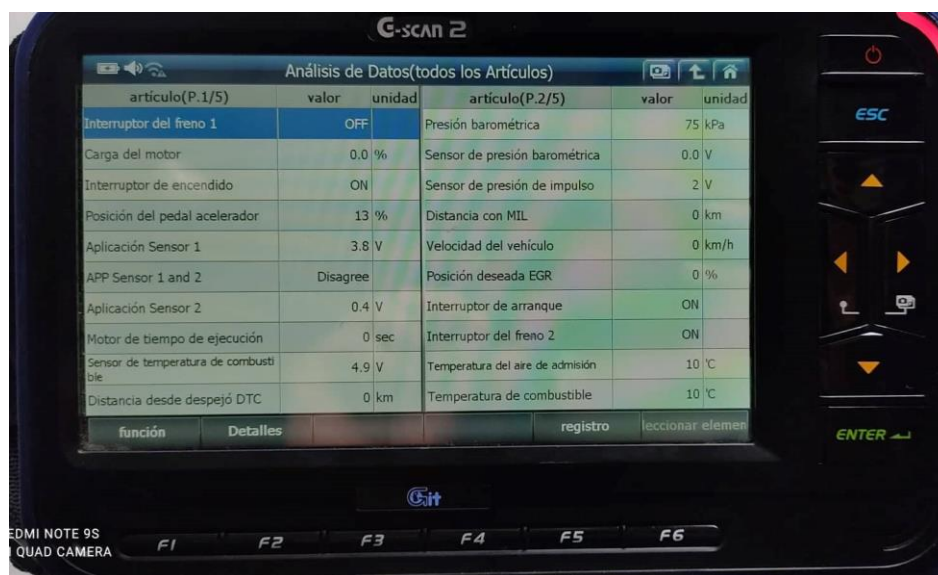
#### Revisión de Parámetros generalizados del motor

Mediante la opción de análisis de datos, se puede visualizar de forma general los valores con su respectiva unidad de cada uno de los sensores y actuadores del motor.

Existe valores de 0, ya que no se encuentra en funcionamiento como es la velocidad del vehículo, considerando que es un banco de pruebas por ende el motor tiene la funcionalidad de estacionario.

**Figura 31**

*Revisión de Parámetros generalizados del motor*



The image shows the G-SCAN 2 diagnostic tool interface. The screen displays a table titled 'Análisis de Datos(todos los Artículos)' with two columns for 'artículo(P.1/5)' and 'artículo(P.2/5)'. The table lists various engine parameters and their values. Below the table, there are navigation buttons: 'función', 'Detalles', 'registro', and 'leccionar elemen'. The device has a physical keypad on the right side with buttons for 'ESC', directional arrows, and 'ENTER'. At the bottom, there are function keys labeled F1 through F6.

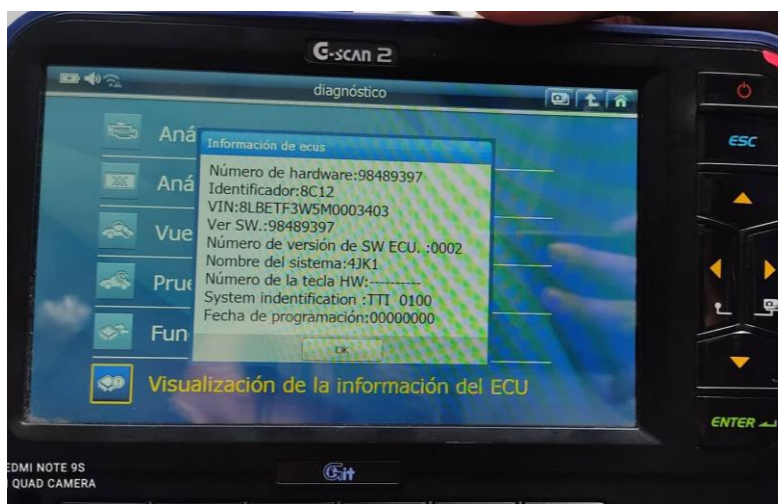
artículo(P.1/5)	valor	unidad	artículo(P.2/5)	valor	unidad
Interrupor del freno 1	OFF		Presión barométrica	75	kPa
Carga del motor	0.0	%	Sensor de presión barométrica	0.0	V
Interrupor de encendido	ON		Sensor de presión de impulso	2	V
Posición del pedal acelerador	13	%	Distancia con MIL	0	km
Aplicación Sensor 1	3.8	V	Velocidad del vehículo	0	km/h
APP Sensor 1 and 2	Disagree		Posición deseada EGR	0	%
Aplicación Sensor 2	0.4	V	Interrupor de arranque	ON	
Motor de tiempo de ejecución	0	sec	Interrupor del freno 2	ON	
Sensor de temperatura de combustible	4.9	V	Temperatura del aire de admisión	10	°C
Distancia desde despejó DTC	0	km	Temperatura de combustible	10	°C

*Nota.* La gráfica indica un análisis de datos generalizado.

Mediante la opción visualización de la información de la ECU, se puede observar los parámetros específicos del motor como por ejemplo el tipo de motor, el VIN del motor, entre otros.

Figura 32

Información de la ECU



*Nota.* La gráfica nos indica la información de la ECUS.

### Curvas características y DTC de sensores y actuadores.

En la figura 33 se detallan los DTC aparecidos al momento de colocar el dispositivo de diagnóstico (scanner), cuando se realizan las fallas de los sensores y actuadores como por ejemplo se encuentra el DTC des sensor APP, CKP, de los inyectores 1 y 2.

Figura 33

DTC de diferentes sensores y actuadores

Código de problema diagnóstico			
	Descripción(16/16)	MID	Estado
P2138	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/'E' Voltage Correlation	E8	Confirmado
P2123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D' Circuit High	E8	Confirmado
P2122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D' Circuit Low	E8	Confirmado
P2228	Barometric Pressure Sensor 'A' Circuit Low	E8	Confirmado
P0335	Crankshaft Position Sensor 'A' Circuit	E8	Confirmado
P0183	Fuel Temperature Sensor 'A' Circuit High	E8	Confirmado
P0113	Intake Air Temperature Sensor 1 Circuit High - Bank 1	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
Borrar		Arco de congelación	

*Nota.* La gráfica representa los códigos de fallas generados.

### *Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)*

A continuación, en la figura 34 se observa la curva característica del sensor CMP, tomado del osciloscopio de G-Scan 2.

**Figura 34**

### *Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)*



*Nota.* La gráfica representa la curva característica del sensor CMP.

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

A continuación, en la figura 35 se observa la curva característica del sensor CKP, tomado del osciloscopio de G-Scan 2.

**Figura 35**

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



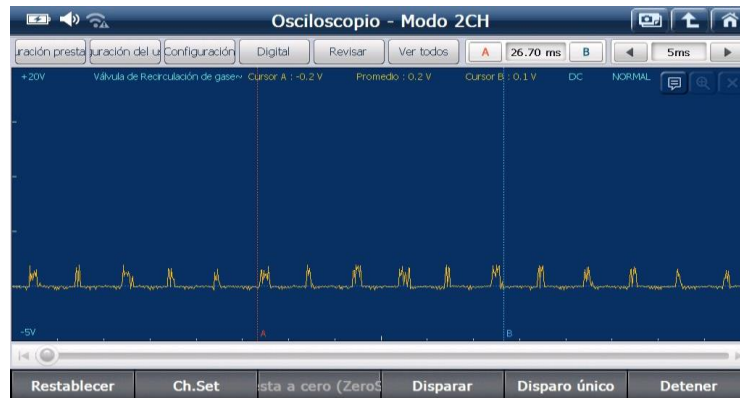
*Nota.* La gráfica representa la curva característica del sensor CKP.

### *Válvula de recirculación de gases (EGR)*

A continuación, en la figura 36 se observa la curva característica de la Válvula EGR, tomado del osciloscopio de G-Scan 2.

**Figura 36**

### *Válvula de recirculación de los gases de escape (EGR)*



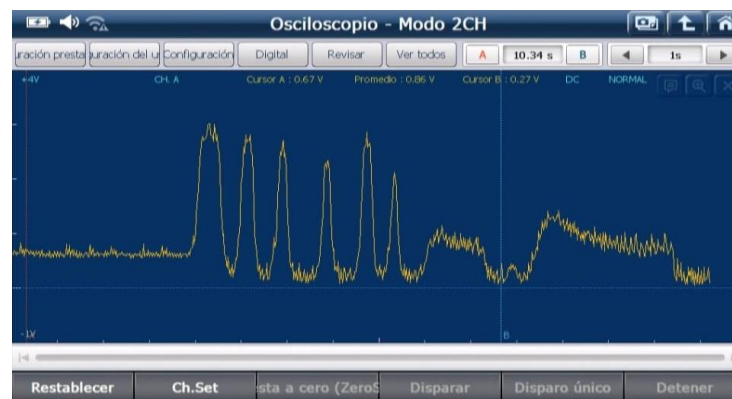
*Nota.* La gráfica representa la curva característica de la válvula EGR.

### *Sensor de flujo de aire (MAF)*

A continuación, en la figura 37 se observa la curva característica del sensor MAF, tomado del osciloscopio de G-Scan 2.

**Figura 37**

### *Sensor de flujo de aire (MAF)*



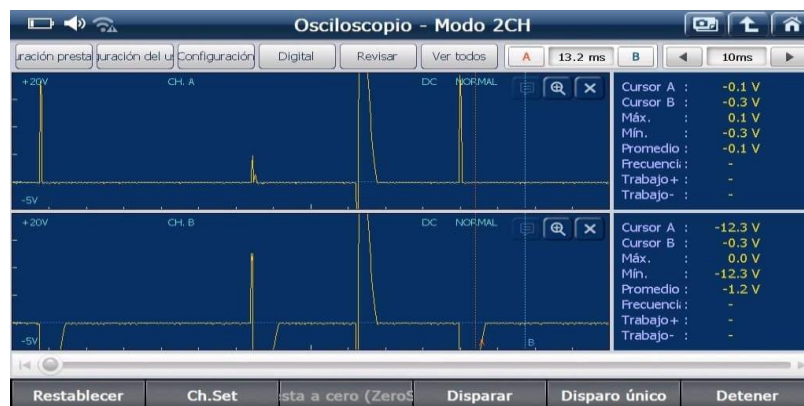
*Nota.* La gráfica representa la curva característica del Sensor de flujo de aire (MAF).

### Inyectores 1 y 2

A continuación, en la figura 38 se observa la curva característica de los Inyectores 1 y 2, tomado del osciloscopio de G-Scan 2.

**Figura 38**

### Inyectores 1 y 2



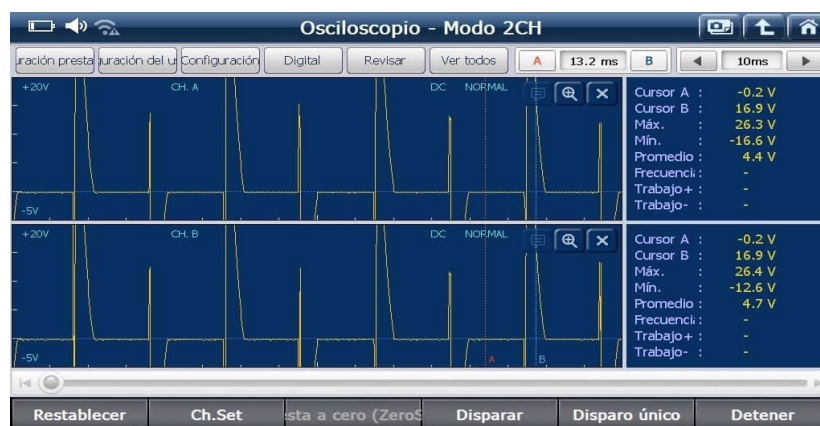
*Nota.* La gráfica representa la curva característica de los inyectores 1 y 2.

### Inyectores 3 y 4

A continuación, en la figura 39 se observa la curva característica de los Inyectores 3 y 4, tomado del osciloscopio de G-Scan 2.

**Figura 39**

### Inyectores 3 y 4



*Nota.* La gráfica representa la curva característica de los inyectores 3 y 4.

Se puede visualizar en la parte superior las imágenes donde nos indican las curvas características de los sensores antes mencionado, donde podemos ir verificando la el comportamiento que existe de cada uno de los sensores como de actuadores.

Lo cual permite realizar un análisis, cuando nos genera los DTC's, para ellos también se indica los valores de referencia tanto para el cableado de señal, referencia y masa.

Mediante el panel de generador de fallas, se está trabajando con cortes de alimentación en cableado de señal o de masa con el fin de generar las fallas y poder ser diagnosticadas y estudiadas mediante los instrumentos de diagnóstico automotriz.



### Conclusiones

- Se realizó el protocolo de pruebas para analizar el funcionamiento de los diferentes sensores del sistema de control electrónico del sistema CRDI a diferentes revoluciones.
- Se realizó pruebas funcionales de los sensores del sistema de control electrónico del sistema CRDI a diferentes velocidades del motor diésel.
- Se efectuó un manual de indicaciones sobre la conexión de OBD II con el escáner automotriz, donde se presenta dos alternativas que son conexión directa por OBD II o selección del motor, en dichas alternativas podemos acceder a la información de la ECU como al análisis de datos tanto de sensores como de actuadores.
- Se implementó un banco didáctico que permite al estudiante tener claro sobre la manipulación de los componentes que intervienen en el control de inyección electrónico CRDI, al igual que el uso de herramientas modernas para un diagnóstico adecuado en el sistema del motor Dmax 2.5.

### Recomendaciones

- Tomar en cuenta los niveles de aceite y combustible y comprobar el voltaje antes de usar el banco de pruebas.
- Tener presente que para evitar problemas internos en el motor se debe realizar el funcionamiento del banco de pruebas después de un prolongado de tiempo.
- Después de utilizar el banco de pruebas, desconectar el borne de la batería, para esta manera evitar la descarga de la misma.
- Tener el manual para poder verificar el diagrama de conexión eléctrico del motor.
- Desconectar el borde negativo de la batería para evitar posibles daños en sensores, actuadores o en la ECU.

## Bibliografía

Almarza, D. (2018). *Descripción y mantenimiento del sistema common rail montado en el motor Hyundai D4EA*. Usm.Cl.

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42436/3560901544198UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arévalo, F., & Ortega, A. (2016a). *Desarrollo de una interfaz para la visualización y adquisición de datos provenientes de la ECU a través de OBD-II mediante un dispositivo de comunicación serial y del analizador de gases QROTECH 6000*.

[https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12029?fbclid=IwAR21Y2nisWmO2oyqJXnxVmya\\_1xZiCerZn7K3ppC4PAr8MjA30aIRN92TfU](https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12029?fbclid=IwAR21Y2nisWmO2oyqJXnxVmya_1xZiCerZn7K3ppC4PAr8MjA30aIRN92TfU)

Arévalo, F., & Ortega, A. (2016b). *Universidad politécnica salesiana sede matriz Cuenca*. Docplayer.Es. <https://docplayer.es/57395135-Universidad-politecnica-salesiana-sede-matriz-cuenca.html>

Avance, A. (2013, June 12). *Que es un Sensor de Posición del Cigüeñal Sensor CKP Y CMP*. Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz; Auto Avance.

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/149-que-es-un-sensor-de-posicion-del-ciguenal-sensor-ckp-y-cmp/?fbclid=IwAR0bv5icKIGHw8CMvUPBju2xqJzTy7pBFlwjR1706-VhoYurLX6ALQ6fP6A>

Avance, A. (2019a, June 8). *Sensor de Posición del Cigüeñal CKP*. Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz; Auto Avance. [https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/135-sensor-de-posicion-del-ciguenal-ckp/?fbclid=IwAR3G8PRet6\\_zhIJe3xlwps1QCkbo1X60cqaqIAKtaFK828M-7aDTn-P2DJ4](https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/135-sensor-de-posicion-del-ciguenal-ckp/?fbclid=IwAR3G8PRet6_zhIJe3xlwps1QCkbo1X60cqaqIAKtaFK828M-7aDTn-P2DJ4)

Avance, A. (2019b, September 5). *Sonda Lambda o Sensor Lambda - Así funciona este Sensor - Auto Avance*. Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz; Auto Avance.

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sonda-lambda/?fbclid=IwAR1AhIbWS3Hnef3XR3AmCEuj0Qg6FAytNfW2yeVTvNcUO41IMOMVx5kwadU>

Carros, M. (2020). ▷ *Sensor Automotriz, Que es, funcionamiento y tipos*. Mundo Carros; admin.

<https://mundocarros.info/sensores-de-carros/>

Castillejo, A. (2014). *Sistemas de Inyección en Motores Diesel*. Biblus.Us.Es.

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf>

Castro, J., & Salazar, M. (2015). *Análisis del desempeño de motores CRDI (Common rail direct injection) a través de formas de onda procesadas por osciloscopio* [Quito, 2015.].

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11722>

Donado, I. A. (2020). *5 principios Básicos del Sistema Common Rail*. Autosoporte Capacitación Automotriz • Aprende Todo Sobre Electricidad y Electrónica Automotriz aplicada; Autosoporte Capacitación Automotriz. <https://autosoporte.com/5-principios-basicos-del-sistema-common-rail/>

Ferrer, Á. (2021). *Inyección Diésel: Todo lo que tienes que saber*. Autonocion.com.

<https://www.autonocion.com/inyeccion-diesel-motor/>

Gárate, A. (2018). *Desarrollo de un algoritmo para la adquisición y almacenamiento de datos provenientes del sistema de diagnóstico a bordo OBD II*.

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16587>

García, D., & Logroño, P. (2016). *Análisis de la incidencia de los tiempos de inyección y opacidad en un sistema de inyección de riel común diesel CRDI del vehículo Mazda BT- 50 , cuando se generan códigos de fallas DTC*. Edu.Ec. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11749/T-ESPEL-MAI-0552.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, G. (2021a). *Sensor de Velocidad del vehículo VSS*. Pruebaderuta.com | Más que un blog de automóviles; Pruebaderuta.com. <https://www.pruebaderuta.com/sensor-de-velocidad-del-vehiculo-vss.php>

García, G. (2021b). *Sensores y actuadores en el sistema de inyección electrónica*.

Pruebaderuta.com | Más que un blog de automóviles; Pruebaderuta.com.

<https://www.pruebaderuta.com/sensores-y-actuadores-en-el-sistema-de-inyeccion-electronica.php>

Guacho, M., & Rea, E. (2014). *Control del funcionamiento de sensores, actuadores y verificación de la ECU mediante la implementación de un motor virtual para la escuela de ingeniería de automotriz*.

Edu.Ec. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4690/1/65T00107.pdf>

Guarella, J., Heredia, J., Rodríguez, L., & Bagatto, I. (2020, April 2). *Sensores y actuadores en motores*. Pdfcoffee.com. <https://pdfcoffee.com/sensores-y-actuadores-en-motores-pdf-free.html>

Iborra, G. (2017, October 21). *Sensor Hall o sensor de efecto Hall*. Novedades Automatización. [https://novedadesautomatizacion.com/foro/sensores/sensor-hall-o-sensor-de-efecto-hall/?fbclid=IwAR2RKVAqR9\\_9cMKqbeJi5rgLv2qn4ypMch3c5MxHCEseloIKelmtYWqSNhs](https://novedadesautomatizacion.com/foro/sensores/sensor-hall-o-sensor-de-efecto-hall/?fbclid=IwAR2RKVAqR9_9cMKqbeJi5rgLv2qn4ypMch3c5MxHCEseloIKelmtYWqSNhs)

ISUZU. (n.d.). *MANUAL DE SERVICIO SERIE TF MOTOR 4JA1/4JH1-TC*. Automotrizenvideo.com. Retrieved August 19, 2022, from <https://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2011/11/MANUAL-ISUZU-4JA1-4JH1.pdf>

Kilmer, S. (2020). *Sensor MAF: ¿Qué pasa si no sirve?, fallas y como limpiar*. ExpertoMotor. <https://expertomotor.com/sensor-maf/>

Mecanica Automotriz, I. Y. (2020, January 28). *¿Qué son los códigos DTC OBD2, y cómo se clasifican? TABLA DE CÓDIGOS ANEXA*. INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-son-los-codigos-dtc-obd2-y-como-se-clasifican/>

Ortiz, H. (2014). *Ánisis del sistema de inyección directa common rail en un motor Man*. Edu.Ec. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4249/1/10808.pdf>

ProMinent GmbH. (n.d.). *Sensores de conductividad DULCOTEST*. Prominent.es. Retrieved August 19, 2022, from <https://www.prominent.es/es/Productos/Productos/Sistemas-de-medicion-y->

regulacion-y-sensores/Sensores/p-sensors-  
conductivity.html?fbclid=IwAR1NtIDr3BHSslhDzu7fzgHiNyDdb7qNfDnOktBgBU-dRvdXItZ5t64suil

*¿Qué es OBD y cómo funciona?* (2018, August 13). Codigodtc.com.

[https://codigosdte.com/obd/?fbclid=IwAR38u4mkqgYsJ206VW17h0mBQLmSNQvJEZZHGfHNAoqxib95m6d\\_B3fHTI](https://codigosdte.com/obd/?fbclid=IwAR38u4mkqgYsJ206VW17h0mBQLmSNQvJEZZHGfHNAoqxib95m6d_B3fHTI)

Reyes, J. (2018). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ*. Edu.Ec.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8354/1/04%20MAUT%20065%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Saldias, A. (2018, November 13). ▷ *Tipos de SENSORES de Temperatura y sus diferencias*. SRC Sistemas de Regulación y Control. [https://srcsl.com/tipos-sensores-temperatura/?fbclid=IwAR1hfNTIuvQmzJTI\\_H8ZsxGu1nIs58wBWC8GdwMGplr6GrgDm-jtTYiOrh0](https://srcsl.com/tipos-sensores-temperatura/?fbclid=IwAR1hfNTIuvQmzJTI_H8ZsxGu1nIs58wBWC8GdwMGplr6GrgDm-jtTYiOrh0)

Soria, & Luis. (2013). *Sistema experto para el diagnóstico de fallas en motores a inyección electrónica de vehículos*. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7818>

Weg. (2022). *Sensores Magnéticos*. Weg.net. [https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fontes-de-Alimentaci%C3%B3n/Sensores-Industriales/Sensores-Magn%C3%A9ticos/Sensores-Magn%C3%A9ticos/p/MKT\\_WDC\\_BRAZIL\\_SENSORS\\_MAGNETIC\\_SENSORS?fbclid=IwAR11eHd-7glNFk4nZqS1P1X1ig0SwIGgMavUKZf3qo6MYE-a\\_V1Z\\_2yv124](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fontes-de-Alimentaci%C3%B3n/Sensores-Industriales/Sensores-Magn%C3%A9ticos/Sensores-Magn%C3%A9ticos/p/MKT_WDC_BRAZIL_SENSORS_MAGNETIC_SENSORS?fbclid=IwAR11eHd-7glNFk4nZqS1P1X1ig0SwIGgMavUKZf3qo6MYE-a_V1Z_2yv124)

**ANEXOS**