



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

Universidad del Azuay

Facultad de ciencia y tecnología

Tecnología superior en electrónica automotriz

Título del Trabajo de Titulación:

Mantenimiento preventivo y correctivo del banco didáctico del sistema de inyección "common rail" y elaboración de un manual de uso.

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en  
Electrónica Automotriz

Nombres y Apellidos:

Juan Carlos Gordillo Guzhñay.

José Mauricio Yépez Idrovo.

Director:

Ing. Efrén Esteban Fernández Palomeque.

Cuenca – Ecuador

2024

## **Dedicatoria**

Este Proyecto de titulación está dedicado a mi abuela, abuelo y madre, que con su amor paciencia y esfuerzo me han impulsado a cumplir un logro académico, gracias por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo y valentía.

A nuestras familias, agradecemos profundamente por su apoyo incondicional. Su confianza en nosotros ha sido el mayor impulso.

- Juan Carlos Gordillo Guzhñay -

Dedico esta tesis, con todo mi amor y cariño, a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo a lo largo de toda mi carrera. En especial, quiero agradecer a mi mejor amigo, Dinky, por su constante apoyo y compañía a lo largo de mi carrera estudiantil y personal. Su presencia ha sido fundamental para mi éxito y bienestar. Gracias por creer en mí y por alentarme a seguir adelante, incluso cuando las cosas se pusieron difíciles. Su amor incondicional y sacrificio han sido fundamentales para mi formación y éxito como profesional. Espero que este logro sea un pequeño tributo a su valioso aporte en mi vida y que les haga sentir orgullosos.

- José Mauricio Yépez Idrovo -

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los ingenieros de mi universidad, quienes han sido una fuente inagotable de conocimientos, experiencia y motivación a lo largo de mi formación como ingeniero. Gracias por compartir su pasión y dedicación conmigo, por haberme guiado y enseñado con paciencia y por haber contribuido a mi desarrollo profesional y personal. Este logro no habría sido posible sin su invaluable aporte y estoy seguro de que sus enseñanzas me acompañarán a lo largo de toda mi vida. Espero que este trabajo sea una pequeña muestra de mi gratitud y reconocimiento a su labor.

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre nuestras vidas de luz que guían nuestros caminos.

Un profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que conforman la carrera de Tecnología en Electrónica Automotriz, en especial al Dr. Efrén Esteban Fernández Palomeque. Por el valioso aporte a nuestros conocimientos.

Sus sugerencias y comentarios constructivos en cada etapa de nuestro proyecto fueron de gran importancia para enriquecer y mejorar la calidad de nuestro trabajo final.



### **Resumen:**

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre el mantenimiento preventivo y correctivo del banco didáctico common rail y elaboración de un manual de uso. Inicialmente la maqueta no se encontraba en funcionamiento, por lo que se procede a verificar el correcto funcionamiento de cada sensor y actuador de la maqueta, tras esta verificación se logró encontrar la falla y se realizó la respectiva reparación.

Como resultado la maqueta quedó operativa para el uso didáctico de los asistentes del taller automotriz y se pudo comprobar la eficacia del manual elaborado.

**Palabras clave:** common rail, mantenimiento, manual, señales, osciloscopio, escáner.

### **Abstract:**

This work is a technical report on the preventive and corrective maintenance of the common rail didactic bench and the preparation of a user's manual. Initially, the model was not in operation, the correct operation of each sensor and actuator of the model is verified, after this verification we were able to find the fault and the respective repair was carried out.

As a result, the model was operative for the didactic use of the automotive workshop assistants and the effectiveness of the manual was verified.

**Keywords:** common rail, maintenance, manual, signals, oscilloscope, scanner.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos .....	ii
Resumen .....	iii
Abstract .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de figuras .....	v
1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	2
2.1. Principio de funcionamiento del sistema common rail. ....	2
2.2. Tipos del sistema common rail: .....	5
2.3. Síntomas de fallo del sistema common rail .....	5
3. Objetivos .....	6
3.1. Objetivo general .....	6
3.2. Objetivo específico.....	6
4. Procedimiento y herramientas .....	6
4.1. Diagnóstico .....	6
4.1. Reparación. ....	9
4.2. Manual de usuario. ....	11
4.2.1. Precaución .....	11
4.2.2. Principales características: .....	12
4.2.3. Aplicación del banco.....	12
6. Conclusiones.....	22
7. Bibliografía.....	23

## **Índice de tablas**

Tabla 1. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal ckp. ....	14
Tabla 2. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal cmp. ....	15
Tabla 3. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal presión de riel. ....	15
Tabla 4. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal sensor eps. ....	16
Tabla 5. Parámetros para la medición con osciloscopio de los pulsos de inyección. ....	17

## Índice de figuras

Figura 1. <i>Partes de la maqueta sistema a inyección coomon rail</i> .....	3
Figura 2. <i>Maqueta de sistema common rail</i> . .....	7
Figura 3. <i>Ubicación de los sensores para su respectiva comprobación</i> .....	7
Figura 4. Señal generada por el ckp.....	8
Figura 5. <i>Señal generada por el maf</i> .....	8
Figura 6. <i>Conexión de escáner en la maqueta</i> .....	9
Figura 7. <i>Familia de la ecu dañada</i> . .....	9
Figura 8. Microprocesador de la ecu.....	10
Figura 9. <i>Información de la ecu nueva</i> .....	10
Figura 10. Equipo para la clonación de la ecu.....	11
Figura 11. <i>Voltaje de alimentación del maf</i> . .....	13
Figura 12. Señal del cmp.....	13
Figura 13. Señal del ckp.....	13
Figura 14. <i>Señal del sensor se presión del riel</i> .....	14
Figura 15. <i>Señal ckp</i> .....	14
Figura 16. <i>Señal cmp</i> .....	15
Figura 17. Señal presión de riel. ....	16
Figura 18. Señal sensor eps. ....	16
Figura 19. Señal pulsos de inyección.....	17
Figura 20. <i>Buscador de la marca del vehículo</i> .....	17
Figura 21. <i>Información de la marca del vehículo</i> .....	18
Figura 22. Diagnóstico de los sensores de la maqueta.....	19
Figura 23. <i>Menú de selección</i> .....	19
Figura 24. Menú de función de servicio.....	20
Figura 25. <i>Gráfica y niveles de voltaje del pedal del acelerador</i> . .....	20
Figura 26. Gráfica y niveles de presión del sensor de riel. ....	21
Figura 27. Gráfica y niveles de temperatura del sensor iat. ....	21
Figura 28. <i>Niveles de tensión de los diferentes sensores seleccionados</i> .....	22

## **1. Introducción**

El sistema de banco didáctico common rail es una herramienta educativa avanzada, diseñada para la enseñanza y formación en el funcionamiento y diagnóstico de sistemas de inyección electrónica de combustible en motores diésel (Amorocho, 2014).

Este procedimiento imita las condiciones reales de operación, permitiendo a los estudiantes y técnicos comprender y experimentar de manera práctica los principios de operación (García, 2021), los análisis de fallas y las técnicas de mantenimiento, promoviendo una formación efectiva y actualizada (Amorocho, 2014), alineada con las exigencias tecnológicas y laborales del sector automotriz de los sistemas common rail (García, 2021).

Esta maqueta didáctica se compone típicamente de componentes clave tales como, la bomba de alta presión, los inyectores, el riel de combustible, los sensores, actuadores y la unidad de control electrónico (ECU). Estos elementos están dispuestos de manera accesible y visualmente clara, facilitando la observación directa y la manipulación controlada (Ullauri, 2024).

Es por eso que el estudio de este sistema constituye un reto muy importante considerando que posee un sistema de control electrónico preciso y al mismo tiempo sensible. El presente estudio muestra la recuperación de un banco didáctico del sistema de inyección common rail ubicado en el taller de ingeniería en mecánica automotriz el cual no tenía una correcta operación.

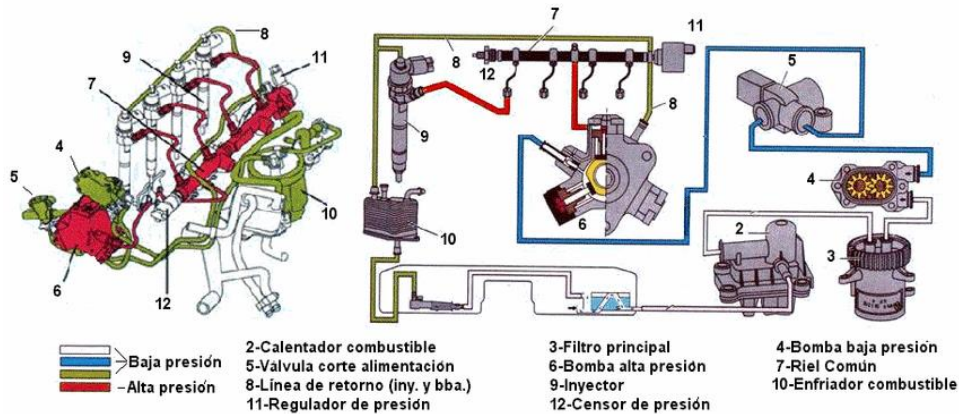


## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Principio de funcionamiento del Sistema common rail.**

El sistema Common Rail es un sistema de inyección de combustible utilizado en motores diésel modernos. Funciona mediante la entrega de combustible a alta presión a través de una "rail" o riel común hacia múltiples inyectores. En un sistema Common Rail, hay un depósito de combustible de alta presión, llamado "common rail" o riel común (Bosch, 2005). Este riel es una tubería que contiene combustible a una presión muy alta, típicamente en el rango de 1,000 a 2,500 bar (14,500 a 36,000 psi) (Segarra Coello, 2011). El sistema cuenta con una bomba de alta presión que impulsa el combustible hacia el riel común. La presión generada por esta bomba es mucho mayor que en los sistemas de inyección de combustible convencionales. En lugar de tener una bomba de inyección mecánica que controle la cantidad de combustible inyectado, los inyectores en un sistema Common Rail están controlados electrónicamente. Cada inyector está conectado al riel común mediante una línea de alta presión y un sistema de válvulas controladas electrónicamente (Muñoz Vizhñay, 2017). La electrónica del motor calcula el combustible necesario según factores como la carga del motor, la velocidad del motor y la temperatura del refrigerante. Luego, envía señales a los inyectores para abrir y cerrar en el momento preciso y durante la duración adecuada para inyectar la cantidad correcta de combustible en la cámara de combustión, el combustible inyectado a alta presión se atomiza en pequeñas gotas finas, lo que permite una mezcla más eficiente con el aire en la cámara de combustión (Janeth, 2016). Esto resulta en una combustión más completa y eficiente, lo que reduce las emisiones y mejora el rendimiento del motor en términos de potencia y consumo de combustible (Muñoz, 2013).

Figura 1. Partes de la maqueta sistema a inyección common rail



Fuente: Sistema Common Rail. (s/f). Scribd. Recuperado el 26 de mayo de 2024, de <https://es.scribd.com/document/630632518/sistema-common-rail>

El sistema inyección common rail está formado por las siguientes partes (Rosero, 2023):

- ❖ Bomba de alta presión
- ❖ Rail común
- ❖ Inyectores
- ❖ Electrónica de control
- ❖ Conexiones de alta presión
- ❖ Válvula de alivio de presión

- **Bomba de alta presión:**

**Función:** Genera la presión necesaria para alimentar el riel común.

**Funcionamiento:** La bomba de alta presión aumenta la presión del combustible, ya sea accionada por el motor o eléctricamente, y lo envía al riel común.

- **Riel común:**

**Función:** Almacena el combustible a alta presión y lo distribuye a los inyectores.

**Funcionamiento:** El riel común mantiene una presión constante del combustible, asegurando una inyección precisa y oportuna en los cilindros del motor.

- **Inyectores:**

**Función:** Inyectan el combustible en la cámara de combustión en momentos precisos y en cantidades controladas electrónicamente.

**Funcionamiento:** Los inyectores reciben combustible del riel común y son activados electrónicamente por la unidad de control del motor (ECU) para pulverizar el combustible en la cámara de combustión.

- **Unidad de control electrónico (ECU):**

**Función:** Controla y regula el funcionamiento del sistema Common Rail.

**Funcionamiento:** La ECU procesa la información de los sensores del motor, como la temperatura y la carga, y determina la cantidad y el momento exactos de la inyección de combustible en función de las condiciones de operación del motor.

- **Conexiones de alta presión:**

**Función:** Conectan la bomba de alta presión, el riel común y los inyectores.

**Funcionamiento:** Estas líneas aseguran el flujo de combustible a alta presión desde la bomba hasta los inyectores, garantizando un funcionamiento adecuado del sistema.

- **Filtro de combustible:**

**Función:** Filtra las impurezas del combustible antes de que llegue al sistema de inyección.

**Funcionamiento:** El filtro de combustible retiene partículas indeseadas y contaminantes que

podrían obstruir los inyectores o dañar otros componentes del sistema Common Rail.

- **Válvula de alivio de presión:**

**Función:** Regula la presión en el sistema Common Rail y protege contra sobrepresiones.

**Funcionamiento:** Cuando la presión excede un nivel seguro, la válvula de alivio libera el exceso de combustible para evitar daños en el sistema.

## **2.2. Tipos del sistema common rail:**

Existen diversos tipos de sistemas common rail:

- ❖ Common Rail de alta presión con acumulador de presión
- ❖ Common Rail de alta presión con bomba de dosificación variable
- ❖ Common Rail de alta presión con bomba de émbolo axial
- ❖ Common Rail de alta presión convencional
- ❖ Common Rail de alta presión con bomba de émbolo radial

## **2.3. Síntomas de Fallo del sistema common rail**

Los síntomas de un problema en un sistema de inyección Common Rail incluyen pérdida de potencia, rendimiento irregular, dificultad para arrancar, humo excesivo del escape, aumento del consumo de combustible y luces de advertencia del motor encendidas.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del banco didáctico del sistema de inyección "common rail" y elaborar un manual de uso.

#### **3.2. Objetivo Especifico**

- ❖ Investigar a fondo el sistema de inyección "common rail", identificando sus componentes, principios de funcionamiento y posibles problemas asociados.
- ❖ Incorporar ilustraciones, diagramas y gráficos relevantes en el manual del banco didáctico para facilitar la comprensión visual de los procedimientos y conceptos técnicos.
- ❖ Validar la efectividad del manual y los procedimientos propuestos mediante pruebas piloto y realizando ajustes necesarios para mejorar la usabilidad y comprensión del material.

### **4. Procedimiento y Herramientas**

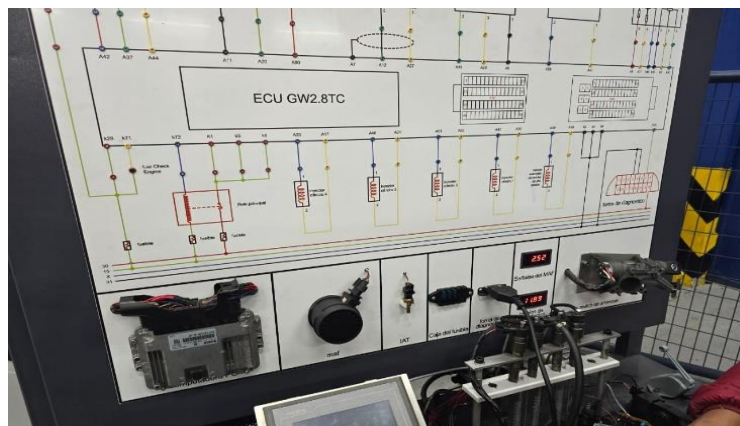
Para el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo del banco didáctico del sistema de inyección "common rail" fue indispensable la revisión completa del estado de sus componentes para determinar posibles daños y elementos a mejorar.

Las herramientas utilizadas para el diagnóstico fueron Multímetro, Osciloscopio automotriz, escáner y herramientas básicas para el desmontaje de piezas y sensores.

#### **4.1. Diagnóstico**

Para el diagnóstico se empezó con una inspección visual la cual se pudo observar algunos inconvenientes como conectores sueltos cables mal empalmados y elementos electrónicos como resistencias y diodos led conectados en los cables.

Figura 2. Maqueta de sistema Common rail.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Ubicación de los sensores para su respectiva comprobación.

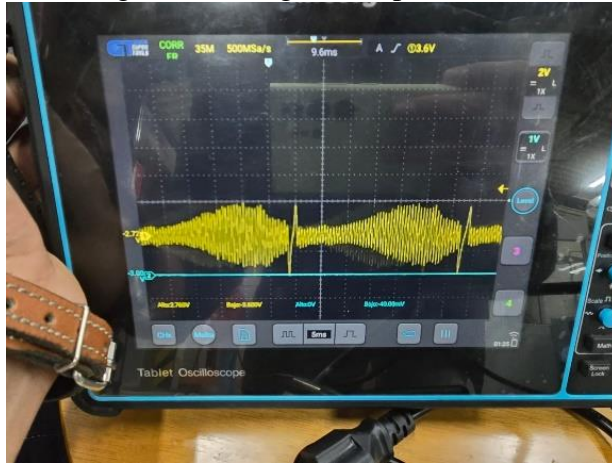


Fuente: Elaboración propia.

Se procedió con las comprobaciones de cada uno de los sensores para ello se necesitaba un osciloscopio para verificar la señal y un multímetro para comprobar la alimentación de cada sensor.

El primer sensor el cual se revisó fue el sensor CKP y CMP para ello se localizó ambos sensores y con ayuda del osciloscopio se revisó la señal emitida por el sensor.

Figura 4. Señal generada por el CKP.



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procede a la verificación de los demás sensores y actuadores.

En cuanto a la señal del MAF se obtenía diferentes valores de señal los cuales eran de 2.52v a 1.5v.

Figura 5. Señal generada por el MAF.



*Fuente:* Elaboración propia.

Al momento de la verificación de los actuadores como la válvula solenoide de la bomba y los inyectores se pudo observar que a estos elementos no les llegaba alimentación por ende no funcionaban así que con ayuda del escáner se intentó encontrar algún código de error o falla en el sistema, pero el escáner no podía ingresar o sacar información de la ECU.

Figura 6. Conexión de escáner en la maqueta.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1. Reparación.

Tras el diagnóstico inicial, se concluyó que la causa de avería de la maqueta CRDI era causada por la ECU, la misma que estaba dañada y no alimentaba o enviaba adecuadamente las señales del sistema de inyección.

La reparación de la maqueta fue la clonación de la ECU. Este proceso consiste en transferir toda la información y configuración de la ECU dañada a otra ECU de la misma familia.

Para el proceso de clonación se requería de una computadora que sea marca BOSCH y que sea de la misma familia de la ECU original.

Figura 7. Familia de la ECU dañada.



Fuente: Elaboración propia.



Una vez que se encuentre una ECU de la misma familia esta se desmonta y se verifica que tanto el microprocesador como la memoria coincidan.

Figura 8. Microprocesador de la ECU.



*Fuente:* Elaboración propia.

Finalmente verificando los parámetros antes mencionados con ayuda del equipo TRASDATA se transfiere toda la información de la ECU dañada a la computadora y luego la información guardada en la computadora se transfiere a la nueva ECU.

Figura 9. Información de la ECU nueva.

A screenshot of a diagnostic tool's 'Info' screen displaying ECU parameters. The screen has a dark background with white text. The title 'Info' is at the top left. A table lists various properties and their corresponding values.

Propiedad	Valor
Modo	OPEN MODE
Plugin	30091 Bosch EDC16C39 Mahindra
Microcontrolador	MPC561/MPC562
EstFlashName	M588W5-16D8
EEPROM	5795320
Hardware Nr.	
Software Nr.	3317987122
Software Upgrade Nr.	P60741A
Número de chasis	
Número de reparación	
Tipo de sistema	
Tipo de motor	

*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 10. Equipo para la clonación de la ECU.



*Fuente:* Elaboración propia.

Clonada la ECU se procede a la instalación de la ECU en la maqueta y se empieza a realizar pruebas tanto de funcionamiento como de conexión del escáner para la verificación de la lectura de datos.

## **4.2. Manual de usuario.**

### **4.2.1. Precaución**

Para usar el banco didáctico correctamente, leer atentamente este manual antes de usar el equipo.

1. Ser cuidadoso al momento de encender el sistema.
2. El Diesel es un líquido inflamable, objetos inflamables están prohibidos durante el funcionamiento o manipulación.
3. Al desconectar la unión de la tubería de combustible de presión, primero se debe aliviar la presión en el sistema. O cubrir la Unión con una toalla. Tener a la mano un extintor de incendios para mayor precaución.
4. Las líneas eléctricas están dañadas. Por favor, no comenzar a usar el equipo. Si este se ha caído o presenta algún tipo de Falla, por favor utilice el equipo después de un examen profesional.
5. No permita que el cable de alimentación cuelgue del borde de una mesa, una silla y mostrador, ni acercarse a la parte caliente del equipo el motor.
6. Si necesita extender el cable de alimentación, este no debe ser inferior al del equipo original, de lo contrario, el cable de alimentación estará demasiado caliente.

7. Antes de guardar el equipo, debe dejar que el equipo se enfríe por completo y que los cables se encuentren desenrollados.
8. No toque el dispositivo de trabajo en un área húmeda ni opere el equipo bajo la lluvia para evitar descargas eléctricas.
9. Cuando el equipo se encuentre con sobrecalentamiento, sonido anormal o cualquier otro fenómeno inusual. Debe inspeccionarlo a tiempo, si no puede resolverlo, utilice el equipo después de un examen profesional.
10. Presione las ruedas del freno antes de la operación.
11. Por favor, haga funcionar el equipo de acuerdo con las instrucciones del manual.

#### **4.2.2.Principales características:**

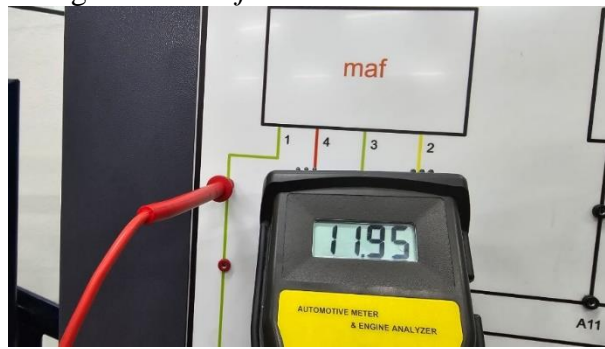
- Aplique energía convencional, 220V. El programa de mantenimiento de la batería es fácil de usar.
- Hay un diagrama de circuito del motor en el panel de la maqueta para facilitar el aprendizaje y la observación de los estudiantes.
- Equipado con ruedas giratorias y con los respectivos frenos en instalaciones del equipo que funciona en movimiento y para fijación.

#### **4.2.3.Aplicación del Banco**

##### ❖ Función específica del banco y método de operación

- 1) Conectado a una fuente de alimentación convencional de 220 voltios, el interruptor de alimentación principal enciende toda la maqueta del sistema CRDI.
- 2) Medidor digital visualiza el voltaje de la fuente de alimentación y del medidor del flujo de aire.
- 3) En las figuras de la 13 a la 16 se puede observar los voltajes de salida (señales) de los sensores del MAF, CKP, CMP y sensor presión de riel.

Figura 11. Voltaje de alimentación del MAF.



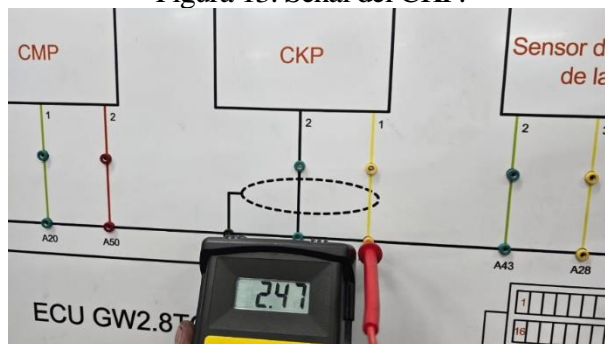
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Señal del CMP.



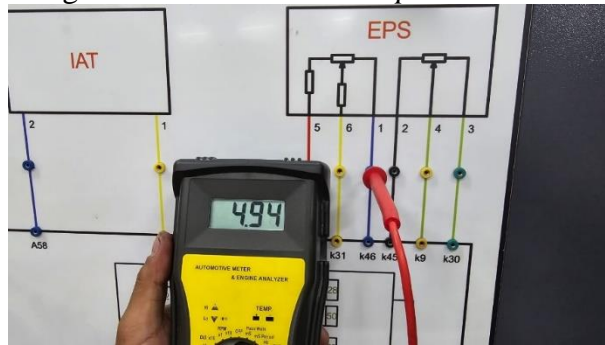
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Señal del CKP.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Señal del sensor se presión del riel.



Fuente: Elaboración propia.

❖ Gráficas correctas indicadas del osciloscopio.

- Gráfica correcta como debe trabajar el CKP.

Tabla 1. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal CKP.

Canal 1	Conector rojo: puerto A27 Conector negro: puerto A12
Voltios por división	5V
Tiempo por división	5ms

Figura 15. Señal CKP.



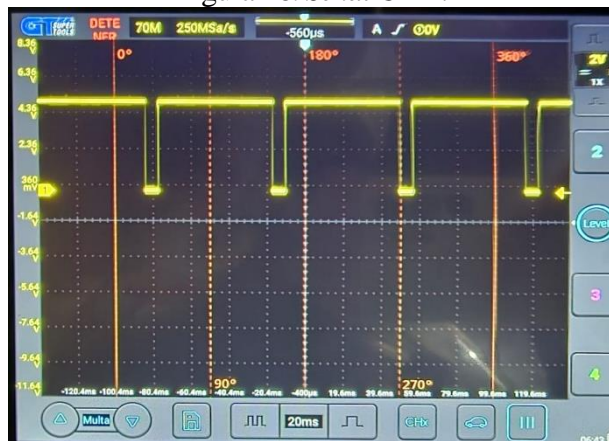
Fuente: Elaboración propia.

- **Gráfica correcta del CMP.**

Tabla 2. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal CMP.

Canal 1	Conector rojo: puerto A50 Conector negro: puerto A20
Voltios por división	2V
Tiempo por división	20ms

Figura 16. Señal CMP.



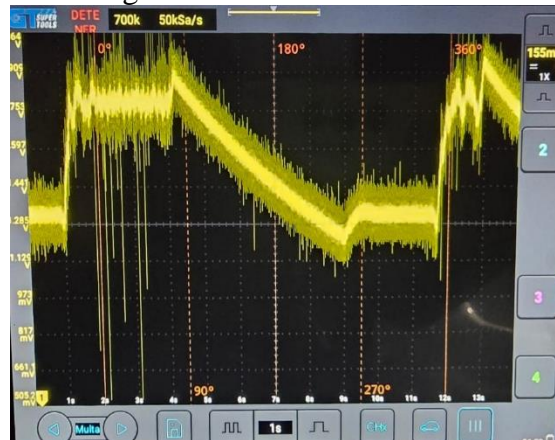
Fuente: Elaboración propia.

- **Gráfica del sensor de presión de riel.**

Tabla 3. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal Presión de riel.

Canal 1	Conector rojo: puerto A43 Conector negro: puerto A8
Voltios por división	200mV
Tiempo por división	1s

Figura 17. Señal Presión de riel.



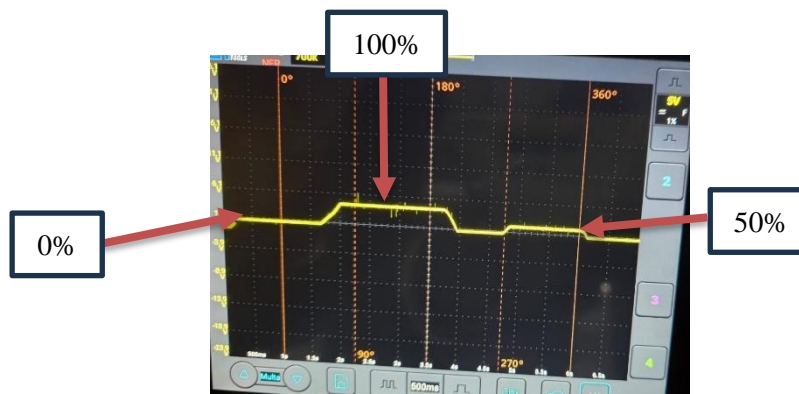
Fuente: Elaboración propia.

- Gráfica del sensor EPS en su carga al 0%; 50%; 100%

Tabla 4. Parámetros para la medición con osciloscopio de la señal sensor EPS.

Canal 1	Conector rojo: puerto K31 – K9 Conector negro: puerto K45
Voltios por división	5V
Tiempo por división	500ms

Figura 18. Señal sensor EPS.



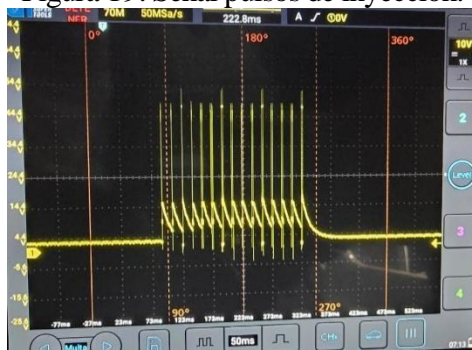
Fuente: Elaboración propia.

- **Gráfica de los pulsos de inyección.**

Tabla 5. Parámetros para la medición con osciloscopio de los pulsos de inyección.

Canal 1	Conector rojo: puerto A47 – A31 – A46 – A33 Conector negro: puerto K2
Voltios por división	7V
Tiempo por división	50ms

Figura 19. Señal pulsos de inyección.



*Fuente:* Elaboración propia.

- ❖ **Indicaciones como ingresar con el escáner automotriz y ver los comportamientos en graficas en cada sensor.**

A. En el escáner automotriz en búsqueda ingrese la palabra GWM.

Figura 20. Buscador de la marca del vehículo.

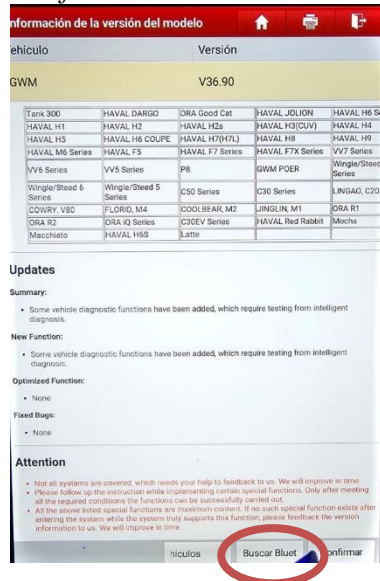


*Fuente:* Elaboración propia.



B. Una vez seleccionada la marca del vehículo pulse confirmar.

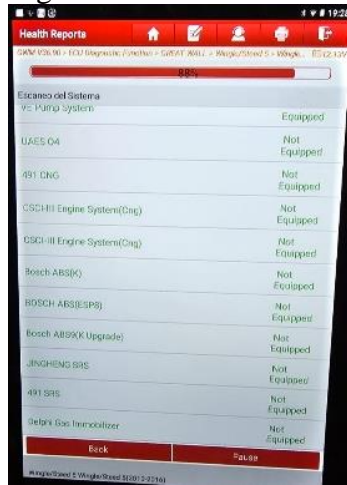
Figura 21. Información de la marca del vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

- C. Seleccionamos la opción que nos sale en la pantalla e ingresamos con la marca del vehículo que es Great Wall.
- D. Seleccionamos el modelo que es WINGLE/5 Y EL AÑO 2016.
- E. Se indica 3 opciones a continuación adjuntamos a que diagnostico nos lleva cada una de ellas.
- F. HEALTH REPORTS: esta opción nos llevará a un diagnóstico general del sistema.

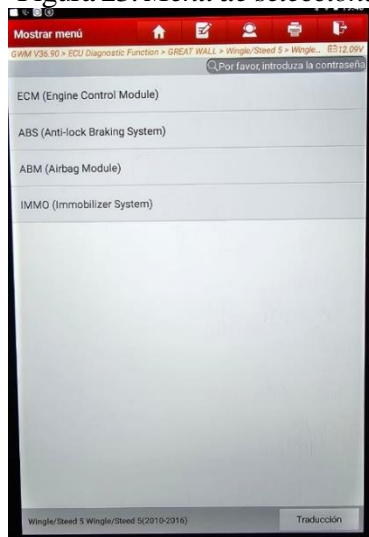
Figura 22. Diagnóstico de los sensores de la maqueta.



Fuente: Elaboración propia.

## G. SISTEM SELECTION

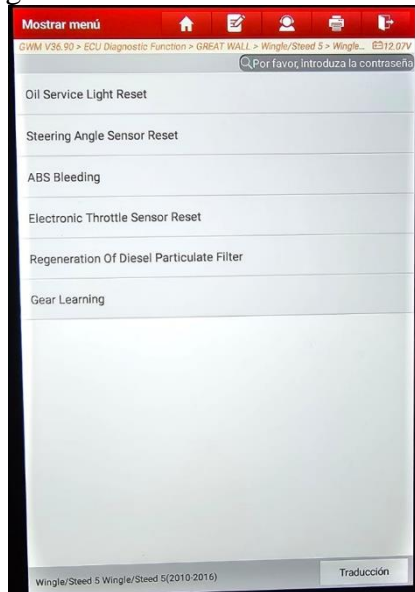
Figura 23. Menú de selección.



Fuente: Elaboración propia.

## H. SERVICE FUCTION.

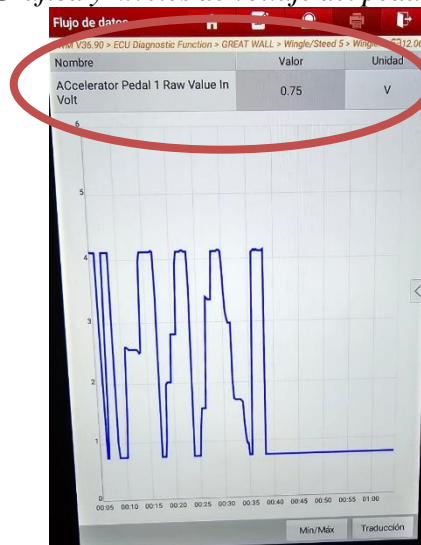
Figura 24. Menú de función de servicio.



*Fuente:* Elaboración propia.

- I. Flujo de datos ingresados por el scanner automotriz.
- J. Pedal del acelerador.

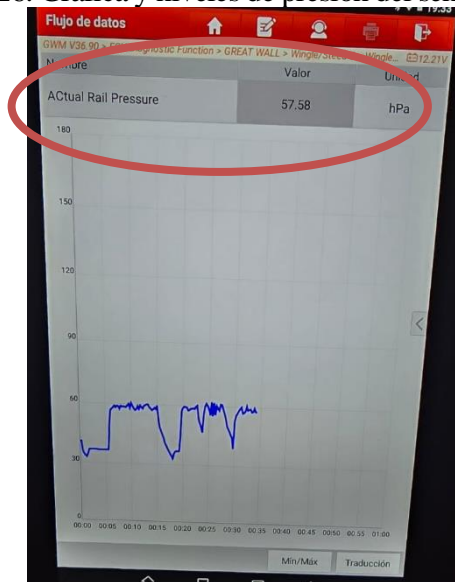
Figura 25. Gráfica y niveles de voltaje del pedal del acelerador.



*Fuente:* Elaboración propia.

K. Sensor de riel a mínima, mediana y máxima carga.

Figura 26. Gráfica y niveles de presión del sensor de riel.



Fuente: Elaboración propia.

L. Funcionamiento del IAT.

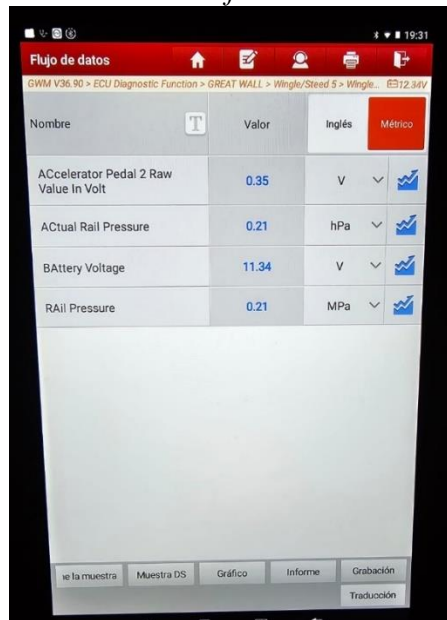
Figura 27. Gráfica y niveles de temperatura del sensor IAT.



Fuente: Elaboración propia.

M. Voltajes a lo que funciona los sensores más importantes.

Figura 28. Niveles de tensión de los diferentes sensores seleccionados.



Fuente: Elaboración propia.

## 6. Conclusiones.

Para el mantenimiento del banco didáctico del sistema common rail, es necesario realizar una revisión del mismo que nos permita verificar el óptimo funcionamiento de cada sensor y actuador y, en caso de tener alguna avería, poder encontrar la falla del sistema.

En el manual elaborado, se estableció una secuencia de comprobación que permite al usuario comprobar todos los sensores y actuadores de la maqueta. Gracias a la realización del manual se pudo encontrar la falla en el banco didáctico que se encontraba en la ECU. Al ser reemplazada, el sistema recuperó su total funcionalidad.

Los objetivos de este artículo se lograron exitosamente mediante el mantenimiento correctivo y preventivo de la maqueta didáctica, así como la creación de un manual de usuario que ayuda

con las verificaciones necesarias.

En síntesis, el banco didáctico common rail está operativo y este trabajo servirá como guía de pruebas para verificar el funcionamiento de la maqueta y realizar diversas prácticas en el taller.

## 7. Bibliografía

- Amorocho, P. (2014). *Modelo didáctico de sistema de inyección diesel common rail*. Bogotá: Edu.Co.
- Bosch, R. (2005). *Sistemas de inyección diesel por acumulador Common Rail*. Boston: Reverte.
- García, C. (2021). *Diagnóstico de los componentes del sistema common rail denso implementados en vehículos Isuzu e Hino*. Bogotá: Edu.Co.
- Janeth, C. G. (2016). *Diseño y construcción de un sistema didáctico funcional de limpieza de inyectores electrónicos diésel Bosh*.
- Muñoz Vizhñay, J. F. (2017). *Diseño y construcción de un sistema didáctico funcional de limpieza de inyectores electrónicos diésel Bosch*.
- Muñoz, J. (2013). *Análisis de averías en componentes diesel crdi*.
- Rosero, B. (2023). *Sistema Common Rail*.
- Segarra Coello, P. D. (2011). *Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI*.
- Ullauri, D. (2024). *Estudio de factibilidad para la construcción de un banco de pruebas para inyectores del sistema common rail Bosh*. Quito: Edu.Ec.