



Facultad de Ciencia y Tecnología  
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Transformación de un Sistema de Alimentación de Combustible con  
Carburador por un Sistema de Inyección Electrónica en un Motor 200 CC

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

Autores:

Jorge Darío Álvarez Álvarez

Juan Luis Álvarez Peralta

Director

Ing. Thelmo Fernando Guerrero Palacios

Cuenca – Ecuador

2023

### Resumen:

Este documento es un informe técnico correspondiente al proceso de transformación de un sistema de alimentación de combustible con carburador por un sistema de inyección electrónica en un motor 200 CC. La alimentación con inyección electrónica tiene las siguientes bondades: mezcla aire-gasolina ajustada al valor nominal en función de sensores electrónicos, para conseguir mayores prestaciones en potencia y torque del motor, a su vez se mejora el rendimiento útil y se reducen las emisiones.

El proceso de trabajo consistió en retirar el sistema de carburador y analizar las peculiaridades de los componentes de sistemas de inyección para motores de similares cilindradas, se seleccionó el sistema de un motor IGM modelo GTI debido a que las características de cilindrada y dimensionamiento de sus partes permiten adaptarlas al motor AXXO.

Se ejecutaron los procesos mecánicos para acoplar los componentes, instalarlos eléctricamente, calibrar y probar, para encontrar las mejores prestaciones.

**Palabras clave:** carburador, eficiencia, inyección electrónica, sensores, transformación

### Abstract:

This document is a technical report corresponding to the transformation process from a carburetor fuel supply system to an electronic injection system in a 200 CC engine. Feeding through electronic injection has the following benefits: air-gasoline mixture adjusted to the nominal value based on electronic sensors, to achieve greater performance in power and engine torque. Additionally, the performance was improved and emissions were reduced. The work process consisted of removing the carburetor system and analyzing the peculiarities of the components of injection systems for engines of similar displacements. The system of an IGM GTI model engine was selected because the characteristics of displacement and sizing of its parts allowed them to be adapted to the AXXO motor. The mechanical processes were executed to couple the components, install them electrically, and calibrate and test, them to find the best benefits.

**Keywords:** carburetor, efficiency, injection electronic, sensors, transformation



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 figuras .....  | iv |
| 1. Introducción.....   | 1  |
| 2. Marco teórico.....  | 2  |
| 2.1 Carburador .....   | 3  |
| 2.1.1 Partes del carburador .....  | 3  |
| 2.1.2 Ventajas del carburador .....  | 4  |
| 2.1.3 Desventajas del carburador.....  | 5  |
| 2.2 Sistema de inyección electrónica de combustible .....                    | 5  |
| 2.2.1 Funcionamiento del sistema de inyección electrónica .....              | 6  |
| 2.2.2 Componentes clave del sistema de inyección electrónica .....           | 6  |
| 2.2.2.1 Unidad de control electrónica (ECU).....                             | 7  |
| 2.2.2.2 Sensor de flujo de aire.....   | 7  |
| 2.2.2.3 Sensor de temperatura del motor.....                                 | 8  |
| 2.2.2.4 Sensor de posición de la mariposa de aceleración .....               | 8  |
| 2.2.2.5 Inyectores de combustible .....                                      | 9  |
| 2.2.3 Ventajas de la inyección electrónica .....                             | 10 |
| 3. Objetivo general .....  | 10 |
| 4. Objetivos específicos .....   | 10 |
| 5. Procedimientos y herramientas.....  | 10 |
| 5.1 Selección del motor para el proyecto .....                               | 10 |
| 5.2 Acoplamiento de partes y piezas para la transformación del sistema. .... | 11 |
| 5.2.1 Sustitución del magneto.....   | 11 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 5.2.2 | Modificación de la base para el tubo de admisión en el cabezote ..... | 12 |
| 5.2.3 | Construcción del escape para el sensor de oxígeno.....                | 13 |
| 5.3   | Instalación de los sensores y actuadores.....                         | 13 |
| 5.3.1 | Ramal eléctrico .....   | 13 |
| 5.3.2 | Instalación del sensor MAF .....                                      | 14 |
| 5.3.3 | Instalación del sensor TPS.....                                       | 14 |
| 5.3.4 | Instalación del sensor de oxígeno.....                                | 14 |
| 5.3.5 | Instalación sensor de temperatura del motor .....                     | 15 |
| 5.3.6 | Instalación del inyector de combustible .....                         | 15 |
| 5.3.7 | Bomba de combustible .....  | 16 |
| 5.3.8 | Instalación del sensor de posición del cigüeñal.....                  | 16 |
| 5.3.9 | Instalación de la unidad de control (ECU) .....                       | 17 |
| 5.4   | Construcción de los soportes para el motor .....                      | 17 |
| 6.    | Resultados y conclusiones .....                                       | 18 |
| 7.    | Lista de referencias .....  | 20 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Carburador .....                                  | 3  |
| <b>Figura 2</b> Partes del carburador.....                        | 4  |
| <b>Figura 3</b> Proceso de inyección electrónica .....            | 6  |
| <b>Figura 4</b> Unidad de control electrónica .....               | 7  |
| <b>Figura 5</b> Sensor MAF .....                                  | 8  |
| <b>Figura 6</b> Sensor ECT .....                                  | 8  |
| <b>Figura 7</b> Sensor TPS.....                                   | 9  |
| <b>Figura 8</b> Inyector de combustible .....                     | 9  |
| <b>Figura 9</b> Motor 200cc palillos .....                        | 11 |
| <b>Figura 10</b> Magneto no compatible.....                       | 11 |
| <b>Figura 11</b> Magneto compatible.....                          | 12 |
| <b>Figura 12</b> Modificación entrada de admisión .....           | 12 |
| <b>Figura 13</b> Acople sistema de admisión.....                  | 12 |
| <b>Figura 14</b> Construcción del tubo de escape .....            | 13 |
| <b>Figura 15</b> Ramal eléctrico con sus sockets.....             | 13 |
| <b>Figura 16</b> Sensor MAF usado en el proyecto .....            | 14 |
| <b>Figura 17</b> Sensor TPS usado en el proyecto .....            | 14 |
| <b>Figura 18</b> Sensor de oxígeno usado en el proyecto .....     | 15 |
| <b>Figura 19</b> Sensor de temperatura usado en el proyecto ..... | 15 |
| <b>Figura 20</b> Inyector usado en el proyecto .....              | 16 |
| <b>Figura 21</b> Bomba de combustible.....                        | 16 |
| <b>Figura 22</b> Sensor CKP usado en el proyecto .....            | 17 |
| <b>Figura 23</b> ECU empleada en el proyecto.....                 | 17 |
| <b>Figura 24</b> Soportes para el motor .....                     | 18 |
| <b>Figura 25</b> Datos en vivo del scanner .....                  | 18 |

**Figura 26** Tablero de instrumentos con el Check Engine apagado ..... 19

## **1. Introducción**

En el funcionamiento de las motocicletas, los sistemas de suministro de combustible juegan un papel crucial al proporcionar el combustible necesario para el motor. Su principal función es mezclar adecuadamente el combustible con el aire y entregar esta mezcla de manera eficiente al motor. En general, hay dos tipos principales de sistemas de suministro de combustible en motocicletas: carburadores y sistemas de inyección electrónica. Aunque los carburadores son menos complejos, están siendo reemplazados gradualmente por los sistemas de inyección electrónica debido a su capacidad para mejorar la eficiencia del motor y reducir las emisiones contaminantes.

Este proyecto contribuye a mejorar las características de funcionamiento, como la combustión, optimizando el consumo de combustible y reduciendo las emisiones contaminantes del escape a través de un control sistemático de las condiciones de operación del motor de la motocicleta.

El proyecto permitirá elevar el nivel tecnológico en la ciudad y la región al demostrar la factibilidad de implementar la transformación propuesta, utilizando los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica Automotriz.

## 2. Marco teórico

Los sistemas de alimentación con carburador al no incorporar sensores para controlar los diferentes parámetros de funcionamiento del motor Otto permiten que la potencia y rendimiento sean diezmados en comparación con un motor con sistema de inyección, sin embargo, la mayor diferencia se presenta cuando la motocicleta no está en marcha. Los carburadores tienen una cuba en el que reposa el combustible, y es propenso a evaporarse, contaminando el aire. Los sistemas de inyección de combustible están esencialmente sellados, evitándose este tipo de contaminación con la motocicleta en reposo.

El otro problema es que los carburadores son imprecisos, debido a que no se ajustan rápidamente ya que operan de manera mecánica, mientras que el sistema de alimentación con inyección electrónica de gasolina, el cálculo y la consecución de una mezcla estequiométrica que se ajuste al valor teórico y científico (14,7:1) es mucho más preciso.

Es esta situación la que ha propiciado que cada vez más compañías de vehículos de dos ruedas están considerando la inyección de combustible como una opción en sus motocicletas.

La inyección de combustible se ha generalizado en los vehículos en serie luego de la década consiguiente a 1980.

La teoría demostrada científicamente manifiesta que la mezcla aire-gasolina debe estar ajustada alrededor de 14.7 partes de aire por una parte de combustible. Esta es la banda donde se encuentra el máximo rendimiento con mayor eficiencia.

Cuando la cantidad de combustible y aire está en el lado más alto (es decir, menor a 14,7:1), entonces es una mezcla rica y tendrá sus repercusiones negativas en el funcionamiento del motor Otto; igualmente cuando los valores superan la cifra de 14,7:1, se presentarán defectos de combustión propios para mezclas pobres.

Todas estas molestias se resuelven con la incorporación de una unidad de inyección de combustible electrónica (ECU) que se retroalimenta con la información de sensores como: tps, maf, sonda lambda, válvula de ralentí, sensor de temperatura de aire, sensor de presión de aire etc. La ECU con su software podrá calcular en base a mapas de operación la cantidad de combustible requerido, para cada una de las condiciones de operación y en función de la diversidad de sensores que se incorporen, así los sistemas



que dispongan de más sensores serán mucho más exactos para optimizar la relación aire-combustible.

## 2.1 Carburador

Como se puede ver en la Figura 1 el carburador es una parte esencial del motor que se encarga de mezclar el aire y la gasolina antes de que ingresen a la cámara de combustión. Su objetivo principal es lograr la mejor mezcla posible para obtener una combustión óptima.

La mezcla ideal que busca el carburador es de 14.7 partes de aire por cada parte de gasolina, conocida como relación estequiométrica. Si esta relación se altera, se obtienen dos resultados: una mezcla pobre, cuando hay más aire y menos gasolina, y una mezcla rica, cuando ocurre lo contrario (Buendia, 2018).

**Figura 1**

*Carburador*



Nota. En la imagen se presenta un carburador de motocicleta convencional. Reproducido de Tipos de Carburadores en Motos [Fotografía], por M. Nadaf, 2022, cloudfront.net (<https://d3ekkp2oigezer.cloudfront.net/business/7310/blogs/6822/images/carbu%20xr250.JPG>)

### 2.1.1 Partes del carburador

Como se aprecia en la Figura 2 el carburador está compuesto por varias partes. Tiene una entrada de aire en la parte superior por donde ingresa el aire, y en la mitad cuenta con una entrada de gasolina que se almacena en un contenedor separado. Este contenedor funciona con un flotador que regula la entrada de combustible al abrir y cerrar una válvula según el nivel de gasolina.

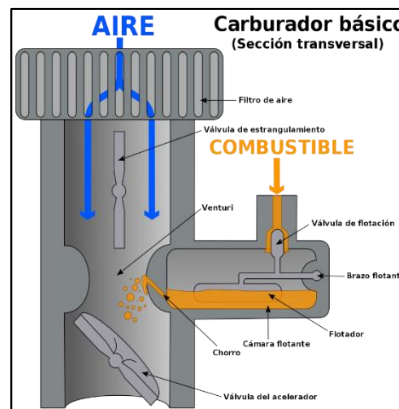
El combustible se vierte en el carburador, donde se encuentra una estructura llamada Venturi en su parte central. Esta estructura modifica la presión del aire para succionarlo hacia la cámara de combustión.

El carburador también incluye dos válvulas importantes. La primera es la válvula de estrangulamiento, que regula la cantidad de aire que ingresa al Venturi. La segunda es la válvula del acelerador, controlada desde el pedal del acelerador, que regula la cantidad de mezcla que ingresa a la cámara de combustión.

Aunque los carburadores son menos complejos que los sistemas de inyección electrónica, suelen ser menos precisos en la entrega de combustible debido a que no se ajustan rápidamente por su operación mecánica y pueden tener dificultades para adaptarse a diferentes condiciones de conducción (Buendía, 2018).

**Figura 2**

*Partes del carburador*



Nota. Esta imagen muestra una representación grafica de un carburador convencional seccionado. Reproducido de Carburador básico (sección transversal) [Fotografía], por R.

Buendía, 2018, [img.remediosdigitales.com](http://img.remediosdigitales.com)

([https://img.remediosdigitales.com/197aea/carburadores-08/1366\\_2000.jpg](https://img.remediosdigitales.com/197aea/carburadores-08/1366_2000.jpg))

### 2.1.2 Ventajas del carburador

Según Inyección o carburación (2023) las ventajas del sistema de alimentación a carburador son las siguientes:

- Costo: Los carburadores son generalmente más económicos en comparación con los sistemas de inyección de combustible, lo que los hace atractivos desde el punto de vista económico.
- Reparación y mantenimiento: Los carburadores son relativamente más fáciles de

reparar y mantener, ya que su diseño es más simple y menos complejo en comparación con los sistemas de inyección de combustible.

- Adaptabilidad: Los carburadores son más fáciles de ajustar y modificar para adaptarse a diferentes condiciones de manejo o requisitos de rendimiento.

### **2.1.3 Desventajas del carburador**

Según Inyección o carburación (2023) las desventajas del sistema de alimentación a carburador son las siguientes:

- Eficiencia de combustible: Los carburadores tienden a ser menos eficientes en cuanto al consumo de combustible en comparación con los sistemas de inyección de combustible más modernos. Pueden proporcionar mezclas de combustible menos precisas y pueden desperdiciar algo de combustible.
- Control de emisiones: Los carburadores son menos eficientes en el control de emisiones de escape, lo que puede llevar a una mayor contaminación del aire y a una menor conformidad con los estándares ambientales.
- Respuesta al acelerador: Los carburadores pueden presentar una respuesta más lenta al accionar el acelerador en comparación con los sistemas de inyección de combustible, lo que puede afectar la capacidad de respuesta del motor.
- Ajuste de altitud: Los carburadores pueden requerir ajustes manuales cuando se conducen a diferentes altitudes, ya que la densidad del aire varía y puede afectar la mezcla aire-combustible.

## **2.2 Sistema de inyección electrónica de combustible**

Sistema de inyección electrónica es un sistema de control de combustible utilizado en los motores de automóviles modernos para administrar la cantidad de combustible que se inyecta en los cilindros del motor. El objetivo principal de este sistema es proporcionar la cantidad adecuada de combustible en el momento preciso para lograr una combustión eficiente y reducir las emisiones contaminantes.

Además, los sistemas de inyección electrónica pueden adaptarse automáticamente a diferentes condiciones de conducción, altitudes y cargas del motor, lo que contribuye a un funcionamiento óptimo en diversas situaciones. Esta situación es la que ha propiciado que cada vez más compañías de vehículos de dos ruedas están considerando a la inyección de combustible como una opción viable en sus

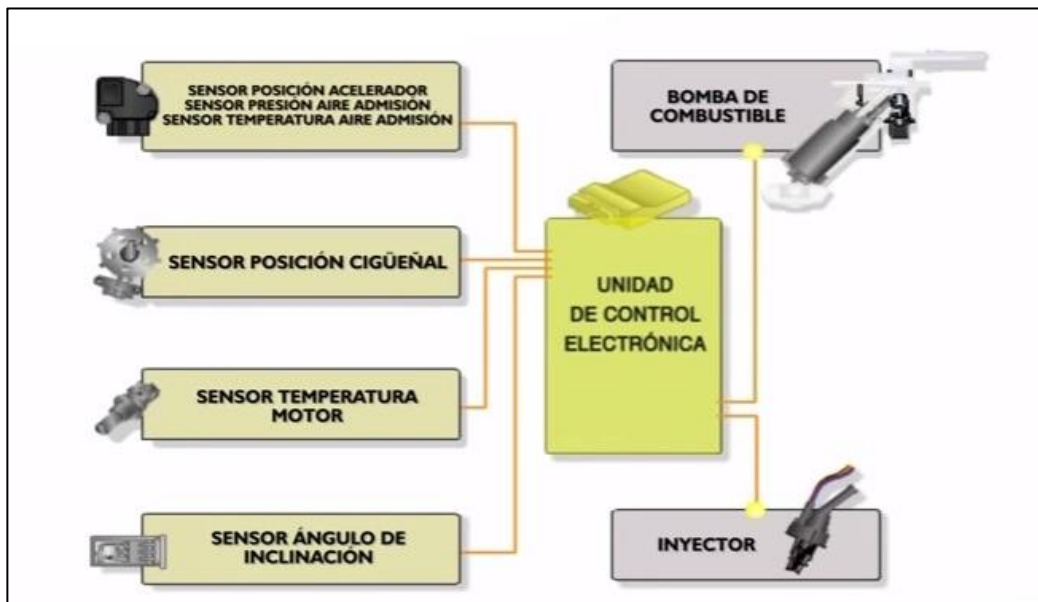
motocicletas (Donaire, 2021).

### 2.2.1 Funcionamiento del sistema de inyección electrónica

Los sistemas de inyección electrónica como se aprecia en la Figura 3, utilizan sensores y actuadores controlados electrónicamente para administrar la cantidad de combustible necesaria al motor. Estos sistemas son capaces de medir diversos parámetros al mismo tiempo, como la presión de admisión, la temperatura del aire y el ángulo del acelerador, entre otros, para determinar la cantidad precisa de combustible necesaria en cada momento, haciendo que el proceso sea eficiente y rápido (Sistema EFI, 2023).

**Figura 3**

*Proceso de inyección electrónica*



Nota. En esta imagen podemos apreciar los distintos componentes del sistema de inyección electrónica. Reproducido de Sensores [Fotografía], por Sabes Cómo Funciona el Sistema de Inyección Electrónica en tu Moto, 2017, REVISTAMOTO.com  
([https://revistamoto.com/wp\\_rm/wp-content/uploads/2017/07/Screenshot\\_48.jpg](https://revistamoto.com/wp_rm/wp-content/uploads/2017/07/Screenshot_48.jpg))

### 2.2.2 Componentes clave del sistema de inyección electrónica

El funcionamiento básico del sistema de inyección electrónica implica varios componentes clave como:

- La unidad de control (ECU)
- Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)

- Sensor de flujo de masa de aire (MAF)
- Sensor de temperatura del motor (Trompo)
- Sensor de oxígeno (Sonda Lambda)
- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- Bomba de gasolina
- Inyector de combustible

#### 2.2.2.1 Unidad de control electrónica (ECU)

Como se aprecia en la Figura 4, la ECU es el cerebro del sistema de inyección electrónica. Recopila información de los sensores, procesa los datos y envía señales a los inyectores para controlar la cantidad de combustible inyectado.

**Figura 4**

*Unidad de control electrónica*



Nota. En la imagen se puede observar una unidad de control electrónica (ECU) de una motocicleta, modelo GTI de 200cc.

#### 2.2.2.2 Sensor de flujo de aire

Como se puede ver en la Figura 5 el sensor de flujo de aire (MAF), mide la cantidad de aire que entra al motor y envía esta información a la unidad de control electrónico ECU.

**Figura 5**  
*Sensor MAF*



Nota. En la ilustración se aprecia el sensor de flujo de aire de una motocicleta GTI 200cc

### **2.2.2.3 Sensor de temperatura del motor**

Como se puede ver en la Figura 6 el sensor de temperatura del motor (ECT), mide la temperatura del motor envía este dato a la ECU y esta realiza los cálculos y ajusta la mezcla de combustible para diferentes condiciones de funcionamiento.

**Figura 6**  
*Sensor ECT*



Nota. En esta imagen, se puede observar el sensor de temperatura que se utiliza en la maqueta.

### **2.2.2.4 Sensor de posición de la mariposa de aceleración**

Como se aprecia en la Figura 7 el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS), mide la posición del pedal del acelerador y envía esta información a la ECU, que la utiliza para determinar la cantidad de combustible que debe ser inyectada.

**Figura 7**

*Sensor TPS*



Nota. En esta imagen se puede apreciar claramente un sensor de posición de mariposa utilizado en la maqueta

#### **2.2.2.5 Inyectores de combustible**

Como se aprecia en la Figura 8 un inyector es una válvula electromagnética que se abre y cierra para permitir que el combustible sea inyectado en los cilindros del motor en forma de pulverización fina. La ECU controla el tiempo y la duración de la inyección de combustible en función de las señales de los sensores.

**Figura 8**

*Inyector de combustible*



Nota. En la imagen se puede apreciar claramente el inyector de combustible utilizado en la maqueta de una motocicleta GTI de 200cc.

### **2.2.3 Ventajas de la inyección electrónica**

El sistema de inyección electrónica ofrece varias ventajas sobre los sistemas de carburador convencionales, como una mejor economía de combustible, una respuesta más rápida del motor, una reducción en las emisiones contaminantes y una capacidad de ajuste automático para diferentes condiciones de funcionamiento. Además, al ser un sistema controlado electrónicamente, puede integrarse con otros sistemas de gestión del motor, como el control de tracción y el control de estabilidad, para mejorar aún más el rendimiento y la seguridad del vehículo (Losada, 2021).

### **3. Objetivo general**

Transformar un sistema de alimentación de combustible con carburador por un sistema de inyección electrónica en un motor 200cc.

### **4. Objetivos específicos**

- Investigar información sobre sistemas de inyección aplicable a un motor de motocicleta 200 cc.
- Seleccionar e instalar el sistema de inyección electrónica aplicada al motor 200 cc.
- Construir los soportes de los sensores de: oxígeno, temperatura etc.
- Construir el sistema eléctrico que comunique a la unidad de control electrónico (E.C.U.) con los sensores y actuadores.
- Instalación de un depósito de combustible y acoplar la bomba en el mismo para que la presión del combustible se realice con eficacia en el sistema.
- Implementar todo el sistema de inyección electrónica en el motor 200 cc y realizar las pruebas mecánicas.

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

#### **5.1 Selección del motor para el proyecto**

Como se puede apreciar en la figura 9, se eligió un motor marca Axxo CGB de 200 cc (a palillos) para el sistema de transformación debido a su popularidad y características a constructivas. Se consideraron opciones y se valoró la cilindrada y el tipo de motor más común en el entorno, además se puede constatar que en el mercado ecuatoriano existen motores de similares cilindradas que están equipados con sistemas de inyección electrónica, esto facilitará la selección de componentes.



**Figura 9**

*Motor 200cc palillos*



## **5.2 Acoplamiento de partes y piezas para la transformación del sistema.**

El análisis de compatibilidad de partes y piezas para el sistema de admisión y encendido implica verificar el diámetro del tubo de admisión, la posición del inyector y la ubicación correcta del sensor de posición del cigüeñal (CKP). Estos elementos son fundamentales para garantizar un funcionamiento adecuado y eficiente del motor.

### **5.2.1 Sustitución del magneto**

Como se puede apreciar en la figura 10 y figura 11, se lleva a cabo la sustitución del magneto por otro que se adapta al sistema a implementarse, y esté da la correcta información a la ECU de la posición exacta en la que se encuentra el pistón.

**Figura 10**

*Magneto no compatible*



**Figura 11**

*Magneto compatible*



### **5.2.2 Modificación de la base para el tubo de admisión en el cabezote**

Como se puede apreciar en la figura 12 y figura 13, se realizó el acople del cabezote para colocar el cuerpo de admisión tomando en cuenta la posición del inyector que realiza la pulverización del combustible en el sitio correcto del múltiple de admisión.

**Figura 12**

*Modificación entrada de admisión*



**Figura 13**

*Acople sistema de admisión*



### 5.2.3 Construcción del escape para el sensor de oxígeno

Como se puede apreciar en la figura 14 se realiza la construcción del tubo de escape con el orificio de acople para el sensor de oxígeno para obtener la lectura de gases de combustión.

**Figura 14**

*Construcción del tubo de escape*



### 5.3 Instalación de los sensores y actuadores

Se instalaron los sensores y actuadores indicados a continuación.

#### 5.3.1 Ramal eléctrico

Como se puede apreciar en la figura 15, se aprecia el ramal eléctrico con todos sus sockets para la conexión de los sensores.

**Figura 15**

*Ramal eléctrico con sus sockets*



### 5.3.2 Instalación del sensor MAF

Como se aprecia en la figura 16 este sensor nos permite obtener la lectura del flujo de aire dato importante para que la ECU determine la cantidad de combustible que debe inyectarse.

**Figura 16**

*Sensor MAF usado en el proyecto*

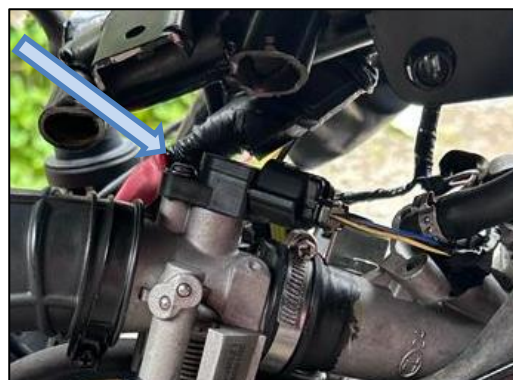


### 5.3.3 Instalación del sensor TPS

Como se aprecia en la figura 17 este sensor nos permite obtener la información de la posición de la válvula de aceleración, dato con lo cual la ECU realiza los cálculos correspondientes de inyección del combustible.

**Figura 17**

*Sensor TPS usado en el proyecto*



### 5.3.4 Instalación del sensor de oxígeno

Como se aprecia en la figura 18 este sensor es el encargado de obtener los datos de los gases combustionados y transmitirlos a la unidad de control. Va instalado en el tubo de

escape lo más cerca posible a la salida del motor.

**Figura 18**

*Sensor de oxígeno usado en el proyecto*



### **5.3.5 Instalación sensor de temperatura del motor**

Como se aprecia en la figura 19 este sensor nos da los datos de calentamiento del mismo para controlar la temperatura idónea de trabajo que es de 88 °C hasta 93°C llegando a esta temperatura se acciona el electroventilador el cual se encarga de enfriar el motor por aire.

**Figura 19**

*Sensor de temperatura usado en el proyecto*



### **5.3.6 Instalación del inyector de combustible**

Como se aprecia en la figura 20, este es un actuador que se encarga de inyectar el combustible en el ducto de admisión, junto a la válvula respectiva.

**Figura 20**

*Inyector usado en el proyecto*



### **5.3.7 Bomba de combustible**

Como se aprecia en la figura 21 este actuador se encarga de mantener la presión de combustible entre 2.5 y 3 bar.

**Figura 21**

*Bomba de combustible*



### **5.3.8 Instalación del sensor de posición del cigüeñal**

Como se aprecia en la figura 22 este sensor transmite a la unidad de control del motor (ECU) información sobre la ubicación del cigüeñal. Este sensor está relacionado con el momento en que se genera la chispa para encender la mezcla de aire y combustible en el motor.



## **Figura 22**

*Sensor CKP usado en el proyecto*



### **5.3.9 Instalación de la unidad de control (ECU)**

Como se puede apreciar en la figura 23 la ECU es la encargada de controlar todo el sistema mediante datos que recibe de todos los sensores y a través de señales que envía para que los actuadores ejecuten su función.

## **Figura 23**

*ECU empleada en el proyecto*



### **5.4 Construcción de los soportes para el motor**

Como se aprecia en la figura 24 se construyó un soporte para el motor, utilizando el chasis de una motocicleta. La altura del banco didáctico se estableció en función de valores estandarizados para el trabajo esto es 1.20m. El objetivo principal es asegurar que las prácticas y pruebas del proyecto se realicen a una altura adecuada, siguiendo los estándares normales de trabajo.

**Figura 24**

*Soportes para el motor*



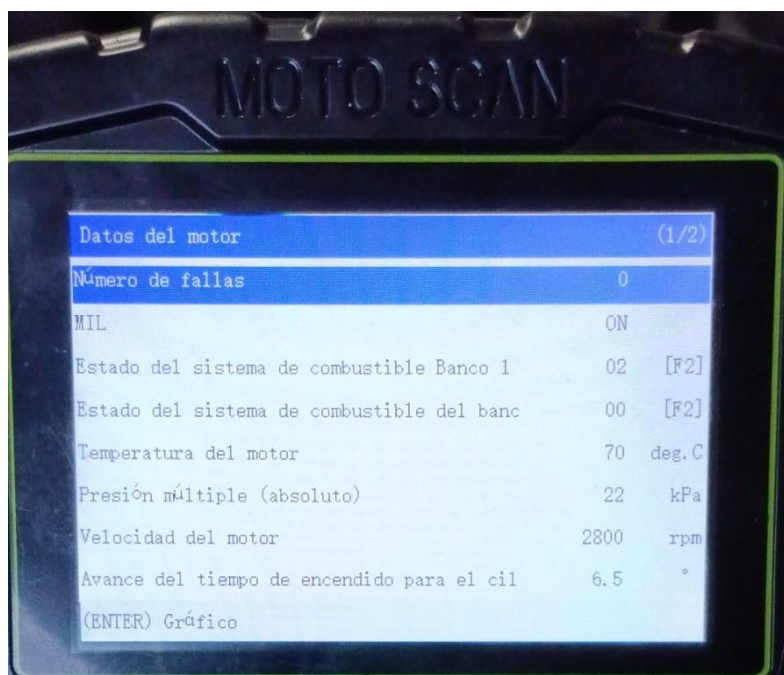
## 6. Resultados y conclusiones

Como conclusión podemos decir que la inyección electrónica reemplaza al carburador en motores similares, brindando mejor rendimiento, eficiencia y reducción de emisiones contribuyendo de esa forma al medio ambiente.

Para verificar el correcto funcionamiento del motor, como se puede apreciar en la Figura 25 se llevaron a cabo pruebas para comprobar el funcionamiento de todos los sensores utilizando un escáner con entrada OBD2 y como resultado se confirmó el correcto funcionamiento del motor.

**Figura 25**

*Datos en vivo del scanner*





De manera similar, se observa en la figura 26 que la luz de advertencia (Check Engine) que indica posibles problemas con los sensores y actuadores está apagada, lo que señala su correcto funcionamiento.

**Figura 26**

*Tablero de instrumentos con el Check Engine apagado*



## 7. Lista de referencias

- Buendía, R. (2018, agosto 12). *Carburadores ¿Cómo funcionan y por qué están en extinción?* Motorpasión México.  
<https://www.motorpasion.com.mx/tecnologia/carburadores-como-funcionan-que-estan-extincion>
- Donaire, D. L. (2021, octubre 15). Sistema de inyección electrónica: Funcionamiento y partes. *Actualidad Motor*. <https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-basico-de-la-inyeccion-elctrica/>
- Espinosa, R. (s. f.). *Sabes qué es y para qué sirve el inyector de combustible de tu auto*. Recuperado 9 de junio de 2023, de <https://carplanet.mx/noticia/general/sabes-que-es-y-para-que-sirve-el-inyector-de-combustible-de-tu-auto/5940e159a75f9>
- Inyección o carburación Ventajas e inconvenientes*. (2023, marzo 1). <https://pruebasdemotos.es/mecanica/inyeccion-carburacion-ventajas-inconvenientes>
- Losada, C. (2021, marzo 26). *Estas son las ventajas del sistema de inyección electrónica*. Motociclismo. [https://www.motociclismo.es/consejos/sistema-inyeccion-electronica-nzm\\_230465\\_102.html](https://www.motociclismo.es/consejos/sistema-inyeccion-electronica-nzm_230465_102.html)
- Sistema EFI: Inyección de combustible electrónica para vehículos*. (2023, mayo 2). <https://abrirarchivos.info/tema/sistema-efi-inyeccion-de-combustible-electronica-para-vehiculos/>