

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA
DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE EN UN SISTEMA DE INYECCIÓN A
GASOLINA DEL VEHÍCULO CHEVROLET AVEO 1.5.**

PRESENTADO POR

GUADALUPE AGUALSACA BYRON LENIN

LOPEZ TAPIA JOSE FERNANDO

TUTOR

ING. UGEÑO GUILCAPI DENIS MARCELO MG.

FECHA

AGOSTO 2024

QUITO – ECUADOR

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5”, presentado por los ciudadanos Guadalupe Agualsaca Byron Lenin y López Tapia José Fernando para optar por el título de Tecnólogos Superiores en Mecánica Automotriz, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de enero de 2024.



Tutor: Ing. Ugeño Guilcapi Denis Marcelo Mg.

C.I.: 1721866778

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5.”, presentado por los ciudadanos Guadalupe Agualsaca Byron Lenin y López Tapia José Fernando, facultados en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Para constancia firman:

C.I.:

DOCENTE TUVN

C.I.:

DOCENTE TUVN

C.I.:

DOCENTE TUVN

C.I.:

DOCENTE TUVN

Cesión de Derechos de Autor

Nosotros, Guadalupe Agualsaca Byron Lenin portador de la cédula de ciudadanía 1715597447 y López Tapia José Fernando portador de la cédula de ciudadanía 1723787881 facultados en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, autores de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de agosto de 2024.



Guadalupe Agualsaca Byron Lenin

C.I.: 1715597447



López Tapia José Fernando

C.I.: 1723787881

Dedicatoria

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, quienes han sido mi constante fuente de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de esta travesía académica. Agradezco también a todos los distinguidos docentes que he tenido el privilegio de conocer, aprender y compartir. Su dedicación, sabios consejos y aliento han sido pilares fundamentales en mi formación profesional. Este proyecto es el resultado de su invaluable contribución, reflejando el fruto de su inestimable influencia en mi vida.

Att: Guadalupe Agualsaca Byron Lenin

Dedico este proyecto de aplicación práctica a Dios, quien me ha bendecido con la oportunidad de completar esta carrera. A mis amados padres, Humberto y Susana, quienes han sido el faro de mi vida, brindándome consejos, apoyo incondicional y paciencia. Todo lo que soy hoy se lo debo a ellos. A mis queridos hermanos, Darwin, Edison, Diego y Henry, quienes han sido mi apoyo y guía incondicional en este viaje llamado vida. También, a toda mi familia, el tesoro máspreciado que Dios me ha regalado. Su amor y apoyo han sido fundamentales en cada paso que he dado.

Att: López Tapia José Fernando

Agradecimiento

El más sincero agradecimiento a nuestros padres y hermanos que siempre nos apoyaron para llegar a cumplir este sueño de ser profesionales, además de ser hombres de bien y con una profesión noble que nos ayudara a sustentar nuestras necesidades y a la vez nos permitirá ser aporte a la sociedad, y por supuesto también a nuestros compañeros que de una u otra manera siempre estaban en los momentos difíciles de la vida estudiantil. Además, agradecemos a nuestros docentes que nos brindaron sus conocimientos, sus consejos y ejemplos para ser profesionales de éxito.

Att: Guadalupe Agualsaca Byron Lenin

Dedico proyecto de aplicación práctica a mis queridos profesores, cuya dedicación y enseñanzas han sido una guía invaluable en mi camino hacia la culminación de este proyecto académico. A mi amada familia, cuyo amor, apoyo incondicional y constante aliento han sido mi mayor fortaleza en cada etapa de este viaje. Y a Dios, fuente de toda sabiduría y bendiciones, por iluminar mi camino y brindarme la oportunidad de crecer y aprender. Sin ustedes, este logro no habría sido posible. Gracias por ser parte de este importante capítulo en mi vida.

Att: López Tapia José Fernando

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Planteamiento del Problema	13
Descripción de la Situación Problemática	13
Formulación del Problema	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Justificación	16
Antecedentes	18
Marco Teórico	20
Introducción a la Inyección de Combustible de Motores a Gasolina	20
Vehículo Chevrolet Aveo 1.5L	22
Sistema de Inyección a Gasolina	23
Sistema de Alimentación de Combustible	23
Elementos del Sistema de Alimentación	23
Depósito de Combustible	24
Prefiltros	25
Bomba de Combustible	26
Filtro de Combustible	27
Riel de Inyectores	27

	8
El Inyector	28
Regulador de Presión de Combustible	29
Sensores de Posición	29
Sensor CKP	29
Unidad de Control Electrónico	30
Sensores	31
Metodología y Desarrollo del Proyecto	32
Propuesta	39
Mediciones de Voltaje en Inyectores	39
Mediciones de Voltaje en la Bobina de Encendido	41
Mediciones de Voltaje en el Sensor CKP	42
Mediciones de Voltaje en la Válvula IAC	44
Medición de la Presión de la Bomba de Combustible	45
Prueba de Consumo de Corriente	46
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias	49
Anexos	52

Resumen

Este estudio se centra en el diseño e implementación de un módulo de entrenamiento para el sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5, el enfoque principal de esta investigación fue el desarrollo de la estructura del módulo utilizando software CAD, que permitió simular de manera precisa el sistema de inyección de combustible del modelo Chevrolet Corsa. Además, se llevaron a cabo implementaciones prácticas que incluyeron la instalación de la unidad de control electrónico (ECU), bobinas, bujías, bomba de combustible e inyectores, replicando fielmente el sistema de alimentación de combustible del automotor.

Durante el proceso de implementación, se recopilaron datos cruciales utilizando oscilogramas del sensor de posición del cigüeñal (CKP), inyectores y la señal de ignición (IGT), permitiendo una evaluación exhaustiva del rendimiento del sistema, este enfoque experimental proporcionó una comprensión detallada del comportamiento del sistema de alimentación de combustible, así como de los componentes clave que influyen en su funcionamiento.

Los resultados obtenidos a través de este estudio proporcionan una contribución significativa al campo de la inyección electrónica de combustible, ya que ofrecen una plataforma práctica y educativa para comprender los principios fundamentales y el funcionamiento de los sistemas de inyección de combustible en vehículos de motor. Además, este módulo de entrenamiento puede ser utilizado como una herramienta valiosa para la formación y capacitación de técnicos automotrices, mejorando así la eficiencia y precisión en el diagnóstico y reparación de sistemas de inyección electrónica de combustible en vehículos modernos.

Palabras Clave: MPFI, INYECTOR, ACTUADORES.

Abstract

This research focuses on the design and implementation of a training module for the fuel supply system in a gasoline injection system of the Chevrolet Aveo 1.5 vehicle. The main focus of this research was the development of the module structure using CAD software, which allowed to accurately simulate the fuel injection system of the Chevrolet Corsa model. In addition, practical implementations were carried out, including the installation of the electronic control unit (ECU), coils, spark plugs, fuel pump and injectors, faithfully replicating the automotive fuel supply system.

During the implementation process, crucial data was collected using oscillograms from the crankshaft position sensor (CKP), injectors and ignition signal (IGT), allowing a comprehensive evaluation of system performance. This experimental approach provided a detailed understanding of the behavior of the fuel feed system, as well as the key components that influence its operation.

The results achieved through this study provide a significant contribution to the field of electronic fuel injection by providing a practical and educational platform for understanding the fundamental principles and operation of fuel injection systems in motor vehicles. In addition, this training module can be used as a valuable tool for the education and training of automotive technicians, thus improving efficiency and accuracy in the diagnosis and repair of electronic fuel injection systems in modern vehicles.

Keywords: MPFI, INJECTOR, DRIVES.

Introducción

La industria automotriz está en constante evolución y, con la creciente complejidad de los vehículos modernos, la necesidad de profesionales capacitados que puedan diagnosticar y reparar estos sistemas es más importante que nunca. El sistema de alimentación de combustible de un sistema de inyección a gasolina es un componente crucial de cualquier vehículo, y comprender su funcionamiento y componentes es esencial para cualquier técnico automotriz.

El Chevrolet Aveo 1.5 es un vehículo popular en el mercado y su sistema de combustible utiliza un sistema de Inyección de Combustible de Multipunto (MPFI), que es un tipo de sistema de inyección de combustible que inyecta combustible en el múltiple de admisión en múltiples puntos cerca de las válvulas de admisión.

Este sistema proporciona una mejor eficiencia de combustible, un rendimiento del motor mejorado y emisiones reducidas en comparación con los sistemas de carburador tradicionales, el objetivo de este proyecto de aplicación práctica es diseñar e implementar un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible del Chevrolet Aveo 1.5, con el fin de proporcionar una plataforma práctica y educativa para comprender los principios fundamentales y el funcionamiento del sistema de combustible en un sistema de inyección a gasolina, este módulo permitirá a estudiantes y técnicos aprender sobre los componentes del sistema de combustible, como la unidad de control electrónico (ECU), la bomba de combustible, los inyectores de combustible y los sensores, y su papel en el funcionamiento del sistema.

El módulo se diseñará utilizando software CAD, lo que permitirá la simulación del sistema de inyección de combustible del Chevrolet Aveo 1.5. Se llevarán a cabo implementaciones prácticas, incluida la instalación de la ECU, la bomba de combustible, los inyectores de combustible y los sensores, para replicar el sistema de combustible del vehículo. El

proceso de implementación implicará la recopilación de datos utilizando oscilogramas del sensor de posición del cigüeñal (CKP), los inyectores de combustible y la señal de encendido (IGT), lo que permitirá una evaluación exhaustiva del rendimiento del sistema.

Los resultados obtenidos de este proyecto de aplicación práctica contribuirán al campo de la inyección electrónica de combustible, proporcionando una plataforma práctica y educativa para comprender los principios fundamentales y el funcionamiento del sistema de combustible en un sistema de inyección a gasolina, este módulo puede servir como una herramienta valiosa para la formación y desarrollo de técnicos automotrices, mejorando la eficiencia y precisión en el diagnóstico y reparación de sistemas de inyección electrónica de combustible en vehículos modernos.

Planteamiento del Problema

Descripción de la Situación Problemática

La aparición del motor supuso una enorme revolución para la industria, así mismo para el campo automotor. De acuerdo con:

La lectura, junto con la revolución del comercio a lo largo de la historia, ha ido revolucionando los transportes por tierra, mar y aire dando un impulso decisivo a la motorización de todo tipo de vehículos, este desarrollo ha provocado que el uso de motores se generalice para todos los usos industriales. (Benavides, 2022, p. 12)

“Una gran parte de vehículos terrestres motorizados que circulan en las carreteras del Ecuador utilizan tecnología de inyección electrónica a gasolina para su funcionamiento utilizando combustible tipo gasolina según datos que constan en la página oficial del SRI vehículos” (Sarmiento, 2023, p. 12)“, por otro lado, Rogelio (2019) enfatiza que el combustible que durante los últimos años viene con tendencia a incrementar su precio y ante la falta de implementación de un mantenimiento preventivo por parte de los propietarios en la mayoría de los casos”.

En la actualidad la falta de mantenimiento produce un incremento en la inversión de recursos económicos y de tiempo en relación a la operatividad y mantenimiento correctivo de los vehículos que basan su funcionamiento en este sistema. De acuerdo con Paredes (2011):

Es así que hemos visto la necesidad de enfocar nuestro proyecto de aplicación práctica en el estudio del funcionamiento del sistema de alimentación del sistema de inyección a gasolina, apoyándonos en el diseño, construcción e implementación de un Módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina utilizando los componentes del sistema de un vehículo marca Chevrolet modelo Aveo 1.5.

Mencionando que al desarrollar un análisis más detallado del funcionamiento de los elementos y dispositivos electrónicos que componen este sistema al momento que estos se activen, con lo cual se pretende incentivar a realizar una investigación permanente a los nuevos estudiantes de la carrera de mecánica automotriz, a fin de poder establecer soluciones más eficientes y eficaces al momento que se presente alguna avería, de esta manera será un aporte más dentro del área del servicio preventivo y correctivo de la mecánica automotriz. (p. 23)

Formulación del Problema

¿Cuáles son los beneficios de utilizar un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible del Chevrolet Aveo 1.5 en la formación y desarrollo de técnicos automotrices, y cómo puede mejorar la eficiencia y precisión en el diagnóstico y reparación de sistemas de inyección electrónica de combustible en vehículos modernos?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5, utilizando simulación virtual mediante software CAD e implementación práctica de componentes clave, proporcionando una herramienta efectiva para la formación y capacitación de técnicos y profesionales del sector automotriz.

Objetivos Específicos

- Desarrollar la estructura virtual del sistema de alimentación de combustible del vehículo Chevrolet Aveo 1.5 mediante software CAD, permitiendo una simulación precisa del sistema de inyección a gasolina.
- Implementar físicamente los componentes clave del sistema de alimentación de combustible, incluyendo la unidad de control electrónico (ECU), bobinas, bujías, bomba de combustible e inyectores, en un banco de pruebas para replicar el sistema del Chevrolet Aveo 1.5.
- Recopilar y analizar datos a través de oscilogramas del sensor de posición del cigüeñal (CKP), inyectores y la señal de ignición (IGT), para evaluar el rendimiento y la eficacia del módulo de entrenamiento en la comprensión y aplicación práctica de los principios de la inyección electrónica de combustible.

Justificación

El sistema de combustible es un componente crítico de cualquier vehículo con motor de gasolina y su operación correcta es esencial para el funcionamiento eficiente y seguro del vehículo. Con la creciente complejidad de los vehículos modernos, la necesidad de profesionales capacitados que puedan diagnosticar y reparar sistemas de combustible es más importante que nunca.

El Chevrolet Aveo 1.5 es un vehículo popular en el mercado, y su sistema de combustible utiliza un sistema de Inyección de Combustible de Multipunto (MPFI), que es un tipo de sistema de inyección de combustible que inyecta combustible en el múltiple de admisión en múltiples puntos cerca de las válvulas de admisión. Este sistema proporciona una mejor eficiencia de combustible, un rendimiento del motor mejorado y emisiones reducidas en comparación con los sistemas de carburador tradicionales, sin embargo, el sistema MPFI también es más complejo que los sistemas de carburador tradicionales, y su operación requiere un conocimiento profundo de los componentes y principios involucrados. Aquí es donde un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible del Chevrolet Aveo 1.5 puede ser de gran valor, un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible del Chevrolet Aveo 1.5 puede proporcionar una plataforma práctica y educativa para comprender los principios fundamentales y el funcionamiento del sistema de combustible en un sistema de inyección a gasolina.

Este módulo puede permitir que estudiantes y técnicos aprendan sobre los componentes del sistema de combustible, como la unidad de control electrónico (ECU), la bomba de combustible, los inyectores de combustible y los sensores, y su papel en el funcionamiento del sistema.

La implementación del módulo de entrenamiento también puede brindar la oportunidad de recopilar y analizar datos sobre el rendimiento del sistema de combustible, lo que puede utilizarse para evaluar su operación e identificar áreas para mejorar, los resultados obtenidos del módulo de entrenamiento pueden contribuir al campo de la inyección electrónica de combustible, brindando una plataforma práctica y educativa para comprender los principios fundamentales y el funcionamiento del sistema de combustible en un sistema de inyección a gasolina.

Además, este módulo de entrenamiento puede servir como una herramienta valiosa para la capacitación y desarrollo de técnicos automotrices, mejorando la eficiencia y precisión en el diagnóstico y reparación de sistemas de inyección electrónica de combustible en vehículos modernos, dada la importancia del sistema de combustible en el funcionamiento de los vehículos, el desarrollo e implementación de un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible del Chevrolet Aveo 1.5 pueden tener un impacto significativo en la industria automotriz y la capacitación de técnicos automotrices.

Antecedentes

“El sistema de combustible es un componente fundamental en cualquier vehículo de motor de gasolina, ya que su correcto funcionamiento es esencial para el desempeño eficiente y seguro del vehículo” (Smith, 2021, p. 2).

Según Lee (2018) menciona que, con la creciente complejidad de los vehículos modernos, la necesidad de profesionales capacitados que puedan diagnosticar y reparar sistemas de combustible es cada vez más importante.

El Chevrolet Aveo 1.5 es un automóvil popular en el mercado, es decir uno de los más populares en el automotor. De acuerdo con:

La investigación, su sistema de combustible utiliza un sistema de inyección de combustible multipunto (MPFI), que es un tipo de sistema de inyección de combustible que inyecta combustible en el múltiple de admisión en múltiples puntos cerca de las válvulas de admisión. (Roe, 2020, p. 21)

Este sistema ofrece una mejor eficiencia de combustible, un mejor rendimiento del motor y emisiones reducidas en comparación con los sistemas de carburador tradicionales. De acuerdo con:

La lectura el sistema MPFI también es más complejo que los sistemas de carburador tradicionales, y su operación requiere un conocimiento profundo de los componentes y principios involucrados. De acuerdo con Johnson (2018):

En la investigación desarrollada menciona que un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible puede ser de gran valor en la formación de profesionales capacitados en el diagnóstico y reparación de sistemas de combustible, el módulo puede proporcionar una plataforma práctica y educativa para comprender los principios

fundamentales y el funcionamiento del sistema de combustible en un sistema de inyección a gasolina. (pp. 12-21)

Los resultados obtenidos del módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible pueden contribuir al campo de la inyección electrónica de combustible. De acuerdo con:

La investigación el módulo proporciona una plataforma práctica y educativa para comprender los principios fundamentales y el funcionamiento del sistema de combustible en un sistema de inyección a gasolina.

Este módulo puede servir como una herramienta valiosa para la capacitación y desarrollo de técnicos automotrices, mejorando la eficiencia y precisión en el diagnóstico y reparación de sistemas de inyección electrónica de combustible en vehículos modernos.

(Smith, 2021, p. 43)

Marco Teórico

Introducción a la Inyección de Combustible de Motores a Gasolina

La carburación comenzó en 1795, cuando Robert Street logró la evaporación del aceite de alquitrán de hulla y la trementina en un motor atmosférico. De acuerdo con:

La investigación Samuel Morey y Erskine Harzard en 1824 crearon el primer carburador para un motor de tipo atmosférico, este incluía un precalentamiento para favorecer la evaporación, dio un paso importante hacia la destilación de petróleo ligero y se obtuvo una sustancia llamada gasolina, permitiendo generar experimento con la evaporación de combustibles líquidos e hidrocarburos. (Chicaiza, 2022, p. 23)

Tras el aporte de varios científicos se llega en 1892 por Maybach planeo el carburador con rociador, “el cual se convirtió en la base de todos los carburadores, el cual suministraba combustible en forma de boquilla de regadera con cabezal rociador, que se abastecía de una taza de flotador que mantenía el nivel constante”. (Chicaiza, 2022, p. 45)

El carburador se basa en el principio de que toda corriente de aire que pasa rozando un orificio. De acuerdo con:

La investigación crea sobre este un fenómeno de succión, generando la pulverización en el que la corriente de aire que rosa el orificio superior del tubo de suministro provoca la succión que hace subir el líquido y lo lanza pulverizando, en un chorro de aire.

Los primeros avances de la inyección de combustible comenzaron realmente en la aviación, antes de la primera Guerra Mundial, donde la industria de la aviación considero las ventajas obvias que la inyección de combustible proporcionaba. Los carburadores de los aeroplanos eran propensos a congelarse durante los cambios de altitud, limitando la potencia disponible, mientras en la inyección de combustible no sucede este fenómeno.

Además, no solo se introdujo la bomba de pistón a alta presión, sino el principio de inyectores calibrados. (Barbecho, 2023, p. 34)

La bomba de inyección fue la primera en tener una carrera variable del pistón, como un medio para aumentar o reducir la cantidad de combustible a inyectar. De acuerdo con Nevot (2021):

La inyección electrónica de combustible se inició en Italia, en 1940, cuando Octavio Fuscaldo incorporó un solenoide eléctrico como medio para controlar el flujo de combustible hacia el motor, ventajas de la inyección electrónica de combustible suministro de aire, cuando al accionar el pedal del acelerador se dosifica la entrada de aire y no el combustible. El diseño de los múltiples de admisión hace que a cada cilindro le llegue la misma cantidad de aire

El suministro de combustible a cada cilindro puede ser medido perfectamente de manera que reciban misma cantidad de combustible, mientras que en los carburadores hay desigualdades que pueden alcanzar hasta un 30%, es decir que en unos cilindros entra mezcla demasiado rica y en otros excesivamente pobre. (pp. 12-34)

El suministro de combustible se lo realiza por medio de una bomba sumergida en el tanque, por lo tanto:

Envía el combustible hacia los inyectores, un regulador permite en el riel mantener la presión constante en la galería (riel) de inyectores, otra tubería de retorno devuelve al tanque el combustible sobrante. Los inyectores son válvulas eléctricas que dosifican y pulverizan el combustible sobre las válvulas de admisión (inyección indirecta) antes de entrar en la cámara de combustión.

En la actualidad las gasolineras están exentas de un compuesto que se utilizaba evitar la detonación. Se refiere al tetra etilo de plomo. Los cilindros sufrían excesivos depósitos de plomo, que propendían a quemar las válvulas de escape, los asientos ya ensuciar las bujías. La ventaja de utilizar la inyección es que este sistema puede corregir el poder detonante de gasolina, adaptando el momento de la chispa. (pp. 34-45)

La parte electrónica, la computadora (ECU, ECM, PCM, UCE) dosifica la entrada de combustible, por lo tanto:

El tiempo durante el cual deben permanecer abiertos los inyectores. Esta cantidad de combustible depende de varios factores como la temperatura del motor, velocidad del motor, carga y posición de la válvula mariposa, todos estos cambios son captados por sensores que envían la información a la computadora. (Santana, 2021, p. 34)

Vehículo Chevrolet Aveo 1.5L

El vehículo del Chevrolet Aveo 1.5L tiene un motor de combustión interna a gasolina. De acuerdo con:

La investigación este cuenta con un sistema de inyección electrónica secuencial indirecta que tiene un módulo de control electrónico que, por medio de los sensores, envía información hasta la unidad de mando de las condiciones del motor, estas señales son procesadas y comparadas con una base de datos que posterior a su procesamiento ordenara a los actuadores.

El sistema de alimentación de gasolina de este vehículo se activa mediante una bomba eléctrica incorporada dentro del tanque de combustible la cual al generar presión de caudal ideal en conjunto con los demás elementos logra la correcta inyección del combustible. (Chicaiza, 2023, p. 23)

Sistema de Inyección a Gasolina

“Es el encargado de realizar el suministro de combustible Gasolina/Diésel al motor para su funcionamiento. Se encarga de dosificar la mezcla y procurar la mayor limpieza del combustible que entra al cilindro” (Tapia, 2022.p. 2).

Sistema de Alimentación de Combustible

Es el inicio en el encendido, el combustible debe llegar desde el depósito hasta el inyector. De acuerdo con:

La lectura los motores de Inyección a gasolina forman la mezcla de aire gasolina en la cámara de explosión, el motor aspira aire a través de la válvula de admisión y el combustible se inyecta dentro mediante los inyectores. (Pilataxi, 2022p. 23)

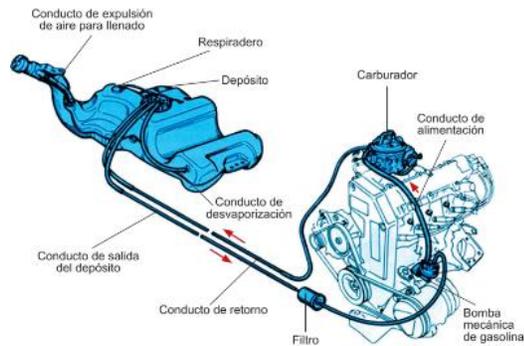
Elementos del Sistema de Alimentación

Entre los elementos que forman parte del circuito de inyección de combustible se encuentran:

- Pre filtro de combustible
- Bomba de combustible, Filtro de combustible
- Rampa de inyección, Inyectores
- Regulador de la presión del combustible
- Líneas de combustible
- Unidad de control electrónico
- Sensores
- Actuadores

Figura 1

Circuito de alimentación de combustible



Nota. Esta imagen pertenece los sistemas auxiliares del motor. Reproducido de Powertrain, por, J. Pérez, 2021. (<https://www.ntn-snr.com/sites/default/files/2018-05/doc.raplaqaccessories-es-web.pdf>)

Depósito de Combustible

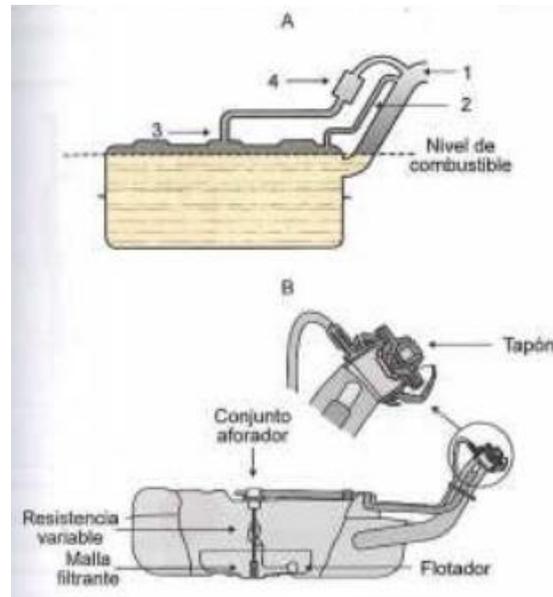
El depósito de combustible o tanque de combustible, es un contenedor seguro para líquidos inflamables. De acuerdo con:

La investigación suele formar parte del sistema de alimentación del motor, en el cual se almacena el combustible, que es propulsado (mediante la bomba de combustible) o liberado (mediante válvulas como gas a presión) en el motor. El depósito está compuesto de acero o aluminio a partir de la soldadura de láminas estampadas. (Pallashco, 2021, p.

23)

Figura 2

Depósito de combustible



Nota. Esta imagen pertenece a un depósito de combustible. Reproducido de Partes del sistema de combustible, por, P. Atancuri, 2021 (<https://idoneo.es/motorpedia/deposito-combustible>).

Prefiltros

“El prefiltro está ubicado dentro del depósito de combustible, evitando que los sedimentos que se forman por el combustible sucio, dañen la bomba de combustible”
(Villavicencio, 2022).

Figura 3

Prefiltros



Nota. Esta imagen pertenece al prefiltro de combustible. Reproducido de Prefiltro de la Bomba y Módulo de Combustible, por, A. Villavicencio, 2022

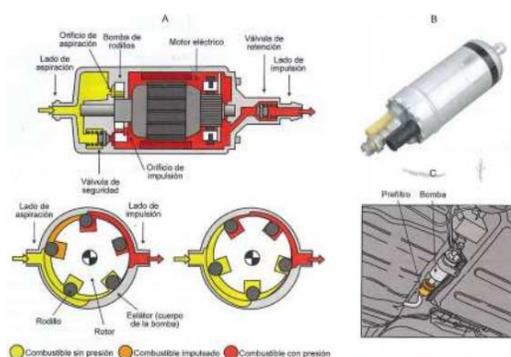
(<https://www.ds.ind.br/es/productos/prefiltro-de-la-bomba-y-modulo-de-combustible/1319>).

Bomba de Combustible

“La bomba de gasolina es el componente encargado de transportar la gasolina, desde el tanque de combustible hasta la cámara de combustión en cualquier condición de funcionamiento del motor y pueden ser de dos tipos eléctricas y mecánicas” (Zapata, 2023, p. 23).

Figura 4

Bomba de combustible



Nota. Esta imagen pertenece al prefiltro de combustible. Reproducido de Prefiltro de la Bomba y Módulo de Combustible, por, C. Jaramillo & Z. Tangarife, 2023

(<https://www.ds.ind.br/es/productos/prefiltro-de-la-bomba-y-modulo-de-combustible/1319>).

Filtro de Combustible

El filtro de gasolina, sirve para retener las macropartículas que logran pasar el Prefiltro en el combustible. De acuerdo con:

La investigación al sistema de alimentación y de ahí al motor, el filtro puede ser fabricado de papel, mallas metálicas, fibra de vidrio, el mismo se encuentra recubierto de un cuerpo metálico que soporta las presiones que genera la bomba. (Maya, 2023, p. 23)

Figura 4

Filtro de combustible



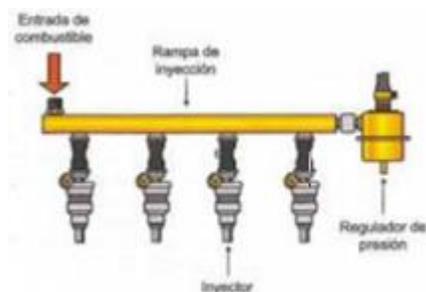
Nota. Esta imagen pertenece al prefiltro de combustible. Reproducido de Prefiltro de la Bomba y Módulo de Combustible, por, Z. Maya, 2023 (<https://www.ds.ind.br/es/produutos/prefiltro-de-la-bomba-y-modulo-de-combustible/1319>).

Riel de Inyectores

“Su función es la de acumulador de combustible para los inyectores además garantiza la misma presión de combustible a la entrada de los inyectores evitando oscilaciones de presión dado su gran volumen en proporción a la cantidad de combustible inyectado” (Ossa, 2023, p. 2).

Figura 5

Riel de inyectores



Nota. Esta imagen pertenece al prefiltro de combustible. Reproducido de Riel de inyección de alto flujo, por, C. Llamba, 2023 (<https://strperformance.com/es/4732-riel-de-inyeccion-de-alto-flujo>).

El Inyector

“El inyector consiste en una electroválvula que permite el paso de combustible cuando lo ordena la unidad de control” (Llamba Chicaiza, 2023).

Figura 6

Inyectores



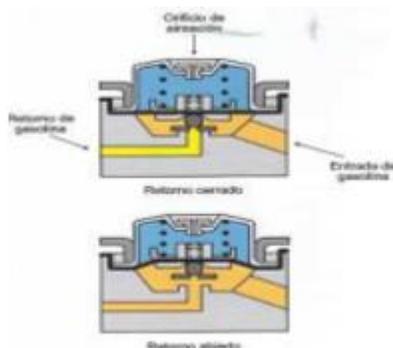
Nota. Esta imagen pertenece al prefiltro de combustible. Reproducido de Cómo funciona un inyector de gasolina, por, C. Llamba, 2023 (<https://petrolheadgarage.com/cursos-automoción/inyector-gasolina/>).

Regulador de Presión de Combustible

“Este elemento suele ir integrado en el cuerpo de la unidad de inyección y regula la presión de combustible” (Ordóñez, 2023, p. 23).

Figura 7

Regulador de presión



Nota. Esta imagen pertenece a los tipos de reguladores de combustible. Reproducido de consejos para una regulación apta de combustible, por Gonzales, 2023 (<https://www.autodoc.es/info/regulador-de-presion-de-combustible-funcionamiento-y-fallas-comunes>).

Sensores de Posición

Sensor CKP

Como su nombre lo dice, este sensor identifica la posición y velocidad de giro del cigüeñal en el motor. De acuerdo con:

La lectura, es importante mencionar que, este sensor en conjunto con el sensor CMP.

Conociendo la posición del pistón número 1 en el motor, el módulo de control puede activar la(s) bobina(s), inyectores y demás actuadores que generan la ignición de la mezcla aire-combustible dentro del motor, y con esto ponerlo en marcha. (Pérez, 2021, p.

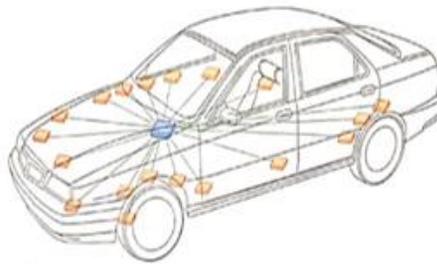
112)

Figura 8*Sensor CKP*

Nota. Esta imagen pertenece a el sensor CKP y sus componentes. Reproducido de Funcionamiento el sensor CKP, por, N. Pérez, 2021 (<https://mte-thomson.com/es/?noticias=que-es-un-sensor-ckp-sensor-de-posicion-del-ciguenal-crankshaft-position-sensor>).

Unidad de Control Electrónico

“Son dispositivos cuyo fin es recibir información de los distintos sensores para posteriormente mandarlo hasta los actuadores que son los encargados de ejecutar una acción” (Cercós, 2021, p. 23).

Figura 9*Unidad de control electrónico*

Nota. Esta imagen pertenece a la Ecu del motor. Reproducido de Reparación de computadoras, por, N. Cercós, 2021 (<https://mte-thomson.com/es/?noticias=que-es-un-sensor-ckp-sensor-de-posicion-del-ciguenal-crankshaft-position-sensor>).

Sensores

Estos componentes son esenciales para el funcionamiento del motor de combustión interna. De acuerdo con:

La Investigación los sensores son los elementos que tienen como finalidad convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica, estas señales eléctricas son enviadas a la unidad de control electrónica la cual procesará la información estableciendo valores adecuados que tendrán que tener los actuadores para un correcto funcionamiento del sistema. (Salvador, 2023, p. 29)

Metodología y Desarrollo del Proyecto

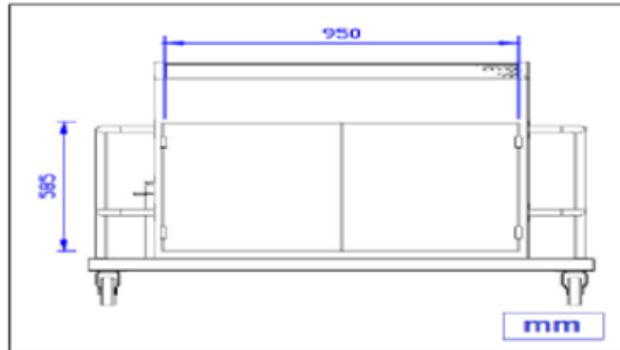
Este proyecto utilizó una metodología experimental, con información que ha permitido conocer el funcionamiento de los distintos elementos y dispositivos electrónicos del sistema de alimentación de combustible a gasolina en un sistema de inyección, estos datos fueron utilizados para realizar el diseño y construcción del módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5”.

Los componentes utilizados en la construcción del módulo fueron seleccionados en base a las necesidades que demanda el funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del vehículo marca Chevrolet Aveo 1.5, con materiales de buena calidad, precautelando mantener de manera constante la seguridad del sistema al momento de operarlo, no sin antes haber realizado un diseño propio.

A continuación, se inició con una exhaustiva investigación y recopilación de información sobre las especificaciones técnicas y requerimientos de rendimiento del sistema en cuestión. Luego, se definieron claramente los requisitos y objetivos del diseño, centrándose en la funcionalidad, seguridad, durabilidad y facilidad de fabricación y ensamblaje, Además se seleccionó el software de CAD más adecuado y se configuró el entorno de diseño para dar inicio a la creación del modelo en CAD del módulo de entrenamiento, realizando iteraciones de diseño detallado y se optimizó la estructura para garantizar su integridad estructural y eficiencia en el uso de materiales, como se observa en la figura 10.

Figura 10

Diseño para la construcción del módulo



Nota. Esta imagen pertenece al diseño CAD de la estructura del módulo.

Posteriormente se procedió a armar y soldar la estructura siguiendo un proceso meticoloso. En primer lugar, se prepararon todas las piezas y componentes según las especificaciones técnicas y los planos proporcionados en la documentación de diseño en CAD, luego, se llevó a cabo el ensamblaje de las partes, asegurando una alineación precisa y la correcta secuencia de montaje.

Figura 11

Armado de la estructura del módulo de entrenamiento

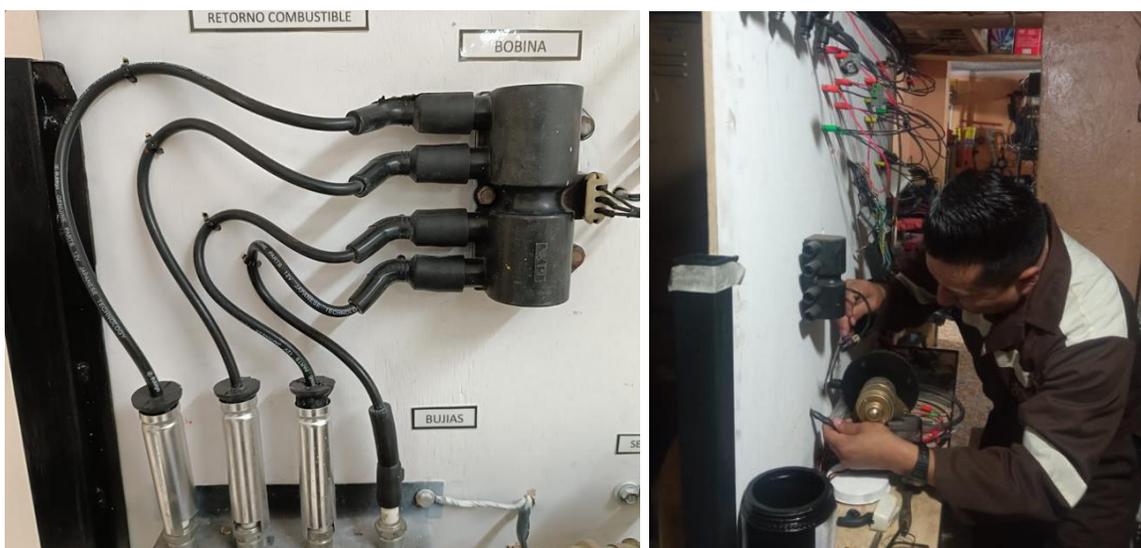


Nota. Esta imagen pertenece al armado de la estructura del módulo didáctico.

Durante la fase de montaje del Módulo de Entrenamiento del Sistema de Alimentación de Combustible en un Sistema de Inyección a Gasolina del Vehículo Chevrolet Aveo 1.5", se procedió con la instalación de la bobina de encendido siguiendo un procedimiento meticuloso, verificando que la bobina de encendido estuviera en perfectas condiciones y cumpliera con las especificaciones requeridas, luego, se identificó la ubicación adecuada dentro del módulo, teniendo en cuenta la distribución de los demás componentes y el espacio disponible.

Figura 12

Instalación de la bobina y los cables de alta tensión



Nota. Esta imagen pertenece a la instalación de bobinas y cables módulo didáctico.

Luego se procedió con la instalación del riel de inyectores con meticulosidad y precisión, verificando el estado del riel de inyectores asegurando su conformidad con las especificaciones requeridas para el sistema de inyección del vehículo, posteriormente, se procedió a conectar los inyectores al riel, asegurándose de que cada conexión estuviera firmemente establecida y sin fugas de combustible.

Figura 13

Instalación del riel de inyectores en el módulo de entrenamiento



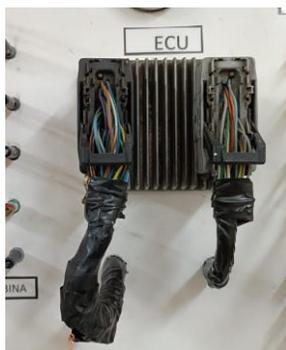
Nota. Esta imagen pertenece a la instalación de los actuadores del del módulo didáctico.

Con precisión, se fijó el módulo de control electrónico en su posición designada en el módulo de entrenamiento, utilizando métodos de sujeción apropiados para garantizar una instalación segura y estable, se conectaron cuidadosamente todos los cables y conectores, siguiendo el esquema de cableado proporcionado por el fabricante y asegurando una conexión adecuada y libre de cortocircuitos.

Además, se realizó una prueba funcional del módulo de control electrónico para verificar su correcto funcionamiento y su integración con el resto de los componentes del sistema de alimentación de combustible.

Figura 13

Instalación de la ECU en el módulo de entrenamiento



Nota. Esta imagen pertenece a la instalación de la ECU en el módulo didáctico.

Se procedió a fijar el sensor CKP en la posición designada, utilizando métodos de sujeción apropiados para asegurar una instalación segura y estable, simultáneamente, se instaló la rueda dentada en el eje del motor, teniendo en cuenta que sería accionada por un motor de 12V para simular el movimiento del cigüeñal del vehículo, se verificó la alineación adecuada entre la rueda dentada y el sensor CKP para garantizar una lectura precisa de la posición del cigüeñal.

Figura 14

Instalación del sensor CKP y de la rueda dentada en el módulo de entrenamiento

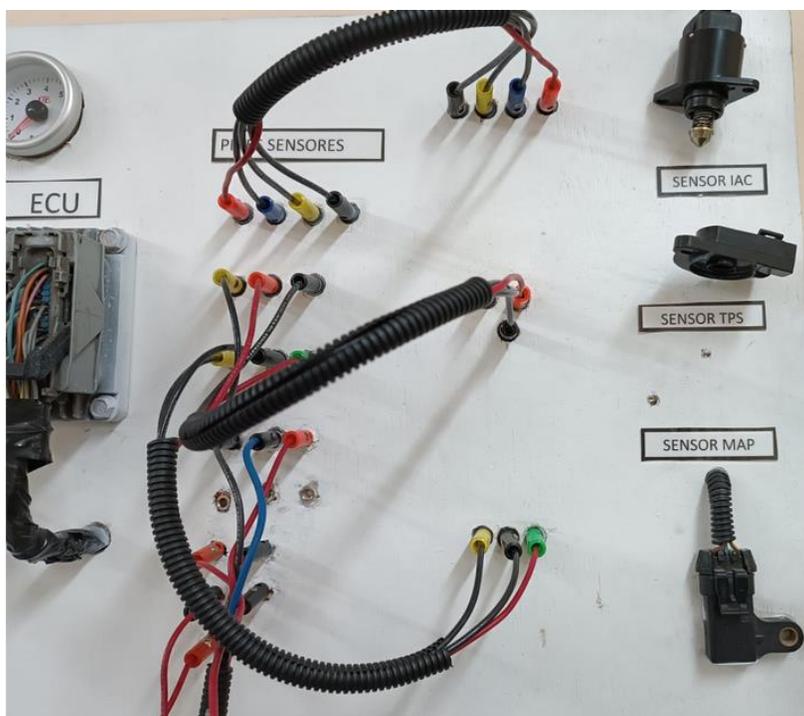


Nota. Esta imagen pertenece a la instalación del sensor CKP en el módulo didáctico.

Se llevó a cabo la instalación de la válvula IAC (Idle Air Control), el sensor TPS (Throttle Position Sensor) y el sensor MAP (Manifold Absolute Pressure), verificando la integridad de cada uno de los componentes y asegurando su compatibilidad con el sistema de inyección del vehículo, además, se consideró la disposición de otros elementos y la accesibilidad para futuras labores de mantenimiento.

Figura 15

Montaje de la válvula IAC, CKP y MAP en el módulo de entrenamiento

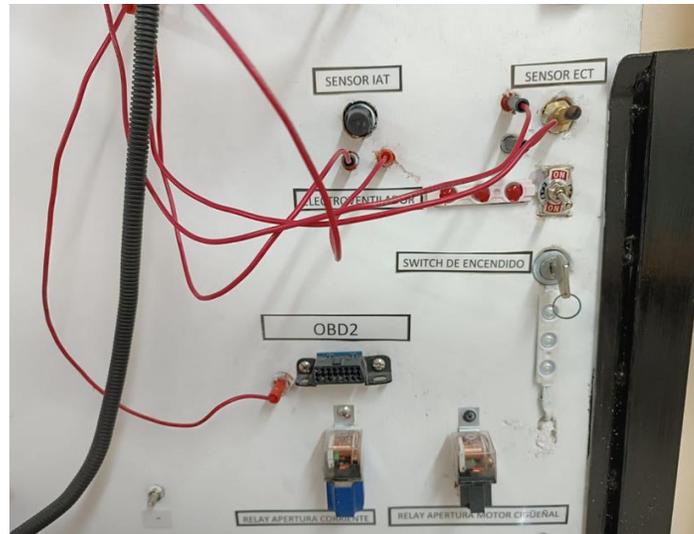


Nota. Esta imagen pertenece al armado e instalación de los sensores de módulo didáctico.

Se procedió con el montaje de los sensores de temperatura, incluyendo el sensor ECT (Engine Coolant Temperature) y el sensor IAT (Intake Air Temperature), siguiendo un proceso detallado, verificando la integridad y compatibilidad de cada sensor con el sistema de inyección del vehículo, luego, se consideró la distribución de otros componentes y la exposición a fuentes de calor o humedad, con cuidado, se fijaron los sensores en sus posiciones designadas, utilizando métodos de sujeción apropiados para garantizar una instalación segura y estable, se procedió entonces a conectar los cables y conectores correspondientes a cada sensor, asegurando una conexión firme y libre de interferencias.

Figura 16

Montaje de los sensores de temperatura en el módulo de entrenamiento



Nota. Esta imagen pertenece al montaje de los sensores de temperatura en módulo didáctico.

Propuesta

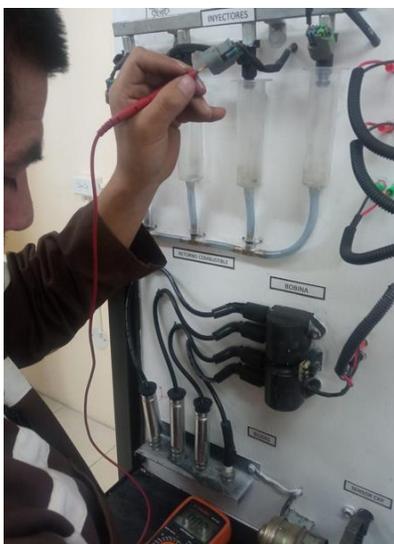
Es esencial verificar el correcto funcionamiento del Módulo de Entrenamiento del Sistema de Alimentación de Combustible por diversas razones fundamentales. En primer lugar, este módulo representa una herramienta educativa crucial, proporcionando una representación precisa del sistema de alimentación de combustible de un vehículo. Asegurar su funcionamiento adecuado garantiza que los estudiantes o técnicos puedan aprender y practicar con un modelo funcional y realista, lo que mejora la calidad de la formación. Además, un módulo que funcione correctamente ofrece un entorno seguro para el aprendizaje, evitando riesgos de daños personales o materiales durante las prácticas. Asimismo, al verificar el funcionamiento del módulo, se pueden identificar y abordar posibles problemas o malfuncionamientos, lo que permite realizar ajustes o reparaciones necesarias para garantizar una formación efectiva y evitar confusiones, es por ese motivo que se realizaron las siguientes mediciones.

Mediciones de Voltaje en Inyectores

Es esencial medir los voltajes de alimentación y la señal de los inyectores en el módulo de entrenamiento por diversas razones clave en el ámbito automotriz, en primer lugar, esta práctica permite verificar la integridad del sistema eléctrico del módulo, lo que ayuda a identificar posibles problemas de cableado o conexiones sueltas que podrían afectar el funcionamiento del sistema de inyección de combustible. Además, la medición de estos voltajes y señales proporciona información valiosa para diagnosticar problemas específicos en el sistema, como anomalías en el suministro de energía o irregularidades en los circuitos de control.

Figura 17

Medición de voltajes en los inyectores



Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes en cada uno de los inyectores.

Además, realizar mediciones regulares forma parte de un programa de mantenimiento preventivo, lo que permite detectar y corregir problemas eléctricos menores antes de que causen fallos mayores, tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Comprobación de voltajes en los inyectores

Inyector	Color	Número de pin	Posición KOEO	Posición KOEO	Observación
			SOCKET DESCONECTADO	SOCKET CONECTADO	
1	Negro	1	12,33V	12,20V	Alimentación
	Blanco	2	0,02V	12,22V	Señal
2	Negro	1	12,33V	12,20V	Alimentación
	Blanco	2	0,02V	12,22V	Señal
3	Negro	1	12,33V	12,20V	Alimentación
	Blanco	2	0,02V	12,22V	Señal
4	Negro	1	12,33V	12,20V	Alimentación
	Blanco	2	0,02V	12,22V	Señal

Nota. Esta imagen pertenece al voltaje obtenido en la medición de voltajes de inyectores.

Mediciones de Voltaje en la Bobina de Encendido

Realizar mediciones de voltaje de alimentación y IGT (Ignition Timing) en las bobinas de encendido del módulo de entrenamiento es crucial por varias razones fundamentales en el ámbito automotriz.

Primero, la medición del voltaje de alimentación permite verificar que las bobinas de encendido estén recibiendo la cantidad adecuada de energía para generar chispas de alta intensidad en las bujías, esto es crucial para garantizar un encendido confiable del motor y un funcionamiento eficiente del sistema de ignición.

Segundo, la medición de IGT proporciona información sobre el momento en que se activa la chispa de encendido en relación con el ciclo de operación del motor, esto es esencial para garantizar que la ignición ocurra en el momento óptimo, maximizando así la eficiencia del combustible, el rendimiento del motor y reduciendo las emisiones contaminantes.

Figura 18

Medición de voltajes en la bobina de encendido



Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes en la bobina encendido.

Además, al realizar mediciones regulares de voltaje de alimentación y IGT en las bobinas de encendido ayuda a identificar posibles problemas en el sistema de ignición, como problemas de suministro de energía, fallos en los circuitos de control o desgaste de las bobinas, tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2

Comprobación de voltajes en la bobina de encendido DIS

Color	Número de Pin	Socket Desconectado	Socket Conectado	Observación
Azul	1	0,22V	12,3V	IGT1
Amarillo	2	12,03V	12,3V	Alimentación
Verde	3	1,05 V	12,3V	IGT2

Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes con el socket desconectado y conectado de la bobina DIS en el módulo didáctico.

Mediciones de Voltaje en el Sensor CKP

Medir el voltaje de señal y de alimentación del sensor CKP (Crankshaft Position Sensor) es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento del módulo de entrenamiento por varias razones cruciales, tomando en cuenta que desempeña un papel crucial en el sistema de encendido y control del motor al proporcionar información sobre la posición del cigüeñal.

Medir el voltaje de señal del sensor CKP permite verificar la integridad y la consistencia de la señal generada, lo que es vital para un funcionamiento preciso y confiable del sistema de encendido.

Además, medir el voltaje de alimentación del sensor CKP es esencial para asegurar que el sensor esté recibiendo la energía adecuada para operar correctamente. Un voltaje de alimentación incorrecto puede afectar la capacidad del sensor para generar una señal de salida confiable, lo que podría provocar problemas de encendido, pérdida de potencia del motor o incluso fallos de arranque.

Figura 19

Medición de voltajes en el CKP



Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes en cada uno de los pines del módulo didáctico.

La medición regular del voltaje de señal y alimentación del sensor CKP también es crucial para diagnosticar posibles problemas en el sistema. Variaciones inesperadas en estos voltajes pueden indicar problemas de conexión, cortocircuitos, fallos en el suministro de energía o problemas internos en el sensor mismo. Identificar y corregir estos problemas de manera oportuna es fundamental para garantizar un funcionamiento óptimo del módulo de entrenamiento y evitar posibles fallos durante la formación o la práctica, A continuación, se muestra una tabla de mediciones de voltajes de dicho sensor.

Tabla 3

Comprobación de voltajes en el sensor CKP

Color	Número de Pin	Socket Desconectado	Socket Conectado	Observación
Negro	1	0,02V	0,02V	Masa
Amarillo	2	2,45V	1,05V	Señal 1
Azul	3	2,45V	1,05V	Señal 2

Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes con el socket desconectado y conectado del CKP.

Mediciones de Voltaje en la Válvula IAC

Durante la etapa de evaluación del Módulo de Entrenamiento del Sistema de Alimentación de Combustible, se llevaron a cabo mediciones de voltajes de alimentación positiva y negativa, así como de las señales de la válvula IAC (Idle Air Control) como parte de un proceso integral de verificación. En primer lugar, se procedió a medir el voltaje de alimentación positiva y negativa para asegurar que la fuente de energía proporcionara los niveles adecuados de potencia al sistema. Esto implicó la utilización de equipos de medición especializados para obtener lecturas precisas. Posteriormente, se procedió con la medición de las señales de la válvula IAC, la cual es crucial para controlar el ralentí del motor. Se verificó la consistencia y la respuesta de las señales en diferentes condiciones de funcionamiento del sistema. Estas mediciones proporcionaron información valiosa sobre la integridad y el funcionamiento del sistema de alimentación de combustible, permitiendo identificar posibles problemas eléctricos o mal funcionamiento de la válvula IAC.

Figura 20

Medición de voltajes en el IAC



Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes en la válvula IAC en el módulo didáctico.

Una vez completadas las mediciones y verificaciones, se realizaron ajustes necesarios para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema, garantizando así la fiabilidad y eficiencia del módulo de entrenamiento en la enseñanza de los principios y prácticas relacionadas con el sistema de alimentación de combustible en vehículos, tal como se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Comprobación de voltajes en la válvula IAC

Color	Número de pin	Socket Desconectado	Socket Conectado	Observación
Azul	1	12,34V	10,37V	Alimentación
Verde	2	0,45V	0,96V	Señal 1
Azul	3	0,45V	0,96V	Señal 2
Amarillo	4	0,02V	0,02V	Masa

Nota. Esta imagen pertenece a la medición de voltajes en la válvula IAC.

Medición de la Presión de la Bomba de Combustible

Se llevó a cabo una medición meticulosa de la presión de funcionamiento del sistema de combustible. Este proceso implicó la utilización de un medidor de presión especializado para obtener lecturas precisas de la presión dentro del sistema. Se verificó que la presión estuviera dentro de los rangos especificados por el fabricante del vehículo para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema de inyección de combustible. Además, se realizaron pruebas en diferentes condiciones de funcionamiento para evaluar la estabilidad y consistencia de la presión en diversas situaciones operativas. Estas mediciones proporcionaron información valiosa sobre el rendimiento y la integridad del sistema de alimentación de combustible, permitiendo identificar posibles fugas, obstrucciones u otros problemas que pudieran afectar su funcionamiento.

Tabla 5*Presión de funcionamiento del sistema de combustible*

	Presión medida	Presión del fabricante
Presión de funcionamiento	76 PSI	80 PSI
	Presión con vacío	Presión sin vacío
Funcionamiento regulador	68mbar	42mbar

Nota. Esta table pertenece presión de funcionamiento del sistema de combustible.

Prueba de Consumo de Corriente

En el módulo didáctico la bomba de combustible registró un consumo de corriente de 4 amperios, este valor representa la medida de la corriente eléctrica utilizada durante el funcionamiento del dispositivo en cuestión. La medición de corriente es fundamental para evaluar y controlar el consumo energético, lo cual es esencial en diversos contextos, para garantizar un uso eficiente del módulo didáctico, tal como se observa en la tabla 6.

Tabla 6*Consumo de corriente*

	Consumo medido	Consumo del fabricante
Consumo de corriente de la bomba con multímetro	4 amperios	5 amperios
Consumo de corriente de la bomba con pinza amperímetro	4.2 amperios	5 amperios

Nota. Esta table pertenece a los valores de consumo de corriente de la bomba de combustible.

Conclusiones

La implementación de un módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5 es fundamental para la formación y capacitación de estudiantes de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, brindándoles la oportunidad de adquirir habilidades prácticas en un entorno controlado.

La metodología utilizada para el diseño e implementación del módulo de entrenamiento del sistema de alimentación de combustible en un sistema de inyección a gasolina del vehículo Chevrolet Aveo 1.5 demostró ser rigurosa y efectiva, permitiendo la simulación precisa del sistema de inyección de combustible y la recopilación de datos cruciales para evaluar su rendimiento.

La propuesta de implementar un módulo de entrenamiento para el sistema de combustible del Chevrolet Aveo 1.5 no solo beneficia la formación académica de los estudiantes de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, sino que también tiene un impacto significativo en la industria automotriz al mejorar la capacitación de técnicos automotrices y la eficiencia en el diagnóstico y reparación de sistemas de inyección electrónica de combustible en vehículos modernos.

Recomendaciones

Se recomienda continuar la investigación y el desarrollo de módulos de entrenamiento similares para otros sistemas automotrices, dado el impacto positivo que puede tener en la formación de técnicos automotrices, se sugiere explorar la posibilidad de diseñar módulos de entrenamiento para otros sistemas de vehículos, ampliando así el alcance educativo y práctico de los estudiantes.

Establecer alianzas con la industria automotriz para la actualización constante del módulo de entrenamiento, es importante colaborar con empresas del sector automotriz para mantener el módulo de entrenamiento actualizado con las últimas tecnologías y tendencias en sistemas de inyección electrónica de combustible, garantizando que los estudiantes adquieran conocimientos relevantes y aplicables en el campo laboral.

Promover la difusión y el uso del módulo de entrenamiento en instituciones educativas y centros de formación, es decir, se recomienda compartir los resultados y beneficios del módulo de entrenamiento con otras instituciones educativas y centros de formación para fomentar su implementación en programas de estudio relacionados con la mecánica automotriz, enriqueciendo así la formación académica de futuros profesionales del sector.

Referencias

- Atancuri Pallashco, J. L., Buncay Segarra, L. A., & Matute Chávez, J. A. (2021). *Elaboración de un banco didáctico con simulación de fallas y visualización digital de datos de funcionamiento del sistema de inyección MPFI de un motor Hyundai Accent para la capacitación* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1111>
- Bastidas Benalcázar, C. A., & Benavides Ipiiales, K. A. (2022). *Análisis de la sincronización de la ignición en motores MEP a través de sensores de posición para diagnosis* [bachelorThesis]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13329>
- Campoverde Barbecho, P. A., & Patiño Brito, C. D. (PENDIENTE T. (2023). *Desarrollo de un módulo virtual para el aprendizaje del funcionamiento y mantenimiento de un Motor de Inyección Directa a Gasolina Hyundai G4FD* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25612>
- Cañaverl Jaramillo, L. F., & Zapata Tangarife, R. D. J. (2023). *Diseño, construcción y evaluación de un módulo didáctico para sistemas de inyección electrónica de motocicletas 4 tiempos*. <https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/85>
- García Pilataxi, C. A., & Jordán Tapia, M. A. (2022). *Repotenciación de un motor de combustión interna a gasolina de un vehículo Chevrolet Swift, por medio de un módulo de control de motor con sistema de Inyección Bosch LE3—JETRONIC*. [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/2293>
- Llamba Chicaiza, M. A. (2023). *Diseño y construcción de un módulo generador de fallas para motores a gasolina*. <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/handle/123456789/291>

- Molina Salvador, K. R., Santamaría, W. A., & Trinidad Olivares, A. A. (2023). *Diseño y construcción de un sistema para entrenamiento en motores de inyección a gasolina*. ITCA Editores. <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/420>
- Nevot Cercós, J. (2021). *Diseño de un controlador avanzado basado en redes neuronales para la gestión de la mezcla aire-gasolina en un motor alternativo [Doctoral thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]*. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-93248>
- Ordóñez Mora, J. P., & Ulloa Rodas, P. A. (2023). *Diseño y construcción de un banco de entrenamiento del sistema de inyección electrónica reprogramable a gasolina y análisis de rendimiento con visualización de resultados [bachelorThesis]*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1246>
- Ossa, R. de la, & Zapata Maya, V. M. (2023). *Diseño y fabricación de módulo simulador de sensores electrónicos automotrices*. <https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/339>
- Pérez Cebla, A. E., & Sellan Santana, A. J. (2021). *Diseño e implementación de un módulo didáctico de pruebas para un sistema de inyección automotriz utilizando un autómata programable S7-1200 [bachelorThesis]*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20511>
- Rogelio, L. (2019). *Construcción de un banco didáctico simulador de fallas electrónicas en sensores y actuadores del motor a inyección electrónica Toyota 1NZ-FE*. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/27435>

Salcedo Chicaiza, D. G. (2022). *Banco de comprobación de la ECM KEFICO M.7.9.8 como recurso de aprendizaje para los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz.*

<http://dspace.istvidanueva.edu.ec/handle/123456789/255>

Sarmiento, D. (2023, febrero 22). *Análisis de oscilogramas de los sensores y actuadores del sistema de inyección de un motor N04C | INCITEC (REVISTA INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA).*

<https://publicaciones.insteclrg.edu.ec/index.php/INCITEC/article/view/102>

Villavicencio, Ma. (2022). *Dspace ESPOCH.: Implementación de un tablero didáctico del sistema de inyección electrónica multipunto MULTEC IEFI-6 para la Escuela de*

Ingeniería Automotriz. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1873>

Anexos

Anexo 1

Especificaciones Técnicas Chevrolet Aveo 1.5

CHEVROLET AVEO FAMILY

● INCORPORADO ○ OPCIONAL

ESPECIFICACIONES

EXTERIOR

Espejos retrovisores abatibles con ajuste manual	●
Parachoques delantero y trasero en plástico del color del vehículo	●
Manijas de puerta en color negro	●
Carburán Chevrolet en parrilla y tapa de maleta	●
Emblema Aveo Family en compuerta trasera	●

SEGURIDAD

Bolsa de aire conductor y pasajero	●
Barra de protección de acero en puertas	●
Estructura delantera y posterior con absorción de impacto	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos con regulación de altura en asientos delanteros	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en asiento posterior	●

Columna de dirección con absorción de impacto	●
Seguro de niños en puertas traseras	●
Frenos ABS	●
Anclaje de seguridad ISOFIX asientos de niños	●
Alerta de cinturón de seguridad para conductor	●
ChevyStar	○

INTERIOR

Aire acondicionado (disponible solo en versión A/C)	●
Dirección hidráulica	●
Asientos delanteros desdoblantes, abatibles con apoyo cabeza	●
Asientos posteriores abatibles 60/40 con apoyo cabeza	●
Vidrios con elevación manual	●

Radio AM/FM - CD - MP3 - AUX + 4 parlantes	●
Consola central con compartimento y portavasos trasero	●
Compuerta trasera y tapa tanque de combustible con apertura remota desde el interior del vehículo	●
Lámpara en compartimento de carga	●

COLORES

Blanco Dorado Negro Plateado Píamo Rojo Vio
○ ● ● ● ● ● ●

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Motor	1.5 L SIHC
Válvulas	8
Número de cilindros	4
Potencia (HP)(rpm)	83 @ 5.600
Torque (Nm)(rpm)	128 @ 3.000
Relación de compresión	9,5
Relación final	3,044
Suspensión delantera	Independiente McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Frenos delanteros	Disco ventilado
Frenos posteriores	Tambor
Llantas	195 / 60 R14
Rines	Acero 14"

CAPACIDADES Y PESOS

Peso bruto vehicular (kg)	1365
Capacidad de carga (kg)	325
Capacidad de tanque de combustible (l/gal)	45 / 11,9
Capacidad de carga del baúl (l)	374



FIND NEW ROADS®

• AUTOLANDA • AUTOLASA • AUTOMOTORES CONTINENTAL • AUTOMOTORES DE LA SIERRA • CENTRALCAR • ECUA-AUTO
• MAULINE • IMBAUTO • INDIAUTO • LAVCA • METROCAR • MIRASOL • PIBAUTO • VALLEJO ABAJUD



Nota. Esta imagen pertenece a la ficha técnica del automotor Reproducido de Finds New Roads, por, N, Cercós, 2021. (<https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/taxis/aveo/02-pdf/taxi-ficha-tecnica-aveo-family.pdf>)

Anexo 2

Características de la soldadura

CARACTERÍSTICAS DE LA SOLDADURA

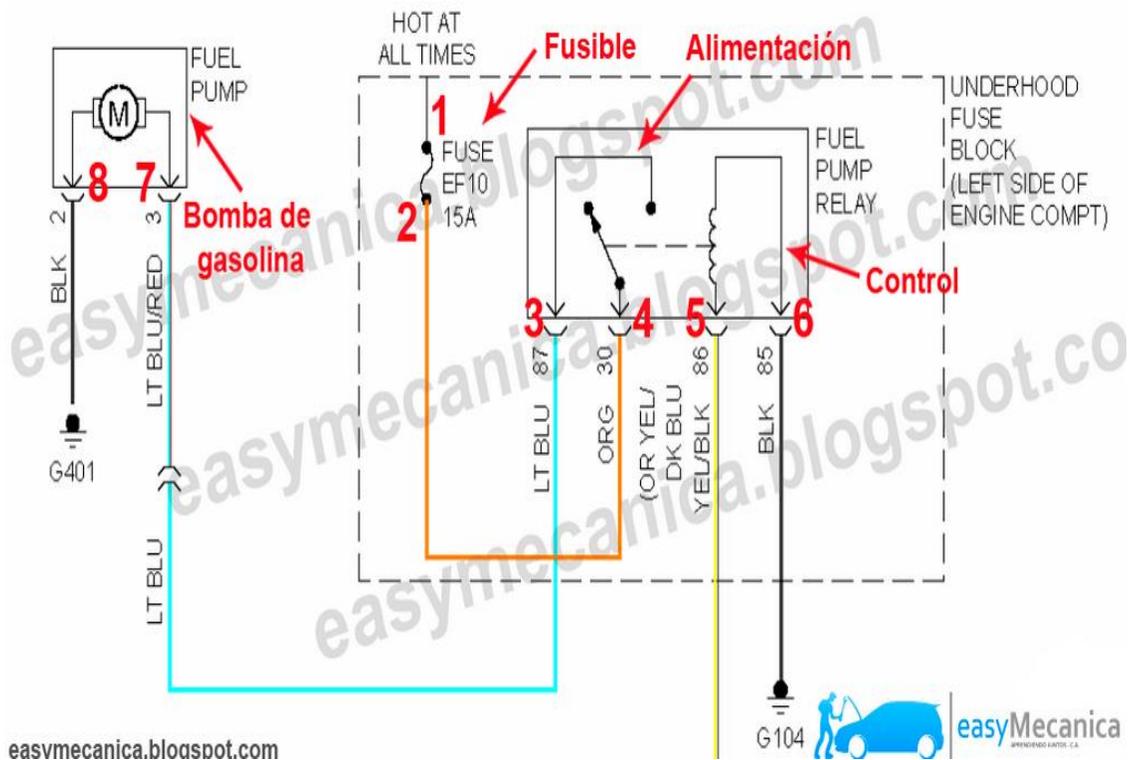
Significado de la Numeración de los Electrodo para Acero Dulce y Baja Aleación	
Prefijos	
El prefijo "E" significa "electrodo" y se refiere a la soldadura por arco.	
Numeración de electrodos - Resistencia a la tracción	
Para los electrodos de acero dulce y los aceros de baja aleación: las dos primeras cifras de un número de cuatro cifras, o las tres primeras cifras de un número de cinco cifras designan resistencia a la tracción:	
E-60xx	significa una resistencia a la tracción de 60,000 libras por pulgada cuadrada (42,2 kg./mm ²).
Numeración de electrodos - Posiciones para soldar	
La penúltima cifra indica la posición para soldar.	
Exx1x	significa para todas las posiciones.
Numeración de electrodos - Revestimientos	
Para los diferentes tipos de revestimiento nótese que los electrodos tipo:	
E-6010 y E-6011	tienen un revestimiento con alto contenido de materia orgánica (celulosa).

Nota. Esta imagen pertenece a los datos técnicos de soldadura de la estructura. Reproducido

Técnicas para Soldar, por. R. Alan, 2021 (<https://qws.es/tipos-tecnicas-soldadura/>).

Anexo 3

Diagrama eléctrico Chevrolet Aveo 1.5



Nota. Esta imagen pertenece a la ficha técnica del automotor Reproducido de Finds New Roads, por, N. Cercós, 2021 (<https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/taxis/aveo/02-pdf/taxi-ficha-tecnica-aveo-family.pdf>).