



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autores:** Juan José Méndez Paredes

Lionel Alexander Valdiviezo Veintimilla

**Tutor:** Ing. Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

**Reparación de una Computadora Automotriz Usando el Banco de  
Prueba Fz Probe ECU**



**Certificado de Autoría**

Nosotros, Juan José Méndez Paredes y Lionel Alexander Valdiviezo Veintimilla, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Juan José Méndez Paredes

C.I.: 0924319767

---

Lionel Alexander Valdiviezo Veintimilla

C.I.: 0606296267

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Manuel Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

C.I.: 0103441846

Director de Proyecto

## **Dedicatoria**

Este proyecto de titulación está dedicado a aquellos que han sido mi inspiración y apoyo a lo largo de este arduo camino académico.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y constante aliento. Su apoyo inquebrantable ha sido mi mayor motivación para alcanzar mis metas.

A mis amigos y seres queridos, por estar siempre a mi lado, brindándome ánimo y celebrando mis logros. Su amistad y compañía han hecho más llevadero este viaje.

A todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido a mi desarrollo personal y académico, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y gratitud.

Que este proyecto sea un modesto tributo a su confianza en mí y un recordatorio de que, juntos, podemos alcanzar grandes logros.

¡Gracias por ser parte de mi historia!

***Lionel Alexander Valdiviezo Veintimilla***

### **Dedicatoria**

A mis padres, por su amor incondicional y apoyo constante en cada paso de este camino. A todos los que me apoyaron, por su orientación experta y motivación durante el desarrollo de este proyecto. A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a este logro, ¡gracias!

*Juan José Méndez Paredes*

## **Agradecimiento**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron al éxito de este proyecto de titulación.

Primero que todo, quiero agradecer a mi director de tesis, Fernando Gómez Berrezueta, por su orientación experta, apoyo constante y valiosas sugerencias a lo largo de todo el proceso.

Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para la culminación de este proyecto.

Además, deseo expresar mi gratitud a mis compañeros de clase y amigos por su estímulo, motivación y apoyo moral durante este desafío académico.

Por último, pero no menos importante, agradezco a mi familia por su amor incondicional, comprensión y paciencia durante este período de estudio.

Sin el apoyo y la colaboración de todas estas personas, este proyecto no habría sido posible.

Estoy profundamente agradecido por su contribución a mi formación académica y profesional.

¡Gracias!

***Lionel Alexander Valdiviezo Veintimilla***

## **Agradecimiento**

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este proyecto de titulación. Sus palabras de aliento,

orientación y apoyo incondicional fueron fundamentales para alcanzar este logro.

En primer lugar, quiero agradecer a mi director de tesis, Fernando Gómez Berrezueta, por su dedicación y asesoramiento a lo largo de todo el proceso. Su experiencia y orientación fueron indispensables para dar forma a este trabajo y superar los desafíos encontrados en el camino.

Agradezco sinceramente a mis compañeros de clase y amigos por su apoyo moral y estímulo constante durante este arduo camino. Sus palabras de aliento y motivación fueron un impulso

vital en los momentos difíciles.

No puedo pasar por alto el apoyo brindado por mi familia. A mis padres, y a mis familiares,

les estoy eternamente agradecido por su amor incondicional, comprensión y sacrificio.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todas las personas que participaron en este estudio y que generosamente compartieron su tiempo y conocimientos para enriquecer

esta investigación.

Sin la ayuda y el apoyo de todas estas personas, este proyecto no habría sido posible. A cada

uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento.

*Juan José Méndez Paredes*

## Índice General

Certificado de Autoría .....	iii
Aprobación del Tutor .....	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tablas .....	xiv
Resumen .....	xv
Abstract .....	xvi
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema .....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	4
1.2.3 Sistematización del Problema .....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación .....	5
1.4.1 Justificación Teórica.....	6
1.4.2 Justificación Metodológica .....	7

	x
1.4.3 Justificación Práctica.....	8
1.4.4 Delimitación Temporal .....	9
1.4.5 Delimitación Geográfica.....	9
1.4.6 Delimitación del Contenido.....	10
Capítulo II.....	11
Marco Referencial.....	11
2.1 Marco Teórico .....	11
2.1.1 Sistema de Control Electrónico de un Vehículo .....	12
2.1.2 Pruebas de Componentes y Averías de la Unidad de Control Electrónico (UCE).....	14
2.1.3 El Papel de una Pieza de Automóvil ECU .....	15
2.1.4 Fallas de Sensores .....	16
2.1.5 Interacción el Hardware de la ECU con los Protocolos Modernos.....	17
2.1.6 La Evolución de las Arquitecturas de Redes a Bordo de Vehículos.....	17
2.2 Marco Conceptual.....	18
2.2.1 Unidad de Control Electrónico .....	18
2.2.2 Diferentes Tipos de ECU en Vehículos Automotrices .....	19
2.2.3 Desglose de Componentes de la ECU.....	20
2.2.4 Funcionamiento de la ECU en Vehículos Automotrices.....	21
2.2.5 Reparación de una Computadora Automotriz.....	22
2.2.6 Síntomas Comunes de Problemas en la Unidad de Control .....	22
2.2.7 Banco de Prueba Fz Probe ECU.....	23
2.2.7 Razones Principales por las que Fallan las ECU .....	25
Capítulo III .....	28
Diagnóstico Preciso de Problemas en las Computadoras Automotrices.....	28
3.1 Banco de Pruebas Fz Probe ECU.....	28

	xi
3.2 Problemas Comunes en las Computadoras Automotrices.....	30
3.3 Características del FZ PROBE ECU.....	34
3.4 Proceso Paso a Paso de Reparación de ECU.....	39
3.5 Información de Fabricantes .....	40
3.6 Metodología Aplicada.....	45
3.6.1 Métodos.....	45
3.6.2 Tipo de Estudio.....	46
3.6.3 Tipo de Investigación.....	46
Capítulo IV .....	48
Procedimiento para la Reparación de Computadoras de Vehículos .....	48
4.1 Descripción.....	48
4.1.1 Descripción de la ECU a Evaluar.....	48
4.1.2 Módulo de Motor C14.....	49
4.1.3 Conexión de los Módulos Electrónicos.....	52
4.1.4 Conexión de ECU - Chevrolet Sail.....	53
4.1.5 Pruebas de Módulos Electrónicos .....	54
4.1.6 Funcionamiento del Banco de Pruebas .....	55
4.2 Análisis de Funcionamiento de Módulos Evaluados .....	57
4.2.1 Inspección Visual.....	60
Conclusiones.....	61
Recomendaciones .....	62
Bibliografía.....	63

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Mercado de Unidades de Control</i> .....	2
Figura 2 <i>Tamaño del Mercado de Unidades de Control Electrónico Automotriz</i> .....	4
Figura 3 <i>Unidad de Control del Motor</i> .....	15
Figura 4 <i>Descripción de la Función de una ECU</i> .....	16
Figura 5 <i>Unidad Electrónica de Control</i> .....	18
Figura 6 <i>Disposición de los Componentes de la ECU Automotriz</i> .....	21
Figura 7 <i>Banco de Prueba Fz Probe ECU</i> .....	24
Figura 8 <i>Falla de la ECUs de los Vehículos</i> .....	27
Figura 9 <i>Fallas de Comunicación de la ECU</i> .....	30
Figura 10 <i>Inspección de las Alimentaciones de la ECU</i> .....	31
Figura 11 <i>Actualización del Software de la ECU</i> .....	32
Figura 12 <i>Falla de los Sensores</i> .....	32
Figura 13 <i>Revisión de los Componentes Eléctricos</i> .....	33
Figura 14 <i>Equipo FZ Probe ECU</i> .....	34
Figura 15 <i>Conectores del Banco de Pruebas</i> .....	35
Figura 16 <i>Simulador de Señales Analógicas del Banco de Pruebas</i> .....	35
Figura 17 <i>Conectores de Banana del Banco de Pruebas</i> .....	36
Figura 18 <i>Conectores del Banco de Pruebas para Verificar Señales</i> .....	36
Figura 19 <i>Ramal #1 del FZ PROBE ECU</i> .....	37
Figura 20 <i>Denominación de Cada Cable del Ramal #1 del FZ PROBE ECU</i> .....	37
Figura 21 <i>Ramal #2 del FZ PROBE ECU</i> .....	38
Figura 22 <i>Denominación de Cada Cable del Ramal #2 del FZ PROBE ECU</i> .....	38
Figura 23 <i>Ramal #3 del FZ PROBE ECU</i> .....	39
Figura 24 <i>Denominación de Cada Cable del Ramal #3 del FZ PROBE ECU</i> .....	39

Figura 25	<i>Ubicación de los Pines en el Conector de la ECM</i> .....	44
Figura 26	<i>Componentes de una ECU</i> .....	48
Figura 27	<i>ECU Delphi MT60</i> .....	49
Figura 28	<i>Diagrama de Conexiones del ECM del Chevrolet Sail</i> .....	51
Figura 29	<i>Funciones que Realiza la Unidad Electrónica</i> .....	52
Figura 30	<i>Conexión de la ECU al Banco de Pruebas</i> .....	54
Figura 31	<i>Conexión de los Pines para la Realización de las Pruebas</i> .....	55
Figura 32	<i>Verificación de Funcionamiento del Banco FZ PROBE ECU</i> .....	56
Figura 33	<i>Luces de Prueba para Inyectores y Bobinas de Encendido</i> .....	56
Figura 34	<i>Recopilación de Información</i> .....	57
Figura 35	<i>Pines a Conectar para el Análisis de Funcionamiento</i> .....	58
Figura 36	<i>Prueba Demostrando Envío de Pulsos a Inyectores</i> .....	59
Figura 37	<i>Prueba Demostrando Envío de Pulsos a Bobinas de Encendido</i> .....	59
Figura 38	<i>Inspección Visual de las Placas de la ECU</i> .....	60

**Índice de Tablas**

Tabla 1 <i>Computadoras Segmentación Basada en Propulsión, Aplicación, ECU</i> .....	13
Tabla 2 <i>Pinout del ECM del Chevrolet Sail - Parte 1</i> .....	41
Tabla 3 <i>Pinout del ECM del Chevrolet Sail – Parte 2</i> .....	42
Tabla 4 <i>Pinout del ECM del Chevrolet Sail – Parte 3</i> .....	43

## Resumen

El proyecto de investigación titulado "Reparación de una Computadora Automotriz Usando el Banco de Prueba Fz Probe ECU" se centra en el desarrollo de un método eficaz para diagnosticar y reparar computadoras automotrices utilizando el banco de prueba Fz Probe ECU. Este estudio busca abordar los desafíos asociados con las fallas en las ECUs, incluida la falta de diagnóstico preciso y la necesidad de soluciones asequibles. Se realizan pruebas exhaustivas utilizando el banco de prueba mencionado para identificar y corregir problemas en las ECUs, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los costos asociados con la reparación de vehículos automotrices. Los resultados de este proyecto tienen el potencial de beneficiar tanto a los propietarios de vehículos como a la industria automotriz en general al proporcionar un método innovador y efectivo para la reparación de ECUs.

**Palabras Clave:** Computadora automotriz, diagnóstico, fallas, banco de prueba.

### **Abstract**

The research project titled “Repairing an Automotive Computer Using the Fz Probe ECU Test Bench” focuses on the development of an effective method for diagnosing and repairing automotive computers using the Fz Probe ECU test bench. This study seeks to address the challenges associated with ECU failures, including the lack of accurate diagnosis and the need for affordable solutions. Extensive testing is performed using the test bench to identify and correct problems in ECUs, with the goal of improving efficiency and reducing costs associated with automotive vehicle repair. The results of this project have the potential to benefit both vehicle owners and the automotive industry by providing an innovative and effective method for ECU repair.

***Keywords:*** Automotive computer, diagnosis, faults, benching.

## Capítulo I

### Antecedentes

#### 1.1 Tema de Investigación

Reparación de una computadora automotriz usando el banco de prueba Fz Probe ECU.

#### 1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

La reparación de una computadora automotriz, también conocida como Unidad de Control Electrónico (ECU, por sus siglas en inglés), puede ser un proceso delicado y requiere ciertos conocimientos y habilidades. Hay algunos pasos generales que se puede seguir, pero tener en cuenta que, en algunos casos, es más recomendable buscar la ayuda de profesionales o reemplazar la ECU, dependiendo de la gravedad del problema.

##### 1.2.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, los vehículos modernos dependen en gran medida de sistemas electrónicos avanzados, siendo la computadora automotriz un componente central para el funcionamiento eficiente y seguro del vehículo. Sin embargo, se enfrenta a diversos problemas y fallas que requieren intervenciones de reparación especializadas. El proceso de reparación de las computadoras automotrices se presenta como un desafío, ya que involucra tecnologías complejas y demanda habilidades técnicas específicas (Alderete, 2023).

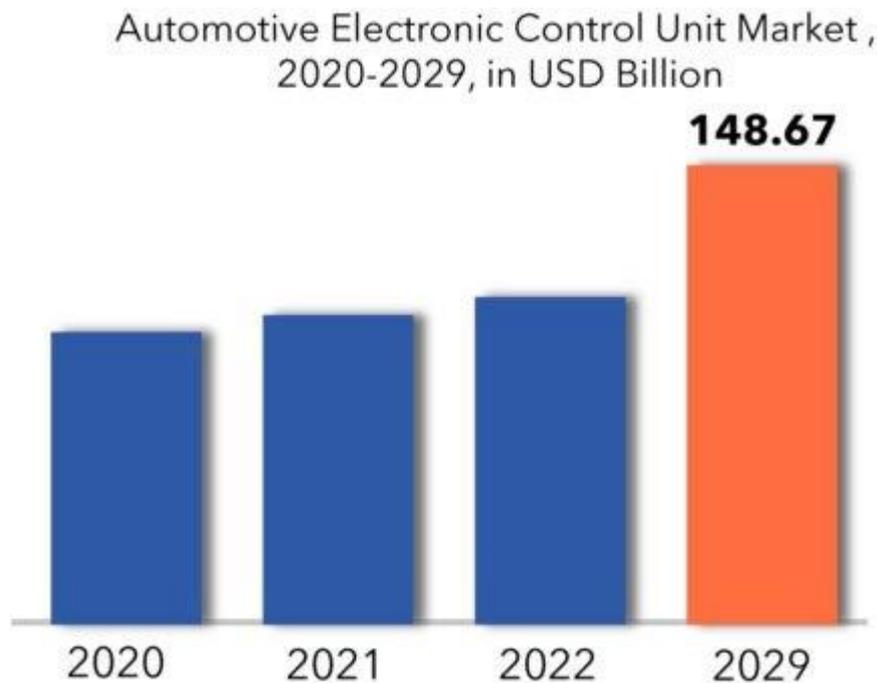
Este planteamiento del problema establece la base para la investigación, destacando las áreas clave de enfoque y formulando preguntas específicas que se abordan a lo largo del proyecto de reparación de computadoras automotrices.

Según la capacidad, el mercado se divide en 16 bits, 32 bits y 64 bits. La categoría de mercado de 32 bits tuvo una cuota de mercado del 40.0 % en 2021. El aumento de la demanda de estos componentes se puede atribuir a sus cualidades favorables, como la menor complejidad del diseño y el bajo consumo de energía. Además, el rendimiento mejorado que ofrecen estas ECU de 32 bits ha aumentado su aplicación en sistemas de control de motores,

unidades de control de transmisiones y herramientas eléctricas para automóviles. Se prevé que el sector de 64 bits experimente la CAGR más alta durante el período de pronóstico debido a la mejora del sistema operativo y el soporte de memoria (Figura 1).

**Figura 1**

*Mercado de Unidades de Control*



Tomado de: <https://exactitudeconsultancy.com/es/informes/11493/mercado-de-unidades-de-control-electronico-automotriz/>

En la industria automotriz moderna, las Unidades de Control Electrónico (ECUs) desempeñan un papel crucial en el funcionamiento y el rendimiento de los vehículos. Estas unidades, que controlan una variedad de sistemas dentro del automóvil, están sujetas a fallas y averías que pueden afectar seriamente la conducción, la seguridad y la eficiencia del vehículo.

Desafíos:

- **Costo de Reemplazo:** La sustitución de una ECU defectuosa por una nueva puede resultar extremadamente costosa para los propietarios de vehículos, especialmente en modelos más recientes con sistemas electrónicos avanzados.

- Disponibilidad de Repuestos: En muchos casos, los fabricantes de automóviles no ofrecen repuestos individuales para las ECUs, lo que obliga a los propietarios a adquirir unidades completas, aumentando aún más los costos.
- Diagnóstico Especializado: La identificación y reparación de problemas en las ECUs requiere habilidades y herramientas especializadas que no siempre están disponibles en talleres de reparación automotriz convencionales.
- Riesgo de Reparaciones Inadecuadas: Las reparaciones de ECUs realizadas por personal no calificado o con conocimientos limitados pueden resultar en daños adicionales o en el mal funcionamiento del vehículo.

#### Impacto:

- Costo para los Propietarios: Los altos costos asociados con la reparación o reemplazo de ECUs pueden representar una carga financiera significativa para los propietarios de vehículos, especialmente en casos de fallas recurrentes o múltiples.
- Seguridad del Vehículo: Las fallas en las ECUs pueden afectar la seguridad del vehículo al comprometer sistemas críticos como los frenos, la dirección asistida o los airbags.
- Medio Ambiente: La sustitución prematura de ECUs contribuye al desperdicio de recursos y al impacto ambiental negativo asociado con la fabricación y eliminación de componentes electrónicos.

#### Necesidad de Soluciones:

Es evidente la necesidad de encontrar soluciones efectivas y accesibles para la reparación de ECUs en vehículos automotrices. Estas soluciones deben abordar los desafíos mencionados anteriormente, garantizando la seguridad, la eficacia y la asequibilidad para los propietarios de vehículos y la industria en general.

En la Figura 2 se muestra los datos acerca de las unidades de control electrónico automotriz, tamaño del mercado y análisis de acciones tendencias de crecimiento y pronósticos (2023 - 2028).

**Figura 2**

*Tamaño del Mercado de Unidades de Control Electrónico Automotriz*



Tomado de: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/automotive-electronic-control-unit-market>

### 1.2.2 Formulación del Problema

¿Cuáles son los desafíos específicos en el diagnóstico de problemas asociados en las computadoras automotrices, siguiendo un proceso de diagnóstico técnico adecuado?

### 1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son las causas más comunes de fallas en las computadoras automotrices?
- ¿Cuáles son los procedimientos más eficaces para diagnosticar problemas en las computadoras automotrices?
- ¿Cuáles son las herramientas y tecnologías emergentes que facilitan o complican la reparación de las computadoras automotrices?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Determinar el proceso de reparación de una computadora automotriz usando el banco de prueba Fz Probe ECU.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar las causas de las fallas en las computadoras automotrices.
- Evaluar los procedimientos más efectivos para el diagnóstico preciso de problemas en las computadoras automotrices.
- Realizar un procedimiento técnico usando guías de práctica en el proceso de reparación de las computadoras de los vehículos.

### **1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación**

La justificación de esta investigación se fundamenta en la creciente complejidad tecnológica de los vehículos automotores, donde las computadoras automotrices desempeñan un papel crucial en el control y monitoreo de numerosos sistemas. Con la evolución constante de la electrónica en la industria automotriz, la identificación y solución efectiva de problemas en las computadoras automotrices se ha vuelto esencial para garantizar el rendimiento óptimo y la seguridad de los vehículos (Wasicek, 2015).

La investigación busca abordar las limitaciones actuales en el conocimiento y las prácticas de reparación de computadoras automotrices, proporcionando a los técnicos automotrices y profesionales de la industria la información necesaria para afrontar con éxito los desafíos que surgen en este ámbito. Al mejorar la comprensión de las causas de las fallas, los procedimientos de diagnóstico efectivos y las herramientas emergentes, esta investigación contribuye al desarrollo de habilidades especializadas, mejorando la eficiencia y la calidad de los servicios de reparación automotriz.

Además, dado el creciente interés en la movilidad eléctrica y la integración de sistemas avanzados en los vehículos, la investigación también contribuye a preparar a los profesionales del sector automotriz para abordar los desafíos tecnológicos futuros.

#### ***1.4.1 Justificación Teórica***

La justificación teórica de una investigación sobre la reparación de una computadora automotriz se basa en la necesidad de abordar los retos técnicos y tecnológicos asociados con la creciente complejidad de los sistemas electrónicos en vehículos. La computadora automotriz, también conocida como Unidad de Control Electrónico (ECU, por sus siglas en inglés), desempeña un papel fundamental en el funcionamiento y rendimiento de los vehículos modernos. Esta unidad, equipada con microcontroladores y sensores, controla y supervisa una variedad de sistemas críticos, incluyendo el motor, la transmisión, el sistema de frenos, la suspensión y otros componentes clave (Alderete, 2023). La complejidad de estos sistemas electrónicos ha aumentado exponencialmente con la introducción de nuevas tecnologías y características avanzadas, como la electrificación, la conectividad y la automatización.

Desde una perspectiva teórica, esta investigación se justifica al considerar los siguientes puntos:

- **Evolución Tecnológica:** La rápida evolución de la tecnología automotriz ha llevado a una mayor integración de sistemas electrónicos y, por ende, a un aumento en la complejidad de las computadoras automotrices. Investigar los principios teóricos subyacentes a estos avances es esencial para comprender plenamente los desafíos de reparación.
- **Interconexión de Sistemas:** La computadora automotriz no opera de manera aislada; está interconectada con diversos sistemas dentro del vehículo. La investigación teórica explora cómo estas interconexiones afectan la funcionalidad y la reparación de la computadora automotriz.

- **Diagnóstico Preciso:** La teoría detrás de los métodos de diagnóstico es esencial para lograr una identificación precisa de problemas en la computadora automotriz. Comprender los fundamentos teóricos de los protocolos de comunicación y las estrategias de diagnóstico contribuye a mejorar la eficacia de las intervenciones de reparación.
- **Innovaciones Tecnológicas:** La investigación teórica permite explorar las innovaciones tecnológicas emergentes en el campo de la reparación de computadoras automotrices, incluyendo nuevas herramientas, algoritmos de diagnóstico y métodos de reparación.
- **Impacto en la Seguridad y Rendimiento:** Desde una perspectiva teórica, la investigación se centra en cómo la integridad y la seguridad del vehículo están intrínsecamente vinculadas al funcionamiento adecuado de la computadora automotriz, justificando la necesidad de un enfoque teórico sólido para abordar estos aspectos críticos.
- **Al abordar estas dimensiones teóricas,** la investigación proporciona una base sólida para mejorar las prácticas de reparación de computadoras automotrices, promoviendo un conocimiento más profundo y especializado en un campo que es esencial para el rendimiento y la confiabilidad de los vehículos modernos.

#### ***1.4.2 Justificación Metodológica***

La justificación metodológica de una investigación sobre la reparación de una computadora automotriz se refiere a la elección y aplicación de métodos específicos para abordar el problema de investigación.

La elección de estos métodos se basa en la necesidad de obtener una comprensión integral de la reparación de computadoras automotrices, combinando datos cualitativos y cuantitativos para ofrecer una visión completa y práctica de la problemática investigada. Estos

métodos permiten generar recomendaciones útiles para mejorar las prácticas de reparación de las computadoras automotrices. La investigación se lleva a cabo en talleres especializados, donde se desarrollan actividades diarias de diagnóstico y reparación de vehículos. Esto facilita la observación directa de prácticas y desafíos en el proceso de reparación de las computadoras automotrices.

La metodología propuesta incluye la revisión exhaustiva de la literatura existente, así como la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos. Además, se realiza un análisis de casos específicos para contextualizar y enriquecer la comprensión de los procedimientos de reparación.

La justificación metodológica radica en la necesidad de obtener información holística y detallada sobre la reparación de computadoras automotrices, permitiendo una comprensión más profunda de los desafíos y oportunidades en este campo. La combinación de métodos cualitativos y cuantitativos contribuye a la robustez y validez de los hallazgos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la mejora de las prácticas en la reparación de vehículos.

### ***1.4.3 Justificación Práctica***

La justificación de esta investigación se basa en la necesidad imperante de mejorar la eficiencia y la confiabilidad en los servicios de reparación automotriz. En la actualidad, los vehículos dependen críticamente de sistemas electrónicos, siendo las computadoras automotrices un componente esencial para su funcionamiento adecuado.

La mayoría de los conductores se han enfrentado en algún momento a problemas relacionados con las computadoras de sus vehículos, como luces de advertencia en el tablero, fallos en el arranque o pérdida de rendimiento. Estos inconvenientes no solo generan preocupación para los propietarios de vehículos, sino que también pueden llevar a gastos innecesarios si no se abordan adecuadamente.

Esta investigación tiene como objetivo proporcionar a los técnicos automotrices y a los propietarios de vehículos las herramientas y conocimientos necesarios para abordar de manera eficiente y precisa los problemas en las computadoras automotrices. Al comprender las causas subyacentes de las fallas y perfeccionar los procedimientos de diagnóstico y reparación, se busca reducir el tiempo de inactividad del vehículo y minimizar los costos asociados con reparaciones innecesarias.

La importancia práctica de esta investigación radica en su capacidad para mejorar la calidad del servicio ofrecido por los talleres automotrices, aumentar la satisfacción del cliente y, en última instancia, prolongar la vida útil y el rendimiento óptimo de los vehículos. Además, al abordar específicamente los problemas comunes relacionados con las computadoras automotrices, se espera que esta investigación tenga un impacto directo en la resolución eficaz de los desafíos diarios que enfrentan tanto los técnicos como los propietarios de vehículos.

#### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

El proyecto de la reparación de una computadora automotriz usando el banco de prueba Fz Probe ECU se lleva a cabo en un período de seis meses, comenzando el 19 de enero de 2024 y finalizando el 19 de mayo de 2024. Durante este tiempo, se realizan investigaciones exhaustivas y análisis detallados para identificar y comprender los problemas recurrentes en las computadoras automotrices.

#### ***1.4.5 Delimitación Geográfica***

El análisis se va a limitar a una computadora automotriz de un fabricante específico en la ciudad de Guayaquil, la investigación se centra en vehículos con sistemas electrónicos, especialmente en automóviles de pasajeros, excluyendo vehículos pesados o especializados.

La investigación se lleva a cabo en Guayaquil-Ecuador, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y las regulaciones específicas de esta área que puedan afectar la reparación de las computadoras automotrices.

#### **1.4.6 Delimitación del Contenido**

La delimitación del contenido en una investigación es esencial para definir los límites y alcances del estudio. Aquí hay una propuesta para la delimitación de contenido en la investigación sobre la reparación de una computadora automotriz:

- **Tipo de Vehículos:** La investigación se centra en la reparación de computadoras automotrices de vehículos ligeros, excluyendo vehículos pesados y otros tipos de transporte.
- **Componentes de la Computadora Automotriz:** El enfoque se centra en la reparación de la unidad de control del motor (ECU) y otros componentes clave de la computadora automotriz, excluyendo otros sistemas electrónicos del vehículo que no estén directamente relacionados con el tema de estudio.
- **Tecnologías Actuales:** La investigación se enfoca en las tecnologías y sistemas informáticos automotrices actuales, excluyendo aquellos que han quedado obsoletos o han sido reemplazados por nuevas generaciones de hardware y software.
- **Procedimientos de Reparación:** Se abordan específicamente los procedimientos de diagnóstico y reparación, excluyendo el diseño y la fabricación de hardware y software automotrices.
- **Actualización y Mantenimiento:** La investigación se centra en los aspectos relacionados con la actualización y mantenimiento de software y firmware en las computadoras automotrices, excluyendo la fabricación de hardware.

Estas delimitaciones ayudan a enfocar la investigación, asegurando de que sea manejable y específica. Tener presente que estas decisiones están basadas en la disponibilidad de recursos, la viabilidad del estudio y los objetivos específicos que se desean alcanzar con la investigación sobre la reparación de computadoras automotrices.

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### 2.1 Marco Teórico

El marco teórico de una investigación sobre la reparación de una computadora automotriz debe proporcionar un contexto conceptual y teórico para comprender el tema. Aquí se presenta un esbozo general del marco teórico para esta investigación:

- **Sistemas Electrónicos en Vehículos:**

Descripción de la evolución de los sistemas electrónicos en vehículos automotores.

Enumeración de los componentes electrónicos críticos, con énfasis en la computadora automotriz como centro de control.

- **Funciones de la Computadora Automotriz:**

Detalles sobre las funciones esenciales de la computadora automotriz, incluyendo la gestión del motor, control de emisiones, frenado ABS, control de tracción, entre otros.

Examinar cómo estas funciones afectan el rendimiento y la eficiencia del vehículo.

- **Diagnóstico de Problemas en Computadoras Automotrices:**

Revisión de métodos y herramientas utilizadas para el diagnóstico de problemas en computadoras automotrices, como escáneres OBD-II y software de diagnóstico especializado.

Descripción de los códigos de diagnóstico (DTC) y su interpretación.

- **Causas Comunes de Fallas:**

Análisis de las causas más comunes de fallas en las computadoras automotrices, como fallos de hardware, problemas de conexión, o errores de software.

Exploración de cómo factores externos, como fluctuaciones de voltaje, pueden afectar el funcionamiento de la computadora.

- **Actualizaciones de Software y Firmware:**

Investigación sobre la importancia de las actualizaciones de software y firmware en las computadoras automotrices.

Exploración de cómo las actualizaciones impactan en la eficiencia y la seguridad de los vehículos.

- **Desarrollos Tecnológicos y Herramientas Emergentes:**

Revisión de las últimas tendencias en herramientas y tecnologías utilizadas para la reparación de computadoras automotrices.

Evaluación de cómo la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y otras tecnologías emergentes influyen en la reparación de vehículos.

- **Desafíos en la Reparación:**

Identificación y análisis de los desafíos específicos que enfrentan los técnicos automotrices al reparar computadoras de vehículos.

Consideración de factores como la falta de capacitación, la complejidad tecnológica y la disponibilidad de repuestos.

Este marco teórico proporciona una estructura para comprender la reparación de computadoras automotrices desde múltiples perspectivas.

La reparación de computadoras automotrices siguiendo un proceso técnico implica la identificación de partes relacionados con diversos problemas y fallas que requieren intervenciones de reparación especializadas

### ***2.1.1 Sistema de Control Electrónico de un Vehículo***

El sistema de control electrónico es el encargado de gestionar todas las funciones eléctricas del automóvil y al igual que el módulo de control del motor, también suele ser conocido como centralita. No obstante, este sistema de gestión recibe un nombre distinto cuyas siglas son UCE (Unidad de Control Eléctrico).

Así pues, la UCE recoge la información de los sensores electrónicos que están instalados en el automóvil para determinar el tipo funcionamiento que debe aplicarse a otros elementos mediante la conexión o la desconexión de los actuadores. De esta manera, se ponen en marcha cada una de las piezas que requieren de corriente eléctrica para cumplir su cometido.

Los vehículos pueden contener más de 100 ECU que, además de funciones esenciales, como el rendimiento del motor y la dirección asistida, controlan características de comodidad y seguridad, como asistencia de estacionamiento, asientos con memoria y despliegue de bolsas de aire.

En la Tabla 1 se puede apreciar la venta de los datos de las ECUs para cada segmento, el tamaño del mercado y el pronóstico se han realizado sobre la base del valor (miles de millones de dólares).

**Tabla 1**

*Computadoras Segmentación Basada en Propulsión, Aplicación, ECU*

<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>
Por propulsión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de combustión interna</li> <li>• Híbrido</li> <li>• Vehículo eléctrico de batería</li> </ul>
Por aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADAS y Sistema de Seguridad</li> <li>• Sistema de Control y Confort Corporal</li> <li>• Sistema de infoentretenimiento y comunicación</li> <li>• Sistema de tren motriz</li> </ul>
Por ECU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ECU de 16 bits</li> <li>• ECU de 32 bits</li> <li>• ECU de 64 bits</li> </ul>

Tomado de: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/automotive-electronic-control-unit-market>

### ***2.1.2 Pruebas de Componentes y Averías de la Unidad de Control Electrónico (UCE)***

Una avería en este elemento del sistema hace que la puesta en marcha del automóvil sea imposible y probablemente se deba a que se ha desprogramado la unidad, aunque esta causa puede estar determinada por diversos motivos como un exceso de tensión en el sistema o por la pérdida de información interna.

Por lo general, se recomienda sustituir la unidad completa por una nueva o por una reprogramada de segunda mano que se encuentre en óptimo estado. No obstante, se trata de una pieza relativamente cara y que dependiendo del tipo de vehículo o del modelo puede partir de los 600 dólares en adelante. Además, si no está reprogramada hay que sumar esta tarea al presupuesto de la reparación.

La unidad de control del motor (ECU) es un componente crítico en los vehículos modernos que desempeña un papel crucial en el monitoreo y regulación del rendimiento del motor. Sin embargo, como cualquier sistema electrónico, las ECU son propensas a encontrar problemas que pueden alterar el buen funcionamiento de un vehículo.

Los problemas de ECU más comunes que encuentran los propietarios de vehículos y comprender estos problemas le permite identificar los síntomas y tomar medidas oportunas y hay que buscar ayuda profesional de expertos en reparación de ECU.

En la era digital en la que atravesamos hoy, el sector automotriz ha experimentado cambios transformadores. En el centro de esta transformación se encuentra la Unidad de Control Electrónico (ECU). Normalmente presentes en automóviles y camiones, las ECU actúan como el cerebro del vehículo y gestionan funciones en numerosos componentes. La ECU, abreviatura de Unidad de control electrónico, y a menudo denominada Módulo de control electrónico o ECM, es similar al cerebro detrás de las numerosas funcionalidades electrónicas de un automóvil (Figura 3).

**Figura 3***Unidad de Control del Motor*

Tomado de: <https://www.ecu-repairs.com/>

**2.1.3 El Papel de una Pieza de Automóvil ECU**

Los automóviles modernos cuentan con más de 80 ECU, cada una de las cuales desempeña un papel crucial para garantizar que el vehículo funcione sin problemas. Estas ECU no sólo gestionan sistemas vitales como el motor o la dirección; También garantizan que nuestros viajes sean cómodos, ajustando características como ventanas o asientos.

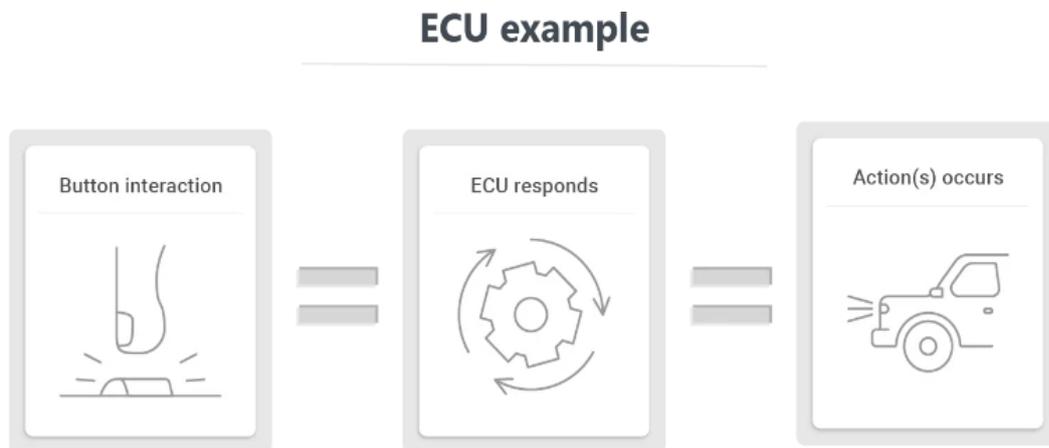
Una parte clave de la seguridad y comodidad del vehículo es la ECU que maneja la entrada sin llave. Por ejemplo, cuando se acerca al auto y se desbloquea automáticamente al detectar el control remoto, esa es la ECU en funcionamiento. Leer la señal del control remoto, procesa la información y solicita que el auto se desbloquee. Esto pone de relieve el papel crucial de la ECU en los automóviles modernos. Incrustado profundamente en la estructura de un vehículo, garantiza que varias partes de su automóvil puedan comunicarse y trabajar de manera

cooperativa. Esto va más allá del simple combustible y el frenado. Gestiona todo, desde el aire acondicionado y la configuración de la radio de su automóvil hasta funciones de seguridad avanzadas como frenos antibloqueo y control de tracción.

Básicamente, si hay un componente electrónico en el vehículo, es muy probable que la ECU desempeñe un papel en sus operaciones. A medida que los automóviles se vuelven más avanzados, el papel de la ECU se vuelve aún más central para garantizar que todo funcione sin problemas y de manera eficiente (Figura 4).

#### **Figura 4**

*Descripción de la Función de una ECU*



Tomado de: <https://www.autopi.io/blog/what-is-electronic-control-unit-definition/>

A medida que los automóviles continúan evolucionando con más funciones, aumenta la cantidad de ECU, lo que presenta desafíos de diseño y espacio para los OEM.

#### **2.1.4 Fallas de Sensores**

Uno de los problemas más frecuentes que afectan a las ECU son los sensores. Las unidades de control del motor se basan en varios sensores para monitorear los parámetros del motor. Como temperatura, flujo de aire y niveles de oxígeno, para tomar decisiones críticas con respecto a la inyección de combustible, el tiempo de encendido y otras funciones del motor.

Cuando un sensor falla o proporciona lecturas inexactas, puede provocar una variedad de problemas de rendimiento asociados con algunas fallas comunes de los sensores, incluidos sensores de oxígeno defectuosos, fallas de funcionamiento del sensor de flujo de aire masivo y problemas con el sensor de temperatura del refrigerante. Se discute los síntomas asociados con cada falla y el impacto potencial en el rendimiento del motor.

### ***2.1.5 Interacción el Hardware de la ECU con los Protocolos Modernos***

Las piezas de ECU para vehículos son una combinación de hardware robusto y software avanzado. Desarrollados a través del modelo V y cumpliendo con la norma ISO 26262, garantizan la seguridad en cada módulo.

Un excelente ejemplo de su interacción es con el protocolo OBDII. Este protocolo permite realizar diagnósticos y acceder a datos clave del vehículo. La interacción armoniosa entre el hardware de la ECU y protocolos como OBDII garantiza un rendimiento y una funcionalidad óptimos del vehículo.

### ***2.1.6 La Evolución de las Arquitecturas de Redes a Bordo de Vehículos***

La búsqueda de vehículos más seguros y eficientes en el consumo de combustible abrió la puerta al control electrónico en los vehículos, lo que a su vez condujo al despliegue de redes integradas en vehículos (IVN). Los IVN se han convertido en la columna vertebral de los vehículos modernos. El volumen de datos que fluye a través de estas redes está aumentando exponencialmente con la demanda de vehículos eléctricos, sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), radar, lidar, sistemas de información y entretenimiento, cámaras y sistemas de comunicación entre vehículos.

Para satisfacer esta necesidad, la industria automotriz, en colaboración con proveedores de tecnología, ha desarrollado protocolos de comunicaciones especializados y extensiones de aplicaciones específicas para tecnologías de red existentes, estandarizados bajo los auspicios de organizaciones como ISO e IEEE, y continúa investigando nuevas topologías y protocolos

para mejorar el rendimiento, aumentar la confiabilidad y reducir los costos de los IVN. Dos desarrollos recientes han llenado un vacío de larga data en las arquitecturas IVN: CAN XL (CAN de longitud extendida de hasta 20 Mbit/S) y 10Base-T1S (Ethernet de par único de 10 Mbit/S), los cuales operan en la red de 10 Mbit. /S espacio de red.

## 2.2 Marco Conceptual

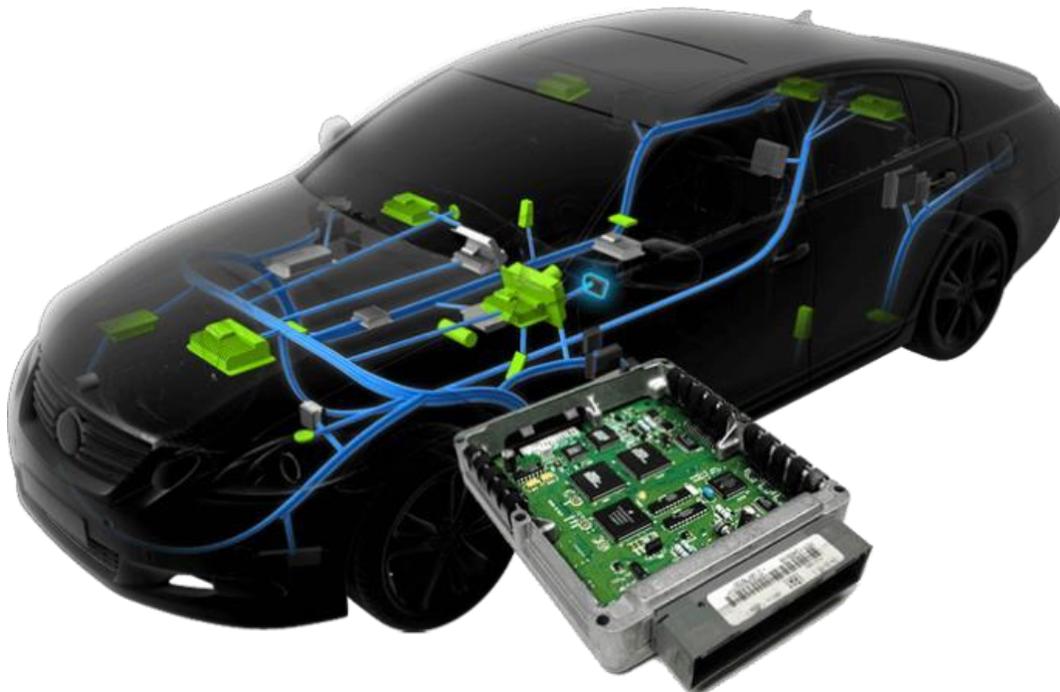
### 2.2.1 Unidad de Control Electrónico

Los vehículos eran vistos principalmente como sistemas mecánicos. Pero eso ha cambiado mucho con la introducción de la electrónica en los vehículos. En 1970 se introdujo la unidad de control electrónico (ECU) en la industria automotriz. Los vehículos modernos están llenos de dispositivos electrónicos.

La unidad de control electrónico es uno de los dispositivos electrónicos más importantes que se encuentran en un vehículo (Figura 5).

### Figura 5

#### *Unidad Electrónica de Control*



Tomado de: <https://autotechdrive.com/electronic-control-unit/>

### 2.2.2 *Diferentes Tipos de ECU en Vehículos Automotrices*

Algunos de los tipos más comunes de ECU incluyen:

- Unidad de control del motor (ECU): esta ECU es responsable de controlar el rendimiento y la eficiencia del motor. Gestiona la relación aire/combustible del motor, el tiempo de encendido y controla otras funciones del motor, como el control de velocidad de ralentí y la recirculación de gases de escape.
- Unidad de control de transmisión (TCU): esta ECU controla el sistema de transmisión de un vehículo, garantizando cambios de marcha suaves y una eficiencia óptima del combustible. También gestiona el embrague, el convertidor de par y otros componentes de la transmisión.
- Unidad de control de frenos (BCU): esta ECU es responsable de controlar el sistema de frenos. Supervisa la velocidad del vehículo, la presión de los frenos y otros datos para garantizar un rendimiento de frenado adecuado y seguro.
- Módulo de control de la carrocería (BCM): esta ECU es responsable de controlar varias características de comodidad y conveniencia del vehículo, como ventanas eléctricas, cierre centralizado e iluminación interior.
- Unidad de control de suspensión (SCU): esta ECU es responsable de controlar el sistema de suspensión del vehículo, proporcionando un mejor manejo y comodidad de conducción.
- Unidad de control de clima (CCU): esta ECU es responsable de controlar el sistema de control de clima del vehículo, como el aire acondicionado y la calefacción.
- Unidad de control de navegación (NCU): esta ECU es responsable de controlar el sistema de navegación del vehículo, proporcionando al conductor instrucciones y otra información de navegación.

- Unidad de control telemático (TCU): esta ECU es responsable de controlar el sistema telemático del vehículo y proporciona funciones como seguimiento GPS, diagnóstico remoto y asistencia de emergencia.
- Sistema de gestión de batería (BSM): Gestiona las baterías recargables de los Vehículos Eléctricos.

### 2.2.3 *Desglose de Componentes de la ECU*

Al descubrir la electrónica de un automóvil, la ECU es un actor clave. Las partes principales que dan forma a este componente crucial son:

Componentes principales:

- Microcontrolador: el cerebro de la ECU, que gestiona tareas.
- Tipos de memoria: SRAM (memoria rápida y volátil), EEPROM (memoria no volátil y editable), Flash (almacena firmware y datos).

Entradas:

- Tensión de alimentación y tierra: fuentes de alimentación para la ECU.
- Entradas digitales: Recibe señales binarias.
- Entradas analógicas: Entradas de señales variables de proceso.

Salidas:

- Controladores de actuadores: administre componentes como inyectores, relés y válvulas.
- Controladores H-Bridge: controlan servomotores para un movimiento preciso.
- Salidas Lógicas: Envía señales basadas en datos procesados.

Elementos de comunicación:

- Carcasa: Carcasa protectora para componentes de la ECU.
- Transceptores de bus: facilitan la comunicación, por ejemplo, K-Line, CAN y Ethernet.

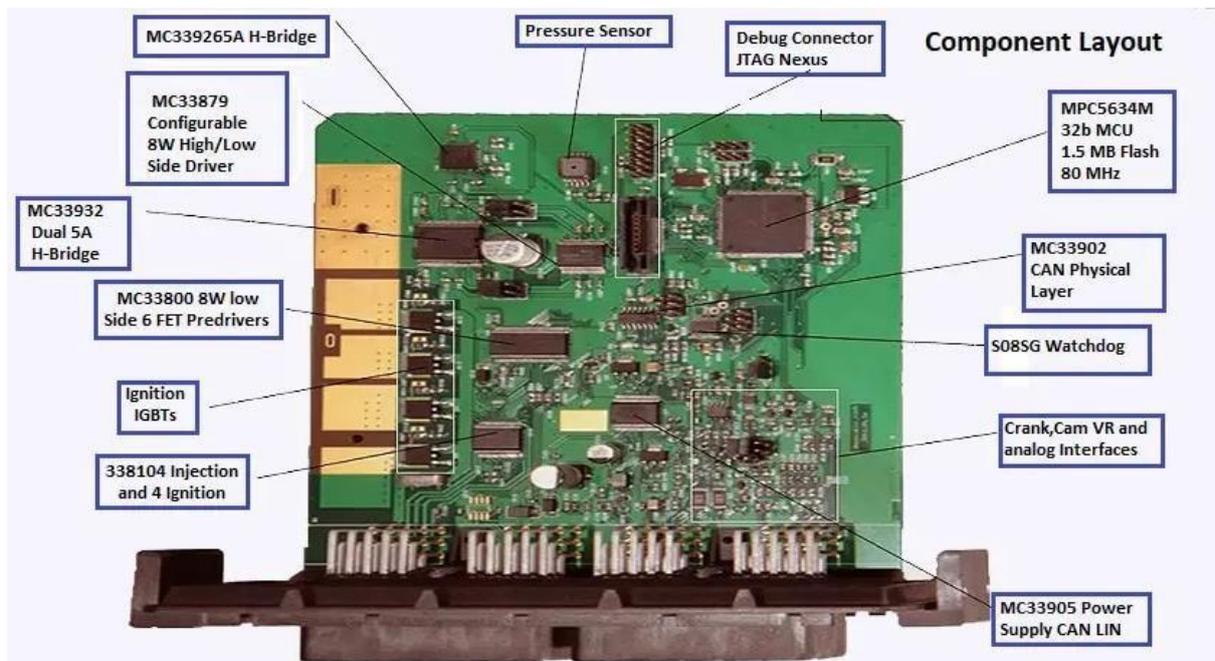
Software integrado:

- Cargador de arranque: Inicia el sistema operativo de la ECU.
- Identificadores de software y ECU: maneja metadatos, versiones y sumas de verificación.
- Rutinas de software funcionales: ejecutar tareas específicas de la ECU.
- Datos de configuración: almacenar ajustes y preferencias.

Las partes se observan en la Figura 6.

**Figura 6**

*Disposición de los Componentes de la ECU Automotriz*



Tomado de: <https://piembsystech.com/automotive-ecu/>

#### **2.2.4 Funcionamiento de la ECU en Vehículos Automotrices**

Las unidades de control electrónico (ECU) son pequeñas computadoras que controlan varios sistemas en vehículos automotrices. Trabajan monitoreando constantemente los datos de varios sensores y utilizando esa información para controlar varios sistemas. Los datos son procesados y analizados por la ECU, que luego envía señales a los actuadores para ajustar los sistemas en consecuencia.

En Simple, una ECU funciona siguiendo una serie de pasos:

- Recibe señales de entrada de sensores que miden varios parámetros de su automóvil.
- Procesa las señales de entrada utilizando su software y memoria integrados que contienen algoritmos, rutinas y datos de configuración.
- Compara las señales de entrada con sus valores y parámetros predefinidos almacenados en su memoria.
- Calcula las señales de salida óptimas en función de las señales de entrada y sus valores y parámetros predefinidos.
- Envía señales de salida a actuadores que ejecutan sus comandos y controlan diferentes funciones y sistemas de su automóvil.

### ***2.2.5 Reparación de una Computadora Automotriz***

Como ocurre con todos los vehículos modernos, el funcionamiento óptimo de un vehículo depende del estado en que se encuentre la computadora.

La ECU (Electronic Control Unit) trabaja coordinada y recíprocamente con los sensores que toman la información acerca del funcionamiento del vehículo. La computadora evalúa la información que recibe y la devuelve en forma de órdenes. Si todos los componentes del sistema están bien, el vehículo funciona sin inconvenientes y si no lo están, se deben corregir.

La computadora trabaja con códigos que identifican las áreas del funcionamiento del motor y permiten al técnico localizar los defectos que se puedan estar presentando.

### ***2.2.6 Síntomas Comunes de Problemas en la Unidad de Control***

La Unidad de Control Electrónico (ECU) es el cerebro de un vehículo moderno, responsable de gestionar y controlar diversos aspectos del rendimiento del motor. Cuando la ECU falla, puede provocar una serie de problemas, incluido un rendimiento deficiente del motor e incluso situaciones de falta de arranque. Cuando la ECU experimenta problemas, estos pueden manifestarse de varias maneras.

A continuación, se muestran algunos síntomas comunes que indican posibles problemas con la ECU:

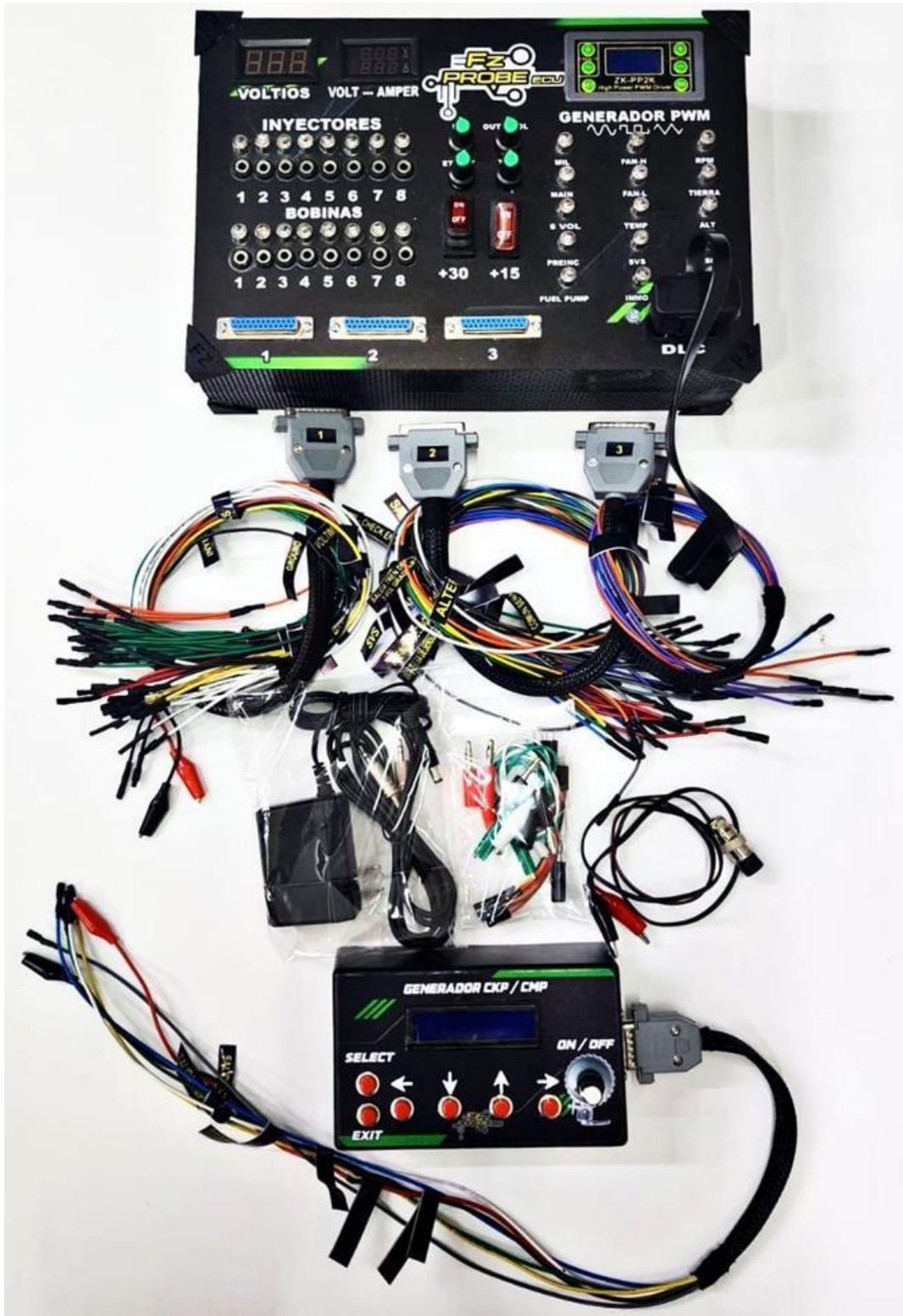
- Iluminación de la luz de verificación del motor (CEL): el encendido de la luz de verificación del motor es uno de los indicadores más comunes de un problema de la ECU. Puede ser provocado por varios problemas dentro del motor o sus sistemas.
- Fallos de encendido del motor: Los fallos de encendido ocurren cuando el motor no logra quemar combustible en uno o más cilindros. Esto puede provocar un ralentí brusco, una disminución de la potencia y un aumento de las emisiones de escape.
- Eficiencia de combustible reducida: es posible que una ECU que no funciona correctamente no pueda optimizar el suministro de combustible de manera adecuada, lo que reduce el consumo de combustible.
- Calado o ralentí brusco: si la ECU no regula correctamente la velocidad de ralentí del motor, puede provocar un calado o un ralentí brusco.
- Pérdida repentina de potencia: un problema de la ECU puede provocar una pérdida de potencia intermitente, lo que dificulta acelerar o mantener una velocidad constante.
- Problemas de transmisión: la comunicación defectuosa de la ECU puede provocar problemas con la transmisión del vehículo, como cambios bruscos o fallas al cambiar de marcha.

### ***2.2.7 Banco de Prueba Fz Probe ECU***

El diagnóstico y reparación de una computadora automotriz se puede realizar usando un equipo apropiado como el banco de prueba Fz Probe ECU, que utiliza una tecnología de punta (Figura 7), permite al usuario aumentar significativamente la cobertura del servicio con un servicio de soporte profesional.

**Figura 7**

*Banco de Prueba Fz Probe ECU*



Tomado de: <https://www.facebook.com/CentroDeEspecializacionMastertronicAutomotriz/>

### ***2.2.7 Razones Principales por las que Fallan las ECU***

Las cinco razones principales por las que fallan las ECU y como evitar que estos problemas ocurran en su vehículo, son las siguientes:

- **Daños por agua:** una de las causas más comunes de falla de la ECU es el daño por agua. Esto puede ocurrir si el vehículo ha estado expuesto a fuertes lluvias, conducido a través de aguas profundas o si hay una fuga en la cabina del automóvil o en el compartimento del motor. El agua puede filtrarse fácilmente en la ECU, provocando cortocircuitos y dañando los delicados componentes electrónicos del interior.

**Consejo de prevención:** Para evitar daños por agua a la ECU, se debe inspeccionar periódicamente el vehículo en busca de fugas, residuos, selle cualquier espacio o grieta en el compartimento del motor, especialmente la caja electrónica en la que se encuentran los componentes electrónicos del vehículo. Si sospecha que ha entrado agua en la ECU, desconectar la batería y retirar la ECU para permitir que se seque por completo antes de intentar usarla nuevamente.

- **Sensores fallidos:** los sensores que envían información a la ECU, como los sensores de O<sub>2</sub>, los sensores de impulso y los sensores del acelerador, pueden fallar y provocar un mal funcionamiento de la ECU. En algunos casos, un sensor defectuoso puede enviar datos incorrectos a la ECU, lo que provoca un rendimiento deficiente del motor. En casos más graves, un sensor defectuoso puede provocar un cortocircuito en la ECU y causar daños permanentes a la ECU.

**Consejo de prevención:** si un sensor o el cableado del sensor están en malas condiciones, se debe reemplazar el sensor con una pieza OEM.

- **Software dañado:** El software que se ejecuta en su ECU puede dañarse si la ECU se interrumpe durante la programación o codificación o si se muestra un firmware

incorrecto en la ECU. Esto puede provocar un mal funcionamiento de la ECU, lo que normalmente provoca errores de RAM/ROM, falta de comunicación con la ECU o situaciones de arranque sin arranque.

Consejo de prevención: siga siempre las pautas del fabricante al actualizar o programar su ECU. Asegurarse de que la batería del vehículo esté completamente cargada y estable durante el proceso para evitar interrupciones que puedan provocar daños en el software. No utilizar herramientas de clonación para realizar cambios en el firmware de los vehículos. Las herramientas de clonación tienden a ser inestables y pueden provocar que falle fácilmente la ECU.

- Inyectores o bobinas fallidos: cuando los inyectores de combustible o las bobinas de encendido fallan, pueden provocar un cortocircuito en el circuito de la ECU y provocar una falla. Estos componentes son responsables de suministrar combustible y generar chispas, respectivamente, y su falla generalmente resulta en que el motor no se encienda o que un cilindro no encienda en absoluto.

Consejo de prevención: inspeccionar y reemplazar periódicamente los inyectores y las bobinas según sea necesario según las recomendaciones del fabricante. Si experimenta fallas de encendido en el motor o un rendimiento deficiente, inspeccionar el vehículo para identificar cualquier componente defectuoso.

- Motor VVT averiado: un motor de sincronización variable de válvulas (VVT) averiado también puede provocar una falla de la ECU. El sistema VVT está diseñado para optimizar el rendimiento del motor ajustando la sincronización de las válvulas de admisión y escape. Si el motor VVT falla, normalmente daña el circuito de la ECU responsable de controlar el motor VVT.

Consejo de prevención: Para evitar fallas en el motor VVT, realizar un mantenimiento regular de acuerdo con las pautas del fabricante. Asegurarse de que el motor VVT se pueda

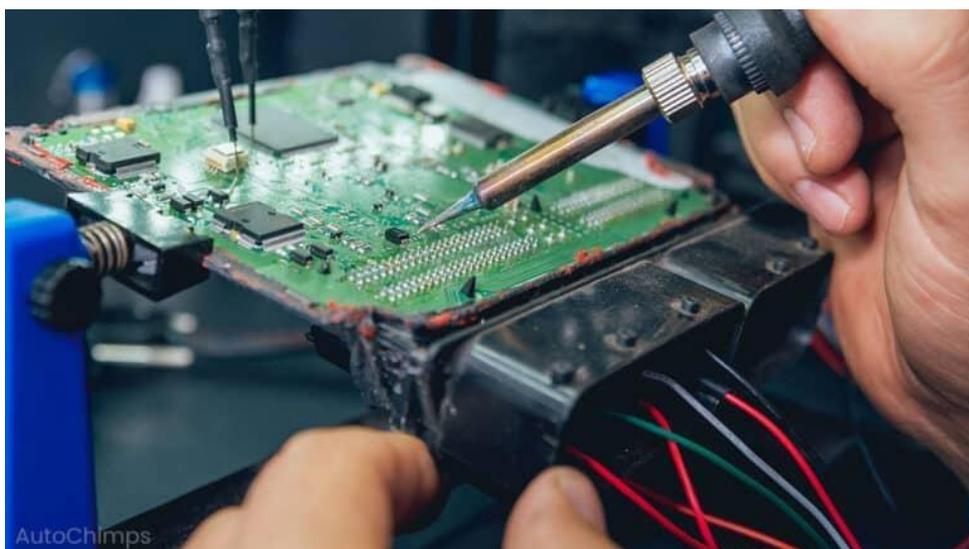
ajustar fácilmente y que no haya acumulación de suciedad. Si se nota algún sonido inusual en el motor o una disminución en el rendimiento, inspeccionar su sistema VVT para identificar cualquier problema.

Una falla de la ECU provoca problemas graves en el motor y reparaciones costosas. Al comprender las causas comunes de fallas de la ECU, se puede tomar medidas proactivas para mantener el vehículo y evitar que ocurran estos problemas. Las inspecciones periódicas, el mantenimiento adecuado y seguir las pautas del fabricante son esenciales para mantener la ECU del vehículo funcionando de manera óptima y evitar cualquier falla de la ECU.

Es importante probar la ECU antes de decidir repararla o reemplazarla. Las ECU son complejas y es fácil que se diagnostiquen incorrectamente, lo que provoca reparaciones innecesarias y costosas. Al examinar minuciosamente la ECU, se debe asegurar de que cualquier problema se identifique y solucione correctamente, lo que en última instancia permite ahorrar tiempo y dinero. Identificar la causa raíz de un mal funcionamiento de la ECU es difícil sin desmontar el módulo afectado (Figura 8).

### **Figura 8**

*Falla de la ECUs de los Vehículos*



Tomado de: <https://autochimps.com/what-causes-ecu-failure/>

## Capítulo III

### Diagnóstico Preciso de Problemas en las Computadoras Automotrices

Este proyecto de investigación se centra en el desarrollo y aplicación de un método de reparación para computadoras automotrices utilizando el banco de pruebas Fz Probe ECU. Las computadoras automotrices, también conocidas como Unidades de Control Electrónico (ECU), desempeñan un papel crucial en el funcionamiento de los vehículos modernos al controlar una variedad de sistemas, desde el motor hasta la transmisión y los sistemas de seguridad.

Este proyecto tiene como objetivo proporcionar una contribución significativa al campo de la reparación de vehículos automotrices al desarrollar y validar un método efectivo para la detección y solución de problemas en las ECUs utilizando el banco de pruebas Fz Probe ECU. Los resultados de esta investigación pueden tener importantes implicaciones para la industria automotriz en términos de reducción de costos de reparación, tiempo de inactividad del vehículo y mejora del rendimiento y la fiabilidad del sistema electrónico del automóvil.

Reparar las computadoras automotrices implica detectar y resolver los problemas particulares que están afectando su desempeño, lo cual puede implicar sustituir componentes averiados, reprogramar el software, limpiar conexiones o soldar de nuevo las uniones. Se trata de un procedimiento que demanda habilidades técnicas especializadas y experiencia en la manipulación de los sistemas electrónicos que se encuentran en los vehículos.

#### 3.1 Banco de Pruebas Fz Probe ECU

El empleo del banco de pruebas Fz Probe ECU en la reparación de computadoras automotrices consiste en utilizar esta herramienta especializada para diagnosticar y solucionar problemas en las ECUs de los vehículos. Este banco de pruebas permite realizar pruebas exhaustivas que ayudan a identificar fallas específicas en las ECUs, como errores de programación, componentes dañados o conexiones defectuosas.

El proceso de reparación utilizando el banco de pruebas Fz Probe ECU generalmente implica los siguientes pasos:

- **Conexión de la ECU al Banco de Pruebas:** La ECU del vehículo se conecta físicamente al banco de pruebas Fz Probe ECU utilizando cables y conectores adecuados. Esto establece una comunicación directa entre la ECU y el equipo de diagnóstico.
- **Ejecución de Pruebas Diagnósticas:** Una vez que la ECU está conectada, se ejecutan una serie de pruebas diagnósticas utilizando el software del banco de pruebas. Estas pruebas pueden incluir la lectura de códigos de error, pruebas de funcionalidad de sensores y actuadores, y análisis de datos en tiempo real.
- **Análisis de Resultados:** Los resultados de las pruebas se analizan para identificar posibles problemas o fallos en la ECU. Esto puede incluir la detección de componentes defectuosos, errores de programación o problemas de comunicación.
- **Reparación o Ajuste:** Una vez que se identifican los problemas, se procede a realizar las reparaciones necesarias. Esto puede implicar la sustitución de componentes dañados, la reprogramación del software de la ECU o la reparación de conexiones eléctricas.
- **Verificación de la Reparación:** Después de realizar las reparaciones, se vuelven a ejecutar las pruebas para verificar que los problemas hayan sido solucionados de manera efectiva. Esto garantiza que la ECU esté funcionando correctamente antes de ser reinstalada en el vehículo.

En resumen, el uso del banco de pruebas Fz Probe ECU en la reparación de computadoras automotrices permite un diagnóstico preciso y una solución eficiente de los problemas, lo que ayuda a restaurar el funcionamiento óptimo de los sistemas electrónicos del vehículo.

### 3.2 Problemas Comunes en las Computadoras Automotrices

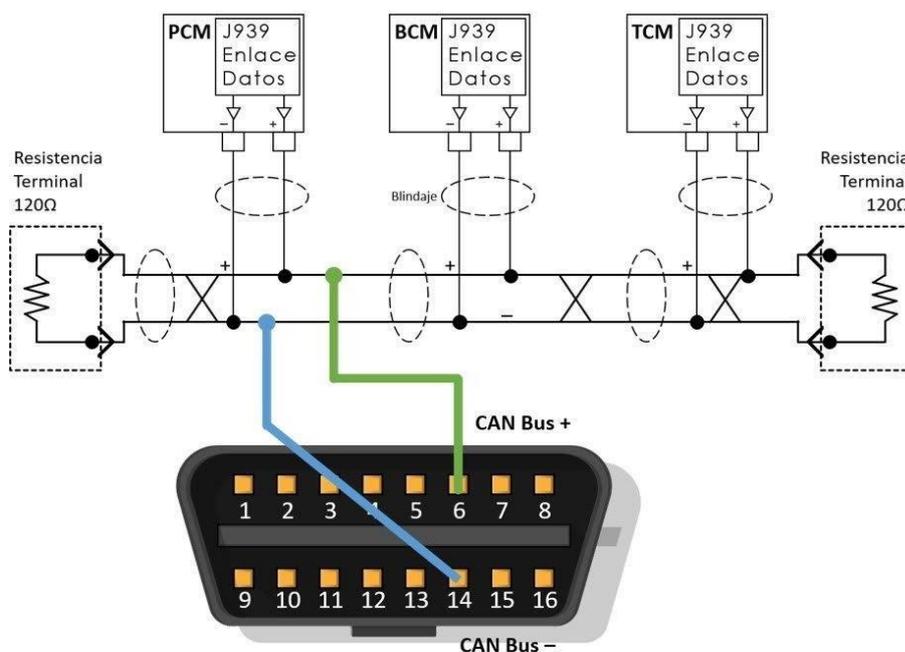
Las computadoras automotrices, también conocidas como unidades de control electrónico (ECU, por sus siglas en inglés), son componentes críticos en los vehículos modernos que controlan una variedad de sistemas y funciones. Los problemas típicos que afectan a las computadoras automotrices pueden variar, pero algunos son más recurrentes que otros y pueden ocasionar diversas fallas que inciden en el rendimiento del vehículo. A continuación, se enumeran algunos de los inconvenientes más habituales:

- Fallos en la Comunicación:

La interacción de las computadoras automotrices con otros sistemas y sensores del vehículo a través de una red de comunicación puede verse afectada por fallos en los cables, conectores o incluso en la propia computadora. Estos inconvenientes pueden provocar pérdida de información o datos erróneos, afectando así el desempeño de los componentes controlados por la computadora (Figura 9).

**Figura 9**

*Fallas de Comunicación de la ECU*



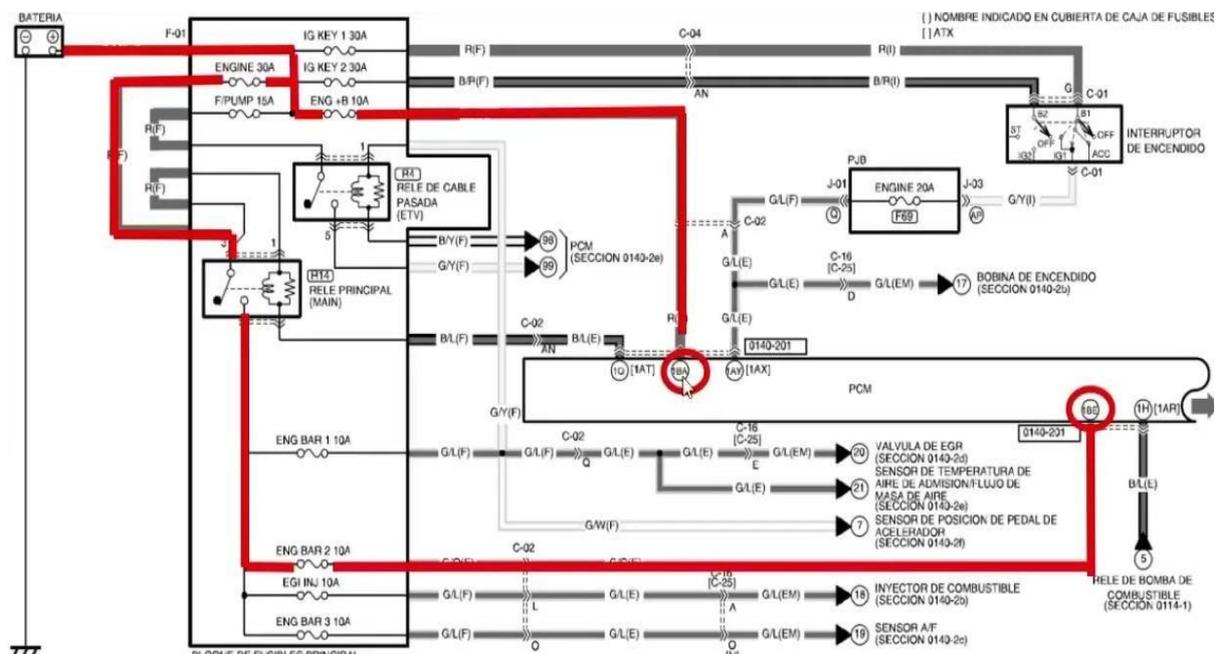
Tomado de: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com>

- Problemas de Alimentación:

La correcta operatividad de las computadoras automotrices depende de una fuente de energía adecuada. Dificultades en la entrega de energía, como cables o fusibles dañados, pueden resultar en fallos o incluso en la imposibilidad de encendido de la computadora. Es crucial verificar el estado de los componentes relacionados con la alimentación antes de presuponer algún fallo en la computadora automotriz (Figura 10).

**Figura 10**

*Inspección de las Alimentaciones de la ECU*



Tomado de: <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/mantenecion/ecu>

- Software Corrupto o Desactualizado:

Las computadoras automotrices están equipadas con software que regula las funciones del vehículo. En ocasiones, este software puede corromperse o volverse obsoleto, ocasionando mal funcionamiento y errores en el rendimiento. Actualizar el software puede solucionar muchos de estos problemas, siempre siguiendo los procedimientos y especificaciones del fabricante (Figura 11).

**Figura 11**

*Actualización del Software de la ECU*



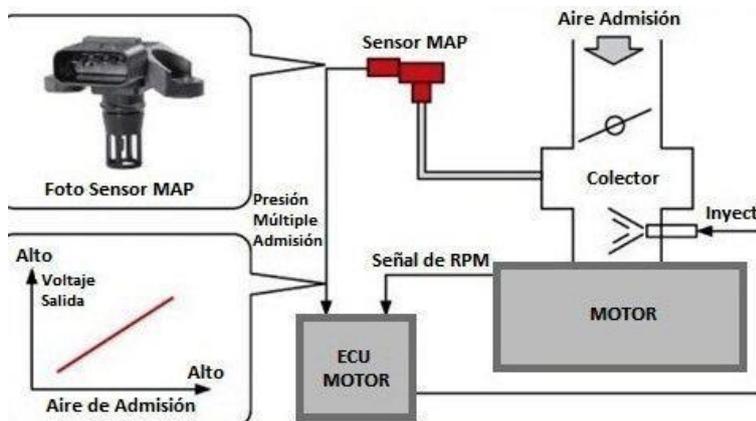
Tomado de: <https://siempreauto.com/cuando-actualizar-el-software-de-tu-auto/>

- Fallas en los Sensores:

Los sensores son fundamentales para el funcionamiento de la computadora automotriz, proporcionando datos sobre diversas variables del vehículo. Si un sensor está defectuoso o dañado, puede enviar información errónea a la computadora, afectando el rendimiento y causando fallos. Es esencial realizar un diagnóstico adecuado para determinar si se requiere reparación o reemplazo de algún sensor (Figura 12).

**Figura 12**

*Falla de los Sensores*



Tomado de: <https://sensorautomotriz.one/>

- Componentes Eléctricos Dañados:

Los componentes eléctricos de la computadora automotriz pueden dañarse debido a diversas causas, como descargas eléctricas o interferencias electromagnéticas. Estos fallos pueden influir en el funcionamiento de la computadora y ocasionar averías en el vehículo (Figura 13).

### **Figura 13**

*Revisión de los Componentes Eléctricos*



Tomado de: <https://www.emagister.com/curso-virtual-diagnostico-reparacion-computadoras-automotrices-ecu-cursos-3706282.htm>

Cuando surgen problemas en la computadora automotriz, es aconsejable acudir a un especialista en diagnóstico y reparación de problemas electrónicos en vehículos. Ellos cuentan con las herramientas y conocimientos necesarios para identificar y resolver estos problemas de manera eficaz y evitar sustituciones costosas e innecesarias.

En resumen, los problemas habituales en las computadoras automotrices pueden incluir fallos de comunicación, dificultades en la alimentación, software corrupto o desactualizado, inconvenientes con los sensores y daños en componentes eléctricos. Es fundamental realizar un diagnóstico adecuado para identificar la causa y buscar una solución efectiva y duradera.

### 3.3 Características del FZ PROBE ECU

Este banco de pruebas (Figura 14) tiene algunas características importantes:

Contenido:

- 2 cables con caimán en cada una de sus extremidades.
- 4 cables ribbon con terminales en cada una de sus extremidades.
- 1 regulador de 120 V a 12 V.
- 1 cable de un conector y dos caimanes para fuente regulada.
- 3 ramales enumerados #s., 1, 2, 3.

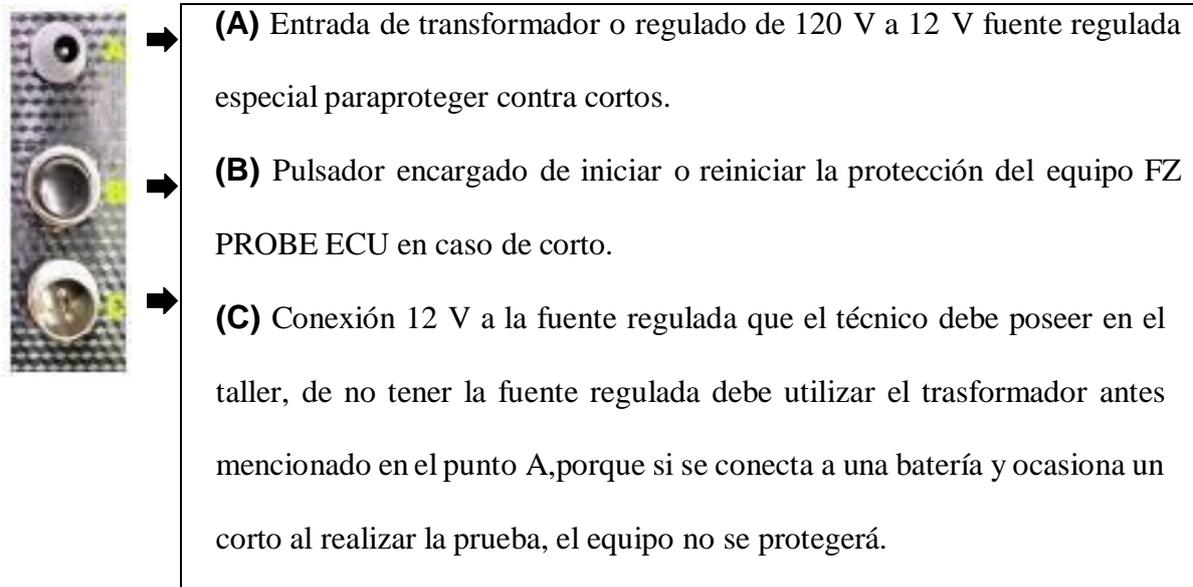
**Figura 14**

*Equipo FZ Probe ECU*



Tomado de: <https://launch-diagnostics.co.za/product/launch-x-431-pad-vii-pad-7-ver2/>

Al realizar la conexión emite un sonido dip, se debe presionar el botón B que se detalla a continuación para poder activar el banco, NO se debe dejar un largo periodo sonando porque la sirena (pito) se puede dañar. En la Figura 15 se muestra las partes (conectores) del banco de pruebas.

**Figura 15***Conectores del Banco de Pruebas*

En la Figura 16 se muestra la parte que es el simulador de señales analógicas para ETC/IAT y TPS.

**Figura 16***Simulador de Señales Analógicas del Banco de Pruebas*

En la Figura 17 se muestra los conectores de banana que sirven para conexión rápida con osciloscopio. Hay que tener la precaución de NO probar bobinas en el equipo porque el

sistema no cuenta con la capacidad suficiente para soportar la carga que se genera, por consecuencia se puede dañar el banco.

### Figura 17

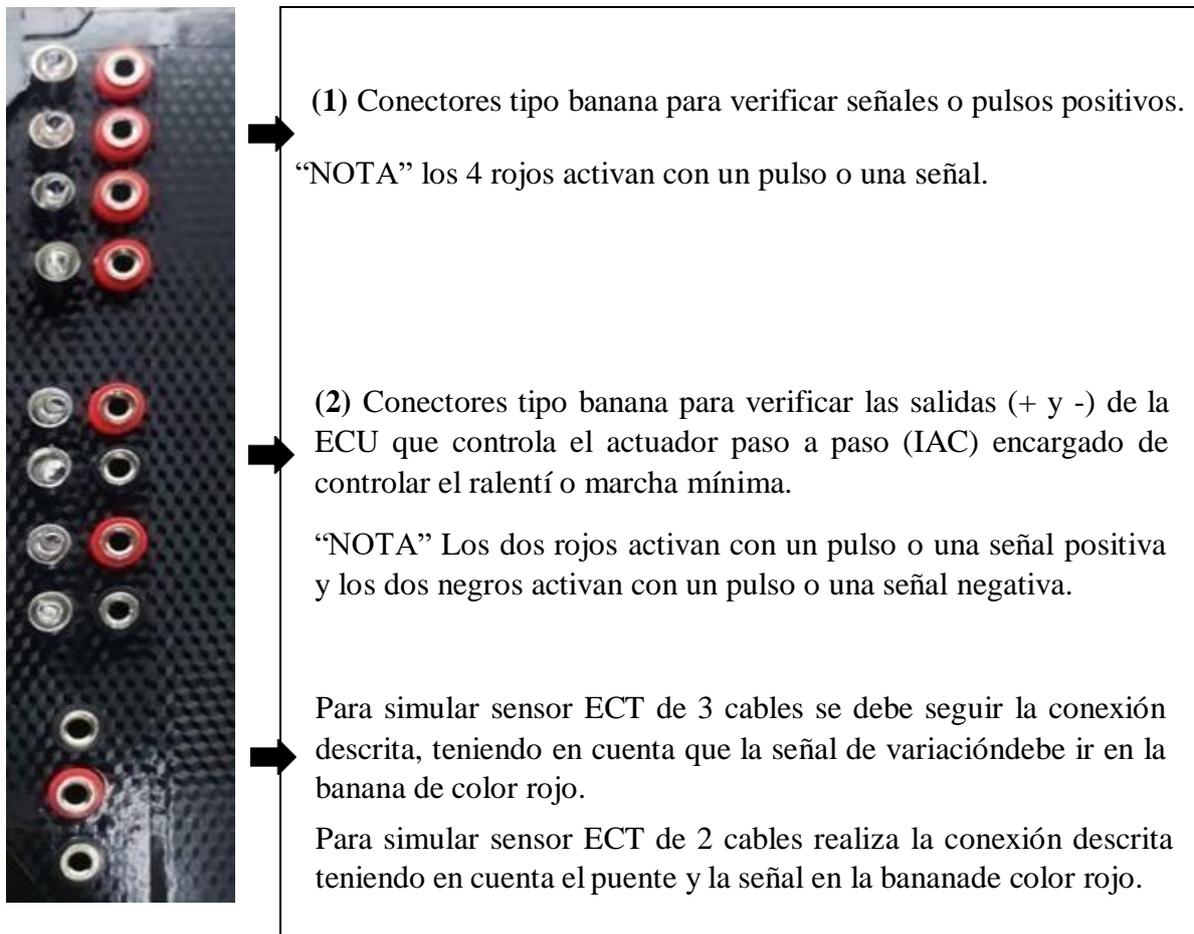
*Conectores de Banana del Banco de Pruebas*



En la Figura 18 se muestra otros conectores del banco de pruebas para verificar señales.

### Figura 18

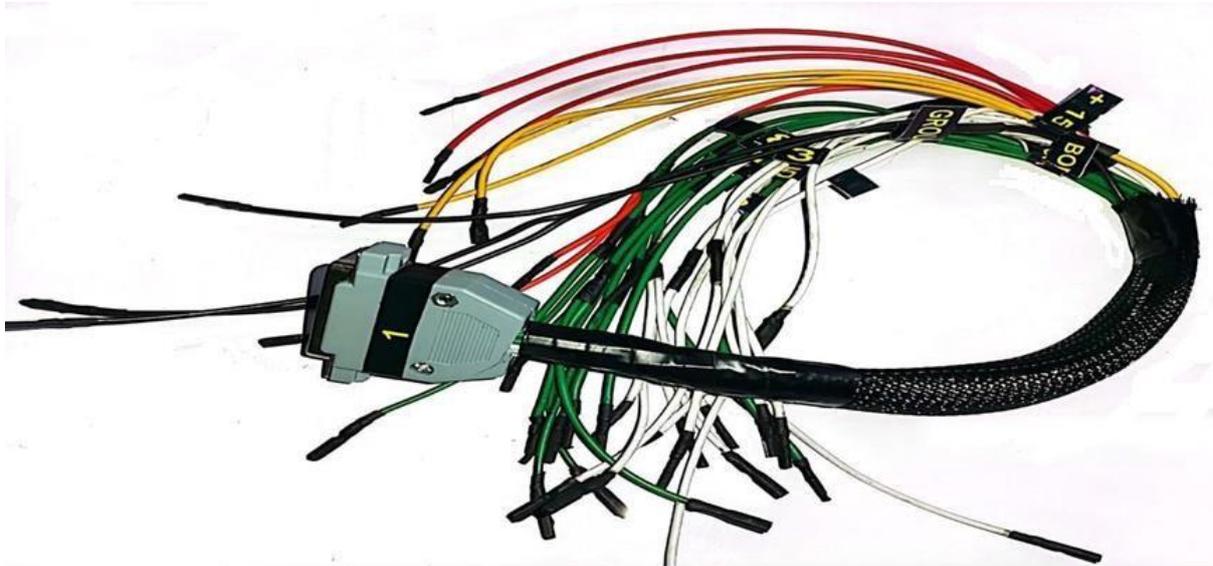
*Conectores del Banco de Pruebas para Verificar Señales*



En la Figura 19 se muestra el ramal #1 del FZ PROBE ECU.

### Figura 19

*Ramal #1 del FZ PROBE ECU*



En la Figura 20 se muestra la denominación de cada cable del ramal #1 del FZ PROBE ECU.

### Figura 20

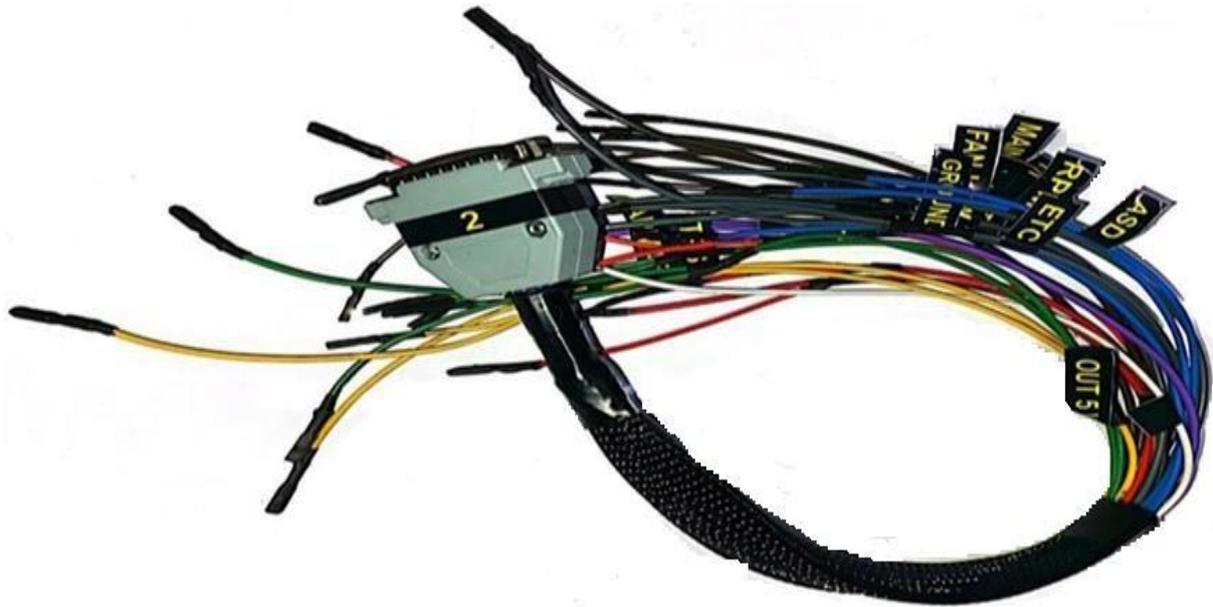
*Denominación de Cada Cable del Ramal #1 del FZ PROBE ECU*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tres cables de color rojo que representan al (+ 30) o (B+)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tres cables de color amarillo que representan al (+15) o (ACC)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tres cables de color negro que representan Ground o Tierra</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocho cables de color blanco que están enumerados del # 1 al # 8 los cuales representan entradas negativas enviadas por la ECU para los pulsos de activación de inyectores.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocho cables de color verde que están enumerados del # 1 al # 8 los cuales representan entradas negativas enviadas por la ECU para los pulsos de activación de bobinas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un cable de color naranja marcado como (voltímetro), con el cual podemos medir desde 0.1V hasta 12V para verificar voltajes enviados por la ECU (ejemplo 5V).</li> </ul>

En la Figura 21 se muestra el ramal #2 del FZ PROBE ECU.

**Figura 21**

*Ramal #2 del FZ PROBE ECU*



La Figura 22 muestra la denominación de cada cable del ramal #1 del FZ PROBE ECU.

**Figura 22**

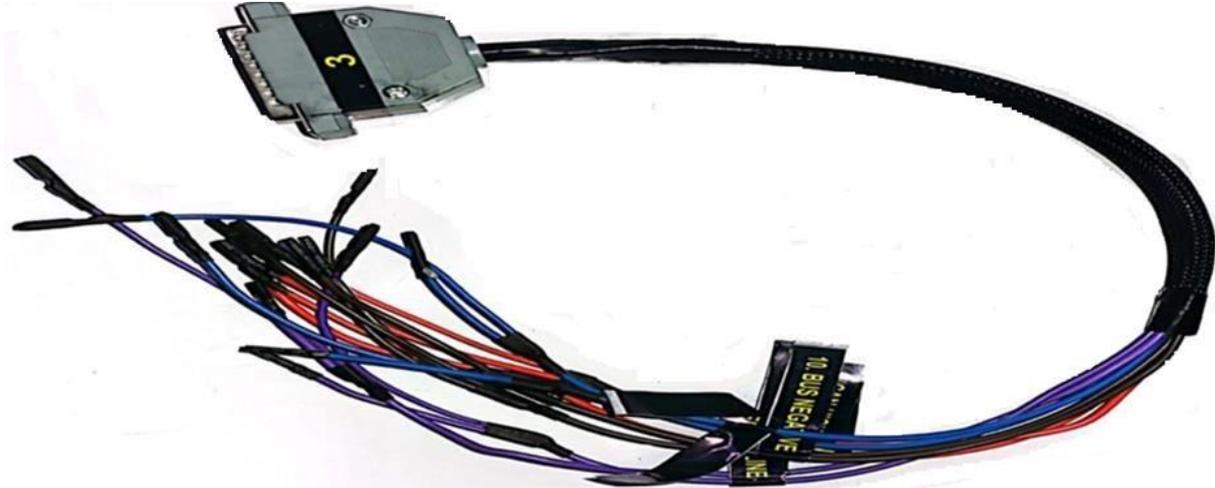
*Denominación de Cada Cable del Ramal #2 del FZ PROBE ECU*

<b>(RPM)</b>	Cable azul "señal negativa"
<b>(GROUND)</b>	Cable azul "señal negativa"
<b>(ASD) Auto Shock Dear</b>	Cable azul "señal negativa"
<b>(INMO)</b>	Cable morado "señal negativa"
<b>(FUEL PUMP)</b>	Cable naranja "señal negativa"
	Cable blanco "señal negativa"
<b>(MIL)</b>	Cable marrón "check engine del vehículo"
<b>(MAIN RELAY)</b>	Cable marrón "señal negativa"
<b>(IN 5 VOLTIOS)</b>	Cable marrón "señal positiva"
<b>(PRE INCANDECENCIA)</b>	Cable marrón "señal negativa"
<b>(FAN HIGH)</b>	Cable gris representa la señal negativa velocidad alta del electroventilador.
<b>(FAN LOW)</b>	Cable gris representa la señal negativa velocidad baja de electroventilador.
<b>(TEMPERATURA / ETC)</b>	Cable gris "señal negativa"
<b>(SVS) Service Vehicle Soon</b>	Cable gris "señal negativa"
<b>(GENERADOR PWM)</b>	Cable rojo "señal negativa" salida.
<b>(GENERADOR PWM)</b>	Cable rojo "señal positiva" salida.
<b>(OUT 5 VOL)</b>	2 cables verdes y 2 amarillos generan una salida de 5 V regulable.

En la Figura 23 se muestra el ramal #3 del FZ PROBE ECU.

### Figura 23

*Ramal #3 del FZ PROBE ECU*



La Figura 24 muestra la denominación de cada cable del ramal #3 del FZ PROBE ECU.

### Figura 24

*Denominación de Cada Cable del Ramal #3 del FZ PROBE ECU*

<b>CONTROLA EL PUERTO DE DIAGNÓSTICO (DLC)</b>	
<b>“MANUFACTURES”</b>	Cable azul ( PIN 1 )
<b>“MANUFACTURES”</b>	Cable azul ( PIN 9 )
<b>“BUS POSIVITE LINE”</b>	Cable marrón ( PIN 2 )
<b>“ BUS NEGATIVE LINE”</b>	Cable marrón ( PIN 10 )
<b>“CAN HIGH”</b>	Cable naranja ( PIN 6 )
<b>“CAN LOW”</b>	Cable naranja ( PIN 14 )
<b>“K LINE”</b>	Cable morado ( PIN 7 )
<b>“L LINE”</b>	Cable morado ( PIN 15 )

### 3.4 Proceso Paso a Paso de Reparación de ECU

A continuación, se detalla el proceso para realizar una reparación de la ECU, se sigue el siguiente procedimiento:

- Completar el formulario de reparación y devolución.

Aquí es donde el cliente y/o propietario cuenta qué le pasa al automóvil y cómo se produce el problema. Por ejemplo, se quiere que describa si el problema ocurre en el automóvil cuando hace frío o cuando hace calor.

- Cómo se prueba, verifica y diagnostica la ECU.

Una vez que se tiene la computadora de su motor, se puede diagnosticar la unidad y confirmar si realmente está bien o mal. Sin embargo, si la ECU está en buenas condiciones. Es recomendable comenzar con una inspección visual completa. El proceso de prueba y reconstrucción para cualquier ECU comienza con una evaluación visual profunda de la placa de circuito y todos los componentes electrónicos. Desde la corrosión por agua o ácido hasta daños por incendio o quemaduras, prestamos atención a cada detalle. También se debe escanear la memoria de la ECU para asegurarse de que está funcionando correctamente.

- Luego se verifica el software y la programación.

Se realiza una prueba en banco. Luego se prueba la ECU con el equipo de laboratorio electrónico FZ PROBE ECU, que emula el motor del automóvil.

- Además, se puede, de ser el caso, realizar el proceso de reconstrucción. Reemplazar las piezas dañadas, los componentes que comúnmente fallan, este paso garantiza la confiabilidad y calidad de la reparación durante toda la vida útil de la unidad.

Realizar más pruebas en banco.

Después de que la unidad pasa todas las pruebas de banco, los componentes clave se vuelven a soldar para garantizar una transferencia óptima de señales y voltajes requeridos.

### **3.5 Información de Fabricantes**

Se determina el pinout de la computadora del vehículo a examinar, en este caso de un Chevrolet Sail motor 1600 centímetros cúbicos de cuatro cilindros en línea y que es tiene una computadora Delphi MT60. En la Tablas 2, 3 y 4 se muestra el pinout de la ECM del Chevrolet Sail.

**Tabla 2***Pinout del ECM del Chevrolet Sail - Parte 1*

<b>Pin</b>	<b>Referencia</b>	<b>Pin</b>	<b>Referencia</b>
1	Señal de control de ignición - cilindro 4	21	Referencia 5V
2	Señal de control de ignición - cilindro 3	22	No se utiliza
3	Señal de control de ignición - cilindro 2	23	No se utiliza
4	Tierra	24	Control bajo del motor del actuador del acelerador
5	Señal de sensor de posición de árbol de levas	25	Voltaje de encendido
6	No se utiliza	26	Señal de control de ignición – cilindro 1
7	Señal de sensor de temperatura del múltiple	27	Tierra
8	Señal del sensor posición de la válvula EGR	28	Tierra
9	No se utiliza	29	Tierra
10	Señal de sensor de oxígeno caliente trasero	30	Señal del sensor de posición del cigüeñal
11	Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor	31	No se utiliza
12	Baja referencia	32	Señal del sensor de posición del pedal
13	Referencia 5V	33	Baja referencia
14	Baja referencia	34	Señal del sensor de posición del pedal
15	Baja referencia	35	Señal del sensor de temperatura del
16	Referencia 5V	36	Señal del sensor de presión de A/C
17	Voltaje positivo de batería	37	Señal de sensor del nivel de combustible
18	Referencia 5V	38	No se utiliza
19	Baja referencia	39	Señal del sensor de temperatura de refrigerante del motor
20	Baja referencia	40	Señal HO2S

Tomado de: <https://www.scribd.com/document/374965958/SAIL-Ecu-100pin>

**Tabla 3***Pinout del ECM del Chevrolet Sail – Parte 2*

<b>Pin</b>	<b>Referencia</b>	<b>Pin</b>	<b>Referencia</b>
41	No se utiliza	61	No se utiliza
42	Baja referencia	62	No se utiliza
43	Referencia 5V	63	No se utiliza
44	Baja referencia	64	No se utiliza
45	Baja referencia	65	Señal TPS 2
46	Referencia 5V	66	Señal TPS 1
47	Voltaje de ignición 2/3	67	Baja referencia
48	Voltaje de ignición 1/2	68	Señal del sensor de velocidad del vehículo
49	Control alto del motor del actuador del acelerador	69	Baja referencia
50	Voltaje de encendido	70	No se utiliza
51	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de velocidad alta	71	Señal del sensor de golpe
52	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de velocidad baja	72	Señal del sensor de golpe
53	Señal del sensor de posición del pedal de freno	73	No se utiliza
54	Datos seriales altos de CAN	74	Tierra
55	Datos seriales bajos de CAN	75	Tierra
56	Señal del sensor de posición del pedal de freno	76	Señal de control de puerto de admisión variable
57	Datos seriales	77	Control de relevador del compresor de A/C
58	Señal de velocidad del vehículo	78	Señal de control de inyector de combustible - cilindro 2
59	No se utiliza	79	Señal de control de inyector de combustible - cilindro 3
60	Señal de solicitud de A/C	80	Señal de control de inyector de combustible - cilindro 1

Tomado de: <https://www.scribd.com/document/374965958/SAIL-Ecu-100pin>

**Tabla 4***Pinout del ECM del Chevrolet Sail – Parte 3*

<b>Pin</b>	<b>Referencia</b>	<b>Pin</b>	<b>Referencia</b>
<b>81</b>	Señal de control de inyector de combustible - cilindro 4	<b>91</b>	Salida de señal de nivel de combustible
<b>82</b>	No se utiliza	<b>92</b>	Control de la MIL
<b>83</b>	Señal de control de múltiple de admisión variable	<b>93</b>	No se utiliza
<b>84</b>	Salida de señal de velocidad del vehículo	<b>94</b>	Señal de control de relevador principal
<b>85</b>	Salida de señal de ECT	<b>95</b>	Control de solenoide de purga de bote EVAP
<b>86</b>	Señal de control de relevador de bomba de combustible	<b>96</b>	No se utiliza
<b>87</b>	Señal de relevador de arranque	<b>97</b>	Señal de velocidad del motor
<b>88</b>	Control bajo del calentador del sensor de oxígeno delantero	<b>98</b>	Control de la válvula de EGR
<b>89</b>	No se utiliza	<b>99</b>	No se utiliza
<b>90</b>	Baja referencia de calentador	<b>100</b>	No se utiliza

Tomado de: <https://www.scribd.com/document/374965958/SAIL-Ecu-100pin>

El Pinout, también conocido como disposición de pines, es un término comúnmente empleado en el ámbito de la electrónica para referirse a la disposición y orientación del cableado eléctrico (pines) de dispositivos como sensores, válvulas o sistemas conectados a un conector, típicamente encontrado en la Computadora de Control del Motor (PCM/ECM). Este arreglo se determina mediante un esquema o diagrama que detalla la ubicación, numeración, colores y descripción de cada conexión dentro del conector, facilitando así el ensamblaje y la identificación de los sistemas cableados.

Los conectores eléctricos suelen constar de múltiples contactos o pines que pueden utilizarse para transmitir energía eléctrica o señales. Dada la diversidad de aplicaciones y fabricantes, existe una amplia gama de conectores eléctricos con distintos tipos y cantidades

de contactos o pines. El pinout de un conector especifica la función de cada pin individual, lo cual resulta crucial al diseñar conjuntos de cables y adaptadores para una correcta interconexión de dispositivos.

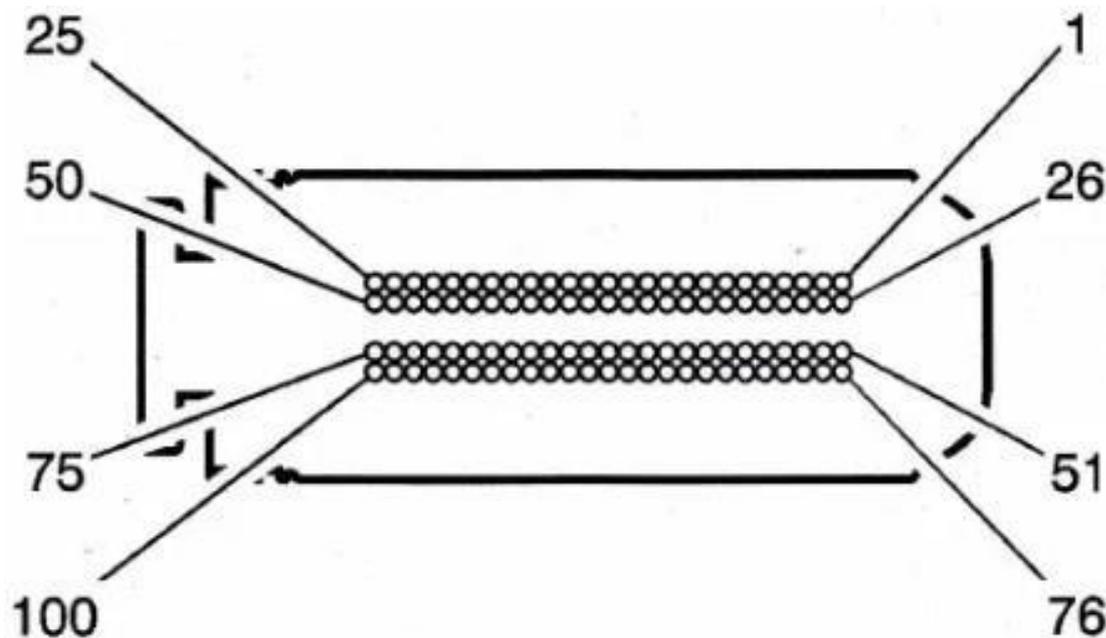
La correcta identificación de pines y cables garantiza la transmisión efectiva de señales y energía a través de conectores y cables. Es crucial tener a disposición el diagrama de PIN OUT para identificar:

- Señales de 12 V
- Señales de 5 V
- Conexiones a tierra y masas
- Líneas CAN Alta y Baja
- Configuraciones personalizadas para pruebas en pines específicos.

En la Figura 25 se muestra la ubicación de los pines en el conector de la ECM.

**Figura 25**

*Ubicación de los Pines en el Conector de la ECM*



Tomado de: <https://www.scribd.com/document/374965958/SAIL-Ecu-100pin>

### **3.6 Metodología Aplicada**

Esta metodología proporciona una guía estructurada para llevar a cabo un proyecto de titulación sobre la reparación de computadoras automotrices utilizando un banco de pruebas FZ PROBE ECU. Es importante adaptarla según las necesidades específicas del proyecto y considerar factores como el presupuesto, los recursos disponibles y las limitaciones técnicas.

#### **3.6.1 Métodos**

La investigación sobre reparación de computadoras automotrices utilizando un banco de prueba Fz Probe ECU generalmente implica el uso de herramientas y técnicas específicas. Aquí hay un método general que podría seguirse en este tipo de investigación.

El Método de Investigación sobre reparación de computadoras automotrices aplica lo siguiente:

- Definición del problema o pregunta de investigación.
- Revisión de Literatura: Investigar investigaciones previas y literatura existente sobre el tema para comprender los desafíos, las tendencias y las tecnologías relevantes.
- Selección de las pruebas.
- Recopilación de datos.
- Análisis de datos.
- Interpretación de resultados: Interpretar los resultados del análisis de datos para sacar conclusiones en el contexto de la pregunta de investigación.
- Conclusiones: Resumir las conclusiones obtenidas y discutir su relevancia en relación con la literatura existente y los objetivos de la investigación.
- Recomendaciones: Hacer recomendaciones para futuras investigaciones.

Es importante tener en cuenta que la metodología exacta puede variar según los objetivos específicos de la investigación y las herramientas disponibles, pero este es un marco general que puede adaptarse según sea necesario.

### **3.6.2 Tipo de Estudio**

El tipo de estudio para una investigación sobre la reparación de una computadora automotriz dependerá de los objetivos y la naturaleza de la investigación. Aquí se presenta la opción que se usará:

**Estudio descriptivo:** Un estudio descriptivo podría centrarse en describir y analizar detalladamente los procedimientos y desafíos involucrados en la reparación de computadoras automotrices. Esto incluiría la identificación de prácticas comunes, herramientas utilizadas y los problemas más frecuentes encontrados por los técnicos automotrices.

### **3.6.3 Tipo de Investigación**

La investigación aplicada en el contexto de la reparación de una computadora automotriz se enfoca en la aplicación práctica de conocimientos teóricos para resolver problemas específicos en el mundo real.

A continuación, se proporciona una estructura básica para llevar a cabo este tipo de investigación experimental:

**Análisis de Procedimientos Actuales:**

- Examinar los procedimientos actuales utilizados por los técnicos automotrices para diagnosticar y reparar computadoras en vehículos.
- Identificar áreas de mejora y posibles cuellos de botella en el proceso.
- Evaluación de Herramientas y Tecnologías:
- Evaluar la efectividad de las herramientas y tecnologías utilizadas para el diagnóstico y la reparación de computadoras automotrices.

- Identificar nuevas herramientas o tecnologías que podrían mejorar la eficiencia del proceso.

#### Desarrollo de Guías de Mejores Prácticas:

- Desarrollar guías detalladas de mejores prácticas para la reparación de computadoras automotrices, basadas en estándares y metodologías reconocidas.
- Incluir pasos específicos para el diagnóstico, la reparación y la verificación de las soluciones implementadas.

## Capítulo IV

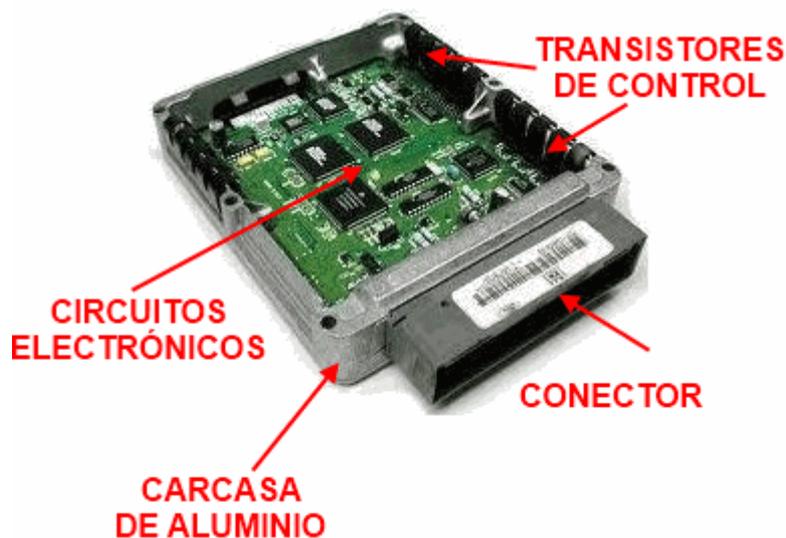
### Procedimiento para la Reparación de Computadoras de Vehículos

#### 4.1 Descripción

El diagnóstico de las necesidades del vehículo completa la definición, lo que requiere estudiar las averías presentes y correlacionarlas con las averías actuales. Se debe conocer bien el mecanismo y poder comprender el problema importante que se avecina con la causa de la falla del vehículo. Cuando la unidad de control electrónico del automóvil, conocida como ECU, sufre daños irreparables, resulta en una situación en la que el vehículo no puede operar. Esto se debe a que la ECU es responsable de controlar automáticamente el encendido del automóvil y otras funciones críticas para su funcionamiento eficiente, incluyendo la gestión del combustible y la minimización de la contaminación ambiental (Figura 26).

#### Figura 26

*Componentes de una ECU*



Tomado de: <https://autodaewoospark.com/sistema-electrico-automotriz.php>

##### 4.1.1 Descripción de la ECU a Evaluar

La computadora del automóvil puede experimentar fallas similares a cualquier otro dispositivo electrónico. Sin embargo, la ECU se somete a un nivel de trabajo industrial debido

a su papel crítico en el funcionamiento del vehículo. Esta unidad lleva a cabo una serie de funciones vitales para garantizar un funcionamiento sin problemas del automóvil, incluida la optimización del ahorro de combustible, la protección del motor y la seguridad del conductor y los pasajeros al prevenir averías que puedan provocar accidentes. En este caso la computadora a evaluar es Delphi MT60 (Figura 27).

### **Figura 27**

*ECU Delphi MT60*



#### **4.1.2 Módulo de Motor C14**

Esta ECU usada por el vehículo Chevrolet Sail tiene un diagrama específico de conexiones para una ECU (Unidad de Control Electrónico) de un automóvil, ya que estos diagramas pueden variar significativamente dependiendo del fabricante, modelo y año del vehículo. Además, los diagramas de conexiones de la ECU a menudo contienen información técnica detallada que puede estar protegida por derechos de autor o ser propiedad exclusiva del fabricante del automóvil.

A continuación, se indica el tipo de conexiones que puede encontrar en un diagrama de conexiones de la ECU:

- Alimentación: Conexiones para la alimentación de energía, incluidos los cables de la batería principal y los fusibles correspondientes.
- Tierra: Conexiones a tierra para asegurar el retorno adecuado de corriente eléctrica.
- Sensores: Conexiones a los sensores del vehículo, como sensor de posición del acelerador, sensor de oxígeno, sensor de temperatura del refrigerante, etc.
- Actuadores: Conexiones a los actuadores del vehículo, como los inyectores de combustible, las bobinas de encendido, las válvulas de control de aire, etc.
- Comunicación: Conexiones para la comunicación con otros sistemas del vehículo, como el sistema de frenos antibloqueo (ABS), el sistema de control de tracción (TCS), etc.
- Interfaz de diagnóstico: Conexiones para la interfaz de diagnóstico OBD-II, que permite la comunicación con herramientas de diagnóstico externas para la lectura de códigos de falla y el monitoreo del rendimiento del vehículo.

Por eso es importante este diagrama ya que, cuando surge la sospecha de que la ECU es la causa de los problemas en el automóvil y este no responde, es importante no apresurarse a comprar o reprogramar la computadora del vehículo de inmediato. En su lugar, se recomienda retirar la unidad y realizar una inspección minuciosa de su circuito para asegurarse de que todo esté en orden.

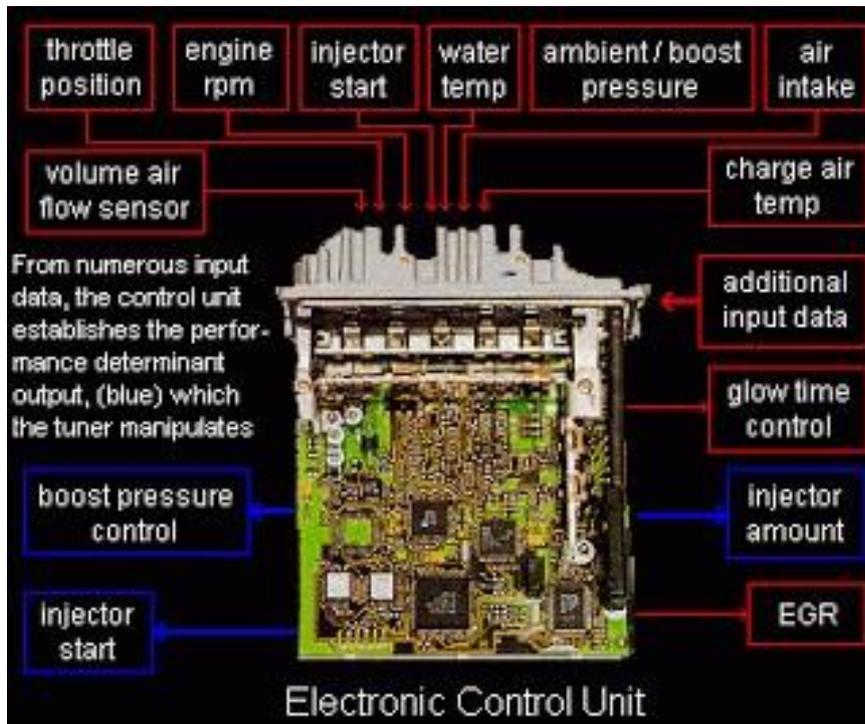
Aunque es posible realizar un escaneo o diagnóstico del automóvil para identificar la fuente del fallo, si la ECU no está funcionando correctamente, es probable que el escáner no proporcione información precisa o no pueda establecer comunicación a través de la interfaz y los programas que interpretan los códigos del vehículo.

En la Figura 28 se muestra el diagrama de conexiones de la ECU del Chevrolet Sail.



**Figura 29**

*Funciones que Realiza la Unidad Electrónica*



Tomado de: <https://solumant.com/mantenimiento-de-computadoras-automotrices/>

#### **4.1.3 Conexión de los Módulos Electrónicos**

Es esencial contar con una descripción exhaustiva de cómo se estructura la metodología de las pruebas. Por lo tanto, a continuación, se presenta una descripción de las conexiones de pines en los módulos de control electrónico (ECMs) de vehículos utilizados en el banco de pruebas. Se incluyen el modelo Chevrolet Sail.

Los bancos de pruebas modernos para ECUs juegan un papel fundamental en la verificación del funcionamiento y la detección de fallas en los sistemas de control electrónico de los vehículos. Uno de estos bancos de pruebas, el FZ PROBE ECU, ha sido empleado para evaluar y mejorar las unidades de control electrónico de una variedad de vehículos. Este estudio se centra en las conexiones específicas de pines establecidas en los ECMs del vehículo Chevrolet Sail.

Se realiza la preparación y se toma en cuenta las condiciones normales de prueba.

#### 4.1.4 Conexión de ECU - Chevrolet Sail

La ECU del Chevrolet Sail cuenta con conexiones cruciales que son fundamentales para el adecuado funcionamiento del sistema de control del motor. A continuación, se describen las conexiones realizadas en el banco de pruebas FZ PROBE ECU:

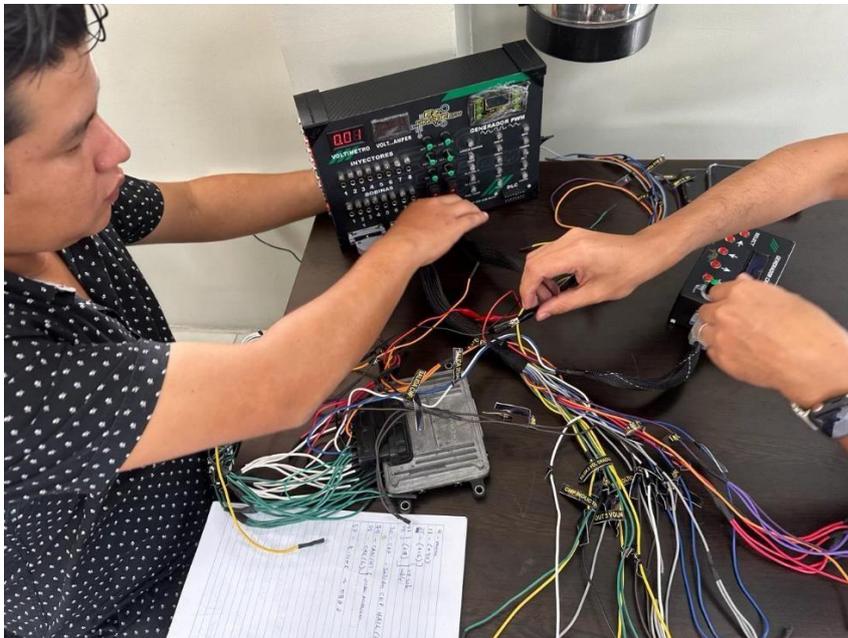
- Conexión a tierra (GND): Los pines de tierra desempeñan un papel esencial en el cierre del circuito. En el Sail, esta conexión se establece en el pin 4 para proporcionar una referencia común a otros componentes eléctricos, enlazándose con GND en el banco de pruebas.
- Voltaje de referencia: El pin número 13 se conecta para verificar la salida de 5 voltios como voltaje de referencia.
- Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP): Esta señal es crucial para determinar la posición del cigüeñal. En el Sail, se realiza la conexión en el pin 30.
- Alimentación de la batería: La energía eléctrica se suministra al ECM a través del pin 17, conectado a la fuente de alimentación de 12 voltios del banco.
- Inyectores: Los pines 78, 79, 80 y 81 están destinados a los inyectores, encargados de la inyección precisa de combustible en el Sail.
- Bobinas de encendido: Las conexiones a los pines 1, 2, 3 y 26 en el ECM están dedicadas a las bobinas de encendido, las cuales proporcionan el voltaje necesario a las bujías para generar la chispa de encendido.
- Voltaje del relé principal de encendido: El pin 25 está conectado al voltaje del relé principal de encendido y se empareja con los dos siguientes pines.
- Voltaje de ignición 1: El pin 47 se conecta al pin 25 del voltaje de encendido y al siguiente pin.
- Voltaje de ignición 2: El pin 48 se enlaza a los pines 25 y 47 para simular el voltaje de ignición y arranque, conectándose a la salida de 12 voltios del banco de pruebas.

- Señal de control del relé de la bomba de combustible: Opcionalmente, se conecta el pin 86 para verificar la salida de 5 voltios y asegurar el funcionamiento adecuado de la bomba de combustible.

Estas conexiones garantizan una interacción efectiva entre los distintos componentes del sistema de control del motor del Sail durante las pruebas realizadas en el banco FZ PROBE ECU (Figura 30).

### Figura 30

*Conexión de la ECU al Banco de Pruebas*



#### 4.1.5 Pruebas de Módulos Electrónicos

En la era actual, la mayoría de los sistemas modernos dentro de un vehículo están controlados por una unidad de control electrónico automotriz (ECU). El avance de la electrónica en estos elementos es cada vez más notable, por lo tanto, es esencial adaptar y mantener actualizado el conocimiento y las habilidades en este campo para estar al tanto de los progresos tecnológicos.

La reparación de las ECUs ya no es una tarea simple, y ahora se requiere el uso de equipos y herramientas más avanzadas para abordar los problemas encontrados. Además, es

fundamental contar con software especializado para la programación y acceso a bases de datos relevantes.

Estos elementos combinados proporcionan un conjunto de recursos que son fundamentales para realizar un diagnóstico preciso seguido de una reparación efectiva. En la Figuras 31 se muestra la conexión de los pines para la realización de las pruebas de la ECU.

### **Figura 31**

*Conexión de los Pines para la Realización de las Pruebas*



#### **4.1.6 Funcionamiento del Banco de Pruebas**

El banco de pruebas es un sistema completo diseñado para examinar y confirmar el correcto funcionamiento de los módulos de control electrónico en vehículos livianos. A continuación, se describe cómo opera este banco de pruebas:

- Emuladores de sensores: El banco de pruebas cuenta con emuladores de sensores que reproducen las señales de entrada que típicamente recibiría el ECM de un vehículo en condiciones normales de operación (Figura 32).

**Figura 32**

*Verificación de Funcionamiento del Banco FZ PROBE ECU*



- Luces de prueba para inyectores y bobinas de encendido: Incluye un conjunto de luces de prueba específicamente diseñadas para los inyectores y las bobinas de encendido. Estas luces posibilitan una visualización efectiva del desempeño de dichos componentes durante las pruebas (Figura 33).

**Figura 33**

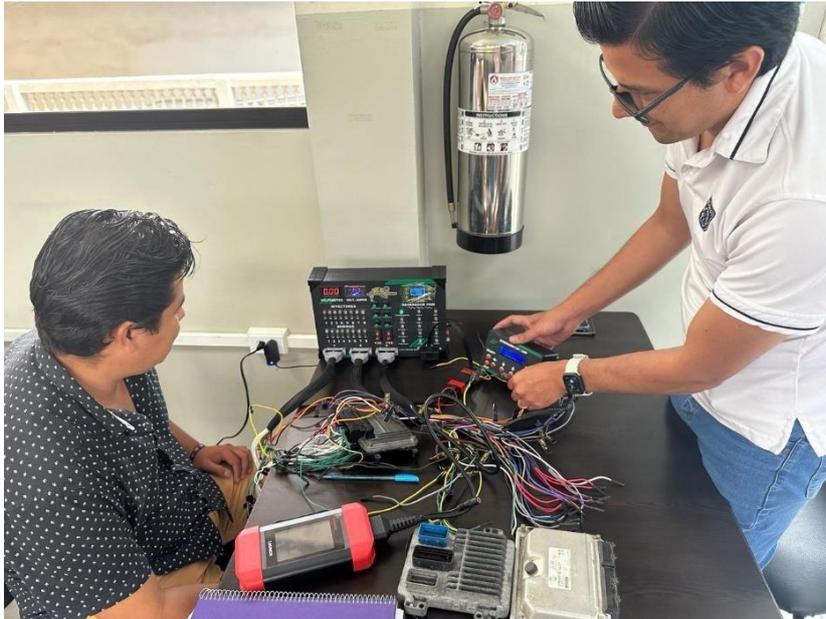
*Luces de Prueba para Inyectores y Bobinas de Encendido*



- **Recopilación de información:** Facilita la recopilación de datos esenciales para generar pulsos hacia los inyectores y las bobinas de encendido. Esto implica la captura de información crucial sobre el funcionamiento del sistema (Figura 34).

**Figura 34**

*Recopilación de Información*



#### **4.2 Análisis de Funcionamiento de Módulos Evaluados**

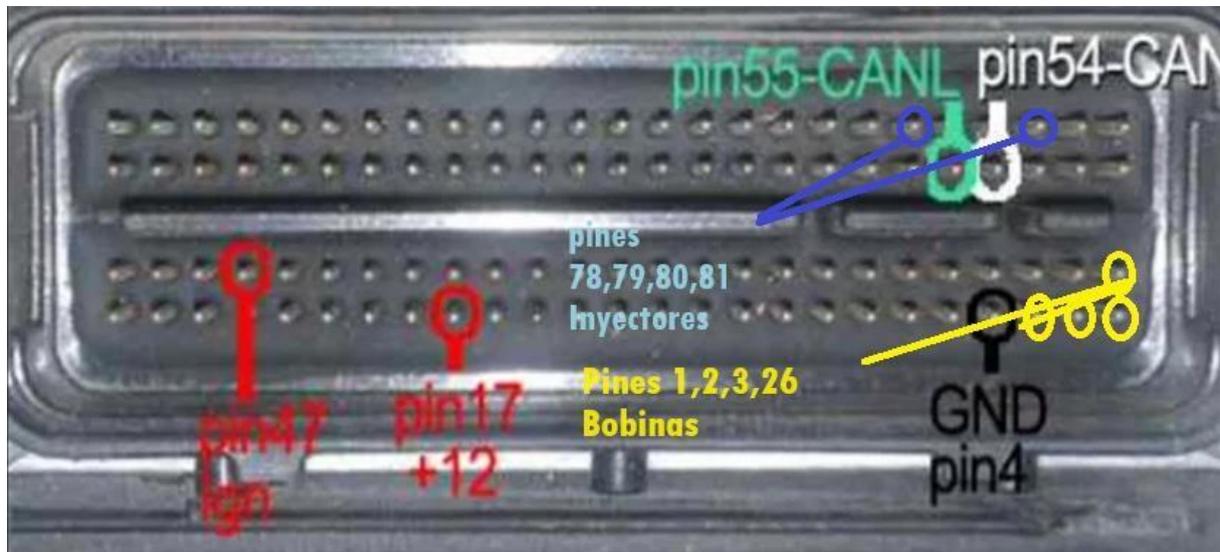
Módulo de control electrónico - Chevrolet Sail (ECM Delphi MT60):

- Tierra: pin 4.
- Voltaje de referencia: pin 13.
- Señal CKP: pin 30.
- Batería: pin 17.
- Voltaje de encendido: pin 25.
- Voltaje de ignición 1 & 2: pines 47, 48.
- Inyectores: pines 78, 79, 80, 81.
- Bobinas de encendido: pines 1, 2, 3, 26.

En la Figura 35 se muestra los pines a conectar.

**Figura 35**

*Pines a Conectar para el Análisis de Funcionamiento*



A continuación, se aprecia un análisis de los resultados obtenidos de las pruebas del módulo de control electrónico:

Después de conectar el módulo de control electrónico Delphi MT60 al banco de pruebas, se realizaron pruebas exhaustivas para verificar la emisión de pulsos a los inyectores y emisión de pulsos a las bobinas de encendido. Se observa claramente el envío correcto de las señales a inyectores, las mismas variaban en función de la frecuencia del sensor de giro CKP en hercios. Se pudo visualizar así mismo el correcto funcionamiento y envío de señales de pulsos a las bobinas de encendido, las mismas también variaban en función de la frecuencia del sensor de giro CKP en Hz. Adicionalmente, se puede conectar las señales de los sensores de señal de: temperatura de refrigerante, apertura de aleta de aceleración, presión y flujo de aire y oxígeno, los cuales también influyen en la variación de los pulsos, estas variaciones se pueden identificar mediante el uso de osciloscopio, el mismo se puede conectar a 5 salidas de canales disponibles en el banco de pruebas. Se concluye que el módulo está generando correctamente las señales necesarias para el funcionamiento de los inyectores y bobinas de encendido.

Se pueden visualizar en las Figuras 36 y 37 los resultados de la simulación de pulsos funcionando correctamente:

**Figura 36**

*Prueba Demostrando Envío de Pulsos a Inyectores*



**Figura 37**

*Prueba Demostrando Envío de Pulsos a Bobinas de Encendido*



### 4.2.1 Inspección Visual

Se realiza una inspección visual de las placas de la ECU.

Se verifica visualmente el estado de todos los elementos (Figura 38).

#### Figura 38

*Inspección Visual de las Placas de la ECU*



## Conclusiones

Al analizar el proceso de diagnóstico de problemas en las computadoras automotrices, se pueden extraer varias conclusiones significativas.

En primer lugar, la precisión en el diagnóstico de problemas en las computadoras automotrices es fundamental para llevar a cabo reparaciones efectivas y seguras. Al identificar la causa principal del problema, se puede determinar la mejor manera de abordarlo y prevenir futuras fallas costosas.

En segundo lugar, el uso de herramientas de diagnóstico especializadas resulta crucial para el éxito del proceso de diagnóstico. Estas herramientas permiten a los técnicos obtener información detallada y específica sobre el problema, lo que les permite concentrarse en las áreas problemáticas y reducir tanto el tiempo como el costo de la reparación.

En tercer lugar, la capacitación y la experiencia de los técnicos desempeñan un papel crucial en el proceso de diagnóstico, ya que les permite interpretar la información de manera adecuada y realizar pruebas precisas para verificar el funcionamiento de los componentes de la computadora automotriz.

En cuarto lugar, el mantenimiento preventivo periódico es esencial para minimizar la probabilidad de fallas en las computadoras automotrices. Este tipo de mantenimiento incluye la inspección y prueba regular del sistema para detectar problemas antes de que se conviertan en fallas mayores.

En resumen, el diagnóstico preciso de problemas en las computadoras automotrices es vital para garantizar un rendimiento adecuado y seguro del vehículo. La utilización de herramientas adecuadas, junto con la experiencia y capacitación de los técnicos, y la realización de mantenimiento preventivo periódico son factores críticos para asegurar el éxito del diagnóstico y la reparación del sistema de la computadora automotriz.

## **Recomendaciones**

Realizar un estudio exhaustivo de las fallas más comunes en las computadoras automotrices, considerando factores como el desgaste, el mal funcionamiento de los componentes electrónicos, problemas de conexión, entre otros, utilizando registros de diagnóstico de vehículos previamente reparados para identificar patrones y tendencias en las fallas de las computadoras automotrices.

Implementar un proceso estructurado para el diagnóstico de problemas en las ECUs, comenzando por la recopilación de datos del vehículo, seguido de pruebas de conectividad, verificación de códigos de error y análisis de datos en tiempo real, estableciendo protocolos de seguimiento y verificación para confirmar la precisión de los diagnósticos realizados y evitar errores.

Desarrollar un manual de procedimientos detallado que incluya pautas paso a paso para la reparación de ECUs, abordando desde la identificación de componentes hasta la soldadura y reemplazo de piezas.

## **Bibliografía**

- 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.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2022). Boletín Sector Automotor en cifras. AEADE, 121 - 128. Obtenido de <https://www.aeade.net/anuario/>
- Correa González, H. E. (2013). Diseño de un simulador de señales básicas para un sistema de inyección electrónica de gasolina (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Edy, A. A. (2022). Análisis del grado de efectividad del simulador de inyección electrónica, motor Isuzu 2, 2 gasolina. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 2(1), 9-17.
- Granda Jaramillo, W. O. (2021). Elaboración de un Manual de Manejo Ecodriving para Vehículos M1 en Guayaquil.
- Knight, I., Eaton, A., & Whitehead, D. (2001). The reliability of electronically controlled systems on vehicles. Transport Research Laboratory (TRL).
- Kosuru, V. S. R., & Venkitaraman, A. K. (2022). CONCEPTUAL DESIGN PHASE OF FMEA PROCESS FOR AUTOMOTIVE ELECTRONIC CONTROL UNITS. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 4(9), 1474-1480.
- Nilsson, D. K., Phung, P. H., & Larson, U. E. (2008, May). Vehicle ECU classification based on safety-security characteristics. In *IET Road Transport Information and Control-RTIC 2008 and ITS United Kingdom Members' Conference* (pp. 1-7). IET.
- Piñeda Armijos, S. A., & Silva Durazno, A. D. (2008). Diseño y construcción de un banco de comprobación para las unidades de control del motor con sistemas Bosch Motronic y Magneti Marelli (Bachelor's thesis).

- Prisacaru, A., Palczynska, A., Theissler, A., Gromala, P., Han, B., & Zhang, G. Q. (2018). In-Situ Failure Detection of Electronic Control Units Using Piezoresistive Stress Sensor. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 8(5), 750-763.
- Rivero, V. L. R., Mero, C. M. L., Barrezueta, M. F. G., & Jaramillo, W. O. G. (2022). Perspectivas del eco-driving como técnica para reducir el consumo de combustible en la ciudad de Guayaquil: Perspectives of eco-driving as a technique to reduce fuel consumption in the city of Guayaquil. *South Florida Journal of Development*, 3(5), 6226-6235.
- Rodríguez, J. A. R. (2019). Análisis electrónico de una unidad de control de motor (ECU) Ford-WV tipo EEC-IV. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 6(1).
- Torres, P. W. M., Berrezueta, M. F. G., & Mena, A. F. L. (2020). Análisis de la viabilidad para la implementación de vehículo eléctrico que preste servicio de taxi en la ciudad de Cuenca. *INNOVA Research Journal*, 5(3.2), 295-308.
- Wasicek, A., & Weimerskirch, A. (2015). Recognizing manipulated electronic control units (No. 2015-01-0202). *SAE Technical Paper*.

