



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS

Trabajo de fin de Carrera titulado:

Diseño y Construcción de un Circuito Electrónico para la Evaluación del Funcionamiento del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP) en el vehículo Renault Logan Crossover con Motor H4M

Realizado por:

Cristian Mauricio Morillo Coello

Director del proyecto:

Ing. María Gabriela Mancheno Falconi Msc

Como requisito para la obtención del título de:

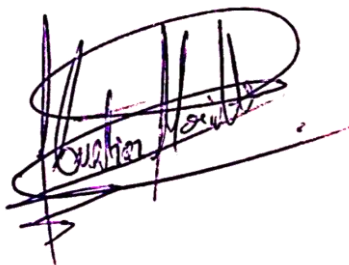
INGENIERO AUTOMOTRIZ

QUITO, 19 de febrero del 2026

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Cristian Mauricio Morillo Coello, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1722773494, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Cristian Mauricio Morillo Coello

C.I.: 1722773494

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

María Gabriela Mancheno

Master

LOS PROFESORES INFORMANTES:

EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO

DIANA BELEN PERALTA ZURITA

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa
oral ante el tribunal examinador.

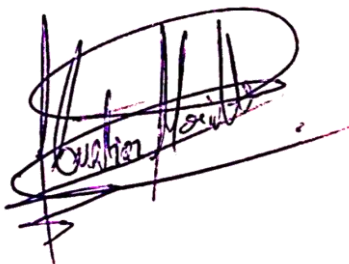
Ing. EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO

Ing. DIANA BELEN PERALTA ZURITA

Quito, 19 de Febrero de 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Cristian Morillo', is enclosed within a large, loopy oval. Below the oval, there are several horizontal and diagonal strokes, possibly indicating a date or additional text that is not legible.

Cristian Mauricio Morillo Coello

C.I.: 1722773494

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi madre por todo el esfuerzo, tiempo y cariño en todo este tiempo de estudio, a mi hermano y toda mi familia por el apoyo que me han dado.

Resumen

El presente trabajo se desarrolla en el área de la electrónica automotriz, específicamente en el diagnóstico del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP), componentes fundamentales en el control del sistema de aceleración en vehículos modernos. El objetivo general fue diseñar e implementar un circuito electrónico que permita comprobar el funcionamiento del ETB y del APP en un Renault Logan Crossover con motor H4M, como alternativa a las herramientas tradicionales de diagnóstico. Metodológicamente, la investigación se desarrolló en tres fases: análisis y planificación del sistema, diseño e implementación del circuito electrónico, y validación experimental mediante pruebas en condiciones controladas, integrando el prototipo al sistema de aceleración del vehículo para captar y procesar las señales en tiempo real. Los resultados demostraron que el dispositivo funciona de manera estable y confiable, permitiendo visualizar, analizar y verificar las señales eléctricas con precisión, facilitando la detección de fallas y reduciendo el tiempo de diagnóstico. Se concluye que el sistema propuesto constituye una herramienta técnica viable y de bajo costo que puede mejorar la eficiencia del servicio automotriz y servir como recurso didáctico en la formación técnica especializada.

Palabras clave: 1. Diagnóstico ETB, 2. Diagnostico APP, 3. Diagnóstico Automotriz, 4. Circuito electrónico, 5. Renault Logan Crossover.

Abstract

This research is developed in the field of automotive electronics, specifically in the diagnosis of the Electronic Throttle Body (ETB) and the Accelerator Pedal Position (APP), which are essential components in modern vehicle acceleration control systems. The general objective was to design and implement an electronic circuit capable of verifying the proper operation of the ETB and APP in a Renault Logan Crossover equipped with an H4M engine, as an alternative to traditional diagnostic tools. Methodologically, the study was carried out in three phases: system analysis and planning, electronic circuit design and implementation, and experimental validation through controlled testing. The prototype was integrated into the vehicle's acceleration system to capture and process signals in real time. The results demonstrated that the device operates in a stable and reliable manner, allowing accurate visualization and analysis of electrical signals, facilitating fault detection and reducing diagnostic time. It is concluded that the proposed system represents a technically viable and low-cost tool that can improve efficiency in automotive service processes and serve as a didactic resource in technical education.

Keywords: 1. ETB Diagnosis, 2. APP Diagnosis, 3. Automotive Diagnosis, 4. Electronic circuit, 5. Renault Logan Crossover.

Índice de contenidos

Introducción	1
Antecedentes	2
Objetivos:	7
Objetivo general:	7
Objetivos específicos:	7
Hipótesis:	8
Estado del arte	8
Metodología	22
Resultados	57
Conclusiones	77
Recomendaciones	79
Lista de referencias	81
Anexos	82

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de señales entre vehículos de prueba 1 y vehículo de prueba 2 de los sensores TPS..	54
Tabla 2. Comparación de señales entre vehículos de prueba 1 y vehículo de prueba 2 de los sensores APP.....	55
Tabla 3 Comparación de señales TPS entre vehículo de prueba 1, vehículo de prueba 2 y la placa diseñada.....	58
Tabla 4. Comparación de señales APP entre vehículo de prueba 1, vehículo de prueba 2 y la placa diseñada.....	63
Tabla 5. Comparación de instrumentos de medición utilizados en el diagnóstico del ETB.....	72

Índice de figuras

Figura 1.Motor DC ETB	11
Figura 2. Sensores de posición 1 y 2.....	12
Figura 3.Gráfico de características TPS.....	13
Figura 4.Control electrónico del ETB.....	14
Figura 5. Resorte de retorno aleta de aceleración	15
Figura 6.Pedal de aceleración electrónico	16
Figura 7.Sensores de posición pedal de acelerador	17
Figura 8. Señal sensores pedal de aceleración	18
Figura 9 Diagrama de flujo de metodología	26
Figura 10. Regulador LM7805	27
Figura 11.Conexión reguladora LM7805	28
Figura 12. Diagrama pines Transistor BDX54c	28
Figura 13. Flujo de corriente en el transistor LM7805	30
Figura 14.Flujo de corriente sin contar con la base	31
Figura 15.Implementación del transistor de potencia BDX54C y resistencia	31

	12
Figura 16.Suma de corrientes LM7805 y BDX54C	32
Figura 17.Gráfico desaturación de voltaje y corriente del colector	33
Figura 18.Simulación del circuito.....	36
Figura 19. Código de programación para PWM.....	37
Figura 20. Declaración de pines de entradas y salidas.....	38
Figura 21.Sensor de amperaje	38
Figura 22 .Código para la lectura del amperaje	39
Figura 23.Comprobación voltaje de entrada al Arduino.....	40
Figura 24.Comprobación voltaje de entrada hacia el Arduino	40
Figura 25.Prueba en el cuerpo de aceleración	41
Figura 26. Prueba en el cuerpo de aceleración	42
Figura 27. Prueba lectura de datos pantalla tft.....	43
Figura 28.Menús principales.....	43
Figura 29.Datos en el menú cuerpo de aceleración	44
Figura 30. Diagrama eléctrico regulador de voltaje.....	44
Figura 31.Esquemático con la ruta de las pistas	45
Figura 32.Modelado 3D regulador de voltaje	46
Figura 33.Diagrama eléctrico circuito control motor ETB.....	46
Figura 34.Ruteo de pistas para el modelado 3D	48
Figura 35.Modelado 3D circuito control ETB.....	48
Figura 36.Cruce de señales	50
Figura 37.Datos del ETB a una apertura del 15%	51
Figura 38.Ejemplo de datos tomados desde la placa	572

	13
Figura 39. Comparativa de señales	53
Figura 40. Ejemplo de datos tomados desde la placa.....	57
Figura 41. Comparativa de señales TPS1.....	60
Figura 42. Comparativa de señales TPS2.....	62
Figura 43. Comparativa de señales APP1.....	65
Figura 44. Comparativa de señales APP2.....	67

Índice de anexos

Anexo 1. Silicio complementario	82
Anexo 2. Motor control de acelerador	83
Anexo 3. P0122.....	85
Anexo 4. Características eléctricas	85
Anexo 5. International rectifier.....	88
Anexo 6. Toma de señales con escáner	88
Anexo 7. datos desde la placa	92

Introducción

En la industria automotriz, los sistemas electrónicos han tomado un papel fundamental en el control y la gestión de diferentes componentes del vehículo, incrementando la seguridad, eficiencia y comodidad de la conducción, según Argüello (2023), el Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP) son elementos clave en la regulación del sistema de aceleración del motor, permitiendo una respuesta precisa y controlada.

No obstante, el diagnóstico automotriz se realiza mediante diversas herramientas, pero ninguna especializada en el ETB y APP, lo que hace que su evaluación resulte compleja debido a la precisión y rapidez que requieren para garantizar un funcionamiento adecuado, como se observa en el trabajo de Paredes (2023), la ausencia de herramientas especializadas dificulta la detección oportuna de fallas en estos sistemas, de manera similar Aguilar (2024), señala que la falta de equipos específicos limita la capacidad de los técnicos para realizar un diagnóstico preciso, resaltando la necesidad de herramientas especializadas en la verificación de estos componentes.

Este análisis se centra en el desarrollo de un circuito electrónico que permita la evaluación y diagnóstico del ETB y APP en el Renault Logan Crossover H4M. Ya que este sistema afecta directamente el rendimiento del motor y la experiencia de conducción, este sistema necesita de un diagnóstico especializado que, además de la seguridad, ayude a mejorar el tiempo de diagnóstico y precisión del mismo. Esta herramienta también

funciona como una guía en la formación de alumnos centrados en el ámbito automotriz, facilitando el aprendizaje en electrónica aplicada.

Antecedentes

El avance de sistemas mecánicos hacia sistemas electrónicos controlados por la computadora de motor nos ha ayudado a tener una mejor eficiencia en el control de mezcla de aire combustible, la seguridad y la sostenibilidad ecológica en los últimos años. Uno de los sistemas que se destaca es el Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB, por sus siglas en inglés) junto con el Pedal de Aceleración Electrónico (APP, por su sigla en inglés), que controlan la gestión del motor y la operación del vehículo. Estos sistemas han reemplazado a los antiguos sistemas de aceleración mecánicos, lo que permite un control más preciso y efectivo del flujo de aire hacia el motor (Cortez, 2024).

En vehículos modernos es común encontrar sistemas ETB y APP, donde su correcto funcionamiento es importante para la estabilidad operativa y el consumo de combustible. Sin embargo, diagnosticar fallas en estos sistemas es complejo debido a la delicadeza de los componentes electrónicos y su sensibilidad a ciertas condiciones. Sandoval y Brito (2019) señalaron que analizar los síntomas de fallo en los componentes electrónicos del acelerador es fundamental para comprender los fallos del sistema. Por el contrario, Semblantes (2024) estudió los parámetros controlados del ETB y argumentó que se necesita una supervisión precisa durante la operación del APP.

Los métodos utilizados para evaluar los sistemas ETB y APP siguen presentando limitaciones. El diagnóstico para motores suele basarse en herramientas de escaneo genéricas, que proporcionan códigos de falla genéricos a través de OBD-II,

desafortunadamente, no hay forma de evaluar el comportamiento del sistema de control electrónico del acelerador en tiempo real o con detalle. Además de OBD-II, los técnicos suelen recurrir a Multímetros, Osciloscopios y Amperímetros para realizar mediciones directas en los componentes de los sistemas ETB y APP.

El multímetro permite medir voltajes, corrientes y resistencias dentro de los circuitos, siendo útil para verificar la presencia de señales eléctricas. Sin embargo, según Martínez y Gómez (2020), su capacidad para evaluar el comportamiento dinámico del sistema es limitada, ya que no permite captar variaciones rápidas ni la interacción simultánea entre los componentes.

Usando el osciloscopio, se pueden verificar las señales eléctricas de los sensores del pedal de aceleración (posición) y del cuerpo de aceleración (visual) monitoreando sus ondas. No obstante, mientras esta herramienta brinda una riqueza de detalles sobre las señales de los sensores, permite únicamente un análisis visual. López (2018), señala que aun cuando esta herramienta es útil, el osciloscopio sigue siendo estático, es decir, no permite evaluar la respuesta del sistema bajo condiciones operativas dinámicas como lo es la aceleración o la carga del motor.

El amperímetro permite medir en tiempo real la circulación de corriente en los distintos circuitos, siendo por consiguiente útil para determinar si hay fallas en los actuadores del cuerpo de aceleración, no obstante, el amperímetro al igual que el

multímetro, carece de la posibilidad de interactuar con los sistemas ETB y APP, y es por eso que resulta sobremanera limitado en el diagnóstico de fallas complejas (Ramírez 2021).

En conjunto, estos componentes individuales sirven para proporcionar mediciones adecuadas, aunque, como señala Torres (2022), los sistemas de diagnóstico tradicionales son fundamentalmente incapaces de evaluar la interacción exacta entre ETB y APP dentro de condiciones operativas realistas (como durante cambios de velocidad del motor o cuando el motor está bajo carga).

En ausencia de herramientas de diagnóstico especializadas, los técnicos recurren a métodos empíricos, como observar la falla sintomática del rendimiento del vehículo y tratar de encontrar correlaciones entre los datos de los sensores y los puntos de referencia definidos. Estos enfoques pueden proporcionar indicios sobre los problemas existentes, pero las posibilidades de ser precisos son bajas y dependen en gran medida de las habilidades del técnico.

Este trabajo busca crear un circuito electrónico capaz de monitorizar de manera precisa y en tiempo real estos sistemas para el Renault Logan Crossover H4M.

Planteamiento del Problema

El aumento del uso de sistemas electrónicos en los vehículos actuales ha generado nuevos retos en las tareas de diagnóstico y mantenimiento. El Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP) cumplen un papel importante en el desempeño del motor y en la seguridad de operación del vehículo, por lo

que su funcionamiento requiere ser evaluado con un alto nivel de precisión y confiabilidad. La identificación de fallas en estos sistemas resulta compleja cuando no se dispone de herramientas adecuadas para su análisis detallado (Sánchez, 2023).

Muchos talleres automotrices y técnicos especializados no cuentan con equipos específicos que permitan evaluar el comportamiento del ETB y del APP, lo que puede provocar diagnósticos imprecisos y en intervenciones poco efectivas. Esta situación no solo compromete el correcto funcionamiento del vehículo, sino que también afecta la calidad del servicio brindado al cliente. La ausencia de un circuito de prueba dedicado dificulta la detección temprana de anomalías, incrementando el riesgo de fallos prolongados en el sistema de aceleración (Sánchez, 2023).

El presente proyecto propone el diseño de un circuito electrónico capaz de mostrar datos en tiempo real en el ETB y del APP en un Renault Logan Crossover. La aplicación de este sistema de prueba busca mejorar la precisión del diagnóstico, optimizar los procesos de mantenimiento y aportar a una operación automotriz más segura y eficiente.

Justificación

El desarrollo de un circuito electrónico para poner a prueba el funcionamiento del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y del Pedal de Aceleración Electrónico (APP) se convierte en un requerimiento esencial en el ámbito automotriz.

Mientras que es más común que los sistemas de gestión de motor y control sean comandados por computadoras, sensores y actuadores, como el sistema de regulación de la aceleración, es necesario el uso de herramientas de diagnóstico. Ya que estas no solo posibilitan la localización y la reparación de fallas de forma efectiva, sino que además aseguran la eficiencia en los automóviles.

Desde el punto de vista operativo, un diagnóstico correcto del ETB y del APP permite optimizar los procesos de mantenimiento, al reducir el tiempo utilizado para la localización de fallas y disminuir la posibilidad de intervenciones innecesarias. El sistema propuesto nos ayuda a la evaluación funcional de estos componentes mediante pruebas controladas, proporcionando información técnica clara que respalda la toma de decisiones durante el proceso de diagnóstico.

Asimismo, el proyecto incorpora un componente formativo, dado que el circuito desarrollado puede emplearse como una herramienta didáctica para la enseñanza del diagnóstico de sistemas electrónicos automotrices. Su aplicación favorece el fortalecimiento de competencias técnicas en estudiantes y profesionales del área automotriz, al promover el uso de soluciones accesibles y orientadas a la práctica en el diagnóstico automotriz contemporáneo (Murillo, 2021).

Objetivos:**Objetivo general:**

Desarrollar un sistema electrónico para la evaluación del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP) en el Renault Logan Crossover con Motor H4M, mediante el uso de programación en Arduino y el diseño de una placa electrónica dedicada al control y monitoreo del ETB.

Objetivos específicos:

- Identificar los componentes electrónicos y sensores adecuados para la adquisición de las señales del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP) en el Renault Logan Crossover con motor H4M, mediante revisión de manuales y datasheets con el fin de garantizar su compatibilidad y precisión en la medición.
- Diseñar el circuito electrónico utilizando software de simulación, para la lectura y registro de datos en tiempo real del ETB y el APP, asegurando su correcto funcionamiento antes de la implementación física.
- Construir un prototipo del sistema electrónico, integrando la placa diseñada, los componentes seleccionados y la programación en Arduino, con el propósito de adquirir y procesar datos de los sensores asociados al ETB y APP.

- Evaluar el rendimiento del ETB y APP en el Renault Logan Crossover mediante pruebas experimentales bajo condiciones controladas, con el objetivo de verificar la precisión y fiabilidad del sistema desarrollado.
- Analizar los datos obtenidos durante las pruebas, identificando posibles anomalías o deficiencias en el ETB y APP, para proponer mejoras que optimicen la eficiencia y seguridad del sistema de aceleración del vehículo.

Hipótesis:

Si se implementa un circuito electrónico especializado para la evaluación del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP) en el Renault Logan Crossover con motor H4M, entonces se reducirá el tiempo de diagnóstico en un 40%, se incrementará la eficiencia del proceso en un 30% y se mejorará la precisión de los resultados en un 25%, en comparación con el uso de herramientas tradicionales como el multímetro, osciloscopio, amperímetro y escáner automotriz.

Estado del arte

Los avances tecnológicos en la mecánica de precisión han dado lugar al desarrollo de los cuerpos de aceleración electrónicos, los cuales permiten un control más preciso de los sistemas vehiculares. Esta tecnología automotriz facilita el diagnóstico y control de los sistemas de aceleración, contribuyendo a una gestión más eficiente del motor. El uso de la plataforma Arduino y sus sensores nos ha ayudado con el desarrollo de soluciones

de bajo costo, accesibles para aplicaciones de diagnóstico y control en el sector automotriz.

Mcharek et al. (2020) desarrollaron una metodología de trabajo utilizando herramientas de modelado y simulación, que se usó para validar configuraciones y así optimizar el diseño de los sistemas de ETB. Los autores destacan que la integración de conocimientos provenientes de distintas áreas técnicas permitió mejorar el diseño del sistema.

He et al. (2021) desarrollaron un sistema de control adaptativo basado en funciones de Lyapunov que tenían como finalidad estabilizar el ángulo de apertura de la válvula del ETB, aun en condiciones no deseadas o con perturbaciones externas, garantizando una mejora en la precisión y fiabilidad del sistema.

Acho et al. (2020) aplicaron un circuito de control híbrido para el ETB utilizando señales PWM generadas mediante Arduino, demostrando que estas plataformas permiten reducir la complejidad del diseño sin comprometer el desempeño del sistema.

Bhangale et al. (2022) presentaron un modelo de un vehículo autónomo que usa Arduino con sensores ultrasónicos y una cámara para la detección de obstáculos, para que el vehículo pueda circular autónomamente dentro del sistema, para el procesamiento de imágenes en tiempo real se utiliza una Raspberry Pi, permitiendo el análisis en tiempo real del entorno y una mejora en la toma de decisiones durante la navegación autónoma del vehículo.

De acuerdo a lo anteriormente dicho, Memon et al. (2023) construyeron un sistema de asistencia a la conducción mediante un vehículo autónomo que utiliza Arduino

junto con sensores ultrasónicos para el seguimiento de un vehículo en movimiento con el objetivo de asistir en la conducción y mejorar la seguridad vial, los sensores pueden modular la velocidad y dirección del vehículo en relación con la distancia de otros objetos, lo que contribuye a mejorar la seguridad durante la circulación en entornos urbanos.

Estos estudios demuestran que las plataformas de bajo costo pueden integrarse eficazmente en sistemas de control automotriz, proporcionando alternativas económicas y funcionales para aplicaciones avanzadas.

Arduino se ha consolidado como una herramienta muy útil en el campo de la ingeniería automotriz, especialmente en el desarrollo de sistemas de control y diagnóstico, gracias a su capacidad para procesar datos en tiempo real y ejecutar algoritmos de control de manera eficiente. Su aplicación en el monitoreo y evaluación de sistemas ETB y APP resulta adecuada para el desarrollo de bancos de prueba y herramientas de diagnóstico especializadas.

Acho et al. (2020) empleo Arduino para la generación de las señales de control de un sistema ETB, logrando simplificar el diseño del circuito y reducir la cantidad de componentes técnicos requeridos. Este método permitió obtener un control robusto y adaptativo.

otros trabajos han demostrado que la utilización de Arduino en el diseño de bancos de prueba facilita el análisis y la corrección de señales de sensores en tiempo real, permitiendo simular condiciones reales de funcionamiento y realizar ajustes inmediatos durante el proceso de evaluación del sistema.

El ETB, conocido como cuerpo de aceleración electrónico, es una nueva tecnología que reemplaza el cuerpo de aceleración mecánico y los sistemas con válvula IAC. Este componente controla el aire que llega al motor mediante un actuador eléctrico. De esta manera, se prescinde de los controles por cable y se obtiene un control más preciso, lo que permite mejoras en la potencia del motor. Esto da como resultado unas mejores proporciones entre el aire y el combustible, así como una reducción en el gasto energético.

Componentes Principales del ETB

Actuador Eléctrico:

El actuador eléctrico, generalmente un motor DC o un motor paso a paso, controla la apertura de la válvula de aceleración según las señales enviadas por la ECU. La precisión del movimiento se logra mediante señales PWM, las cuales regulan la potencia entregada al motor.

Figura 1

Motor DC ETB



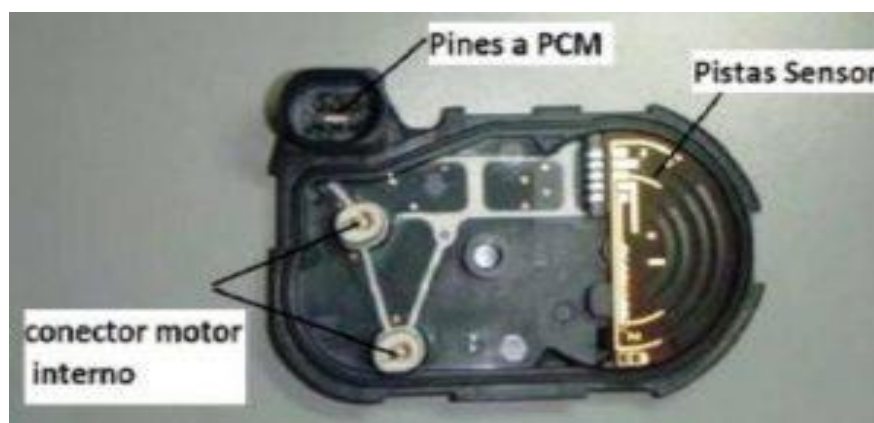
Nota. El actuador del motor de la mariposa va unido a la aleta de aceleración mediante engranes. Tomado de (*CONTROL DE ACELERADOR ELECTRONICO TAC - Tilso Castro - Instructor Internacional Tecnología Automotriz., n.d.*)

Sensores de Posición de la Válvula:

Monitorean la posición exacta de la válvula para garantizar que siga las órdenes de la ECU, incluyen redundancia, con múltiples sensores que comparan sus lecturas para detectar posibles fallos, en este caso podemos encontrar TPS1 y TPS2, Cuyas señales van a ser opuesta, mientras que la señal del TPS 1 empieza en un voltaje bajo y sube mediante la apertura de la aleta del cuerpo de aceleración la señal del TPS 2 va a comenzar en un voltaje alto y a medida de que se abre por completo la letra de aceleración va a terminar en un voltaje bajo, lo que hace un cruce de las señales lo que monitoriza la computadora para verificar el correcto funcionamiento del ETB.

Figura 2

Sensores de posición 1 y 2



Nota. Pistas que conforman los sensores tps1 y tps2. Tomado de (*CONTROL DE ACELERADOR ELECTRONICO TAC - Tilso Castro - Instructor Internacional Tecnología Automotriz., n.d.*)

Figura 3

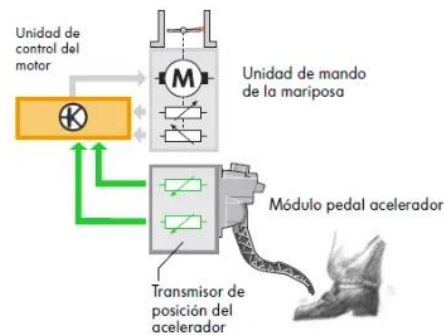
Gráfico de características TPS



Nota. Relación entre posición aleta de aceleración y señales de tp1 y tps2.
Tomado de (*Mariposa de Admisión y Pedal de Acelerador. - Diagnosis Tips, n.d.*)

Unidad de Control Electrónica (ECU):

Analiza las señales del pedal de aceleración electrónico (APP) y otros sensores del motor, calcula la posición óptima de la válvula para mantener la eficiencia d el motor y garantizar la seguridad.

Figura 4*Control electrónico del ETB*

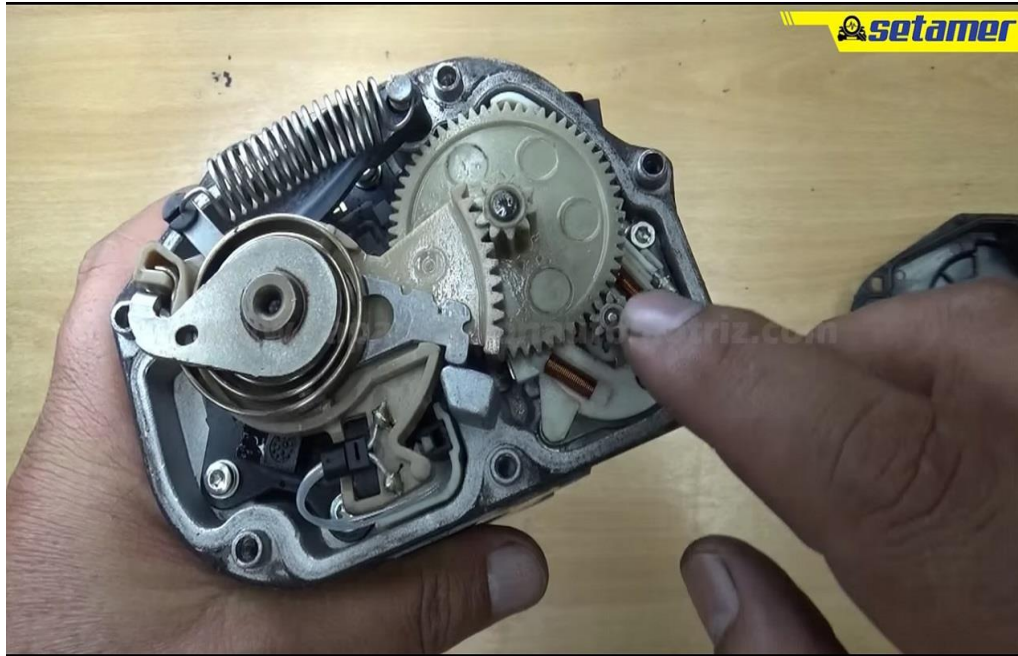
Nota. El ecu de motor controla la apertura de la aleta dependiendo la carga del motor y la posición de la app. Tomado de (*TPS (Sensor Posicion Mariposa de Aceleracion)* : Autotronica3y4, n.d.)

Mecanismo de Resorte de Seguridad (Limp-Home):

En caso de falla eléctrica, el resorte devuelve la válvula a una posición predeterminada que permite al vehículo operar en modo de emergencia.

Figura 5

Resorte de retorno aleta de aceleración



Nota. En caso de un mal funcionamiento el resorte mantiene cerrada la aleta de aceleración. Tomado de (27 *Cuerpo de Aceleracion – Caso Spark – VW – Skoda Jpg – Capacitación Automotriz*, n.d.)

El Pedal de Aceleración Electrónico

(APP, por sus siglas en inglés) ha reemplazado a los pedales mecánicos tradicionales, eliminando los cables físicos que conectaban el pedal a la válvula del acelerador. En su lugar, el APP utiliza sensores electrónicos para medir la posición del pedal y convertirla en señales eléctricas que la Unidad de Control Electrónica (ECU) interpreta para gestionar el sistema de aceleración. Este cambio ha permitido mejorar la eficiencia, seguridad y adaptabilidad de los vehículos modernos.

Figura 6

Pedal de aceleración electrónico



Nota. Mide la posición del acelerador. Tomado de (*Sensor de Pedal Acelerador: Nuestra Gama de Productos* | HELLA, n.d.).

Componentes Principales del APP**Sensores de Posición:**

Generalmente se utilizan sensores de efecto Hall o potenciómetros para medir la posición angular del pedal, estos sensores generan voltajes proporcionales al nivel de aceleración solicitado por el conductor, estos incluyen redundancia, con dos o más sensores que generan señales independientes para aumentar la seguridad.

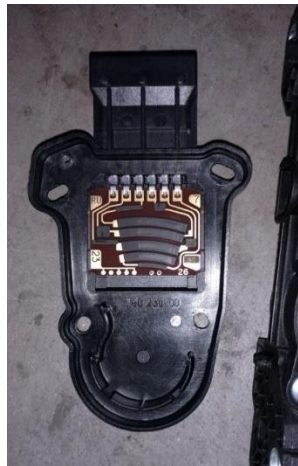
Los parámetros clave incluyen:

Voltajes de salida: El rango típico oscila entre 0.5 V y 4.5 V. Valores fuera de este rango pueden indicar fallas en los sensores o en las conexiones eléctricas.

Redundancia de señales: La ECU compara continuamente ambas señales y, si detecta una discrepancia significativa, activa protocolos de seguridad.

Figura 7

Sensores de posición pedal de acelerador



Nota. Los dos sensores envían la señal de posición del pedal a la Ecu de motor.
Tomado de (*Consulta - Pedal Del Acelerador Electrónico (SOLUCIONADO)* | *Alfistas Foro Alfa Romeo*, n.d.)

El correcto funcionamiento del APP depende de la precisión y confiabilidad de las señales generadas por los sensores. Los parámetros clave incluyen:

Voltajes de Salida:

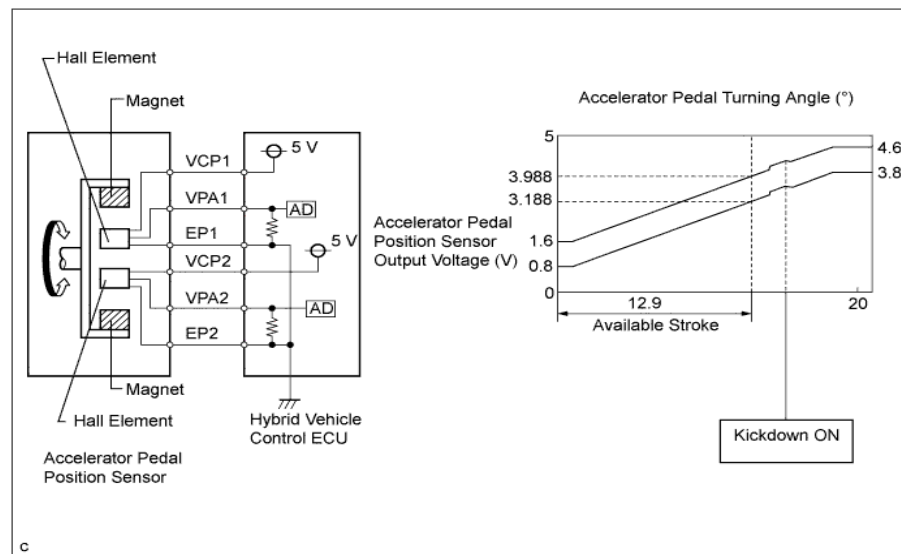
El rango típico de las señales es de 0.5V a 4.5V, 0.5V: Indica que el pedal está en reposo, 4.5V: Señal de pedal completamente presionado, los valores fuera de este rango pueden indicar fallos en los sensores o en las conexiones eléctricas.

Redundancia de Señales:

Para garantizar la seguridad, el APP genera dos señales independientes, señal principal es proporcional al movimiento del pedal, la señal secundaria es lineal, pero de menor voltaje a la principal, la comparación de estas dos señales es utilizada para validación, la ECU compara ambas señales continuamente. Si detecta una discrepancia mayor al 5%, activa un protocolo de seguridad.

Figura 8.

Señal sensores pedal de aceleración



Nota. Pines de señales y alimentación. Tomado de (APP Fault Code Guide, n.d.)

Importancia del Manual del Fabricante

El manual del fabricante del Renault Logan Crossover con motor H4M proporciona información esencial sobre las especificaciones del sistema de aceleración electrónica, incluidos los parámetros de voltaje, tipo de sensores y detalles de comunicación entre los componentes como el ETB y el APP. Esta información es de suma importancia para el diseño del circuito de control, ya que define las condiciones operativas bajo las cuales el sistema debe funcionar y los límites de seguridad que deben cumplirse, y también nos proporciona los códigos de Falla mediante los cuales nos guiaremos para realizar un diagnóstico acertado.

Códigos de falla relacionados con el ETB y APP.

A continuación, se presenta un listado con los códigos de falla relacionados al ETB y APP, también revisaremos un ejemplo de los pasos que nos da el manual de fabricante para la resolución del código.

P0122, P0123: Sensor de posición del acelerador/pedal A circuito.

P0222, P0223: Sensor de posición del pedal del acelerador B/mariposa B – señal de entrada baja/alta.

P1121: Actuador eléctrico de control de la mariposa.

P1122: Desempeño eléctrico del control de mariposa

P2123: Rango / rendimiento del circuito del sensor 1 de posición del pedal del acelerador, entrada alta/baja.

P1124: Cortocircuito de relé de motor de control de mariposa

P1126: Circuito de relé del motor de control de mariposa abierto

- P1128: Cortocircuito del motor de control de mariposa
- P1225: Rendimiento de aprendizaje de posición de mariposa cerrada (Voltaje excesivamente bajo)
- P1126: Rendimiento de aprendizaje de posición de mariposa cerrada (Aprendizaje incorrecto)
- P1229: Cortocircuito de alimentación del sensor
- P2122: Entrada baja del circuito del sensor 1 de posición de pedal de acelerador
- P2123: Entrada alta del circuito del sensor 1 de posición de pedal de acelerador
- P2127: Entrada baja del circuito del sensor 2 de posición de pedal del acelerador
- P2128: Entradas alta de circuito del sensor 2 de posición de pedal de acelerador
- P2135: Problema de distancia/desempeño de circuito del sensor de posición de la mariposa.
- P2138: Distancia/desempeño del circuito del sensor de posición del pedal del acelerador.

Fórmulas para el cálculo en los componentes electrónicos

Comprender la relación de la ley de Ohm es importante para el diseño y análisis de circuitos eléctricos, esta ley vincula voltaje intensidad y corriente, siendo $U = I \times R$, de igual manera facilita el cálculo de la potencia consumida en el dispositivo, donde $P = V \times I$. Esta relación es indispensable porque permite prever la eficiencia energética y la seguridad térmica de los dispositivos electrónicos (Barandiarán, 2021).

Asimismo, comprender adecuadamente el alcance de la ley de Ohm y su relación con la potencia eléctrica es fundamental para el desarrollo de software de simulación de

circuitos que intenta estimar el efecto de cambios en el voltaje o la resistencia en el funcionamiento general de un sistema. Tal conocimiento se aplica rigurosamente en la fase de diseño, asegurando que los dispositivos no solo cumplan con las especificaciones eléctricas, sino que también funcionen dentro de límites seguros de temperatura y eficiencia energética (Barandiarán, 2021).

Este análisis es de carácter experimental porque se va a comparar el funcionamiento de un sistema electrónico concebido para el diagnóstico de los sistemas ETB y APP con los métodos de diagnóstico convencionales. A pesar de que se comparan métodos divergentes, las pruebas se harán en ambientes controlados para analizar la precisión, el tiempo de diagnóstico y la efectividad del nuevo circuito en relación a los métodos tradicionales utilizando el multímetro, osciloscopio y amperímetro.

Metodología

Este estudio empleó un diseño experimental comparativo, contrastando el desempeño del sistema electrónico diseñado frente a los métodos tradicionales de diagnóstico (Cuerpo de Aceleración Electrónico - ETB y Pedal de Aceleración Electrónico - APP). Con el fin de asegurar la validez de los resultados, se definieron y mantuvieron condiciones controladas, implementando procedimientos estandarizados y repeticiones suficientes para cada prueba.

Condiciones generales de las pruebas

Todas las mediciones se realizaron en un entorno controlado de banco, con el ETB y APP desconectados de la ECU del vehículo, aislando su lógica de control para evaluar únicamente la respuesta física de los componentes. Se utilizó una fuente de alimentación regulada de 12 voltios para asegurar un voltaje constante en cada repetición. Se verificó que la fuente mantuviera un nivel de ruido de rizo inferior a 50 mV pico a pico para garantizar la calidad de las señales. Las pruebas se llevaron a cabo en el mismo espacio físico, sin variaciones de iluminación ni ruido electromagnético (EMI) significativo. Para evitar lecturas erróneas por movimiento ajeno, el banco fue dispuesto sobre aisladores de vibración. El ambiente se mantuvo en un rango de temperatura controlada entre 20 °C y 23 °C.

Personal Ejecutor y Estandarización

La ejecución de las pruebas estuvo a cargo de un único técnico automotriz, quien posee experiencia comprobada en diagnóstico electrónico y en el manejo de instrumentación convencional de precisión (multímetro, osciloscopio y pinza amperimétrica True RMS). Esta estandarización de la operación minimiza el error experimental y elimina el sesgo derivado de la variabilidad entre diferentes operadores.

Número de Repeticiones y Consistencia de Datos

Para cada método de diagnóstico (el sistema diseñado y los métodos tradicionales), se realizaron tres repeticiones independientes. En cada prueba, se registró el tiempo total necesario para obtener las variables críticas: TPS1, TPS2, APP1, APP2, corriente del motor del ETB y señal PWM. Se utilizó el valor promedio de estas tres mediciones como dato representativo. Este enfoque garantiza la consistencia de la ejecución del procedimiento y establece la repetibilidad de los resultados, cumpliendo con los criterios básicos de validación experimental.

Instrumentos utilizados en cada prueba

Método tradicional

- Multímetro digital automotriz (Truper MUT-105)
- Osciloscopio automotriz de dos canales (Hantek 2c42 40 Mhz 2 canales)
- Pinza amperimétrica DC True RMS (GT SUPER TOOLS GT-CL65)
- Escáner automotriz (Launch X431 GT PRO)

Sistema diseñado

- Placa electrónica construida
- Pantalla TFT de 3.5"
- Fuente regulada de 12 V

Procedimiento para la Medición del Tiempo de Diagnóstico

El tiempo de diagnóstico se registró mediante un cronómetro digital operado por el mismo técnico que realizó las pruebas. El protocolo de cronometraje se definió de la siguiente manera: El cronómetro se activaba al iniciar la fase de preparación, que comprende la identificación de pines e inicio de la conexión física al ETB, APP. La detención se marcaba estrictamente en el momento de la visualización estable y simultánea de todas las variables críticas TPS1, TPS2, corriente y PWM. Este protocolo estandarizado fue aplicado de igual forma en los dos métodos evaluados, lo que elimina asimetrías y garantiza la validez comparativa de los tiempos registrados.

Variables Evaluadas y Parámetros de Comparación

En ambos métodos (el sistema diseñado y el tradicional) se midieron exactamente los mismos parámetros de respuesta y rendimiento del Cuerpo de Aceleración Electrónico ETB y valores de APP.

- Señal TPS1 (Voltaje del sensor de posición 1)
- Señal TPS2 (Voltaje del sensor de posición 2)
- Porcentaje de apertura estimado
- Amperaje del motor del ETB
- Señal APP1
- Señal APP2

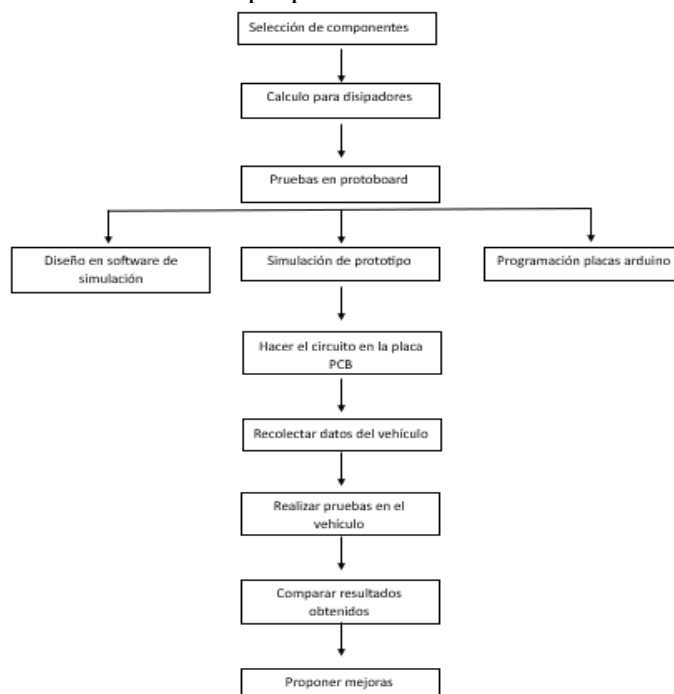
La estandarización de estas variables de respuesta permitió una comparación válida y directa del tiempo de diagnóstico y la precisión de la lectura entre el sistema propuesto y el método de referencia.

Figura diagrama de flujo de metodología

Figura 9

Diagrama de flujo de metodología

Con el propósito de organizar de manera estructurada el proceso metodológico, se elaboró el siguiente diagrama de flujo, el cual resume las etapas principales del desarrollo experimental del sistema electrónico propuesto.



Nota. guía para elaborar la metodología. Elaboración Propia.

Selección de componentes para regulador de Voltaje

La selección de los componentes electrónicos del sistema se realizó considerando criterios técnicos específicos, relacionados con los requerimientos eléctricos, la compatibilidad con los sensores y actuadores del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y del Pedal de Aceleración Electrónico (APP), así como la disponibilidad y el

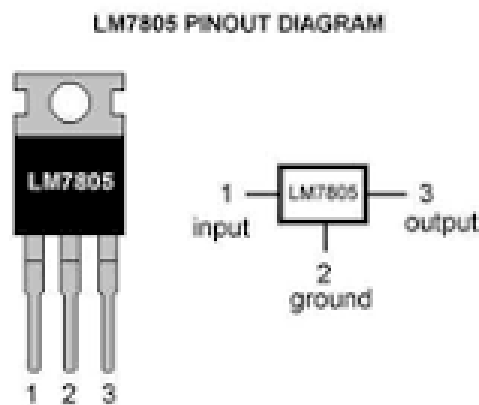
costo de los dispositivos. Estos criterios permitieron garantizar un funcionamiento estable, seguro y confiable del circuito durante las pruebas experimentales.

Regulador LM7805

Regulador LM7805, Este regulador ofrece una salida estable de 5 voltios Dc con un voltaje de alimentación que va desde los 7 voltios Dc hasta los 35 voltios Dc, con una corriente máxima de 1.5 A

Figura 10

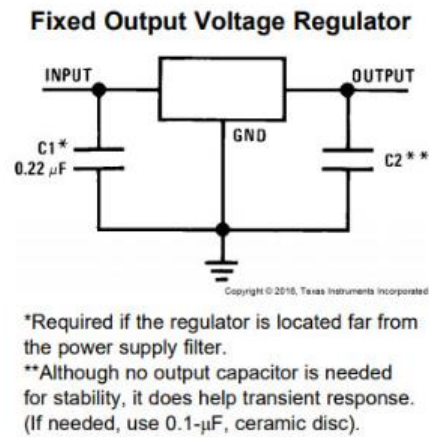
Regulador LM7805



Nota. diagrama de pines de conexión regulador LM7805. Tomado de (*Regulador de Voltaje 7805 - Edutron, n.d.*)

Figura 11

Conexión reguladora LM7805



Nota. Diagramas esquemáticos de cómo conectar el regulador cuando se requiere un máximo de un amperaje de corriente. Tomado de (*Regulador de Voltaje 7805 y Familia – Turibot.Es Blog*, n.d.)

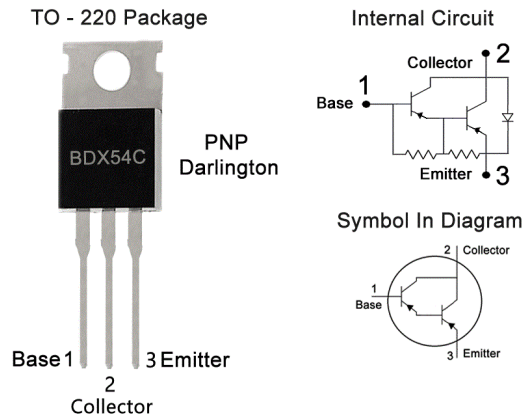
Transistor de potencia BDX54C

El transistor BDX54C es un transistor Darlington de potencia PNP, este transistor es adecuado para aplicaciones de conmutación y lineales de potencia, tiene una configuración interna de dos transistores en cascada.

Figura 12

Diagrama pines Transistor BDX54c

BDX54C Transistor Pinout



Nota. Nomenclatura de pines transistor Darlington B DX5646X, Tomado de (Distribución de Pines Del Transistor BDX54C, Características, Equivalentes, Aplicaciones y Otros Detalles, n.d.)

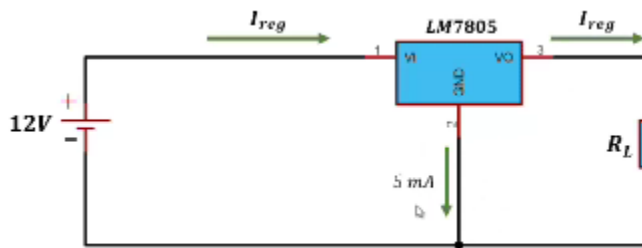
Tenemos que el voltaje mínimo de saturación entre emisor y base para este transistor es $V_{EB} = 1.4V$, la corriente en base tiene que ser máximo de 0.2 A y la corriente máxima en el colector debe ser de 8 Amperios y alcanza una potencia máxima de 60 Watts.

Cálculo de circuitos y simulación en Proteus

Calculo disipador de calor Regulador de 5 voltios

Figura 13

Flujo de corriente en el regulador LM7805



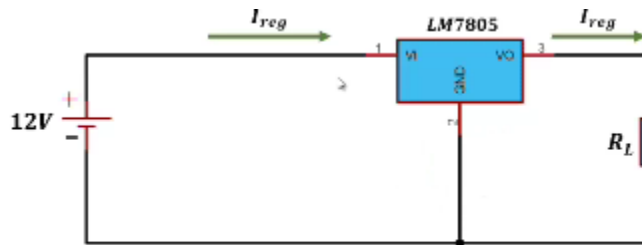
Nota. Tomado de. De todo un poco. (29 junio 2022). Regulador a 5V de 5A con un 7805 y un transistor. [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=0NNSSRQTNxQ>

En el circuito básico vamos a tener una intensidad que circula por el regulador que va a ser aproximadamente la misma intensidad que va a circular por nuestro consumidor y en la base tenemos una corriente de 5 miliamperios.

Figura 14

Flujo de corriente sin contar con la base



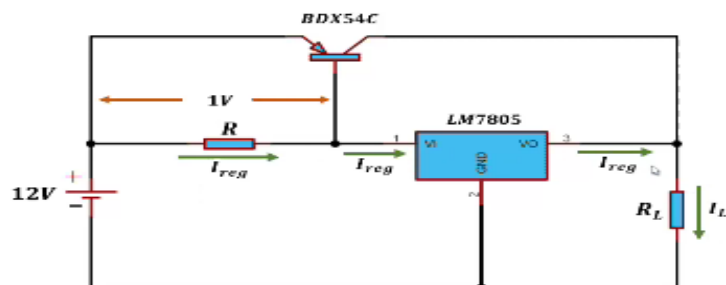
Nota. Tomado de: de todo un poco. (29 junio 2022). Regulador a 5V de 5A con un 7805 y un transistor. [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=0NNSSRQTNxQ>

Dado que el amperaje de la base es muy pequeño lo despreciamos para los cálculos.

Figura 15

Implementación del transistor de potencia BDX54C y resistencia



Nota. Tomado de: de todo un poco. (29 junio 2022). Regulador a 5V de 5A con un 7805 y un transistor. [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=0NNSSRQTNxQ>

La resistencia que se encuentra en la base está conectada en paralelo con el emisor y la base, en donde se tiene una caída de voltaje aproximada de 1V lo que mantiene el voltaje fluyendo entre la resistencia en regulador y el consumidor.

En donde tiene que:

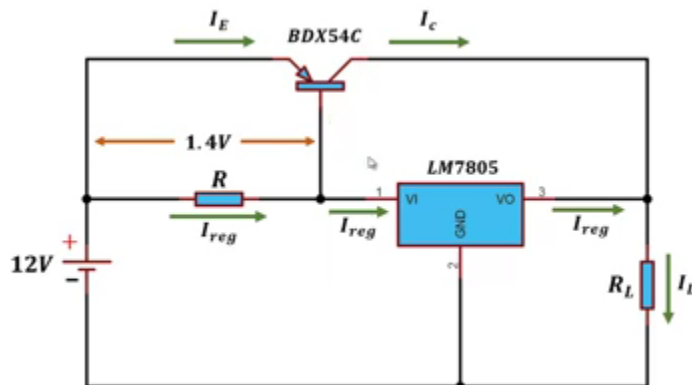
$$V_{EB} < 1.4V$$

$$I_L = I_{reg} \quad I_C = 0A \quad V_{EB} = I_{reg} * R$$

Por lo que podríamos decir que mientras el voltaje entre emisor y base sea menor a 1.4V la corriente que va a circular va a ser únicamente la del regulador y el consumidor. Ya que no tenemos flujo de energía en el transistor BDX54C la corriente que vamos a tener en el colector va a ser 0.

Figura 16

Suma de corrientes LM7805 y BDX54C



Nota. Tomado de: de todo un poco. (29 junio 2022). Regulador a 5V de 5A con un 7805 y un transistor. [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=0NNSSRQTNxQ>

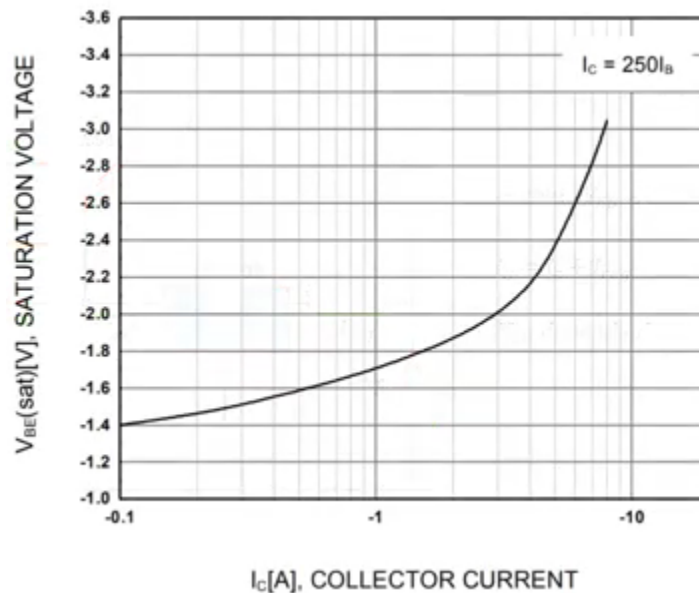
En este caso se tiene que el voltaje de la base es mayor a 1.4V por lo cual existe un flujo de corriente por el transistor BDX54C por lo se obtener:

$$\text{Cuando: } V_{EB} \geq 1.4V \quad I_L = I_C + I_{reg}$$

Ahora se tiene que el voltaje de base V_{EB} va a depender del amperaje que circule por el colector I_C , debido a esto a medida que suba la corriente del colector debido al consumidor que tengamos en R_L el voltaje emisor base V_{EB} va a aumentar.

Figura 17

Gráfico desaturación de voltaje y corriente del colector



Nota. Tomado de Tomado de: de todo un poco. (29 junio 2022). Regulador a 5V de 5A con un 7805 y un transistor. [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=0NNSSRQTNxQ>

Este grafico nos enseña la corriente del colector versus el voltaje de saturación en emisor base V_{EB} .

En este caso vamos a usar el LM7805 sin disipador de calor ya que la potencia máxima sin disipador debe ser $\leq 3W$, por lo que tenemos:

$$P_{max} \leq 3W$$

$$I_{reg} * (V_{in} - 5) \leq 3$$

$$I_{reg} \leq \frac{3}{V_{in} - 5}$$

$$I_{reg} \leq \frac{3}{12 - 5}$$

$$I_{reg} \leq 0.428A$$

Esto sería en un caso de trabajemos con voltaje de entrada de máximo 12v para tener un rango de protección trabajaremos con un 70% del valor de voltaje de entrada

$$I_{reg} \leq 0.428A * 0.7$$

$$I_{reg} = 0.3 A$$

Para el transistor BSX54C es necesario el uso de un disipador de calor, como tenemos en la hoja de datos tenemos un $I_{Cmax} = 8A$ para evitar usar un valor máximo usaremos un valor del 60% de amperaje máximo soportado en I_{Cmax} .

$$I_{Cmax} = 8A$$

$$I_{Cmax} = 0.6 * 8A$$

$$I_{Cmax} = 4.8 A$$

Ya con estos valores podemos calcular la corriente en la carga I_L

$$I_L = I_C + I_{reg}$$

$$I_L = 4.8 + 0.3$$

$$I_L = 5.1 A$$

Por lo tanto, en el lado de consumidor o carga tenemos disponible

$$5V \quad 5.1A \quad 25.5W$$

Para el cálculo del resistor R tenemos:

$$R = \frac{V_{EB}}{I_{reg}}$$

$$R = \frac{2.15}{0.3} = 7.17\Omega$$

$$R = 6.8 \Omega$$

Para la potencia del resistor tomamos en cuenta lo siguiente:

$$P_R = I_{reg} * V_{EB}$$

$$P_R = 0.3 * 2.15$$

$$P_R = 0.645W = 1W$$

Otro dato importante es la potencia del transistor que va disipar, en la hoja de datos tenemos que soportar 60 W.

$$P_Q = I_C * (V_C - V_E)$$

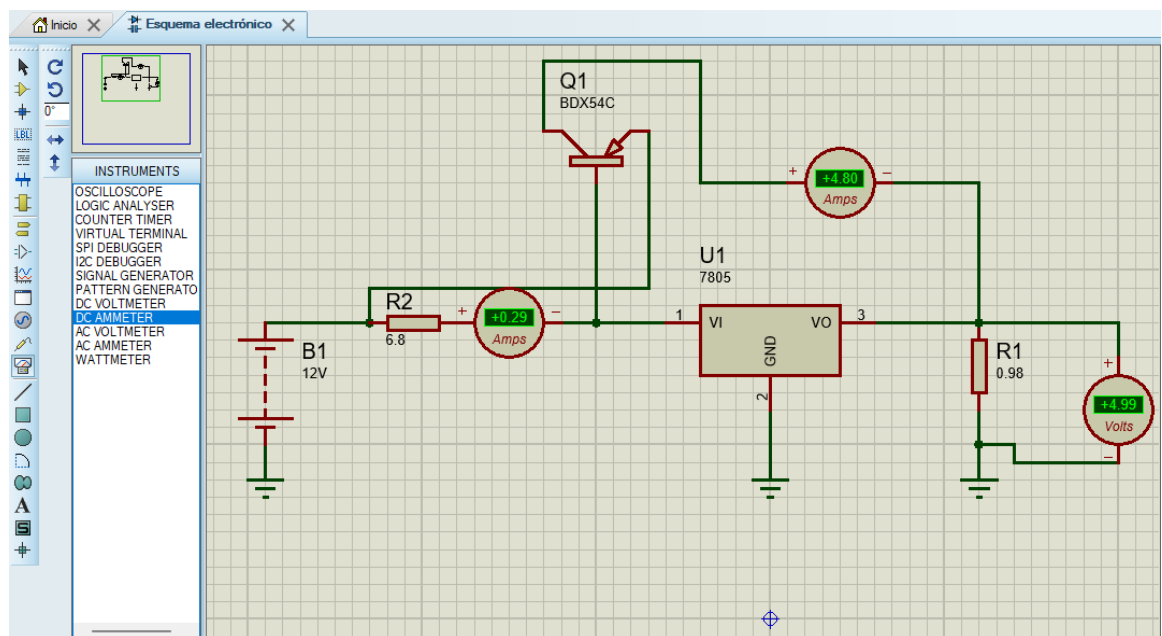
$$P_Q = 4.8 * (12 - 5) = 33.6W$$

Lo que nos da un valor de 33.6W lo que está por debajo del máximo del transistor lo que nos asegura que el transistor va a trabajar en su zona de confort, para poder revisar todos los datos técnicos de los componentes revisar el apartado de anexos

Con la simulación en proteus versión de prueba podemos observar que los valores calculados y los simulados en el programa son los mismos lo que nos asegura q la fuente va a trabajar sin problemas.

Figura 18

Simulación del circuito



Nota. Se puede observar que los valores calculados son los mismos valores de la simulación. Elaboración propia

Programación modulo Arduino y sensores

Pulso PWM y control del motor

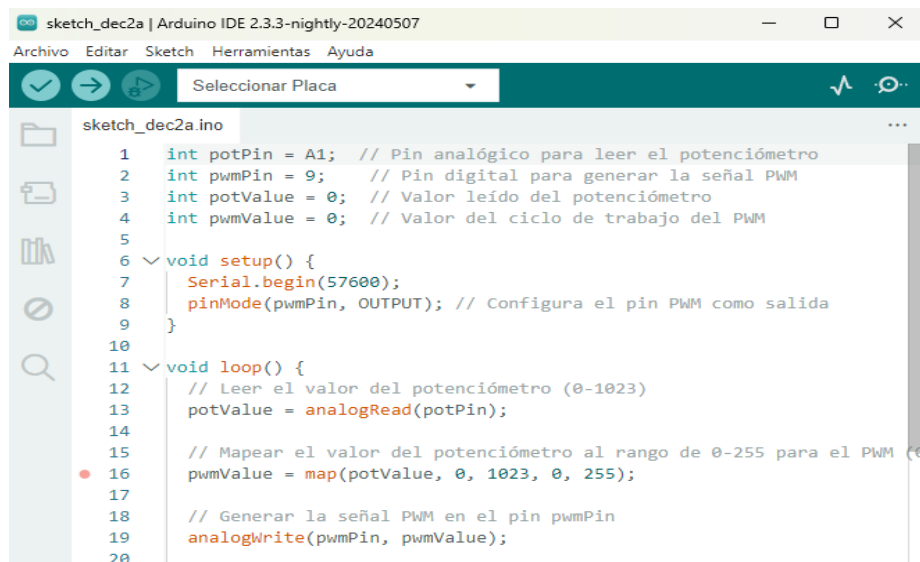
Para el control del motor usaremos un pulso PWM que será generado por una placa Arduino mega 2560 hacia un transistor mosfet IRFZ44N que es el que va a controlar el movimiento de motor.

La misma placa de Arduino será usada para lectura de sensores y procesamiento de datos.

Se uso el siguiente código para poder controlar el PWM, mediante la variación de voltaje entre 0V y 5V mediante un potenciómetro hacia el pin A1 en donde dependiendo de la cantidad de voltaje que ingrese será el Duty cycle del PWM.

Figura 19

Código de programación para PWM



```

sketch_dec2a | Arduino IDE 2.3.3-nightly-20240507
Archivo  Editar  Sketch  Herramientas  Ayuda
Seleccionar Placa

sketch_dec2a.ino
1  int potPin = A1; // Pin analógico para leer el potenciómetro
2  int pwmPin = 9;  // Pin digital para generar la señal PWM
3  int potValue = 0; // Valor leído del potenciómetro
4  int pwmValue = 0; // Valor del ciclo de trabajo del PWM
5
6  void setup() {
7    Serial.begin(57600);
8    pinMode(pwmPin, OUTPUT); // Configura el pin PWM como salida
9  }
10
11 void loop() {
12   // Leer el valor del potenciómetro (0-1023)
13   potValue = analogRead(potPin);
14
15   // Mapear el valor del potenciómetro al rango de 0-255 para el PWM
16   pwmValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
17
18   // Generar la señal PWM en el pin pwmPin
19   analogWrite(pwmPin, pwmValue);
20

```

Nota. El código indica los pines a usarse en la lectura de voltaje y salida de PWM.

Elaboración propia

Se puede observar que se usa el pin A0, A2 para la lectura de voltaje 1, voltaje 2 y el pin A3 para la lectura del amperaje del motor.

Figura 20.

Declaración de pines de entradas y salidas.

```

26 // Enviar datos al Arduino Uno
27 float voltaje1 = analogRead(A0) * (5.0 / 1023.0);
28 float voltaje2 = analogRead(A2) * (5.0 / 1023.0);
29 float amperaje = analogRead(A3) * (5.0 / 1023.0);
30
31 Serial.print("V1:");
32 Serial.print(voltaje1, 2); // Imprimir con 2 decimales
33 Serial.print(",PWM:");
34 Serial.print(dutyCycle, 2); // Imprimir con 2 decimales
35 Serial.print(",V2:");
36 Serial.print(voltaje2, 2); // Imprimir con 2 decimales
37 Serial.print(",A:");
38 Serial.println(amperaje, 2); // Imprimir con 2 decimales

```

Nota. El código indica los pines a usarse en la lectura de voltaje y salida.

Elaboración propia

Sensor de amperaje

Sensor ACS712

El sensor de corriente ACS712 fue seleccionado para la medición del consumo de corriente del motor del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB), debido a su capacidad para medir corriente continua de hasta 30 A mediante el principio de efecto Hall. Esta característica permite monitorear el amperaje del motor sin la necesidad de interrumpir el circuito de potencia, garantizando una medición segura y confiable.

Figura 21*Sensor de amperaje*

Nota. Este sensor va a medir la cantidad de amperaje que circula por el motor.

Tomado de (MÓDULO SENSOR DE CORRIENTE ACS712 – 5A – Grupo Electrostore, n.d.)

Código para la lectura del amperaje

Figura 22*Código para la lectura del amperaje*

```

6  // Constantes y variables para el ACS712
7  const int acsPin = A3;           // Pin analógico conectado al ACS712
8  const float acsOffset = 2.5;     // Voltaje de salida cuando no hay corriente (Vcc/2)
9  const float sensitivity = 0.066; // Sensibilidad del sensor de ±30A (V/A)

31 // Leer y calcular la corriente del ACS712
32 float acsVoltage = analogRead(acsPin) * (5.0 / 1023.0);
33 float current = (acsVoltage - acsOffset) / sensitivity; // Calcular la corriente en amperios

```

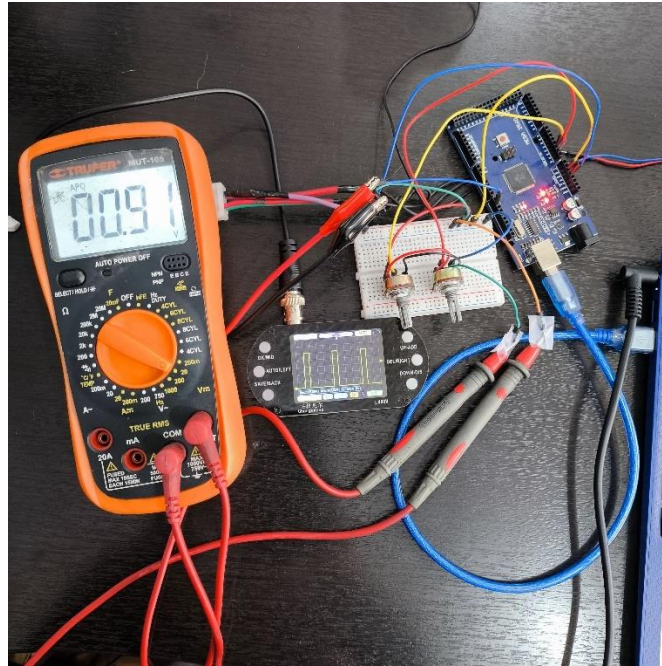
Nota. El código indica los pines a usarse en la lectura de amperaje. Elaboración propia

Pruebas en protoboard PWM

Al medir con el multímetro el voltaje que sale hacia el Arduino se puede observar que mientras más bajo es el voltaje menor es el ancho de pulso.

Figura 23

Comprobación voltaje de entrada al Arduino

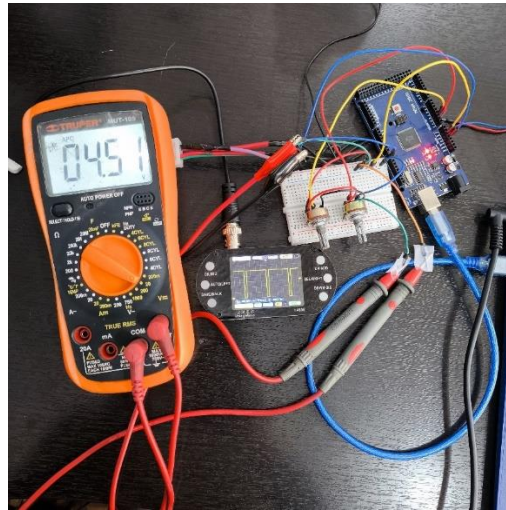


Nota. Se puede observar cómo el ancho de pulso es menor cuando el voltaje es bajo. Elaboración propia.

Por otro lado, cuando el voltaje se salida del potenciómetro es alto el ancho de pulso es mayor.

Figura 24

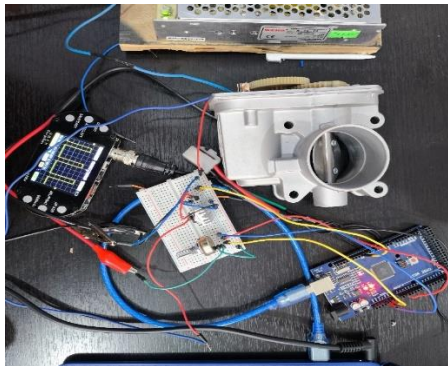
Comprobación voltaje de entrada hacia el Arduino



Nota. Cuando el voltaje de entrada hacia el Arduino es alto que el ancho de pulso es de mayor duración. Elaboración propia.

Figura 25

Prueba en el cuerpo de aceleración

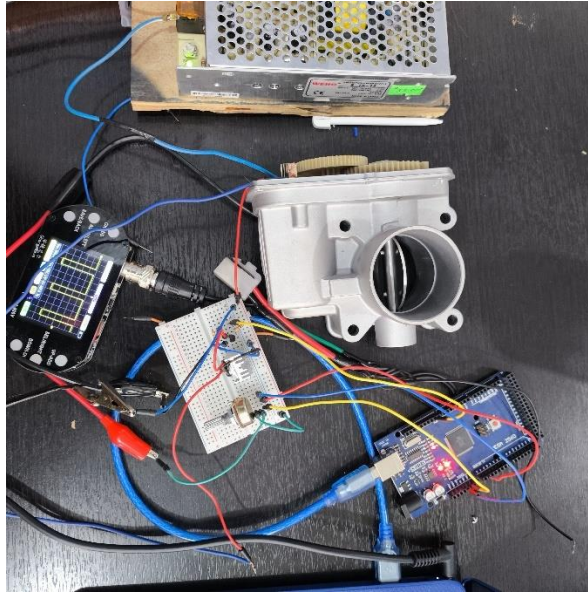


Nota. la aleta del cuerpo de aceleración de abre dependiendo el ancho de pulso. Elaboración propia.

En este ejemplo se puede observar que la aleta se encuentra abierta no más del 30% ya que el ancho de pulso es bajo.

Figura 26

Prueba en el cuerpo de aceleración



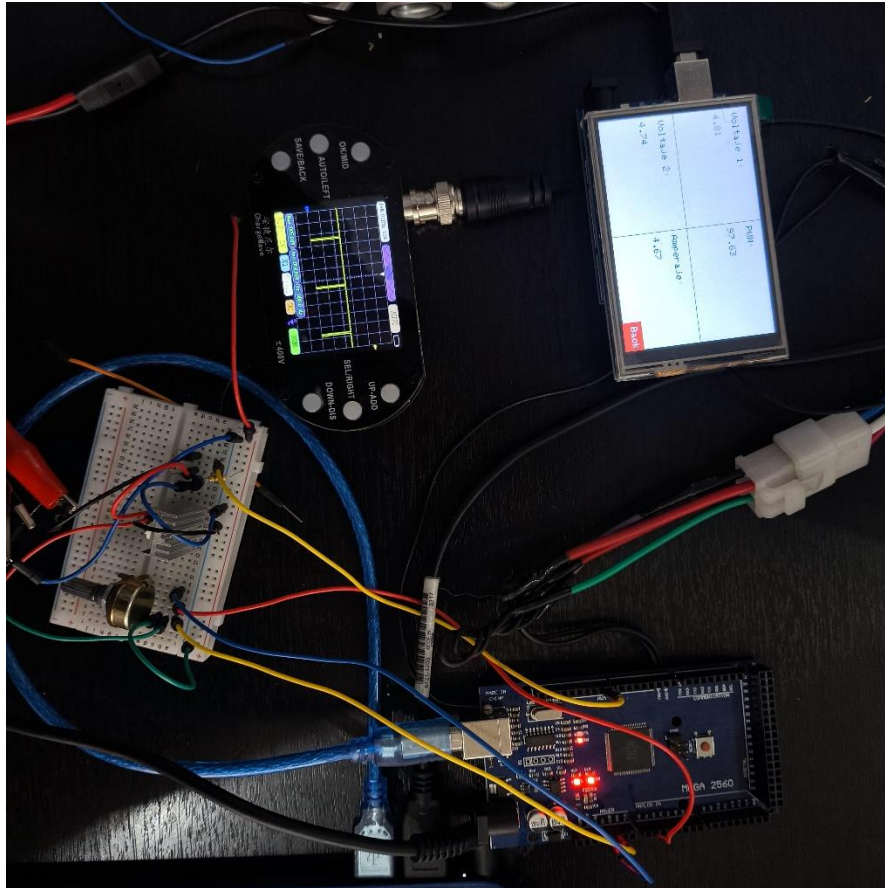
Nota. La aleta del acelerador está abierta a un 90% ya que el ancho de pulso es mayor. Elaboración propia.

Pantalla para visualizar los datos en tiempo real

Pantalla tft de 3.5"

Figura 27

Prueba lectura de datos pantalla tft

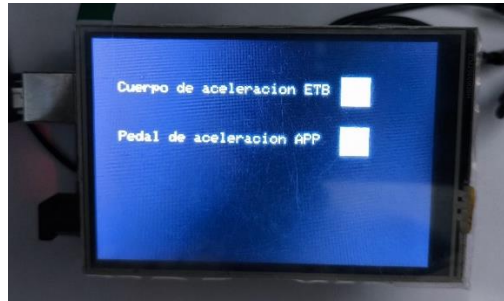


Nota. Visualización de datos en pantalla tft. Elaboración propia

Ya unidos los circuitos de control de motor, el Arduino para la lectura de datos y la pantalla tft de 3.5" podemos visualizar los datos en vivo del cuerpo de aceleración.

Figura 28

Menús principales

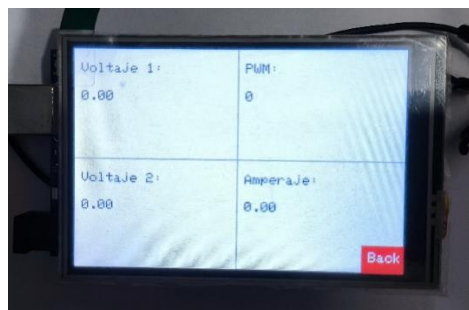


Nota. Menú principal prueba ETB y APP. Elaboración propia

En el menú principal se puede escoger entre cuerpo de aceleración y pedal de aceleración

Figura 29

Datos en el menú cuerpo de aceleración



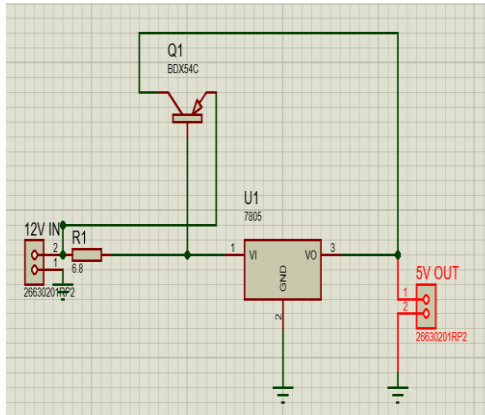
Nota. 4 subtítulos con los valores a medir. Elaboración propia

Diseño placa PCB regulador de voltaje

Una vez que se verificó la conexión de sensores se procedió al diseño de la placa PCB para montar los componentes electrónicos, primero se realizó la ubicación ruteo de las líneas de la fuente regulada de 5v y el modelado 3d de la placa y componentes.

Figura 30

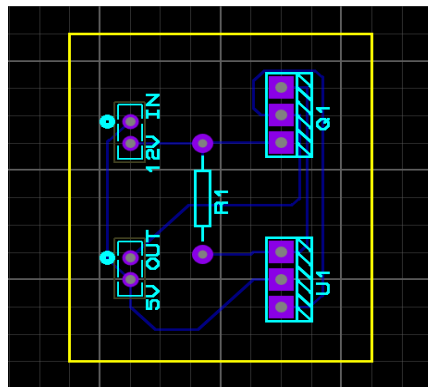
Diagrama eléctrico regulador de voltaje



Nota. Diagrama esquemático realizado en proteus versión de prueba para realizar la placa PCB. Elaboración propia

Figura 31

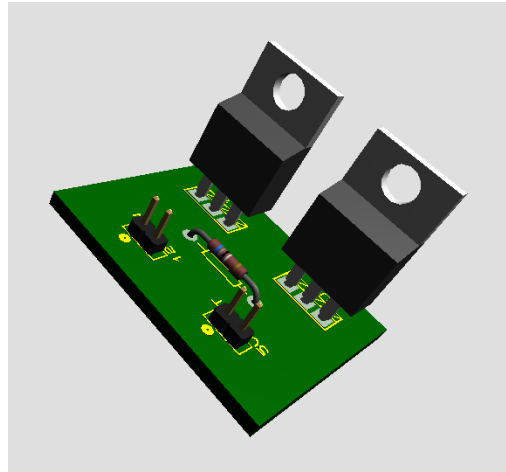
Esquemático con la ruta de las pistas



Nota. Ruteo de pistas previo modelado 3D del circuito. Elaboración Propia.

Figura 32

Modelado 3D regulador de voltaje



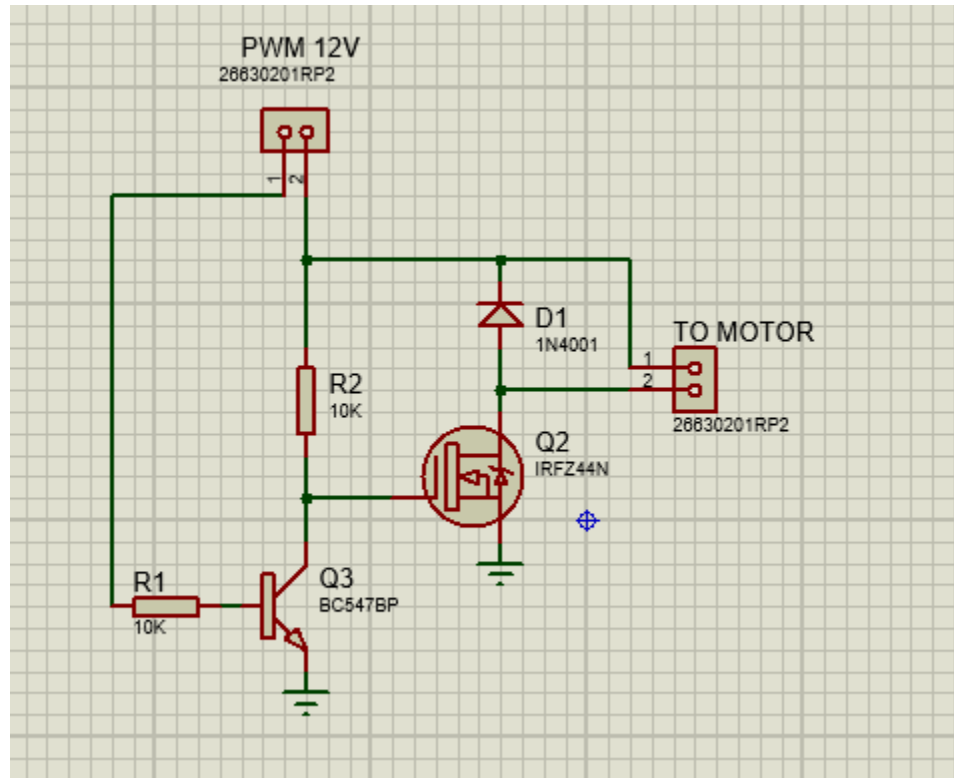
Nota. Prototipo final ya montado en la placa PCB. Elaboración propia

Diseño placa PCB control motor ETB

Se repitió el mismo procedimiento para la placa PCB del circuito del control de motor, se quitaron los actuadores y medidores y se puso los pines para las señales y voltajes de entrada y salida.

Figura 33

Diagrama eléctrico circuito control motor ETB

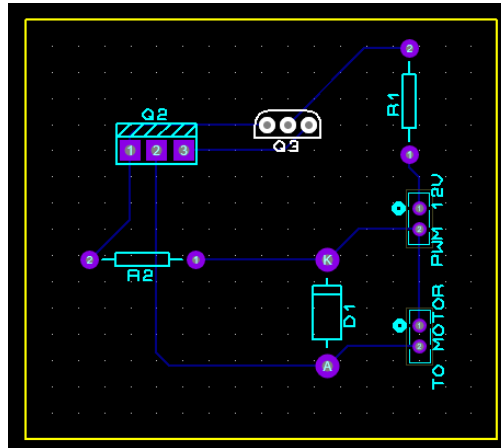


Nota. Diagrama esquemático realizado en proteus versión de prueba para realizar la placa PCB. Elaboración propia

Se Retiraron todos los sensores y consumidores para que en el diagrama estén sólo las salidas y entradas de la placa.

Figura 34

Ruteo de pistas para el modelado 3D

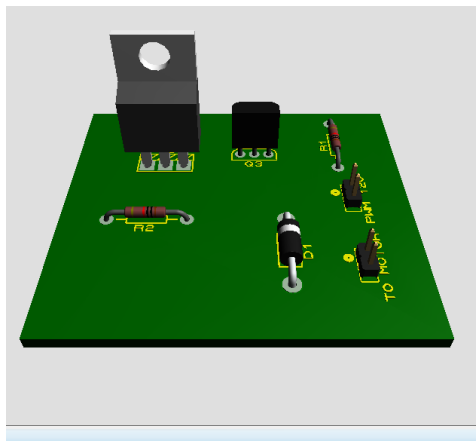


Nota. La placa PCB está hecha a una sola cara. Elaboración propia

Se debe Revisar que el ruteo de pistas esté correcto que no existan cortos y que no falte ninguna para poder proceder con el modelado 3D de cómo quedaría finalmente.

Figura 35

Modelado 3D circuito control ETB



Nota. PCB impresa en una sola cara. Elaboración propia

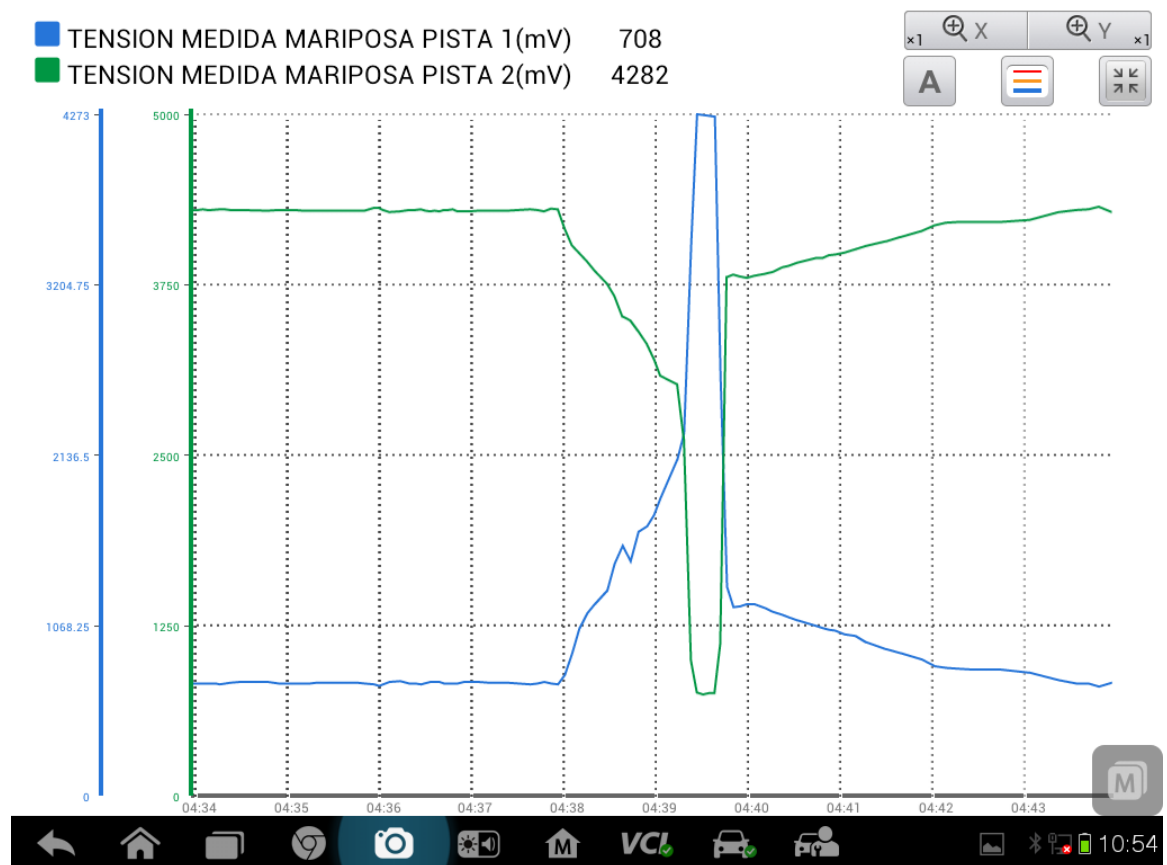
Recolección y procesamiento de datos

Repetibilidad de las mediciones

Cada medición realizada durante las pruebas experimentales fue repetida tres veces consecutivas, manteniendo las mismas condiciones de operación y utilizando el mismo operador. Los valores presentados en las tablas y gráficas corresponden al promedio de las tres repeticiones, mientras que la variabilidad entre mediciones fue considerada en el análisis de resultados para estimar la incertidumbre del proceso.

Para realizar las pruebas se usará dos parámetros de referencia, uno va a ser las referencias del manual de fabricante en donde se indica el valor de las señales del ETB y APP.

El segundo parámetro a usar es el escáner Launch x431 pro mediante el cual se medirá las señales que detecta la computadora en el ETB Y APP

Figura 36*Cruce de señales*

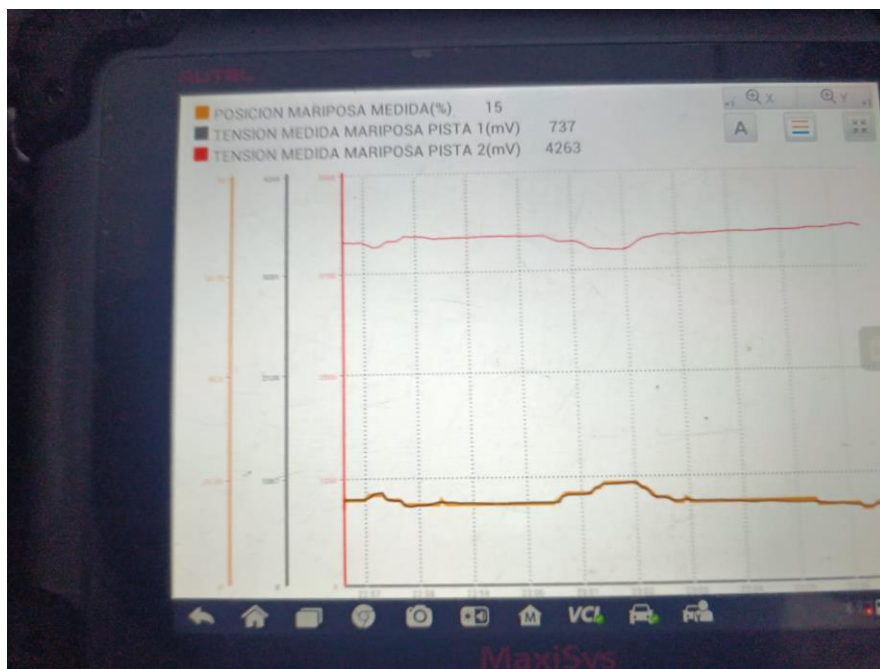
Nota. Señales tomadas con el escáner Autel maxisys 908 Elite. Elaboración propia

En la Figura 36 se observa el comportamiento de las señales cruzadas utilizadas por la ECU como mecanismo de verificación del correcto funcionamiento de los sensores

redundantes. Este principio de redundancia implica que, mientras una de las señales presenta un nivel de voltaje alto, la otra mantiene un nivel de voltaje bajo. A medida que se incrementa la posición del acelerador, una señal aumenta progresivamente su voltaje mientras la otra disminuye, produciendo el cruce característico de ambas señales. Este comportamiento permite a la ECU detectar inconsistencias o fallas en el sistema de aceleración electrónica.

Figura 37

Datos del ETB a una apertura del 15%

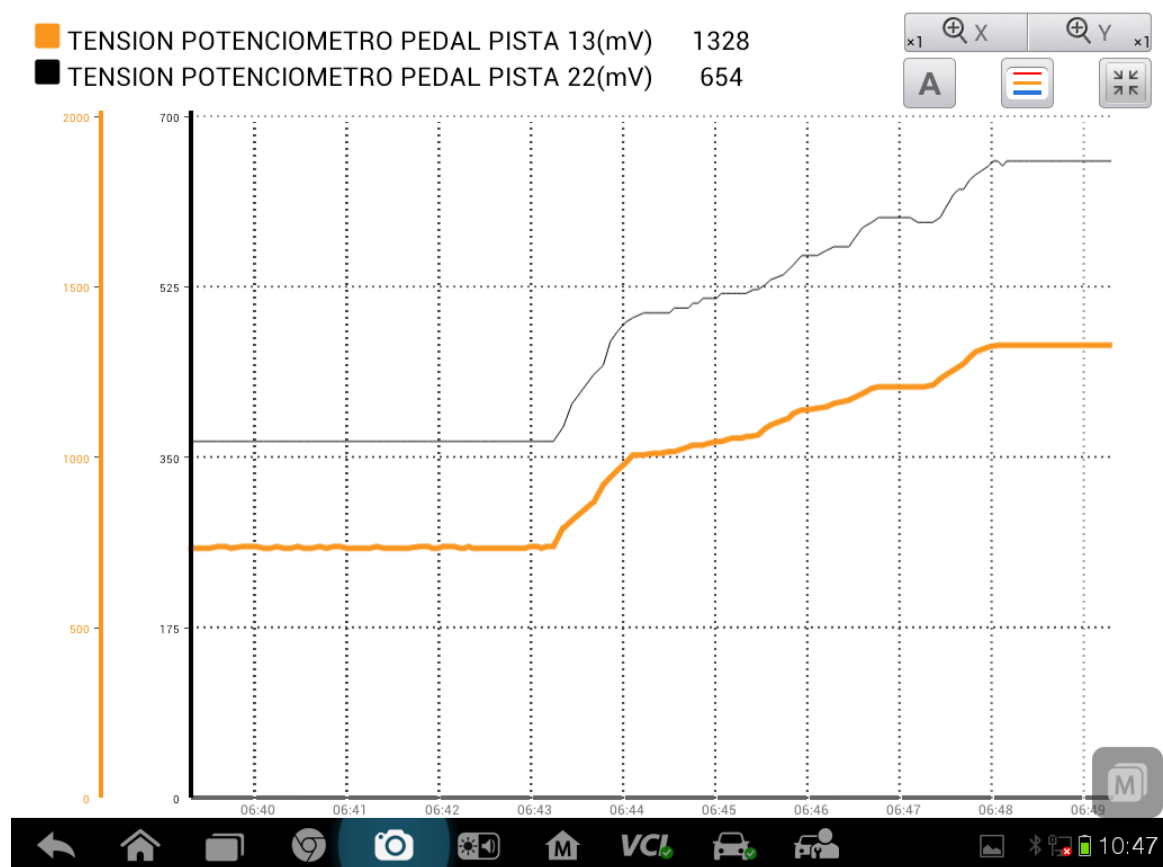


Nota. Señales tomadas con el Escáner Autel maxisys 908 Elite. Elaboración propia

En la Figura 37 se registraron las señales correspondientes al Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) con una apertura del 15 %, donde el sensor TPS1 presentó un valor aproximado de 747 mV, mientras que el sensor TPS2 registró un valor cercano a 4253 mV. Estos valores fueron utilizados como referencia para el análisis posterior de los datos recolectados.

Figura 38

Señales APP1 y APP2 con el pedal del acelerador libre.

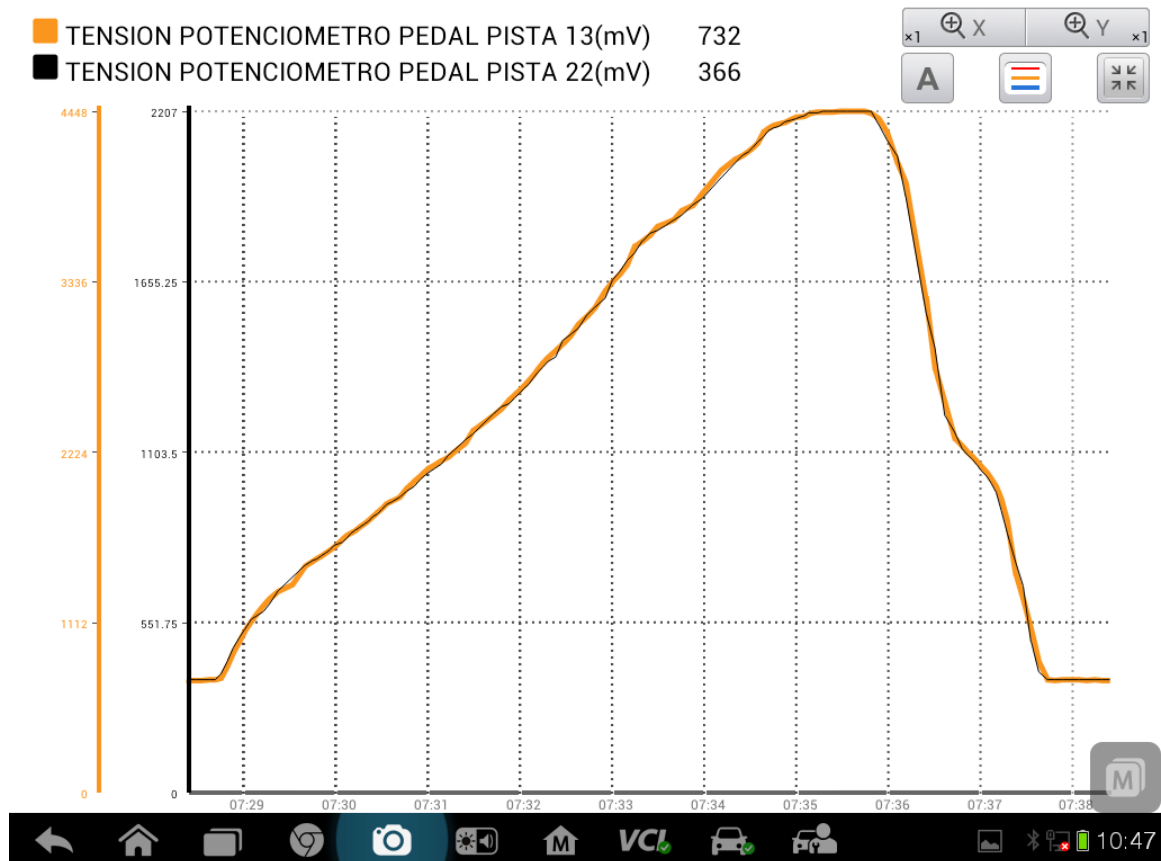


Nota. Señales tomadas con el escáner Autel maxisys 908 Elite. Elaboración propia.

En la Figura 38 se observa el comportamiento de las señales correspondientes a los sensores APP1 y APP2 con el pedal del acelerador en condición de reposo. Se registró una relación proporcional entre ambas señales, donde el valor de APP1 es aproximadamente el doble del valor de APP2, característica propia del sistema de redundancia del pedal de aceleración electrónico.

Figura 39

Señales APP1 y APP2 con el pedal del acelerador al máximo de su recorrido.



Nota. Señales tomadas con el escáner Autel maxisys 908 Elite. Elaboración propia.

En la figura 39 se puede apreciar que las señales del APP 1 y APP 2 Suben de manera simultánea manteniendo el APP 1 aproximadamente el doble del valor en milivoltios que el APP2 siendo señales paralelas que no llegan a cruzarse.

Este procedimiento corresponde a un ejemplo del método de adquisición de datos mediante el escáner automotriz, mientras que la variación completa de los porcentajes de apertura y los valores de señal obtenidos durante las pruebas se presentan en el apartado de anexos. A partir de los datos recolectados, se elaboraron las tablas correspondientes al Vehículo de Prueba 1 y al Vehículo de Prueba 2, las cuales se analizan en la sección de Resultados.

Tabla 1

Comparación de señales entre vehículos de prueba 1 y vehículo de prueba 2 de los sensores TPS.

La Tabla 1 presenta la comparación de los valores de voltaje correspondientes a los sensores TPS1 y TPS2 obtenidos en dos vehículos de prueba, para diferentes porcentajes de apertura del Cuerpo de Aceleración Electrónico. El objetivo de esta comparación es verificar la consistencia de las señales y establecer un patrón de referencia para el análisis posterior del sistema diseñado.

		Vehículo de prueba 1		Vehículo de prueba 2	
PORCENTAJE					
DE		TPS1	TPS2	TPS1	TPS2
APERTURA					
	15	0.74 V	4.25 V	0.77 V	4.82 V
	20	0.99 V	4 V	1 V	3.98 V
	25	1.24 V	3.76 V	1.27 V	3.78 V
	30	1.54 V	3.45 V	1.51 V	3.42 V
	35	1.76 V	3.25 V	1.74 V	3.22 V
	40	1.99 V	2.98 V	1.97 V	2.96 V

Nota. Valores de voltaje correspondientes a los sensores TPS1 y TPS2 para diferentes porcentajes de apertura del cuerpo de aceleración. Elaboración propia.

Se observa que los valores de ambos vehículos mantienen un comportamiento proporcional y coherente, evidenciando que las señales TPS1 presentan una tendencia creciente mientras que las señales TPS2 muestran una tendencia decreciente, característica propia del sistema redundante del ETB.

Tabla 2

Comparación de señales entre vehículos de prueba 1 y vehículo de prueba 2 de los sensores APP.

La Tabla 2 muestra los valores de voltaje correspondientes a las señales APP1 y APP2 en función del recorrido del pedal del acelerador en dos vehículos de prueba. Esta comparación permite establecer la relación proporcional entre ambas señales y validar el comportamiento esperado del sistema APP.

		VEHICULO DE PRUEBA 1		VEHICULO DE PRUEBA 2	
RECORRIDO					
DEL PEDAL (MM)		APP 1	APP 2	APP 1	APP 2
	0	0.723 V	0.332 V	0.723 V	0.332 V
	10	1.085 V	0.498 V	1.081 V	0.496 V
	20	1.808 V	0.830 V	1.804 V	0.828 V
	30	2.531 V	1.162 V	2.527 V	1.160 V
	40	3.254 V	1.494 V	3.250 V	1.492 V
	50	3.977 V	1.826 V	3.973 V	1.824 V
	60	4.700 V	2.158 V	4.696 V	2.156 V

Nota. Valores de voltaje registrados en los sensores APP1 y APP2 para diferentes posiciones del pedal del acelerador. Elaboración propia.

Los resultados evidencian que la señal APP1 mantiene aproximadamente el doble del valor de APP2 a lo largo de todo el recorrido, cumpliendo con el principio de redundancia establecido por el fabricante.

Resultados

Al comprobar el funcionamiento de la placa electrónica diseñada, se obtuvieron valores de las señales correspondientes a APP1, APP2, TPS1 y TPS2, así como el consumo de corriente del motor del ETB y la señal PWM generada para su control. Estos datos permitieron comparar el comportamiento del sistema propuesto con los valores registrados en los vehículos de prueba.

Datos tomados desde la placa

Con una apertura del 15 % de la aleta del cuerpo de aceleración, la placa diseñada registró un voltaje aproximado de 0.75 V para el sensor TPS1 y de 4.24 V para el sensor TPS2, valores que se encuentran dentro del rango esperado según los datos obtenidos de los vehículos de prueba.

Figura 40

Ejemplo de datos tomados desde la placa

Voltaje 1:	PWM:
0.75	15.43
Voltaje 2:	Amperaje:
4.24	4.12
Back	

Nota. Visualización de las señales medidas directamente por el circuito electrónico diseñado. Elaboración propia.

Este registro corresponde a un ejemplo representativo de la forma en que los datos fueron visualizados a través del sistema electrónico desarrollado. A partir de estos valores, se procedió a la comparación de las señales obtenidas mediante la placa diseñada con los datos registrados en el Vehículo de Prueba 1 y el Vehículo de Prueba 2, con el fin de evaluar la correspondencia entre ambos métodos de medición.

Resultados del ETB

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB), considerando las señales de los sensores TPS1 y TPS2 para diferentes porcentajes de apertura. Los valores registrados mediante la placa electrónica fueron comparados con los datos obtenidos en los Vehículos de Prueba 1 y 2, permitiendo evaluar la precisión y confiabilidad del sistema propuesto.

Comparación de señales entre vehículo de prueba 1, vehículo de prueba 2 y la placa diseñada.

Tabla 3

Comparación de señales TPS entre vehículo de prueba 1, vehículo de prueba 2 y la placa diseñada.

La Tabla 3 presenta la comparación de las señales TPS1 y TPS2 obtenidas en los vehículos de prueba y las generadas por la placa electrónica diseñada. Esta comparación

permite evaluar la precisión del sistema propuesto respecto a los valores reales del vehículo.

	Vehículo de prueba 1		Vehículo de prueba 2		Placa diseñada	
PORCENTAJE						
DE	TPS1	TPS2	TPS1	TPS2	TPS1	TPS2
APERTURA						
15	0.74 V	4.25 V	0.77 V	4.82 V	0.75 V	4.21 V
20	0.99 V	4 V	1 V	3.98 V	0.9 V	4 V
25	1.24 V	3.76 V	1.27 V	3.78 V	1.23 V	3.74 V
30	1.54 V	3.45 V	1.51 V	3.42 V	1.54 V	3.43 V
35	1.76 V	3.25 V	1.74 V	3.22 V	1.74 V	3.22 V
40	1.99 V	2.98 V	1.97 V	2.96 V	1.99 V	2.94 V

Nota. Valores de voltaje correspondientes a los sensores TPS1 y TPS2 para diferentes porcentajes de apertura del cuerpo de aceleración. Elaboración propia.

Se observa una alta correspondencia entre los valores del vehículo y los generados por la placa, con diferencias mínimas en todo el rango de operación, lo que confirma la confiabilidad del sistema desarrollado

Análisis cuantitativo del sensor TPS1 del ETB

A partir de los valores medidos para el sensor de posición TPS1 del Cuerpo de Aceleración Electrónico, se realizó un análisis cuantitativo comparando las señales obtenidas en el vehículo de referencia (Vehículo de Prueba 1, según valores del manual del fabricante), con aquellas generadas por la placa electrónica diseñada, considerando todos los porcentajes de apertura evaluados.

Para cada punto de medición se calculó el error relativo porcentual mediante la expresión:

$$\text{Error relativo}(\%) = \frac{V_{\text{placa}} - V_{\text{vehículo}}}{V_{\text{vehículo}}} * 100$$

Los resultados obtenidos muestran que el error relativo promedio del TPS1 fue del 1,7 %, mientras que el error máximo registrado no superó el 3,1 % en todo el rango de operación analizado. La diferencia absoluta promedio entre las señales del vehículo y la placa fue inferior a 0,05 V, lo que indica una alta correspondencia entre ambas mediciones.

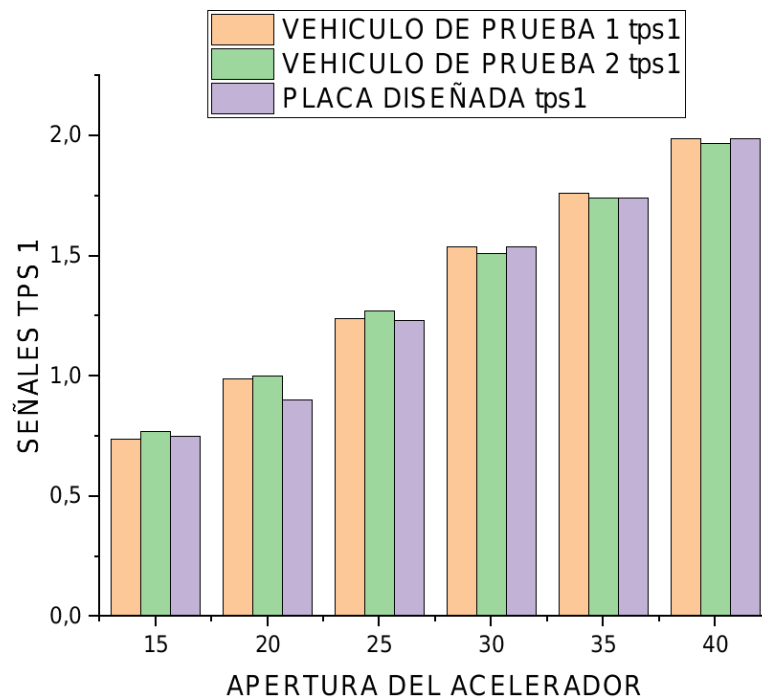
En términos de variabilidad, las mediciones presentaron una dispersión reducida entre repeticiones, con variaciones inferiores al 2 %, lo que evidencia una baja incertidumbre y una buena repetibilidad del sistema durante las pruebas realizadas.

Desde el punto de vista funcional, la señal TPS1 generada por la placa mantiene una pendiente creciente similar a la observada en el vehículo real, conservando la proporcionalidad esperada entre el porcentaje de apertura del ETB y el voltaje entregado por el sensor. Esta correspondencia numérica confirma que el sistema diseñado reproduce adecuadamente el comportamiento del sensor TPS1 en condiciones de prueba en banco.

Figura comparativa de las señales

Figura 41

Comparativa de señales TPS1



Nota. La Figura 39 muestra la similitud de las curvas, con una diferencia promedio inferior al 2 %. Elaboración propia

Análisis cuantitativo del sensor TPS2 del ETB

A partir de los valores obtenidos para el sensor de posición TPS2 del Cuerpo de Aceleración Electrónico, se realizó un análisis cuantitativo comparando las señales medidas en el vehículo de referencia (Vehículo de Prueba 1, según valores del manual del fabricante), con las generadas por la placa electrónica diseñada, considerando todos los porcentajes de apertura evaluados durante las pruebas.

Para cada punto de medición se calculó el error relativo porcentual utilizando la misma fórmula que en el caso de TPS1.

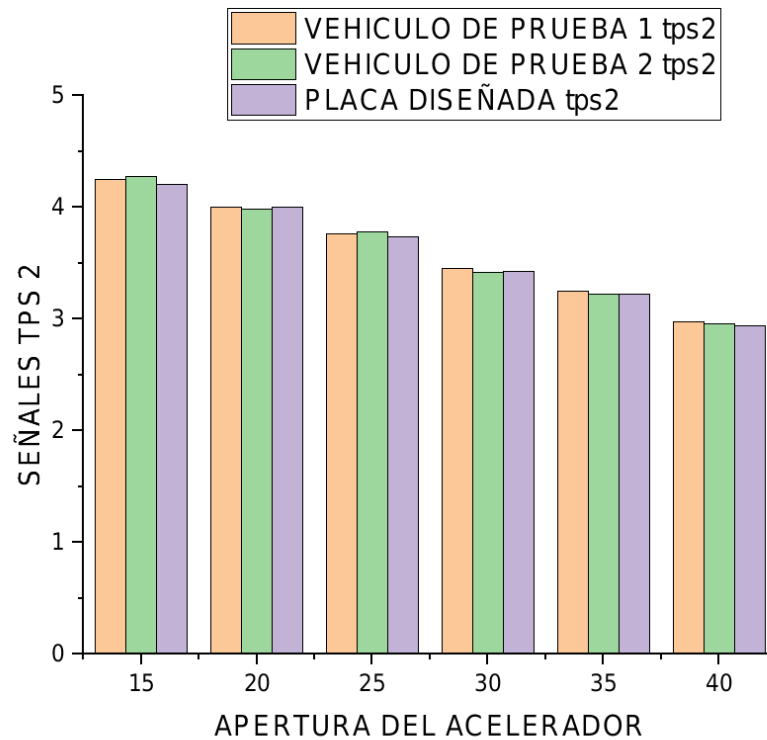
Los resultados muestran que el error relativo promedio del TPS2 fue del 1,8 %, mientras que el error máximo registrado se mantuvo por debajo del 3,5 % en todo el rango de operación analizado. La diferencia absoluta promedio entre las señales del vehículo y de la placa fue inferior a 0,06 V, lo que evidencia una alta correspondencia entre ambas mediciones.

Desde el punto de vista funcional, el sensor TPS2 presenta una pendiente decreciente inversa a la del TPS1, comportamiento característico de los sistemas ETB con redundancia. La similitud de esta pendiente entre las señales del vehículo y de la placa confirma que el sistema reproduce correctamente la relación inversa esperada entre ambos sensores.

En términos de variabilidad, las mediciones del TPS2 mostraron una dispersión reducida entre repeticiones, con variaciones inferiores al 2 %, lo que indica una baja incertidumbre y una adecuada estabilidad del sistema durante las pruebas realizadas.

Figura 42

Comparativa de señales TPS 2



Nota. Comparación de las señales TPS2 obtenidas en el vehículo de prueba y en la placa electrónica diseñada. Elaboración propia.

La Figura 40 muestra la correspondencia entre las señales TPS2 obtenidas en el vehículo y en la placa diseñada, confirmando la coherencia del comportamiento del sensor TPS2 en todo el rango de operación evaluado.

Resultados del APP

En esta sección se presentan los resultados correspondientes al Pedal de Aceleración Electrónico (APP), a partir de la medición de las señales APP1 y APP2 en función del recorrido del pedal. Los valores obtenidos mediante la placa electrónica

diseñada fueron comparados con los registrados en el Vehículo de Prueba 1 y el Vehículo de Prueba 2, con el fin de evaluar la precisión y confiabilidad del sistema propuesto.

Comparación de señales entre vehículo de prueba 1, vehículo de prueba 2 y la placa diseñada.

Tabla 4

Comparación de señales APP entre vehículo de prueba 1, vehículo de prueba 2 y la placa diseñada.

La Tabla 4 muestra la comparación de las señales APP1 y APP2 registradas en los vehículos de prueba y las obtenidas mediante la placa electrónica diseñada, permitiendo analizar la precisión del sistema en la medición del pedal de aceleración electrónico.

RECORRIDO DEL PEDAL (mm)	VEHICULO DE PRUEBA 1		VEHICULO DE PRUEBA 2		PLACA DISEÑADA	
	APP 1	APP 2	APP 1	APP 2	APP1	APP2
0	0,723	0,332	0,723	0,332	0,723	0,332
10	1,084	0,498	1,080	0,496	1,082	0,496
20	1,807	0,830	1,803	0,828	1,806	0,831
30	2,530	1,162	2,526	1,160	2,525	1,168
40	3,253	1,494	3,249	1,492	3,250	1,495
50	3,976	1,826	3,972	1,824	3,973	1,822
60	4,699	2,158	4,695	2,156	4,698	2,154

Nota. Valores de voltaje correspondientes a las señales APP1 y APP2 para diferentes posiciones del pedal del acelerador. Elaboración propia.

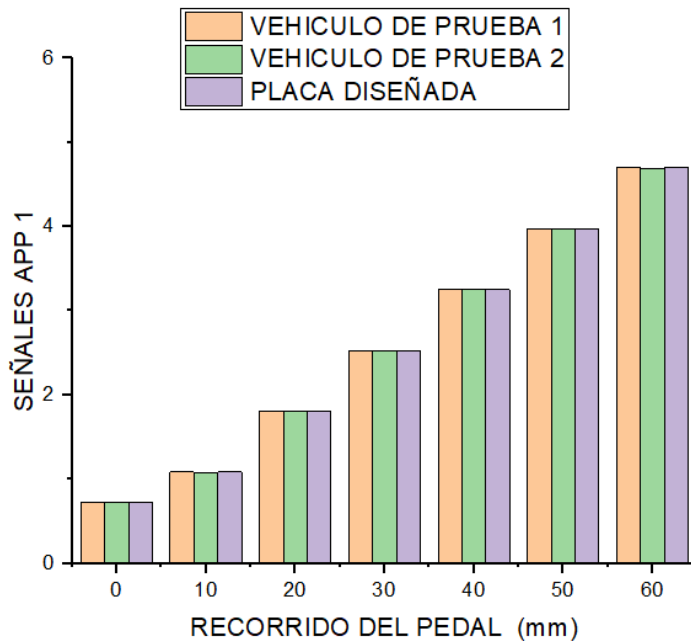
Las diferencias registradas son inferiores al 1 %, evidenciando una adecuada reproducción de las señales del sistema APP por parte del dispositivo desarrollado.

Análisis cuantitativo del sensor APP1

El comportamiento del sensor APP1 fue evaluado a partir de los valores de voltaje registrados a lo largo del recorrido del pedal de aceleración, comparando las mediciones obtenidas en los vehículos de prueba con las generadas por la placa electrónica diseñada. Este análisis permitió determinar el grado de correspondencia entre ambas señales en condiciones de prueba en banco.

Los resultados evidencian que las diferencias entre los valores medidos y los generados por la placa son reducidas. El error relativo promedio se mantuvo por debajo del 1 %, mientras que el valor máximo registrado no superó el 0,5 % en todo el rango de medición considerado. Asimismo, la diferencia absoluta entre señales fue inferior a 0,01 V, lo que indica una alta precisión en la reproducción de la señal APP1. Desde el punto de vista de la estabilidad de la medición, la dispersión observada entre repeticiones fue mínima, con variaciones inferiores al 1 %, reflejando una baja incertidumbre y una adecuada repetibilidad del sistema durante las pruebas realizadas.

Adicionalmente, se verificó que la señal APP1 mantiene una relación progresiva y proporcional con el desplazamiento del pedal, característica que se conserva en la señal generada por la placa electrónica, lo que confirma la correcta respuesta funcional del sistema diseñado.

Figura 43*Comparativa de señales APP1*

Nota. Comparación de las señales APP1 obtenidas en el vehículo de prueba y en la placa electrónica diseñada. Elaboración propia.

La Figura 41 presenta la comparación de las señales APP1, donde se observa una correspondencia cercana entre las curvas del vehículo y de la placa, con diferencias mínimas a lo largo de todo el recorrido del pedal, lo que respalda los resultados del análisis cuantitativo previamente descrito.

Análisis cuantitativo del sensor APP2

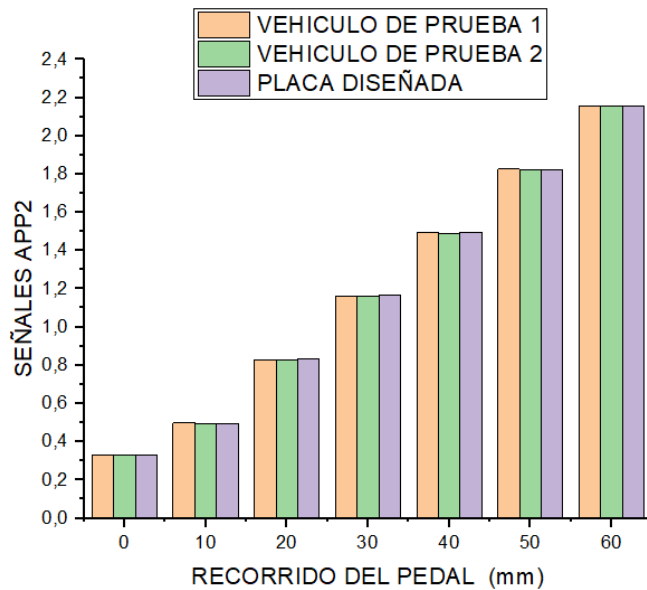
El sensor APP2 fue analizado considerando su comportamiento eléctrico a lo largo del recorrido completo del pedal de aceleración, comparando las señales obtenidas en los vehículos de prueba con las generadas por la placa electrónica diseñada. Este análisis permitió evaluar la consistencia de la señal secundaria del sistema APP y su relación funcional con APP1. Los valores obtenidos muestran que las diferencias entre la señal del vehículo y la señal generada por la placa se mantienen dentro de márgenes reducidos. El error relativo promedio calculado para APP2 fue inferior al 1 %, mientras que el error máximo registrado no superó el 0,6 % en todo el rango de operación analizado. La diferencia absoluta promedio se mantuvo por debajo de 0,01 V, lo que evidencia una adecuada precisión en la reproducción de esta señal.

En cuanto a la variabilidad de las mediciones, se observó una baja dispersión entre repeticiones, con variaciones inferiores al 1 %, lo que indica una incertidumbre reducida y una buena estabilidad del sistema durante las pruebas realizadas.

Desde el punto de vista funcional, la señal APP2 presenta una progresión creciente con menor amplitud en comparación con APP1, característica propia de los sistemas de pedal de aceleración con sensores redundantes. Este comportamiento se mantiene tanto en las mediciones del vehículo como en la señal generada por la placa, confirmando la correcta implementación del sistema propuesto.

Figura 44

Comparativa de señales APP2



Nota. Comparación de las señales APP2 obtenidas en el vehículo de prueba y en la placa electrónica diseñada. Elaboración propia.

La Figura 42 muestra la comparación de las señales APP2 obtenidas en el vehículo y en la placa electrónica, evidenciando una correspondencia consistente en todo el recorrido del pedal y diferencias porcentuales inferiores al 1 %.

Comparación de Métodos Tradicionales vs. Sistema de Diagnóstico Diseñado

Procedencia de los tiempos de diagnóstico

Los tiempos de diagnóstico presentados en este estudio corresponden a mediciones experimentales propias, obtenidas durante la ejecución de las pruebas realizadas en banco para la evaluación del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP). Estos valores no corresponden a estimaciones ni a datos tomados de bibliografía, sino que fueron medidos directamente durante el desarrollo del trabajo experimental.

Procedimiento de diagnóstico utilizando herramientas tradicionales

El procedimiento de diagnóstico mediante herramientas tradicionales se realizó siguiendo una secuencia definida, que integra el uso de multímetro, osciloscopio, pinza amperimétrica y escáner automotriz, con el objetivo de obtener las variables necesarias para evaluar el funcionamiento del ETB y APP.

- Se identificaron los pines correspondientes a las señales TPS1, TPS2, APP1 y APP2, según el diagrama eléctrico del vehículo.
- Se realizó la medición de voltajes estáticos de los sensores mediante un multímetro digital, verificando los valores de referencia.

- Posteriormente, se utilizó el osciloscopio para observar la forma de onda de las señales durante el accionamiento del ETB y el recorrido del pedal, evaluando la estabilidad y continuidad de las señales.
- La corriente del motor del ETB fue medida utilizando una pinza amperimétrica DC, registrando el consumo durante el funcionamiento.
- Finalmente, se empleó el escáner automotriz para la lectura de datos en tiempo real.
- Este procedimiento fue repetido en tres ocasiones bajo las mismas condiciones de prueba, registrando el tiempo total requerido para completar el diagnóstico.

Resultados de las mediciones de tiempo

Aplicando el protocolo descrito previamente, se registraron los tiempos requeridos para la obtención de las variables necesarias para el diagnóstico del ETB y APP mediante herramientas tradicionales y mediante el sistema de diagnóstico propuesto. En el método tradicional, el tiempo promedio requerido para la medición de voltajes de los sensores mediante multímetro digital fue de 15 minutos. La observación y análisis de la forma de onda utilizando el osciloscopio requirió un tiempo promedio de 20 minutos, mientras que la medición de la corriente del motor del ETB mediante pinza

amperimétrica presentó un tiempo promedio de 5 minutos. Considerando la ejecución secuencial de estas tareas, el tiempo total promedio del método tradicional fue de 40 minutos.

Por otro lado, el sistema de diagnóstico diseñado permitió la obtención simultánea de las señales de voltaje, corriente y control PWM, con un tiempo promedio total de 7 minutos.

Análisis cuantitativo y estadístico del tiempo de diagnóstico

Con el fin de evaluar no solo la reducción del tiempo de diagnóstico, sino también la consistencia y confiabilidad de las mediciones realizadas, se aplicó un análisis estadístico descriptivo básico a los tiempos registrados para ambos métodos de diagnóstico, cada método fue evaluado mediante tres repeticiones independientes, realizadas bajo las mismas condiciones de prueba y por el mismo operador. Para cada conjunto de mediciones se calculó el valor promedio, así como la variabilidad entre repeticiones, con el propósito de estimar la incertidumbre asociada al proceso de medición del tiempo.

En el método tradicional, el tiempo promedio de diagnóstico fue de 40 minutos, con una variación máxima entre repeticiones inferior a ± 2 minutos, lo que corresponde a una dispersión relativa menor al 5 %. Esta variabilidad está asociada principalmente al número de reconexiones necesarias y a la configuración manual de los instrumentos de

medición. En el sistema de diagnóstico propuesto, el tiempo promedio registrado fue de 7 minutos, presentando una variación máxima entre repeticiones inferior a $\pm 0,5$ minutos, lo que representa una dispersión relativa menor al 7 %. La menor variabilidad observada se debe a la integración de las mediciones en un solo dispositivo y a la reducción de pasos operativos.

El análisis estadístico descriptivo realizado evidencia que, además de reducir significativamente el tiempo promedio de diagnóstico, el sistema propuesto presenta una menor dispersión en los tiempos medidos, lo que indica una mayor repetibilidad y una menor incertidumbre en el proceso de diagnóstico en comparación con el método tradicional.

El tiempo total con métodos tradicionales es:

$$T_{tradicional} = 15 + 20 + 5 = 40 \text{ minutos}$$

El tiempo del sistema diseñado es:

$$T_{placa} = 7 \text{ minutos}$$

Ahorro absoluto:

$$\Delta T = 40 - 7 = 33 \text{ minutos}$$

Porcentaje de reducción:

$$\%Reducci\grave{o}n = \frac{33}{40} \times 100 = 82.5\%$$

Factor de mejora:

$$Factor = \frac{40}{7} \approx 5.7$$

Esto significa que el sistema electrónico diseñado es 5,7 veces más rápido que el conjunto de instrumentos tradicionales.

Tabla 5

Comparación de instrumentos de medición utilizados en el diagnóstico del ETB

La Tabla 5 presenta una comparación estructurada entre los métodos tradicionales de diagnóstico y el sistema electrónico diseñado, considerando los parámetros medidos, el procedimiento requerido, el tiempo promedio y las principales limitaciones de cada método.

Método	Parámetros que puede medir	Naturaleza del procedimiento	Tiempo aprox.	Principales limitaciones
Multímetro	Alimentaciones, APP1, APP2, TPS1, TPS2 (estático)	Desconexión de conector, verificación de tensiones y señales básicas.	15 min	No permite visualizar variaciones rápidas; no mide amperaje sin cortar cables; error con PWM.

Osciloscopio	Señales APP1, APP2, TPS1, TPS2, forma de onda PWM del motor	Conexión a terminales de señal; visualización gráfica de las formas de onda.	20 min	No entrega valores promedio/RMS; requiere interpretación; sensible a ruido y picos.
		Colocación de la pinza alrededor del conductor de alimentación del motor.	5 min	Precisión limitada por la frecuencia PWM y picos inductivos; lecturas distorsionadas.
		Tiempo total	40 min	
Placa diseñada	TPS1, TPS2, amperaje del motor, PWM	Conexión directa al cuerpo de aceleración y visualización en pantalla.	7 min	Requiere identificación previa de pines; depende de correcta alimentación del dispositivo.
		Tiempo total	7 min	

Nota. Los tiempos corresponden al promedio de tres repeticiones realizadas bajo condiciones controladas y con el mismo operador para todos los métodos evaluados.

Elaboración propia.

Se evidencia que el sistema diseñado reduce significativamente el tiempo de diagnóstico, permitiendo la obtención simultánea de múltiples variables, lo que respalda la hipótesis planteada respecto a la mejora en eficiencia y reducción del tiempo de evaluación.

Interpretación final de la comparación

Tal como se evidencia en la Tabla 5, los métodos tradicionales de diagnóstico presentan limitaciones técnicas y operativas asociadas a la medición de señales dinámicas, además de requerir mayor tiempo de preparación, conexión e interpretación.

En particular, el uso combinado de multímetro, osciloscopio y pinza amperimétrica implica procedimientos parciales e independientes que incrementan el tiempo total de diagnóstico y, en algunos casos, requieren intervenciones invasivas sobre el cableado.

En contraste, el sistema electrónico diseñado permite obtener de forma simultánea los parámetros más relevantes del Cuerpo de Aceleración Electrónico (TPS1, TPS2, señal PWM y consumo de corriente) mediante una única conexión, reduciendo significativamente el tiempo requerido para el diagnóstico y simplificando el procedimiento operativo.

La reducción del 82,5 % en el tiempo total de diagnóstico, equivalente a un factor de mejora aproximado de 5,7, valida cuantitativamente que el dispositivo desarrollado incrementa la eficiencia del proceso diagnóstico, mejora la operatividad dentro del taller

automotriz y reduce la exposición del técnico a procedimientos complejos o repetitivos. Estos resultados confirman que el sistema propuesto constituye una alternativa técnica viable y eficiente frente a los métodos tradicionales.

Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de diagnóstico propuesto evidencian que la integración de la medición de señales del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y del Pedal de Aceleración Electrónico (APP) en un solo dispositivo permite optimizar el proceso de diagnóstico automotriz. Más allá de los valores numéricos obtenidos, los resultados muestran que es posible realizar un análisis funcional confiable del sistema de aceleración electrónica reduciendo significativamente la complejidad operativa frente a los métodos tradicionales.

En el diagnóstico automotriz convencional, la evaluación del cuerpo de aceleración ETB y pedal de aceleración APP requiere el uso combinado de multímetro, osciloscopio, pinza amperimétrica y escáner automotriz, lo que implica múltiples conexiones, configuraciones independientes y una interpretación fragmentada de las señales. Mientras que el sistema desarrollado integra estas variables en un solo proceso, lo que permite obtener la lectura de varios componentes en un solo sistema en un menor tiempo y con menos intervenciones.

Los resultados obtenidos se alinean con lo reportado en estudios previos relacionados con el uso de plataformas basadas en Arduino aplicadas al diagnóstico automotriz. Investigaciones como las de Acho et al. (2020) y He et al. (2021) señalan que los sistemas embebidos permiten optimizar la eficiencia del proceso de diagnóstico sin afectar la confiabilidad de las mediciones, aspecto que coincide con el desempeño observado en el sistema propuesto.

Uno de los resultados más relevantes que se obtuvo en este estudio es la disminución del tiempo utilizado para el diagnóstico del sistema de ETB y APP. Esta reducción tiene un impacto directo en la dinámica operativa del taller automotriz, al ayudar con una mayor eficiencia en la atención de vehículos y agilizar la toma de decisiones técnicas. La integración de las lecturas en un solo dispositivo y la visualización simultánea de las variables más importantes permiten detectar anomalías con mayor rapidez, evitando demoras asociadas al uso de diferentes herramientas de medición y a la reconexión de las mismas.

Limitaciones del sistema y trabajos futuros

El sistema de diagnóstico propuesto presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, las pruebas realizadas corresponden a ensayos en banco, por lo que el comportamiento del sistema no fue evaluado en condiciones dinámicas de conducción, donde factores como vibraciones, ruido eléctrico y variaciones térmicas podrían influir en las mediciones.

Adicionalmente, el sistema fue diseñado y evaluado para un modelo específico de vehículo, por lo que su aplicación a otros modelos o marcas requeriría ajustes en los rangos de referencia y en la configuración de señales. Asimismo, aunque el dispositivo permite obtener lecturas críticas del ETB y APP de forma rápida y confiable, la interpretación final de los resultados aún depende de la comparación con las especificaciones técnicas del fabricante.

Como trabajo futuro, se plantea la incorporación de una base de datos interna de parámetros de referencia, que permita automatizar la verificación de tolerancias y ampliar la compatibilidad del sistema con diferentes marcas y modelos. Esta mejora permitiría evolucionar el dispositivo desde una herramienta avanzada de medición hacia un sistema de diagnóstico automatizado con mayor alcance en el entorno automotriz.

Conclusiones

Conclusiones técnicas

La elaboración del circuito electrónico para el diagnóstico del Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y del Pedal de Aceleración Electrónico (APP) en el Renault Logan Crossover con motor H4M demostró ser una alternativa técnica viable y eficiente para agilizar el proceso de diagnóstico automotriz, al sustituir el uso combinado de multímetro, osciloscopio y pinza amperimétrica. Los resultados obtenidos muestran una reducción del 82,5 % en el tiempo de diagnóstico, respecto a los métodos tradicionales, lo que representa una optimización aproximada de 5,7 veces.

El circuito desarrollado hizo posible validar el sistema de aceleración directamente en un banco de pruebas. Al replicar señales eléctricas que imitan la operación real, se eliminó la necesidad de realizar mediciones con el vehículo en movimiento. De esta forma, se pudo analizar con detalle el comportamiento de los sensores (TPS1, TPS2, APP1, APP2) y el consumo de corriente del motor bajo distintas exigencias.

La precisión del diseño quedó demostrada durante la fase experimental. Al configurar una apertura del 25 %, se obtuvieron lecturas de 1,23 V y 3,74 V, valores que difieren en menos del 2 % respecto a los datos reales de los vehículos de prueba (1,24 V y 3,76 V). Esta mínima variación confirma la fiabilidad del sistema para reproducir el comportamiento operativo del cuerpo de aceleración.

Gracias a la implementación con Arduino y componentes de electrónica de consumo, se desarrolló una herramienta accesible para escuelas técnicas y talleres. El costo final del prototipo, cercano a los 60 USD, representa una diferencia notable frente a los más de 500 USD que suelen costar escáneres u osciloscopios comerciales. Además, al no requerir licencias de software y poder replicarse con relativa facilidad en entornos locales, la propuesta se perfila como una alternativa económica y sostenible.

El sistema desarrollado puede ser mejorado a futuro ya que presenta flexibilidad para ampliaciones funcionales, lo que lo convierte en una plataforma adecuada para estudiantes y técnicos en formación. El proyecto contribuye a mejorar la calidad del

servicio en la reparación y mantenimiento de sistemas de aceleración, ya que proporciona una herramienta precisa, rápida y segura que puede adaptarse a diferentes escenarios de diagnóstico, ayudando a la formación técnica y promoviendo un uso eficiente de los recursos disponibles.

Recomendaciones

Se recomienda incorporar herramientas electrónicas de diagnóstico en talleres automotrices, similares al sistema desarrollado en este proyecto, para mejorar la precisión y eficiencia en la evaluación de componentes como el Cuerpo de Aceleración Electrónico (ETB) y el Pedal de Aceleración Electrónico (APP). Utilizar estos equipos ayuda a reducir los tiempos de análisis, ofrecer diagnósticos más confiables y elevar la calidad del servicio.

Es clave que los técnicos y mecánicos automotrices se capaciten continuamente, sobre todo en el uso de herramientas avanzadas de diagnóstico como Arduino. Mantenerse al día es la única forma de que puedan resolver con seguridad los problemas de los sistemas electrónicos complejos que traen los vehículos hoy en día.

Como línea de desarrollo futuro, se plantea el diseño de nuevas versiones del circuito que faciliten su adaptación a diferentes marcas y modelos de vehículos. Dado que los sistemas de aceleración electrónica ETB y los sensores asociados presentan

variaciones entre fabricantes, ampliar el sistema propuesto podría incrementar de manera significativa su aplicabilidad y utilidad en el sector automotriz.

Asimismo, se recomienda integrar bases de datos que incluyan los rangos de referencia de distintos fabricantes. Esto permitiría automatizar la verificación de las señales y facilitar la detección de fallas o anomalías. Con esta mejora, el dispositivo ganaría mayor autonomía y ampliaría su uso como herramienta de diagnóstico para diversas marcas y modelos

Por último, se aconseja crear documentación técnica detallada que estandarice los procesos de ensamblaje, calibración y pruebas. Tener guías claras facilitará replicar el sistema tanto en talleres como en centros educativos, asegurando que el dispositivo funcione de manera correcta y confiable sin importar dónde se implemente.

Lista de referencias

- A. Argüello, W. Q. (2023). Evaluación del Comportamiento de Motores a Gasolina Mediante Simulación del Flujo de Aire a Través del Cuerpo de Aceleración. *Revista Técnica energía*, 20, 109-117.
<https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v20.n1.2023.584>
- Aguilar, E. A. (2024). Fabricación de un banco didáctico para el diagnóstico de cuerpos de aceleración electrónicos de motores con sistema de inyección. *Universidad Salesiana*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28682>
- Barandiarán, R. R. (2021). Análisis de las cajas automáticas powershift, mediante el uso de electroválvulas por modulo electrónico, en un cargador frontal cat 950F. *Universidad señor de Sipian*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9160>
- Cortez, C. (2024). Optimización e implementación de dispositivo vestibular para la medición de las fases al caminar. *Universidad Distrital de Caldas*.
<https://repository.udistrital.edu.co/items/7ef47195-ea64-4b29-8e0a-ee0eee07fb41>
- Murillo, L. (2021). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo de una flota de tracto camiones y remolques multipropósito. *Universidad Nacional del Callo*.
<https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7270>
- Nigson Burgos, A. P. (2018). *Diseño y desarrollo de un banco de pruebas para diagnóstico automotriz*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16521>
- Paredes, L. D. (2023). *Laboratorio de diagnóstico automotriz por osciloscopio*.
<http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4987>
- Sanchez, L. (2023). Más allá de la potencia: un análisis profundo de la red can en los sistemas de tren de potencia y motores de vehículos de alta gama. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*.
<https://www.journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/149>
- Semblantes, Y. (2024). Análisis de las fallas en la Bomba de Combustible. *Science Synergy Journal*,.
- Raza, M. (2022). Vehículos autónomos: niveles, tecnologías, impactos y preocupaciones.
<https://www.irjet.net/a/V9/i1/IR-V9I1.pdf>
- Zhao, J., Liang, B. y Chen, Q. (2022). La tecnología clave para el automóvil autónomo.
<https://www.irjet.n/archivo/V9/i1/IRJE-V9I1512.pdf>

Wiley-IEEE Press. (n.d.). Ohm's Law, Branch Relationships, and Sources. In First and Second Order Circuits and Equations: Technical Background and Insights. Retrieved from IEEE Xplore

Anexos

Anexo 1. Silicio complementario

Silicio complementario Transistores

Estos dispositivos están diseñados para amplificadores de propósito general y Aplicaciones de conmutación de baja velocidad.

Características

- Alta ganancia de corriente continua -

$$h_{FE} = 2500 \text{ (típico) a } I_C = 4,0 \text{ A dc}$$

- Tensión de mantenimiento del colector-emisor: a 100 mA dc

$$V_{CE(sat)} = 80 \text{ Vcc (mín.) - BDX53B, 54B}$$

$$V_{CE} = 100 \text{ V CC (mín.) - BDX53C, 54C}$$

- Bajo voltaje de saturación colector-emisor -

$$V_{CE(sat)} = 2,0 \text{ V CC (máx.) @ } I_C = 3,0 \text{ A cc}$$

$$V_{CE} = 4,0 \text{ V CC (máx.) @ } I_C = 5,0 \text{ A cc}$$

- Construcción monolítica con resistencias de derivación base-emisor incorporadas
- Hay paquetes sin plomo disponibles*

CALIFICACIONES MÁXIMAS

Clasificación	Símbolo	Valor	Unidad
Tensión colector-emisor BDX53B, BDX54B BDX53C, BDX54C	V_{CE} Transistor Epistaxial	80 100	Vcc
Voltaje colector-base BDX53B, BDX54B BDX53C, BDX54C	V_{CB}	80 100	Vcc
Voltaje emisor-base	V_{EB}	5,0	Vcc
Corriente de colector - Continuo - Cima	I_{Cc}	8,0 12	A dc
Corriente base	I_{Cb}	0,2	A dc
Disipación total del dispositivo a $T_c = 25^\circ\text{C}$ Reducir la potencia por encima del 25	P.D.	65 0,48	W_o $W_o/^\circ\text{C}$
Unión de operación y almacenamiento Rango de temperatura	$T_j, \text{ storage } T$	$-65 \text{ a } +150$	$^\circ\text{C}$

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Característica	Símbolo	Máximo	Unidad
Resistencia térmica, unión a ambiente	$R_{\theta JA}$	70	$^\circ\text{C}/W$
Resistencia térmica, unión a carcasa	$R_{\theta JC}$	1,92	$^\circ\text{C}/W$

Las tensiones que excedan los valores máximos pueden dañar el dispositivo.

Las calificaciones son solo calificaciones de estrés. Operación funcional por encima de lo recomendado

No se implican las condiciones de funcionamiento. Exposición prolongada a tensiones superiores a las A

Las condiciones de funcionamiento recomendadas pueden afectar la confiabilidad del dispositivo.

ON Semiconductor®

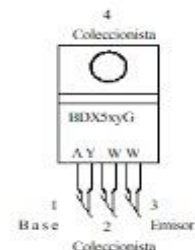
<http://onsemi.com>

Darlington
8 AMPERIOS
SILICIO COMPLEMENTARIO
TRANSISTORES DE POTENCIA
80-100 VOLTIOS, 65 VATIOS



TO-220AB
Caso 221A
ESTILO 1

DIAGRAMA DE MARCADO & ASIGNACIÓN DE PIN



BDX5xy = Código del dispositivo
x = 3 o 4
y = B o C
= Lugar de reunión
= Año

Anexo 2. Motor control de acelerador

Anexo 3. P0122

P0122, P0123 SENSOR DE TP

<DTC / CIRCUIT DIAGNÓSTICO>

ECM			Condición		voltaje
conector	Terminal				
	+	-			
F11	33 (sensor TP 1 señal)	36	Pedal acelerador	Totalmente liberado más de 0,36 V	
				completamente presionado Menos de 4,75 V	
	34 (sensor TP 2 de señal)			totalmente liberada Menos de 4,75 V	
				Completamente presionado más de 0,36 V	

Es el resultado de la inspección normal?

SÍ NO FIN DE LA INSPECCION >> >>

IR A 2.

2. SUSTITUIR ELECTRIC CONTROL DEL REGULADOR ACTUADOR Sustituir el actuador de control del regulador

eléctrico. Referirse a [EM-27, "Desmontaje y montaje"](#).

>> FIN DE INSPECCIÓN

Anexo 4. Características eléctricas


LM340, LM340A, LM7805, LM7812, LM7815

SNOSBY0L – FEBRUARY 2000 – REVISED SEPTEMBER 2016

www.ti.com
6.6 LM340 / LM7805 Electrical Characteristics,
 $V_O = 5\text{ V}$, $V_I = 10\text{ V}$
 $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$ unless otherwise specified⁽¹⁾

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _O	Output voltage	T _J = 25°C, 5 mA ≤ I _O ≤ 1 A		4.8	5	5.2	V
		P _O ≤ 15 W, 5 mA ≤ I _O ≤ 1 A		4.75		5.25	V
		7.5 V ≤ V _{IN} ≤ 20 V					
ΔV _O	Line regulation	I _O = 500 mA	T _J = 25°C		3	50	mV
			7V ≤ V _{IN} ≤ 25V				
		Over temperature				50	mV
			8V ≤ V _{IN} ≤ 20V				
		I _O ≤ 1 A	T _J = 25°C			50	mV
			7.5V ≤ V _{IN} ≤ 20V				
Over temperature				25	mV		
	8V ≤ V _{IN} ≤ 12V						
ΔV _O	Load regulation	T _J = 25°C	5 mA ≤ I _O ≤ 1.5 A		10	50	mV
			250 mA ≤ I _O ≤ 750 mA			25	mV
		Over temperature, 5 mA ≤ I _O ≤ 1 A				50	mV
I _O	Quiescent current	I _O ≤ 1 A	T _J = 25°C			8	mA
			Over temperature				8.5
ΔI _O	Quiescent current change	0°C ≤ T _J ≤ 125°C, 5 mA ≤ I _O ≤ 1 A			0.5		mA
		7 V ≤ V _{IN} ≤ 20 V	T _J = 25°C, I _O ≤ 1 A			1	mA
			Over temperature, I _O ≤ 500 mA				1
V _N	Output noise voltage	T _A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz			40		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple rejection	f = 120 Hz 8 V ≤ V _{IN} ≤ 18 V	T _J = 25°C, I _O ≤ 1 A	62	80		dB
			Over temperature, I _O ≤ 500 mA	62			dB
R _O	Dropout voltage	T _J = 25°C, I _O = 1 A			2		V
	Output resistance	f = 1 kHz			8		mΩ
	Short-circuit current	T _J = 25°C			2.1		A
	Peak output current	T _J = 25°C			2.4		A
	Average TC of V _{OUT}	Over temperature, I _O = 5 mA			-0.6		mV/°C
V _{IN}	Input voltage required to maintain line regulation	T _J = 25°C, I _O ≤ 1 A		7.5			V

- (1) All characteristics are measured with a $0.22\text{-}\mu\text{F}$ capacitor from input to ground and a $0.1\text{-}\mu\text{F}$ capacitor from output to ground. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ($t_w \leq 10\text{ ms}$, duty cycle $\leq 5\%$). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	BC546	V
		BC547 / BC550	
		BC548 / BC549	
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	BC546	V
		BC547 / BC550	
		BC548 / BC549	
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	BC546 / BC547	V
		BC548 / BC549 / BC550	
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range	-65 to +150	°C

Electrical Characteristics

Values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CBO}	Collector Cut-Off Current	$V_{CB} = 30\text{ V}, I_E = 0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0.5\text{ mA}$		90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 5\text{ mA}$		250	600	
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0.5\text{ mA}$		700		mV
		$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 5\text{ mA}$		900		
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}$	580	660	700	mV
		$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}$			720	
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}, f = 100\text{ MHz}$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB} = 10\text{ V}, I_E = 0, f = 1\text{ MHz}$		3.5	6.0	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\text{ V}, I_C = 0, f = 1\text{ MHz}$		9		pF
NF	Noise Figure	BC546 / BC547 / BC548		2.0	10.0	dB
		BC549 / BC550		1.2	4.0	
		BC549		1.4	4.0	
		BC550		1.4	3.0	

Anexo 5. International rectifier

International
IOR Rectifier

1 Tecnología de procesos avanzada

1 Resistencia de encendido ultrabaja

1 Clasificación dinámica dv/dt

1 Temperatura de funcionamiento 175°C

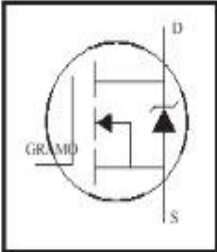
1 Cambio rápido

1 Totalmente clasificado contra avalanchas

PD-94053

IRFZ44N

MOSFET de potencia HEXFET®



VDSS = 55 V

R_{DS(encendido)} = 17,5 mΩ

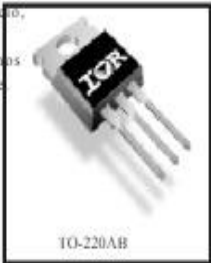
Identificación - 49A

Descripción

MOSFET de potencia HEXFET® avanzados de International

El rectificador utiliza técnicas de procesamiento avanzadas para lograr Resistencia de encendido extremadamente baja por área de silicio. Este beneficio, Combinado con la rápida velocidad de conmutación y la robustez Diseño de dispositivo en el que los MOSFET de potencia HEXFET son buenos. Conocido por proporcionar al diseñador una solución extremadamente eficiente y un dispositivo confiable para su uso en una amplia variedad de aplicaciones.

El paquete TO-220 es universalmente preferido para todos Aplicaciones comerciales e industriales en disipación de potencia, niveles a aproximadamente 50 vatios. La baja térmica La resistencia y el bajo costo del paquete TO-220 contribuyen a su amplia aceptación en toda la industria.



TO-220AB

Calificaciones máximas absolutas

	Parámetro	Máx.	Unidades
ID @ TC = 25 °C	Corriente de drenaje continua, VGS a 10 V	49	A
ID @ TC = 100 °C	Corriente de drenaje continua, VGS a 10 V	35	
Y0 - 10s	Corriente de drenaje pulsada	160	
PD @ TC = 25 °C	Disipación de potencia	94	W
	Factor de reducción lineal	0,63	W/°C
VGS	Voltaje de compuerta a fuente	±20	V
Y0 - 10s	Corriente de avalancha	25	A
OREJA	Energía de avalancha repetitiva	9,4	mJ
dv/dt	Recuperación de diodo de picos dv/dt	5,0	V/ns
TJ	Unión operativa y	-55 a + 175	°C
TSIG - 40s	Rango de temperatura de almacenamiento		
	Temperatura de soldadura, durante 10 segundos	300 (1,6 mm desde la caja)	
	Par de montaje, tornillo 6-32 o M3	10 lbf-in (1,1 N-m)	

Anexo 6. Toma de señales con escáner

Flujo de datos				
RENAULT V43.80 > Búsqueda automáticamente > LOGAN II/SANDERO II > selección de sistema > INYECCION 13.75V				
Nombre	Valor	Inglés	Métrico	
POSICION MARIPOSA MEDIDA	14.85	%		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 1	742	mV		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 2	4258	mV		

muestra	Muestra	Gráfico	Informe	Grabaciór	Traducci
---------	---------	---------	---------	-----------	----------

Flujo de datos				
RENAULT V43.80 > Búsqueda automáticamente > LOGAN II/SANDERO II > selección de sistema > INYECCION 13.56V				
Nombre	Valor	Inglés	Métrico	
POSICION MARIPOSA MEDIDA	20.40	%		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 1	1021	mV		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 2	3980	mV		

Selección	DS	Mue	Gráfico	Informe	Grabaci	ón	Trad
-----------	----	-----	---------	---------	---------	----	------

Flujo de datos				
RENAULT V43.80 > Búsqueda automáticamente > LOGAN II/SANDERO II > selección de sistema > INYECCION 13.41V				
Nombre	Valor	Inglés	Métrico	
POSICION MARIPOSA MEDIDA	20.20	%		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 1	1006	mV		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 2	3989	mV		

stra	Sele	Muestra D.	Gráfico	Informe	Grabación	Traducción
------	------	------------	---------	---------	-----------	------------

Flujo de datos				
RENAULT V43.80 > Búsqueda automáticamente > LOGAN II/SANDERO II > selección de sistema > INYECCION 13.64V				
Nombre	Valor	Inglés	Métrico	
POSICION MARIPOSA MEDIDA	15.05	%		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 1	752	mV		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 2	4253	mV		

ra	Selecc	uestra DS	Gráfico	Informe	Grabación	Traducción
----	--------	-----------	---------	---------	-----------	------------

Flujo de datos				
RENAULT V43.80 > Búsqueda automáticamente > LOGAN II/SANDERO II > selección de sistema > INYECCION 13.37V				
Nombre	Valor	Inglés	Métrico	
POSICION MARIPOSA MEDIDA	24.80	%		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 1	1235	mV		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 2	3765	mV		

	ra	Selección	uestra DS	Gráfico	Informe	ibación	aducción
--	----	-----------	-----------	---------	---------	---------	----------

Flujo de datos				
RENAULT V43.80 > Búsqueda automáticamente > LOGAN II/SANDERO II > selección de sistema > INYECCION 13.34V				
Nombre	Valor	Inglés	Métrico	
POSICION MARIPOSA MEDIDA	25.40	%		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 1	1128	mV		
TENSION MEDIDA MARIPOSA PISTA 2	3867	mV		

	one la mue	Muestra D	Gráfico	Informe	abación	raducción
--	------------	-----------	---------	---------	---------	-----------

Anexo 7. datos desde la placa

Voltaje 1: 1.23	PWM: 25.68
Voltaje 2: 3.74	Amperaje: 3.00

Back

Voltaje 1: 1.56	PWM: 31.99
Voltaje 2: 3.43	Amperaje: 3.34
Back	
Voltaje 1: 1.99	PWM: 41.12
Voltaje 2: 2.94	Amperaje: 2.91
Back	

Voltaje 1: 1.74	PWM: 35.60
Voltaje 2: 3.22	Amperaje: 0.00
Back	

Voltaje 1: 0.90	PWM: 20.51
Voltaje 2: 4.00	Amperaje: 3.97
Back	

