



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y tecnología  
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

**CONSTRUCCIÓN DE UN PANEL DE PRUEBAS PARA EL  
DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE UN MOTOR MAZDA  
2.6 LTS AÑO 2004**

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Tecnólogo en  
Electrónica Automotriz

Autores

Mayancela Pulla Santiago David

Crespo Sotamba Kevin Gabriel

Director

Ing. Boris Coello

Cuenca - Ecuador

2023

### **Resumen:**

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la construcción de un panel de pruebas para mediciones de sensores y actuadores del sistema de inyección de un motor Mazda 2.6Lts año 2004 que permita a los estudiantes realizar mediciones precisas y de una manera didáctica para mejorar el aprendizaje. El panel incluirá sensores y manómetros para medir parámetros clave del sistema, como señales de sensores, alimentación, presión de combustible, entre otros. El diseño priorizará la facilidad de uso del panel y una eficaz visión del funcionamiento de un sistema de inyección electrónica, proporcionando señalizaciones claras y el diagrama eléctrico de cada sensor y actuador. Este panel de pruebas brindará a los estudiantes una valiosa experiencia práctica, ayudándoles a desarrollar habilidades de diagnóstico y comprensión del sistema de inyección. El proyecto contribuirá a mejorar su conocimiento y prepararlos para futuros diagnósticos en el campo automotriz.

**Palabras clave:** actuadores, inyección, mediciones, panel, sensores

### **Abstract:**

This work represents a technical report on the construction of a test panel for sensor and actuator measurements of the injection system in a 2004 Mazda 2.6L engine. The objective of this panel was to enable students to perform precise and didactic measurements to enhance their learning experience. The panel included sensors and pressure gauges to measure key parameters of the system, such as sensor signals, power supply, fuel pressure, among others. The design prioritized the panel's user-friendliness and provide an effective understanding of the operation of an electronic injection system, offering clear indicators and the electrical diagram of each sensor and actuator. This test panel will provide students with valuable hands-on experience, assisting them in developing diagnostic skills and understanding of the injection system. The project will contribute to improving their knowledge and preparing them for future diagnostics in the automotive field.

**Keywords:**actuators, injection, measurements, panel, sensors



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

## Índice de contenidos

Resumen: .....	i
Abstract: .....	i
Índice de contenidos .....	ii
Índice de tablas: .....	iv
Índice de figuras.....	ii
1. Introducción .....	2
2. Marco Teórico.....	2
2.1 Principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónica .....	2
2.2 Historia del sistema de inyección electrónico .....	2
2.3 Sistema de inyección electrónica del motor Mazda G6 .....	3
2.3.1 Sistema de inyección multipunto .....	3
2.3.2 Inyección indirecta.....	3
2.4 Complementos del sistema de inyección electrónica del motor Mazda G6.....	4
2.4.1 Sensor de temperatura del motor (ECT).....	4
2.4.1.1 Comprobación del sensor ECT .....	4
2.4.2 Sensor de temperatura del aire IAT .....	5
2.4.2.1 Comprobaciones del sensor de temperatura del aire IAT .....	6
2.4.3 Sensor de posición del acelerador (TPS).....	7
2.4.3.1 Comprobación del sensor TPS.....	8
2.4.4 Sensor de posición del cigüeñal (CMP) .....	8
2.4.4.1 Comprobación del sensor CMP de efecto hall.....	9
2.4.5 Sensor de flujo de aire (MAF): .....	10
2.4.5.1 Comprobación del sensor MAF.....	11
2.5. Actuadores:.....	12
2.5.1 Inyectores de combustible.....	12
2.5.1.1 Comprobación de inyectores.....	13
2.5.2 Válvula de control de aire ocioso (IAC): .....	13
2.5.2.1 Comprobaciones de la válvula IAC.....	13
3. Objetivo general.....	14
4. Objetivos específicos.....	14
5. Procedimientos y Herramientas.....	15
5.1 Revisión general.....	15
5.2 Desmontaje y comprobaciones del arnés del sistema de inyección .....	16

5.3 Construcción del panel de pruebas del sistema de inyección .....	18
5.3.1 Construcción de la estructura del panel de pruebas.....	18
5.3.2 Identificación de los pines de los sensores y actuadores.....	19
5.3.3 Finalización del panel de pruebas.....	20
6. Resultados y conclusiones .....	21
7.Lista de Referencias .....	21

### Índice de tablas:

<b>Tabla 1</b> Valores del sensor ECT ( Tipo NTC) .....	5
<b>Tabla 2</b> Valores del sensor IAT .....	6
<b>Tabla 3</b> Variación de voltaje del TPS .....	8
<b>Tabla 4</b> Pruebas en un sensor CMP .....	9
<b>Tabla 5</b> Variación de voltaje de MAF .....	11
<b>Tabla 6</b> Variación de voltaje de la válvula IAC .....	13
<b>Tabla 7</b> Pines identificados para las conexiones.....	20

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Sensor ECT .....	4
<b>Figura 2</b> Diagrama eléctrico ECT.....	5
<b>Figura 3</b> Sensor IAT .....	6
<b>Figura 4</b> Diagrama eléctrico sensor IAT .....	7
<b>Figura 5</b> Sensor TPS .....	7
<b>Figura 6</b> Diagrama eléctrico sensor TPS .....	8
<b>Figura 7</b> Sensor CMP .....	9
<b>Figura 8</b> Diagrama eléctrico sensor CMP tipo hall .....	10
<b>Figura 9</b> Diagrama eléctrico sensor MAF.....	11
<b>Figura 10</b> Diagrama eléctrico sensor MAF .....	12
<b>Figura 11</b> Inyector de combustible .....	12
<b>Figura 12</b> Válvula IAC .....	13
<b>Figura 13</b> Diagrama eléctrico de la válvula IAC .....	14
<b>Figura 14</b> Motor en el que se encuentra el cableado que se trabajó .....	15
<b>Figura 15</b> Identificación de alimentación de la bomba de combustible .....	16
<b>Figura 16</b> Arnés desmontado del motor .....	17
<b>Figura 17</b> Comprobación de continuidad en el cableado .....	17
<b>Figura 18</b> Reparación del cableado .....	18
<b>Figura 19</b> Arnés colocado en el motor .....	18
<b>Figura 20</b> Estructura del panel de pruebas.....	19
<b>Figura 21</b> Líneas sacadas para las conexiones del panel de pruebas .....	19
<b>Figura 22</b> Adhesivo del panel de pruebas .....	21
<b>Figura 23</b> Panel de pruebas culminado .....	21

## **1. Introducción**

El proyecto de titulación tiene como objetivo desarrollar un panel de pruebas didáctico para el motor Mazda 2.6, con un enfoque en el sistema de inyección electrónica. El propósito principal es proporcionar a los estudiantes una herramienta didáctica y precisa para llevar a cabo prácticas relacionadas con sensores y actuadores.

En los motores de pruebas existentes, los alumnos enfrentan dificultades al intentar realizar mediciones precisas de sensores como CMP, CKP, TPS e IAT, entre otros. La instalación de un multímetro consume mucho tiempo y puede generar inexactitudes debido a los movimientos del motor durante el proceso.

Además, las prácticas actuales involucran la manipulación directa de cables, lo cual expone el cableado y los sensores a posibles cortocircuitos y daños por desgaste. Estos factores pueden resultar en la generación de señales incorrectas y afectar la precisión de los resultados obtenidos.

Por lo tanto, resulta esencial implementar un panel didáctico que permita a los estudiantes llevar a cabo pruebas de manera segura y precisa en el sistema de inyección electrónica. Este panel proporcionará un entorno de aprendizaje óptimo donde los alumnos podrán familiarizarse con los componentes y características de los sensores y actuadores, adquiriendo experiencia y conocimientos para resolver problemas en el campo automotriz.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónica**

Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de rotación señala a la unidad de comando la rotación del motor. En el movimiento de bajada, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor. El medidor informa a la unidad de comando el volumen de aire admitido; la unidad de comando, a su vez, permite que las válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando una relación aire/combustible precisa para realizar la combustión. Cuanto más adecuada es la mezcla, mejor será el rendimiento y la economía y se tendrá una menor emisión de gases contaminantes. (Sebastian, 2011, pág. 2)

### **2.2 Historia del sistema de inyección electrónico**

Según (Epifanio, 2020) el concepto de inyector se originó en 1858 con la invención de Henri Giffard para inyectar agua en las calderas de vapor. A lo largo de los años, se realizaron mejoras constantes en los sistemas de inyección, como cambios en los filtros de combustible y el diseño de los inyectores. En 1959, se desarrollaron prototipos de sistemas de inyección para motores de cuatro cilindros y 16 válvulas.

En 1967, se lanzó el primer sistema de inyección electrónica en serie, conocido como Bosch D-Jetronic, en el Volkswagen 1600 Tipo 3. Este sistema introdujo el cálculo de la mezcla de aire y combustible mediante una computadora central. Aunque esta tecnología era avanzada para su tiempo, fue en la década de los 90 cuando se convirtió en una necesidad para lograr mayor eficiencia y reemplazar definitivamente a los carburadores.

El sistema de inyección electrónica Bosch D-Jetronic incluía un componente integrado con filtro de combustible, bomba eléctrica, regulador de presión y sensor de nivel de combustible. Utilizaba datos de sensores ubicados en el motor para calcular la cantidad de combustible que debía ser inyectada en el aire de admisión. La bomba eléctrica enviaba la nafta del depósito al

motor a una presión constante, y los inyectores se abrían y cerraban según lo requerido. La cantidad de combustible inyectada dependía del tiempo en que los inyectores permanecían abiertos, controlado por la ECU en función de las señales de los sensores.

En resumen, desde la invención del inyector en 1858 hasta el desarrollo del sistema de inyección electrónica en serie en 1967, se realizaron constantes mejoras y pruebas. El sistema Bosch D-Jetronic introdujo una computadora central para calcular la mezcla de aire y combustible, y se convirtió en una tecnología indispensable en la industria automotriz. Este avance permitió una mayor eficiencia y reemplazó los carburadores en la producción automotriz.

### **2.3 Sistema de inyección electrónica del motor Mazda G6**

El motor Mazda G6 utiliza un sistema de inyección electrónica de combustible multipunto (MPI) el sistema MPI funciona de la siguiente manera: la unidad de control del motor (ECU) recopila información de varios sensores utilizando estos datos, la ECU determina la cantidad óptima de combustible a inyectar en cada cilindro.

#### **2.3.1 Sistema de inyección multipunto**

Un sistema multipunto emplea un inyector para cada cilindro del motor, siendo entonces la cantidad de inyectores directamente proporcional a la cantidad de cilindros.

Los equipos de inyección electrónica multipunto intentan ser sistemas de alimentación más precisos, es la razón por la cual se utiliza la electrónica para conseguir una dosificación más exacta. El control de la dosificación se puede realizar, ya que se controla una serie de parámetros para determinar el tiempo básico de inyección, como son: Densidad de aire, Temperatura del motor, Régimen de giro del motor, Carga del motor, Tensión de la red del vehículo, Oxígeno residual de la mezcla. (Sanchez & Galarza, 2011)

#### **2.3.2 Inyección indirecta**

La inyección indirecta, tiene los inyectores en el colector de admisión o si es necesario en una cámara de turbulencia. Allí es donde se mezcla con el aire para que llegue a las cámaras de combustión bien distribuido, una vez que se abren las válvulas de admisión.

Los inyectores utilizados en los inyectores de gasolina, generalmente son controlados electrónicamente lo cual permite tener un control muy preciso del tiempo de inyección y de la cantidad de combustible inyectada. (Gonzales et al., 2012, pág, 119)

## **2.4 Complementos del sistema de inyección electrónica del motor Mazda G6**

El sistema de inyección electrónica del motor Mazda G6 puede incluir varios componentes y complementos para asegurar un funcionamiento óptimo. Algunos de los complementos comunes en el sistema de inyección electrónica pueden incluir:

### **2.4.1 Sensor de temperatura del motor (ECT)**

El sensor ECT mide la temperatura del refrigerante del motor y transmite esta información a la ECU. La ECU utiliza esta información para ajustar la cantidad de combustible que se inyecta al motor para asegurar que funcione de manera óptima a diferentes temperaturas (Chaves, 2013, pág 9 ).

#### **Figura 1**

*Sensor ECT*



*Nota.* Reproducido de *Sensor de temperatura refrigerante – Sensor ECT* [Fotografía], por E.Gomez,2014,(<https://sensorautomotriz.top/wp-content/uploads/2019/11/sensor-ect.jpg>)

#### **2.4.1.1 Comprobación del sensor ECT**

Para comprobar un sensor ECT tipo NTC, se siguen algunos pasos: se desconecta el cableado del sensor y se utiliza un multímetro en modo de resistencia para medir los valores esperados a continuación se conecta el cableado y se enciende el motor hasta que alcance la temperatura normal y conectamos el multímetro en modo de voltaje para medir los valores a medida que la temperatura aumenta, si las lecturas están dentro del rango, el sensor está funcionando correctamente, si no, puede estar defectuoso y requerir reemplazo. Consulta el manual de especificaciones de los valores como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

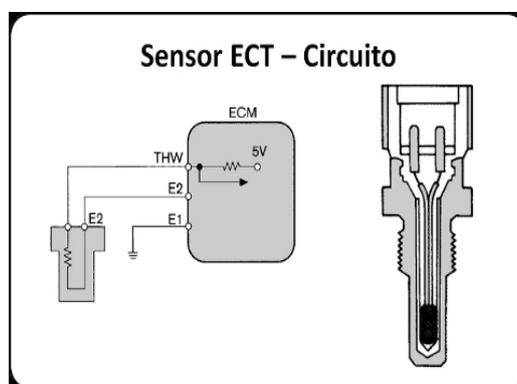
*Valores del sensor ECT ( Tipo NTC)*

Temperatura °C	Resistencia (ohmios)	Voltaje (Voltios)
0	10	1
15	3,2	1,3
30	2,0	1,8
60	0,37	2,4
80	0,13	3,0
95	0,05	3,2

En la figura 2 se muestra el diagrama eléctrico del sensor ECT:

**Figura 2**

*Diagrama eléctrico ECT*



*Nota.* Reproducido de *Sensor de temperatura refrigerante – Sensor ECT* [Fotografía], por J.Chaves,2015,([https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/wp-content/uploads/2020/02/sensor\\_ect\\_02.jpg](https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/wp-content/uploads/2020/02/sensor_ect_02.jpg))

#### **2.4.2 Sensor de temperatura del aire IAT**

El sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor) mide la temperatura del aire de admisión en los motores de combustión interna. Utiliza un termistor para detectar cambios en la resistencia eléctrica según la temperatura. La información se envía a la

ECU, que ajusta la mezcla aire-combustible en función de la temperatura. Esto ayuda a mejorar la eficiencia, el rendimiento y las emisiones del motor en diversas condiciones.(Chaves, 2013, pág. 7)

En la figura 3 se muestra como es visualmente el sensor IAT

**Figura 3**

*Sensor IAT*



*Nota.* Reproducido de *Sensor de temperatura de aire de entrada - Sensor IAT*

[Fotografía], por Sensor automotriz,2011,(<https://kem.com.mx/img/p-landing/sensores-act-iat-mat.png>)

#### **2.4.2.1 Comprobaciones del sensor de temperatura del aire IAT**

Las comprobaciones generales para un sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor) incluyen inspección visual, prueba de resistencia, verificación de la señal eléctrica y comparación con otros sensores. Se debe verificar el estado físico, medir la resistencia a diferentes temperaturas, monitorear la señal durante el funcionamiento como nos indica en la tabla 2.

**Tabla 2**

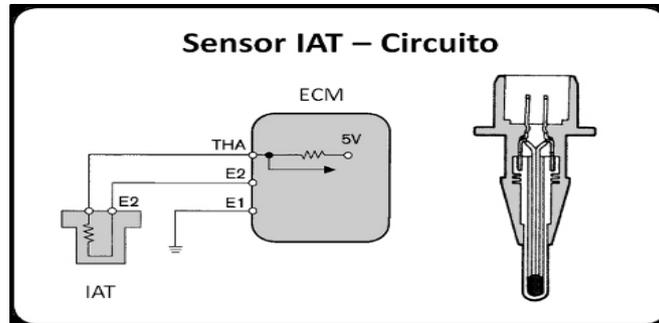
*Valores del sensor IAT*

Temperatura °C	Resistencia
0	2000
20	1000
40	500
60	200
80	100
100	70

En la figura 4 se muestra el diagrama eléctrico del sensor IAT

**Figura 4**

*Diagrama eléctrico sensor IAT*



*Nota. Reproducido de El sensor IAT del automóvil*

[Fotografía], por AUTOMOTRIZ,2019,(<https://lapps.es/wp-content/uploads/2019/10/sensor-iat.jpg>)

### 2.4.3 Sensor de posición del acelerador (TPS)

El sensor TPS mide la posición del pedal del acelerador y envía esta información a la ECU. La ECU utiliza esta información para ajustar la cantidad de combustible que se inyecta en el motor para asegurar una respuesta adecuada del acelerador (Chaves, 2013,pág 16).

En la figura 5 se muestra como es visualmente el sensor TPS

**Figura 5**

*Sensor TPS*



*Nota. Reproducido de sensor de posición del acelerador-sensor TPS,2018,(<https://i.ebayimg.com/images/g/nB4AAOSwccJehF33/s-l300.jpg>)*

### 2.4.3.1 Comprobación del sensor TPS

Para realizar la medición del sensor tps con la maqueta apagada utilizando un multímetro y lo colocamos en corriente continua(DC),colocamos la punta roja en el pin de voltaje de salida y la punta negra al negativo de la maqueta a continuación se gira la llave de encendido a la posición “ON” sin arrancar el motor observamos el cambio de voltaje que nos da en el multímetro al momento de variar la velocidad como se muestran en la tabla 3.

En la Tabla 3 se indica la variación de voltaje.

**Tabla 3**

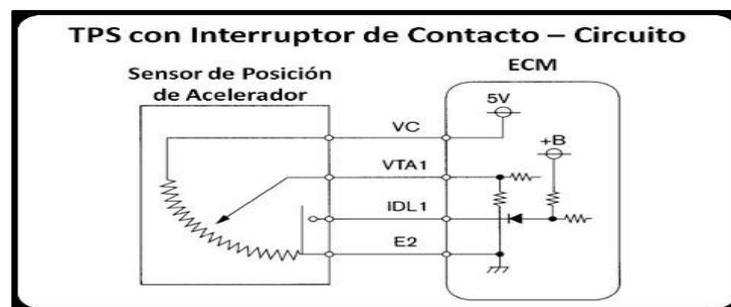
*Variación de voltaje del TPS*

Fase de apertura	Rango de voltaje
cerrada	0.5V
Ralentí	0.5 a 1.0V
Aceleración moderada	1.0V a 2.5V
Aceleración completa	2.5 a 4.5V

En la figura 6 se muestra el diagrama eléctrico del sensor tps

**Figura 6**

*Diagrama eléctrico sensor TPS*



*Nota.* Reproducido de *Sensores TPS* [Fotografía], por encendidoelectronico9, (<https://www.encendidoelectronico.com/wp-content/uploads/2015/07/pos3.jpg>)

### 2.4.4 Sensor de posición del cigüeñal (CMP)

El sensor CMP (Camshaft Position Sensor), o sensor de posición del árbol de levas, es un componente utilizado en los motores de combustión interna para detectar la posición y velocidad de giro del árbol de levas. En el caso del sensor CMP de efecto Hall, utiliza un imán y un sensor de efecto Hall para detectar los cambios en el campo magnético generado por el árbol de levas. Cuando los dientes o una rueda dentada en el árbol de levas pasan cerca del sensor, se produce una variación en el campo magnético, lo que permite al sensor detectar la posición del árbol de levas.(Chaves, 2013)

En la figura 7 se muestra como es visualmente el sensor CMP

**Figura 7**

*Sensor CMP*



*Nota.* Reproducido de *Sensor de posición del árbol de levas - Sensor CMP*

[Fotografía], por sensorautomotriz,(<https://sensorautomotriz.com/wp-content/uploads/2019/01/sensor-cmp.jpg>)

#### **2.4.4.1 Comprobación del sensor CMP de efecto hall**

Las comprobaciones del sensor CMP de efecto Hall incluye: inspección visual para verificar su estado físico, prueba de resistencia para evaluar los valores dentro del rango esperado, verificación de la señal eléctrica mediante osciloscopio o scanner, y prueba de pulsos magnéticos usando un imán como se observa en la Tabla 4.

**Tabla 4**

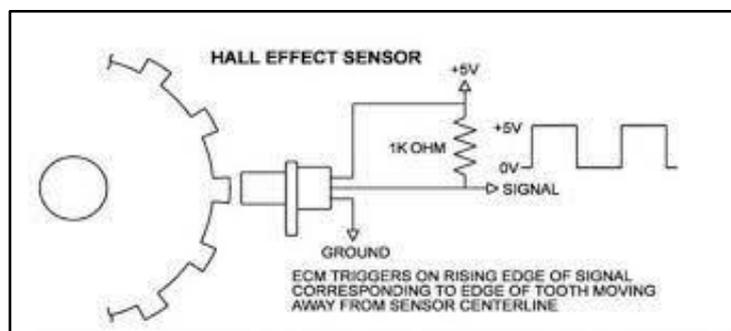
*Pruebas en un sensor CMP*

Prueba	Valor de referencia
Resistencia	Aproximadamente 500-1500 ohmios
Señal eléctrica	Onda cuadrada con voltaje de 0,5 a 5 voltios
Pulsos magnéticos	El sensor debe generar pulsos al acercarse un imán, detectables con un osciloscopio

En la Figura 8 se muestra el diagrama eléctrico del CMP de efecto Hall

**Figura 8**

*Diagrama eléctrico sensor CMP tipo hall*



*Nota.* Reproducido de *petrolheadgarage* [Fotografía], por Sensor de posición del árbol de levas (CMP, 2021, petrolheadgarage.com(<https://petrolheadgarage.com/wp-content/uploads/2018/08/Sensor-de-tipo-Hall.jpg>).webp).

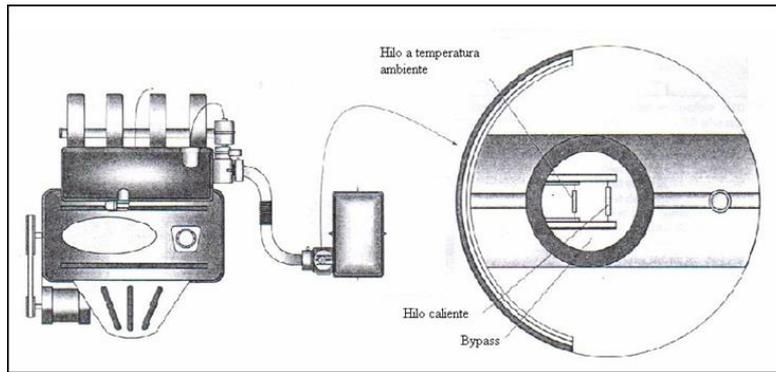
#### 2.4.5 Sensor de flujo de aire (MAF):

Un sensor de flujo másico es un sensor que se utiliza para determinar la tasa de flujo másico de aire que ingresa a un motor de combustión interna con inyección de combustible (Paidá, 2007, pág 27).

En la figura 9 se muestra como es visualmente el sensor maf

**Figura 9**

*Diagrama eléctrico sensor MAF*



*Nota.* Reproducido de *PARTES SENSOR MAF* [Fotografía], por Jesús. *Manual Técnico de Fuel Ingestión.* Pág. 28

,(<https://sensorautomotriz.top/wp-content/uploads/2019/11/sensor-ect.jpg>)

#### 2.4.5.1 Comprobación del sensor MAF

Para comprobar el sensor MAF, realiza una inspección visual del cableado y el sensor, se mide el voltaje de salida, verificamos la continuidad del cableado, inspeccionamos el filtro de aire, realiza una prueba de funcionamiento y comparamos los valores con las especificaciones del fabricante, también se puede ver una variación de voltaje como se muestra en la tabla .

En la tabla 5 se mide el voltaje

**Tabla 5**

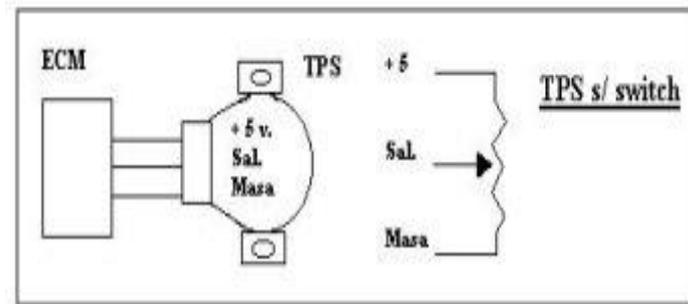
*Variación de voltaje de MAF*

Condición	Voltaje de salida del MAF	Presión de aire del MAF
Ralentí	0.5-1.5V	Bajo
Aceleración suave	1.5-2.5V	Medio
Aceleración completa	2.5-4.5V	Alto

En la Figura 10 se muestra el diagrama eléctrico del MAF

**Figura 10**

*Diagrama eléctrico sensor MAF*



Nota. Reproducido de *sensor maf* [Fotografía], por F. Chaves, 2014, [encendidoelectronico.com\(https://www.encendidoelectronico.com/content/uploads/2015/07/maf-2.jpg\)](https://www.encendidoelectronico.com/content/uploads/2015/07/maf-2.jpg).

## 2.5. Actuadores:

### 2.5.1 Inyectores de combustible

Los inyectores de combustibles son electroválvulas que cuentan con la capacidad de abrir y cerrar de manera infinita, como reacción a un estímulo electrónico o mecánico. Tiene como función principal ingresar al motor la cantidad exacta de carburante para que se realice la combustión. (CODIGOSDTC, 2023). En la Figura 11 se muestra un inyector.

**Figura 11**

*Inyector de combustible*



Nota. Reproducido de *El inyector* [Fotografía], por INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ, 2014, [ingenieriaymecanicaautomotriz.com \(https://www.refacciomex.com/4317-thickbox\\_default/injector-de-combustible.jpg\)](https://www.refacciomex.com/4317-thickbox_default/injector-de-combustible.jpg).

### 2.5.1.1 Comprobación de inyectores

Las comprobaciones a los inyectores de combustible incluyen inspección visual de fugas, prueba de resistencia y voltaje, prueba de pulverización y limpieza o prueba de flujo. Estas tareas requieren el uso de equipos especializados y conocimientos técnicos específicos para llevarse a cabo de manera adecuada y garantizar el funcionamiento óptimo de los inyectores de combustible en un vehículo.

### 2.5.2 Válvula de control de aire ocioso (IAC):

La válvula de control de aire ocioso (IAC) regula el flujo de aire en el sistema de admisión durante el ralentí del motor. Ajusta la abertura de la válvula para mantener una velocidad de ralentí estable y un funcionamiento suave. Controlada por el módulo de control del motor, la IAC responde a cambios en la carga del motor y garantiza un arranque fácil y una respuesta rápida del acelerador en situaciones de transición. (Crabi, 2023)

En la figura 12 se muestra como es visualmente la valvula IAC

**Figura 12**



*Válvula IAC*

*Nota.* Reproducido de *válvula IAC* [Fotografía], por automexico, 2016, Automexico.com(<https://img.automexico.com/2019/10/02/BZJbymoo/iac-1-3f2d.jpg>).

#### 2.5.2.1 Comprobaciones de la válvula IAC

La válvula IAC regula el flujo de aire durante el ralentí comprobar visualmente si existen daños y obstrucciones luego verifica la resistencia eléctrica que nos da la válvula, comprobar la continuidad entre terminales y conector por último desconecta la válvula en ralentí para evaluar si se apaga o tiene dificultades.

**Tabla 6**

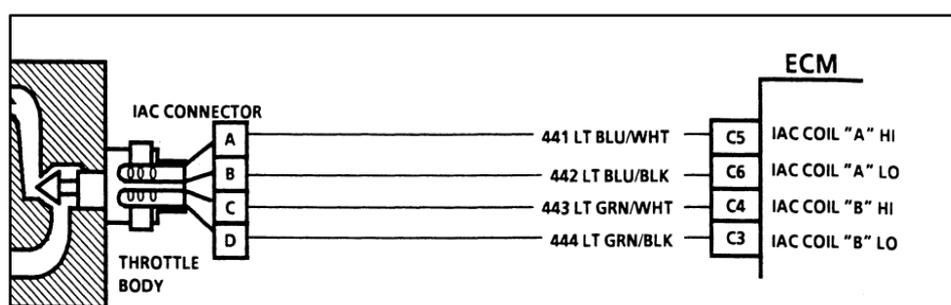
*Variación de voltaje de la válvula IAC*

Parámetros	Rango de valores
Resistencia	10 a 14 ohmios
Voltaje de control	5V
Corriente	0,2 a 0,4 Amperios
Frecuencia	50 a 200 Hz

En la figura 13 se muestra el diagrama eléctrico de la válvula IAC

**Figura 13**

*Diagrama eléctrico de la válvula IAC*



*Nota.* Reproducido de *Valvula IAC* [Fotografía], por AUTOMOTORPAD, 2015, automotorpad.com([https://1.bp.blogspot.com/yZntGVibRQI/YPpi2HtRVzI/AAAAAAAAAG\\_Y/cn3H-FbISo8mzngw0YtXDNR9bbtHKgQ\\_gCNcBGAsYHQ/s791/1.jpg](https://1.bp.blogspot.com/yZntGVibRQI/YPpi2HtRVzI/AAAAAAAAAG_Y/cn3H-FbISo8mzngw0YtXDNR9bbtHKgQ_gCNcBGAsYHQ/s791/1.jpg)).

### 3. Objetivo general

Creación de un panel de pruebas de un sistema de inyección para mediciones y comprobaciones de sensores y actuadores de un motor Mazda 2.6 2004.

### 4. Objetivos específicos

- Verificar el funcionamiento y estado de los distintos sensores al igual que el cableado del motor.
- Extraer todo el cableado del sistema de inyección electrónica.
- Restaurar el sistema de inyección electrónica del motor Mazda G6 quedando el mismo en óptimas condiciones para su funcionamiento.

- Crear un panel de mediciones de los distintos sensores y actuadores del sistema de inyección del motor Mazda G6 funcional y didáctico para el aprendizaje de los estudiantes.

## **5. Procedimientos y Herramientas**

Se comenzó con una revisión general de todos los componentes que complementan el sistema inyección electrónico para proceder con el desmontaje del arnés del sistema para poder realizar las correcciones necesarias y así poder implementar el panel de testeo sin que existan fallos a futuro.

### **5.1 Revisión general**

Durante la inspección general del sistema de inyección que se muestra en la Figura 14, se realizó una comprobación de todos los componentes que lo conforman. Se revisaron detalladamente los sensores, encargados de recopilar información crucial sobre el rendimiento y las condiciones del motor. Estos sensores incluyen, por ejemplo, el sensor de posición del acelerador, el sensor de temperatura del motor, el sensor de presión de combustible, el sensor de masa de aire entre otros.

**Figura 14**

*Motor en el que se encuentra el cableado que se trabaja*



Así mismo, se examinaron los actuadores, dispositivos encargados de ejecutar las acciones necesarias para regular la inyección de combustible. Entre los actuadores se encuentran los

inyectores de combustible y la válvula de control de aire, que regula el flujo de aire hacia el motor ya bomba de combustible como se muestra en la figura 15.

**Figura 15**

*Identificación de alimentación de la bomba de combustible*



Durante la inspección, también se prestó atención al funcionamiento y estado de cada uno de los componentes. Se llevaron a cabo pruebas y mediciones para determinar si los sensores estaban generando lecturas precisas y si los actuadores responden correctamente a las señales de control. Además, se examinaron visualmente los componentes en busca de señales de desgaste, corrosión o daños físicos que pudieran afectar su rendimiento.

## **5.2 Desmontaje y comprobaciones del arnés del sistema de inyección**

Para el desmontaje del arnés se empezó quitando los conectores de todo el sistema con cuidado para no dañar los sockets, luego se procedió a remover todas las bridas ya sean plásticas o de metal que sujetan el arnés al motor, por último, retiramos todo el arnés hacia un lado para realizar las comprobaciones como se muestra en la figura 16.

**Figura 16**

*Arnés desmontado del motor*



Una vez desmontado el arnés se comprueba que no existan cables cortados, con ayuda de un multímetro se coloca en la opción de continuidad y se coloca una punta del multímetro en los conectores de los sockets y la otra punta a los conectores de la computadora, del tablero y del switch de encendido para comprobar que el cableado este en buen estado como se muestra en la figura 17.

**Figura 17**

*Comprobación de continuidad en el cableado*



Después de realizar las comprobaciones con todos los conectores se empieza a abrir el cableado para arreglar los cables que estén ya sea sulfatados o cortados y reemplazarlos como se muestra en la figura 18.

**Figura 18**

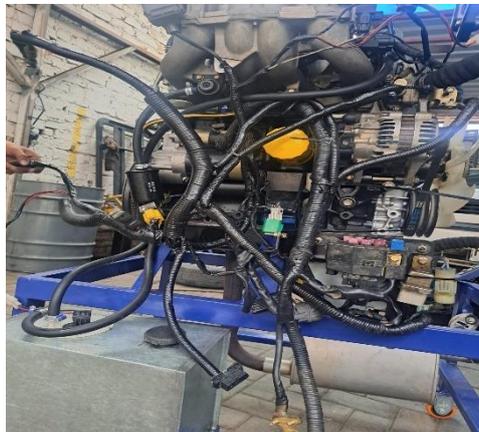
*Reparación del cableado*



Por último, ya arreglado todo el cableado se empieza a encintar para proteger y ordenar los cables, se utilizo cinta aislante y cinta de tela en todas las ramas del arnés, ya acabado de encintar, colocamos el tubo anillado en todas las partes del arnés y encintamos por fuera del mismo para que quede estable y no se salga, al final colocamos el arnés de manera que sea vea estético con ayuda de bridas plásticas como se aprecia en la figura 19.

**Figura 19**

*Arnés colocado en el motor*



### **5.3 Construcción del panel de pruebas del sistema de inyección**

#### **5.3.1 Construcción de la estructura del panel de pruebas**

Para poder realizar las conexiones de los sensores necesitamos la estructura como se puede observar en la figura 20 y así poder proseguir con el trabajo.

**Figura 20**

*Estructura del panel de pruebas*



### **5.3.2 Identificación de los pines de los sensores y actuadores**

Como se observa en la figura 21, se sacaron líneas de los sockets de la computadora ya una vez identificados de que sensor y actuadores son, y así poder colocar con plubs en el panel.

**Figura 21**

*Líneas sacadas para las conexiones del panel de pruebas*



En la tabla 7 se muestra los pines de cada uno de los sensores y actuadores del sistema de inyección del motor Mazda G6.

**Tabla 7***Pines identificados para las conexiones*

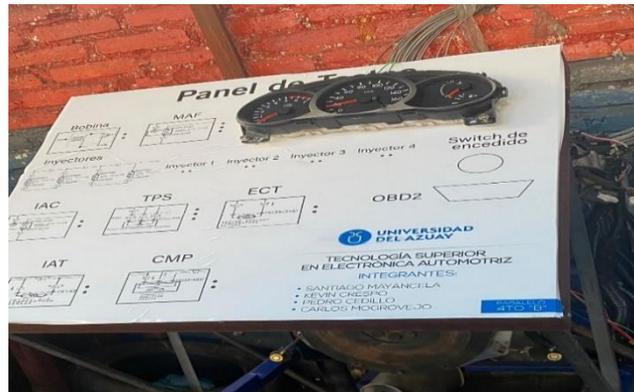
Sensor y Actuador	Pines	Función
IAT	2L A	5V Señal
ECT	2Q A	5V Señal
TPS	2D 2M 2K	Masa Señal 5V
MAF	2O A 1B	Masa Señal 5V
CMP	1B 2E 2C	Alimentación Señal Masa
INYECTOR 1 Y 3	2U 30 2V	Masa de la ECU Alimentación Masa de la ECU
INYECTOR 2 Y 4	30	Alimentación
BOBINA	30 31	Alimentación Masa
IAC	2W 30	Señal Alimentación

**5.3.3 Finalización del panel de pruebas**

Se colocó un adhesivo por encima de la madera con los diagramas de cada sensor y actuador del sistema de inyección como se observa en la figura 22.

**Figura 22**

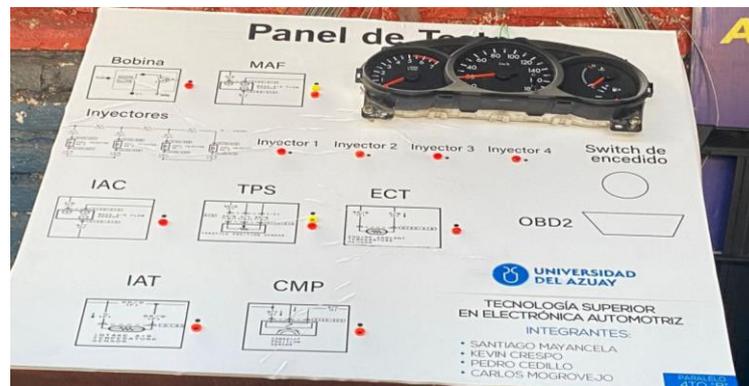
*Adhesivo del panel de pruebas*



Por último, como se observa en la figura 23 se colocaron los pluggs en el panel de pruebas ya con sus respectivas conexiones

**Figura 23**

*Panel de pruebas culminado*



## 6. Resultados y conclusiones

En conclusión, una vez culminado el panel, se ha logrado un trabajo completo y funcional del sistema de inyección. Después de desmontar el arnés, realizar las comprobaciones necesarias y verificar el buen funcionamiento de los componentes individuales, se ha asegurado la integridad del sistema y también se pudo lograr el buen uso del panel de pruebas siendo este didáctico y con medidas precisas para que los estudiantes realicen pruebas sin ninguna dificultad.

## 7. Lista de Referencias

Chaves, Á. (2013, February 15). *TESIS DE GRADO*. TESIS DE GRADO. Retrieved June 5, 2023, from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3137/1/65T00109.pdf>

CODIGOSDTC. (2023). *Inyectores | Qué son, para qué sirven y funcionamiento*. Codigos DTC. Retrieved June 7, 2023, from <https://codigosdtc.com/blog/inyectores/>

Crabi. (2023, April 21). *Válvula IAC | ¿Qué es y cómo funciona?* Crabi. Retrieved June 7, 2023, from <https://www.crabi.com/blog/mantenimiento-automotriz-valvula-iac>

Epifanio, S. (2020, October 18). *La inyección electrónica*. Top Motor. Retrieved June 5, 2023, from <https://topmotor.com.ar/index.php/2020/10/18/la-inyeccion-electronica/>

Gonzales, J., Perez, W., & Puma, R. (2012, March 4). *Implementación del sistema de inyección multipunto controlado por computadora programable en un vehículo Datsun 1000*. Implementación del sistema de inyección multipunto controlado por computadora programable en un vehículo Datsun 1000. Retrieved June 6, 2023, from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1536/14/UPS-CT002043.pdf>

Paida, M. L. (n.d.). *UNIVERSIDAD DEL AZUAY*. UNIVERSIDAD DEL AZUAY. Retrieved June 6, 2023, from <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/204/1/06623.pdf>

Sanchez, C., & Galarza, G. (2011, September 12). *“IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MULTIPUNTO MULTEC IEFI-6 PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”*. TESIS DE GRADO. Retrieved June 5, 2023, from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1873/1/65T00031.pdf>

Sebastian. (2011). *SISTEMAS DE INYECCION ELECTRONICA*. <https://tecnomaxequip.com.ar/wp-content/uploads/2020/11/SISTEMAS-DE-INYECCION-ELECTRONICA.pdf>