



Powered by  
Arizona State University

# INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autores:** Iván Andrés Medina Piza

Eduardo Alejandro Orellana Jarrín

**Tutor:** Ing. Juan José Castro Mediavilla

**Determinación de Averías en el Sistema de Inyección Electrónica  
de Combustible del Vehículo Mazda 3 Año 2008**

**Guayaquil, Ecuador |2024**



### **Certificado de Autoría**

Nosotros, Eduardo Alejandro Orellana Jarrin e Iván Andrés Medina Piza, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Eduardo Alejandro Orellana Jarrin

C.I.: 1722446133

---

Iván Andrés Medina Piza

C.I.: 1724628738

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Juan José Castro Mediavilla certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Juan Castro Mediavilla

Director de Proyecto

## **Dedicatoria**

A mis padres, por su amor incondicional y apoyo constante en este camino. A mi familia y amigos, por su aliento y comprensión. A todos aquellos que creyeron en mí, esta

tesis es también su logro.

*Iván Andrés Medina Piza*

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres, quienes siempre han sido mi fuente de inspiración y apoyo inquebrantable a lo largo de mi vida académica. Agradezco su amor incondicional y sacrificio. También quiero dedicar este logro a mis amigos y seres queridos, quienes me han brindado su ánimo y aliento en los momentos más difíciles. Gracias a todos por ser parte fundamental de este viaje.

*Eduardo Alejandro Orellana Jarrín*

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia por su apoyo inquebrantable y amor incondicional a lo largo de este viaje. También quiero agradecer a mi asesor de tesis por su orientación experta y paciencia. Agradezco a mis amigos y compañeros de clase.

¡¡¡Muchas gracias!!!

*Iván Andrés Medina Piza*

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a mis padres por su invaluable orientación, apoyo y dedicación a lo largo de este proceso. También quiero agradecer a mi tutor por su constante apoyo y motivación, así como a mis amigos y compañeros de estudio.

¡¡¡Muchas gracias!!!

***Eduardo Alejandro Orellana Jarrín***



## Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vii
Índice General .....	ix
Índice de Figuras .....	xiii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
Introducción .....	1
Capítulo I.....	2
Antecedentes .....	2
1.1 Tema de Investigación.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Formulación del Problema .....	3
1.4 Sistematización del Problema .....	3
1.5 Objetivos de la Investigación .....	3
1.5.1 <i>Objetivo General</i> .....	3
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.6 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	3
1.6.1 <i>Justificación Teórica</i> .....	3
1.6.2 <i>Justificación Metodológica</i> .....	4
1.6.3 <i>Justificación Práctica</i> .....	4
1.6.4 <i>Delimitación Temporal</i> .....	4
1.6.5 <i>Delimitación Geográfica</i> .....	4

1.6.6	<i>Delimitación del Contenido</i> .....	4
	Capítulo II .....	6
	Marco de Referencia .....	6
2.1	Marco Teórico .....	6
2.1.1	<i>Sistema de Alimentación de Combustible</i> .....	6
2.1.2.	<i>Bomba de Combustible</i> .....	7
2.1.3	<i>Motor Ciclo Otto</i> .....	7
2.1.4	<i>Bujías</i> .....	9
2.1.5	<i>Inyectores</i> .....	9
2.1.6	<i>Sensor de Posición del Cigüeñal CKP</i> .....	10
2.1.7	<i>Sensor de Posición del Árbol de Levas CMP</i> .....	11
2.1.8	<i>Sensor de Flujo de Masa de Aire MAF</i> .....	12
2.1.9	<i>Sensor de Presión de Aceite</i> .....	12
2.1.10	<i>Bobinas de Encendido</i> .....	13
2.1.11	<i>Unidad de Control Electronica ECU</i> .....	14
	Capítulo III .....	15
	Metodología .....	15
3.1	Enfoque de la Investigación .....	15
3.2	Tipo de Investigación .....	15
3.3	Diseño de la Investigación .....	15
3.3.1	<i>Bibliográfico</i> .....	15
3.3.2	<i>Experimental</i> .....	16
3.3.3	<i>Partes del Sistema de Inyección de Combustible Multipunto del Vehículo Mazda 3</i> .....	18
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información .....	18
3.5	Método para el Tratamiento de la Información.....	18

3.6	Plan de Recolección y Análisis de la Información.....	18
3.7	Materiales Implementados para Diagnostico .....	19
3.8	Evaluación del Estado del Combustible y Depósito .....	19
3.9	Inspección Visual del Cableado Eléctrico .....	20
3.10	Evaluación Física del Estado del Cableado y sus Componentes (Cableado Interno Pelado).....	21
3.11	Funcionamiento del Sensor CKP .....	22
3.12	Funcionamiento del Sensor CMP.....	22
3.13	Sensor de Posición del Acelerador TPS.....	23
3.14	Funcionamiento del Sensor MAF .....	23
3.15	Bobinas.....	24
3.16	Verificación de los Inyectores.....	27
	Capítulo IV .....	27
	Análisis e Interpretación de Resultados .....	27
4.1	<i>Diagnósticos Realizados para Determinar Averías.....</i>	27
4.1.1	<i>Evaluación de Posibles Códigos de Falla en el Vehículo.....</i>	27
4.1.2	<i>Códigos de Falla .....</i>	27
4.1.3	<i>Monitoreo y Comprobación del Funcionamiento de los Sensores que Conforman el Sistema de Combustible .....</i>	28
4.1.4	<i>Evaluación del Sensor de Posicionamiento del Cigüeñal CKP.....</i>	29
4.1.5	<i>Evaluación del Sensor de Posicionamiento del Árbol de Levas CMP.....</i>	30
4.1.6	<i>Evaluación del Sensor de Posición del Acelerador TPS.....</i>	31
4.1.7	<i>Evaluación del Sensor de Flujo de Masa de Aire MAF.....</i>	33
4.1.8	<i>Diagnostico de las Bobinas.....</i>	33
4.1.9	<i>Reacondicionamiento de Cableado del Sistema Eléctrico.....</i>	36

<i>4.1.10 Comprobación del Funcionamiento Óptimo de la Bomba de Combustible.....</i>	<i>36</i>
<i>4.1.11 Análisis del Adecuado Funcionamiento de los Inyectores.....</i>	<i>38</i>
<i>4.1.12 Realizar Comprobaciones de la ECU en el Banco de Pruebas .....</i>	<i>41</i>
Conclusiones .....	41
Recomendaciones.....	43
Bibliografía .....	44

## Índice de Figuras

Figura 1 Sistema de Combustible.....	6
Figura 2 Motor Ciclo Otto.....	8
Figura 3 Inyector .....	10
Figura 4 Sensor CKP Automotriz .....	11
Figura 5 Sensor CMP Automotriz.....	11
Figura 6 Sensor MAF Automotriz .....	12
Figura 7 Sensor de Presión de Aceite Motor.....	13
Figura 8 Bobina de Encendido Automotriz.....	13
Figura 9 ECU Automotriz .....	14
Figura 10 Sensores y Actuadores del Sistema de Inyección Electrónica de Combustible .....	17
Figura 11 Análisis del Estado del Combustible y Depósito.....	20
Figura 12 Cableado Eléctrico.....	21
Figura 13 Análisis del Cableado y sus Componentes .....	22
Figura 14 Ubicación del Sensor TPS .....	23
Figura 15 Ubicación del Sensor MAF.....	24
Figura 16 Ubicación de las Bobinas.....	25
Figura 17 Comprobación de los Inyectores.....	26
Figura 18 Cambio de Microfiltros.....	28
Figura 19 Base de Datos de Códigos de Error .....	28
Figura 20 Sensor de Posición del Cigüeñal.....	29
Figura 21 Sensor CMP Sensor de Posición del Árbol de Levas .....	30
Figura 22 Medición del Sensor TPS en Régimen Mínimo (800 RPM) .....	31
Figura 23 Medición del Sensor TPS a (2000 RPM).....	31
Figura 24 Medición del Sensor MAF con una Apertura del Acelerador al 14% .....	32

Figura 25 Medición del Sensor MAF con una Apertura del Acelerador al 24.7% .....	33
Figura 26 Bobinas #1 .....	33
Figura 27 Bobina #2.....	34
Figura 28 Bobina #3.....	34
Figura 29 Bobina #4.....	35
Figura 30 Reacondicionamiento de Cableado del Sistema Eléctrico.....	36
Figura 31 Estado de Bomba de Combustible .....	37
Figura 32 Presión Nula en Bomba de Combustible .....	37
Figura 33 Presión Correcta Bomba de Combustible.....	38
Figura 34 Medición de Voltaje del Inyector .....	39
Figura 35 Comprobaciones de la ECU.....	40

## Resumen

La determinación de averías en un sistema de inyección electrónica de combustible es esencial para resolver problemas en vehículos con motor de combustión interna. Este proceso implica recopilar información sobre los síntomas y anomalías del vehículo, utilizar herramientas de diagnóstico como escáneres OBD-II y verificar el funcionamiento de sensores y actuadores clave. Se lleva a cabo una serie de pasos sistemáticos que incluyen la inspección visual de componentes, la medición de la presión de combustible y la realización de pruebas en sensores y actuadores. Además, se utiliza la información recopilada para escanear códigos de error almacenados en la computadora del vehículo. Según los resultados de las pruebas y el diagnóstico, se realizan limpiezas y reemplazos de componentes defectuosos o desgastados, como inyectores y filtros de combustible. El proceso de diagnóstico y reparación garantiza un funcionamiento óptimo del sistema de inyección electrónica de combustible. Al abordar eficazmente las causas subyacentes de los problemas, se logra mantener la eficiencia del motor y las emisiones dentro de los estándares requeridos. La aplicación de un enfoque sistemático en el diagnóstico de averías en sistemas de inyección electrónica de combustible resulta fundamental para mantener el buen funcionamiento de los vehículos y cumplir con los estándares de emisiones. La combinación de recopilación de datos, escaneo de códigos de error, pruebas de componentes y reparación/reemplazo según sea necesario asegura una resolución efectiva de los problemas y una óptima operatividad del sistema.

**Palabras clave:** OBD-II (On-Board Diagnostics), emisiones, luces de advertencia, actuadores, sensores.

### **Abstract**

Diagnosing faults in an electronic fuel injection system is crucial for resolving issues in vehicles with internal combustion engines. This process involves gathering information about the vehicle's symptoms and anomalies, utilizing diagnostic tools such as OBD-II scanners, and verifying the operation of key sensors and actuators. A systematic series of steps is conducted, including visual inspection of components, measurement of fuel pressure, and testing of sensors and actuators. Additionally, the gathered information is used to scan error codes stored in the vehicle's computer. Based on the test results and diagnosis, cleaning and replacement of defective or worn components, such as injectors and fuel filters, are performed. The diagnostic and repair process ensures optimal operation of the electronic fuel injection system. By effectively addressing the underlying causes of problems, engine efficiency and emissions are maintained within required standards. The application of a systematic approach in diagnosing faults in electronic fuel injection systems is essential for maintaining vehicle performance and compliance with emissions standards. The combination of data collection, error code scanning, component testing, and repair/replacement as necessary ensures effective problem resolution and optimal system operation.

**Keyword:** OBD-II emissions (On Board Diagnostics), witnesses, actuators, sensors.



## **Introducción**

El sistema de inyección de combustible en los automóviles actuales representa una innovación fundamental en la industria automotriz, revolucionando la forma en que los motores de combustión interna obtienen y utilizan la mezcla de aire y combustible. En lugar de depender de carburadores, como en décadas pasadas, los vehículos modernos utilizan sistemas de inyección de combustible altamente sofisticados y precisos.

Este sistema es esencial para el funcionamiento eficiente y limpio de los motores, ya que administra cuidadosamente la cantidad de combustible que se mezcla con el aire antes de ser admitido en los cilindros. Esto se logra mediante el uso de sensores, computadoras y una variedad de componentes, como inyectores de combustible y reguladores de presión.

La inyección de combustible ofrece varias ventajas significativas sobre los sistemas más antiguos, incluyendo una mayor eficiencia en el consumo de combustible, reducción de emisiones contaminantes y un mejor rendimiento del motor. Además, permite un control más preciso de la mezcla aire-combustible en una variedad de condiciones de manejo, lo que contribuye a una experiencia de conducción más suave y potente.

En esta introducción, exploraremos más a fondo el funcionamiento y los beneficios del sistema de inyección de combustible en los automóviles modernos, destacando su importancia en la mejora de la eficiencia, el rendimiento y la sostenibilidad en la industria automotriz actual.

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Determinación de averías en el sistema de inyección electrónica de combustible del vehículo Mazda 3 año 2008.

#### **1.2 Planteamiento del Problema**

En la ciudad de Guayaquil se encuentra un vehículo de la marca Mazda modelo 3 año 2008, el mismo que servirá como herramienta para realizar una evaluación de todos los sensores y actuadores, de esta manera elaborar una guía de diagnóstico que servirá como instrumento para solucionar averías que se presenten en el vehículo.

Gracias a los avances tecnológicos se ha ido incremento un sin número de sistemas los cuales incluyen actuadores, módulos, centralitas, que aportan a un mejor desempeño del vehículo, en caso de que alguno de estos sistemas con los que cuentan los vehículos actuales llegaran a fallar o dejar de funcionar, provocaría síntomas como inestabilidad en el motor (revoluciones intermitentes), pérdida de potencia, consumo excesivo de combustible, llegando al punto de parar por completo la marcha del motor sin respuesta al arranque (problema de encendido).

Con la incrementación de todos estos sistemas en los que se encuentran inmersos actuadores, módulos, sensores, entre otros, ha generado que exista la necesidad de profundizar en cada uno de ellos por separado conociendo los principios de funcionamiento, sus partes, posibles averías y soluciones para de esta manera poder diagnosticar correctamente en caso de presentar algún problema.

Así mismo como se ha creado sistemas nuevos para los vehículos también se ha introducido al mercado automotriz equipos de diagnóstico que faciliten y complementen de cierta manera, siendo un apoyo al proceso de análisis que se esté realizando en dicho vehículo en el momento de presentar inconvenientes en los componentes que conforman todos los sistemas.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Cuáles con los posibles problemas que podríamos encontrar en los sistemas de inyección electrónica?

### **1.4 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles con las principales causas que ocasionan los fallos en los sensores y actuadores?
- ¿Cuáles son los procedimientos técnicos para determinar los inconvenientes de los sensores y actuadores durante su funcionamiento
- ¿Durante la comprobación de los sensores y actuadores es posible determinar los valores dentro del límite permisible de funcionamiento?

### **1.5 Objetivos de la Investigación**

#### ***1.5.1 Objetivo General***

Determinar las averías del sistema de inyección electrónica del vehículo Mazda 3 año 2008.

#### ***1.5.2 Objetivos Específicos***

- Investigar el funcionamiento de los componentes del sistema de inyección del vehículo Mazda 3 año 2008.
- Diagnosticar a través de equipos de comprobación el estado de cada uno de los componentes involucrados.
- Evaluar los resultados obtenidos del funcionamiento del sistema de inyección electrónica del vehículo Mazda 3 año 2008.

### **1.6 Justificación y Delimitación de la Investigación**

La guía de diagnóstico y funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema de inyección de combustible, servirá para corregir problemáticas, implementando conocimientos prácticos y teóricos impartidos durante la carrera de ingeniería automotriz.

#### ***1.6.1 Justificación Teórica***

La fundamentación teórica del presente trabajo será basada en la aplicación de diferentes técnicas de evaluación de componentes eléctricos y electrónicos del vehículo Mazda

3 apoyándonos de equipos de diagnóstico y manuales referentes a la marca y modelo.

### ***1.6.2 Justificación Metodológica***

Para desarrollar la guía de diagnóstico y funcionamiento de sensores y actuadores del vehículo Mazda 3 año 2008, recurriremos a la implementación de recopilación de datos, apoyándonos de manuales automotrices relacionados con la marca Mazda y equipos de diagnóstico, que serán de ayuda para justificar los resultados obtenidos y puedan guiarse usuarios que necesiten solucionar problemas semejantes que presenten otros vehículos de la misma marca o similares.

### ***1.6.3 Justificación Práctica***

El resultado de la investigación nos permite solucionar el problema que presenta el vehículo implementando parámetros técnicos, obteniendo resultados positivos para el funcionamiento adecuado, sirviendo, así como herramienta para futuros diagnósticos.

### ***1.6.4 Delimitación Temporal***

El trabajo será desarrollado desde el mes de Enero del 2023, hasta Agosto 2023, periodo de tiempo en el cual se presentará los resultados obtenidos.

### ***1.6.5 Delimitación Geográfica***

El trabajo será desarrollado en las instalaciones de la facultad de ingeniería automotriz de la universidad internacional del ecuador sede Guayaquil donde se encuentra el vehículo.

### ***1.6.6 Delimitación del Contenido***

La investigación estará delimitada por cuatro capítulos que se detallaran a continuación:

El primer capítulo estará basado en la problemática, objetivos y justificación principal de la investigación dando a conocer el enfoque del proyecto.

El segundo capítulo consiste en el marco teórico en el cual se investigará todos los componentes del vehículo que puedan presentar fallas afectando directamente a su buen funcionamiento.

El tercer capítulo se realizará la investigación de campo para obtener resultados con la ayuda de equipos de diagnóstico que nos servirá para recopilar información para a futuro dar

con la solución adecuada.

El cuarto capítulo analizaremos los resultados obtenidos de cada investigación, para poder determinar cuál fue exactamente el problema que presentó el vehículo Mazda 3 y como se logró resolver dicho inconveniente dejándolo así, en óptimas condiciones.

## Capítulo II

### Marco de Referencia

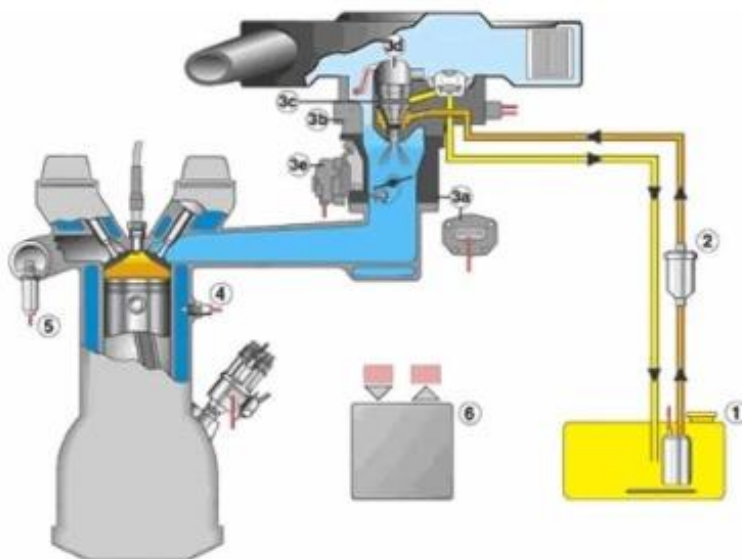
#### 2.1 Marco Teórico

##### 2.1.1 Sistema de Alimentación de Combustible

Para el funcionamiento de un vehículo normalmente se necesitara ya sea gasolina o diésel como combustible, por lo tanto se emplea un sistema que alimenta de combustible y lo mantiene durante el tiempo que este se encuentre en funcionamiento (Figura 1), se habla así de la bomba de combustible que es la encargada de succionar el combustible del depósito y lo suministra con una presión exacta, existirá siempre un exceso de combustible que retornara al depósito, se puede decir que en este caso la bomba es el “corazón” del sistema de alimentación de combustible ya que en el caso de haber algún tipo de inconsistencia el vehículo comenzara a fallar hasta el punto de quedar inoperativo (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2012).

#### Figura 1

##### *Sistema de Combustible*



Tomado de: <https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-bsico-de-la-inyeccion-elctrica/>

### **2.1.2. Bomba de Combustible**

La bomba de combustible se encuentra situada por lo general en el interior del tanque de combustible y de esta manera extrae la gasolina del tanque de combustible para enviarla a la cuba del carburador o ya sea a los inyectores cuando se presiona el acelerador, pueden ser bombas eléctricas que funcionan con un voltaje de 12V o 24V (Rodriguez, 2015), existen tipos de bombas de combustible como:

- a) **Mecánicas:** son las que se utilizaron durante un largo periodo de tiempo hasta la salida de las bombas eléctricas, estas se encontraban situadas directamente en el carburador del vehículo donde se realiza la mezcla de aire combustible. (sciencedirect, 2017)
- b) **Eléctricas:** estas son las que se utilizan en la actualidad en comparación a las mecánicas su estructura es mucho más liviana alcanzando mayores presiones convirtiéndose así en más seguras y eficientes, se encuentran situadas en el interior del depósito de combustible. (Rodriguez, 2015, párr.5)

### **2.1.3 Motor Ciclo Otto**

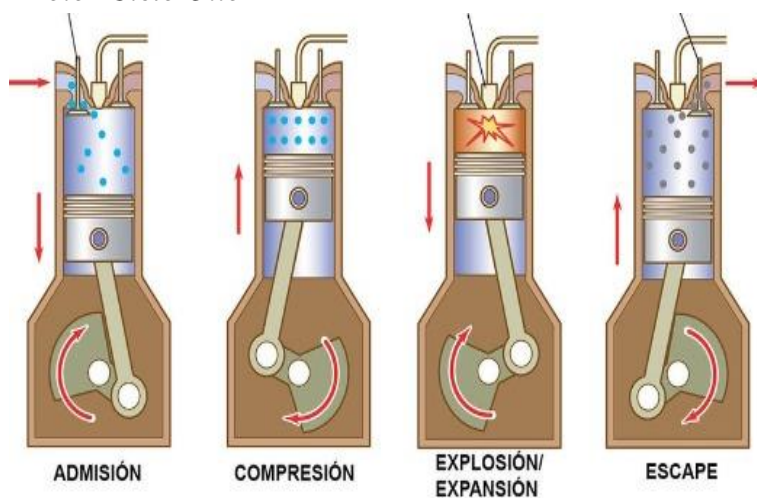
El motor de ciclo Otto (Figura 2) es un motor de combustión interna con un funcionamiento de 4 tiempos que sería admisión, compresión, explosión y escape, donde el pistón cumple un movimiento alternativo dentro del cilindro el cual es provocado por una chispa producido por una bujía, donde transforma la energía química del combustible en energía mecánica (Serpa & Zumba, 2016).

Para que se produzca el movimiento alternativo debe haber presente una fuerza que lo impulse, en el motor de ciclo Otto para que pueda funcionar consta de las siguientes partes que son las válvulas, bujías, pistón, biela, cigüeñal y cámara de combustión y por supuesto combustible que debe ser una mezcla estequiométrica con oxígeno (14,7:1) esto quiere decir cada kilogramo de combustible es necesario 14,7 kilogramos de aire (Serpa & Zumba, 2016).

- Admisión: en esta etapa las válvulas de admisión se encuentran abiertas y las válvulas de escape se encuentran cerradas y el pistón empieza desde la parte superior hasta su punto inferior en este trayecto del pistón se crea una succión de la mezcla aire combustible (Serpa & Zumba, 2016).
- Compresión: en este punto las válvulas tanto de admisión y de escape se encuentran cerradas y el pistón empieza desde su punto inferior hasta su punto superior comprimiendo así la mezcla aire combustible (Serpa & Zumba, 2016).
- Explosión: durante esta fase del motor las válvulas se encuentran totalmente cerradas y con la mezcla totalmente comprimida se produce una chispa causada por una bujía lo que provoca que se encienda la mezcla y esta explosión es la que empujara al pistón hasta su punto inferior.
- Escape: en esta fase se abren las válvulas de escape y el pistón asciende hasta su punto superior empujando los gases producidos por la fase de explosión vaciando así la cámara de combustión permitiendo que se comience un nuevo ciclo (Serpa & Zumba, 2016).

**Figura 2**

*Motor Ciclo Otto*



Tomado de: <https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>



### **2.1.4 Bujías**

Las bujías son uno de los elementos más importantes para el funcionamiento de un motor, estas son las encargadas de producir el encendido de la mezcla de aire-combustible que ingresa a los cilindros mediante una chispa, su buen funcionamiento es crucial para un correcto proceso de combustión/expansión ya sea en motores de 2 tiempos 4 tiempos (Salazar & Sánchez, 2012).

Entre las funciones que cumple una bujía para un buen funcionamiento del motor son las siguientes:

- Encender la mezcla aire-combustible
- Disipar el calor de la cámara de combustible
- Trabajar bajo condiciones rigurosas
- Diagnosticar el funcionamiento del motor. (Salazar & Sánchez, 2012, pp.27-28)

Existen diferentes tipos de bujías como:

- Bujías Calientes: estas bujías se caracterizan por tener la punta del aislador demasiado larga y el recorrido del calor no es de manera directa por ende el calor es conducido con lentitud, es por eso que siempre se mantienen calientes llegando a estar al rojo vivo inflamando la mezcla antes de tiempo lo que produce el conocido cascabeleo de motor (Salazar & Sánchez, 2012).
- Bujías Frías: estas bujías al contrario de las bujías calientes tienen la punta del aislador muy corta por ende el recorrido del calor es directo son usadas para condiciones de altas velocidades, estas bujías al conducir el calor rápidamente tienden a permanecer frías (Salazar & Sánchez, 2012).

### **2.1.5 Inyectores**

Son los encargados de pulverizar el combustible proveniente del tanque de combustible y que es impulsado por la bomba de combustible, de esta manera los inyectores (Figura 3) se

encargan de distribuir de forma homogénea el combustible hacia la cámara de combustión y pueden estar ubicados directamente en la cámara de combustión o su vez en el múltiple de admisión (Montero & Paguay, 2021).

En ocasiones los inyectores suelen presentar fallas por defectos de fábrica o a su vez por un mal mantenimiento que pueden ser las siguientes:

- Excesivo consumo de combustible.
- Pulverización desacertada por suciedad en la aguja del inyector.
- Emisiones elevadas de gases contaminantes.
- Potencia en el motor deficiente. (Montero & Paguay, 2021, p.30).

### **Figura 3**

*Inyector*



Tomado de: [https://www.autosensores.com/MCO-558733012-inyector-mazda-3-16-2004-a-2014-\\_JM](https://www.autosensores.com/MCO-558733012-inyector-mazda-3-16-2004-a-2014-_JM)

#### ***2.1.6 Sensor de Posición del Cigüeñal CKP***

El CKP (Figura 4) es uno de los sensores que conforma la evolución en la electrónica automotriz, es el encargado de enviar señales a la ECU de la posición, velocidad del cigüeñal y hasta la referencia del pistón número uno. Gracias a esto la computadora del motor manda el pulso de encendido a los inyectores de combustible. Este se encuentra posicionado a un costado de la polea del cigüeñal o en muchos casos cerca del volante del motor. En caso de tener alguna falla en este sensor, el vehículo puede presentar problemas de encendido ya que la ECU no recibiría las señales necesarias para enviar el pulso de encendido a los inyectores (Godoy,

2011).

#### **Figura 4**

*Sensor CKP Automotriz*



Tomado de: <https://boschecuador.com/shop/producto?id=9711>

#### **2.1.7 Sensor de Posición del Árbol de Levas CMP**

De igual forma es uno de los componentes modernos en los vehículos, es el encargado de enviar señales de la posición del árbol de levas a la ECU para que pueda determinar la secuencia correcta en la ignición del motor. Este sensor trabaja en conjunto con el CKP. En el caso de fallar, el vehículo tendría problemas de encendido ya que la computadora no recibiría las señales necesarias y por ende no se generaría la ignición (Figura 5) (Bosch Auto Parts, 2010).

#### **Figura 5**

*Sensor CMP Automotriz*



Tomado de: <https://codigosdte.com/sensor-cmp/>

### ***2.1.8 Sensor de Flujo de Masa de Aire MAF***

El sensor MAF (Figura 6) es vital en el motor ya que ayuda a tener una mezcla estequiometrica entre aire y combustible. Se encarga de medir la cantidad de aire que ingresa a la cámara de combustión y mandar esos datos a la ECU para de esta manera permitir más ingreso de aire o de lo contrario obstruir cierta cantidad. Este sensor va ubicado entre el filtro de aire y el colector de admisión (Denton, 2011).

#### **Figura 6**

*Sensor MAF Automotriz*



Tomado de: <https://autosymecanica.com/sensor-maf/>

### ***2.1.9 Sensor de Presión de Aceite***

Este sensor (Figura 7) va ubicado en el motor y se une a él mediante una rosca, en el interior se encuentra un filamento el cual trabaja con el principio de la presión atmosférica, esto quiere decir que cuando el aceite genera presión en este filamento, el sensor envía un voltaje a la computadora dando a entender que la presión es la adecuada. Por lo contrario, si el sensor no detecta esta presión que es la requerida para lubricar los cilindros del motor, se encenderá el testigo en el tablero y en muchos vehículos tendrá problemas en el encendido (Bosch Auto Parts, 2010).

**Figura 7***Sensor de Presión de Aceite Motor*

Tomado de: <https://www.pruebaderuta.com/sensor-presion-aceite.php>

**2.1.10 Bobinas de Encendido**

Las bobinas forman parte del sistema de encendido del vehículo, la función que tienen estos componentes es el de transformar corriente normal en alto voltaje, una vez ocurrido esto se distribuye la cantidad necesaria hacia las bujías para poder generar la chispa que producirá la ignición en la cámara de combustión. Si la bobina de encendido se encuentra en mal estado, el vehículo tendría problemas de encendido (Figura 8) (Bosch Auto Parts, 2010).

**Figura 8***Bobina de Encendido Automotriz*

340810

Tomado de: [https://www.autosensores.com/MCO-539649926-bobina-encendido-mazda-mazda-3-16-2004-a-2014-\\_JM](https://www.autosensores.com/MCO-539649926-bobina-encendido-mazda-mazda-3-16-2004-a-2014-_JM)

### ***2.1.11 Unidad de Control Electrónica ECU***

La ECU (Figura 9) se encarga de leer y receptor señales de los sensores, por otro lado, envía la información correspondiente a los actuadores del vehículo, para que de esta manera el vehículo pueda encender de forma correcta (D'Addario, 2015).

#### **Figura 9**

*ECU Automotriz*



Tomado de: <https://autosoporte.com/conociendo-los-circuitos-de-procesamiento-de-datos-de-una-ecu/>

## **Capítulo III**

### **Metodología**

En esta sección se detalla la naturaleza de la investigación, su alcance, el diseño del proyecto, el enfoque utilizado, el método empleado para el análisis de datos y, en particular, cómo se llevará a cabo el diagnóstico de problemas en el Sistema de Inyección Electrónica de Combustible del automóvil Mazda 3.

#### **3.1 Enfoque de la Investigación**

Este estudio de investigación se destaca por su enfoque mixto, que abarca tanto la perspectiva cuantitativa, con la recolección de datos numéricos para evaluar los fallos en el sistema de inyección electrónica del vehículo, como la perspectiva cualitativa, mediante la recopilación de información de múltiples autores.

#### **3.2 Tipo de Investigación**

El enfoque de esta investigación es de naturaleza descriptiva, ya que busca adquirir datos sobre la evaluación de los parámetros de rendimiento de los sensores y actuadores que forman parte del sistema de inyección electrónica. Esto se llevará a cabo mediante la utilización de equipos de prueba, utilizando como referencia la información y los datos disponibles en los manuales de servicio de la marca Mazda.

#### **3.3 Diseño de la Investigación**

##### ***3.3.1 Bibliográfico***

La investigación se lleva a cabo mediante una revisión bibliográfica y documental. Este diseño específico se utiliza para respaldar de manera sólida todas las variables que se abordan en el estudio. La justificación de estas variables se logra a través de una revisión exhaustiva de fuentes como libros, revistas, tesis.

### ***3.3.2 Experimental***

Se trata de un enfoque experimental, dado que se emplea un automóvil de la marca Mazda, específicamente un modelo 3 del año 2008, con el propósito de identificar las deficiencias que se manifiestan en el sistema de inyección electrónica. Los resultados podrán ser medidos, producto de esta investigación.

### ***3.3.3 Partes del Sistema de Inyección de Combustible Multipunto del Vehículo Mazda 3***

El sistema de inyección electrónica multipunto del vehículo Mazda 3 está compuesto por una variedad de sensores y actuadores (Figura 10) esenciales para su funcionamiento óptimo. Estos componentes incluyen:

- Sensor de posición de la mariposa.
- Sensor de oxígeno.
- Sensor de detonación.
- Sensor de temperatura del motor.
- Sensor de temperatura del aire.
- Sensor de flujo de aire.
- Sensor de posición del cigüeñal.
- Sensor de árbol de levas.
- Relé de la bomba.
- Bomba de combustible.
- Inyectores.
- Bobina de encendido.
- Válvula de control de aire.



Estos sensores y actuadores trabajan en conjunto para monitorear y controlar diversos aspectos del motor y el sistema de combustible, asegurando un rendimiento eficiente y una menor emisión de contaminantes.

### **Figura 10**

*Sensores y Actuadores del Sistema de Inyección Electrónica de Combustible*



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

En este proyecto, se centró en la revisión exhaustiva de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica multipunto del vehículo Mazda 3. Los componentes detallados que se analizaron incluyeron el sensor de posición del cigüeñal (CKP), el sensor de posición del árbol de levas (CMP), el sensor de posición del acelerador (TPS), el sensor de flujo de aire masivo (MAF), las bobinas de encendido, la bomba de combustible y los inyectores.

Además de estos elementos, se llevó a cabo un minucioso chequeo del cableado eléctrico y se examinó el funcionamiento de la Unidad de Control Electrónico (ECU). Esta metodología permitió una evaluación integral del sistema, abordando tanto los componentes individuales como la integridad del sistema eléctrico en su conjunto.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información**

- *Revisión de Literatura:* para la recopilación de datos sobre los parámetros de funcionamiento de los componentes que integran el sistema de inyección electrónica, se requerirá el empleo de un escáner capaz de proporcionar información en tiempo real. Esto permitirá diagnosticar de manera precisa si el sistema está operando de manera correcta o presenta algún fallo.
- *Pruebas de funcionamiento:* se realizan pruebas operativas del vehículo para determinar el correcto funcionamiento de los componentes que integran el sistema de inyección electrónica.

### **3.5 Método para el Tratamiento de la Información**

Se emplea un enfoque estadístico para examinar y analizar los datos recaudados durante la intervención en el vehículo.

### **3.6 Plan de Recolección y Análisis de la Información**

Para recopilar la información necesaria y poder cumplir con los objetivos planteados en este proyecto, se lleva a cabo los siguientes puntos:

1. *Revisión de Literatura:* Para recopilar datos de cómo funciona el sistema de inyección electrónica, se usará un escáner que muestre información en tiempo real. Esto ayudará a saber si el sistema funciona bien o tiene problemas.
2. *Vehículo:* Se selecciona un vehículo con motor a gasolina marca Mazda de modelo 3 del año 2008, número de VIN 9FCBK456870102016 y cuenta con una motorización sencilla de 1600 CC y 4 cilindros en línea, el cual presentaba un problema en el sistema de inyección de combustible esto nos facilitaba el cumplir la investigación enfocados en los objetivos.
3. *Determinación de las averías:* Se realiza una inspección mediante equipos de comprobación para obtener un diagnóstico de las posibles averías que puede presentar el

vehículo.

4. *Parámetros de funcionamiento:* Se realiza un monitoreo de sensores y actuadores del sistema de combustible en tiempo real mediante un escáner automotriz para conocer de esta manera si se encuentran trabajando dentro de los parámetros recomendados por el fabricante.
5. *Análisis de datos:* Se examinan los resultados de las pruebas para evaluar si se logran alcanzar tanto el objetivo general como los objetivos específicos de la investigación.

### **3.7 Materiales Implementados para Diagnostico**

- Multímetro UNI-T UT136B
- Escaner Launch X431 PRO
- Manómetro de presión AUTOOL
- Insumos (cortafrío, cinta aislante, guaípe, gasolina limpia carburador, cautín, pasta de suelda y estaño)
- Limpiador de inyectores SmartSafe Launch CNC-605<sup>a</sup>

### **3.8 Evaluación del Estado del Combustible y Depósito**

Se llevó a cabo una exhaustiva evaluación del estado del combustible con el objetivo de identificar posibles problemas y garantizar su calidad. Durante este proceso, se descubrieron diversas impurezas y signos de humedad que requerían una atención inmediata.

Las impurezas que se encontró en el depósito de combustible (tanque de combustible) incluían partículas sólidas y contaminantes en forma de sedimentos y residuos.

Otro inconveniente encontrado fue la humedad la cual puede tener varios efectos perjudiciales como la corrosión de componentes metálicos, la formación de lodo y la proliferación de microorganismos que pueden obstruir filtros y causar problemas en los motores.

Para abordar estos problemas, se llevaron a cabo una serie de acciones correctivas. En primer lugar, se procedió a drenar todo el combustible que se encontraba contaminado, se desmontó el tanque de combustible para poder limpiar de manera exhaustiva todas las impurezas que se encontraba en el interior (Figura 11).

### **Figura 11**

#### *Análisis del Estado del Combustible y Depósito*



### **3.9 Inspección Visual del Cableado Eléctrico**

En este proceso, se verifica minuciosamente el estado de las conexiones eléctricas, como conectores, enchufes y terminales, con el objetivo de asegurarse de que estén debidamente aseguradas y no presenten ninguna holgura o suelta que pueda generar problemas eléctricos o interrupciones en el flujo de corriente. Además, se examina detenidamente el aislamiento de los cables que conforman el sistema eléctrico.

El aislamiento de los cables debe estar en óptimas condiciones para garantizar la seguridad y el funcionamiento adecuado del equipo o sistema eléctrico. Se inspecciona que no muestre signos de desgaste, abrasión, cortes, o derretimiento, ya que cualquiera de estos problemas podría comprometer la integridad del aislamiento y, en consecuencia, aumentar el

riesgo de cortocircuitos, sobrecalentamiento o incluso descargas eléctricas peligrosas (Figura 12).

### **Figura 12**

#### *Cableado Eléctrico*



### **3.10 Evaluación Física del Estado del Cableado y sus Componentes (Cableado Interno Pelado)**

Al llevar a cabo una inspección más detallada, pudimos confirmar ciertas discrepancias o irregularidades en la condición física del cableado (Figura 13). Entre estas irregularidades, notamos que se habían realizado conexiones entre cables que no tenían el mismo voltaje especificado para un funcionamiento adecuado. Además, se evidenció un deficiente aislamiento de estas conexiones, lo que resultó en la corrosión de los conductores debido a la exposición a la humedad ambiental.

Los conectores o sockets se encontraban resecos y cuarteados debido a las altas temperaturas del motor a las que estaban sometidos, lo que ocasiono que sus seguros no acoplen de manera correcta y ocasionar falsos contactos.

## Figura 13

### *Análisis del Cableado y sus Componentes*



### **3.11 Funcionamiento del Sensor CKP**

El sensor CKP, o sensor de posición del cigüeñal, es un componente esencial en el sistema de gestión del motor de un automóvil. Este sensor es de tipo Hall, generando una señal digital que se envía a la computadora del vehículo. Tiene tres pines y opera con voltaje de 5 voltios, generando una señal cuadrada que mantiene la misma forma en todos los regímenes de revoluciones. La variación en su señal se presenta únicamente en términos de frecuencia.

### **3.12 Funcionamiento del Sensor CMP**

El sensor CMP, o sensor de posición del árbol de levas, es un sensor magnético que genera una señal y la envía a la computadora del vehículo. Con tres pines, opera con voltajes de 0 a 5 voltios, creando una señal senoidal. La variación en esta señal se encuentra únicamente en su frecuencia, dependiendo de las revoluciones por minuto del motor. En resumen, el sensor CMP proporciona información sobre la posición del árbol de levas a la computadora del vehículo mediante una señal eléctrica, siendo la frecuencia su única variable.

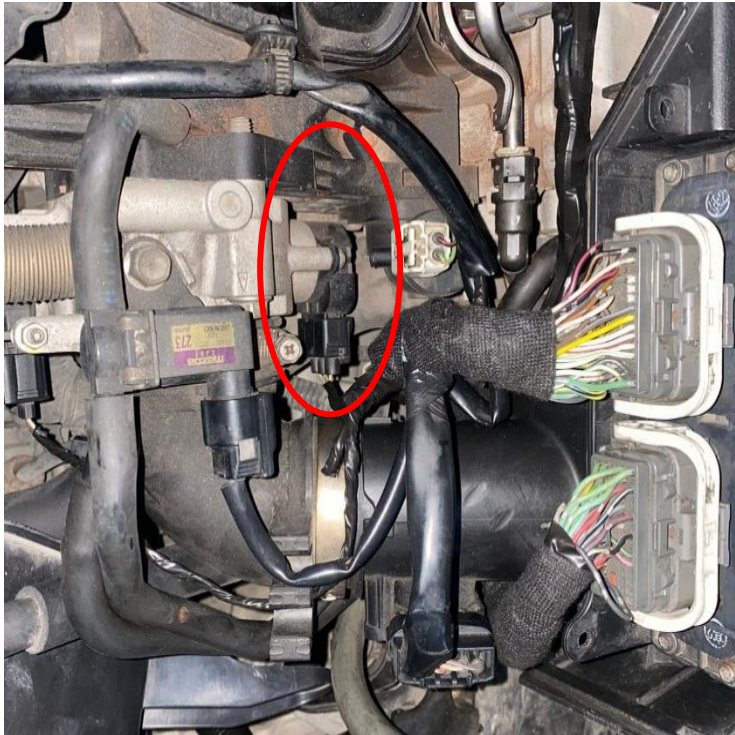


### 3.13 Sensor de Posición del Acelerador TPS

El sensor TPS (Figura14) es esencialmente un potenciómetro con una resistencia que cambia en respuesta a la posición del acelerador. Este componente tiene pines que emiten una señal hacia la computadora del vehículo. Los voltajes operativos del TPS oscilan entre 0.5 y 4.5 voltios, y estos valores varían en función de la apertura de la mariposa de aceleración. En términos simples, a medida que la mariposa se abre más, el voltaje aumenta, y viceversa.

#### Figura 14

*Ubicación del Sensor TPS*



### 3.14 Funcionamiento del Sensor MAF

El sensor MAF, categorizado como un sensor de hilo caliente, presenta cinco pines, de los cuales tres son para el sensor MAF y los dos restantes son para el sensor IAT. Este componente funciona con voltajes que oscilan entre 1.5 V y 3.5 V, cubriendo desde el ralentí hasta la carga máxima del motor (Figura 15).

## Figura 15

### *Ubicación del Sensor MAF*



### **3.15 Bobinas**

La bobina (Figura 16) de encendido directo en un vehículo tiene la función principal de generar la chispa de alta tensión necesaria para encender la mezcla de combustible y aire en un cilindro del motor. Este componente es crucial en el sistema de encendido y reemplaza la función del distribuidor en los sistemas de encendido convencionales.

A diferencia de los sistemas de encendido más antiguos que utilizaban un distribuidor para enviar la chispa a cada cilindro, las bobinas de encendido directo eliminan la necesidad de un distribuidor, esto mejora la eficiencia del motor y contribuye a un rendimiento más óptimo.



## Figura 16

### *Ubicación de las Bobinas*



### 3.16 Verificación de los Inyectores

Para llevar a cabo la evaluación del sistema de combustible, es esencial proceder al desmontaje de los inyectores. Este paso nos permite realizar pruebas para verificar su correcto funcionamiento. Durante este proceso, podemos identificar posibles obstrucciones en los inyectores que podrían afectar la atomización adecuada del combustible (Figura 17), lo que, a su vez, podría generar problemas en el motor. Cabe mencionar que después de este tipo de pruebas lo más recomendable es realizar la respectiva limpieza utilizando el método de ultrasonido y reemplazo de microfiltros (Figura 18) ya que, si uno de los inyectores se encuentra permanentemente abierto, podría dar lugar a un exceso de combustible dentro de la cámara de combustión. Esta situación conduciría a un consumo desmedido de combustible y la producción de hollín, lo que, en última instancia, resultaría en un rendimiento deficiente del motor.

**Figura 17**

*Comprobación de los Inyectores*

**Figura 18**

*Cambio de Microfiltros*



## Capítulo IV

### Análisis e Interpretación de Resultados

#### 4.1 Diagnósticos Realizados para Determinar Averías

A continuación, detallaremos como se realizó el proceso de diagnóstico paso a paso para lograr el objetivo que es determinar las averías que tiene el vehículo en el sistema de combustible.

##### *4.1.1 Evaluación de Posibles Códigos de Falla en el Vehículo*

Lo primero que se hizo fue notar que la luz indicadora del "check engine" estuviera encendida en el panel de instrumentos. Luego, se usó un escáner de diagnóstico para leer los códigos de error almacenados en la computadora del automóvil. Estos códigos nos proporcionaron indicios acerca de posibles problemas.

Cada código de error tiene un significado específico que corresponde a un problema particular en el vehículo. Para interpretar estos códigos de manera precisa, consultamos una base de datos de códigos de error y el manual de servicio del automóvil.

##### *4.1.2 Códigos de Falla*

Durante la verificación con el escáner automotriz, se detectaron códigos de error en el sistema eléctrico del vehículo. Los códigos de falla identificados fueron los siguientes:

- P0031: Habla de bajo voltaje en la resistencia calefactora de los dos sensores de oxígeno antes y después del catalizador (Bancada 1).
- P0037: Habla de bajo voltaje en la resistencia calefactora de los dos sensores de oxígeno antes y después del catalizador (Bancada 2).
- P0768: Habla de la caja porque la PCM controla caja y motor del vehículo (Figura 19).

## Figura 19

### Base de Datos de Códigos de Error

Código de avería	Descripción
P0031	Baja tensión del circuito de control de la resistencia del HO2S (bancada 1, Sensor 1)
P0037	Baja tensión del circuito de control de la resistencia del HO2S (bancada 2, Sensor 1)
P0768	Solenoide del cambio D eléctrico
P0745-FF	Fallo del circuito EPC

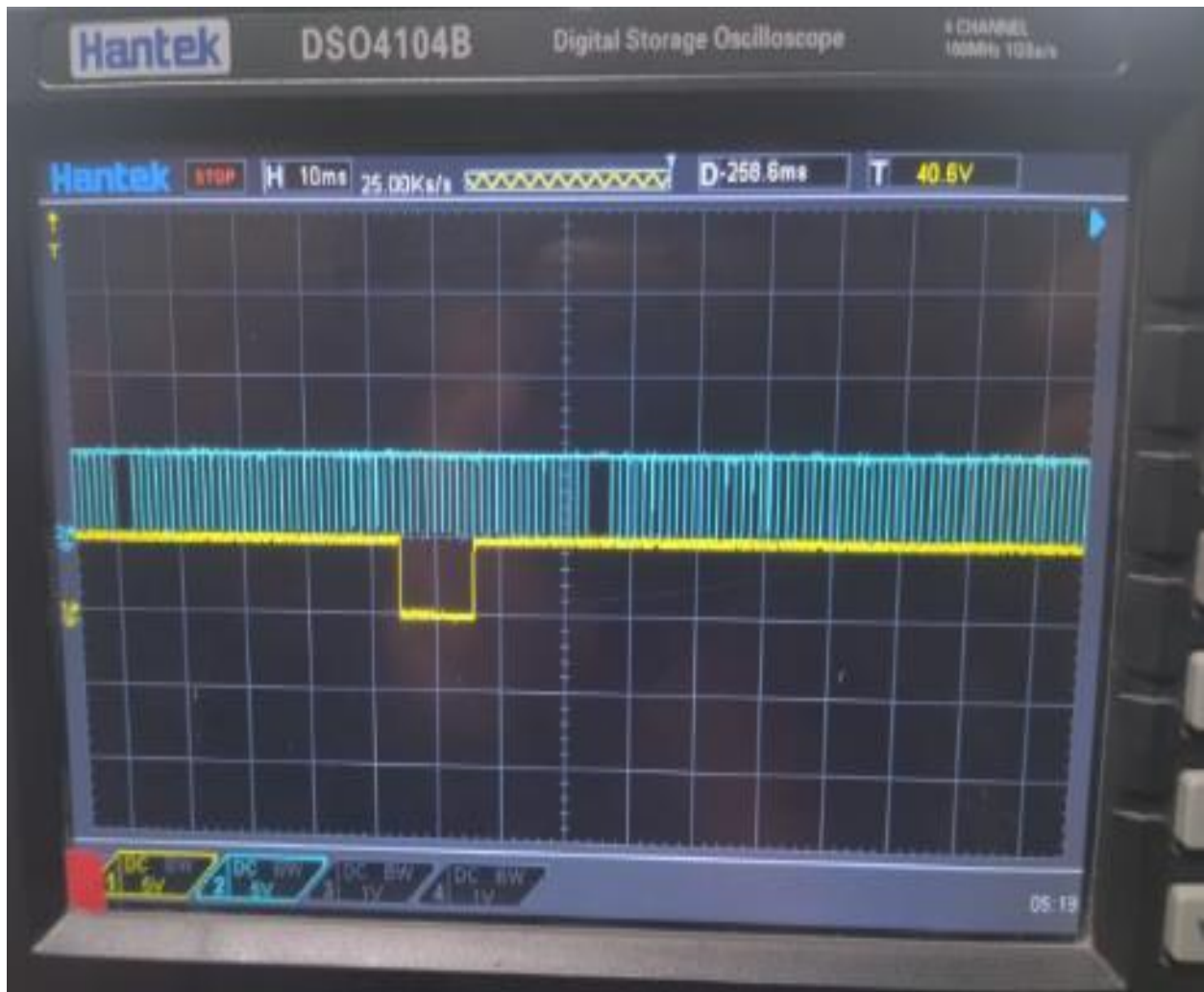
#### 4.1.3 Monitoreo y Comprobación del Funcionamiento de los Sensores que Conforman el Sistema de Combustible

Se realizó la comprobación de los diferentes sensores que conforman el sistema de inyección electrónica de combustible tales como el sensor del cigüeñal, sensor del árbol de levas, sensor de posición del acelerador y sensor de flujo de masa de aire, donde se verificó el correcto funcionamiento y el estado físico.

Realizando la medición de voltaje y verificando su estado físico de los sensores antes mencionados, podemos ir descartando el origen de la falla o problema que presenta el vehículo.

#### 4.1.4 Evaluación del Sensor de Posicionamiento del Cigüeñal CKP

Durante una prueba de diagnóstico con el motor a 1500 RPM, se observó que el sensor CKP generaba una señal de 5 V según lo establecido. Esta información nos proporciona una perspectiva sobre el funcionamiento adecuado del sensor y su capacidad para detectar la posición del cigüeñal a diferentes velocidades del motor, como se observa en la (Figura 20) en el canal 2.

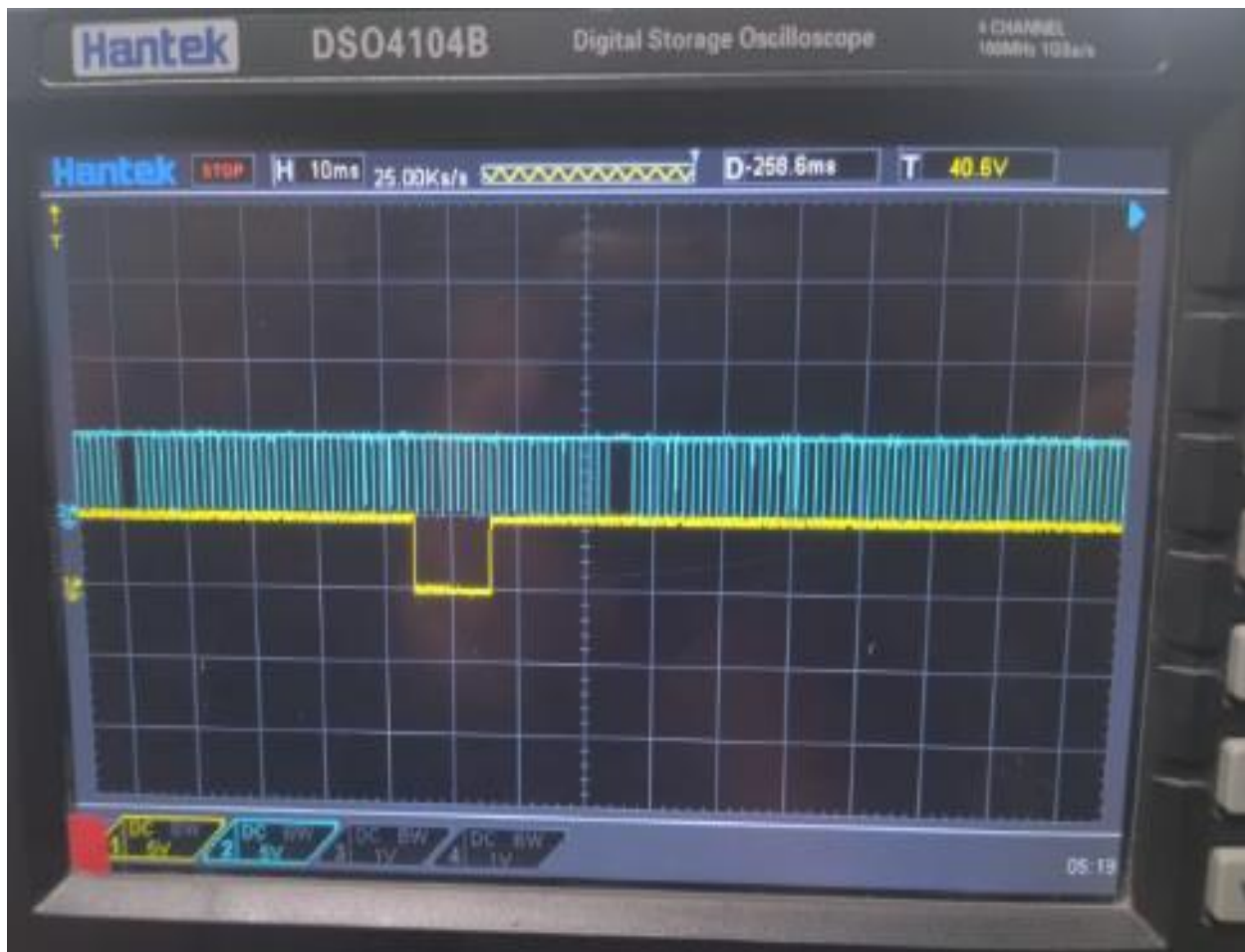
**Figura 20***Sensor de Posición del Cigüeñal*

#### ***4.1.5 Evaluación del Sensor de Posicionamiento del Árbol de Levas CMP***

Durante la verificación del sensor CMP a 1500 RPM, hemos conseguido un rango de funcionamiento de 5 V que permanece estable, sin fluctuaciones significativas. Estos resultados indican que el sensor está operando correctamente y proporcionando datos fiables, como se observa en la (Figura 21) en el canal 1. (Luzuriga, 2018)

**Figura 21**

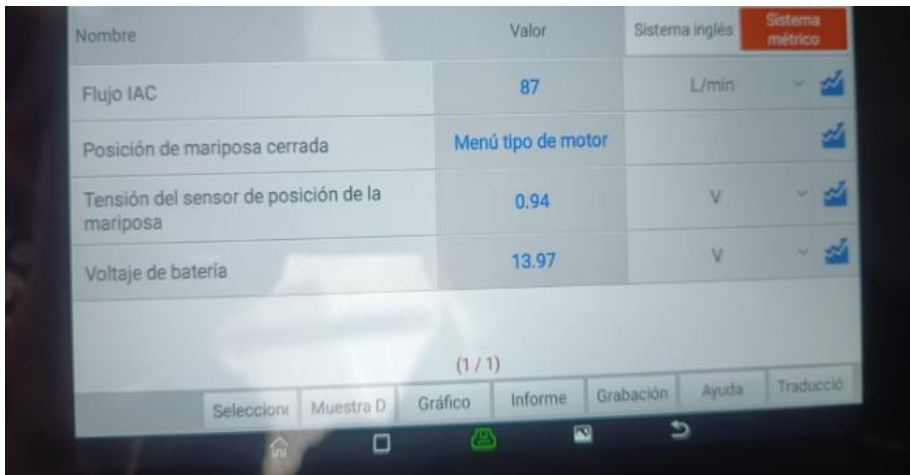
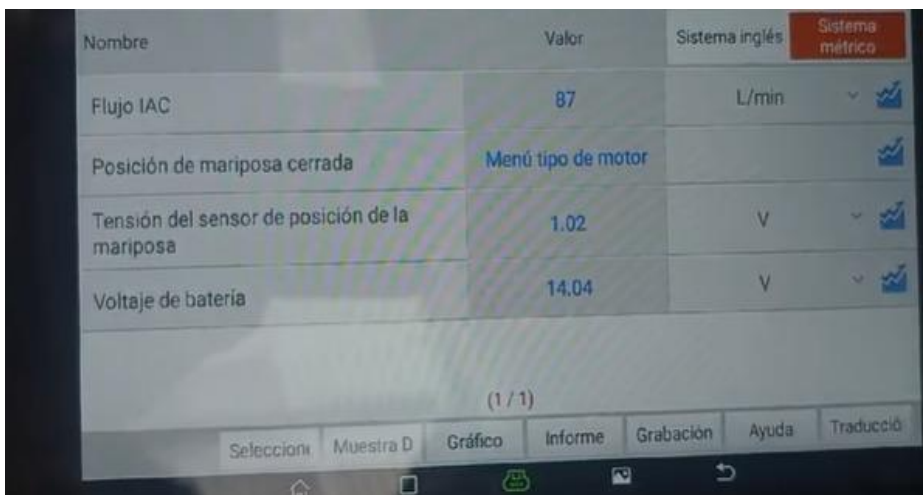
*Sensor CMP Sensor de Posición del Árbol de Levas*



#### ***4.1.6 Evaluación del Sensor de Posición del Acelerador TPS***

Una vez realizada la medición del sensor se obtuvo los siguientes parámetros en régimen mínimo de 800 revoluciones (RPM) de 0.94 V (Figura 22) y a una aceleración de 2000 revoluciones (RPM) nos reflejaba un valor de 1.02 V (Figura 23), de esta manera comprobamos que se encuentra trabajando de manera óptima dentro de los parámetros establecidos.



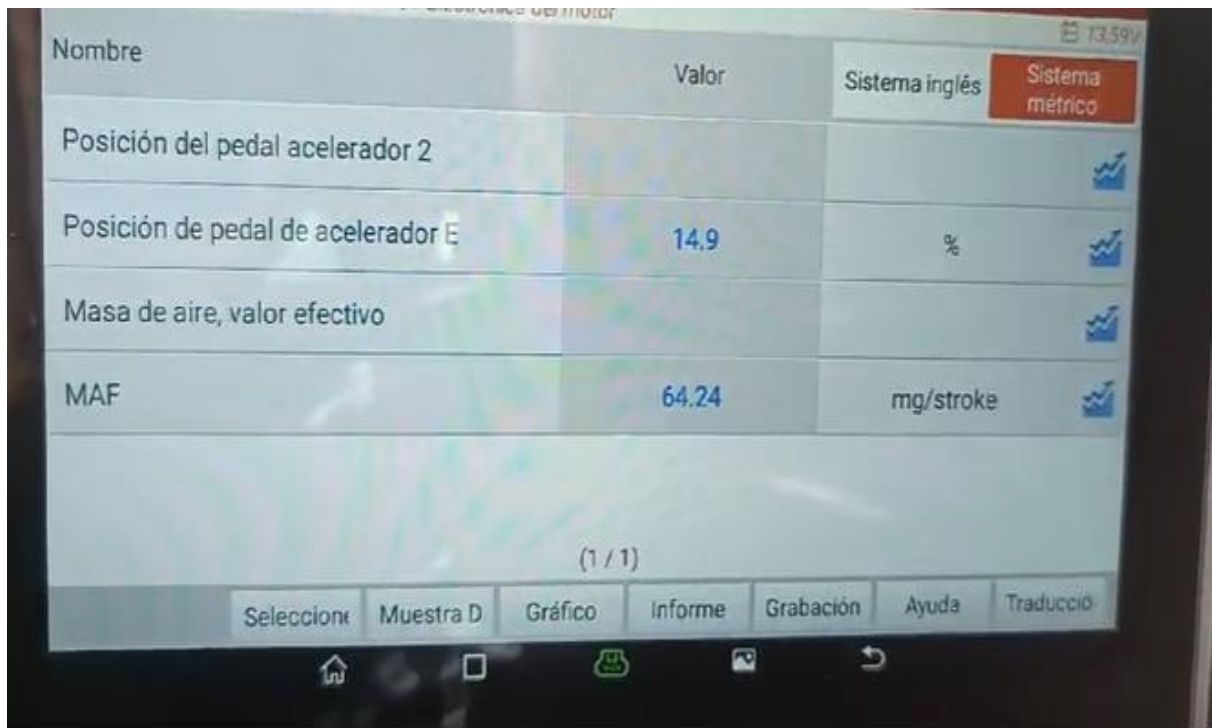
**Figura 22***Medición del Sensor TPS en Régimen Mínimo (800 RPM)***Figura 23***Medición del Sensor TPS a (2000 RPM)*

#### ***4.1.7 Evaluación del Sensor de Flujo de Masa de Aire MAF***

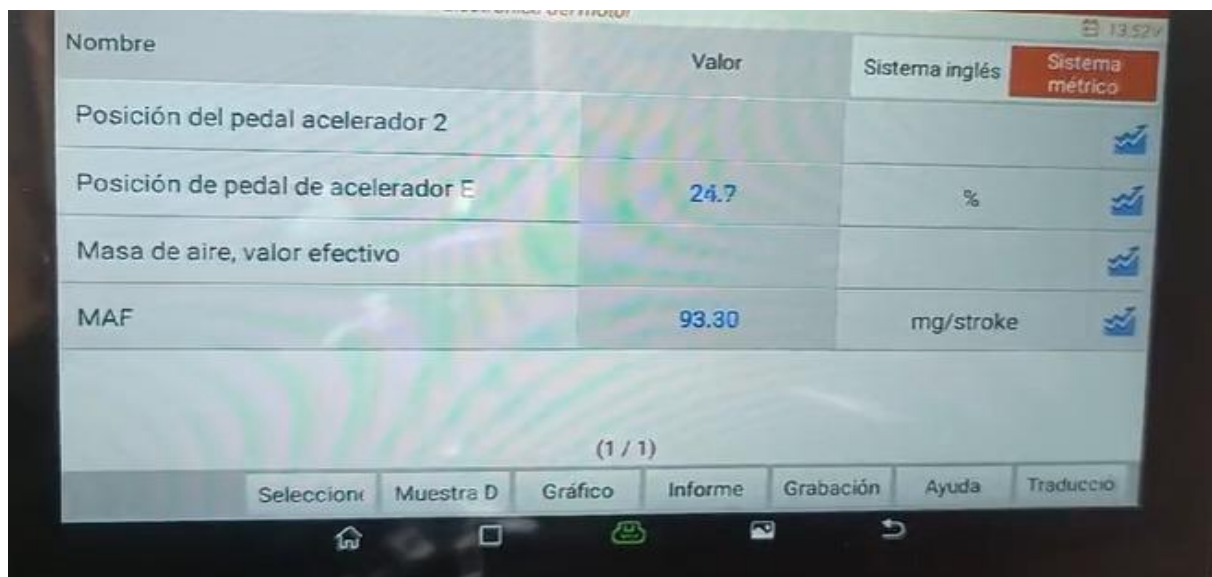
Después de llevar a cabo la medición del sensor, registramos los siguientes datos en condiciones de operación mínima con un voltaje de 1.6 V. Con una apertura de la mariposa de aceleración del 14 %, el sensor indicó una lectura de 64 mg/s (Figura 24). En una situación de aceleración a 2500 RPM, con una apertura de la mariposa del 24.7 %, la lectura del sensor aumentó a 93.30 mg/s (Figura 25).

**Figura 24**

*Medición del Sensor MAF con una Apertura del Acelerador al 14 %*

**Figura 25**

*Medición del Sensor MAF con una Apertura del Acelerador al 24.7 %*





#### 4.1.8 Diagnostico de las Bobinas

Para verificar el correcto funcionamiento de las bobinas de este vehículo, se llevó a cabo la medición de la resistencia de cada una para asegurar su óptimo rendimiento y garantizar una chispa adecuada para encender la mezcla aire-combustible. Estas mediciones nos permiten evaluar el estado operativo de cada bobina y asegurar su funcionamiento óptimo

Teniendo en cuenta que el rango de funcionamiento óptimo de las bobinas en su resistencia es entre  $0.4 \Omega$  hasta  $0.8 \Omega$ .

En la (Figura 26), se registró una resistencia de  $0.5 \Omega$  para la bobina #1

#### Figura 26

##### Bobinas #1



Mientras que en la (Figura 27), la bobina #2 también mostró una resistencia de  $0.5 \Omega$ .

**Figura 27**

*Bobina #2*



Respecto a la bobina #3 (Figura 28), se midió una resistencia de  $0.4 \Omega$

**Figura 28**

*Bobina #3*



Finalmente, en la bobina #4 (Figura 29), se observó una resistencia de  $0.7 \Omega$

### **Figura 29**

#### *Bobina #4*



#### **4.1.9 Reacondicionamiento de Cableado del Sistema Eléctrico**

Dadas las condiciones deterioradas en las que se hallaba el cableado eléctrico, las cuales estaban causando una serie de inconvenientes y problemas en su funcionamiento, se optó por llevar a cabo una intervención integral. En esta intervención, se llevó a cabo la eliminación de las uniones y puentes presentes en el cableado específicamente en la alimentación del sensor CMP el cual debe recibir 5 V y en este caso y en este caso el puente evidenciado otorgaba 12 V, adicional a esto los cables que comunican cada inyector se encontraban descubiertos sin ningún tipo de aislamiento.

Para permitir una exhaustiva limpieza de la acumulación de sulfato que se había formado. Posteriormente, se procedió a aplicar una capa de cinta aislante de alta calidad para garantizar un recubrimiento efectivo, restaurando así la integridad y el rendimiento óptimo del sistema eléctrico en cuestión (Figura 30).

**Figura 30***Reacondicionamiento de Cableado del Sistema Eléctrico***4.1.10 Comprobación del Funcionamiento Óptimo de la Bomba de Combustible**

La evaluación de la bomba de combustible se llevó a cabo después varios factores como lo fue el depósito de combustible extremadamente sucio y con sedimentos solidos además se realizó pruebas de presión con la ayuda de un manómetro para determinar que la bomba inicialmente no generaba ninguna presión (Figura 32), ocasionando fallas como inestabilidad en el motor y pérdida de potencia por consiguiente extraemos la bomba de combustible para proceder a desarmarla y revisar el estado en el que se encontraba (Figura 31) donde se observó que también había acumulado gran cantidad de suciedad y por la presencia de humedad en el combustible esta misma había comenzado a corroerse.

Se optó por el reemplazo completo de la bomba de combustible mejorando notoriamente el funcionamiento del vehículo entregándonos una presión de 90 PSI la cual estaba dentro de los parámetros que establecía el fabricante (Figura 33). (Ayora, 20117)



**Figura 31**

*Estado de Bomba de Combustible*

**Figura 32**

*Presión Nula en Bomba de Combustible*



**Figura 33**

*Presión Correcta Bomba de Combustible*



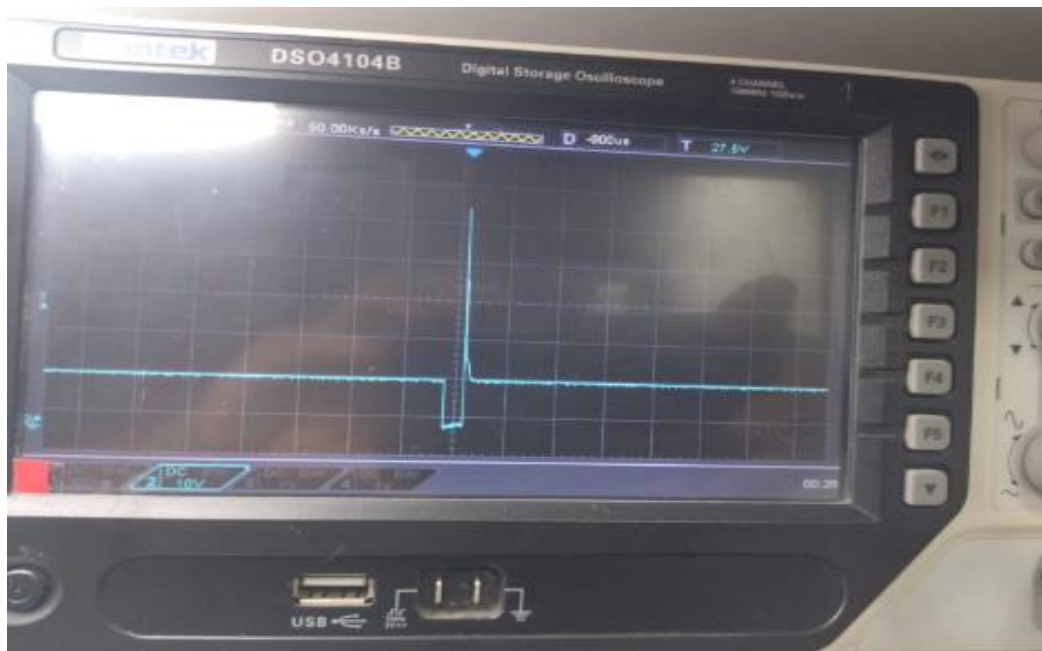
#### ***4.1.11 Análisis del Adecuado Funcionamiento de los Inyectores***

Al realizar la medición de los inyectores, en ralentí se logró obtener un valor de trabajo de 10 V teniendo en cuenta que la alimentación hacia el inyector es de 12,05 V (Figura 34).

El desmontaje, evaluación y limpieza de los inyectores son pasos cruciales en el proceso de diagnóstico del sistema de combustible, ya que nos permiten detectar posibles problemas que podrían comprometer el funcionamiento óptimo del motor.

## Figura 34

### *Medición de Voltaje del Inyector*



#### **4.1. 12 Realizar Comprobaciones de la ECU en el Banco de Pruebas**

La comprobación de la Unidad de Control del Motor (ECU) en un banco de pruebas de la marca UNI-T fue crucial para evaluar su rendimiento y funcionalidad en un entorno controlado, durante estas pruebas se confirmó que la ECU recibe adecuadamente la alimentación de 12 V y genera un consumo menor a 1.000 A el cual nos indica que no tiene consumos excesivos de energía ni cuenta con ningún corto.

Además, se evaluó la capacidad de la ECU (Figura 35) para recibir señales de diversos sensores y transmitir comandos a los actuadores. Este análisis permitió identificar posibles problemas antes de que se convirtieran en fallas graves, mejorando así la confiabilidad del sistema.

Para realizar la comprobación en el banco de pruebas se realiza la siguiente conexión de pines:

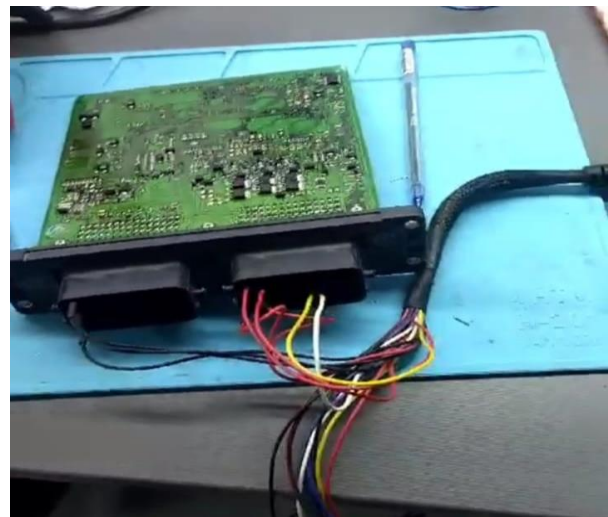
- H CAN

- L CAN
- 12 V DIRECTO
- 12 V IGNICION
- MASA

Esto garantiza el funcionamiento eficiente y conforme a los estándares establecidos por el fabricante del vehículo. Estas pruebas contribuyen al buen rendimiento y eficiencia general del automóvil.

### Figura 35

#### *Comprobaciones de la ECU*





## Conclusiones

Durante el desarrollo de la investigación, se identificaron varios factores que contribuyeron al deterioro de los componentes del sistema de inyección electrónica del vehículo. Entre ellos, se destacó el escaso mantenimiento del depósito de combustible, lo que resultó en la acumulación de residuos y la obstrucción de los conductos de combustible, incluidos los inyectores. Además, se observó que la mala manipulación del cableado eléctrico afectaba las señales de los sensores y actuadores mencionados.

En respuesta a estas problemáticas, se llevó a cabo un proceso de reacondicionamiento de las partes afectadas. Esto incluyó la sustitución de componentes como la bomba de combustible, así como una limpieza exhaustiva de los inyectores para eliminar los residuos acumulados. Además, se abordaron las anomalías presentes en el cableado, aislando cada una de las líneas eléctricas de manera que no se produjeran interferencias en las señales.

Este enfoque integral de reacondicionamiento permitió restaurar la funcionalidad óptima del sistema de inyección electrónica del vehículo Mazda 3, asegurando un rendimiento confiable y eficiente. Al abordar tanto los problemas de mantenimiento como las deficiencias en el cableado eléctrico, se garantizó que el sistema operara de manera óptima y sin interrupciones debido a fallos mecánicos o eléctricos.

En la exhaustiva prueba de diagnóstico del motor a 1500 RPM, se corroboró el correcto funcionamiento del sensor CKP, generando una señal estable de 5 V, así como del sensor CMP, cuya señal de 5 V se mantuvo constante sin fluctuaciones.

La medición del sensor TPS reveló valores coherentes, indicando un voltaje de 0.94 V en régimen mínimo y 1.02 V durante la aceleración a 2000 RPM. El sensor MAF, bajo condiciones mínimas de operación, registró un voltaje de 1.6 V, con lecturas de flujo de aire

de 64 mg/s a una apertura de mariposa del 14 %, incrementándose a 93.30 mg/s a 2500 RPM con una apertura del 24.7 %.

Mientras tanto, la medición de los inyectores reveló un voltaje de 10 V en ralentí, con su alimentación de 12.05 V, Estos datos subrayan la importancia de una atención meticulosa para garantizar el óptimo rendimiento del motor y la pronta corrección de cualquier anomalía detectada.

El uso de herramientas especializadas como el escáner y osciloscopio ha demostrado ser fundamental para el diagnóstico preciso del sistema de inyección electrónica. Estas herramientas nos permiten descartar posibles elementos dañados o averías, focalizando nuestra atención en los componentes que realmente presentan problemas. Esta estrategia de diagnóstico eficiente ha facilitado la identificación y corrección directa de las fallas, contribuyendo significativamente a devolver el funcionamiento óptimo al vehículo Mazda 3. La aplicación estratégica de estas herramientas no solo ha agilizado el proceso de resolución de problemas, sino que también ha optimizado la eficacia de las intervenciones, destacando la importancia de contar con equipos adecuados en el mantenimiento y reparación de sistemas automotrices complejos como el de inyección electrónica de combustible.

## **Recomendaciones**

En un proceso de evaluación del sistema de inyección electrónica de combustible, es crucial considerar una serie de parámetros específicos para garantizar un análisis exhaustivo y efectivo.

Antes de realizar cualquier trabajo en el sistema de inyección electrónica de combustible, es esencial verificar datos específicos del vehículo para tener la información precisa sobre el modelo, año de fabricación y número de identificación del vehículo (VIN). Esta información es importante para obtener los manuales técnicos pertinentes, los cuales proporcionarán detalles específicos sobre los parámetros de trabajo necesarios.

Identificar los parámetros específicos de trabajo, como los valores recomendados para sensores, actuadores, mezcla aire/combustible y otros aspectos cruciales del sistema.

Al llevar a cabo cualquier intervención en el sistema de inyección electrónica, es primordial realizar una evaluación exhaustiva de cada uno de sus componentes. En este proceso, es necesario examinar minuciosamente cada parámetro medido y compararlo con las especificaciones detalladas por el fabricante en el manual respectivo. Esta comparación asegura que los valores obtenidos se encuentren dentro de los límites establecidos, garantizando así un funcionamiento y rendimiento óptimos del sistema. Es esencial adherirse rigurosamente a las indicaciones del fabricante para preservar la integridad y eficacia del sistema de inyección electrónica, asegurando un funcionamiento óptimo que cumpla con los estándares establecidos.

## Bibliografía

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (10 de Julio de 2012). *Manual del Mantenimiento del Sistema de Alimentación*. Vicedirección de Mecanización, UPPH: [https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12176343\\_02.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12176343_02.pdf)
- Autoadvance. (8 de Junio de 2019). *Sensor de Posición del Cigüeñal CKP*. Autoavance: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/135-sensor-de-posicion-del-cigueenal-ckp/>
- Ayora, J. B. (20117). *Diseño de un manual de operación del banco de calibración de bombas a diésel COM-EMC*. Guayaquil: GUAYAQUIL/UIDE/2017.
- Bosch Auto Parts. (2010). *Sistema de inyección electrónica*. Brasil.
- CodigosDTC. (Octubre de 2022). *Sensor de Posición del Árbol de Levas - Sensor CMP*.  
Codigos DTC: <https://codigosdtc.com/sensor-cmp/>
- D'Addario, M. (2015). *Electricidad del automovil*. Estados Unidos: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Denton, T. (2011). *Sistemas mecánico y eléctrico del automóvil*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Donado, A. (1 de Mayo de 2022). *Conociendo los circuitos de procesamiento de datos de una ECU*. Autosoporte: <https://autosoporte.com/conociendo-los-circuitos-de-procesamiento-de-datos-de-una-ecu/>
- Godoy, P. (2011). *Mecánica Automotriz*. España: MRNS.
- Landín, P. (26 de Marzo de 2011). *Ciclos del Motor Otto*. PELANDINTECNO-TECNOLOGÍA ESO: <http://pelandintecno.blogspot.com/2011/03/motor-de-explosion-de-cuatro-tiempos.html>

Luzuriga, P. S. (2018). *Diseño de una metodología de diagnóstico del estado del sistema de inyección electrónica del vehículo toyota prius usando un osciloscopio FSA-500*. Guayaquil: GUAYAQUIL/UIDE/2018.

Mecanicos. (30 de Octubre de 2018). *Partes de la bujia*. Blog Mecanicos: [http://www.blogmecanicos.com/2018/10/tipos-de-bujias-segun-la-disposicion-y\\_30.html](http://www.blogmecanicos.com/2018/10/tipos-de-bujias-segun-la-disposicion-y_30.html)

Mitsubishi Motors. (17 de Abril de 2020). *3 señales de una bobina de encendido en mal estado*. Mitsubishi motors.com: <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/senales-bobina-encendido-mal-estado/>

Montero, C., & Paguay, F. (10 de Septiembre de 2021). *Funcionamiento de los inyectores*. Estudio e implementacion de un sistema de inyeccion: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21080/1/UPS-CT009265.pdf>

Mundo Motor. (11 de Agosto de 2021). *Reconoce los síntomas de un sensor MAF cuando está dañado*. Mundo del motor: <https://www.mundodelmotor.net/sintomas-de-un-sensor-maf/>

Prueba de Ruta. (07 de Julio de 2021). *Sensor de presión del aceite*. Prueba de Ruta: <https://www.pruebaderuta.com/sensor-presion-aceite.php>

Rodriguez, J. (13 de Abril de 2015). *Bomba de Combustible*. Como Funciona: <https://como-funciona.co/una-bomba-de-combustible/>

Salazar, A., & Sánchez, D. (09 de Enero de 2012). *Funcionamiento de las bujias*. Universidad San Francisco de Quito: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2240/1/105365.pdf>

sciencedirect. (11 de 10 de 2017). *sciencedirect*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236117307433?via%3Di>

hub

Serpa, G., & Zumba, X. (2016). *Motor Ciclo Otto*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

