



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Construcción de un Banco de Pruebas para el Sistema de Inyección  
Electrónico del Motor 2.0L del Vehículo Hyundai Tucson.

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

Autores:

Carlos Humberto Mora Cárdenas

Richard Geovanny Zhagui Álvarez

Tutor:

Ing. Cristian German Jaramillo Pesantez

Cuenca – Ecuador

2023

### Resumen:

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la Construcción de un Banco de Pruebas para el Sistema de Inyección Electrónico del Motor 2.0L del Motor Hyundai Tucson.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó una revisión exhaustiva del sistema de inyección encontrando sensores en mal estado y un ramal de cables deteriorados. Luego, se procedió a reparar y reemplazar dichos componentes, en el cual, se implementó un tablero de control centralizado para todas las señales de los sensores del sistema de inyección, permitiendo realizar pruebas y análisis de manera segura y eficiente, eliminando la necesidad de manipular el cableado original.

Como resultado obtuvimos un banco didáctico, que se puede interpretar las señales de cada uno de los sensores y actuadores, las cuales son muy importantes al momento de realizar diagnósticos para el correcto funcionamiento y rendimiento del motor.

**Palabras clave:** actuadores, banco de pruebas, diagnostico, inyección electrónica, sensores

### Abstract:

This work represents a technical report on the Construction of a Test Bench for the Electronic Injection System of the 2.0L Hyundai Tucson Engine. A thorough review of the injection system was conducted for the project, revealing faulty sensors and deteriorated cable harness. Subsequently, the components were repaired and replaced, and a centralized control panel for all sensor signals was implemented. This enabled safe and efficient testing and analysis without the need to manipulate the original wiring. As a result, a didactic test bench was obtained, capable of interpreting the signals from each sensor and actuator, which are crucial for diagnosing the proper functioning and performance of the engine.

**Keywords:** actuators, diagnostics, electronic injection, sensors, test bench



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



2.2.8 Sensor de Golpeteo. ....	- 13 -
2.2.8.1 Diagrama de conexión del sensor de golpeteo y pruebas que se le realizan.....	- 14 -
3. Objetivo General.....	- 16 -
4. Objetivos Específicos .....	- 16 -
5. Procedimientos y herramientas .....	- 16 -
5.1 Inspección Visual y Comprobación del Ramal Eléctrico. ....	- 17 -
5.2 Readecuación del Ramal eléctrico .....	- 18 -
5.3 Readecuación del Cableado del OBDII .....	- 19 -
5.4 Elaboración de la Estructura de la Maqueta Didáctica .....	- 20 -
5.5 Implementación del Panel de Control.....	- 21 -
6 Resultados y Conclusiones .....	- 23 -
7 Listado de referencias.....	- 24 -

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Módulo de Control del Motor .....	- 3 -
<b>Figura 2</b> Sensor de Temperatura de Refrigerante .....	- 3 -
<b>Figura 3</b> Diagrama de conexión del Sensor ECT .....	- 4 -
<b>Figura 4</b> Prueba de Voltaje.....	- 4 -
<b>Figura 5</b> Cuadro Comparativo del Sensor ECT.....	- 5 -
<b>Figura 6</b> Sensor MAF/IAT.....	- 6 -
<b>Figura 7</b> Diagrama de conexión del Sensor MAF/IAT.....	- 6 -
<b>Figura 8</b> Prueba de Voltaje del sensor MAF/IAT .....	- 7 -
<b>Figura 9</b> Sensor de Posición del Cigüeñal.....	- 7 -
<b>Figura 10</b> Diagrama de conexión del Sensor CKP.....	- 8 -
<b>Figura 11</b> Efecto Hall .....	- 8 -
<b>Figura 12</b> Sensor de Posición del Árbol de Levas.....	- 9 -
<b>Figura 13</b> Diagrama de Conexión del Sensor CMP .....	- 9 -
<b>Figura 14</b> Efecto Hall (5V).....	- 10 -
<b>Figura 15</b> Sensor de Posición del Acelerador.....	- 10 -
<b>Figura 16</b> Diagrama de conexión del sensor TPS .....	- 11 -
<b>Figura 17</b> Prueba de alimentación Sensor TPS .....	- 11 -
<b>Figura 18</b> Sensor de Oxígeno .....	- 12 -
<b>Figura 19</b> Diagrama de Conexión del Sensor de Oxígeno .....	- 12 -
<b>Figura 20</b> Señal del sensor de Oxígeno .....	- 13 -
<b>Figura 21</b> Sensor de Golpeteo .....	- 14 -
<b>Figura 22</b> Diagrama de Conexión del Sensor de Golpeteo .....	- 14 -
<b>Figura 23</b> Señal del sensor de golpeteo .....	- 15 -
<b>Figura 24</b> Ramal eléctrico .....	- 18 -
<b>Figura 25</b> Revisión de cableado eléctrico.....	- 19 -

<b>Figura 26</b> Aislamiento de Cableado .....	- 19 -
<b>Figura 27</b> Señal CAN .....	- 20 -
<b>Figura 28</b> Estructura Metálica .....	- 20 -
<b>Figura 29</b> Estructura Metálica culminada .....	- 21 -
<b>Figura 30</b> Panel de Instrumentos .....	- 21 -
<b>Figura 31</b> Cubrimiento de la Computadora .....	- 22 -
<b>Figura 32</b> Tablero .....	- 22 -
<b>Figura 33</b> Tablero de Control Terminado .....	- 23 -

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Cronograma establecido para la elaboración del proyecto .....	- 17 -
--	--------

## **1. Introducción**

En la industria automotriz, los sistemas de inyección han evolucionado gracias a los avances tecnológicos, pero aún existe dificultad en el diagnóstico preciso de estos sistemas. La complejidad y la interacción con otros componentes del motor requieren herramientas y metodologías eficientes para el diagnóstico. Por ello, se plantea la necesidad imperante de una maqueta didáctica que simule el sistema de inyección del motor 2.0L del Hyundai Tucson, proporcionando una plataforma de aprendizaje práctica y profunda comprensión de los principios involucrados. Esta maqueta estará equipada con pines de fácil conexión, facilitando diagnósticos precisos y brindando un entorno interactivo para el análisis de componentes y posibles fallos. Además, permitirá a los estudiantes familiarizarse con las últimas tecnologías y procedimientos de diagnóstico. El objetivo principal de esta tesis es presentar esta maqueta como una herramienta pedagógica que mejore la formación de los estudiantes de ingeniería automotriz y técnicos en ejercicio, fortaleciendo sus habilidades de diagnóstico y preparándolos para los retos cambiantes del campo automotriz.



## **2. Marco teórico**

Durante mucho tiempo uno de los principales problemas que ha existido en los motores de combustión interna, son los gases contaminantes que emanan los automóviles en su funcionamiento diario, uno de los principales gases causantes de la contaminación ambiental es el CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono), el cual causa un efecto invernadero siendo causante del Calentamiento Global.

Durante casi un siglo el encargado de realizar esa mezcla fue el carburador, que consistía en un sistema de inyección de combustible totalmente mecánico manipulado por palancas y por principios físicos de flujo de aire, que no garantizaba una mezcla exacta de aire - combustible.

Gracias a los avances tecnológicos, en la actualidad los automóviles cuentan con un sistema de inyección electrónico que nos permite reemplazar el carburador y así obtener una dosificación exacta del combustible.

El sistema de inyección electrónica regula de una manera más precisa el ingreso de la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión, por medio de una serie de sensores para que toda esta información sea analizada por el ECM, consiguiendo que los gases quemados sean menos contaminantes que los que se producen en un sistema convencional.

### **2.1 Unidad de control "ECM"**

ECM, o Módulo de Control del Motor, es una unidad electrónica responsable de monitorear y controlar las funciones del motor. Recopila información de los sensores y utiliza algoritmos para ajustar la inyección de combustible, el encendido, la mezcla de aire/combustible y otras variables clave para optimizar el rendimiento, la eficiencia y las emisiones del motor. (AF themes., 2020)

**Figura 1**

*Módulo de Control del Motor*



## **2.2 Sensores.**

Los sensores son dispositivos electrónicos que recopilan información sobre las condiciones y parámetros del motor, como la temperatura, la presión, el flujo de aire, la posición del acelerador y la concentración de oxígeno. Esta información se utiliza para controlar y ajustar el rendimiento del motor de manera precisa.

### **2.2.1 Sensor ECT.**

El sensor ECT (Engine Coolant Temperature) es un componente del motor que mide la temperatura del líquido refrigerante. Proporciona información crucial a la unidad de control electrónico (ECU) para ajustar la inyección de combustible, el encendido y otros parámetros en función de la temperatura del motor y garantizar un rendimiento óptimo. *(My WordPress Blog, 2022)*

**Figura 2**

*Sensor de Temperatura de Refrigerante*

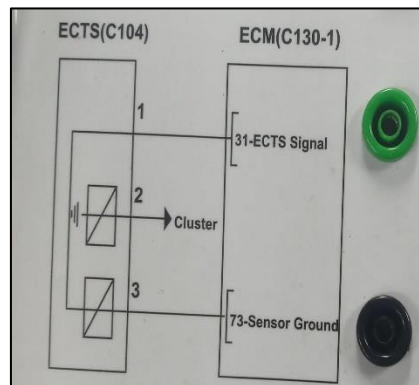


### 2.2.1.1 Diagrama de conexión y pruebas que se le realizan al sensor ECT.

En la figura 3, podemos observar el diagrama de conexión del sensor ECT el cual cuenta con tres cables, el primero que va al pin 31 de la ECM el cual es el encargado de llevar la señal del sistema, el segundo va al tablero de instrumentos y el tercero va al pin 73 de la ECM que es el cable de masa.

**Figura 3**

*Diagrama de conexión del Sensor ECT*

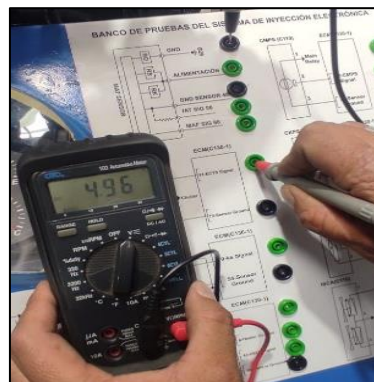


Entre las pruebas que se le realizan al sensor ECT podemos describir las siguientes. Medir su resistencia a diferentes temperaturas, verificar el voltaje de referencia y señal, inspeccionar visualmente los cables y conectores, y comparar las lecturas con la temperatura real del motor. 2.3 Sensor IAT.

En la figura 4 podemos observar el voltaje de referencia del sensor ECT.

**Figura 4**

*Prueba de Voltaje*



En la figura 5 podemos observar un cuadro del comportamiento del sensor a diferentes temperaturas de funcionamiento.

**Figura 5**

*Cuadro Comparativo del Sensor ECT*

TEMPERATURA	RESISTENCIA	TENSIÓN
0°C	5500 - 8000 Ω	3,8 - 4V
20°C	2200 - 3000 Ω	3 - 3,2V
30°C	1500 - 2000 Ω	2,2 - 3V
40°C	1000 - 1500 Ω	2 - 2,2V
50°C	700 - 1000 Ω	1,4 - 2V
60°C	520 - 700 Ω	1,2 - 1,4V
70°C	340 - 520 Ω	0,8 - 1,2V
80°C	280 - 340 Ω	0,6 - 0,8V
90°C	220 - 270 Ω	0,4 - 0,6V
100°C	180 - 210 Ω	0,3 - 0,1V

*Nota.* Reproducido de *Sensores - Termistor NTC en Aire* [Fotografía], por T. Carlos, 2017, [pinterest.cl \(https://www.pinterest.cl/pin/735634920354957234/\)](https://www.pinterest.cl/pin/735634920354957234/).

### **2.2.2 Sensor IAT.**

El sensor IAT (Intake Air Temperature) es el encargado de medir la temperatura del aire que entra al colector de admisión, con la finalidad de determinar la masa de aire que aspira hacia el motor. (INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ, 2020)

### **2.2.3 Sensor MAF.**

El sensor MAF (Mass Air Flow) es un componente del motor que mide la cantidad de aire que ingresa al sistema de admisión. Proporciona información importante a la unidad de control electrónico (ECM) para ajustar la cantidad de combustible inyectado, asegurando una mezcla adecuada de aire y combustible para un rendimiento óptimo del motor. (INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ, 2020)

En la figura 6 podemos observar el sensor MAF y EL sensor IAT que están montado en un solo cuerpo.

**Figura 6**

*Sensor MAF/IAT*

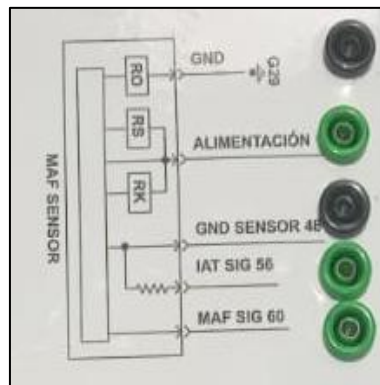


**2.2.3.1 Diagrama de conexión del sensor MAF/IAT y pruebas que se le realizan.**

En la figura 7 podemos observar el diagrama del sensor MAF/IAT que está compuesta por 5 cables, el primero está conectado directo a masa al chasis, el segundo es una alimentación de 12 voltios, el tercer cable está conectado al pin 48 de la ECM el cual lleva una señal de masa, el cuarto cable se conecta al pin 56 de la ECM el cual es el encargado de llevar la señal del sensor IAT y el ultimo cable está conectado al pin número 60 de la ECM el cual es el encargado de llevar la señal del sensor MAF.

**Figura 7**

*Diagrama de Conexión del Sensor MAF/IAT*

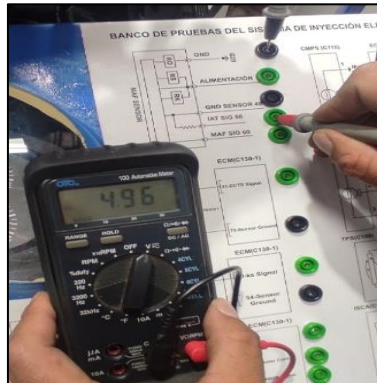


Entre las pruebas que se realizan al sensor MAF y al sensor IAT incluyen la medición de voltaje, la inspección visual de posibles daños, la comparación de lecturas a diferentes revoluciones del motor, en algunos casos, la limpieza para eliminar contaminantes que puedan afectar su rendimiento.

En la figura 8 podemos observar la prueba de voltaje que se realizó en nuestra maqueta, donde se puede comprobar los 5 voltios de referencia del sensor.

**Figura 8**

*Prueba de Voltaje del sensor MAF/IAT*



#### **2.2.4 Sensor CKP.**

El sensor CKP (Crankshaft Position Sensor), detecta la posición y velocidad de rotación del cigüeñal, proporcionando esta información a la unidad de control electrónico (ECM) para sincronizar la inyección de combustible y el encendido de las bujías. (AF themes., 2020)

**Figura 9**

*Sensor de Posición del Cigüeñal*

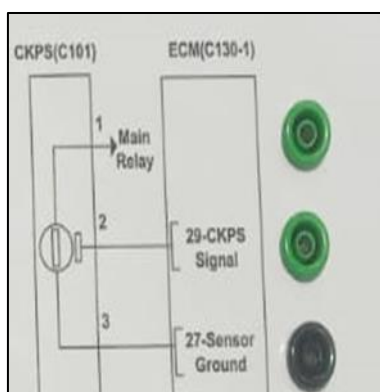


##### **2.2.4.1 Diagrama de conexión del sensor CKP y pruebas que se le realizan.**

En la figura 10 se puede visualizar el diagrama de conexión del sensor CKP con la ECM, donde se puede verificar que consta de tres cables el primero es una alimentación de 12 voltios provenientes del relé, el segundo va conectado a pin 29 de la ECM el cual es el encargado de llevar la señal del sensor y el tercer cable va conectado al pin 27 de la ECM la cual lleva un pulso negativo al sensor.

**Figura 10**

*Diagrama de conexión del Sensor CKP*

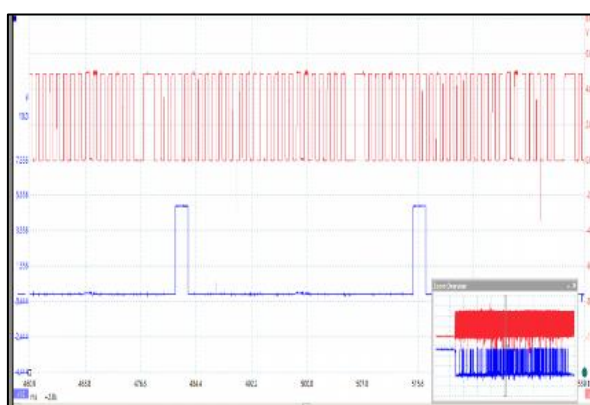


Una de las pruebas que podemos realizarle a este sensor es medir su resistencia con un multímetro la cual tiene que estar entre 2.7 kilo ohmios a infinita.

Con el ayuda de un osciloscopio se puede sacar la señal en forma de onda del sensor que al tratarse de un sensor de efecto Hall, nos mostrara una señal cuadrada como podemos ver en la figura 11 que se encuentra en la parte inferior, para realizar esta prueba se conecta de la siguiente forma el osciloscopio, el cable negro de este se conecta a tierra y el cable rojo se conecta al pin 29 de nuestra maqueta.

**Figura 11**

*Efecto Hall*



*Nota.* Forma de onda de efecto Hall. Reproducido de *Pico Technology* [Fotografía], por Steve Smith, 2020, Picoauto.com (<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-del-ciguenal-efecto-hall/>).

### 2.2.5 Sensor CMP

El sensor de posición del Árbol de levas se utiliza para determinar que cilindro dispara, para sincronizar la inyección de combustible y la secuencia de encendido de la bobina cuando comienza el ciclo de expansión

**Figura 12**

*Sensor de Posición del Árbol de Levas*

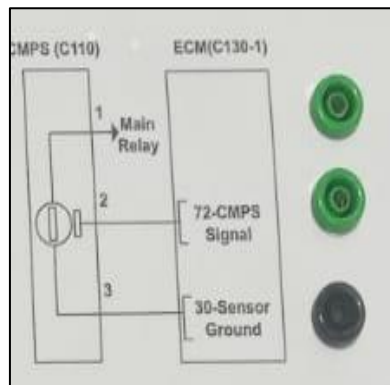


#### 2.2.5.1 Diagrama de conexión del sensor CMP y pruebas que se les realiza.

En la figura 13, tomada desde nuestra maqueta podemos observar el diagrama de conexión del Sensor CMP, el cual consta de 3 cables, el primero es una alimentación de 12 voltios provenientes del relé, el siguiente cable está conectado al pin 72 de la ECM el cual es el encargado de llevar la señal del sensor y por último encontramos el cable que está conectado al pin 30 de la ECM el cual lleva un pulso de masa.

**Figura 13**

*Diagrama de Conexión del Sensor CMP*



Entre las pruebas que podemos realizar a este sensor, al tratarse de un sensor de efecto hall, al igual que el sensor CKP se le puede medir su resistencia y se puede obtener con

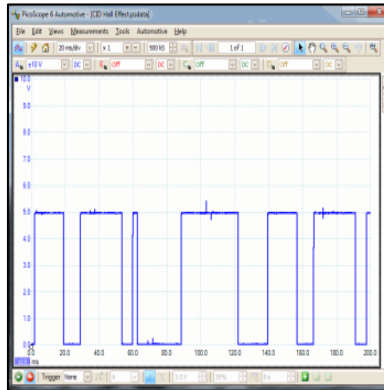


un osciloscopio la señal en forma de honda cuadrada, para lo cual se tiene que conectar el osciloscopio a masa y al pin 72 que es el encargado de enviar la señal.

En la figura 14 podemos ver un ejemplo del tipo de señal que nos ofrece este sensor cuando se encuentra en buen estado.

**Figura 14**

*Efecto Hall (5V)*



*Nota.* Reproducido de *Pico Technology* [Fotografía], por Ben Martins, 2020, Picoauto.com (<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-del-arbol-de-levas-efecto-hall/>).

### **2.2.6 Sensor TPS.**

Es el encargado de medir la posición a la cual se encuentra la mariposa de aceleración, elemento que se abre o se cierra, en función de la intensidad con la que se pisa el acelerador.

**Figura 15**

*Sensor de Posición del Acelerador*



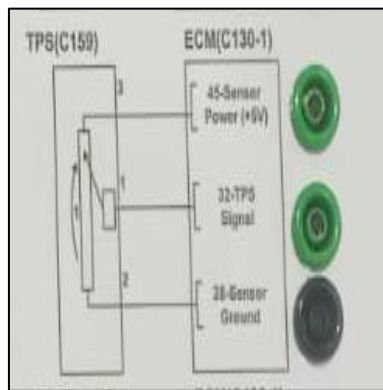
### 2.2.6.1 Diagrama de conexión del sensor TPS y pruebas que se le realizan.

En la figura 16 podemos observar el diagrama de conexión del Sensor TPS el cual consta de tres cables los cuales van conectados a la ECM de la siguiente manera.

El primer cable se conecta al pin 45 el cual es la alimentación de 5 voltios del sensor, el segundo cable se conecta al pin 32 el cual es el encargado de llevar la señal y el ultimo cable se conecta al pin 38 el cual lleva un pulso negativo al sensor.

**Figura 16**

*Diagrama de conexión del sensor TPS*



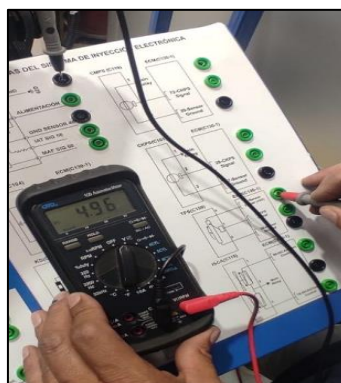
Entre las pruebas que se realizan al sensor TPS podemos enumerar, la comprobación de voltaje y señal, la prueba de rango en respuesta a los movimientos del acelerador, la inspección visual y la prueba de continuidad de cables y conectores.

En la figura 17, podemos ver la prueba de alimentación del sensor el cual consta con un voltaje de 4.96 voltios.

Este sensor en posición de ralentí mide cuando la mariposa está cerrada tiene un voltaje de 0.4 a 0.8 voltios y a máxima apertura tiene un voltaje de 4.8 a 5 voltios de señal.

**Figura 17**

*Prueba de alimentación Sensor TPS*



### 2.2.7 Sensor de Oxígeno

Conocida como sonda lambda mide la concentración de oxígeno en los gases de escape con la finalidad de determinar si la ECM está realizando una buena mezcla aire-combustible.

**Figura 18**

*Sensor de Oxígeno*



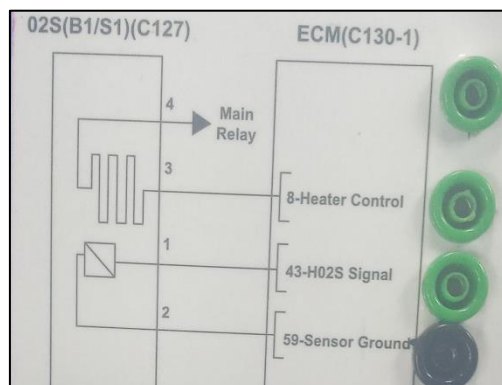
#### 2.2.7.1 Diagrama de conexión del sensor de Oxígeno y pruebas que se le realizan.

En la figura 19, se puede apreciar el diagrama de conexión del sensor de Oxígeno el cual consta de cuatro cables ya que este está provisto de un calefactor el cual le permite llegar a su temperatura de funcionamiento más rápido.

El pin de control del calefactor es el 8 el cual está conectado a la ECM, este calefactor posee una alimentación de 12 voltios provenientes de un relé, El pin 59 del a ECM es el encargado de mandar los pulsos de masa hacia el sensor y el pin 43 es el que lleva la señal del sensor a la ECM.

**Figura 19**

*Diagrama de Conexión del Sensor de Oxígeno*

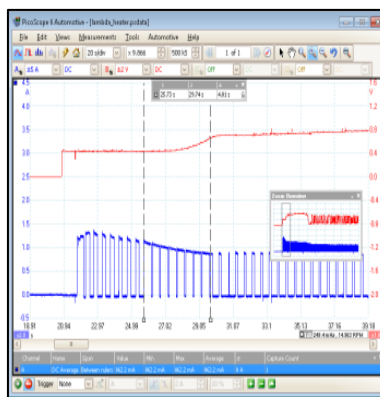


Entre las pruebas que se le realizan a este sensor podemos mencionar, la prueba de resistencia la cual tiene que estar dentro de los rangos especificados por el fabricante, prueba de alimentación.

Otra prueba que se puede realizar al sensor de oxígeno con un osciloscopio, es comprobar que la onda de señal trabaje en el rango de 0 a 1 voltio, en la figura 20 podemos visualizar un ejemplo de la forma de onda que ofrece un sensor en buen estado.

**Figura 20**

*Señal del sensor de Oxígeno*



*Nota.* Reproducido de *Pico Technology* [Fotografía], por Philip Rutt, 2020, Picoauto.com (<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-lambda-sensor-de-oxigeno/>).

### **2.2.8 Sensor de Golpeteo.**

El Sensor de Golpeteo detecta las vibraciones y golpeteos anormales dentro de la cámara de combustión. Monitorea las señales de golpeteo y envía información a la unidad de control electrónico (ECM) para que ajuste el encendido y la mezcla de combustible, evitando daños en el motor causados por el picado o detonación incontrolada.

## Figura 21

### *Sensor de Golpeteo*

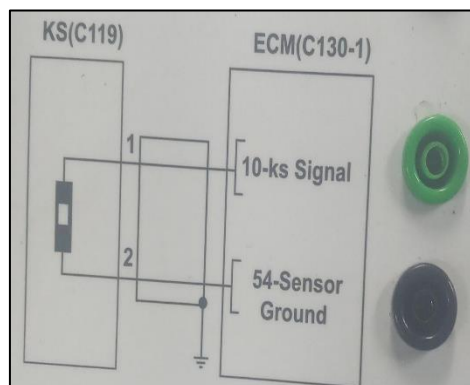


#### 2.2.8.1 Diagrama de conexión del sensor de golpeteo y pruebas que se le realizan.

En la figura 22 podemos observar el diagrama de conexión del sensor de detonación el cual consta de dos cables los cuales están conectados a la ECM, el primer cable está conectado al pin 10 que es el encargado de llevar la señal del sensor el siguiente cable está conectado al pin 54 el cual nos da masa para el sensor, en la figura también se puede apreciar un cable de protección que está conectado a tierra.

## Figura 22

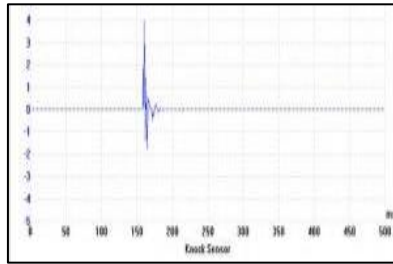
### *Diagrama de Conexión del Sensor de Golpeteo*



Entre las principales pruebas que podemos realizar a este sensor encontramos la prueba de resistencia la cual tiene que estar en un valor de 5 mega ohmios, también podemos utilizar un multímetro o un osciloscopio para revisar el voltaje que nos ofrece el sensor cuando detecta la detonación en el cilindro. En la figura 23 que se encuentra en la parte inferior podemos ver un ejemplo de la señal que ofrece este sensor en un osciloscopio cuando detecta una detonación.

## Figura 23

### *Señal del sensor de golpeteo*



*Nota.* Reproducido de *Pico Technology* [Fotografía], por Barney Donohew, 2020, Picoauto.com (<https://www.picoauto.com/library/automotive-guided-tests/knock-sensor/>).

Gracias a la implementación de los sensores descritos en la parte de arriba la inyección electrónica obtiene muchas ventajas de eficiencia sobre la inyección mecánica, y estas ventajas unidas a la creciente necesidad delimitar la contaminación, son la razón de que la inyección electrónica se impusiera a la mecánica hace ya varias décadas.

Un banco de pruebas es una herramienta de diagnóstico y ajuste que se utiliza para probar y simular el rendimiento de los componentes electrónicos de un sistema de inyección electrónica de combustible de un vehículo.

Con un banco de pruebas, los estudiantes pueden realizar pruebas en tiempo real y evaluar el funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica, como el sensor de oxígeno, el sensor de temperatura del aire, el sensor de presión del combustible, los inyectores de combustible, la bomba de combustible, la válvula reguladora de presión de combustible y la unidad de control del motor (ECU).

Los resultados de las pruebas realizadas en el banco de pruebas pueden ayudar a los estudiantes a identificar y solucionar problemas en el sistema de inyección electrónica de combustible de una manera más fácil, así como a realizar ajustes y calibraciones para mejorar el rendimiento y la eficiencia del motor del vehículo.

El tablero que vamos a implementar contiene todos los sensores mencionados anteriormente, lo cual, se puede diagnosticar y elaborar comprobaciones directas con el osciloscopio en cada uno de ellos, siendo así, una manera más útil de enseñanza donde se puede tomar un punto de referencia dentro del sistema de inyección, contando así con mayor fiabilidad en detectar puntos de falla del motor o al momento de encender o a la circular.

### **3. Objetivo General**

Construir un Banco de Pruebas para el sistema de inyección electrónico del motor Hyundai Tucson 2.0L, donde la población académica disponga de una herramienta práctica, para mejorar sus habilidades y técnicas en el diagnóstico de sensores y actuadores automotrices.

### **4. Objetivos Específicos**

- Identificar el estado actual de los elementos del sistema de inyección y verificar su operatividad
- Reparar conexiones, cableado y sensores para que el sistema este totalmente operativo
- Diseñar y construir la estructura de un banco de pruebas de un motor de combustión interna
- Realizar las conexiones y comprobaciones de los sensores y actuadores del sistema de control electrónico.
- Brindar a la población académica una herramienta que ayude en su formación profesional.

### **5. Procedimientos y herramientas**

Para la construcción del banco de pruebas, tenemos que considerar el tipo de motor el número de sensores y actuadores con el cual está provisto, para de ahí partir con el diseño y estructura del mismo.

**Tabla 1**

*Cronograma establecido para la elaboración del proyecto*

Procedimiento	Herramientas
Identificar el estado actual de los elementos del sistema de inyección y verificar su operatividad	-Multímetro -Osciloscopio -Lámpara de pruebas
Readecuación del ramal Eléctrico	-Cables nuevos -Cinta de tela -Cinta termo fundente -Alicate -Corta cables -Conectores eléctricos
Elaboración de la estructura de la maqueta didáctica	-Tubo galvanizado cuadrado -Remaches -Soldadora -Bisagras -Pintura Escuadra
Implementación del panel de control donde se recibirá la señal de los sensores	-Plus hembra -Papel adhesivo -Plus macho

### **5.1 Inspección Visual y Comprobación del Ramal Eléctrico.**

El objetivo principal de realizar un enfoque global de las conexiones es detectar, reparar y mejorar el sistema eléctrico deteriorado.

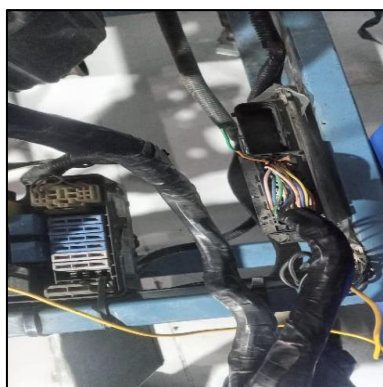


Se analizarán las principales causas de fallas en el ramal eléctrico, se identificarán los componentes críticos y se aplicarán métodos y técnicas para optimizar la funcionalidad del sistema eléctrico del motor Hyundai Tucson.

Un ramal eléctrico en mal estado puede generar problemas como cortocircuitos, fallas en los sistemas de seguridad, funcionamiento irregular de los dispositivos y afectar negativamente el rendimiento del motor. Por lo tanto, la lectura del ramal eléctrico no solo busca resolver los problemas actuales, sino también prevenir futuras fallas y garantizar la seguridad y confiabilidad del vehículo.

**Figura 24**

*Ramal eléctrico*



Luego de realizar las pruebas se pudo verificar la falta de alimentación en el circuito de los sensores TPS y el MAF, esta falta de señal puede ser una de las principales fallas por las que el motor presentaba un ralenti inestable al momento de su funcionamiento.

Otro fallo que se pudo detectar fue en el cableado que alimenta el ventilador del sistema de enfriamiento del vehículo, dado que después que el motor alcanzo su temperatura de funcionamiento el ventilador no accionaba, inmediatamente se verifico las conexiones y se pudo comprobar que no le llegaba alimentación al mismo.

## **5.2 Readecuación del Ramal eléctrico**

Antes de realizar la readecuación del ramal eléctrico primero se procedió a realizar el seguimiento de las señales que alimentaban a cada uno de los sensores y actuadores, para lo cual, se utilizó el diagrama eléctrico del vehiculó, y con la utilización de herramientas específicas para el diagnóstico se fue comprobando la continuidad que existía entre el cable que salida de la ECU y el cable que llegaba al Sensor/Actuador, de esta manera se pudo verificar si el cableado se encontraba en buen estado.

**Figura 25**

*Revisión de cableado eléctrico*

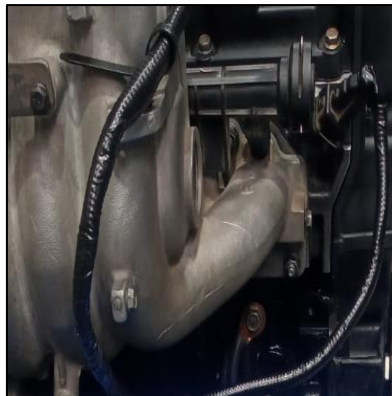


Después de haber realizado las comprobaciones del ramal eléctrico y apoyándonos en el diagrama de conexión del sistema de inyección, se pudo comprobar que las señales de llegada hacia los actuadores estaban mal instaladas ya que no les estaba llegando el pulso correcto para su activación.

Una vez determinado todos los fallos que se encontraron en el cableado se procedió a realizar la correcta instalación, enviando la señal correcta de activación a cada actuador/sensor, para después realizar el aislamiento de los mismos, lo cual, se utilizó cinta termo fundente para cubrir las conexiones de una manera más eficiente, además se utilizó manguera corrugada para proteger el ramal de la humedad.

**Figura 26**

*Aislamiento de Cableado*



### **5.3 Readecuación del Cableado del OBDII**

Otro problema muy importante que encontramos al momento de realizar la inspección visual, fue la falta de comunicación que existía entre el sistema de Diagnóstico Abordo y la ECU del motor, para lo cual se procedió a realizar las lecturas de las señales del CAN HI y el CAN LOW para comprobar que existía la salida de las señales buscadas desde la ECM, para realizar este diagnóstico se utilizó un osciloscopio, gracias a esta herramienta

se pudo comprobar que la ECM si manda las señales buscadas, como se puede visualizar en la figura 11.

**Figura 27**

*Señal CAN*



Seguidamente se procedió a realizar el arreglo de las conexiones del sistema OBDII, para proceder a escanear para verificar que códigos de falla nos brindaba el mismo.

#### **5.4 Elaboración de la Estructura de la Maqueta Didáctica**

Ya que el motor en estudio, ya contaba con una estructura metálica lo que se realizó fue tomar medidas con un flexómetro para adaptar de una mejor manera, el panel donde va a estar implementado los pluses de conexión rápida del banco de pruebas.

El panel de control se lo realizo con tubo cuadrado galvanizado, y se lo forro con latón de tres milímetros, para realizar esta estructura se utilizó una soldadora eléctrica y electrodos, obteniendo como resultado el panel que se puede apreciar en las fotos inferiores.

**Figura 28**

*Estructura Metálica*



**Figura 29**

*Estructura Metálica culminada*



### **5.5 Implementación del Panel de Control.**

El primer paso que se realizó para la implementación del panel de control fue la adaptación del panel de instrumentos en la parte superior de la estructura donde va a estar instalado el panel de control de nuestro banco de pruebas.

**Figura 30**

*Panel de Instrumentos*



El cual se lo fijo con masilla plástica para que quede firme en la base de la estructura.

Continuando con el proceso de implementación del panel de control se procedió a fijar la ECU en la parte interior de la estructura, la cual se fijó con unos pernos, consiguiendo de esta manera que quede fija y protegida contra el polvo y contra cualquier manipulación que le pueda causar algún daño.

**Figura 31**

*Cubrimiento de la Computadora*



A continuación, se procedió a realizar las perforaciones en la tapa del panel de control, donde van a estar ubicados los pines de fácil conexión, los cuales van a ser los encargados de llevar la información de los sensores y actuadores hacia el instrumento de comprobación.

**Figura 32**

*Tablero*

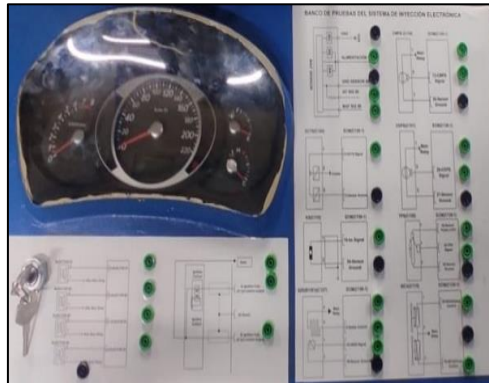


Aquí con la ayuda de un osciloscopio podrán verificar las señales que cada sensor emite para el buen funcionamiento del motor, ya que estos sensores son los encargados de recolectar información del motor para que la ECU sincronice el encendido del motor por medio de los actuadores.

En la figura inferior podemos visualizar el panel de control ya terminado con sus respectivos pluses de fácil conexión y con los diagramas de conexión correspondientes a cada sensor/actuador, los cuales van a ser de mucha ayuda para una mejor comprensión de su funcionamiento.

**Figura 33**

*Tablero de Control Terminado*



## **6 Resultados y Conclusiones**

Como resultado de este proyecto, se obtuvo un banco de prueba didáctico que ayuda al diagnóstico eficaz de los sensores y actuadores presentes en el motor. El desarrollo de esta maqueta busca entregar a la población académica, una herramienta práctica que les permita mejorar sus habilidades técnicas en el diagnóstico de sistemas electrónicos automotrices.

Este proyecto tiene como objetivo principal mejorar la formación de los estudiantes, brindándoles una manera de aprendizaje interactiva. La maqueta diseñada ofrece una alternativa eficiente para adquirir experiencia práctica en el diagnóstico del sistema de inyección, evitando el desgaste innecesario de los cables del ramal eléctrico.

Como conclusión, aseguramos que este proyecto contribuirá significativamente al desarrollo de competencias técnicas y conocimientos especializados en el campo automotriz, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos y exigencias de la industria en constante evolución.

## 7 Listado de referencias

COLOMBIA, C. (2015, julio 22). Evolución de los sistemas de inyección de combustible.

*Revista Autocrash*. <https://www.revistaautocrash.com/evolucion-de-los-sistemas-de-inyeccion-de-combustible/>

*¿Qué es el TPS? - Glosario de mecánica | Hello Auto*. (s. f.). Recuperado 1 de abril de 2023, de <https://helloauto.com/glosario/TPS>

*Sensor IAT | Qué es y cuál es su función | FlexFuel*. (2022, febrero 4). Flexfuel España · Descarbonización de motores. <https://www.flexfuel-company.es/sensor-iat/>

*BANCO DE PRUEBAS - Definición—Significado*. (s. f.). Recuperado 1 de abril de 2023, de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/banco-de-pruebas-definicion-significado/gmx-niv15-con193089.htm>

*ECU: ¿Qué es la Unidad de control de motor? - Autofact*. (s. f.). Recuperado 1 de abril de 2023, de <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/mantenion/ecu>