



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Implementación de un laboratorio de simulación de unidades de control
electrónico automotriz (ECU'S) para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica
Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto y Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Trabajo de unidad de integración curricular, previo a la obtención del título de
Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier

29 de febrero del 2024

Latacunga



Plagiarism report

MONOGRAFIA_Simbaña_Mañay.pdf

Scan details

Scan time: February 28th, 2024 at 15:45 UTC Total Pages: 43 Total Words: 10507

Plagiarism Detection

Types of plagiarism	Words
Identical	3.2% 336
Minor Changes	0.4% 43
Paraphrased	3.8% 297
Omitted Words	13.9% 1461

AI Content Detection

Test coverage
 AI text
 Human text

🔍 Plagiarism Results: (40)

🌐 **Cómo Funciona Una Bobina De Encendido. Tipos, Cómo Probar** 0.7%

<https://www.motoresukita.com/bobina-de-encendido/>
 Ir al contenido ...

🌐 **INV_FHU_501_TE_Ibarra_Carlos_2017.pdf.txt** 0.7%

https://repositorio.consentral.edu.pe/bitstream/20.500.12394/35816/inv_fhu_501_te_ibarra_carlos_2017.pdf...
 Universidad Continental FACULTAD DE HUMANIDADES Escuela Académico Profesional de Psicología Factores de riesgo psicosociales en los traba...

🌐 **Sistema de combustible | MWWautotechniek.nl** 0.7%

<https://www.mwwautotechniek.nl/es/sistema-de-combustible/>
 Ir al contenido Motor de combustión Propulsión eléctrica Camocera Confort, seguridad, NVAC Electrónica ...



Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier
 DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Departamento de Ciencias de la Energía Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular Implementación de un laboratorio de simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S) para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE fue realizado por los señores Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto y Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga 29 de febrero del 2024

Ing. Arias Pérez, Angel Xavier

C.C.: 0503454811



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto y Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban, con cédulas de ciudadanía n°050408972-3 y n°172771077-2, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular: Implementación de un laboratorio de simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S) para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga 29 de febrero del 2024

Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto
C.C.: 0504089723

Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban
C.C.: 1727710772



Departamento de Ciencias de la Energía Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de Publicación

Nosotros, Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto y Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban, con cédulas de ciudadanía n°050408972-3 y n°172771077-2, con cédulas de ciudadanía n°055060867-3 y n°055027807-1, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de integración curricular: Implementación de un laboratorio de simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S) para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga 29 de febrero del 2024

Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto
C.C.: 0504089723

Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban
C.C.: 1727710772

Dedicatoria

Todo este esfuerzo está dedicado a mi madre y a mi padre por siempre apoyarme, quien estuvo siempre a mi lado, brindándome su mano amiga dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión, porque sé que ella me ayudo en las buenas y en las malas y lo sigue haciendo, además de haberme dado la vida, siempre confió en mí y nunca me abandonó. Te amo mamá y papá.

Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto

Me complace dedicar el proyecto principalmente a Dios, quien ha sido mi guía en este largo camino de la vida, el cual me dio su bendición para poder seguir a delante sobre cualquier inconveniente.

Es una satisfacción muy grade poder terminar mis estudios y lograr un objetivo más cumplido me complace poder dedicarle a mi padre Luis Simbaña a mi madre Narcisa Llumiquinga también a mis hermanos Leonela Simbaña y Luis David Simbaña, los cuales me dieron todo su apoyo en este camino académico, también se la dedico a mis abuelitos Eduardo Llumiquinga y Elvia Oña los cuales me enseñaron a salir hacia adelanten de cualquier problema o inconveniente que se me presente, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A toda mi familia se la dedico mi trabajo porque han fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo en cada decisión que tome sin dejar de lado todo lo que han hecho por mí.

Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban

Agradecimiento

Mi agradecimiento Principalmente a Dios y a la Universidad De las Fuerzas Armadas Espe Sede Latacunga al departamento de Energía y Mecánica por permitirme culminar con mi trabajo de tesis y por darme la oportunidad de prepararme hasta alcanzar mi título profesional.

Mañay Astudillo, Kevin Rigoberto

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme culminar con mi proyecto, gracias a la institución: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga por permitirme formarme en ella para lograr mi objetivo de ser un profesional hecho y derecho, gracias a cada uno de mis maestros que hizo parte de este proceso integral de formación, que deja como producto a un estudiante de excelencia además como recuerdo y prueba viviente en la historia les dejo este Proyecto, que perdurara dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

También agradezco a mi tutor de Tesis, el Ing. Xavier Arias la guía y apoyo durante todo este proceso de realizar la tesis por la gran persona la cual dio fundamentos en este proceso largo, pero con su ayuda se logró culminar de la mejor manera el proyecto.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado y aún más mi proyecto, por permitir a mis experiencias, investigaciones y conocimientos den como fruto un trabajo bien realizado.

Simbaña Llumiquinga, Rodolfo Esteban

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de datos	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figuras	11
Índice de tablas	13
Resumen.....	14
Abstract	15
Capítulo I: Introducción.....	16
Antecedentes	16
Planteamiento del problema	22
Justificación.....	23
Objetivos	24
<i>Objetivo general</i>	24
<i>Objetivos específicos</i>	24
Alcance.....	24
Capítulo II: Marco Teórico	26
Definición de Inyección.....	26

Progreso de los sistemas de inyección de combustible	27
Tipos los sistemas de inyección divididos en dos grupos	29
<i>Sistema de Inyección indirecta</i>	29
<i>Sistema de Inyección directa</i>	30
Inyección de combustible	31
Bobinas de encendido.	32
<i>Componentes de una bobina de encendido</i>	34
<i>Tipos de bobinas de encendido</i>	34
<i>Causas de una bobina de encendido defectuosa</i>	34
<i>Síntomas de una bobina de encendido averiada</i>	35
<i>Detección de defectos en la bobina de encendido</i>	37
Funcionamiento del inyector en motores de gasolina.....	39
<i>Partes de la inyección de combustible</i>	40
Inyección de combustible en motores diésel	43
<i>Funcionamiento del inyector en motores diésel</i>	44
<i>Componentes del sistema de inyección diésel</i>	44
<i>Tipos de sistemas de inyección diésel</i>	45
Capítulo III: Desarrollo	47
Proceso de simulación.....	47
Proceso de selección de equipos	47
Equipo de simulación MVA 4.0 R	48
Descripción del equipo MVA 4.0r:	48
Proceso de simulación de la ECU del Opel Corsa II	50

Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	58
Conclusiones	58
Recomendaciones.....	59
Bibliografía	60
Anexos.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Inyección de combustible</i>	26
Figura 2 <i>Inyector de combustible</i>	27
Figura 3 <i>Esquema de un sistema de inyección D-Jectronic</i>	29
Figura 4 <i>Inyección indirecta</i>	30
Figura 5 <i>Inyección directa</i>	31
Figura 6 <i>Bobinas de encendido</i>	32
Figura 7 <i>Bobina de encendido</i>	33
Figura 8 <i>Electroválvula</i>	33
Figura 9 <i>Bobina independiente averiada</i>	36
Figura 10 <i>Funcionamiento de una bobina</i>	37
Figura 11 <i>Tipos de Bobinas de encendido</i>	38
Figura 12 <i>Inyección de gasolina</i>	39
Figura 13 <i>Circuito de alimentación de combustible</i>	41
Figura 14 <i>Inyección a Diesel</i>	43
Figura 15 <i>Inyector a Diesel</i>	44
Figura 16 <i>Equipo MVA 4.0R</i>	49
Figura 17 <i>Desconexión del borne negativo</i>	50
Figura 18 <i>Desmontaje del tablero de instrumentos para la simulación</i>	50
Figura 19 <i>Desmontaje del inmovilizador para la simulación</i>	51
Figura 20 <i>Desmontaje del Módulo BCM para la simulación</i>	51
Figura 21 <i>Desmontaje de la ECU del motor para la simulación</i>	52
Figura 22 <i>Selección del simulador a utilizar con la marca del vehículo, el modelo y el año</i>	52
Figura 23 <i>Diagrama de conexión de los pines de la ECU que proporciona el MVA4.0R.</i> ...	53
Figura 24 <i>Diagrama de conexión de pines del inmovilizador que proporciona el MVA4.0R</i>	53
Figura 25 <i>Diagrama de conexión de pines del módulo BCM que proporciona MVA 4.0R</i> ..	54
Figura 26 <i>Diagrama de conexión de los pines del tablero que proporciona le MVA 4.0R</i> ...	54
Figura 27 <i>Conexión de los conectores del simulador y el INMO al MVA 4.0R</i>	55

- Figura 28** *Conexión de los conectores necesarios para la simulación con el MVA 4.0R. ...* 55
- Figura 29** *Verificación de la simulación esta correctamente realizada ya que se observa encendido el tablero.....* 56
- Figura 30** *Simulación con el MVA 4.0R se observa la apertura de inyectores y el salto de chispa en las bujías.....* 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tipos de sistemas de inyección de gasolina</i>	42
Tabla 2 <i>Selección de equipo</i>	47

Resumen

En Latacunga, provincia de Cotopaxi, se enfrenta una carencia notable de infraestructuras especializadas para la simulación de unidades de control electrónico (ECUs). Esta deficiencia representa un desafío para profesionales, estudiantes e investigadores comprometidos con el análisis de sistemas de control electrónico, limitando las oportunidades de formación e innovación en la industria automotriz. La Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" sede Latacunga, a través de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, propone implementar un laboratorio de simulación de ECUs para mejorar los estándares de práctica y teoría, y orientar efectivamente a los estudiantes en la aplicación de sus conocimientos. En base a la investigación bibliográfica, se realizó la adquisición de herramientas y equipos esenciales, así como la definición del proceso de simulación. Para alcanzar estos objetivos, se seleccionó el equipo MVA 4.0R, que permitió simular la ECU del Opel Corsa II de manera efectiva, contribuyendo al análisis detallado de sistemas automotrices. El equipo facilita la simulación precisa de ECUs, mejorando así el análisis y desarrollo de sistemas automotrices. El presente trabajo representa una contribución significativa al abordar la escasez de recursos especializados en simulación de ECUs en Latacunga, promoviendo el progreso tecnológico y la competitividad.

Palabras clave: Simulación de unidades de electrónico ECU's, diagramas de conexión, sistemas automotrices, sistemas de inyección.

Abstract

In Latacunga, province of Cotopaxi, there is a notable lack of specialized infrastructure for the simulation of electronic control units (ECUs). This deficiency represents a challenge for professionals, students and researchers committed to the analysis of electronic control systems, limiting training and innovation opportunities in the automotive industry. The University of the Armed Forces "ESPE" Latacunga headquarters, through the Higher Technology degree in Automotive Mechanics, proposes to implement an ECU simulation laboratory to improve standards of practice and theory, and effectively guide students in the application of their knowledge. Based on bibliographic research, the acquisition of essential tools and equipment was carried out, as well as the definition of the simulation process. To achieve these objectives, the MVA 4.0R equipment was selected, which allowed the Opel Corsa II ECU to be simulated effectively, contributing to the detailed analysis of automotive systems. The equipment facilitates accurate simulation of ECUs, thereby improving the analysis and development of automotive systems. The present work represents a significant contribution by addressing the shortage of resources specialized in ECU simulation in Latacunga, promoting technological progress and competitiveness.

Keywords: Simulation of electronic units ECU's, connection diagrams, automotive systems, injection systems.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

La ECU es la unidad de control electrónico que controla el motor además de ser el corazón del sistema electrónico formado por sensores y actuadores. El sensor informa a la unidad principal y envía los comandos necesarios a los convertidores para cambiar la información inicial. La función del sensor es registrar varios parámetros relacionados con el funcionamiento del vehículo (por ejemplo, velocidad del motor, temperatura del sistema, indicador de posición del acelerador, etc.). Estos sensores actúan como un puente hacia un sistema central o ECU que convierte estas cantidades físicas en cantidades eléctricas.

El amplificador se encarga de convertir la señal eléctrica recibida en una cantidad mecánica. Reciben información, por lo que operan mecánicamente ciertas funciones del vehículo, como la inyección de combustible, la dirección asistida y otros sistemas, asimilando el proceso de información por computadora se dispone de la entrada de sensores hacia el sistema interno para componentes de salida en datos actuadores.

A nivel mundial, Gómez Laconcha y Garrido Diez (2019), destaca que la electrónica tiene una evolución constante en vehículos, la progresividad del control electrónico (ECU) es innumerable, ya que es el control constante a los sistemas de inyección, en los últimos años existe un aumento en el índice de casos reportados como inmovilización averiada hacia el motor de combustión en el vehículo, teniendo como factor principal el inadecuado acompañamiento en las capacitaciones estipuladas por los profesionales en talleres de sistemas.

En el mercado actual se deben reconocer los requerimientos técnicos para la aplicación de unidades de control electrónico, se elevó en el campo de automoción, los nuevos prototipos deben apegarse a la normalidad de temperatura, causalidad, presión,

posición y generados de funciones bajo criterios de ambición ecológica por impuestos y normativas legales y económicas aprovechando todos los recursos de reducción para adecuar al sector eminente.

Según Aguirre Guevara y Estévez Andrade (2022), en su investigación sobre los “Procesos de codificación de los parámetros programables en módulos del sistema diagnóstico unificado uds”, tuvo como objetivo analizar el procedimiento de codificación en módulos del sistema UDS pertenecientes al grupo VAG que nos permiten cambiar parámetros en la programación original del vehículo automotor. Para iniciar con esta investigación se utilizó un método documental para de esta manera conseguir la información necesaria en artículos, investigaciones previas y revistas. Los resultados del módulo ECU evidencian que todas las codificaciones que posee eran referentes al tipo de caja de marchas que tenía. En el panel de instrumentos se observó que las codificaciones permisibles que tenía eran relacionadas a los diferentes testigos, así como también indicadores de desgaste de pastillas de freno, presión de neumáticos y país de origen para el lenguaje de los mensajes importantes.

El módulo inmovilizador es parte del tablero de instrumentos, cuenta con un archivo de memoria independiente para prevenir conflictos, el cual posee codificaciones relacionados al bloqueo de la columna de dirección, el arranque sin llave y la activación a control remoto del vehículo automotor. Por lo cual se concluyó que el UDS al ser un sistema inmovilizador perteneciente a la cuarta generación incluye diferentes componentes para su funcionamiento como: unidad de control, antena, tablero y llaves, siendo el tablero el responsable de acumular toda la información necesaria al sistema inmovilizador para de esta manera evitar la incorporación de módulos extra.

Alderete Quispe (2023), en su caso de estudio “Sistema de emulación fuera del vehículo ECU’s de control del motor para su diagnóstico posterior” mencionan que el emulador programado, fue realizado para identificar los problemas de funcionamiento incorrectos en vehículos, por ende, su solución fue abordar los diagnósticos mediante la

herramienta del emulador LbVIEW, adaptado al diseño de inyecciones de encendido, producidos con costos reducidos

De cierta manera, nos da a conocer que el desafío para el control del sistema ECU es entre inyectores, por lo cual el conocimiento no es un factor de ausencia para los técnicos en mecánica y electrónica, además de que el emulador tiene la primicia de enviar señales de alarma para el requerimiento instantáneo de inyecciones para que su adaptación se genere de una forma correcta en el funcionamiento de los vehículos, la evolución de la mecánica al sector automotriz, dio enormes pasos desde la intervención de especialidades electrónicas, forjaron los indicios de procesos técnicos, acumulando las dinámicas de sintonización renovadas al automóvil, en la actualidad los principios mecánicos se relacionan con el diseño de automoción, incorporan la inducción de encendido, la carburación, transmisión, cambio y frenos, especulando la transformación de partes mecánicas a electrónicas, el manejo fiable minimiza el margen de error que los componentes digitales son mínimos.

Tal como Carrión Salinas y Ramírez Guaita (2019), "Desarrollo de una herramienta didáctica para la carrera de ingeniería automotriz, que permita caracterizar el consumo de combustible, empleando la señal de los sensores del motor en la red can", tuvo como objetivo Los protocolos de comunicación son protocolos que permiten la transmisión de datos dentro del vehículo. Los tres protocolos más comunes utilizados en los automóviles son LIN, CAN y FlexRay.

Estos solo se utilizan tres buses CAN para realizar protocolos de diagnóstico, el resto simplemente llevan información dentro del vehículo. CAN puede considerarse el protocolo "central" de los automóviles. Acerca de este protocolo la información simple a menudo implica saber si la puerta está abierta a la información o no importante como el flujo de masas de aire (Carrión Salinas y Ramírez Guaita, 2019). Conozca la dirección donde se encuentra información específica (por ejemplo: conocer las velocidades en qué trama y a qué bytes específicos de esta trama corresponden velocidad) se requiere base de datos y

esta información varía según la política cada fabricante. El trabajo de investigación propuesto incluye la creación de un modelo matemático habilitante acceder a esta base de datos, ubicada en la RED CAN, y pasar información puede configurar parámetros (consumo de combustible, tiempo de encendido y eficiencia volumétrica) programable en el ordenador del vehículo.

Una investigación de acceso libre a la información científica para innovar el concepto de Ecu Automotriz creada por Mamani Yujira, en el “Diseño e implementación de un simulador de parámetros de unidades de control electrónico automotrices (ECU) de vehículos a gasolina en la Región Puno para su diagnóstico modular” media el impacto de la emisión de contaminantes desde los vehículos, por lo que la solución estratégica fue incorporar los componentes básicos analógicos de alta eficiencia interna en las computadoras, como memorias del desarrollo tecnológico (Mamani Yujra, 2015).

Los cambios de funcionamiento fueron estratégicos principalmente en el aire de regulación combustible, a través de actuadores y sensores, la velocidad del motor en regla de marchas o ralentíes, el encendido automático para controlar las bobinas, los inyectores y transistor, el control de válvulas tienen tiempo de actuadores y sensores, así que la unidad de control ECU procesa la velocidad de circuitos interiores, para mejorar la estabilidad del módulo de control y procesamiento de datos.

Un diagnóstico del CAN y OBD-II con dio el conocimiento del desarrollo asimilativo al ECU, desarrollado en la Universidad de Sevilla en ingeniería electrónica reconoce el estado del vehículo en tiempo real, por lo que el conocimiento de códigos va más allá de los fallos almacenados, las variables que son reconocidas momentáneamente tienen relevancia oportuna para específicamente reconocer los niveles de parámetros, la investigación empírica se normalizó en el sistema de campo, mientras que el desarrollo de sistemas en vehículos ejercía el funcionamiento de protocolos (Zambrano, 2015).

Las ventajas identificadas en el funcionamiento del vehículo diagnosticado se ejemplifica en las cuatro ventanas manuales de apertura, por medio de las diferentes tecnologías aplicado por el método heurístico, simula las señales de sensor en posiciones adelantadas (TPS), los sensores de temperatura refrigerante (ECT), el aire de admisión (IAT), oxígeno (O₂), la presión absoluta de admisión múltiple (MAP) y sensor de flujos de masa en el aire (MAF), el diseño gráfico de LabVIEW compró la funcionalidad y el seguimiento del ECU, a través del sensor generacional de señales (CKP), y posición de levas (CMP), para el desarrollo del programador Arduino y analógico, convirtiendo lo digital como emisiones para las operaciones amplificadas.

En otra perspectiva de gestión bajo el funcionamiento del ECU, la comprobación de este complemento fueron la realización de placas, teniendo así la comprobación de señales sensoriales, bajo la inducción y efecto HALL de una pantalla digital que aplica el desarrollo de bobinas, teniendo como resultados la operacionalización del equipo, la funcionalidad, teniendo resultados favorables para la ignición de inyectores al sistema (Castelo Valdivieso et al., 2018).

La simulación de los equipos eléctricos es de máxima potencia al sistema como herramienta eléctrica, los comportamientos al ECU involucran la sincronización en periodos de tiempo, para que el laboratorio implemente, de tal forma los desafíos sean superados en la operacionalización de seguridad y confiabilidad, el planteamiento de la red aplica el sistema matemático bajo el modelo de sistema software y relativo al planteamiento robusto hacia el diseño, análisis del post operativo.

Un proyecto realizado por Flor Jiménez y Jiménez Guingla en la Universidad Internacional de Ecuador con el tema la “Implementación de un Laboratorio de simulación virtual para reparación de pilotos de competencias automovilísticas” nos relaciona el entrenamiento de los profesionales destacando las habilidades y competencias, que cursan a la formación tecnológica y sistemática de información automotriz, la interpretación de necesidades funcionales y no funcionales en el criterio teórico e investigación práctica,

concluyendo las bases periféricas como una construcción de implementos a la seguridad, reduciendo las competencias y recursos económicos (Flor Jiménez y Jiménez Guingla, 2020).

Los inconvenientes de la implementación de áreas prácticas son detalladas, en costos mecánicos, perjudiciales al entorno, técnicos y sociales, por lo cual la simulación de unidades de control deben ser estratégicas, y capacitadas técnicamente, consolidando la práctica teórica promueve a la integración de la tecnología en la inducción automovilística, teniendo en cuenta la legislación ecuatoriana para ser secuencial y cronológico los permisos de adecuación para un laboratorio con características automotrices.

El sistema nacional interconectado maneja la inadecuada simulación que efectúa la demanda de cambios incrementados, con el único propósito de incrementar la generación tecnológica y conectividad Ruíz Santacruz y Mayorca Torres (2022). La necesidad de la simulación digital fundamenta el desarrollo de la red de transmisión automático, el uso de una representación relativa aumenta el alcance del rendimiento preciso en el sistema de potencia pre y post ocasional, los diversos componentes del vehículo acompañan el proceso de software en simulación digital.

Planteamiento del problema

En la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, se ha identificado una notable carencia de infraestructuras especializadas para la simulación de unidades de control electrónico (ECUs). Esta deficiencia en la oferta de laboratorios dedicados a esta tecnología crítica representa un desafío evidente para profesionales, estudiantes e investigadores comprometidos con el desarrollo y análisis de sistemas electrónicos de control. La falta de instalaciones especializadas para la simulación de ECUs limita las oportunidades de formación, investigación y experimentación en este campo específico, afectando directamente el progreso tecnológico y la competitividad en sectores clave como la industria automotriz y otros ámbitos donde la electrónica de control es fundamental.

Además, esta escasez de recursos especializados impacta negativamente en la capacidad de los talleres locales para innovar y adaptarse a las crecientes demandas de un mercado tecnológicamente avanzado. La ausencia de laboratorios dedicados a la simulación de ECUs para verificar el funcionamiento posterior a su reparación, junto con la falta de información actualizada, ha generado malestar entre los clientes debido al tiempo y al valor económico asociados a estas limitaciones.

La falta de una solución adecuada conduce a la necesidad de recurrir a asesoramiento especializado externo, lo cual resulta más costoso y lleva más tiempo. Esta situación implica una pérdida significativa de tiempo. La Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" sede Latacunga, a través de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, tiene como objetivo mejorar los estándares existentes de práctica y teoría. Además, se propone orientar a los estudiantes de manera efectiva, demostrando sus conocimientos y aplicando lo aprendido en el ámbito académico dentro de la institución.

Justificación

La ejecución de este proyecto radica en varios aspectos fundamentales que impactarán positivamente tanto en la formación académica de los estudiantes como en el posicionamiento de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" en el campo de la educación técnica automotriz.

En primer lugar, la implementación del laboratorio especializado en la simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECUs) permitirá una verificación efectiva del funcionamiento de las ECUs después de ser reparadas. Esta verificación asegurará que los problemas se hayan solucionado de manera adecuada, garantizando que los vehículos estén en óptimas condiciones para su funcionamiento.

Además, el laboratorio proporcionará información técnica detallada sobre el funcionamiento de las ECUs, así como sobre los procedimientos de diagnóstico y reparación. Este conocimiento contribuirá a mejorar las prácticas en el manejo de sistemas electrónicos automotrices, promoviendo estándares más altos de calidad y eficiencia en el servicio automotriz.

Por otro lado, la disponibilidad de un laboratorio especializado en simulación de ECUs enriquecerá la formación académica de los estudiantes de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz. Les brindará una experiencia práctica y tangible con tecnología de vanguardia, preparándolos mejor para enfrentar los desafíos del mercado laboral actual y futuro.

En cuanto a la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", la implementación de este laboratorio aumentará su competitividad y relevancia en el campo de la educación técnica automotriz. Esto podría atraer a más estudiantes interesados en especializarse en este campo y fortalecer la reputación de la institución como un referente en la formación de profesionales altamente capacitados en el sector automotriz.

Es así que, este proyecto tiene como objetivo abordar la deficiencia en el manejo de equipos especializados e información relacionada con la simulación de unidades de control electrónico automotriz en la ciudad de Latacunga. Su implementación beneficiará tanto a los estudiantes como a la institución, contribuyendo a mejorar la calidad de la educación técnica automotriz y posicionando a la universidad como líder en el campo.

Objetivos

Objetivo general

Implementar un laboratorio de simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S) para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Objetivos específicos

- Indagar en fuentes bibliográficas información concisa referente a la simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S).
- Adquirir las herramientas y equipos esenciales para la simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S).
- Definir el proceso de simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S).

Alcance

El alcance del presente proyecto comprende la implementación de un laboratorio especializado en la simulación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S), programación de llaves, reparación de unidades de control electrónico automotriz (ECU'S) además de la programación y reprogramación de módulos. Con la finalidad que el proyecto

se presente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga beneficiando el aprendizaje dentro de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

El laboratorio estará destinado a proporcionar a los estudiantes un entorno de aprendizaje avanzado que les permita adquirir experiencia práctica en la simulación y diagnóstico de ECUs. Este laboratorio también servirá como un centro de investigación y desarrollo en el campo de la electrónica automotriz

Capítulo II

Marco Teórico

Definición de Inyección

La inyección es un sistema de suministro de combustible para motores de combustión interna que se utiliza en casi todos los automóviles desde principios de los años 90. Reemplazó al carburador desde 1980 hasta que se volvió más común con el paso de los años. La diferencia entre los dos es que el sistema de inyección utiliza una técnica para inyectar combustible a alta presión a través de un pequeño canal, mientras que el carburador funciona a baja presión a partir de la succión creada al acelerar el aire a través de un tubo Venturi. De ahí surge la mezcla de aire y combustible. De hecho, la inyección proporciona una mayor eficiencia energética, utilizando menos combustible para un mejor rendimiento (Epifanio, 2020). A continuación, se observa en la figura 1 el momento de inyección de combustible en un motor.

Figura 1

Inyección de combustible



Nota. Tomado de (Morales, 2018)

De manera concreta: El sistema de inyección proporciona combustible a alta presión al ciclo de compresión del motor. Cuando se expone al aire en un ambiente de alta temperatura, la mezcla se enciende y provoca combustión.

Progreso de los sistemas de inyección de combustible

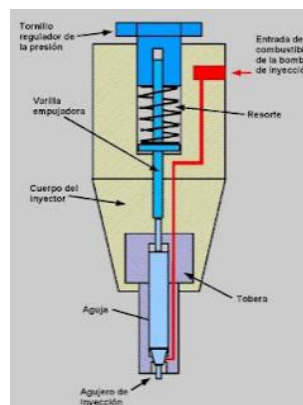
Si nos remontamos en la historia, debemos retroceder hasta el año 1858, cuando el concepto del inyector fue inventado por el francés Henri Guiffard, quien buscaba una solución para introducir agua en las calderas de vapor. Este punto marca el inicio de una serie de avances continuos y mejoras a lo largo de los años, con pruebas y desarrollos constantes que han ido agregando componentes y repensando el concepto desde diferentes perspectivas.

El viaje en el tiempo nos lleva hasta 1939, cuando Mercedes-Benz empezó a experimentar con las bombas diésel de Bosch, modificando el filtro de combustible y cambiando el diseño de las boquillas. En colaboración con Bosch, continuaron probando y mejorando prototipos del sistema hasta 1946. En aquel entonces, no era tarea sencilla utilizar un sistema de suministro de combustible de este tipo.

En 1959 inicio con prototipos ya terminados se trataba de sistemas de inyección para un motor de cuatro cilindros, cuatro tiempos y de 16 válvulas. Por el año 1967 estuvo listo para la producción en serie, ese mismo año se lanzó el primer sistema de inyección electrónica con una bomba de combustible eléctrica en el Volkswagen 1600 Tipo 3, este modelo tiene un motor bóxer de 4 cilindros boxer (diseño opuesto). A continuación, se observa en la figura 2 los componentes que conforman el inyector de combustible.

Figura 2

Inyector de combustible



Nota. Tomado de la página de (Castorani, 2015)

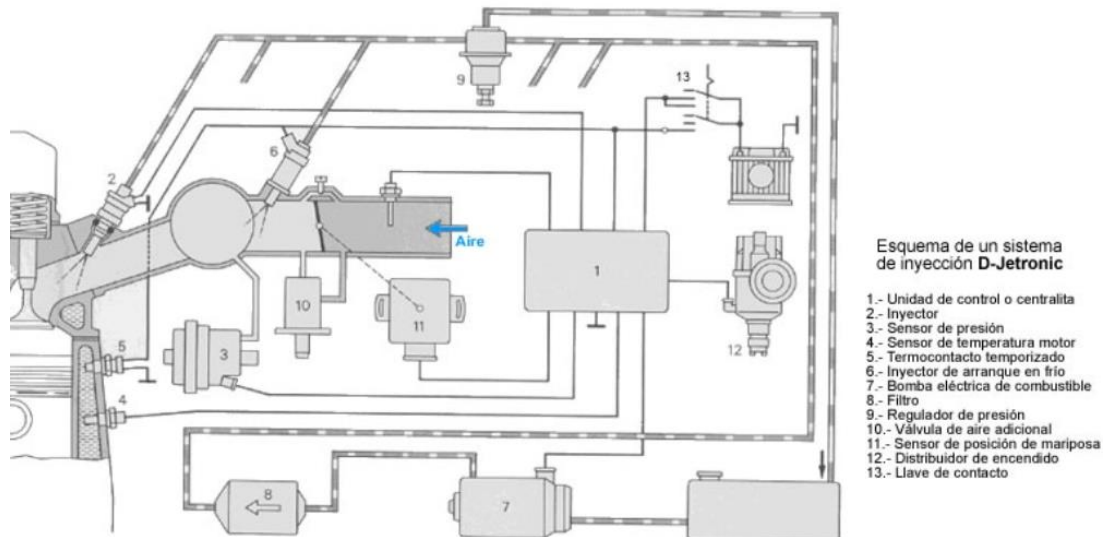
El sistema de inyección, denominado Bosch D-Jetronic, calcula por primera vez la mezcla de aire y combustible mediante una unidad de control o un ordenador. Esta tecnología era tan avanzada cuando apareció por primera vez en la década de 1990, cuando se convirtió en algo "imprescindible" para lograr una mayor eficiencia. El futuro de los carburadores estaba lleno de posibilidades, y estaban destinados a desaparecer por completo del mapa de la fabricación de automóviles (Epifanio, 2020).

Bosch desarrolló un paquete que integra un filtro de combustible, una bomba eléctrica, un regulador de presión y un sensor de nivel de combustible, eliminando el antiguo sistema que incluía circuitos que entregaban gasolina al cilindro para crear una explosión en la cámara de combustión del cilindro.

Básicamente, el sistema toma datos de varios sensores del motor y calcula la cantidad de combustible que se debe suministrar al aire de admisión cada vez. Una bomba eléctrica suministra gasolina desde el tanque al motor a través de una tubería y el regulador mantiene una presión de 2 a 3 bar. Hay tantos inyectores como cilindros en el motor y se abren y cierran según sea necesario. Dado que la presión es constante, la cantidad de combustible inyectado depende de cuánto tiempo está abierto el inyector, y la ECU (unidad de control electrónico, computadora de inyección) calcula la sincronización en función de la señal recibida por el sensor. A continuación, en la figura 3 se observa el esquema de un sistema de inyección D-Jetronic.

Figura 3

Esquema de un sistema de inyección D-Jetronic



Nota. Tomado de (Martínez Gavidia, 2010)

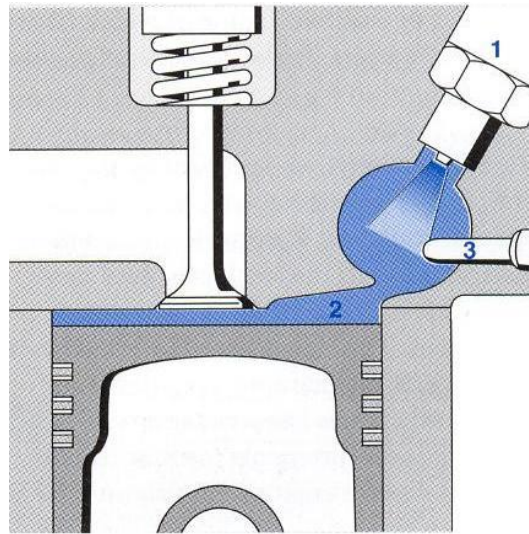
Tipos los sistemas de inyección divididos en dos grupos

Los sistemas de inyección se dividen generalmente en dos grupos.

Sistema de Inyección indirecta

Los motores con cámara dividida son aquellos que presentan una geometría específica en su cámara de combustión. Esta cámara se compone de una precámara situada en la culata, la cual está conectada a una cámara principal mediante una garganta. El combustible es introducido en esta cámara mediante un inyector.

Una vez que se inyecta el carburante y comienza a arder, hay aumento de la presión que va a empujar el aire y el combustible, que no se han quemado, a la cámara principal por medio de la garganta. En este proceso se aumenta la turbulencia y la mezcla se ve forzada para terminar ardiendo. A continuación, en la figura 4 se observa el proceso de la inyección indirecta.

Figura 4*Inyección indirecta*

Nota. Tomado de (Fullmecánica, 2014)

Sistema de Inyección directa

Los motores equipados con este tipo de inyección tienen la cámara ubicada en la cabeza del pistón. El combustible se introduce en la cámara de combustión a través de un inyector que dispone de 4 a 6 orificios, donde se mezcla con el aire que entra a través de la válvula de admisión

Como este proceso de mezcla es limitado, se refuerza la inyección usando la rotación de aire en la cámara al mismo momento que el pistón genera la compresión. Esto se conoce como efecto Swirl (Ferrer, 2015). A continuación, en la figura 5 se observa el proceso de inyección directa dentro de un cilindro.

Figura 5

Inyección directa



Nota. Tomado de (Prueba de ruta, 2017)

Inyección de combustible

Desde la década de 1990, la mayoría de los automóviles han adoptado un sistema de inyección de combustible en lugar del carburador en los motores de combustión interna, también conocidos como motores Otto. Este cambio ha sido una evolución significativa en la tecnología de motores de automóviles.

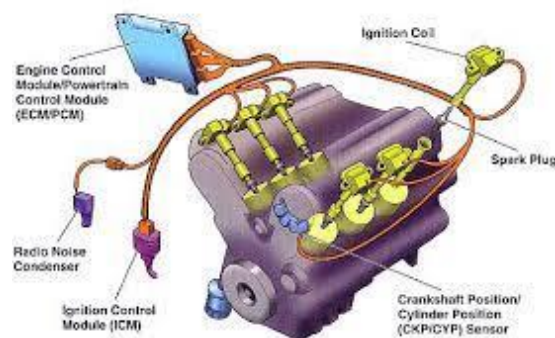
Sin embargo, en los sistemas de motor diésel, los sistemas de inyección son obligatorios. Según Finders menciona que: el sistema de inyección trata de lograr la mejor mezcla entre aire y gasolina con el propósito de conseguir una combustión total en el cilindro. En un principio el suministro de combustible en los motores ha pasado por diferentes etapas. La primera era un carburador, para después pasar a ser sustituido por inyección mecánica hasta llegar a la actual inyección electrónica. Esta última incorpora además otros sistemas y sensores.

Bobinas de encendido.

La bobina de encendido de un coche es un componente esencial del sistema de encendido del motor. Su función principal es transformar la baja tensión de la batería en una alta tensión necesaria para producir la chispa en las bujías, lo que a su vez enciende la mezcla de aire y combustible en los cilindros del motor. A continuación, en la figura 6 se observa el sistema de encendido de un motor que contiene bobinas.

Figura 6

Bobinas de encendido



Nota. Tomado de (INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ, 2021)

La función principal de la bobina de encendido es convertir la corriente normal en alto voltaje para arrancar el automóvil. Entonces, si falla el encendido, el auto no arranca. La bobina de encendido distribuye a la bujía la corriente eléctrica necesaria para crear la chispa que permite la combustión interna, es decir, hace que el voltaje estándar sea alto. La bujía de la cámara de combustión se encarga, junto con la mezcla de aire, de crear una chispa que permite arrancar el coche (Renting Finders, 2017).

El interruptor tiene una conexión eléctrica que le suministra energía; y conexión al cuadro eléctrico que controla su funcionamiento; también la conexión a la bujía, que debe estar perfectamente aislada con un cilindro de goma elástica, que evita que se escape la

humedad. Pero los elementos principales de la bobina de encendido que realmente hacen posible el voltaje de bajo a alto son:

1. Un núcleo de hierro
2. Un bobinado primario
3. Un bobinado secundario

A continuación, en la figura 7 se observa un ejemplo de bobina de encendido.

Figura 7

Bobina de encendido

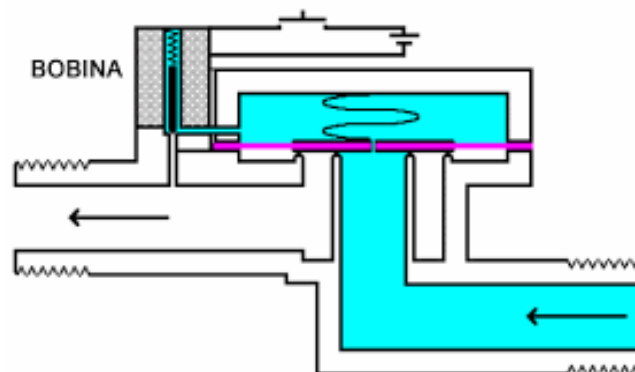


Nota. Tomado de (INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ, 2021)

A continuación, en la figura 8 se observa un diagrama de una electroválvula que consta de una bobina.

Figura 8

Electroválvula



Nota. Tomado de (Diariomotor, 2019)

Componentes de una bobina de encendido

La bobina de encendido está compuesta por varios elementos que trabajan en conjunto para generar la alta tensión necesaria para encender la mezcla de aire y combustible en los cilindros del motor. Los componentes principales de una bobina de encendido típica incluyen:

- Núcleo de hierro
- Arrollamientos o bobinados, primarios y secundarios
- Conexiones eléctricas, positiva y negativa
- Un fondo aislante.
- Una envoltura metálica.
- Una capa magnética.
- Un núcleo magnético.
- Una toma de alta tensión.

Tipos de bobinas de encendido

Existen varios tipos de bobinas de encendido utilizadas en los sistemas de encendido de los motores de combustión interna. Algunos de los tipos comunes son:

- **Bobina de cilindros:** Empleada en sistemas de encendido controlados por contacto.
- **Bobina de doble chispa:** Utilizada en sistemas de encendido con distribución de alta tensión, con dos conexiones internas en sus arrollamientos.
- **Bobina de cuatro chispas:** Diseñada para motores con cuatro chispas.
- **Bobina de una chispa:** Se asigna una bobina por cada bujía

Causas de una bobina de encendido defectuosa

Los problemas comunes que pueden afectar a las bobinas de encendido incluyen:

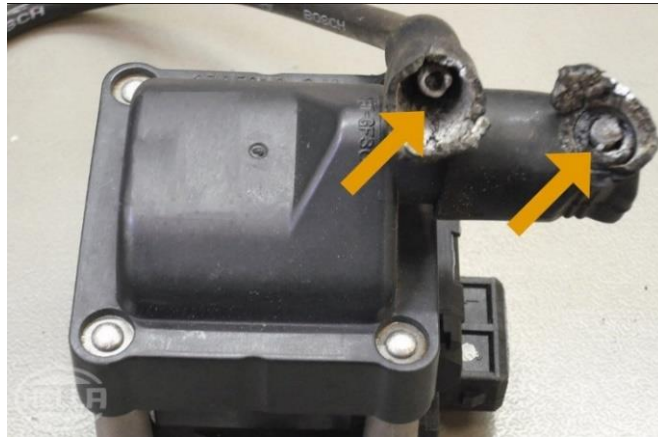
- ✓ **Cortocircuitos internos:** Con el tiempo, la bobina puede sobrecalentarse y generar cortocircuitos.
- ✓ **Fallo en el suministro de tensión:** Una batería débil o cables dañados pueden resultar en una insuficiente alimentación de tensión a la bobina, lo que puede causar sobrecarga o desgaste en el sistema de encendido.
- ✓ **Daños mecánicos o fisuras:** Defectos en la junta de la tapa de la válvula o daños en las conexiones pueden comprometer el aislamiento de las bujías, provocando desgaste en la bobina de encendido.
- ✓ **Fallos en el contacto:** La sal durante el invierno o el lavado del motor pueden ocasionar corrosión en el cableado, lo que afecta el contacto eléctrico adecuado.

Síntomas de una bobina de encendido averiada

Si se experimenta alguno de estos síntomas, es importante realizar un diagnóstico adecuado para determinar si la bobina de encendido u otro componente del sistema de encendido es el responsable del problema.

- El coche no arranca o le cuesta arrancar.
- El motor no acelera o tiene pérdida de potencia.
- El humo del tubo de escape se vuelve negro o huele a gasolina.
- Se enciende la luz de control de motor en el panel de mando.

A continuación, en la figura 9 se observa una bobina independiente en mal estado la cual traía problemas al motor ya que no funciona correctamente.

Figura 9*Bobina independiente averiada*

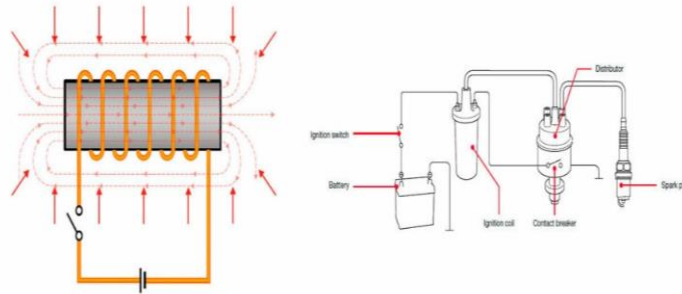
Nota. Tomado de (HELLA TECH WORLD, 2020)

La bobina de encendido de un automóvil es el componente responsable de convertir el voltaje de 12 voltios de la fuente de alimentación de la batería en un alto voltaje que entrega a la bujía para crear la chispa necesaria para encender la mezcla de aire y combustible en una relación estequiométrica. Por tanto, el encendido es una parte necesaria de un motor de combustión interna equipado con un interruptor de encendido, que siempre va acompañado de una bujía.

Si la bobina de encendido no funciona correctamente o ha dejado de funcionar por completo, no hay suficiente corriente en la bujía para crear una chispa que encienda la mezcla de aire y combustible. En esta situación, el cilindro puede experimentar fallas de encendido intermitentes (técnicamente conocidas como fallas de encendido) e incluso fallas de encendido permanentes (Diariomotor, 2019). A continuación, en la figura 10 se observa el funcionamiento de una bobina.

Figura 10

Funcionamiento de una bobina



Nota. Adquirido de (Electricidad Automotriz, 2023)

Detección de defectos en la bobina de encendido

La detección de fallas en la bobina de encendido de un vehículo puede realizarse mediante varios métodos y pruebas. A continuación, algunas de las formas más comunes de diagnosticar problemas con la bobina de encendido.

- **Prueba de chispa:** Esta es una prueba simple que implica quitar una de las bujías del motor, conectarla al cable de la bujía y colocar la parte metálica de la bujía en contacto con una superficie metálica del motor. Al intentar resistencia es demasiado alta o muy baja, puede ser un indicador de un problema con la bobina.
- **Inspección visual:** A veces, las bobinas de encendido pueden mostrar signos externos de daño, como grietas, corrosión o daños en los cables. Una inspección visual detallada puede revelar problemas evidentes.
- **Escáner OBD-II:** Muchos vehículos modernos vienen con un puerto de diagnóstico OBD-II que permite conectar un escáner para leer los códigos de error del motor.

Algunos problemas relacionados con la bobina de encendido encender el motor, deberías ver una chispa azul brillante. Si no hay chispa o si es débil, podría indicar un problema con la bobina de encendido.

- **Multímetro:** Se puede usar un multímetro para medir la resistencia de la bobina de encendido. Consulta el manual de servicio del vehículo para conocer los valores de resistencia específicos que debe tener la bobina. Si la pueden generar códigos de error específicos que pueden ayudar a diagnosticar el problema.
- **Prueba de osciloscopio:** Esta es una prueba más avanzada que implica el uso de un osciloscopio para verificar la forma de onda de la señal de encendido. Una señal de encendido saludable debería tener una forma de onda característica. Un osciloscopio puede ayudar a identificar problemas como picos anormales o falta de señal. A continuación, en la figura 11 se observan los diferentes tipos de bobinas de encendido.

Figura 11

Tipos de Bobinas de encendido



Nota. Tomado de (Carrión Salinas & Ramírez Guaita, 2019)

Funcionamiento del inyector en motores de gasolina

El funcionamiento del motor se realiza a través de inyectores colocados en la cámara de combustión o en el colector de admisión. Estos inyectores están diseñados para suministrar la cantidad precisa de combustible necesaria para el proceso de encendido dentro del motor, adaptándose a las exigencias del automóvil. La función principal del sistema de inyección de combustible es trasladar el combustible desde el tanque hasta el cilindro, junto con la bomba de combustible. Este proceso debe ejecutarse en momentos específicos, con la cantidad adecuada y a la presión correcta. No obstante, la configuración de este sistema varía según el diseño de cada tipo de vehículo.

El sistema de inyección de combustible transporta combustible desde el tanque hasta el motor a través de la bomba eléctrica, el filtro y las galerías, donde se estabiliza la presión. Los inyectores, ubicados en la cámara de combustión o en el colector de admisión, suministran la cantidad precisa de combustible según la cantidad de aire que el motor aspira. El controlador del motor calcula el tiempo de apertura del inyector y la frecuencia de apertura de las válvulas en función del régimen del motor. El interruptor de mariposa detecta la posición del pedal del acelerador para gestionar la inyección de combustible. Este sistema garantiza un suministro eficiente y oportuno de combustible como lo muestra en la figura 12 el momento de inyección de combustible.

Figura 12

Inyección de gasolina



Nota. Tomado de (Burgaleta, 2016)

Partes de la inyección de combustible

Las partes principales del sistema de inyección de combustible incluyen:

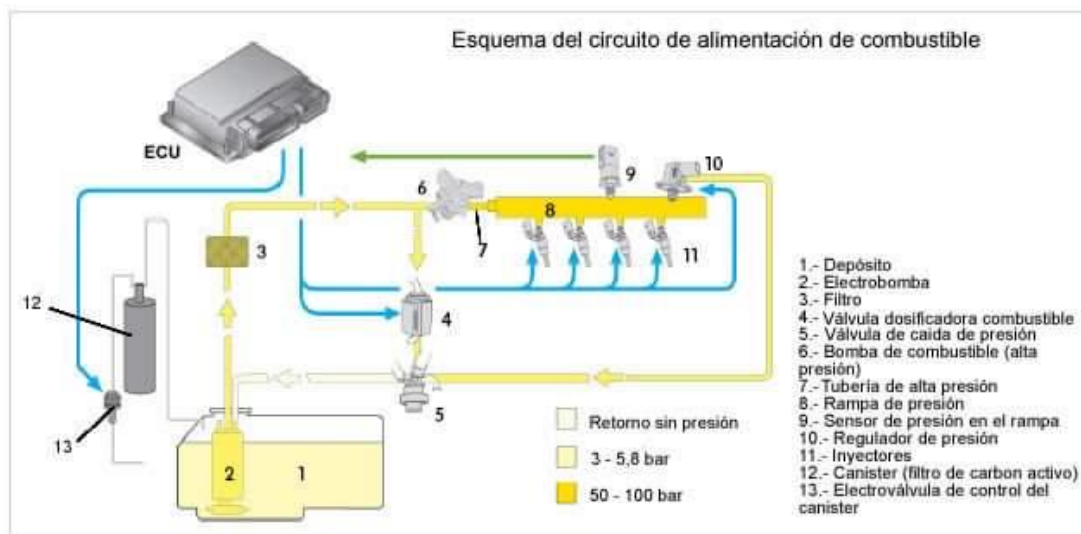
- **Depósito de combustible:** Consiste en un contenedor seguro para fluidos inflamables, es parte del sistema de inyección de combustible y es donde se encuentra almacenado el combustible (Renting Finders, 2017).
- **Bomba de combustible:** Es un componente vital del sistema de inyección, garantizando un suministro constante de combustible al motor. Utiliza un sistema de rieles de inyectores y, mediante succión, extrae el combustible del depósito.
- **Conductos de combustible:** Son las conexiones que permiten el desplazamiento del combustible desde el depósito hasta los inyectores.
- **Inyectores:** Rocían el combustible en forma de aerosol desde la línea de presión hacia el conducto de admisión. Funcionan como electroválvulas que se abren y cierran millones de veces sin fugas, respondiendo rápidamente al pulso que los activa.
- **Cuerpo de mariposa:** Regula el flujo de aire hacia los cilindros a través del colector de admisión. Controla la cantidad de aire utilizada en la ignición mediante una placa giratoria ubicada entre el colector y el filtro de aire.
- **Unidad de control electrónico (ECUs):** Es una centralita que se conecta a sensores para recibir información y a actuadores para ejecutar comandos, controlando así diversos aspectos del sistema electrónico del vehículo.
- **Válvula canister:** Controla la aspiración de hidrocarburos por parte del motor, interrumpiendo o estableciendo el flujo según sea necesario.

- **Filtro del canister:** El carbón activado retiene los hidrocarburos evaporados del tanque de combustible. Un filtro adicional evita la entrada de partículas de polvo al conectar la entrada de aire circulante con el canister.

A continuación, en la figura siguiente se observa el circuito de alimentación de combustible.

Figura 13

Circuito de alimentación de combustible



Nota. Tomado de (Rocha Hoyos, 2008).

Tabla 1

Tipos de sistemas de inyección de gasolina

CLASIFICACIÓN	SISTEMAS
Según el lugar de la inyección:	Inyección indirecta
	Inyección directa
Basado en el número de inyectores:	Inyección mono punto
	Inyección multipunto
En función de la cantidad de inyecciones:	Inyección continua
	Inyección intermitente
	Inyección simultánea
	Inyección semisecuencial
	Inyección secuencial
Dependiendo del sistema de control:	Mecánico
	Electromecánico
	Electrónico

Nota. Tomado de (Auto Crash, 2015)

Estos tipos de sistemas de inyección de gasolina los cuales se observan en la tabla 1 se observa que varían en términos de eficiencia, precisión en la entrega de combustible y complejidad de control, cada uno con sus propias ventajas y desventajas en diferentes aplicaciones automotrices.

Inyección de combustible en motores diésel

Los motores a diésel no requieren gas durante el proceso de mezcla de combustible y combustión, durante la compresión, sólo hay aire en el cilindro y se inyecta combustible diésel al final. En cuanto al proceso de ignición, comienza cuando el combustible inyectado cambia de un estado líquido a un estado casi gaseoso (Renting Finders, 2017).

A continuación, en la imagen 14 se observa los componentes que componen los sistemas de inyección en motores Diesel.

Figura 14

Inyección a Diesel



Nota. Tomado de (Reynasa, 2013).

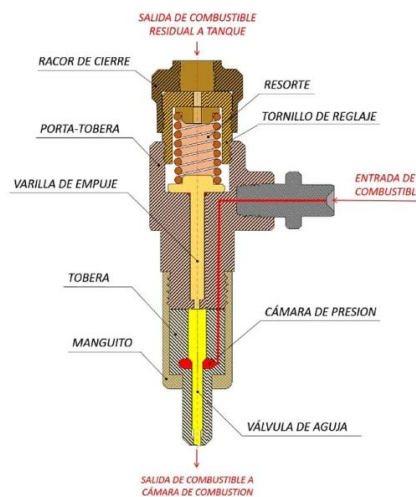
Funcionamiento del inyector en motores diésel

La función de la bomba de alimentación es trasladar el combustible diésel desde el tanque hasta la bomba de inyección, manteniendo una presión constante. El combustible, previamente filtrado para eliminar burbujas de aire y partículas, avanza hacia la bomba de inyección.

Esta última, además de suministrar la cantidad necesaria de combustible, regula su distribución de manera que pueda combinarse eficientemente con el aire dentro del cilindro.

Es crucial que el cilindro esté debidamente calibrado para garantizar una combustión eficaz. Con este fin, la bomba está equipada con sensores, que pueden ser desde mecánicos hasta electrónicos, para mantener un control preciso del proceso de inyección. cantidad necesaria de combustible, regula su distribución de manera que pueda combinarse eficientemente con el aire dentro del cilindro. A continuación, en la imagen 15 se observa los componentes que componen el inyector en un motor Diesel.

Figura 15
Inyector a Diesel



Nota. Tomado de (Ruta 401, 2019)

Componentes del sistema de inyección diésel

Tanto los motores de gasolina como los diésels cuentan con componentes similares.

- **Depósito de combustible:** Almacena el combustible necesario para el funcionamiento del motor.
- **Conductos:** Permiten el flujo del combustible desde el depósito hasta el motor y entre los diferentes componentes del sistema de combustible.
- **Bomba de combustible:** Se encarga de bombear el combustible desde el depósito hacia el motor.
- **Filtros:** Eliminan impurezas y partículas del combustible para garantizar un funcionamiento limpio y eficiente del motor.
- **Bomba de inyección:** En el caso de los motores diésel, esta bomba es responsable de inyectar el combustible directamente en los cilindros del motor.
- **Tuberías de alta presión:** Conducen el combustible desde la bomba de inyección hasta los inyectores en los motores diésel.
- **Inyectores:** Son los dispositivos que pulverizan y distribuyen el combustible en la cámara de combustión del motor, ya sea en motores de gasolina o diésel.

Estos componentes forman parte del sistema de combustible esencial para el funcionamiento adecuado de ambos tipos de motores, aunque su funcionamiento y algunos detalles específicos pueden variar dependiendo del tipo de motor y del sistema de inyección utilizado.

Tipos de sistemas de inyección diésel

- **Inyección indirecta:** Este sistema de inyección diésel pulveriza el combustible directamente en una cámara de precombustión ubicada en la culata del cilindro. Desde allí, el combustible se mezcla con el aire comprimido antes de entrar en la cámara de combustión principal.
- **Common-rail:** En este sistema, el combustible se almacena a alta presión en un riel común (common-rail) y se suministra a través de conductos individuales a

cada inyector. Esto permite una mayor precisión en la inyección de combustible y una mejor respuesta del motor.

- **Bomba inyectora:** Es un sistema en el que cada cilindro del motor tiene su propia bomba de inyección que suministra combustible a través de un inyector. Este sistema fue común en motores diésel antiguos, aunque ha sido reemplazado en gran medida por sistemas más modernos como el common-rail.
- **Inyección directa:** En este sistema, el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión del cilindro. Esto permite un control más preciso de la mezcla aire-combustible y una combustión más eficiente.

Estos son algunos de los principales tipos de sistemas de inyección diésel utilizados en los motores modernos. Cada uno tiene sus propias características y beneficios, y la elección del sistema depende de factores como la eficiencia, la potencia y las regulaciones de emisiones

Capítulo III

Proceso de simulación

Proceso de selección de equipos

El proceso de selección de equipos no se limitó únicamente a consideraciones técnicas, sino que también abarca aspectos relacionados con la eficiencia operativa, la seguridad, la accesibilidad y el potencial para capacitación. En la tabla 2 se detallan las propiedades y características de cada uno de estos equipos, con el objetivo de proporcionar una visión completa de la toma de decisión.

Tabla 2

Selección de equipo

Propiedades y características	MVA 4.0 R	MARK40	AUTO GENERATOR MST-9000
Pantalla táctil	X		
Manuales de uso y conexión incorporados en el equipo	X		
No requiere conexión a pc	X	X	X
Fuente de alimentación incluida	X	X	X
Protección contra cortocircuitos	X	X	X
Transceiver can. kit inmovilizadores full incluido	X	X	X
Idiomas accesibles	X	X	X
Valor accesible.	X		
Sirve como nexo para capacitar a personas	X	X	X

Equipo de simulación MVA 4.0 R

El equipo de simulación MVA 4.0R es una plataforma tecnológica avanzada diseñada para llevar a cabo simulaciones de ECU's, este equipo se destaca por su capacidad para simular sistemas complejos con alta precisión y eficiencia, de procedencia argentina el cual será el equipo a utilizar para este proyecto.

Descripción del equipo MVA 4.0r:

- **Potencia avanzada:** El equipo MVA 4.0R cuenta con tecnología de vanguardia, incorporando hardware de última generación que incluye procesadores de alto rendimiento y unidades de procesamiento gráfico (GPU) dedicadas a acelerar el procesamiento de simulaciones complejas de manera eficiente y efectiva
- **Software de simulación integrado:** El equipo viene preinstalado con una amplia variedad de software de simulación de vanguardia, que permite modelar diversos sistemas y fenómenos. Incluye software de simulación numérica, herramientas de dinámica de fluidos computacional (CFD), software de simulación de procesos, entre otros recursos. Esta diversidad de herramientas facilita la realización de simulaciones avanzadas y complejas para una amplia gama de aplicaciones y escenarios.
- **Interfaz intuitiva:** La interfaz de usuario del equipo MVA 4.0R ha sido diseñada para ser amigable y fácil de usar. Esto facilita la configuración de simulaciones, la visualización de resultados y la interpretación de datos para los usuarios. La interfaz intuitiva permite a los usuarios aprovechar al máximo las capacidades del equipo sin necesidad de una curva de aprendizaje prolongada, optimizando así la eficiencia y la productividad en el proceso de simulación.
- **Capacidad de paralelización:** La arquitectura optimizada del equipo MVA 4.0R le confiere la capacidad de ejecutar simulaciones en paralelo. Esta capacidad permite al equipo procesar múltiples tareas simultáneamente, lo que resulta en una aceleración significativa del tiempo de simulación. Gracias a esta característica, los

usuarios pueden realizar análisis más rápidos y eficientes, lo que mejora la productividad y facilita la exploración de diferentes escenarios y configuraciones.

- **Compatibilidad con estándares:** El equipo MVA 4.0R es compatible con una amplia gama de estándares de la industria. Lo que facilita la integración del equipo con otros sistemas y la interoperabilidad con diferentes tipos de software de simulación y herramientas de análisis disponibles en el mercado. Esta capacidad de trabajar con estándares reconocidos asegura una mayor flexibilidad y facilidad de uso para los usuarios, permitiéndoles aprovechar al máximo las capacidades del equipo y sus aplicaciones en diversos entornos y contextos industriales.
- **Soporte técnico y actualizaciones:** El equipo MVA 4.0R incluye un servicio de soporte técnico dedicado que proporciona asistencia a los usuarios en caso de problemas técnicos o consultas relacionadas con el funcionamiento del equipo. Además, el equipo recibe regularmente actualizaciones de software y firmware. Estas actualizaciones garantizan un rendimiento óptimo del equipo y la incorporación de nuevas funcionalidades, lo que permite a los usuarios mantenerse al día con los avances tecnológicos y aprovechar al máximo las capacidades del equipo a lo largo del tiempo. A continuación, en la imagen 16 se observa el equipo de simulación MVA 4.0R.

Figura 16

Equipo MVA 4.0R



Nota. Tomado de (Elementos Magnéticos Navarro, 1998)

Proceso de simulación de la ECU del Opel Corsa II

1. Primero, se desconecta el borne negativo de la batería como se puede observar en la figura 17 para que los componentes estén seguros debido a que están energizados así se descarta un corto, se procede al desmontaje de los componentes del vehículo necesarios para la simulación, que incluyen el tablero de instrumentos, el inmovilizador, la llave, el módulo BCM y la ECU del motor, así como se indican en las figuras.

Figura 17

Desconexión del borne negativo



Nota. Con esta desconexión se salvaguardan los componentes electrónicos del vehículo.

Figura 18

Desmontaje del tablero de instrumentos para la simulación.



Nota. Precaución al momento de la desconexión del socket.

Figura 19

Desmontaje del inmovilizador para la simulación.



Nota. Tener cuidado al momento de desmontar la antena del inmovilizador.

Figura 20

Desmontaje del Módulo BCM para la simulación.



Nota. Desconexión del socket. con precaución.

Figura 21

Desmontaje de la ECU del motor para la simulación

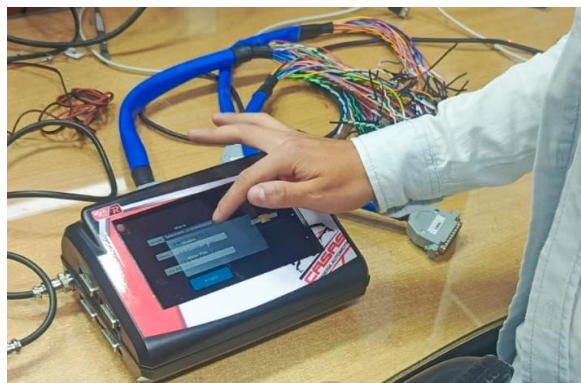


Nota. Tomar en cuenta la posición de la computadora al momento del desmontaje.

2. A continuación, se enciende el MVA 4.0R para la selección de la marca del vehículo, el modelo y el año para observar el diagrama que guiará la simulación. Este diagrama muestra cómo conectar cada componente, utilizando números de pines y colores de cables.

Figura 22

Selección del simulador a utilizar con la marca del vehículo, el modelo y el año para observar su respectivo diagrama para proseguir a la conexión para la simulación



Nota. Colocar los datos del vehículo.

3. Se prosigue con la conexión de los componentes que previamente fueron desmontados, con la ayuda del MVA 4.0R el cual proporciona la conexión de con los respectivos diagramas de conexión de cada componente.

Figura 23

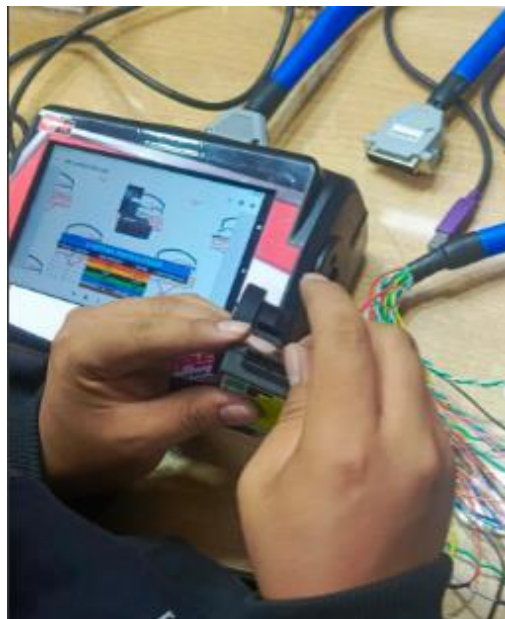
Diagrama de conexión de los pines de la ECU de motor que proporciona le MVA 4.0R.



Nota. Tomar en cuenta la disposición del bloque de la ECU

Figura 24

Diagrama de conexión de los pines del inmovilizador que proporciona le MVA 4.0R.



Nota. Tomar en cuenta el color de cada cable, con referencia al diagrama proporcional.

Figura 25

Diagrama de conexión de los pines del módulo BCM que proporciona le MVA 4.0R



Nota. Tener en cuenta el número de pines de acuerdo a su disposición

Figura 26

Diagrama de conexión de los pines del tablero que proporciona le MVA 4.0R



Nota. Tomar en cuenta el ramal que se va a utilizar.

4. Se procede a conectar los conectores del simulador, inmo, accesorios y OBD II al MVA 4.0R para iniciar la simulación de los componentes.

Figura 27

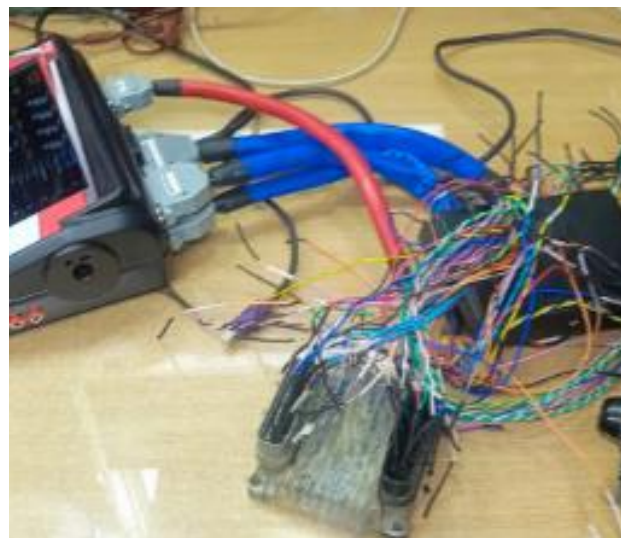
Conexión de los conectores del simulador y el INMO al MVA 4.0R



Nota. Colocar cada ramal fijándose en el nombre correspondiente.

Figura 28

Conexión de todos los conectores necesarios para la simulación con el MVA 4.0R.



Nota. Observar que todos los ramales y conectores, estén conectados correctamente.

4. Para finalizar se realiza la simulación con el MVA 4.0R en donde se observará el actuar de los inyectores, el salto de chispa, los tacómetros de velocidad, revoluciones funcionando, dependiendo la manipulación del estudiante además el testigo de inmovilizador este encendido lo que indica que todos los componentes están conectados entre sí para poder realizar la simulación.

Figura 29

Verificación de la simulación esta correctamente realizada ya que se observa encendido el tablero.



Nota. Observar si los testigos del tablero se encienden, para asegurarse de que la conexión es correcta.

Figura 30

Simulación con el MVA 4.0R se observa la apertura de inyectores y el salto de chispa en las bujías.



Nota. Si la conexión adecuada, los actuadores deben entrar en funcionamiento.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- La información recopilada en la búsqueda bibliográfica proporciona una sólida fundamentación teórica para el diseño y desarrollo del laboratorio de simulación de ECUs. Esto garantiza que las decisiones tomadas estén respaldadas por la experiencia que proporciona la literatura científica y técnica.
- El equipo especializado en la simulación de unidades de control electrónico ECU'S adquirido fue el MVA 4.0R , se lo seleccionó para cumplir el objetivo de simular unidades de control electrónico automotriz (ECU's). Este equipo permitió obtener las herramientas necesarias para realizar simulaciones precisas y efectivas, contribuyendo así al desarrollo y análisis de sistemas automotrices de manera óptima.
- El proceso de simulación de la ECU del Opel Corsa II implica el desmontaje de componentes clave del vehículo, como el tablero de instrumentos, el inmovilizador, la llave, el módulo BCM y la ECU del motor. Luego, se utiliza el MVA 4.0R para guiar la conexión de cada componente según el diagrama proporcionado, que incluye números de pines y colores de cables. Posteriormente, se procede a la simulación con el MVA 4.0R. Este proceso define un método sistemático y preciso para simular unidades de control electrónico automotriz (ECU's), asegurando un análisis efectivo y detallado de los sistemas del vehículo.

Recomendaciones.

- Es fundamental que el personal designado reciba una formación completa sobre el manejo del equipo MVA 4.0R y el software de simulación correspondiente antes de iniciar cualquier simulación. Esto garantizará una utilización óptima y eficaz del sistema, maximizando su potencial y minimizando posibles errores durante el proceso.
- Antes de aceptar los resultados de la simulación, es vital validar los modelos empleados en el equipo MVA 4.0R. Esto incluye comparar los resultados con datos experimentales o simulaciones realizadas en otros entornos para asegurar su precisión y fiabilidad. Esta validación es crucial para confiar plenamente en los resultados obtenidos y tomar decisiones informadas basadas en ellos.
- Es imprescindible calibrar con precisión los modelos de simulación y los parámetros de entrada para que reflejen fielmente las características del vehículo en cuestión. Esto asegurará que los resultados de la simulación sean realistas y representativos de su comportamiento en condiciones reales. La calibración adecuada es fundamental para obtener conclusiones y decisiones precisas basadas en los resultados de la simulación.
- Es esencial llevar a cabo un seguimiento y análisis minucioso de los resultados obtenidos durante y después de cada simulación. Esto facilitará la identificación de áreas de mejora, así como la realización de ajustes en los modelos o parámetros de simulación según sea necesario. Este proceso continuo de evaluación y refinamiento garantiza la precisión de las simulaciones, permitiendo obtener conclusiones más confiables y tomar decisiones informadas.

Bibliografía

Aguirre Guevara, C. P., & Estévez Andrade, E. D. (2022). *Procesos de codificación en módulos del sistema UDS de grupo VAG.*

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12526>

Alderete Quispe, F. M. (2023). *Desarrollo de un módulo de pruebas para mejorar el diagnóstico de fallas en la unidad de control electrónico del motor 2KD (ECU) de las Pick Up Hilux – Toyota.*

Auto Crash. (2015). *Evolución de los sistemas de inyección de combustible - Revista Autocrash - CesviColombia.* Revista CESVI Colombia.

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

Burgaleta, P. (2016). *¿Cómo funciona la inyección de gasolina?*

https://www.motociclismo.es/consejos/como-funciona-la-inyeccion-gasolina_182345_102.html

Carlos Castelo Valdivieso, J., Monserrat Bonilla Novillo, S., Santiago Orozco Cantos, L., -Ecuador, R., & Santiago Orozco Cantos Edwin Ángel Jácome Domínguez, L. (2018). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO COMPROBADOR DEL FUNCIONAMIENTO DE INYECTORES Y BOBINAS PARA UNIDADES DE CONTROL ELECTRÓNICO AUTOMOTRIZ (Design and construction of a test equipment for the operation of injectors and coils for automotive electronic control units) Edwin Ángel Jácome Domínguez Docente. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato.*

www.eumed.net/rev/caribe/2018/03/construccion-comprobador-inyectores.html

Carrión Salinas, W. E., & Ramírez Guaita, W. M. (2019). *Desarrollo de una herramienta didáctica para la Carrera de Ingeniería Automotriz, que permita caracterizar el*

consumo de combustible, empleando la señal de los sensores del motor en la red CAN. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11498>

Castorani, J. (2015). *Inyector de Combustible.*

<https://ingmaritima.blogspot.com/2015/09/inyector-de-combustible.html>

Diariomotor. (2019). *Qué es la bobina de encendido de un coche | Diariomotor.*

<https://www.diariomotor.com/que-es/bobina-de-encendido/>

Electricidad Automotriz. (2023). *Cómo Funciona Una Bobina De Encendido. Tipos, Cómo Probar.* <https://www.motoresauto.com/bobina-de-encendido/>

Elementos Magnéticos Navarro. (1998). *Bobinados EMN - Aplicaciones de las bobinas electromagnéticas.* <https://www.elementosmagneticos.com/Aplicaciones-de-las-bobinas>

Epifanio, S. (2020). *La inyección electrónica | Top Motor.*

<https://topmotor.com.ar/index.php/2020/10/18/la-inyeccion-electronica/>

Ferrer, Á. (2015). *Understanding Fuel Consumption and Fuel Injection Systems in | Course Hero.* <https://www.coursehero.com/file/207958457/Marco-teoricodocx/>

Flor Jiménez, Á. S., & Jiménez Guingla, I. A. (2020). Implementación de un Laboratorio de simulación virtual para preparación de pilotos de competencias automovilísticas. *Universidad Internacional Del Ecuador Escuela de Ingeniería Automotriz.*

Fullmecanica. (2014). *inyección indirecta en motores Diesel.*

<https://www.fullmecanica.com/definiciones/i/645-inyeccion-indirecta>

Gómez Laconcha, J. R., & Garrido Diez, D. (2019). *Sistema de emulación fuera del vehículo de ECUs de control del motor para su diagnóstico posterior - NI.* Emerson.

<https://www.ni.com/es/innovations/case-studies/19/system-of-emulation-outside-the-vehicle-of-engine-control-ecus-for-their-subsequent-diagnosis.html>

- HELLA TECH WORLD. (2020). *Bobina de encendido: Revisión, medición, avería* | HELLA. El Aliado Del Taller. <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Electricidad-y-electronica-del-automovil/Bobina-de-encendido-2886/>
- INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ. (2021). *¿Qué son las Bobinas de Encendido y cuántos tipos existen? - INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ.* <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-son-las-bobinas-de-encendido-y-cuantos-tipos-hay/>
- Mamani Yujra, C. I. (2015). Diseño e implementación de un simulador de parámetros de unidades de control electrónico automotrices (ECU) de vehículos a gasolina en la Región Puno para su diagnóstico modular. *Acceso Libre a Información Científica Para La Innovación.*
- Martínez Gavidia, I. M. (2010). *Detalles de: Diseño y Construcción de un Módulo Electrónico que Controle el Ingreso de Combustible Mediante Inyectores, Implementado en un Motor Suzuki Forsa I.* › *Epoch. Sistema de Biblioteca Koha.* <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2342>
- Morales, G. (2018). *¿Qué es la inyección de combustible? | Mundo GM.* <https://www.guillermomorales.cl/que-es-inyeccion-combustible/>
- Prueba de ruta. (2017). *Inyección directa e indirecta de combustible* | *Pruebaderuta.com.* <https://www.pruebaderuta.com/inyeccion-directa-e-indirecta-de-combustible.php>
- Renting Finders. (2017). *Glosario de Renting | Todos los Términos sobre Renting.* <https://rentingfinders.com/glosario/>
- Reynasa. (2013). *Sistema de Inyección Diesel: Componentes.* <https://distemadeinyecciondiesel.blogspot.com/2013/06/componentes.html>

Rocha Hoyos, J. (2008). *33 sistema de corte de alimentación de combustible.* |
Download Scientific Diagram. https://www.researchgate.net/figure/Figura-133-Sistema-de-corte-de-alimentacion-de-combustible_fig11_309350889

Ruíz Santacruz, D. O., & Mayorca Torres, D. (2022). Diseño e implementación de un banco de prueba para unidad de control automotriz. *Universidad Mariana - Programa de Ingeniería Mecatrónica*, 200.

Ruta 401. (2019). *Tipos de inyectores diésel y consejos de mantenimiento.*
<https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-inyectores-diesel-y-consejos-de-mantenimiento>

Zambrano, J. B. (2015). *Desarrollo de un simulador electrónico de una ECU y su diagnóstico sobre CAN y OBD-II.*

Anexos