

Pregrado

Carrera: Tecnicatura de Mecánica Automotriz

Asignatura (UIC): Unidad de Integración Curricular

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: TECNICO SUPERIOR EN MECANICA

AUTOMOTRIZ

Tema: Estudio de Caso en Sistema Virtual

“Electude”

Autor/s: BENJAMIN CHRISTOPHER

GUALOTUÑA CHAPUESGAL

Tutor: Jonathan Misael Enríquez Figueroa

Fecha: 23 de Septiembre del 2024



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.1

Sangolquí, 23 de marzo de 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, Gualotuña Chapuesgal Benjamin Christopher declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **Estudio de Caso en Sistema Virtual “Electude”** de la Tecnicatura Superior en Mecánica Automotriz y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario, los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente:



Atentamente,

Benjamin Christopher Gualotuña Chapuesgal
C.I.: 172773905-2

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:

TECNOLOGIA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTOR /ES:

BENJAMIN CHRISTOPHER GUALOTUÑA CHAPUESGAL

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

JONATHAN MISAEL ENRÍQUEZ FIGUEROA

CONTACTO ESTUDIANTE:

0987487371

CORREO ELECTRÓNICO:

benjaming2710@gmail.com

TEMA:

ESTUDIO DE CASO EN SISTEMA VIRTUAL “ELECTUDE”

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

En los vehículos modernos, la tecnología electrónica ha ganado protagonismo al garantizar un rendimiento más eficiente y seguro del motor. Sin embargo, la creciente complejidad de estos sistemas los hace propensos a fallos que pueden afectar gravemente el funcionamiento del vehículo, como la detención repentina del motor. Este proyecto aborda un caso práctico en el que se presentó un problema de detención inesperada del motor, utilizando el sistema virtual de simulación y diagnóstico 'Electude'. El objetivo principal fue establecer un protocolo estructurado para la identificación y reparación de fallos electrónicos mediante herramientas avanzadas de diagnóstico.

El desarrollo del trabajo se basó en un enfoque metodológico que incluyó la inspección de los

sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo, prestando especial atención a los niveles de voltaje, las señales de los sensores y el estado del sistema de encendido. Se utilizaron equipos

de diagnóstico, como osciloscopios y multímetros, para obtener datos precisos sobre el comportamiento de los componentes críticos. Asimismo, se llevaron a cabo procedimientos de recalibración y programación de la ECU para asegurar que todos los parámetros de operación del motor fueran los adecuados. Este proceso riguroso permitió identificar con precisión las causas subyacentes del fallo.

PALABRAS CLAVE:

1. Diagnóstico automotriz
2. Fallo electrónico
3. Sistema de encendido
4. Electude
5. Herramientas de diagnóstico

ABSTRACT:

In modern vehicles, electronic technology plays a fundamental role in improving engine performance and safety. However, its increasing complexity raises the likelihood of critical failures, such as the sudden shutdown of the engine. This project analyzes a practical case using the virtual system Electude to simulate and diagnose an electronic fault. A methodology based on the inspection of electrical and electronic systems was applied, using advanced tools such as multimeters and diagnostic equipment to accurately identify and resolve the malfunction.

PALABRAS CLAVE:

1. Automotive diagnostics
2. Electronic failure
3. Ignition system
4. Electude
5. Diagnostic tools



Firma del Estudiante (AUTOR)

Benjamin Christopher Gualotuña Chapuesgal

C.I.:1727739052

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 23 de marzo del 2025

Sres.-

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Yo Benjamin Christopher Gualotuña Chapuesgal , con C.I.: 1727739052 alumno de la Carrera de TECNICATURA EN MECÁNICA UTOMOTRIZ, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Benjamin Christopher Gualotuña Chapuesgal

C.I.: 1727739053

SOLICITUD DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS DE TÉCNICO SUPERIOR
CT-ANX-2025-ISTER-5-5.1

Día: 21 Mes: 04 Año: 2025

Señor

Dr. ERNESTO HUERTA MSc.**RECTOR DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON**
CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**En su despacho. -**

Yo, Benjamin Christopher Gualotuña Chapuesgal con C.I. Nro. 1727739052, estudiante de la Carrera TECNICATURA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ Modalidad Presencial periodo académico 2024-2025, solicito formalizar mi proceso de culminación de estudios académicos con la presentación del Trabajo de Integración Curricular, conforme a lo dispuesto por el CES, cumpliendo con los requisitos que la Ley ha establecido y en conformidad al Reglamento Interno del Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario.

Correos electrónicos: personal: benjamining2710@gmail.com

Institucional: benjamin.gualotuna@ister.edu.ec

Teléfono celular 0987487371 y convencional 022862867

Atentamente,



Firma del Estudiante

Benjamin Gualotuña

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Verificación de Pre-requisitos

☐ Documentación	Novedades _____
☐ Calificaciones de 1ero a 2do.	Novedades _____
☐ Niveles aprobados de Inglés	Novedades _____
☐ Prácticas Preprofesionales	Novedades _____
☐ Matrículas y Aranceles	Novedades _____
☐ Otros	Novedades _____

Después de la pertinente revisión, el estudiante se encuentra: ☐ Habilitado ☐ Condicionado ☐ Inhabilitado, para presentarse al proceso de titulación escogido, durante el Período Académico Ordinario 2024-2025; conforme a los archivos que reposan en la Secretaría General de la Institución.

SECRETARIO GENERAL

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero**Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628****f i t w www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec**

Fecha del Informe ____/ ____/ ____

Todos los derechos reservados

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

Nombre del proyecto:

Estudio del caso “El motor se ha detenido
de repente”

Índice

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Planteamiento del problema	7
2.1. Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
3. Alcance de la investigación	9
4. Justificación del problema	10
5. MARCO TEORICO	12
5.1. Antecedentes.....	12
6.1.2. Multímetro:	18
6.2. Categorías y Características Importantes:.....	22
6.3. Tutorial del uso de Electude:	26
7. Plan metodológico:.....	28
8. DESARROLLO.....	29
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
Bibliografía	46

Ilustración 1 Multímetro	22
Ilustración 2 Multímetro Electude	24
Ilustración 3 Plan metodológico	
Ilustración 4.- Orden de trabajo Electude	29
Ilustración 5.- Tablero y multímetro Electude	30
Ilustración 6.- Batería del vehículo con voltaje normal	31
Ilustración 7.- Fusible "F6" con una lectura de continuidad extraña	32
Ilustración 8 Reemplazo de Fusible "F6"	
Ilustración 9.- Sustitución de cables de fusible	34
Ilustración 10.- Programación de la ECM	36
Ilustración 11.- Programación de la ECM	37
Ilustración 12.- Programación de la ECM	37
Ilustración 13.- Programación de la ECM	38
Ilustración 14.- Programación válvula de la mariposa	39
Ilustración 15.- Calibración adecuada del cuerpo de la válvula	40
Ilustración 16.- Calibración completa cuerpo de la mariposa	41
Ilustración 17.- Ningún testigo encendido y Check Engine apagado	41

Ilustración 18.- Orden de trabajo finalizada	42
Ilustración 19.- Factura	43

RESUMEN

"En los vehículos modernos, la tecnología electrónica ha ganado protagonismo al garantizar un rendimiento más eficiente y seguro del motor. Sin embargo, la creciente complejidad de estos sistemas los hace propensos a fallos que pueden afectar gravemente el funcionamiento del vehículo, como la detención repentina del motor. Este proyecto aborda un caso práctico en el que se presentó un problema de detención inesperada del motor, utilizando el sistema virtual de simulación y diagnóstico 'Electude'. El objetivo principal fue establecer un protocolo estructurado para la identificación y reparación de fallos electrónicos mediante herramientas avanzadas de diagnóstico.

El desarrollo del trabajo se basó en un enfoque metodológico que incluyó la inspección de los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo, prestando especial atención a los niveles de voltaje, las señales de los sensores y el estado del sistema de encendido. Se utilizaron equipos de diagnóstico, como osciloscopios y multímetros, para obtener datos precisos sobre el comportamiento de los componentes críticos. Asimismo, se llevaron a cabo procedimientos de recalibración y programación de la ECU para asegurar que todos los parámetros de operación del motor fueran los adecuados. Este proceso riguroso permitió identificar con precisión las causas subyacentes del fallo."

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la industria automotriz ha integrado de manera significativa sistemas electrónicos avanzados en los vehículos, mejorando su eficiencia y rendimiento. Sin embargo, esta integración también ha incrementado la complejidad de los sistemas y ha planteado nuevos desafíos en el diagnóstico y reparación de fallos. Un problema común que ilustra estos desafíos es la detención repentina del motor, un fallo que puede ser difícil de identificar y solucionar con métodos de diagnóstico convencionales. La falta de herramientas de diagnóstico avanzadas y simuladores efectivos para el entrenamiento de técnicos y estudiantes agrava la dificultad de resolver estos problemas de manera eficiente.

El contexto económico juega un papel crucial en este problema. Los costos asociados con la reparación de fallos electrónicos complejos, como la detención del motor, pueden ser elevados. Esto no solo afecta la economía de los propietarios de vehículos, sino que también plantea una carga financiera significativa debido a la necesidad de diagnósticos especializados y reparaciones costosas. La ausencia de una plataforma digital integral que permita una visión completa del historial de mantenimiento y fallos del vehículo contribuye a la dificultad de manejar estos problemas de manera económica y efectiva.

Además, la falta de un sistema de diagnóstico y simulación integral impide una gestión eficiente de los fallos, como el titubeo del motor. Los métodos tradicionales no siempre proporcionan una visión completa de los problemas, lo que puede llevar a reparaciones incorrectas o innecesarias. La falta de un enfoque sistemático y metódico en el diagnóstico puede resultar en un aumento de los costos de reparación y en una menor

eficiencia operativa del vehículo. La implementación de herramientas avanzadas como 'Electude' podría ofrecer una solución a esta falta de integración, facilitando un diagnóstico más preciso y eficiente.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, el mantenimiento adecuado del motor tiene implicaciones ambientales importantes. Un motor que funciona de manera óptima emite menos contaminantes, lo cual es esencial para cumplir con las normativas ambientales cada vez más estrictas. La reparación adecuada de fallos como el titubeo del motor no solo contribuye a la reducción de emisiones, sino que también mejora la eficiencia energética del vehículo. Esto tiene beneficios tanto para el medio ambiente como para el cumplimiento de normativas que podrían evitar sanciones económicas.

La inversión en la reparación adecuada del motor también tiene un impacto significativo en el valor de reventa del vehículo. Los problemas persistentes, como el titubeo del motor, pueden devaluar considerablemente el automóvil y afectar su atractivo en el mercado de reventa. Abordar estos problemas de manera oportuna y efectiva asegura que el vehículo mantenga su valor y rendimiento a largo plazo, protegiendo la inversión del propietario y reduciendo los costos operativos generales.

Este proyecto se enfoca en la necesidad de una plataforma digital integral para mejorar el diagnóstico y la reparación de problemas complejos como la detención repentina del motor. El uso de 'Electude' como herramienta de diagnóstico virtual busca abordar las limitaciones de los métodos convencionales y proporcionar un enfoque más sistemático y económico para la resolución de fallos.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general: Desarrollar un protocolo de diagnóstico para la detención del motor con el software 'Electude', mejorando la identificación de fallos y el mantenimiento.

2.2. Objetivos específicos:

- **Identificar** causas de detención del motor usando 'Electude'.
- **Desarrollar** procedimientos de diagnóstico precisos para fallos del motor.
- **Implementar** el protocolo en simulaciones con el mantenimiento de códigos de avería.
- **Evaluar** la eficacia del protocolo en el mantenimiento y costos.

3. Alcance de la investigación

La finalidad con la que se de esta investigación es para realizar un análisis a profundidad en las causas y mecanismos eléctricos que provocan el detenimiento del motor en distintos vehículos, utilizando la plataforma 'Electude' para un diagnóstico virtual detallado. El estudio se centrará en evaluar los componentes eléctricos del motor que pueden contribuir a este problema, tales como el sistema de encendido, los inyectores, y el suministro de energía.

Se investigarán los posibles fallos en las bobinas de encendido, las bujías, y los cables de encendido, así como las irregularidades en la presión del combustible y todo en lo que refiere sistema de encendido eléctrico. También se analizarán los problemas en la unidad de control del motor (ECU), problemas en la válvula de control mariposa (TVCM) y los sensores eléctricos relacionados que podrían influir en el detenimiento del motor.

El estudio también incluirá la evaluación del impacto de las fallas eléctricas en el rendimiento general del motor y en la confiabilidad del vehículo. Se llevará a cabo un análisis

comparativo de las técnicas de diagnóstico actuales frente a las soluciones propuestas mediante 'Electude', con el fin de resaltar las ventajas y limitaciones de cada enfoque.

El objetivo es desarrollar estrategias efectivas para diagnosticar y resolver problemas eléctricos que causan el detenimiento del motor del vehículo, ofreciendo recomendaciones prácticas para mejorar la estabilidad del motor y evitar la recurrencia de estos fallos. Este enfoque no solo busca optimizar el mantenimiento vehicular, sino también proporcionar herramientas y conocimientos prácticos para la capacitación en la resolución de fallos eléctricos. (Anonimo, 2021).

4. Justificación del problema

La estabilidad operativa del motor es esencial para garantizar un funcionamiento continuo y confiable del vehículo. El problema del motor que se detiene de repente presenta un desafío significativo, ya que puede interrumpir inesperadamente el funcionamiento del vehículo y afectar su desempeño general. Este fenómeno no solo pone en riesgo la seguridad del conductor y los ocupantes, sino que también puede tener implicaciones negativas a largo plazo en la fiabilidad y eficiencia del vehículo.

Resolver el problema del motor que se detiene de repente es crucial para restaurar la continuidad operativa del vehículo y prevenir posibles fallos adicionales. La reparación efectiva no solo aborda el problema inmediato, sino que también evita daños futuros que podrían surgir de fallos eléctricos o de control en el motor. El uso de 'Electude' como herramienta de diagnóstico avanzado permite una identificación precisa de los problemas, optimizando así la intervención y asegurando que el motor vuelva a funcionar de manera estable y confiable.

El desafío de diagnosticar un motor que se detiene repentinamente puede ser complejo debido a la variedad de posibles causas, que incluyen fallos en el sistema de encendido, problemas con el suministro de combustible, o defectos en los sensores del motor. La interacción entre estos componentes puede complicar la identificación del problema, requiriendo un enfoque sistemático y detallado para llegar a una solución efectiva. La plataforma 'Electude' proporciona un entorno virtual para simular y analizar estos fallos, facilitando la formación y el diagnóstico preciso. (Ortiz, 2023)

La falta de herramientas de diagnóstico avanzadas y la carencia de simuladores adecuados para el entrenamiento pueden dificultar la identificación precisa del problema del motor. Las soluciones tradicionales pueden ser costosas y ofrecer una visibilidad limitada del problema, mientras que 'Electude' ofrece una alternativa integral que permite a los técnicos y estudiantes practicar el diagnóstico y la reparación de fallos de manera más efectiva y económica.

La investigación y aplicación de 'Electude' para abordar el problema del motor que se detiene de repente buscan no solo resolver el problema técnico inmediato, sino también mejorar las capacidades de diagnóstico y reparación. Al desarrollar un protocolo de diagnóstico detallado con esta plataforma, se pueden ofrecer recomendaciones más precisas y eficaces, contribuyendo a una mayor fiabilidad y eficiencia del motor.

Desde una perspectiva económica, solucionar el problema del motor de manera oportuna y efectiva puede reducir significativamente los costos operativos y de mantenimiento. Un motor que se detiene de repente puede provocar paradas inesperadas y gastos adicionales, por lo que la

reparación adecuada es esencial para minimizar estos costos y proteger la inversión del propietario del vehículo. (A, 2023)

Para prevenir y gestionar problemas futuros con el motor que se detiene, es fundamental implementar un enfoque de diagnóstico minucioso y mantenimiento proactivo. Este tipo de mantenimiento preventivo no solo ayuda a restaurar el funcionamiento del motor, sino que también evita interrupciones inesperadas y reduce costos operativos. La aplicación de este enfoque mejora la fiabilidad y el rendimiento general del vehículo, contribuyendo a una mayor seguridad y satisfacción del usuario. En resumen, la capacidad para diagnosticar y resolver de manera eficiente el problema del motor es esencial para asegurar su óptimo funcionamiento y prolongar su vida útil, minimizando así posibles inconvenientes futuros. (Ortiz, 2023)

5. MARCO TEORICO

5.1. Antecedentes

En la enseñanza automotriz, el uso de simuladores virtuales como *Electude* ha transformado la forma en que los estudiantes adquieren conocimientos prácticos sobre los vehículos. Este sistema permite recrear múltiples fallos y problemas que un vehículo podría presentar, simulando condiciones de la vida real sin exponer a los estudiantes a riesgos de dañar un auto real. De acuerdo con investigaciones, la simulación ha demostrado ser una herramienta eficiente para el aprendizaje en áreas técnicas como la automoción, ya que ofrece una plataforma segura y controlada para que los estudiantes experimenten con diferentes problemas y soluciones. Un informe de *Electude* señala que sus simuladores cubren una amplia gama de problemas técnicos, desde fallas simples en el sistema eléctrico hasta diagnósticos avanzados de

motores, lo que permite a los estudiantes practicar procedimientos de diagnóstico sin la necesidad de equipo físico costoso. (Electude, 2024)

La relevancia de los simuladores en el campo automotriz se ha incrementado a medida que los sistemas de los vehículos se han vuelto más complejos, especialmente con la introducción de vehículos híbridos y eléctricos que requieren un nivel avanzado de conocimientos en electrónica y programación. Los vehículos modernos incorporan múltiples sensores y redes de comunicación que interactúan con el motor y otros sistemas, lo que hace que el diagnóstico sea más complejo. Para el caso del sistema virtual, se destaca la necesidad de que los nuevos técnicos en automoción estén capacitados no solo en mecánica tradicional, sino también en tecnología avanzada de diagnósticos electrónicos, algo que plataformas como *Electude* pueden ofrecer de manera eficiente. El argumento se basa en que los sistemas de simulación permiten a los estudiantes familiarizarse con este tipo de tecnología, preparándolos para abordar los desafíos que presenta el mantenimiento de los vehículos contemporáneos.

Además, el aprendizaje basado en simuladores ofrece una ventaja económica significativa, ya que reduce los costos asociados con la reparación y el mantenimiento de vehículos físicos durante el proceso de formación. Un estudio realizado por Ciencias de la Educación, encontró que el uso de simulaciones no solo mejora el aprendizaje y la retención de conocimientos, sino que también disminuye los gastos en equipos y herramientas, lo que permite que las instituciones educativas ofrezcan formación de calidad a un costo menor. La posibilidad de simular fallos eléctricos, como la repentina detención del motor, permite a los estudiantes diagnosticar y resolver problemas complejos en condiciones controladas, lo que refuerza sus habilidades antes de enfrentarse al entorno laboral real. Esta metodología también ha permitido

una mayor accesibilidad a la formación técnica en regiones con menos recursos, ya que los simuladores pueden reemplazar en gran medida la necesidad de contar con un amplio parque automotriz para las prácticas. (Electude, 2024)

En resumen, los simuladores como *Electude* han revolucionado la enseñanza técnica en el ámbito automotriz, proporcionando una plataforma versátil para que los estudiantes desarrollen habilidades avanzadas en diagnóstico y reparación. Esta tecnología es especialmente útil en el diagnóstico de fallos eléctricos y mecánicos complejos, como el caso de estudio en el que el vehículo se detiene repentinamente. Al permitir a los estudiantes trabajar en un entorno seguro y controlado, los simuladores no solo mejoran la calidad de la formación, sino que también aseguran que los técnicos de nueva generación estén preparados para enfrentar los desafíos del mantenimiento automotriz moderno, en el que los sistemas electrónicos juegan un papel fundamental.

6. Bases teóricas

El estudio de un vehículo que se detiene repentinamente tiene su base en la interacción entre los diferentes sistemas eléctricos y electrónicos que controlan el funcionamiento del motor. Cuando un automóvil experimenta una parada inesperada, generalmente está relacionado con fallos en la comunicación o en el suministro de energía a componentes esenciales como la unidad de control del motor (ECU), los sensores, o el sistema de encendido. Este tipo de problemas, según se describen en que puede tener múltiples causas, desde un cableado defectuoso hasta fallas en el software de la ECU que interrumpen el flujo de datos y la operación del motor. (Donado, 2023)

El funcionamiento incorrecto de un sistema eléctrico automotriz puede deberse a diversos factores técnicos. Entre estos, fallas en la distribución eléctrica, problemas en los sensores, o en la unidad de control del motor (ECU) pueden generar una respuesta anómala en el vehículo. Por ejemplo, una falla en los cables de alimentación o cortocircuitos puede interrumpir el flujo de corriente hacia componentes esenciales como el sistema de encendido, mientras que un sensor defectuoso puede enviar señales incorrectas, afectando la operación general del sistema eléctrico del vehículo. Estos problemas pueden dar lugar a un mal funcionamiento que detenga el motor abruptamente o cause fallos intermitentes.

La ECU es uno de los componentes principales en el control del motor. Según (Ainhua, 2021), esta unidad procesa datos en tiempo real desde varios sensores para ajustar parámetros críticos como la inyección de combustible y el encendido.

Los sensores juegan un papel fundamental en el monitoreo y control del motor. Entre los más importantes se encuentran el sensor de posición del cigüeñal y el sensor de oxígeno, que informan a la ECU sobre el estado del motor.

El sistema de encendido está compuesto por elementos como las bobinas, bujías y cables, los cuales proporcionan la chispa necesaria para la combustión. Un fallo en cualquiera de estos componentes puede hacer que el motor falle al arrancar o incluso se detenga mientras está en marcha. (Galvis, 2024)

El uso de herramientas de diagnóstico electrónico, como las proporcionadas por sistemas como *Electude*, permite a los técnicos identificar fallas electrónicas y mecánicas que podrían pasar desapercibidas en una inspección visual. “La detección de códigos de error a través de

herramientas de diagnóstico electrónico ha permitido a los técnicos reducir significativamente el tiempo necesario para encontrar fallas complejas en los sistemas del motor" (Electude, 2024).

6.1. **Herramientas de diagnóstico:**

6.1.1. **Electude:** Electude se posiciona como una plataforma de aprendizaje digital de vanguardia en el ámbito de la formación técnica automotriz, ofreciendo un entorno de simulación virtual altamente realista que facilita la adquisición de competencias prácticas. Mediante el empleo de tecnologías de aprendizaje interactivo, la plataforma permite a los estudiantes sumergirse en escenarios de diagnóstico y reparación de vehículos, replicando las condiciones de un taller real. La metodología pedagógica de Electude se basa en la combinación de teoría y práctica, donde los estudiantes pueden explorar los principios fundamentales de la mecánica automotriz a través de contenidos teóricos estructurados y consolidar sus conocimientos mediante la realización de tareas prácticas en un entorno virtual seguro y controlado.

La plataforma incorpora una amplia gama de herramientas de evaluación que permiten a los instructores monitorear el progreso de los estudiantes y proporcionar retroalimentación personalizada, facilitando así el proceso de aprendizaje y asegurando la adquisición de las competencias requeridas para el desempeño profesional en el sector automotriz.

Una de las características distintivas de Electude reside en sus simuladores de alta fidelidad, que permiten a los usuarios practicar procedimientos de diagnóstico y reparación en un entorno virtual seguro. Estos simuladores recrean fielmente el funcionamiento de los sistemas automotrices, incluyendo motores, transmisiones, sistemas eléctricos y electrónicos. Al interactuar con estos simuladores, los estudiantes pueden identificar y solucionar una amplia gama de problemas, desde fallas sencillas hasta averías complejas, sin poner en riesgo equipos o vehículos reales. (Electude, 2024)

Para hacer más atractivo y efectivo el proceso de aprendizaje, Electude incorpora elementos de gamificación. A través de sistemas de puntuación, logros y desafíos, la plataforma motiva a los usuarios a alcanzar sus objetivos de aprendizaje. Además, la posibilidad de competir con otros estudiantes o colegas fomenta un ambiente de colaboración y aprendizaje continuo. Estos elementos lúdicos contribuyen a que los estudiantes se sientan más comprometidos con su formación y retengan mejor los conocimientos adquiridos.

Electude ha demostrado ser una herramienta invaluable en la formación de técnicos automotrices. La plataforma ofrece una amplia gama de cursos y módulos que cubren los estándares de formación más exigentes a nivel internacional. Al combinar teoría y práctica, Electude prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un sector en constante evolución. Además, las empresas del sector automotriz utilizan Electude para capacitar a sus empleados y garantizar que cuenten con las habilidades necesarias para realizar reparaciones de alta calidad y eficiencia.

La adopción de tecnologías digitales en el sector automotriz está transformando la forma en que se enseña y se aprende. Electude se posiciona a la vanguardia de esta transformación, ofreciendo una solución innovadora y flexible para la formación de técnicos automotrices. Al combinar la potencia de la simulación con las ventajas del aprendizaje en línea, Electude contribuye a formar profesionales altamente cualificados y preparados para enfrentar los retos del futuro.

6.1.2. Multímetro:

El multímetro es un dispositivo fundamental en el diagnóstico automotriz. Permite medir magnitudes eléctricas esenciales como voltaje, resistencia, y corriente, lo que es crucial para verificar el estado de componentes eléctricos y electrónicos en el vehículo. En mi proyecto, el multímetro se utilizó principalmente para comprobar la integridad de los sensores del sistema de inyección y el estado de los cables de alimentación eléctrica. Este instrumento es clave para identificar problemas como cortocircuitos, conexiones flojas, o variaciones de voltaje que puedan causar fallas en el motor. (Tercero, 2021)

Funciones de un Multímetro:

- **Medición de Voltaje:** Mide la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito.
- **Medición de Corriente;** Mide la intensidad de la corriente eléctrica que fluye a través de un circuito.
- **Medición de Resistencia:** Mide la oposición de un circuito al flujo de corriente eléctrica.

- **Medición de Capacitancia:** Mide la capacidad de almacenar carga eléctrica de un componente.
- **Medición de Diodos:** Verifica la polaridad y el estado de los diodos.
- **Medición de Transistores:** Evalúa las características de los transistores
- **Medición de Frecuencia:** En algunos modelos, permite medir la frecuencia de señales alternas.

Tipos de Multímetros:

- **Multímetros Analógicos:** Utilizan una aguja que se mueve sobre una escala graduada para indicar la medida. Son más económicos, pero menos precisos que los digitales.
- **Multímetros Digitales:** Muestra las medidas en forma numérica en una pantalla LCD. Son más precisos y ofrecen más funciones que los analógicos.

6.1.3. Escáner: Los escáneres automotrices son herramientas indispensables en el diagnóstico moderno de vehículos, ya que permiten leer códigos de error generados por la ECU (unidad de control del motor). En este caso, el escáner se utilizó para acceder a los datos del sistema de gestión del motor, lo que ayudó a identificar los fallos relacionados con el mal funcionamiento del sensor de oxígeno y problemas en el sistema de encendido. (Automotriz, s.f)

En **Electude**, el uso de escáneres automotrices se integra a través de simulaciones avanzadas que replican el proceso de diagnóstico en vehículos modernos. Los usuarios pueden interactuar con simulaciones que imitan el funcionamiento de un escáner al conectarse al sistema de diagnóstico a bordo (OBD) del vehículo. Estas simulaciones permiten a los estudiantes practicar la lectura de códigos de error, la visualización de datos en tiempo real y la

interpretación de la información proveniente de diferentes módulos electrónicos del vehículo. Al trabajar con estas simulaciones, los usuarios aprenden a identificar problemas específicos y a realizar pruebas de componentes de manera virtual, facilitando una comprensión más profunda de cómo los escáneres diagnostican fallos en el sistema automotriz (Electude, 2024).

6.1.5. Tipos de Escáneres Automotrices: Existen varios tipos de escáneres automotrices, que se clasifican principalmente por su nivel de funcionalidad y complejidad:

1. **Escáneres OBD-II Básicos:** Estos dispositivos son sencillos y permiten leer códigos de error genéricos. Son útiles para detectar problemas comunes y verificar el estado de la luz de "Check Engine". Aunque limitados en funcionalidad, ofrecen una forma rápida y económica de identificar fallos básicos. (Dercocenter)
2. **Escáneres OBD-II Avanzados:** Proporcionan acceso a códigos específicos del fabricante, lo que permite realizar diagnósticos más profundos. Estos escáneres pueden visualizar datos en tiempo real y realizar pruebas de actuadores, lo que es crucial para evaluar el estado de componentes electrónicos más complejos .
3. **Escáneres de Diagnóstico Completo:** Acceden a todos los módulos electrónicos del vehículo, incluyendo transmisión, frenos ABS, y sistemas de confort. Permiten una mayor flexibilidad al realizar diagnósticos completos del vehículo y, en algunos casos, incluso reprogramar la ECU.

Formas de Uso: Los escáneres automotrices se emplean en simulaciones interactivas que replican el proceso de diagnóstico de vehículos reales. Los usuarios aprenden a conectar el escáner al puerto OBD-II del vehículo y a interactuar con la interfaz digital del escáner. Las simulaciones incluyen la lectura y la interpretación de códigos de error, la visualización de datos en tiempo

real, y la realización de pruebas de componentes virtuales. Esto permite a los estudiantes familiarizarse con la forma en que los escáneres se comunican con los sistemas electrónicos del vehículo y entender cómo interpretar los datos que proporcionan. (Dercocenter)

Las simulaciones en Electude cubren el uso de diversos tipos de escáneres, desde modelos básicos que leen códigos de error estándar hasta equipos avanzados que ofrecen acceso completo a todos los módulos electrónicos del vehículo. Los estudiantes practican cómo seleccionar y utilizar diferentes funciones del escáner, como la lectura de códigos de error específicos del fabricante, la visualización de datos en vivo y la realización de pruebas de componentes. Estas prácticas les proporcionan una comprensión integral de cómo estos dispositivos pueden ayudar en la identificación y solución de problemas del vehículo.

Además, Electude proporciona un entorno de aprendizaje que incluye la interpretación de los códigos de error, la realización de pruebas de componentes y la capacidad de realizar ajustes o reprogramaciones en los sistemas del vehículo. Las simulaciones permiten a los usuarios experimentar el proceso completo de diagnóstico y reparación, desde la conexión del escáner hasta la solución de problemas complejos, preparando así a los estudiantes para aplicar estos conocimientos en situaciones reales de reparación y mantenimiento (Electude, 2024).

Figura 1: Multímetro.



Ilustración 1 Multímetro

Nota: Obtenido de ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

6.2. Categorías y Características Importantes:

Ancho de Banda: El ancho de banda de un multímetro mide el rango de frecuencias que el dispositivo puede capturar con precisión. Un ancho de banda mayor permite al multímetro medir señales de alta frecuencia sin distorsión. Por ejemplo, los multímetros diseñados para aplicaciones de alta frecuencia suelen tener un ancho de banda que supera los 1 MHz, lo que asegura que incluso las señales rápidas se midan con precisión. (Tercero, 2021)

Resolución y Precisión: La resolución de un multímetro define la menor diferencia que puede detectar en una medición, mientras que la precisión indica cuán cerca está la medición del valor real. Multímetros con alta resolución ofrecen una lectura más detallada, crucial para aplicaciones que requieren exactitud en la medición de señales pequeñas. La precisión de un multímetro se expresa en porcentaje del rango completo, y un buen multímetro puede tener una precisión del $\pm 0.02\%$ en mediciones de voltaje.

Rango de Medición: Los multímetros están diseñados con diferentes rangos de medición para voltaje, corriente y resistencia. Los modelos modernos a menudo tienen rangos automáticos que ajustan el dispositivo a la magnitud de la señal medida. Por ejemplo, los multímetros digitales pueden tener rangos de medición de voltaje que van desde mili voltios hasta varios cientos de voltios, lo que permite una amplia variedad de aplicaciones.

Funciones Adicionales: Muchos multímetros avanzados incluyen funciones adicionales como pruebas de diodos, medición de capacitancia y frecuencia, y pruebas de continuidad. Estas características adicionales hacen que el multímetro sea más versátil, permitiendo a los usuarios realizar una gama más amplia de pruebas en circuitos electrónicos y sistemas automotrices.

Facilidad de Uso: La facilidad de uso es una característica importante para la eficacia de un multímetro. Los modelos con pantallas digitales grandes y retro iluminadas, así como botones intuitivos, mejoran la experiencia del usuario, permitiendo una operación más sencilla. Características como la retención de datos y las funciones de ayuda también facilitan la interpretación de las mediciones, especialmente en condiciones de baja iluminación.

Figura 2: Multímetro.



Ilustración 2 Multímetro Electude

Nota: Obtenido de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Figura 3:

Escanner Electude



6.3. Tutorial del uso de Electude:

Para llevar a cabo el diagnóstico y solución de las fallas presentadas en nuestro estudio, se utilizó la plataforma Electude, un simulador de alta precisión diseñado específicamente para el aprendizaje y la práctica automotriz. A continuación, se explica paso a paso cómo se realizó el proceso:

1. Se proporcionó un enlace exclusivo a los estudiantes a través de un correo institucional. Este enlace, válido por un tiempo limitado, fue compartido entre los miembros del grupo de trabajo. Cada participante tuvo que ingresar utilizando un usuario y contraseña previamente asignados.
2. Al acceder, se presentaron varias fallas simuladas en un vehículo virtual. El sistema permitió la selección de distintas problemáticas para diagnosticar. Una de las primeras tareas fue ingresar al módulo de diagnóstico, donde el sistema nos permitió visualizar el estado actual del vehículo.
3. En la orden de trabajo que nos proporcionó el simulador, se especificó que el motor presentaba problemas de titubeo al acelerar. Dado que el multímetro estaba siendo utilizado por otro compañero, se decidió utilizar otras herramientas, como el escáner de diagnóstico y la lectura de sensores en tiempo real, para continuar con la investigación.
4. Dentro del simulador, tuvimos acceso a un tablero virtual del vehículo, donde era posible encender el motor, acelerar y observar el comportamiento de los testigos de advertencia. Esta funcionalidad permitió un análisis preliminar de las fallas observadas, proporcionando información sobre el estado general del sistema.

5. Se utilizó el escáner automotriz virtual que ofrece el programa para identificar los códigos de error generados por los sistemas electrónicos del vehículo. Estos códigos proporcionaron detalles específicos sobre el origen de la falla y el tipo de problemas que enfrentaba el motor, lo que facilitó la identificación del componente defectuoso.
6. Dentro del simulador, también se tuvo la opción de reemplazar piezas que estaban en mal estado. Se identificaron sensores defectuosos y, mediante las herramientas de simulación, se realizó su sustitución virtual, lo que permitió comprobar el efecto del reemplazo en el comportamiento del motor y verificar si la falla fue resuelta.
7. Finalmente, se proporcionó un diagrama completo del sistema eléctrico del vehículo, lo que permitió observar el recorrido de los cables, la ubicación de los sensores y la disposición general de los componentes. Esto fue crucial para entender cómo cada parte del motor interactuaba entre sí y cómo las fallas se relacionaban con los diferentes sistemas eléctricos del vehículo.

7. Plan metodológico:

En el caso de estudio presente, se hace uso del diagrama de flujo y se justifica por su capacidad para representar visualmente el proceso de diagnóstico automotriz de manera clara y estructurada. Dado que este procedimiento involucra múltiples etapas, desde la identificación de síntomas hasta la solución efectiva de la falla, el diagrama de flujo nos permite desglosar y secuenciar cada acción de forma lógica y comprensible.

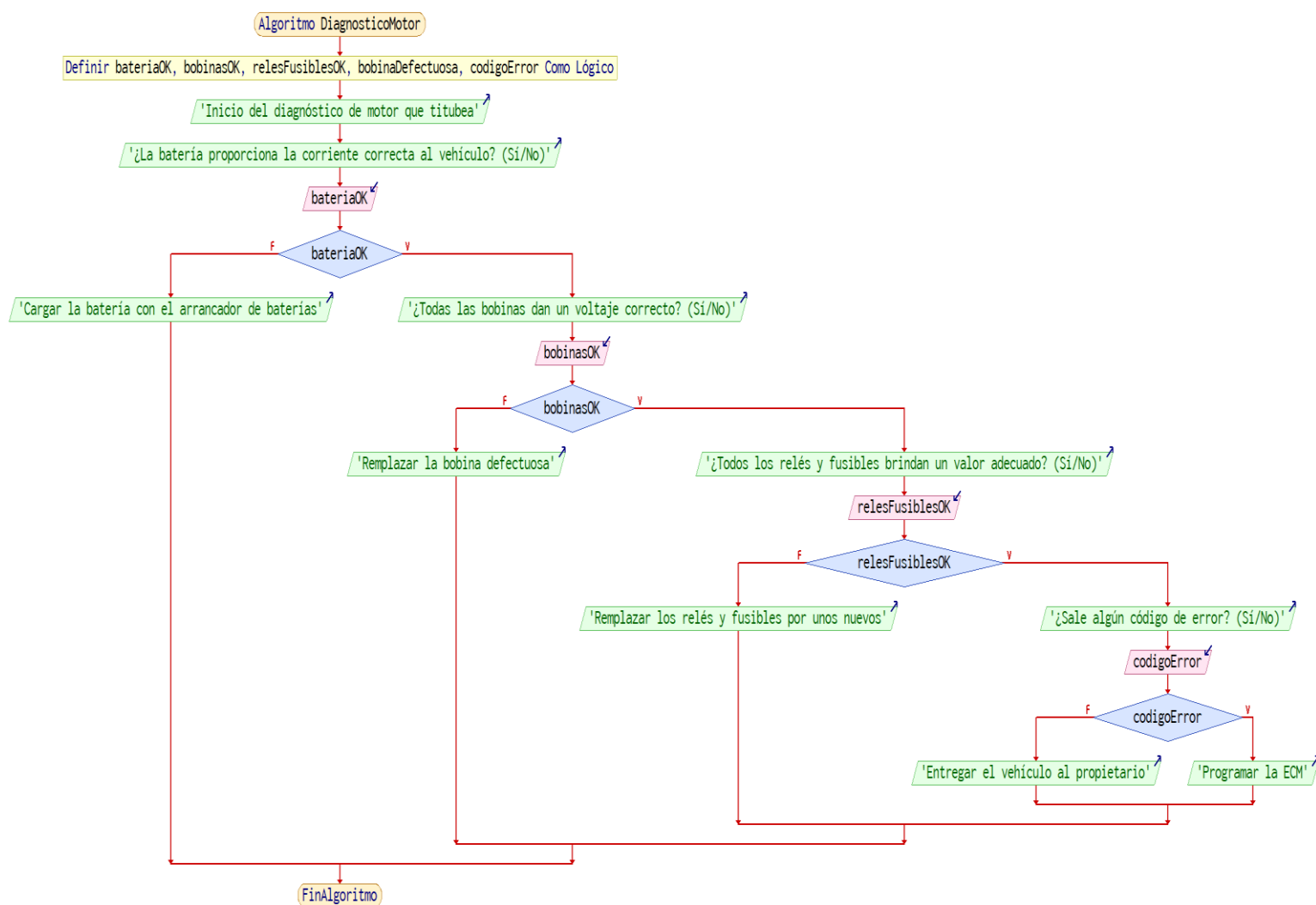


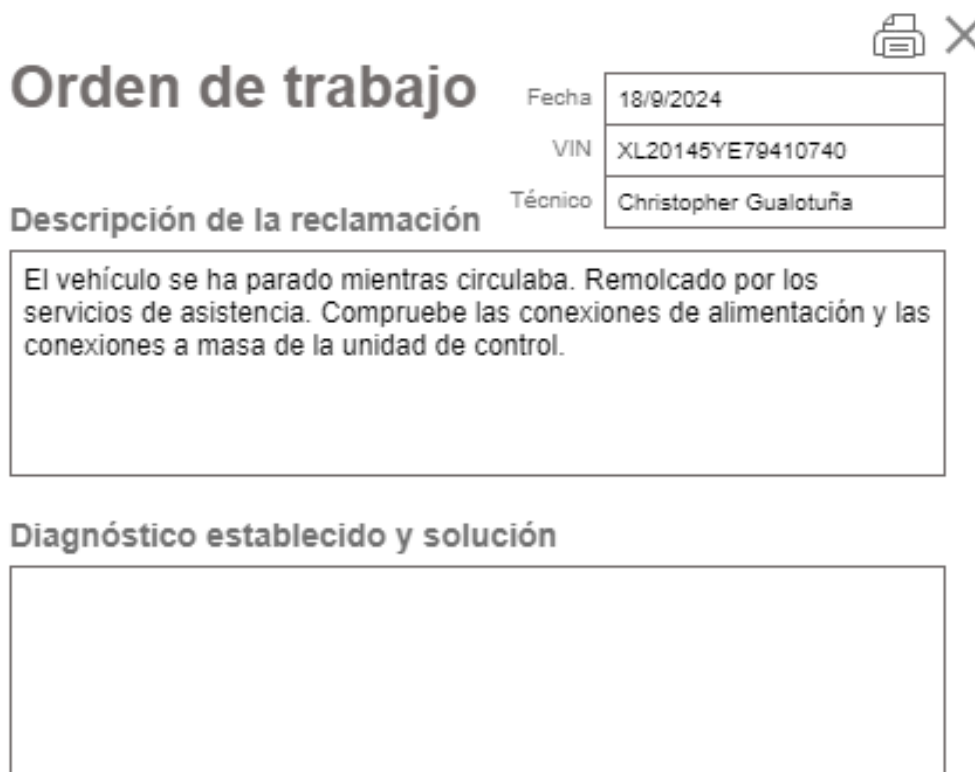
Ilustración 3 Plan metodológico

8. DESARROLLO

8.1. Preparación de la orden de trabajo.

Para poder diagnosticar el problema presentado en el vehículo, seguimos las instrucciones proporcionadas en la orden de trabajo. El vehículo presenta un motor con titubeo, pero debido a que el multímetro no está disponible en este momento, ya que un compañero lo está utilizando, nos vemos en la necesidad de utilizar el osciloscopio. Este equipo nos permite continuar con el proceso de diagnóstico de manera efectiva y realizar las mediciones requeridas para identificar la causa del fallo.

Figura 4:






Orden de trabajo

Fecha	18/9/2024
VIN	XL20145YE79410740
Técnico	Christopher Gualotuña

Descripción de la reclamación

El vehículo se ha parado mientras circulaba. Remolcado por los servicios de asistencia. Compruebe las conexiones de alimentación y las conexiones a masa de la unidad de control.

Diagnóstico establecido y solución

Ilustración 4.- Orden de trabajo Electude

8.2. Inspección de herramientas del simulador

En el siguiente paso, inspeccionamos las herramientas disponibles en el simulador, entre las cuales se encontraban: el tablero, multímetro, sistema de diagnóstico, placa de pruebas, indicador de presión de combustible, arrancador de batería y el diagrama eléctrico. Para diagnosticar el problema, seleccionamos dos herramientas clave. Primero, el tablero, que nos proporciona información sobre la velocidad, temperatura, códigos de batería, nivel de combustible o el testigo de Check Engine, y también cuenta con la llave de encendido y el pedal de arranque. En segundo lugar, utilizamos el multímetro para medir los voltajes de los circuitos eléctricos del vehículo. Así como también se realiza la verificación del vehículo a trabajar

Figura 5:

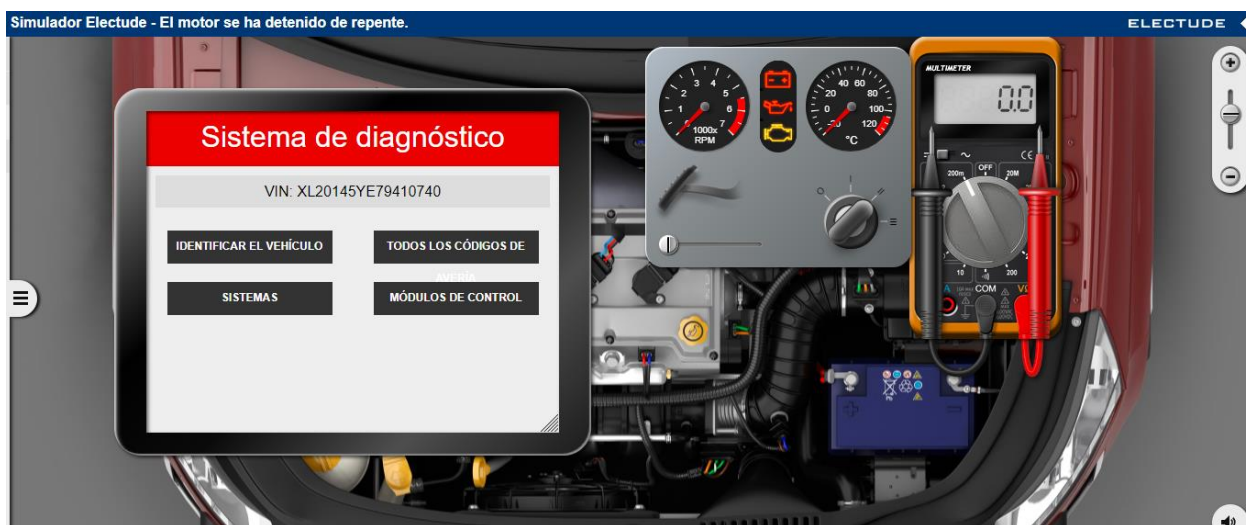


Ilustración 5.- Tablero y multímetro Electude

8.3. Verificación de corriente en elementos electrónicos

Dado el problema del motor que se detiene de repente, se tomaron varias acciones iniciales para diagnosticar la falla. Se realizó una verificación del voltaje de la batería utilizando un multímetro, conectando la pinza de tierra (cable negro) al terminal negativo y la pinza de corriente (cable rojo) al terminal positivo. Se comprobó que el voltaje de la batería se encontraba en el rango adecuado (entre 11V y 13V). Posteriormente, se inspeccionaron las conexiones de la bomba de combustible y los relés asociados para asegurarse de que estaban correctamente conectados y funcionando. La revisión del voltaje con el multímetro permitió confirmar que la batería estaba operativa, mientras que la inspección de las conexiones y relés ayudó a identificar posibles fallos que podrían estar afectando el funcionamiento del motor.

Figura 6:

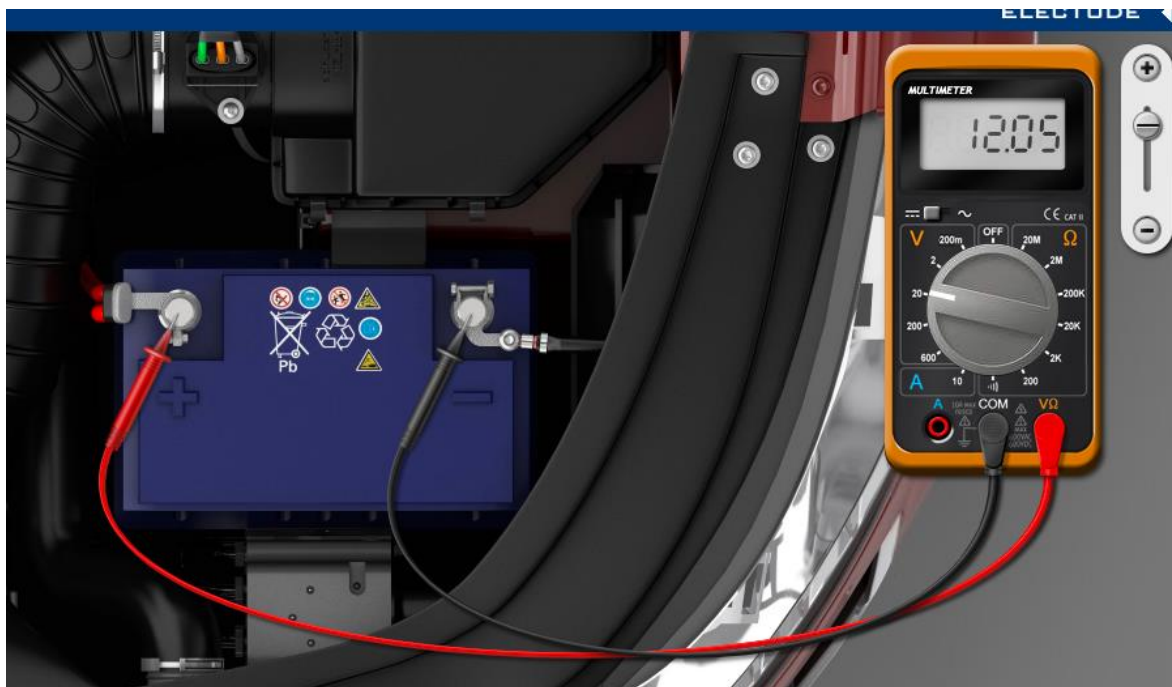


Ilustración 6.- Batería del vehículo con voltaje normal

Figura 7:*Ilustración 7.- Fusible "F6" con una lectura de continuidad extraña*

8.4. Proceso de sustitución de piezas deterioradas

Para asegurar la correcta continuidad del sistema eléctrico del vehículo, se tomó la decisión de reemplazar tanto el fusible F6 como los cables asociados. Este procedimiento comenzó con la desconexión de la batería del vehículo, lo cual es un paso crucial para garantizar la seguridad y evitar posibles cortocircuitos durante la manipulación de los componentes eléctricos. Una vez aislada la batería, se procedió a localizar el fusible defectuoso, que se encontraba en el compartimiento de fusibles.

Con el fusible dañado identificado, se desconectó cuidadosamente el conector eléctrico que lo alimentaba. Para extraer el fusible, se emplearon las herramientas adecuadas disponibles en el simulador, lo que consistió en seleccionar la pieza correspondiente y arrastrarla hacia la parte inferior del entorno simulado para proceder con el reemplazo.

Además del fusible, se realizaron pruebas de continuidad en los cables que lo conectaban al sistema para asegurar que no hubiera daños o interrupciones en la corriente eléctrica. Una vez instalado el nuevo fusible, se procedió a revisar los valores del relé principal que gestiona la alimentación del circuito. En este punto, se midió tanto el voltaje de alimentación como la resistencia del relé, lo que permitió confirmar que los valores obtenidos se encontraban dentro de los rangos operativos correctos. (Taller, s.f)

Figura 8:

Reemplazo de Fusible

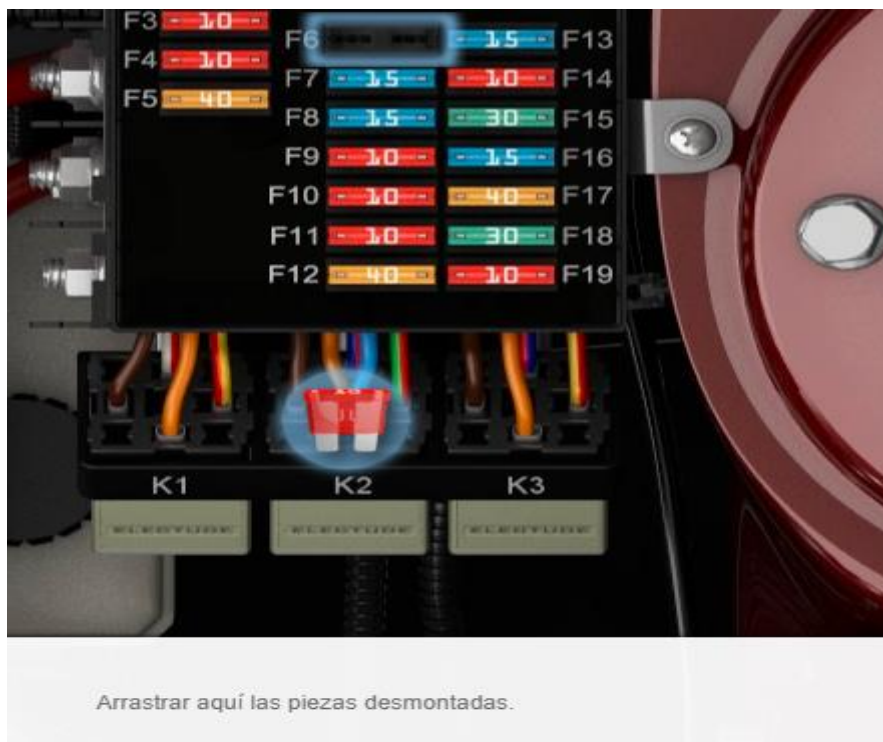
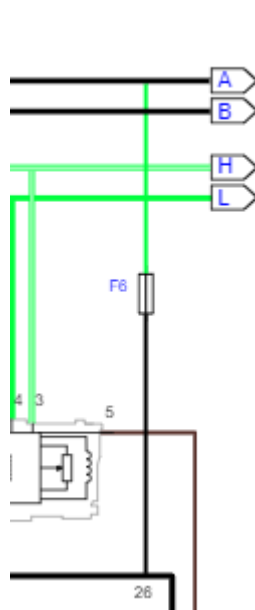


Ilustración 8 Reemplazo de Fusible "F6"

Figura 9:*Sustitución de cables de fusible**Ilustración 9.- Sustitución de cables de fusible*

8.5. Evaluación del sistema vehicular

Luego del reemplazo de los componentes mencionados, se realizó nuevamente el intento de encendido en el cual se notó la falla se mantenía, lo que nos indicó que el problema aún no se solucionaba ya que no tenía la conexión con ECM y TVCM aún no era posible. Se consiguió realizar el cambio de la computadora del vehículo (ECM). El procedimiento comenzó con la desconexión de la batería para garantizar la seguridad, seguido por la retirada de la ECM defectuosa y la instalación de una nueva unidad. Debido a que la nueva ECM no estaba preconfigurada para los parámetros específicos del vehículo, fue indispensable llevar a cabo una programación para adecuarla a las necesidades del sistema. (Salvador, s.f)

La programación se realizó a través del sistema de diagnóstico disponible en las herramientas del simulador, garantizando que los ajustes de la ECM se alinearan adecuadamente con las especificaciones del motor y del sistema de control del vehículo. Para llevar a cabo la programación de la ECM, se siguieron estos pasos:

1. Acceder a la opción de “Gestión del motor”.
2. Escoger la opción “Programación”.
3. Seleccionar “ECM” dentro del menú.
4. Finalmente, proceder a la opción “Programar” nuevamente.

Figura 10:



Ilustración 10.- Programación de la ECM

Figura 11:



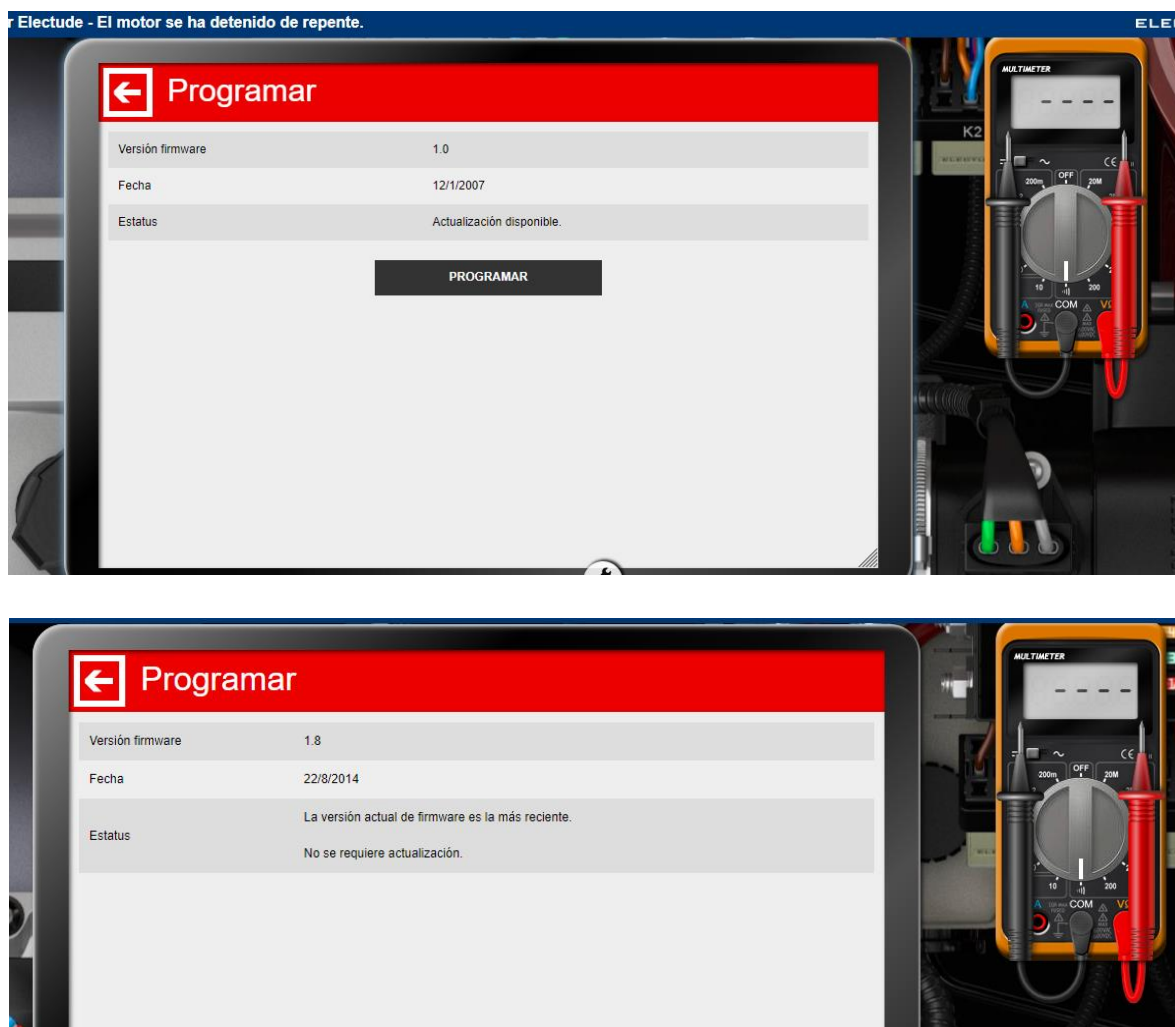
Ilustración 11.- Programación de la ECM

Figura 12:



Ilustración 12.- Programación de la ECM

Figura 13:

*Ilustración 13.- Programación de la ECM*

8.6. Control de fusibles y adecuación de válvula mariposa:

Durante el análisis del sistema, se detectó un problema en la válvula de control mariposa (TCVM), la cual requería calibración para garantizar su correcto funcionamiento. Primero, se

procedió a revisar el fusible F6, ya que este está directamente asociado al sistema de control de la TCVM. Se observó que el fusible no permitía el paso adecuado de corriente, lo que afectaba el rendimiento de la válvula.

Utilizando un multímetro, se midió el voltaje en los cables de alimentación del fusible, confirmándose una interrupción en el flujo de corriente. Ante esta situación, se realizó el reemplazo del fusible F6 y se verificó la correcta continuidad en los cables de alimentación mediante nuevas mediciones con el multímetro.

Posteriormente, se procedió a programar la válvula TVCM, así también, se procedió a la configuración inicial del cuerpo de la mariposa, donde se ajustaron los parámetros predeterminados para garantizar la correcta sincronización con el sistema de control del motor. Una vez configurado, se realizó la calibración de la TCVM utilizando el sistema de diagnóstico del simulador, confirmando así que los valores de apertura y cierre de la válvula estaban dentro de los rangos normales. Esto permitió restablecer el correcto funcionamiento del sistema de control mariposa.

Figura 14:

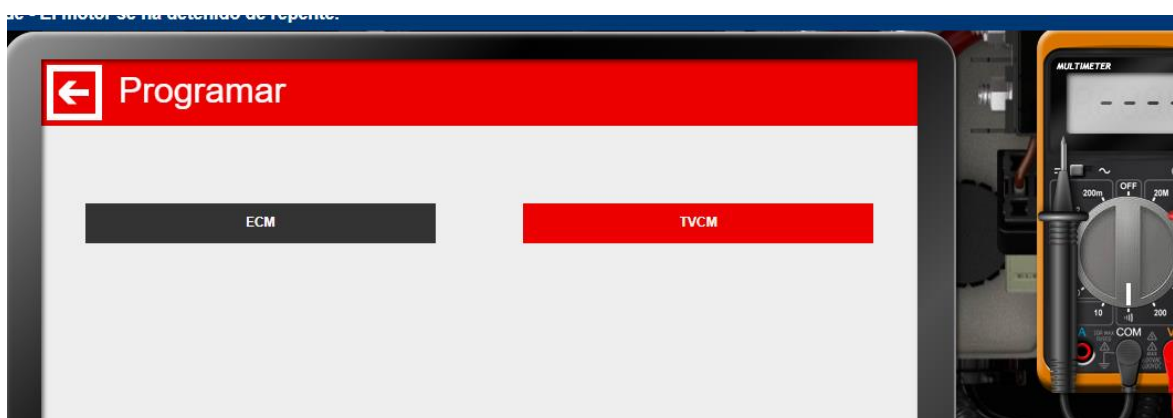
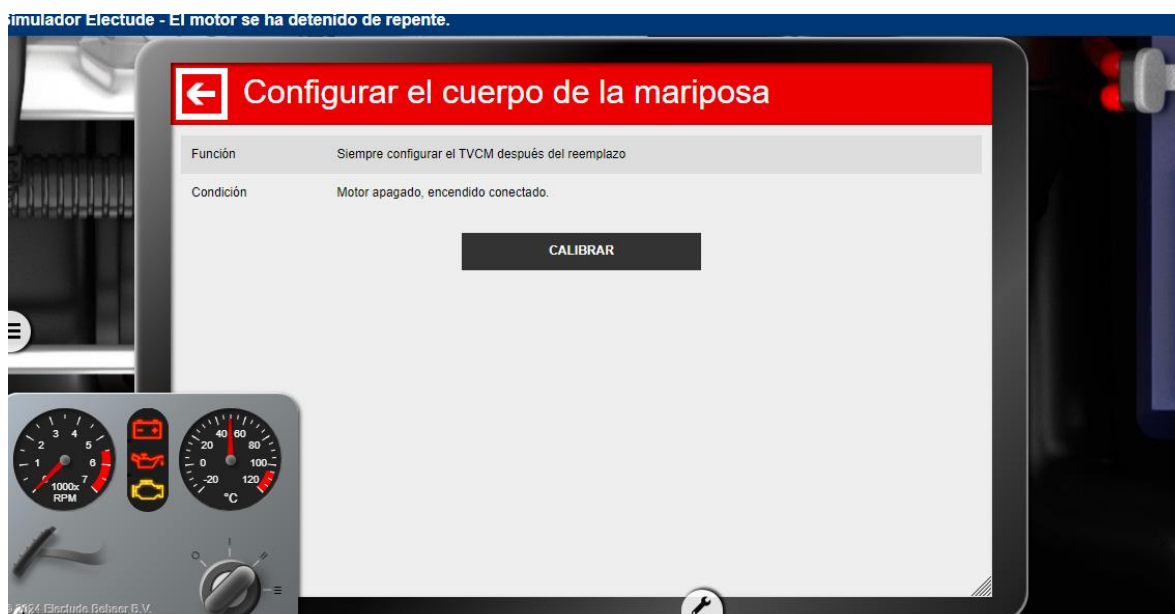


Ilustración 14.- Programación válvula de la mariposa

Figura 15:*Ilustración 15.- Calibración adecuada del cuerpo de la válvula*

8.7. Análisis de códigos de avería por el sistema de diagnóstico:

A continuación, llegamos al momento de confirmar de que el proceso de mantenimiento y reparación fue llevado a cabo de la mejor manera, teniendo un resultado favorable y dando solución al inconveniente presentado. Utilizamos de nuevo el acceso al sistema de diagnóstico, el cual nos permite determinar si aún existen averías en parte de códigos de error de parte de la ECM o TVCM. (Salvador, s.f)

Luego de realizar la verificación, se pudo realizar finalmente la adecuada calibración de la válvula mariposa, la cual era el componente final para asegurar un correcto mantenimiento y posteriormente, intentar encender el vehículo. Con ayuda del tablero se pudo observar que ya no existía presencia del testigo “Check Engine” y el vehículo llegó a encenderse con normalidad.

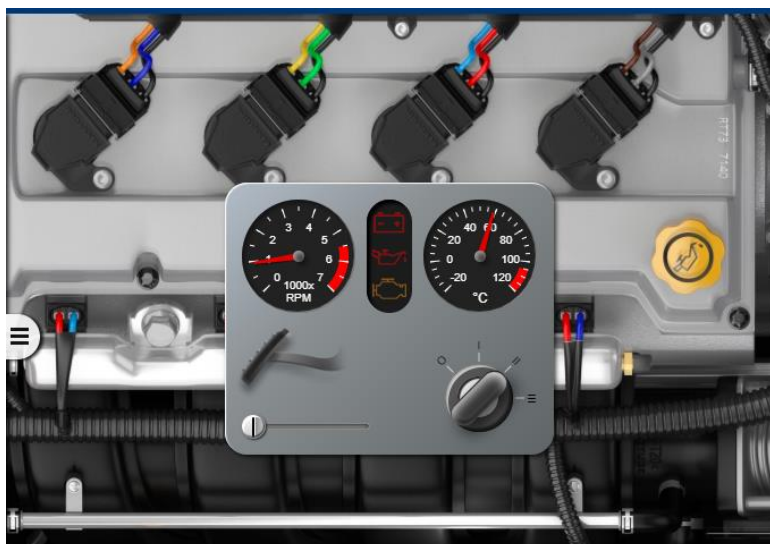
Figura 16:

 **Configurar el cuerpo de la mariposa**

Función	Siempre configurar el TVCM después del reemplazo		
Condición	Motor apagado, encendido conectado.		
CALIBRAR			
Valores TVCM			
valor mínimo	0	%	
	0.4	V	
	100	%	
	4.8	V	

*Ilustración 16.- Calibración completa cuerpo de la mariposa*

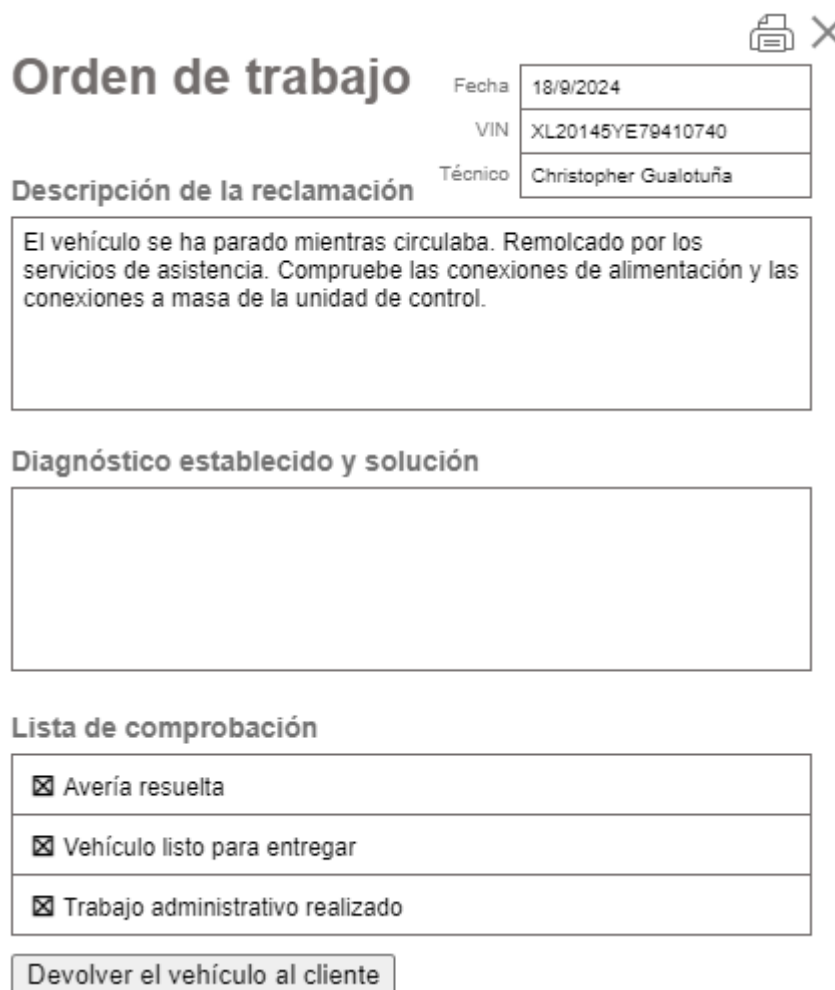
Figura 17:

*Ilustración 17.- Ningún testigo encendido y Check Engine apagado*

8.8. Verificación y resultados:

Después de concluir el proceso de reparación, se llevó a cabo la entrega del vehículo al propietario. Para formalizar este paso, se completaron los datos en la orden de trabajo previamente pactada con el cliente. Asimismo, se generó y entregó la factura correspondiente, la cual incluía un desglose detallado de los costos relacionados con la reparación, especificando los servicios realizados, las piezas sustituidas, y el tiempo adicional empleado en el trabajo.

Figura 18:



Orden de trabajo

Fecha: 18/9/2024

VIN: XL20145YE79410740

Técnico: Christopher Gualotuña

Descripción de la reclamación

El vehículo se ha parado mientras circulaba. Remolcado por los servicios de asistencia. Compruebe las conexiones de alimentación y las conexiones a masa de la unidad de control.

Diagnóstico establecido y solución

Lista de comprobación

- ☒ Avería resuelta
- ☒ Vehículo listo para entregar
- ☒ Trabajo administrativo realizado

Devolver el vehículo al cliente

Ilustración 18.- Orden de trabajo finalizada

Figura 19:




Factura			
Fecha	18/9/2024		
VIN	XL20145YE79410740		
Artículo	Número / minutos	Precio	Importe
Scanner OBD	1	\$30,00	\$30,00
Módulo de control del motor	1	\$1.754,00	\$1.754,00
Fusible	2	\$2,00	\$4,00
Cables y conectores	19	\$8,00	\$152,00
Módulo de control de la válvula de mariposa	1	\$656,00	\$656,00
Batería	1	\$150,00	\$150,00
Tiempo de resolución de problemas	120	\$1,00	\$120,00
Tiempo de trabajo extra	740	\$1,00	\$740,00
Total			\$3.606,00

Ilustración 19.- Factura

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

- Tras la re calibración y programación adecuada de la ECM y la TVCM, se logró restablecer el funcionamiento normal del motor, eliminando los problemas de detención y garantizando un rendimiento más eficiente. Este proceso confirmó que las fallas eléctricas en la ECM y los sensores del sistema pueden diagnosticarse y resolverse efectivamente utilizando plataformas de simulación como *Electude*.

- El uso del sistema *Electude* permitió una identificación rápida y precisa de los códigos de error relacionados con los fallos electrónicos del vehículo. La simulación proporcionó un entorno seguro para diagnosticar y aplicar soluciones antes de intervenir en el vehículo físico, mejorando así la precisión del diagnóstico.
- El diagnóstico electrónico y la recalibración de componentes clave como la ECU y la válvula de control de mariposa demostraron que un enfoque preventivo y basado en simulación es clave para evitar fallas mayores. Esto no solo prolonga la vida útil del motor, sino que también reduce los costos de reparación a largo plazo.
- La aplicación de *Electude* en la formación de técnicos automotrices facilita la adquisición de habilidades prácticas, mejorando su capacidad para diagnosticar y reparar sistemas complejos de vehículos modernos. Este enfoque práctico refuerza la formación y minimiza los riesgos asociados con el aprendizaje en un entorno real.

9.2. Recomendaciones

- Se recomienda continuar utilizando plataformas como *Electude* en la capacitación de técnicos, para que puedan familiarizarse con tecnologías emergentes y diagnósticos complejos sin exponer a los vehículos a posibles daños.
- Asegurar que las revisiones periódicas incluyan el uso de herramientas de diagnóstico avanzadas como escáneres OBD-II y multímetros para detectar problemas potenciales en la ECM y otros sistemas antes de que causen fallas graves en el vehículo.
- Se recomienda expandir el uso de simuladores en entornos educativos y talleres, para que más técnicos puedan adquirir experiencia práctica en la resolución de fallos.

eléctricos y electrónicos, maximizando la eficiencia y reduciendo tiempos de reparación en entornos reales.

Bibliografía

1. AESwave.com, *labsopes scan tools and accessories for diagnostic test equipment!* (s. f.). AESwave.com. <https://www.aeswave.com/>
2. Donado, I. A., & Donado, I. A. (2023, 10 febrero). *Importancia de la ECU Automotriz y su Funcionamiento*. Autosoprote.com • Capacitación Automotriz. <https://autosoprote.com/blog-de-tecnica-automotriz-como-funciona-una-ecu-automotriz/>
3. Cano, A. (2023, 19 diciembre). Problemas con el Sistema de Encendido, Explorando Causas, Consecuencias y Soluciones. *AutoRed GT*. <https://www.autoredgt.com/post/problemas-con-el-sistema-de-encendido-explorando-causas-consecuencias-y-soluciones>
4. *Soluciones de aprendizaje de vehículos ligeros - Electude*. (s. f.). Electude. <https://www.electude.es/learning-solutions/light-vehicles/>
5. Ortiz, J. (2023). *Diagnóstico de sistemas electrónicos de última generación de acuerdo a las normativas SAE J1979 y J2657 utilizando el scanner AUTEL MaxiIM 608 y equipos complementarios* [Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/6008/1/UIDE-G-TMA-2023-28.pdf>
6. Galvis, J. D. M. (2024, 11 abril). *5 Fallas comunes del Sistema Eléctrico del vehículo*. Taller de Carros | Mecánica Automotriz Medellín | Mitsubishi. <https://autoserviciomitsubishi.com/componentes-del-sistema-electrico-de-un-vehiculo/>

7. Ainhoa. (2021, 27 mayo). ¿Qué es el ECM en un Coche? | Renting Finders. *Renting Finders*. <https://rentingfinders.com/glosario/ecm/>
8. Donado, I. A., & Donado, I. A. (2022, 10 marzo). ¿Cuál es la diferencia entre PCM, ECM y ECU? Autosoprote.com • Capacitación Automotriz. <https://autosoprote.com/cual-es-la-diferencia-entre-pcm-ecm-y-ecu/>
9. Salvador. (s. f.). Código OBDII U0100 Pérdida de comunicación con Módulo de Control Electrónico (ECM). e-auto.com.mx - el Sitio de los Mecánicos y Refaccionarios. <https://www.e-auto.com.mx/enew/index.php?view=article&id=7126>
10. Toyota CH-R Manual de Taller - Pérdida de comunicación con ECM/PCM «A» (U0100,U0129,U023A) - Sistema De Servodirección. (s. f.). https://www.tochres.com/602/p_rdida_de_comunicaci_zn_con_ecm_pcm_quot_a_quot_u0100_u0129_u023a_.html
11. Tercero, E. C. (2021, 6 marzo). ¿Qué es un multímetro y cómo funciona? Tecsa. <https://www.tecsagro.com.mx/blog/que-es-un-multimetro/>
12. Dercocenter. (s. f.). Autos nuevos y variedad de marcas al mejor precio – Dercocenter. Dercocenter Chile. <https://www.dercocenter.cl/noticias/scanner-automotriz-para-que-sirve-y-como-funciona>
13. Anónimo. (2021, 6 septiembre). Fallos eléctricos de coche más comunes: causa y solución. Blog Confortauto. https://www.confortauto.com/blog/confortauto/cinco-fallos-electricos-que-suelen-sufrir-los-coches/?srsId=AfmBOooZbS4OFeyDx5_yAwJ0Q6bZFyY6-PtRXJhLiT0cQ19YxR-2gBg-

14. Automotriz, I. y. M. (s. f.). *PCM / ECM archivos - INGENIERÍA Y MECÁNICA*

AUTOMOTRIZ. INGENIERÍA y MECÁNICA AUTOMOTRIZ.

https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/category/mecanica/sistema-electronico/pcm-ecm/#google_vignette