



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

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: José Alfonso Vélez Alban

Tutor: Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán MSc.

**Análisis de Mantenimiento de un Banco Comprobador de ECU de
Tipo Arduino**

Certificado de Autoría

Yo, José Alfonso Vélez Alban, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis 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.

José Alfonso Vélez Alban

C.I.: 0918283276

Aprobación del Tutor

Yo, Marco Vinicio Noroña Merchán, certifico que conozco al autor del presente trabajo, siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing., Marco Vinicio Noroña Merchán MSc.

C.I.: 1714872072

Director de Proyecto

Dedicatoria

Dedico este proyecto, con mucho amor y gratitud a mis padres, que son los autores de mi vida, que siempre me aconsejaron por mi bien.

A mi esposa, que siempre estuvo atenta a cada requerimiento y apoyándome en todo momento.

A mis hijos, que les dejo marcado el camino para que el día de mañana cumplan sus metas con mucho éxito.

A la institución, que me abrió las puertas y me brindó la oportunidad de poder terminar mis estudios universitarios.

José Vélez Alban

Agradecimiento

La culminación de este proyecto ha sido posible gracias al apoyo incondicional de muchas personas a quienes deseo expresar mi más sincera gratitud.

En primer lugar, agradezco a Dios, que me dio sabiduría e inteligencia para seguir luchando y culminar mis estudios.

A mis padres, quienes, con su amor, confianza y ejemplo, me han guiado a lo largo de este camino.

A mis queridos maestros, que impartieron con amabilidad y profesionalismo su conocimiento.

Por supuesto, no puedo dejar de mencionar a la mujer que fue mi pilar fundamental, brindándome apoyo incondicional en cada paso de este camino, mi esposa Mariuxi.

José Vélez Alban

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor	iv
Dedicatoria	v
Índice General	vii
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xii
Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
Capítulo I Antecedentes	1
1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Formulación del Problema.....	1
1.3 Sistematización del Problema	1
1.4 Objetivos de la Investigación.....	3
1.5 Objetivo General.....	3
1.6 Objetivos Específicos	3
1.7 Justificación y Delimitación de la Investigación	3
1.8 Justificación Teórica	5
1.9 Justificación Metodológica	5
1.10 Análisis Cualitativo.....	5
1.11 Justificación Práctica	6
1.12 Delimitación Temporal	6
1.13 Delimitación Geográfica	6

1.14 Delimitación del Contenido	7
Capítulo II Marco Referencial.....	8
2.1 Concepto de Mantenimiento de Equipos Electrónicos	8
2.2 Mantenimiento Preventivo.....	8
2.3 Mantenimiento Correctivo	9
2.4 Funcionamiento de la ECU.....	10
2.5 Partes de una ECU	11
2.5.1 <i>Microprocesador</i>	12
2.5.2 <i>Memorias de la ECU</i>	12
2.5.3 <i>Salida (Drivers)</i>	13
2.6 Banco Probador de ECU.....	14
2.7 ECU del Vehículo Sail 1.4.....	15
2.8 Datos del Fabricante	16
2.9 Partes Principales de un Banco Comprobador de ECU	16
2.9.1 <i>Relés Electrónicos</i>	16
2.9.2 <i>Resistencias</i>	17
2.9.3 <i>Transistores</i>	17
2.9.4 <i>Diodos</i>	18
2.9.5 <i>LED (Diodo Emisor de Luz)</i>	18
2.9.6 <i>Potenciómetros</i>	19
2.9.7 <i>Puente H</i>	19
2.9.8 <i>Arduino</i>	20
2.9.9 <i>Conector DB25</i>	21
Capítulo III Verificación y Mantenimiento del Banco.....	22
3.1 Estado Actual de Banco Comprobador de ECU Tipo Arduino	22

3.2	Partes del Banco Comprobador de ECU Tipo Arduino.....	23
3.3	Instalación de Cableado en el Conector DB25	24
3.4	Conexión Inicial del Banco.....	25
3.5	Análisis de Causas de Fallo	27
3.6	Corto Circuito en las Señales de Sensores CKP y CMP	27
3.7	Conexión Incorrecta o Defectuosa.....	27
3.8	Configuración Incorrecta de Arduino	27
3.9	Mantenimiento del Equipo	27
	Capítulo IV Procedimiento de Uso Correcto del Equipo Arduino.....	33
4.1	Verificación del Pin Out del Vehículo y Conexión al Banco	33
4.2	Conexión de Voltaje del Banco con Fuente Regulable.....	34
4.3	Activación de Botón de Encendido de Arduino	34
4.4	Activación de Botón de Encendido ECU.....	35
4.5	Activación CKP, CMP y Revoluciones	36
4.6	Comprobación de Funcionamiento de Señales de Bobinas e Inyectores	36
4.7	Análisis Final de Mantenimiento y Funcionamiento del Equipo.....	37
	Conclusiones	38
	Recomendaciones.....	39
	Bibliografía.....	40

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Mantenimiento de Equipo Electrónico</i>	8
Figura 2 <i>Mantenimiento Preventivo</i>	9
Figura 3 <i>Mantenimiento Correctivo</i>	9
Figura 4 <i>ECU Automotriz</i>	10
Figura 5 <i>Partes de una ECU</i>	11
Figura 6 <i>Microprocesador</i>	12
Figura 7 <i>Driver de Salida de una ECU</i>	13
Figura 8 <i>Banco Probador de ECU</i>	15
Figura 9 <i>Relé Electrónico</i>	17
Figura 10 <i>Resistencias</i>	17
Figura 11 <i>Transistores de Varios Tipos</i>	18
Figura 12 <i>Diodos de Varios Tipos</i>	18
Figura 13 <i>Diodo Emisor de Luz</i>	19
Figura 14 <i>Potenciómetro</i>	19
Figura 15	20
<i>Puente H L298N</i>	20
Figura 16 <i>Arduino</i>	20
Figura 17 <i>Conectores DB25</i>	21
Figura 18 <i>Partes del Banco de Pruebas</i>	23
Figura 19 <i>Conectores DB25 Hembra</i>	25
Figura 20 <i>Conexión Inicial del Banco de Pruebas</i>	26

Figura 21 <i>Análisis del Banco de Pruebas</i>	26
Figura 22 <i>Inspección Visual</i>	28
Figura 23 <i>Medición de Tensiones</i>	28
Figura 24 <i>Prueba del Puente H</i>	29
Figura 25 <i>Prueba de Componentes</i>	29
Figura 26 <i>Extracción de Componente</i>	30
Figura 27 <i>Limpieza con Limpia Contacto Electrónico</i>	30
Figura 28 <i>Componente L298N</i>	31
Figura 29 <i>Soldadura con Fuente de Calor</i>	31
Figura 30 <i>Verificación y Conexión de Pines de la ECU</i>	33
Figura 31 <i>Conexión de Pines de la ECU</i>	33
Figura 32 <i>Fuente Regulable</i>	34
Figura 33 <i>Encendido del Arduino</i>	35
Figura 34 <i>Accionamiento de Corriente para el Banco</i>	35
Figura 35 <i>Selección de marca y modelo en Arduino</i>	36
Figura 36 <i>Conexión de la ECU al Banco Post-Mantenimiento</i>	37

Índice de Tablas

Tabla 1 Pines de Conexión del Banco Arduino y ECU del Sail	24
Tabla 2 Prueba de Tensión de Salida.....	32
Tabla 3 Prueba de Temperatura del puente H.....	32
Tabla 4 Plan de Mantenimiento Preventivo para Banco de Pruebas Automotriz.....	38

Resumen

Este proyecto aborda la mejora en el mantenimiento de un banco comprobador de ECU basado en Arduino, enfocado en incrementar su eficiencia y funcionalidad para aplicaciones en talleres automotrices, se presenta un plan integral de mantenimiento preventivo y correctivo que soluciona problemas técnicos y asegura la confiabilidad del dispositivo. Se explica el rol esencial de las ECU en vehículos modernos, describiendo sus componentes como microprocesadores, memoria y drivers; asimismo, se destacan los bancos de prueba como herramientas fundamentales para evaluar el desempeño de las ECU en entornos controlados, enfatizando su papel en diagnósticos y validaciones. El estudio profundiza en las características del banco comprobador Arduino, detallando elementos como relés, transistores, diodos y el puente H L298N, responsable de amplificar señales. El análisis inicial identificó problemas en la generación de señales PWM y pulsos de inyectores, junto con un sobrecalentamiento en el puente H, originados por cortocircuitos en sensores, conexiones incorrectas y programación defectuosa del Arduino. Mediante un diagnóstico riguroso que incluyó inspecciones, mediciones de tensión y pruebas aisladas, se detectaron las causas de las fallas y se implementaron soluciones como el reemplazo de componentes dañados y la limpieza de la placa. Las pruebas realizadas tras las reparaciones confirmaron la eliminación del sobrecalentamiento y el correcto funcionamiento del banco, facilitando diagnósticos precisos de las ECU. La investigación concluye que un plan de mantenimiento bien diseñado mejora considerablemente la operatividad del banco, disminuye tiempos de inactividad y optimiza el rendimiento en talleres automotrices. Se subraya la relevancia de adoptar procedimientos estandarizados y sistemas de autodiagnóstico para prevenir fallos futuros y garantizar la eficiencia en el uso del equipo.

Palabra Clave: Banco probador, Arduino, ECU (computadoras automotrices), componentes electronicos, mantenimiento preventivo.

Abstract

This project addresses the improvement in the maintenance of an Arduino-based ECU tester, focused on increasing its efficiency and functionality for applications in automotive workshops. A comprehensive preventive and corrective maintenance plan is presented that solves technical problems and ensures the reliability of the device. The essential role of ECUs in modern vehicles is explained, describing their components such as microprocessors, memory and drivers, as well as their vulnerabilities to electrical, thermal and cybersecurity failures. Likewise, test benches are highlighted as fundamental tools to evaluate the performance of ECU in controlled environments, emphasizing their role in diagnostics and validations. The study delves into the characteristics of the Arduino tester, detailing elements such as relays, transistors, diodes and the H L298N bridge, responsible for amplifying signals. The initial analysis identified problems in the generation of PWM signals and injector pulses, along with overheating in the H-bridge, caused by short circuits in sensors, incorrect connections and faulty programming of the Arduino. Through rigorous diagnosis that included inspections, voltage measurements, and isolated tests, the causes of failures were detected and solutions such as replacing damaged components and cleaning the board were implemented. Tests carried out after the repairs confirmed the elimination of overheating and the correct operation of the bench, facilitating accurate ECU diagnostics. The research concludes that a well-designed maintenance plan significantly improves the bank's operability, reduces downtime and optimizes performance in automotive workshops. The importance of adopting standardized procedures and self-diagnosis systems to prevent future failures and ensure efficiency in the use of equipment is underlined.

Keywords: *Tester bench, Arduino, ECU (automotive computers), electronic components, preventive maintenance.*

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Análisis de mantenimiento de un banco comprobador de ECU de tipo Arduino.

1.2 Formulación del Problema

¿Por qué la implementación de un programa de mantenimiento estructurado puede mejorar la eficiencia y su funcionamiento en un taller automotriz que utiliza un banco comprobador de ECU basado en Arduino?

1.3 Sistematización del Problema

El banco comprobador de ECU basado en Arduino, representa una herramienta de gran importancia en el diagnóstico automotriz y requiere un mantenimiento riguroso para garantizar su precisión y poder prolongar su vida útil, a pesar de que estos equipos generalmente son robustos, estos dispositivos están sujetos a un desgaste natural debido a su uso intensivo y a las condiciones de trabajo variables de los talleres mecánicos; por ello, es fundamental implementar un plan de mantenimiento preventivo que abarque todos los aspectos del equipo, desde el hardware hasta el software.

Un paso crucial es identificar los puntos débiles del sistema, así por ejemplo un análisis detallado de los modos de falla y efectos puede revelar los componentes más susceptibles a fallos y las consecuencias de estos fallos en el funcionamiento del banco, de esta manera, se establecen prioridades en las tareas de mantenimiento; tomando en cuenta las condiciones en las que opera el banco comprobador se puede comprender que juegan un papel fundamental en su degradación, la exposición a altas temperaturas, humedad, polvo y vibraciones puede acelerar el desgaste de los componentes electrónicos y mecánicos de cualquier naturaleza, por ello, es necesario proteger el equipo mediante el uso de gabinetes ventilados, filtros de aire y sistemas de acondicionamiento ambiental.

El software del banco comprobador también requiere un mantenimiento adecuado. Las actualizaciones periódicas son esenciales para corregir errores, mejorar el rendimiento y ampliar las funcionalidades del equipo; es recomendable realizar copias de seguridad regulares del software para evitar la pérdida de datos en caso de fallos.

La calibración del banco comprobador es otra tarea fundamental que debe realizarse de manera periódica, la calibración garantiza que los resultados de las pruebas sean precisos y confiables, aquí existen diferentes métodos de calibración, que pueden incluir el uso de patrones de referencia, comparadores y equipos de medición de alta precisión; también se debe tener en cuenta que la limpieza del equipo es una tarea sencilla pero fundamental que no debe descuidarse, ya que la acumulación de polvo y suciedad en los componentes electrónicos puede provocar cortocircuitos y otros problemas; por ello, es recomendable limpiar el banco comprobador con regularidad utilizando aire comprimido y productos de limpieza adecuados.

La formación del personal que opera y mantiene el banco comprobador es otro aspecto clave. El personal debe estar capacitado para identificar los posibles problemas, realizar las tareas de mantenimiento de manera correcta y seguir los procedimientos establecidos.

La importancia crítica de los bancos comprobadores de ecus basados en Arduino en los talleres automotrices es innegable porque estos dispositivos son fundamentales para realizar diagnósticos precisos y eficientes de las unidades de control electrónico de los vehículos. sin embargo, su funcionamiento óptimo está estrechamente vinculado a un mantenimiento adecuado.

El uso constante y las condiciones de trabajo variables en un taller mecánico exponen al banco comprobador a un desgaste acelerado, tanto los componentes físicos, como los circuitos y conexiones, como el software subyacente, son susceptibles a fallos, estos problemas pueden manifestarse en forma de lecturas erróneas, diagnósticos inexactos o incluso la incapacidad de comunicarse con las ecus, las consecuencias de un mantenimiento inadecuado

van más allá de la simple reparación del equipo, un banco comprobador en mal estado puede generar diagnósticos erróneos, lo que a su vez puede llevar a reparaciones innecesarias o, peor aún, a omitir problemas reales en el vehículo; esto no solo afecta la reputación del taller, sino que también genera insatisfacción en los clientes y pérdidas económicas.

¿Cómo se pueden diseñar sistemas de autodiagnóstico y alertas tempranas para detectar potenciales fallas en un banco comprobador de ECU antes de que afecten su funcionamiento?

¿Cómo se puede diseñar un plan de mantenimiento que equilibre las necesidades de disponibilidad del equipo con los costos de mantenimiento?

¿Cómo se pueden establecer pasos operativos claros y concisos que aseguren una utilización consistente del banco comprobador por parte de diferentes operadores?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar un programa de mantenimiento y uso adecuado de un banco comprobador de ECU basado en Arduino, asegurando su correcto funcionamiento y optimizando su rendimiento.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar posibles fallas en el equipo comprobador y proponer soluciones eficientes para minimizar el tiempo de inactividad.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el banco comprobador de ECU de tipo Arduino.
- Diseñar procedimientos operativos estándar para la correcta utilización del equipo comprobador de ECU basado en Arduino.

1.5 Justificación y Delimitación de la Investigación

La revolución tecnológica en la industria automotriz ha llevado a una creciente dependencia de las Unidades de Control Electrónico (ECU) para gestionar funciones críticas

de los vehículos, desde la inyección de combustible hasta los sistemas de seguridad, las ECU son el cerebro de los automóviles modernos, para garantizar un diagnóstico preciso y eficiente de estos componentes, los talleres automotrices requieren herramientas especializadas como los bancos comprobadores de ECU.

Los bancos de prueba basados en Arduino ofrecen una solución económica y flexible para los talleres automotrices, por su diseño modular y la amplia disponibilidad de componentes permiten adaptar el equipo a las necesidades específicas de cada taller, sin embargo, para asegurar un rendimiento óptimo a largo plazo, es fundamental implementar un plan de mantenimiento adecuado.

La presente investigación se centra en la optimización del mantenimiento de bancos comprobadores de ECU basados en Arduino, se analizarán los factores que influyen en la fiabilidad y precisión de estos equipos, con esto se busca desarrollar un protocolo de mantenimiento que permita prolongar su vida útil, reducir los tiempos de diagnóstico y garantizar la satisfacción del cliente.

Para garantizar la viabilidad y la profundidad del estudio, se han establecido los siguientes límites:

La investigación se centró en bancos comprobadores de ECU basados en microcontroladores Arduino y componentes asociados.

Se abordaron tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo, excluyendo enfoques más avanzados como el mantenimiento predictivo.

El estudio se desarrolló durante un período de 16 semanas para evaluar la efectividad de las acciones de mantenimiento implementadas.

La investigación se llevó a cabo en un taller automotriz específico, pero los resultados serán generalizables a otros talleres con equipos similares.

Se utilizaron herramientas y equipos disponibles en el taller, priorizando soluciones de bajo costo y alta accesibilidad.

1.5.1 Justificación Teórica

La relevancia de este estudio radica en varios aspectos, así como un plan de mantenimiento adecuado permitirá reducir los tiempos de diagnóstico y minimizar los errores humanos, aumentando la eficiencia del taller.

Al garantizar la calibración y el correcto funcionamiento del equipo, se obtendrán diagnósticos más precisos, lo que a su vez reducirá la posibilidad de reparaciones innecesarias; por lo tanto, un mantenimiento preventivo ayudará a evitar fallas catastróficas y costosas, y permitirá aprovechar al máximo la inversión realizada en el banco de pruebas.

La investigación contribuirá a difundir el uso de tecnologías como Arduino en el sector automotriz, democratizando el acceso a herramientas de diagnóstico de alta calidad y los resultados de esta investigación, dejan abierta la posibilidad de ser utilizados como referencia para otros talleres y contribuir al desarrollo de mejores prácticas en el mantenimiento de equipos de diagnóstico.

1.5.2 Justificación Metodológica

La metodología empleada en esta investigación se fundamenta en un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos.

1.5.3 Análisis Cualitativo

A través de la observación directa del proceso de diagnóstico y reparación, entrevistas con técnicos y revisión de registros históricos, se identificarán las principales fallas del equipo, los factores que influyen en su rendimiento y las necesidades de los usuarios de acuerdo con sus condiciones generales y definiendo algunas particularidades.

Se recolectaron datos numéricos sobre el tiempo de diagnóstico, la frecuencia de fallas, los costos de reparación y otros indicadores clave de rendimiento, estos datos fueron analizados

estadísticamente para identificar patrones y tendencias, y para evaluar la efectividad de las intervenciones de mantenimiento.

La combinación de estos enfoques permitirá obtener una visión integral del problema y desarrollar soluciones más precisas y adaptadas a las necesidades específicas de un taller.

1.5.4 Justificación Práctica

Los bancos comprobadores de ECU son sistemas complejos que integran tanto hardware como software, lo que requiere un enfoque mixto para abordar su complejidad desde diferentes perspectivas. La observación directa y las entrevistas con los técnicos son fundamentales para obtener información cualitativa sobre sus experiencias y las particularidades del entorno de trabajo, lo que enriquecerá el análisis.

Además, un análisis cuantitativo de los datos permitirá identificar patrones y tendencias que se pueden generalizar a otros talleres similares, facilitando la implementación de mejoras en esos entornos; finalmente, el uso de indicadores de rendimiento será clave para evaluar la efectividad de las intervenciones de mantenimiento, permitiendo realizar ajustes al plan de mantenimiento según sea necesario. Este enfoque integral asegura una comprensión más profunda y una mejora continua en el desempeño de los bancos comprobadores de ECU.

1.6 Delimitación Temporal

Este trabajo se realizó en las 16 semanas de duración del semestre de octubre del 2024 a febrero del 2025.

1.7 Delimitación Geográfica

Este estudio se desarrolló en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la UIDE, Guayaquil, Ecuador; al enfocarse localmente, se busca generar conocimientos que sean de relevancia para profesionales y estudiantes del país en general, a la vez que se establecen las bases para futuras investigaciones a nivel nacional que contribuyan al fortalecimiento del sector automotriz ecuatoriano.

1.8 Delimitación del Contenido

Este estudio se centra en el análisis exhaustivo de un banco comprobador de ECU basado en la plataforma Arduino, se enfoca en evaluar el estado de salud y eficiencia de este equipo que desempeña un papel crucial en el diagnóstico y reparación de los sistemas electrónicos de los vehículos modernos; a través de este análisis, se busca identificar las principales causas de fallas y proponer mejoras en los procedimientos de mantenimiento para garantizar un funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil del equipo.

El banco comprobador de ECU está compuesto por una variedad de componentes, este estudio se centra en evaluar el estado de cada uno de estos elementos, incluyendo microcontroladores, sensores, actuadores, fuentes de alimentación y conectores. Además, analizaremos el software de diagnóstico utilizado para interactuar con las ECU de los vehículos y su facilidad de uso.

Los procedimientos asociados al mantenimiento del banco comprobador de ECU son fundamentales para garantizar su correcto funcionamiento, por eso en esta investigación se evaluará la efectividad de los procedimientos actuales, identificando posibles deficiencias o áreas de mejora; así mismo se analiza la frecuencia de las tareas de mantenimiento, los tipos de mantenimiento realizados (preventivo y correctivo), la capacitación del personal encargado del mantenimiento y la disponibilidad de repuestos y herramientas.

El objetivo de este estudio es desarrollar un plan de mantenimiento integral y personalizado para el banco comprobador de ECU basado en Arduino, los resultados de esta investigación servirán como una guía práctica para los técnicos y personal encargado del mantenimiento de equipos de diagnóstico en talleres automotrices.

Capítulo II

Marco Referencial

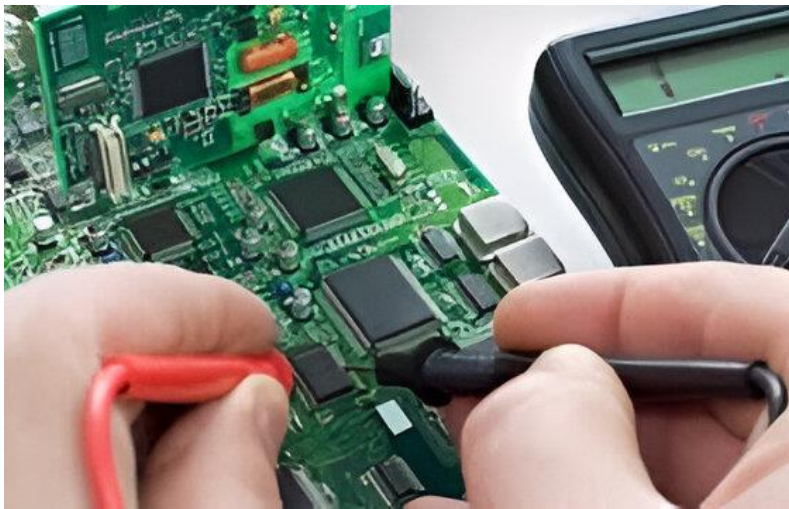
2.1 Concepto de Mantenimiento de Equipos Electrónicos

El mantenimiento de equipos electrónicos comprende un conjunto de acciones y procedimientos diseñados para garantizar el correcto funcionamiento, la durabilidad y la operación segura de los dispositivos electrónicos.

Estas actividades incluyen inspeccionar, ajustar, limpiar, reparar o reemplazar piezas dañadas, (figura 1), así como actualizar software o firmware según las necesidades del equipo (Cursos00, 2024).

Figura 1

Mantenimiento de Equipo Electrónico



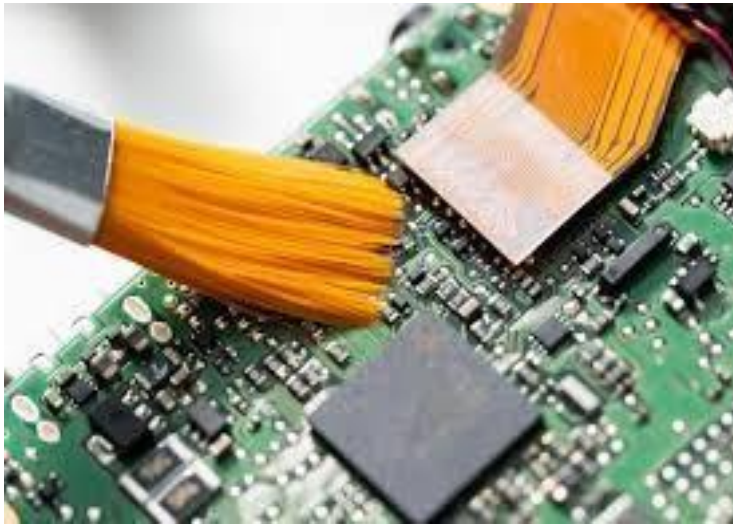
Fuente: (Stel Order, 2024)

2.2 Mantenimiento Preventivo

Consiste en llevar a cabo revisiones y tareas programadas con el objetivo de prevenir posibles fallos futuros. Esto incluye limpieza de componentes, revisión de conexiones, comprobación de baterías y actualizaciones de software, (figura 2). Su finalidad es prolongar la vida útil del equipo y reducir interrupciones (IBM, 2024).

Figura 2

Mantenimiento Preventivo



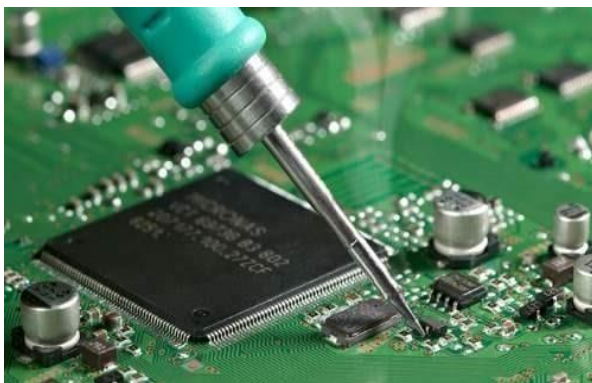
Fuente: (Cursos00, 2024)

2.3 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se refiere a las intervenciones realizadas por el servicio técnico en respuesta a reportes de fallos en un equipo, activo o proceso, se lleva a cabo cuando un equipo presenta fallos, (figura 3), este mantenimiento puede realizarse de inmediato si el problema es crítico, o planificarse si no afecta significativamente el funcionamiento (Stel Order, 2024).

Figura 3

Mantenimiento Correctivo



Fuente: (Stel Order, 2024)

2.4 Funcionamiento de la ECU

La Unidad de Control Electrónico, denominada ECU por sus siglas en inglés, es un elemento clave en los vehículos actuales, encargado de supervisar y regular los diversos sistemas electrónicos, lo que contribuye a un funcionamiento más seguro y eficiente de cualquier automóvil o vehículo (IBM, 2024).

Esta unidad está compuesta por un microprocesador que se encarga de procesar las señales recibidas desde los sensores para tomar decisiones que optimizan el rendimiento del vehículo, su seguridad y eficiencia especialmente de tipo energética.

Las ECU son clave para el diagnóstico y mantenimiento de vehículos al detectar fallas, almacenar códigos de error y optimizar procesos, mejorando la fiabilidad, con avances tecnológicos como la inteligencia artificial y sensores, las ECU están evolucionando para aprender patrones de conducción, ajustarse automáticamente y desempeñar un rol crucial en la seguridad de los vehículos autónomos. Sin embargo, su interconexión las hace vulnerables a ciberataques, por lo que los fabricantes trabajan en medidas para protegerlas frente a accesos no autorizados. A continuación, (figura 4).

Figura 4

ECU Automotriz



Fuente: (Rrecambiosdeconfianz, 2024)

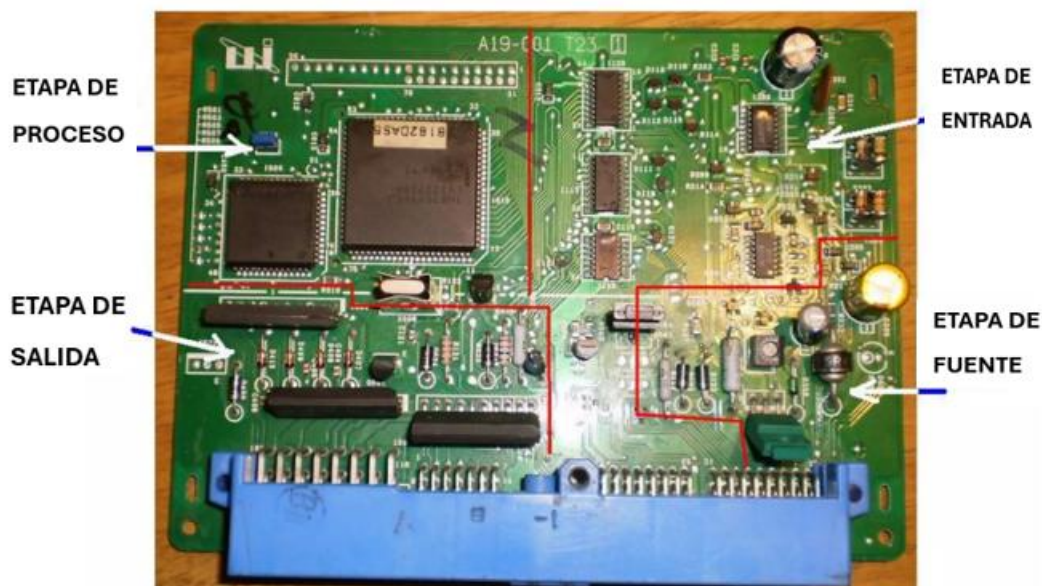
Una ECU presente en un vehículo es un sistema altamente especializado, este consta de varios componentes interrelacionados, estos componentes trabajan en equipo y de manera simultánea para gestionar funciones críticas como el funcionamiento del motor, la transmisión, los frenos y otros sistemas del vehículo, cada ECU ha sido diseñada para tomar decisiones de acuerdo con las señales que reciben de los sensores del vehículo y según esto emitir comandos que permitan optimizar el funcionamiento del automóvil, de esta manera los componentes de cualquier unidad de control son fundamentales para asegurar su rendimiento de la manera más eficiente, segura y confiable.

2.5 Partes de una ECU

Los circuitos de fuente, driver de entrada y de salida, son parte de la ECU que incluyen señales de sensores como las recibidas del sensor de temperatura, el sensor de la presión del aceite, de revoluciones del motor, entre otros, (figura 5), que se encargan de proporcionar datos de tipo esencial, acerca del funcionamiento del vehículo.

Figura 5

Partes de una ECU



Fuente: (KIA, 2020)

Las entradas de una ECU permiten la interacción entre los sistemas del vehículo y su entorno, esto es posible gracias a las señales de corriente, voltaje y datos (Autofact, 2024).

2.5.1 Microprocesador

El microprocesador o CPU, denominado Unidad Central de Procesamiento, es el componente principal de una ECU y su propósito es interpretar las señales provenientes de los distintos sensores del vehículo, (figura 6), y con base en esa información, ejecutar los algoritmos que definen la respuesta de la ECU (Rrecambiosdeconfianz, 2024).

Figura 6

Microprocesador



Fuente: (Electronic Board, 2024)

Este componente actúa prácticamente como el "cerebro" de la unidad de control, ya que realiza cálculos matemáticos y evaluaciones lógicas necesarios para gestionar los diferentes sistemas presentes en el vehículo (AutoAvance, 2020).

Los microprocesadores presentes en los diferentes tipos de ECU automotriz deben ser de alta velocidad y fiabilidad, ya que están encargados de realizar toma de decisiones en tiempo real a velocidades impresionantes.

2.5.2 Memorias de la ECU

Una ECU al igual que una computadora tradicional, también contiene diferentes tipos de memoria que son fundamentales para el funcionamiento de los sistemas automotrices en este caso; la memoria RAM o memoria de acceso aleatorio, también está presente y se emplea para guardar de manera temporal los datos que están en proceso de ser manejados. mientras

que la memoria ROM o memoria solo de lectura es la encargada de contener el software y los programas preinstalados que facilitan el funcionamiento básico de la ECU (Crucial, 2024).

De esta manera, muchas ECU que incluyen memoria no volátil, como la memoria flash, que se usa para almacenar datos de diagnóstico y errores que se presentan durante el funcionamiento, mismos que pueden ser recuperados por un técnico de servicio capacitado.

2.5.3 Salida (Drivers)

Los drivers de salida son componentes que actúan como intermediarios entre la ECU y los dispositivos que controla (actuadores, relés, motores, etc.). Sus principales funciones son controlar dispositivos de alta potencia amplificando señales de bajo voltaje y corriente para operar actuadores, adaptar señales específicas (PWM, analógicas) según lo requieran los actuadores, y proteger los circuitos de sobrecalentamiento y cortocircuitos, (figura 7).

Figura 7

Driver de Salida de una ECU



Fuente: (Electronic Board, 2024)

La ECU en vehículos modernos, destaca su función clave en la coordinación de sistemas mediante redes como CAN bus, incluye componentes esenciales como fuentes de alimentación estables, protección térmica, ciberseguridad y algoritmos de control que optimizan la eficiencia y el rendimiento del vehículo.

A pesar de su diseño robusto, la ECU puede fallar debido a fluctuaciones en la alimentación eléctrica, errores en sensores, defectos de software, daños térmicos, conexiones deficientes y problemas de comunicación interna. Estas fallas pueden afectar el rendimiento del vehículo, sistemas críticos como el motor o los frenos, e incluso provocar la detención total del automóvil.

La ECU es fundamental para la operación eficiente y segura de los vehículos, pero requiere mantenimiento adecuado y soluciones rápidas a las posibles fallas para garantizar su funcionamiento óptimo.

2.6 Banco Probador de ECU

Los bancos de pruebas para computadoras automotrices son herramientas esenciales para diagnosticar y verificar el funcionamiento de las Unidades de Control Electrónico (ECU). Estos dispositivos permiten analizar el rendimiento de la ECU en un entorno controlado, simulando las señales y diversas condiciones que podría enfrentar dentro del vehículo (Enrique & Adrián, 2024).

Los bancos de pruebas en general son utilizados para realizar tanto pruebas de desarrollo como de diagnóstico, por eso existen diversos tipos de bancos de pruebas, cada uno diseñado para un propósito específico, este propósito puede ir desde simulaciones de condiciones reales hasta la validación de componentes individuales.

Estos elementos están diseñados para generar una réplica del comportamiento completo de un automóvil, de tal manera que estos sistemas puedan simular todas las condiciones del motor transmisión y demás sistemas presentes en el vehículo permitiendo que la ECU sea evaluada en un entorno controlado que se puede reproducir las veces que sea necesario, este tipo de bancos hoy se utiliza principalmente por los fabricantes y desarrolladores de las ECU automotrices, (figura 8).

Figura 8*Banco Probador de ECU*

Los bancos de pruebas diagnostican y evalúan el funcionamiento de la ECU en condiciones simuladas permiten identificar fallas, actualizar software y validar el rendimiento sin un vehículo en funcionamiento, los bancos de diagnóstico simulan señales de sensores para verificar respuestas y manejo de errores, los bancos climáticos prueban la resistencia de las ECU a temperaturas extremas, humedad y vibración.

Los probadores OBD-II leen códigos de falla desde el puerto de diagnóstico del vehículo, así como los bancos especializados evalúan una ECU fuera del vehículo bajo condiciones controladas y los probadores de programación reprograman y ajustan parámetros de las ECU; estas herramientas son fundamentales en el desarrollo y mantenimiento de las ECU, asegurando su fiabilidad y desempeño.

2.7 ECU del Vehículo Sail 1.4

Las especificaciones de la ECU del Chevrolet Sail pueden variar según el modelo y el año del vehículo. A continuación, se muestran las características.

- Modelo de ECU: GM E38.
- Tipo de ECU: Electrónica programable.
- Compatibilidad: Modelos de Chevrolet Sail a partir de 2015.

La ECU del Chevrolet Sail gestionan una diversidad de funciones entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Control de inyección de combustible.
- Gestión del encendido.
- Monitoreo de sensores (oxígeno, temperatura del motor, etc.).
- Diagnóstico a bordo (OBD II).
- Protocolos de comunicación

2.8 Datos del Fabricante

El Chevrolet Sail es un automóvil cuya producción ha estado a cargo de diferentes fabricantes a lo largo de su historia. Fue desarrollado originalmente por la compañía china SAIC (Shanghai Automotive Industry Corporation) en colaboración con General Motors (Redacción Motor - El Tiempo, 2012). La ECU (Unidad de Control de Motor) y otros componentes electrónicos pueden ser fabricados por diferentes proveedores, dependiendo del modelo y la región en la que se venda el vehículo.

Los principales fabricantes de ECU para vehículos como el Chevrolet Sail incluyen Bosch, proveedor global de sistemas electrónicos; Delphi, especializada en tecnología automotriz y controles electrónicos; Denso, fabricante japonés de ECU para diversas marcas; y Continental, proveedor internacional de soluciones electrónicas automotrices.

2.9 Partes Principales de un Banco Comprobador de ECU

2.9.1 Relés Electrónicos

Son dispositivos electromecánicos controlados electrónicamente, (figura 9), diseñados para abrir o cerrar el flujo de corriente en un circuito (Vegusa Maquinaria, 2023)

Figura 9*Relé Electrónico*

Fuente: (Vegusa Maquinaria, 2023)

2.9.2 Resistencias

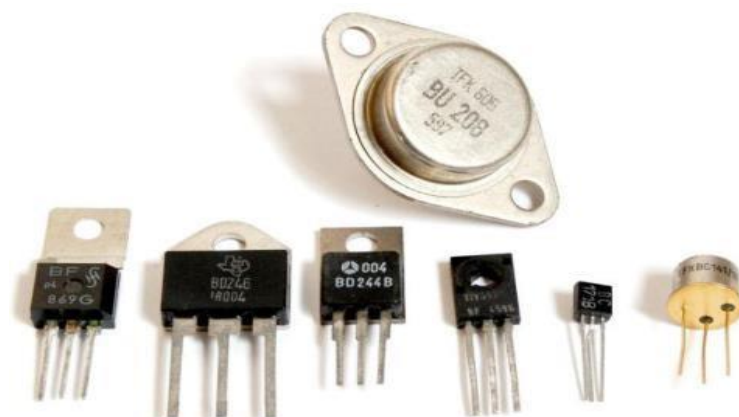
Componentes eléctricos que limitan y regulan la cantidad de corriente que atraviesa un circuito, (figura 10), protegiendo otros elementos o ajustando los niveles de energía (EuroInnova, 2024).

Figura 10*Resistencias*

Fuente: (EuroInnova, 2024)

2.9.3 Transistores

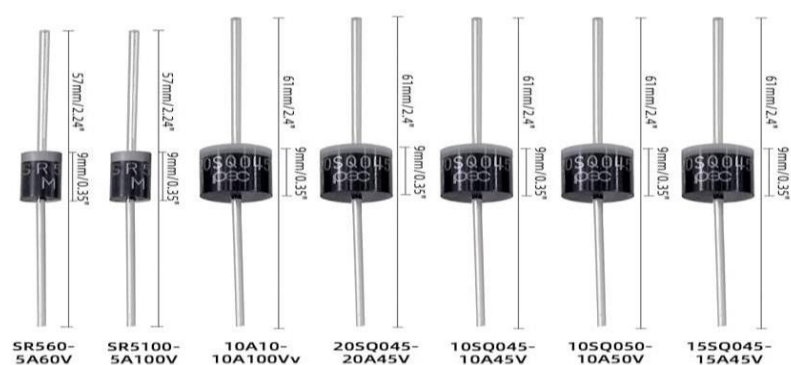
Son dispositivos semiconductores esenciales en los circuitos que funcionan como amplificadores de señales o interruptores electrónicos, (figura 11), (Electronic Board, 2024).

Figura 11*Transistores de Varios Tipos*

Fuente: (EuroInnova, 2024)

2.9.4 Diodos

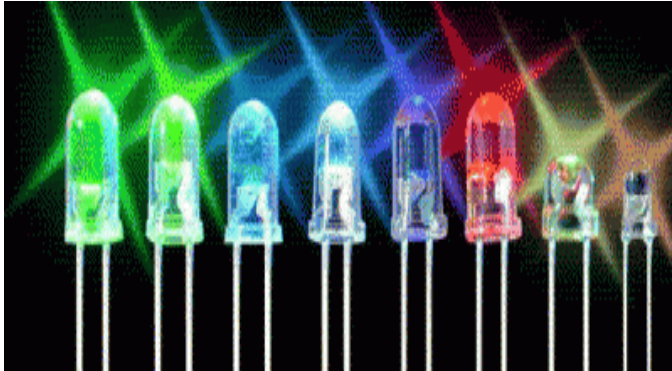
Elementos electrónicos que permiten el flujo de corriente en una sola dirección, utilizados para rectificar señales y proteger los circuitos eléctricos, (figura 12), (Fluke, 2024).

Figura 12*Diodos de Varios Tipos*

Fuente: (Fluke, 2024)

2.9.5 LED (Diodo Emisor de Luz)

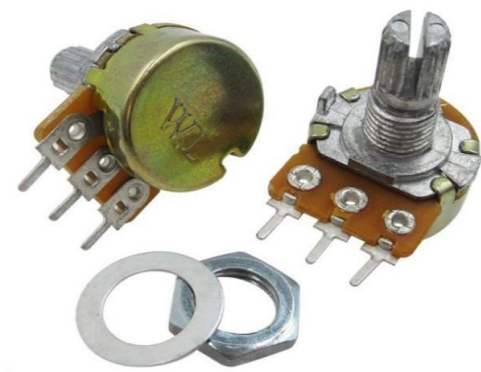
Un semiconductor que emite luz cuando la corriente fluye en una dirección específica, (figura 13) empleado frecuentemente en iluminación, señalización y pantallas (MRSEC Education Group, 2024).

Figura 13*Diodo Emisor de Luz*

Fuente: (MRSEC Education Group, 2024)

2.9.6 Potenciómetros

Resistencias variables que se ajustan manualmente para regular los niveles de corriente o voltaje en un circuito eléctrico, (figura 14), (TE Connectivity, 2024).

Figura 14*Potenciómetro*

Fuente: (EuroInnova, 2024)

2.9.7 Puente H

El puente H con el controlador L298N es un circuito diseñado para manejar la dirección y velocidad de motores de corriente continua o paso a paso. Además, el L298N incorpora características como protección térmica y diodos de rueda libre, siendo ampliamente utilizado en proyectos con microcontroladores como Arduino (figura 15), (TE Connectivity, 2024).

Figura 15

Puente H L298N



Fuente: (TE Connectivity, 2024)

2.9.8 Arduino

Plataforma basada en microcontroladores, de hardware y software libre, empleada para desarrollar proyectos electrónicos interactivos y automatización, (figura 16), (Fundación AquaE, 2020).

Figura 16

Arduino



Fuente: (Fundación AquaE, 2020)

2.9.9 Conector DB25

Un conector de 25 pines diseñado principalmente para comunicaciones paralelas y conexión de dispositivos como impresoras o computadoras, (figura 17), (JC Electro Innovación, 2024).

Figura 17

Conectores DB25



Fuente: (JC Electro Innivación, 2024)

Capítulo III

Verificación y Mantenimiento del Banco

3.1 Estado Actual de Banco Comprobador de ECU Tipo Arduino

El banco comprobador de es un dispositivo electrónico, que sirve para diagnosticar computadoras automotrices, la cual se conecta por entradas con conectores DB25 y de esta manera poder revisar señales de sensores y actuadores de la ECU.

Esta posee también un puerto OBDII, que permite escanear e interconectar módulos como BCM, IPDM, TCM, etc.

Su funcionamiento consiste en recoger las señales de la ECU conectada y verificar por medio de los indicadores LED si están llegando los pulsos de activación de los sensores y actuadores, para de esta manera determinar si están trabajando o no.

Para verificar si existe consumo al momento de conectar la computadora y verificar que enciende se debe de conectar el terminal de batería +30, corriente de suiches +15 y el terminal de negativo, con estas conexiones ya la ECU envía señal de la luz MIL con lo cual se verifica que está regulando, esto nos ayuda a seguir adelante con el banqueo porque la ECU está operativa.

Para su funcionamiento, es necesario que cuente con una alimentación de 12V, preferiblemente que provenga de una fuente regulada, con lo que se puede observar y controlar el consumo de voltaje y amperaje, una computadora en buenas condiciones debe presentar un consumo de máximo 300mA, ya que pasado este valor indicaría la presencia de un corto en alguno de sus componentes internos, si el consumo llegara a ser de apenas 100mA, se puede decir y prácticamente afirmar que la computadora está presentando un daño en su circuito fuente.

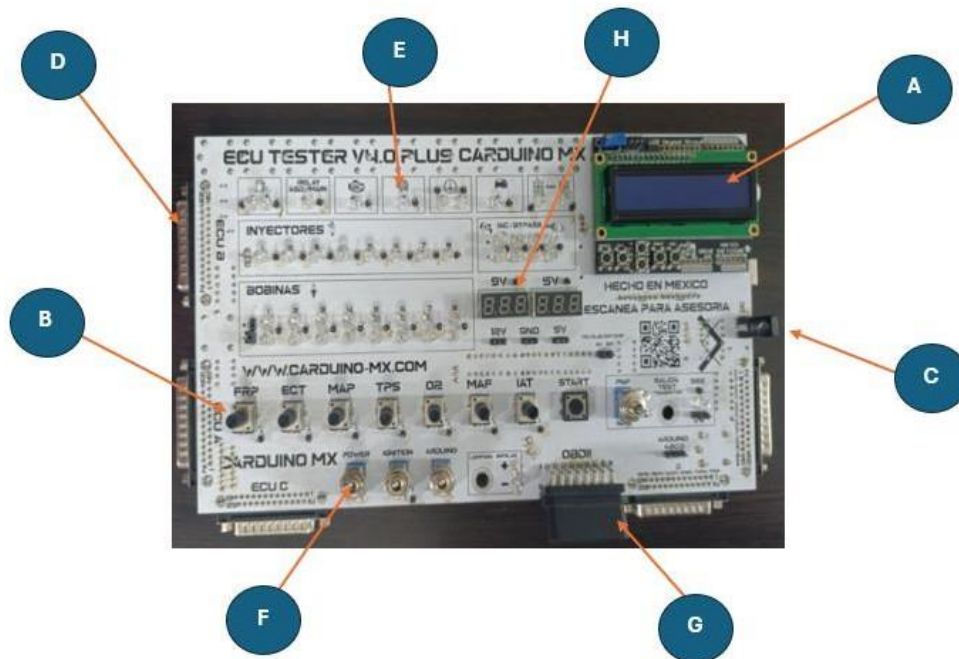
3.2 Partes del Banco Comprobador de ECU Tipo Arduino

La figura 18 se denota las partes del banco por letras las cuales se detallan a continuación:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| A. Arduino | E. LED |
| B. Potenciómetro | F. Switch de dos tiempos |
| C. Conector de alimentación 12V | G. Conector OBDII |
| D. Conector DB25 macho | |

Figura 18

Partes del Banco de Pruebas



Es importante señalar que dentro del circuito electrónico se encuentra el puente H, L298N el cual es un circuito integrado de 15 pines, que actúa como un controlador de puente completo, capaz de manejar altos voltajes y corrientes, diseñado además para aceptar señales lógicas y controlar cargas inductivas como relés, solenoides, motores de corriente continua.

3.3 Instalación de Cableado en el Conector DB25

El banco inicialmente no poseía el cableado para la conexión al conector DB25 macho, por lo que se procedió a realizar el cableado en los conectores DB25 hembra y tener un socket de conexión para cualquier ECU. Este procedimiento se llevó a cabo en los conectores macho DB25 del canal A, B. Si se desea usar los conectores C, D y E se debe seguir el mismo procedimiento. Esto se puede evidenciar en la tabla número 1 y se observa además la conexión de la ECU del Chevrolet Sail.

Tabla 1

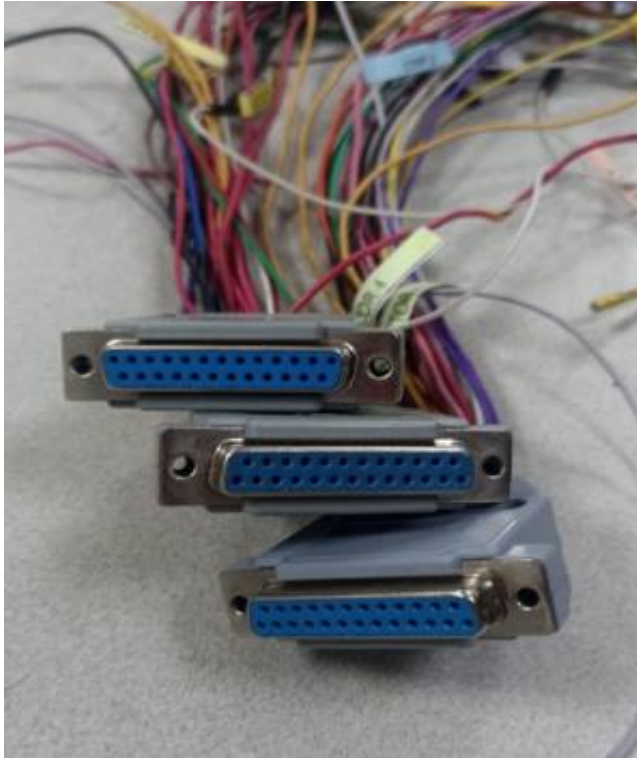
Pines de Conexión del Banco Arduino y ECU del Sail

CONECTOR DB25 (A)		ECU SAIL	CONECTOR DB25 (B)		ECU SAIL
PINES	SEÑALES	PINES	PINES	SEÑALES	PINES
1	INYECTOR 1	80	1	MAIN RELAY	94
2	INYECTOR 2	78	2	FAN LOW	52
3	INYECTOR 3	79	3	FAN HIGH	51
4	INYECTOR 4	81	4	ALTERNADOR	20
5	INYECTOR 5		5	MASA SENSORES 1	4
6	INYECTOR 6		6	5V A SENSORES	13
7	INYECTOR 7		7	9V A SENSORES	
8	INYECTOR 8		8	A IAC	49
9	CHECK ENG		9	I AC	
10	BOMBA +		10	C IAC	
11	CMP 2		11	D IAC	
12	SENSOR MAF	83	12	CKP	30
13	SENSOR FRP		13	CMP	5
14	BOBINA 1	26	14	NEGATIVO	27
15	BOBINA 2	3	15	NEGATIVO	28
16	BOBINA 3	2	16	NEGATIVO	29
17	BOBINA 4	1	17	BOMBA (-)	86
18	BOBINA 5		18	SENSOR ECT	39
19	BOBINA 6		19	SENSOR MAP	7
20	BOBINA 7		20	SENSOR TPS	32
21	BOBINA 8		21	MASA SENSORES 2	74
22	SENSOR O2		22	IGNICION 12V	48
23	SENSOR IAT		23	IGNICION 12V	47
24	SEÑAL START		24	BATERIA 12V	50
25	LED INMOV	21	25	BATERIA 12V	17-25

A continuación, se muestra el conector DB25 ya elaborado para conectar la ECU al banco probador Arduino, (figura 19), el cual se elaboró con el propósito de mejorar el bancheo de las computadoras al equipo, y evitar errores de conexión.

Figura 19

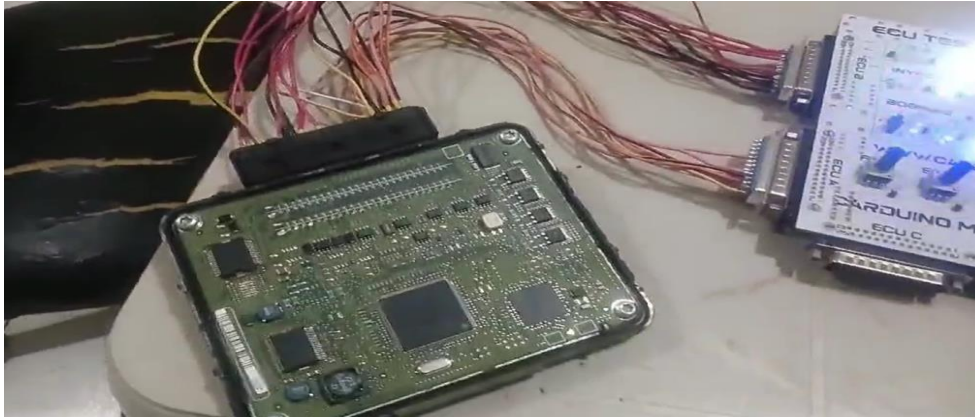
Conectores DB25 Hembra



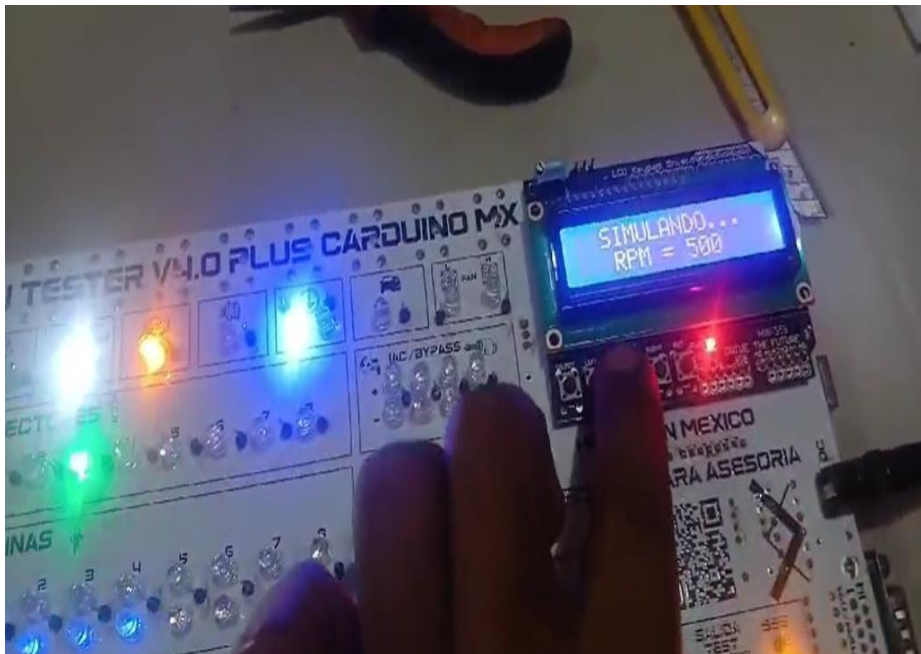
3.4 Conexión Inicial del Banco

Al momento de conectar los cables DB25 del Arduino con la ECU de un vehículo marca Chevrolet modelo Sail 1.4, se utilizó las conexiones principales como la entrada 12V, se empleó la ignición de 12V, se conectó a masa, se le dio la señal de la bomba de combustible, una señal de 5V para simular diferentes sensores según fue siendo requerido, así mismo se le dio señales como las de bobina CKP y CMP.

Todo esto con la finalidad de poder simular el funcionamiento del vehículo y realizar la prueba con la ECU mencionada con anterioridad, (figura 20).

Figura 20*Conexión Inicial del Banco de Pruebas*

Con la ECU conectada se constató que no había pulsos de bobina ni inyectores, también se constató que la señal de PWM no era la correcta para esta computadora, ya que trabaja con 60-2, (figura 21).

Figura 21*Análisis del Banco de Pruebas*

Se procedió a verificar componentes principales, como transistores como el TIC 126D, también los relevadores que son activados por señales que vienen de la ECU, se observó valores

normales hasta que se identificó un sobrecalentamiento en el puente H, pero el daño no era el L298N, entonces se siguió verificando las resistencias y líneas de salida.

3.5 Análisis de Causas de Fallo

Para determinar el origen del problema, se realizó un análisis exhaustivo, considerando las siguientes posibles causas:

3.6 Corto Circuito en las Señales de Sensores CKP y CMP

La señal de los sensores de árbol de levas y cigüeñal pueden haber presentado un cortocircuito interno o una conexión no adecuada, afectando las entradas al puente H.

3.7 Conexión Incorrecta o Defectuosa

La configuración de las entradas y salidas del L298N (Puente H), podría haber generado una retroalimentación no deseada, causando el sobrecalentamiento.

La corriente excesiva debido a salidas en corto podría haber excedido los límites del L298N, causando que el dispositivo disipe energía en forma de calor.

3.8 Configuración Incorrecta de Arduino

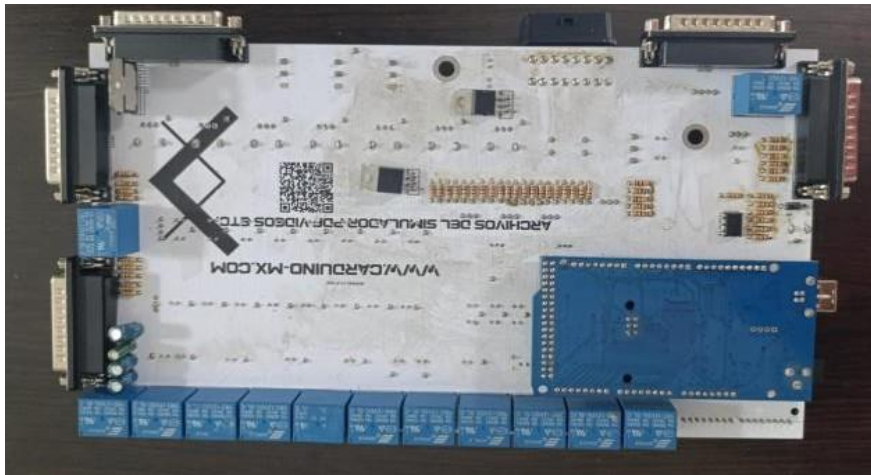
Una programación incorrecta podría haber activado simultáneamente las líneas de entrada del L298N, induciendo un cortocircuito interno, esto es porque el Arduino al no generar debidamente las señales con la que trabaja la ECU del Chevrolet Sail (60 – 2) la computadora no puede arrancar y genera resistencia en circuito interno del Arduino.

3.9 Mantenimiento del Equipo

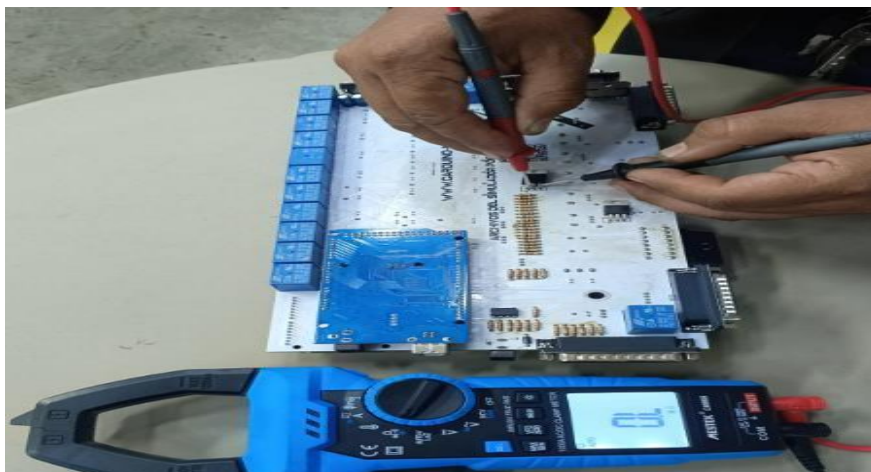
Se desarrolló un enfoque metodológico para identificar la causa principal del problema:

3.9.1 Inspección Física

Se revisaron los cables y conectores en busca de cortos visibles o daños físicos en los componentes, (figura 22), y se verificó que la ECU fue conectada con cables jumpers, lo cual pudo ocasionar un error en las conexiones.

Figura 22*Inspección Física***3.9.2 Medición de Tensiones**

Se utilizó un multímetro para medir las tensiones de entrada y salida del puente H y los sensores, verificando desviaciones respecto a los valores nominales. Se verificó una caída de tensión en el componente, (figura 23).

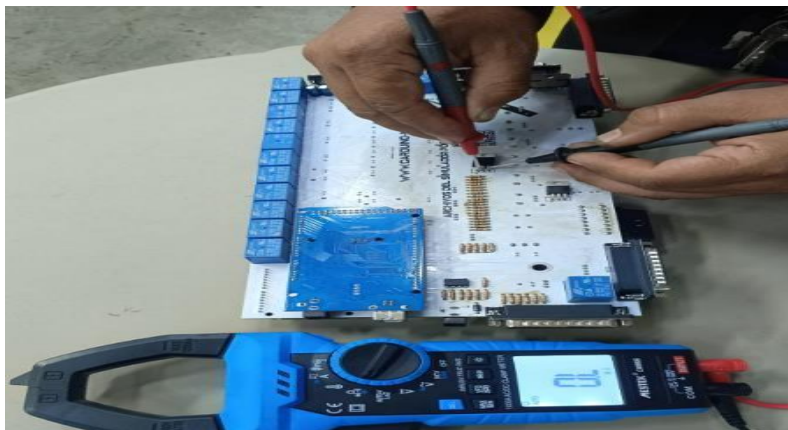
Figura 23*Medición de Tensiones***3.9.3 Prueba Aislada del Puente H**

Se desconectaron las salidas del L298N para determinar si el sobrecalentamiento persistía, confirmando si el problema era interno o externo al puente H, (figura 24).

Figura 24*Prueba del Puente H*

3.9.4 Prueba de Componentes

Se evaluaron individualmente los transistores, (Drivers), (figura 25), y los componentes del circuito para determinar si algún elemento estaba defectuoso.

Figura 25*Prueba de Componentes*

Con base en el diagnóstico, se implementaron las siguientes acciones correctivas.

3.9.5 Reemplazo del Componente

– *Desoldar*

Se desolda el componente averiado, que fue el puente H, el cual sufrió avería debido al corto, también dos resistencias de 10K, este procedimiento se efectúa con una fuente de calor

con una temperatura aproximada a los 400°C , para esto se recomienda cambiar a una soldadura de menor temperatura y así evitar que la placa se sobrecaliente, (figura 26).

Figura 26

Extracción de Componente

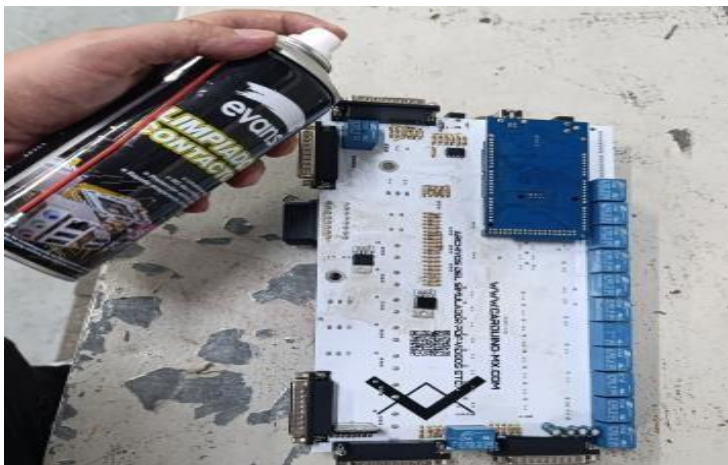


– *Limpieza de Placa*

Se limpia la placa con limpiador de contacto electrónico, (figura 27), quitando la soldadura usada, en este paso se utiliza un cepillo de cerdas suaves, para luego colocar el componente nuevo.

Figura 27

Limpieza con Limpia Contacto Electrónico



– *Suelda de Componentes*

Se procede a colocar los componentes, (figura 28), con estaño al 60%, y también se vuelve a limpiar con limpia contacto electrónico. Para este tipo de trabajo es

preferible utilizar equipos profesionales como una fuente digital de calor regulable, (figura 29), debido a que muchos componentes en la tarjeta electrónica vienen fijados con diferentes tipos de soldaduras, y se funden a diferentes temperaturas.

Figura 28

Componente L298N



Figura 29

Soldadura con Fuente de Calor



3.9.6 Comprobaciones Finales

Se realizaron pruebas funcionales del testar con la ECU del Chevrolet Sail, para validar que el sistema operaba correctamente y que el sobrecalentamiento había sido resuelto.

Tras implementar las soluciones, el banco probador de ECU volvió a operar de manera estable, sin experimentar sobrecalentamiento en las salidas del L298N, que se mantuvieron en 12V conforme a las especificaciones.

– *Prueba 1: Estabilidad de la Tensión de Salida*

Se midieron las tensiones de salida del puente H en diferentes condiciones operativas, tal como muestra la tabla 2.

Tabla 2

Prueba de Tensión de Salida

Condición	Tensión Esperada (V)	Tensión Observada (V)
Operación en reposo	12	12.1
Simulación activa	12	12.05
Carga máxima	12	11.95

Las desviaciones observadas estuvieron dentro del margen de tolerancia ($\pm 0.2V$), lo que confirma la estabilidad del circuito tras las mejoras implementadas.

– *Prueba 2: Temperatura del Puente H*

Se monitoreo la temperatura del puente H durante 30 minutos de operación continua, como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3

Prueba de Temperatura del puente H

Tiempo (min)	Temperatura Antes (°C)	Temperatura Después (°C)
5	50	38
15	70	45
30	85	50

Los resultados evidencian una reducción significativa del sobrecalentamiento, manteniendo la temperatura dentro de los límites seguros para el L298N.

Capítulo IV

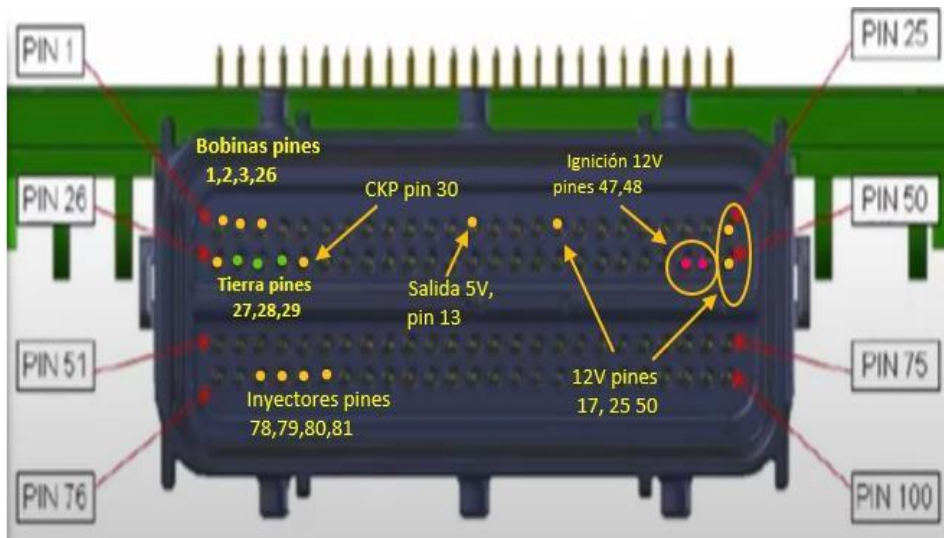
Procedimiento de Uso Correcto del Equipo Arduino

4.1 Verificación del Pin Out del Vehículo y Conexión al Banco

Se procede a verificar el pin out de la ECU, observando cada uno de los pines que se van a utilizar para el banqueo de la computadora, (figura 30).

Figura 30

Verificación y Conexión de Pines de la ECU



Como se muestra a continuación, la conexión de los pines se comienza a colocar en la computadora cada cable, verificando el buen estado de los pines, (figura 31).

Figura 31

Conexión de Pines de la ECU.



4.2 Conexión de Voltaje del Banco con Fuente Regulable

Es muy importante conectar el Banco Arduino a una fuente regulable, de esta manera se puede regular el voltaje y la corriente que se va a utilizar para el banqueo, y así evitar un daño en el equipo, sea por computadora en mal estado o algún cortocircuito provocado al momento de la conexión.

Para esto se regula la fuente con 12,6V, con la perilla de voltaje, y se regula a 600mA con la perilla de amperaje, al momento de encender el equipo, la fuente mostrara el consumo del equipo y de la ECU conectada, (figura 32).

Figura 32

Fuente Regulable



4.3 Activación de Botón de Encendido de Arduino

Una vez conectada la ECU al banco Arduino, se procede a encender el interruptor que alimenta la placa del Arduino, en este momento se muestra la pantalla con las marcas previamente programadas y el display digital de 5V, muestra cero consumos, (figura 33).

Figura 33*Encendido del Arduino*

4.4 Activación de Botón de Encendido ECU

Se enciende el lado del banco que da energía a la ECU, 12V de ignición y 12V +, y se puede ver que ya existe un voltaje que debe llegar a 5V, los cuales indica que la computadora encendió, y el regulador está trabajando sin necesidad de poner a funcionar el equipo completamente, (figura 34).

Figura 34*Accionamiento de Corriente para el Banco*

4.5 Activación CKP, CMP y Revoluciones

Para que la ECU comience a funcionar completamente, se necesita seleccionar en el Arduino, la marca y el modelo de vehículo, seleccionando así la salida correcta de señales CKP y CMP, para un correcto funcionamiento de la computadora con el banco de prueba, para esto se hace uso de los botones pulsadores marcados en el recuadro del Arduino, (figura 35).

Figura 35

Selección de marca y modelo en Arduino

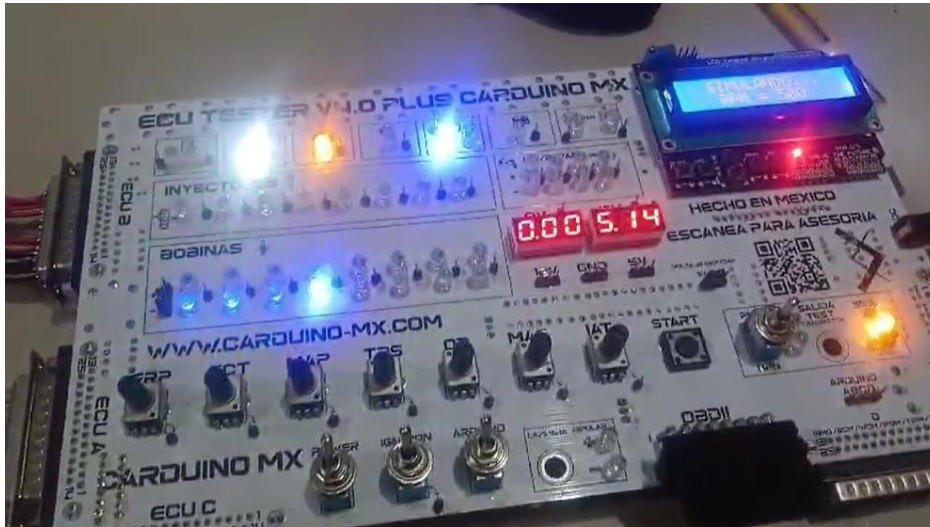


4.6 Comprobación de Funcionamiento de Señales de Bobinas e Inyectores

Se comprueba el estado del banco comprobador, con la conexión de la ECU del Sail, verificando su funcionamiento normal sin calentarse la placa y respondiendo a los diferentes controles, se puede apreciar el encendido de luces de inyectores y bobinas trabajando de manera normal, así como el voltaje de referencia de 5V, indicando que la ECU está regulando y funcionando de manera correcta, (figura 36).

Figura 36

Conexión de la ECU al Banco Post-Mantenimiento



4.7 Análisis Final de Mantenimiento y Funcionamiento del Equipo

El problema fue identificado como un corto circuito externo al puente H, causado por líneas defectuosas de los sensores CKP y CMP, la implementación de las medidas correctivas mejoró la fiabilidad del sistema, previniendo problemas futuros y asegurando su funcionalidad en entornos de diagnóstico automotriz.

Los resultados obtenidos demuestran que las medidas correctivas fueron efectivas para resolver los problemas identificados en el tester de ECU. La estabilidad de tensión, la reducción de temperatura y la mejora en el diagnóstico de las ECU confirman la funcionalidad y fiabilidad del sistema.

Además, la implementación de resistencias limitadoras y diodos de protección no solo resolvió el problema técnico inmediato, sino que también aumentó la durabilidad y robustez del dispositivo.

4.8 Plan de Mantenimiento

Tabla 4

Plan de Mantenimiento Preventivo para Banco de Pruebas Automotriz

Código	Actividad de Mantenimiento	Frecuencia (Meses)	Descripción	Herramientas y Equipos	Responsable	Justificación de Frecuencia
MNT-AT-001	Inspección visual y estructural	1	Verificación del estado físico del banco, cableado, conectores DB25 y OBD-II.	Linterna, lupa, destornilladores	Técnico Automotriz	Mensual: Las conexiones y componentes físicos pueden sufrir desgaste o daño por vibraciones, exposición a calor o manipulación frecuente. Requiere inspección regular.
MNT-AT-002	Limpieza de contactos eléctricos y PCB	2	Eliminación de polvo, residuos de soldadura y corrosión en componentes electrónicos.	Aire comprimido, limpiador dieléctrico	Técnico Automotriz	Cada 2 meses: La acumulación de polvo y residuos puede afectar la conductividad de los componentes, provocando fallas. La limpieza cada dos meses es ideal para prevenir.
MNT-AT-003	Revisión y ajuste de conexiones DB25 y OBD-II	3	Comprobación del ajuste correcto de los conectores para evitar falsos contactos.	Multímetro, extractor de pines	Técnico Automotriz	Cada 3 meses: Los conectores DB25 y OBD-II pueden aflojarse por el uso continuo. Un ajuste periódico asegura la correcta transmisión de señales.
MNT-AT-004	Verificación de alimentación y consumo de corriente	3	Medición de voltajes de entrada y salida de la ECU y del banco comprobador.	Multímetro digital, pinzas amperimétricas	Técnico Automotriz	Cada 3 meses: Para verificar que el banco está suministrando y recibiendo la correcta cantidad de energía, evitando sobrecarga o fallos de funcionamiento.
MNT-AT-005	Control térmico del puente H (L298N)	3	Monitoreo de temperatura para evitar sobrecalentamiento en el puente H.	Cámara térmica, termómetro infrarrojo	Técnico Automotriz	Cada 3 meses: El puente H es susceptible al sobrecalentamiento, especialmente en pruebas

Código	Actividad de Mantenimiento	Frecuencia (Meses)	Descripción	Herramientas y Equipos	Responsable	Justificación de Frecuencia
MNT-AT-006	Diagnóstico de señales de sensores CKP y CMP	6	Evaluación de la generación de señales de referencia para sincronización en la ECU.	Osciloscopio automotriz, software de diagnóstico	Ingeniero Automotriz	prolongadas. Verificar su temperatura con regularidad es esencial para evitar daños. Cada 6 meses: Las señales CKP y CMP son fundamentales para la sincronización del encendido en la ECU. La evaluación semestral asegura que los sensores sigan generando correctamente.
MNT-AT-007	Actualización y reprogramación de Arduino	6	Instalación de firmware actualizado para mejorar compatibilidad con ECUs modernas.	Computadora, software Arduino IDE	Ingeniero Automotriz	Cada 6 meses: Las actualizaciones son necesarias para asegurar la compatibilidad de nuevas ECUs y mantener la eficiencia del sistema.
MNT-AT-008	Evaluación de componentes electrónicos	12	Prueba de continuidad, verificación de resistencia y detección de fallos en resistencias y relés.	Multímetro, estación de soldadura	Ingeniero Automotriz	Anual: Las fallas en los componentes electrónicos son menos frecuentes, pero pueden afectar el funcionamiento del banco de pruebas. Un chequeo anual ayuda a detectar cualquier desgaste o daño.
MNT-AT-009	Calibración y ajuste del banco comprobador	12	Validación de precisión en medición de señales y ajuste de parámetros.	Multímetro, osciloscopio, patrón de referencia	Ingeniero de Mantenimiento	Anual: La calibración y ajuste periódicos aseguran que el banco siga brindando mediciones precisas. Este procedimiento es clave para mantener la fiabilidad a lo largo del año.

Conclusiones

El desarrollo de un banco comprobador de unidades de control electrónico (ECU) basado en tecnología Arduino supone un importante progreso en los procesos de diagnóstico y mantenimiento de sistemas automotrices. Este dispositivo facilita la ejecución de pruebas funcionales de manera eficiente y precisa, lo que contribuye a mejorar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo en los talleres mecánicos.

La incorporación de microprocesadores, relés, señales PWM y otros elementos electrónicos permite simular de forma precisa las condiciones reales de funcionamiento de las ECU, esto facilita la detección temprana de fallos, como sobrecalentamientos o cortocircuitos, y reduce significativamente el tiempo y los costos relacionados con el diagnóstico de problemas.

Asimismo, el banco comprobador estandariza los procedimientos de prueba y aumenta la eficiencia en las tareas de mantenimiento, promoviendo un enfoque más profesional y sostenible en el ámbito automotriz. En definitiva, esta herramienta no solo responde a las demandas actuales de los talleres, sino que también sienta las bases para futuras innovaciones tecnológicas orientadas a la optimización de recursos en el sector automotriz.

Recomendaciones

Se recomienda integrar módulos adicionales que permitan realizar diagnósticos de ECU para una mayor variedad de marcas y modelos de vehículos. Esto garantizaría una mayor versatilidad y ampliaría el alcance de esta herramienta, haciéndola más útil para diferentes talleres mecánicos.

Es fundamental brindar formación técnica a los usuarios del banco comprobador, enfocándose en el manejo del dispositivo, la interpretación de las señales simuladas y la resolución de problemas. Esto garantizará que los mecánicos puedan aprovechar al máximo las capacidades de la herramienta y realizar diagnósticos más precisos.

Se sugiere desarrollar un plan de actualización para el banco comprobador, permitiendo incorporar nuevas funciones y adaptarse a los avances tecnológicos en el sector automotriz. Además, priorizar el uso de componentes electrónicos de bajo consumo y materiales reciclables promoverá un enfoque más sostenible en su diseño y operación.

Bibliografía

JC Electro Innivación. (2024). *¿Qué es un conector DB25?* Obtenido de <https://jcelectrinno.pe/que-es-un-conector-db25/>

7.3 A 28nm embedded (01 de 02 de 2015). *SG-MONOS flash macro for automotive achieving 200MHz read operation and 2.0MB/S write throughput at Ti, of 170°C.* Obtenido de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7062961>

AutoAvance. (08 de 09 de 2020). *Tips para Reprogramar ECU.* Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/119-tips-para-reprogramar-la-ecu-con-j2534/>

Autofact. (22 de 12 de 2024). *Este contenido pertenece a Autofact. Queda expresamente prohibido copiarlo o explotarlo en cualquier forma que no esté explícitamente exceptuada por la ley y convenios internacionales vigentes sobre propiedad intelectual.* <https://www.autofact.cl/blog/mi-a>. Obtenido de <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/mantencion/ecu>

Crucial. (2024). *Memoria volátil y no volátil.* Obtenido de <https://www.crucial.mx/articles/about-memory/what-is-the-difference-between-ram-and-rom#:~:text=La%20RAM%20es%20la%20memoria,Obtenga%20m%C3%A1s%20informaci%C3%B3n%20sobre%20RAM>.

Cursos00. (05 de 02 de 2024). *Mantenimiento de equipos electrónicos.* Obtenido de <https://cursos00.com/blog-mantenimiento-de-equipos-electronicos-2/>

Electronic Board. (2024). *Componentes electrónicos: Los más utilizados.* Obtenido de <https://www.electronicboard.es/componentes-electronicos-los-mas-utilizados/#Transistores>

- Enrique, R. V., & Adrián, A. N. (2024). *Implementación de un Banco de Pruebas para Validar Circuitos de Módulo de Control Electrónico de Vehículos Livianos*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/6920/1/UIDE-G-TMA-2024-71.pdf>
- EuroInnova. (2024). *Todos los componentes de un circuito eléctrico*. Obtenido de <https://www.euroinnova.com/profesiones-y-oficios/articulos/componentes-de-un-circuito-electrico>
- Fluke. (2024). *¿Qué es un diodo?* Obtenido de <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/electrica/que-es-un-diodo#:~:text=Un%20diodo%20es%20un%20dispositivo,fluir%20en%20la%20direccion%20opuesta>.
- Fundación AquaE. (30 de 10 de 2020). *¿Sabes qué es un Arduino y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/sabes-arduino-sirve/>
- IBM. (2024). Obtenido de *¿Qué es el mantenimiento preventivo?*: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance>
- KIA. (05 de 12 de 2020). *¿Qué es una computadora automotriz y para qué sirve?* . Obtenido de <https://www.kia.com/pe/util/news/que-es-computadora-automotriz-funciones.html>
- MRSEC Education Group. (2024). *LEDs (diodo emisor de luz)*. Obtenido de <https://education.mrsec.wisc.edu/leds/>
- Noroña, M. (s.f.). *Restitución de Baterías de Vehículos Híbridos Y Eléctricos Mediante un Proceso de Regeneración Eléctrica*. Obtenido de *Restitución de Baterías de Vehículos Híbridos Y Eléctricos Mediante un Proceso de Regeneración Eléctrica* <http://dyac.uazuay.edu.ec/frontend/web/index.php/site/coleccionview?id=110>

Redacción Motor - El tiempo. (28 de 05 de 2012). *Chevrolet traerá de China el nuevo sedán compacto Sail*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-11899523>

Recambios confianza 29 de 02 de 2024). *La ECU, el 'cerebro' de la gestión del motor*. Obtenido de <https://www.recambiosdeconfianza.com/nota-126/ecu-gestion-motor>

Stel Order. (26 de 09 de 2024). *Mantenimiento correctivo*. Obtenido de <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-correctivo/>

TE Connectivity. (2024). *Control de la corriente o el voltaje*. Obtenido de <https://www.te.com/es/products/passive-components/resistors/intersection/variable-resistors.html>

Vegusa Maquinaria. (06 de 10 de 2023). Obtenido de ¿Cómo funciona un relevador o relé?: <https://www.vegusamaquinaria.com.mx/blog/como-funciona-un-relevador-o-rele>

Anexo

