

# **TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO**

**VIDA NUEVA**

**SEDE MATRIZ**



**TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO GENERADOR DE FALLAS PARA  
MOTORES A GASOLINA**

**PRESENTADO POR**

**LLAMBA CHICAIZA MARCO ALFONSO**

**TUTOR**

**ING. IZA CASA LUIS FRANCISCO MG.**

**FECHA**

**JULIO 2023**

**QUITO – ECUADOR**

---

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

---

**Certificación del Tutor**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño Construcción de un Módulo Generador de Fallas para Motores a Gasolina”, presentado por el ciudadano Llamba Chicaiza Marco Alfonso, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de julio de 2023.

---

Tutor: Ing. Iza Casa Luis Francisco Mg.

C.I.: 1721611457

---

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

---

**Aprobación del Tribunal**

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y Construcción de un Módulo Generador de Fallas para Motores a Gasolina”, presentado por el ciudadano Llamba Chicaiza Marco Alfonso, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Para constancia firman:

---

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

---

**Cesión de Derechos de Autor**

Yo, Llamba Chicaiza Marco Alfonso portador de la cédula de ciudadanía 0503233777, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, autor de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y Construcción de un Módulo Generador de Fallas para Motores a Gasolina”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de julio de 2023.

---

Llamba Chicaiza Marco Alfonso

C.I.: 0503233777

### **Dedicatoria**

Quiero dedicar este proyecto de titulación a mis hijos Maily Llamba y Marcos Llamba, que me brindaron su apoyo, me comprendieron, tuvieron tolerancia e infinita paciencia y cedieron su tiempo para que “Papá estudie”, y permitirme así llevar adelante un proyecto que pasó de ser una meta personal a ser un logro familiar el cual lo compartimos con amor.

### **Agradecimiento**

Quiero expresar un agradecimiento a Dios en primera instancia y en segunda instancia, pero no menos importante a ti mi madre querida Olga Teresa Chicaiza Oña, pues sin ti madre mía no lo había logrado. Tus bendiciones que a diario me has dado a lo largo de la vida me protegen y me lleva por el camino del bien. Por eso hoy se ve reflejado todo tu esfuerzo, tu paciencia y amor madre mía en este proyecto de titulación que me lleva a ser un orgullo en la familia y para mis hijos queridos.

## Tabla de Contenido

Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Antecedentes	15
Justificación	16
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
Marco Teórico	18
Introducción de Motores de Combustión Interna	18
Funcionamiento	18
Proceso de Admisión	18
Proceso de Compresión	19
Proceso de Explosión	19
Proceso de Escape	19
Componentes del Motor	19
Partes Fijas	19
Partes Móviles	20
Proceso de Combustión en un Motor de Gasolina	20
Aspiración (Proceso Isocórico)	21
Compresión (Proceso Adiabático)	21
Combustión (Proceso Isocórico)	21
Expansión (Proceso Adiabático)	21
Escape (Proceso Isocórico)	21

Partes del Sistema de Encendido del Motor	22
Llave de Contacto	22
Batería	22
Bobina	22
Condensador	23
Distribuidor	23
Bujías	23
Funcionamiento del Sistema de Encendido del Motor	23
Tipos de Sistema Encendido del Motor de Gasolina	24
Encendidos Transistorizados	25
Sistemas Electrónicos	25
Problemas Eléctricos de un Motor a Gasolina	25
Falta de Corriente en el Sistema	25
Cables Dañados o Cortados	25
Socket Mal Conectado o con Daño	26
Tipos de Fallas	26
Funcional	26
Tecnológica	26
Programada	26
Desgaste Mecánico	26
Causas de las Fallas en los Motores a Gasolina	26
Falla de Motor de Combustión Interna (M.C.I.)	26
Sistema de Encendido	27
Sistema de Alimentación de Aire	27
Inyección Electrónica	28

Inyección Electrónica a Gasolina	28
Sistemas de Inyección	28
Inyección Multipunto y Mono Punto	28
Directa o Indirecta	29
Equipos y Herramientas	29
Osciloscopio	29
Multímetro	30
Sensores	31
Posición del Cigüeñal (CKP)	31
Posición del Árbol de Levas (CMP)	32
Presión Absoluta del Colector de Admisión (MAP)	34
Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF)	35
Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)	36
Temperatura del Aire de Ingreso al Múltiple (IAT)	38
Sensor Temperatura del Refrigerante (ECT)	39
Sensor de Detonación (KS)	40
Sensor de Oxígeno en el Colector de Escape (O2)	42
Inyectores	43
Válvula IAC	45
Relé del Electro-ventilador	45
Válvula EGR	46
Válvula de Solenoide de Purga del Cánister (EVAP)	47
Relé de la Bomba de Combustible	47
Sistema de Aceleración Electrónica TAC	48
Diagnóstico de Fallas en los Motores de Gasolina	49

	10
Metodología y Desarrollo del Proyecto	51
Diseño Metodológico	51
Investigación Bibliográfica	51
Diseño y Construcción del Módulo	51
Análisis de Resultados	52
Variables y Definición Operacional	52
Diseño y Simulación del Circuito en Proteus	55
Construcción del Circuito Eléctrico	59
Componentes Seleccionados	59
Herramientas y Equipos para el Proceso de Construcción	60
Construcción de las Placas Eléctricas	60
Ensamblaje de los Componentes Eléctricos	61
Construcción de la Caja del Módulo	62
Conexión del Módulo al Vehículo de Pruebas	63
Reconocimiento de Sensores del Vehículo a Gasolina	64
Pruebas Finales y Ajustes	65
Desarrollo del Módulo Generador de Fallas	66
Fallas de Motores	66
Características del Módulo Generador de Fallas	66
Pruebas del Módulo Generador de Fallas	71
Las Pruebas de Campo del Módulo Generador de Fallas	75
Análisis de los Resultados Obtenidos en las Pruebas del Módulo Generador de Fallas	76
Detección de Fallas	77
Evaluación de Integridad del Sistema	78
Resultados Obtenidos	79

	11
Conclusiones	86
Recomendaciones	87
Referencias	88

## Resumen

La situación problemática que se aborda en el proyecto de titulación es el diseño y construcción de un módulo generador de fallas para motores a gasolina, debido a la necesidad de tener una herramienta eficiente y de bajo costo para realizar pruebas de diagnóstico de fallas en motores a gasolina. Actualmente, los métodos de diagnóstico existentes implican el uso de equipos especializados y costosos, lo que dificulta su accesibilidad para muchos profesionales y estudiantes de mecánica automotriz.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar y construir un módulo generador de fallas para motores a gasolina que permita realizar pruebas de diagnóstico de manera eficiente y económica. Este módulo simula diferentes tipos de fallas en un motor a gasolina demostrando eficacia y accesibilidad para estudiantes y profesionales de la mecánica automotriz.

Esta herramienta es de gran importancia para la formación de los estudiantes de mecánica automotriz, permitiendo familiarizarse con las técnicas de diagnóstico de fallas y mejorar sus habilidades prácticas en este campo. Además, su uso puede contribuir a reducir los costos de mantenimiento y reparación de vehículos, permitiendo identificar más rápido y preciso las fallas en los motores a gasolina.

En resumen, la situación problemática que se aborda en este proyecto es la falta de acceso a herramientas eficientes y económicas para realizar pruebas de diagnóstico de fallas en motores a gasolina, mediante el diseño y construcción de un módulo generador de fallas para motores a gasolina solucionamos el problema de accesibilidad y eficiencia.

**Palabras Clave:** MÓDULO GENERADOR DE FALLAS, SENSORES AUTOMOTRICES, FALLAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS.

### **Abstract**

The problematic situation that is addressed in the degree project is the design and construction of a fault generator module for gasoline engines, due to the need of having an efficient and low cost tool to perform fault diagnosis tests in gasoline engines. Nowadays, the existing diagnostic methods involve the use of specialized and expensive equipment, which makes it difficult for many professionals and students of automotive mechanics to access it.

Hence, the objective of this project is to design and build a fault generator module for gasoline engines that allows diagnostic tests to be performed efficiently and economically. This module simulates different types of faults in a gasoline engine demonstrating efficiency and accessibility for students and professionals of automotive mechanics.

This a great and important tool for the training of automotive mechanic's students, allowing them to become familiar with fault diagnosis techniques and improve their practical skills in this field. In addition, its use can contribute to reducing vehicle maintenance and repair costs, allowing faster and more accurate identification of faults in gasoline engines.

To sum up, the problematic situation covered in this project is the lack of access to efficient and economical tools to perform diagnostic tests for gasoline engine failures. By designing and building a failure generator module for gasoline engines, we solve the problem of accessibility and efficiency.

**Keywords:** FAULT GENERATOR MODULE, AUTOMOTIVE SENSORS, ELECTRICAL AND ELECTRONIC FAULTS.

## **Introducción**

El diseño y construcción de un módulo generador de fallas para motores a gasolina es una herramienta de enseñanza muy útil para los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz, ya que les permite adquirir habilidades prácticas en la identificación y solución de fallas en los vehículos. Además, el uso de este módulo en el aula de clases puede ayudar a mejorar la calidad de la formación académica, al proporcionar un ambiente de aprendizaje más interactivo y dinámico.

La investigación en este tema se justifica por la necesidad de contar con herramientas educativas innovadoras y actualizadas que permitan a los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz desarrollar habilidades prácticas en el diagnóstico y solución de problemas en los vehículos con motores a gasolina. Es importante destacar que la mayoría de las herramientas de diagnóstico existentes en el mercado son muy costosas y están fuera del alcance de la mayoría de los estudiantes de la carrera, por lo que un módulo generador de fallas de bajo costo y fácil construcción puede ser una alternativa viable y accesible.

La investigación también se justifica por la importancia que tiene la formación en mecánica automotriz en la sociedad actual. Los vehículos con motor a gasolina son uno de los medios de transporte más utilizados en el mundo, el mantenimiento y reparación de estos vehículos permite garantizar la seguridad vial y reducir la contaminación ambiental.

Sera beneficioso para toda la comunidad estudiantil del Tecnológico Universitario Vida Nueva específicamente de la carrera de Mecánica Automotriz, por medio de los talleres los estudiantes podrán tener acceso a este método didáctico de experimentación.

## **Antecedentes**

En el ámbito de la mecánica automotriz, es fundamental contar con herramientas eficientes y accesibles para el diagnóstico de fallas en motores a gasolina. Actualmente, muchos métodos de diagnóstico implican el uso de equipos especializados y costosos, lo que dificulta su disponibilidad para profesionales y estudiantes en el campo.

La necesidad de contar con una herramienta eficiente y de bajo costo para realizar pruebas de diagnóstico de fallas en motores a gasolina ha llevado al diseño y construcción de un módulo generador de fallas. Este módulo tiene como objetivo simular diferentes tipos de fallas en los motores, proporcionando una plataforma segura y controlada para el aprendizaje y la práctica de diagnóstico de fallas.

El diseño y construcción de este módulo generador de fallas busca ofrecer una solución a la falta de acceso a herramientas eficientes y económicas en el campo del diagnóstico de fallas en motores a gasolina. Al simular diversas fallas en un entorno controlado, los estudiantes y profesionales de la mecánica automotriz pueden adquirir experiencia práctica y mejorar sus habilidades de diagnóstico.

La implementación de este módulo generador de fallas contribuirá a la formación de profesionales en el campo de la mecánica automotriz, permitiéndoles familiarizarse con las técnicas de diagnóstico y mejorar su capacidad para identificar y solucionar problemas en los motores a gasolina. Además, su uso puede ayudar a reducir los costos de mantenimiento y reparación al permitir una identificación más rápida y precisa de las fallas en los motores.

Esta herramienta proporcionará una plataforma segura y controlada para el aprendizaje y la práctica de diagnóstico de fallas, mejorando así las habilidades y conocimientos de los estudiantes y profesionales en el campo de la mecánica automotriz.

## **Justificación**

El diseño y construcción de un módulo generador de fallas para motores a gasolina es una herramienta de enseñanza altamente beneficiosa para los interesados en el campo de la mecánica automotriz. Este módulo permite adquirir habilidades prácticas en la identificación y resolución de fallas en vehículos con motores a gasolina. Además, el uso de este módulo puede ayudar a mejorar la calidad de la formación técnica, al proporcionar un ambiente de aprendizaje más interactivo y dinámico.

La investigación en este tema se justifica por la necesidad de contar con herramientas innovadoras y actualizadas que brinden la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas en el diagnóstico y solución de problemas en los vehículos con motores a gasolina. Es importante destacar que la mayoría de las herramientas de diagnóstico existentes en el mercado son muy costosas y están fuera del alcance de la mayoría de los estudiantes de la carrera, por lo que un módulo generador de fallas de bajo costo y fácil construcción puede ser una alternativa viable y accesible.

La investigación también se justifica por la importancia que tiene la formación en mecánica automotriz en la sociedad actual. Los vehículos con motor a gasolina son uno de los medios de transporte más utilizados en el mundo, el mantenimiento y reparación de estos vehículos permite garantizar la seguridad vial y reducir la contaminación ambiental.

Este proyecto será beneficioso para la comunidad estudiantil en general, ya que, a través de talleres y actividades prácticas, los estudiantes podrán tener acceso a este enfoque didáctico de experimentación. La implementación de un módulo generador de fallas les permitirá familiarizarse con las situaciones reales de fallas en los motores a gasolina y adquirir experiencia práctica en el diagnóstico y solución de problemas, lo cual mejorará su preparación académica y sus habilidades profesionales en el campo de la mecánica automotriz.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar y construir un módulo generador de fallas para motores a gasolina que permita simular y diagnosticar diferentes tipos de fallas, interactuando con la computadora del automóvil, proporcionando datos relevantes para que el técnico pueda determinar las fallas del vehículo utilizando herramientas de diagnóstico automotriz.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión exhaustiva de la literatura técnica existente para identificar los diferentes tipos de fallas que se presentan en los motores a gasolina.
- Diseñar y construir el módulo de generación de fallas, teniendo en cuenta las características de los motores a gasolina.
- Realizar pruebas de campo en diferentes tipos de vehículos con motores a gasolina, para evaluar el funcionamiento del módulo de fallas en condiciones reales.
- Documentar el proceso de diseño y construcción del módulo de generación de fallas, así como los resultados obtenidos durante las pruebas de campo.
- Evaluar la eficacia del módulo de generación de fallas para identificar áreas de mejora y ajustar el diseño del módulo en consecuencia.

## Marco Teórico

### Introducción de Motores de Combustión Interna

Este motor lleva el nombre del ingeniero alemán Nicolaus August Otto, a quien se le atribuye el mérito de perfeccionar el motor de combustión interna, pues en 1876 construyó un motor que utilizaba el ciclo de cuatro tiempos que había patentado Alphonse Beau de Rochas, convirtiéndose así en el primer modelo de motor de combustión interna de cuatro tiempos el cual se convertiría en la base de los motores de los automóviles modernos.

El motor de combustión interna Otto, es una máquina térmica que convierte la energía química del combustible en energía mecánica mediante la combustión; estos motores constan de una cámara de combustión conformada por un cilindro fijo cerrado en un extremo dentro del cual se desliza de forma lineal un pistón o émbolo, la cámara cuentan con un conducto de entrada para la mezcla aire-combustible y un conducto de salida para los gases productos de la combustión de dicha mezcla. El pistón en su parte inferior se encuentra unido por un bulón a una biela, misma que está unida al cigüeñal el cual convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio.

(Vite et al., 2022)

### *Funcionamiento*

El funcionamiento de un motor de combustible o combustión interna se lo puede enumerar en pasos que son conocidos como ciclos, estos son los siguientes:

### *Proceso de Admisión*

La válvula de admisión se encuentra abierta y la de escape cerrada, el pistón parte del punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI) aspirando aire o mezcla aire- combustible dentro del cilindro. Una vez el pistón está en el punto muerto inferior (PMI), la válvula de admisión se cierra. En el primer tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  y el árbol de levas da  $90^\circ$ . (Vite et al., 2022)

### ***Proceso de Compresión***

Las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas mientras el pistón sube del PMI al PMS comprimiendo el aire o mezcla dentro de la cámara de combustión. En el segundo tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  y el árbol de levas da  $90^\circ$ . (Vite et al., 2022)

### ***Proceso de Explosión***

Antes de que el pistón alcance el PMS, se produce el salto de chispa en la bujía de encendido para iniciar la combustión de la mezcla. El aumento de presión generada por dicha combustión empuja el pistón hacia abajo, desde el PMS al PMI. En este tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  mientras que el árbol de levas gira  $90^\circ$ . (Vite et al., 2022)

### ***Proceso de Escape***

Con el pistón en el PMI se abre la válvula de escape, los gases productos de la combustión son expulsados del cilindro por el desplazamiento del pistón desde el PMI al PMS. Con el pistón en el PMS se cierra la válvula de escape y se abre la válvula de admisión, reiniciando el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  y el árbol de levas gira  $90^\circ$ . (Vite et al., 2022)

## **Componentes del Motor**

### ***Partes Fijas***

**Bloque.** “Es una estructura sólida elaborada de hierro fundido que soporta elevadas temperaturas y la presión a la que se somete” (Martín, 2019).

**Carter.** Es la parte inferior del motor donde se deposita el aceite de sistema de lubricación.

**Culta.** “Es la parte superior del motor donde se alojan los elementos que facilitan el funcionamiento del mismo” (Tapia, 2023).

### ***Partes Móviles***

**Pistón.** Son las piezas que se ubican dentro de los cilindros encargados de transmitir la energía producida por la combustión a la biela.

**Cigüeñal.** Es una estructura que transforma el movimiento de la biela en movimiento rotatorio.

**Volante de Inercia.** Se encarga de generar inercia para mantener el motor estable.

**Árbol de Levas.** “Asegura la apertura y cierres de las válvulas en un rango tiempo determinado” (Tapia, 2023).

### **Proceso de Combustión en un Motor de Gasolina**

Un motor de combustión interna tiene como propósito la producción de trabajo mecánico a partir de la energía química contenida en un combustible. En los motores de combustión interna la energía es liberada por la quema u oxidación del combustible dentro del motor. Los ciclos utilizados en el funcionamiento de los motores de combustión interna son el ciclo Otto. (Rafael et al., 2018)

### **Figura 1**

*Proceso de combustión en un motor de un motor a gasolina*



*Nota.* Reproducido de Solver DCA, 2022 (<https://www.solverdca.com.ar/el-proceso-de-combustion/>).

***Aspiración (Proceso Isocórico)***

“La válvula de admisión se abre y se aspira una carga de aire y combustible a una presión teóricamente igual a la atmosférica, provocando el descenso del pistón. La válvula de escape permanece cerrada” (Rafael et al., 2018).

***Compresión (Proceso Adiabático)***

“No existe intercambio de calor entre el gas y las paredes del cilindro. La válvula de admisión y la de escape están cerradas y el pistón comienza a subir, comprimiendo la mezcla que se vaporiza” (Rafael et al., 2018).

***Combustión (Proceso Isocórico)***

Válvula de Admisión Válvula de Escape Caracterización de un motor de combustión interna con dos tipos de combustible. Ambas válvulas permanecen cerradas. Al llegar el pistón a la parte superior de su carrera, el gas comprimido se inflama por la chispa de la bujía. La combustión de toda la masa gaseosa es instantánea, por lo tanto, el volumen no variará y la presión aumentará rápidamente. (Rafael et al., 2018)

***Expansión (Proceso Adiabático)***

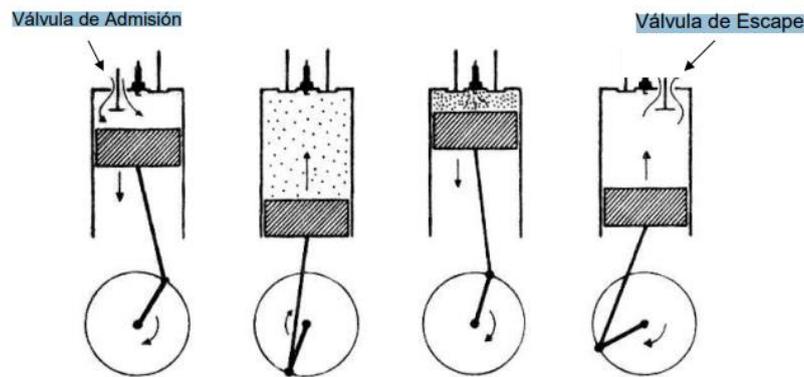
El gas inflamado empuja al pistón. Durante la expansión, no hay intercambio de calor, al aumentar el volumen, la presión aumenta.

***Escape (Proceso Isocórico)***

Cuando el pistón se encuentra en el extremo inferior de su recorrido, la válvula de admisión permanece cerrada y se abre la de escape, disminuyendo rápidamente la presión, sin variar el volumen interior. Luego manteniéndose la presión igual a la atmosférica, el volumen disminuye. (Rafael et al., 2018)

## Figura 2

*Proceso de combustión en un motor de un motor a gasolina*



*Nota.* Reproducido de Motores de Combustión Interna y Octanajes de Gasolina, s.f.

([http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec\\_10.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_10.html)).

## Partes del Sistema de Encendido del Motor

En un sistema de encendido básico, que usa batería, se pueden encontrar componentes como:

### *Llave de Contacto*

“Le permite al conductor encender el automóvil por medio del cierre de un circuito eléctrico de encendido al momento de girar la llave. La batería alimenta el circuito primario y el motor de arranque” (Menna, 2023).

### *Batería*

Es un dispositivo que almacena energía y se encarga de ofrecerla para que el circuito funcione.

### *Bobina*

“Se encarga de generar corriente de alta tensión usando la que proviene de la batería y pasándola a las bujías. Se requieren aproximadamente 2000 A 25000 voltios para que haya una ignición correcta de la mezcla” (Menna, 2023).

### **Condensador**

Absorbe la chispa en los contactos del ruptor, reduce el tiempo de corte de corriente en la bobina y contribuye a que el voltaje suba.

### **Distribuidor**

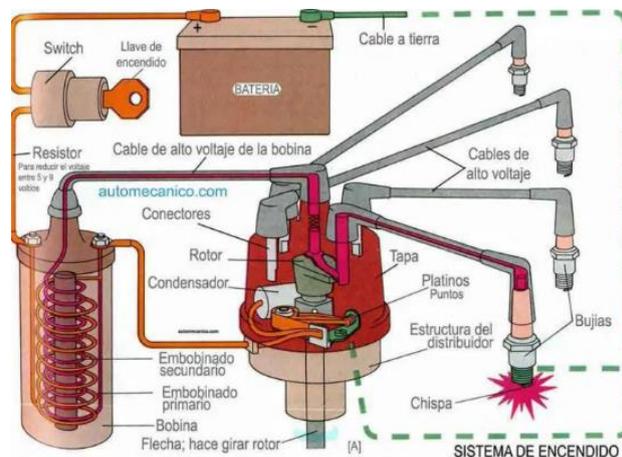
Es quien distribuye la corriente hacia las bujías en el orden exigido para que se genere la chispa.

### **Bujías**

Se ubican dentro de los cilindros y es donde se genera finalmente la chispa que permite la combustión de la mezcla. La chispa se produce gracias a que el encendido aumenta el voltaje, así ocurre el salto de energía eléctrica entre ambos electrodos que tiene la bujía. (Menna, 2023)

## **Figura 3**

### *Partes del sistema de encendido*



*Nota.* Reproducido de ComoFunciona, s.f. (<https://como-funciona.co/el-encendido-del-motor-sistema/>).

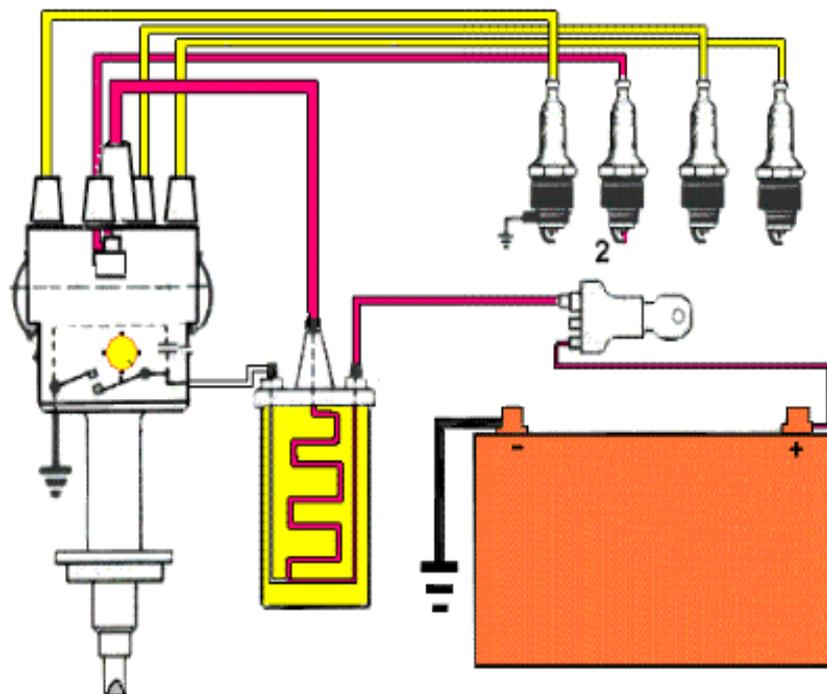
### **Funcionamiento del Sistema de Encendido del Motor**

El sistema de encendido de un motor de gasolina consta de cuatro etapas: carga, compresión, ignición y escape. Durante la etapa de carga, se aspira la mezcla de aire y

combustible hacia los cilindros. Luego, en la etapa de compresión, el pistón comprime la mezcla, aumentando su temperatura y presión. A continuación, en la etapa de ignición, se genera una chispa mediante una bujía, que enciende la mezcla comprimida. Por último, en la etapa de escape, los gases de la combustión son expulsados del cilindro a través de la válvula de escape. (Macmillaneducation, 2018)

#### Figura 4

##### *Encendido de motor*



*Nota.* Reproducido de ComoFunciona, s.f. (<https://como-funciona.co/el-encendido-del-motor-sistema/>).

#### **Tipos de Sistema Encendido del Motor de Gasolina**

Existen dos tipos de sistemas de encendido más modernos: los encendidos transistorizados y los sistemas electrónicos.

### ***Encendidos Transistorizados***

Cuentan con un transistor que se coloca entre la bobina de encendido y el ruptor. El objetivo de este transistor es dividir la corriente proveniente de la batería en una de baja tensión para el ruptor y varias corrientes de mayor tensión para la bobina de encendido. Esto tiene varias ventajas, como un consumo de energía más bajo, una mayor durabilidad de los contactos del ruptor, una mejor calidad de chispa y la eliminación de la necesidad de un condensador. (Menna, 2023)

### ***Sistemas Electrónicos***

De encendido no utilizan un ruptor tradicional. En su lugar, cuentan con un elemento electrónico que controla la apertura y cierre del circuito de la bobina de encendido. Este elemento electrónico es responsable de regular el momento preciso en el que se suministra la corriente a la bobina. Los sistemas electrónicos ofrecen varias ventajas, como una mayor facilidad para arrancar el motor en frío, un funcionamiento más eficiente tanto a altas revoluciones como en ralentí, un menor consumo de combustible y batería.

### **Problemas Eléctricos de un Motor a Gasolina**

#### ***Falta de Corriente en el Sistema***

“Esto se puede generar debido a que la batería puede estar descargada o desconectada, en ese caso no existirá la suficiente energía que alimente al sistema de manera adecuada, deteniendo los procesos de funcionamiento” (Granell, 2018).

#### ***Cables Dañados o Cortados***

En caso de que la batería tenga suficiente corriente y esté debidamente conectada pero aún no llega electricidad a los componentes se puede entender que puede existir un corte en los cables lo que ocasione que el sistema quede sin energía de manera permanente. (Granell, 2018)

### ***Socket Mal Conectado o con Daño***

Las conexiones de los sensores al cableado eléctrico de un vehículo son llamadas sockets estos debido al calor del motor o a las condiciones climáticas pueden fallar generando una falsa conexión o dañarse internamente, en ese caso la señal no sería registrada por el sensor. (Granell, 2018)

### **Tipos de Fallas**

#### ***Funcional***

Cuando ya no pueden realizar adecuadamente la función.

#### ***Tecnológica***

“Sucede cuando el fabricante del equipo, partes y repuestos notifica que ha dejado de producir los artículos correspondientes a un modelo específico” (Alfaro, 2021).

#### ***Programada***

Cuando el fabricante introduce de forma intencional la obsolescencia en su estrategia de producción de componentes.

#### ***Desgaste Mecánico***

“Ocurre cuando las superficies de la máquina se desgastan mecánicamente una sobre la otra” (Alfaro, 2021).

### **Causas de las Fallas en los Motores a Gasolina**

#### ***Falla de Motor de Combustión Interna (M.C.I.)***

“Las principales fallas en un motor de combustión interna pueden ser la siguientes y estas son más frecuentes” (Llanes et al., 2019).

- 1) Sistema de encendido
- 2) Sistema de alimentación de aire
- 3) Sistema de alimentación de combustible
- 4) Sistema de lubricación

- 5) Sistema de refrigeración
- 6) Sistema de transmisión de potencia.

Los motores de combustión interna son máquinas susceptibles a fallas y averías en su funcionamiento. Existen dos tipos de fallas: típicas y atípicas. Cada elemento del motor de combustión interna está dispuesto a fallar de manera diferente. En forma general dichos elementos fallan debido a problemas de ensamble inadecuado, desgaste, falta de lubricación, fatiga, sobreesfuerzos, mala combustión, entre otros. (Llanes et al., 2019)

### **Sistema de Encendido**

El encendido del motor es un sistema de producción y distribución, en el caso de más de un cilindro, de la chispa de alta tensión necesaria en la bujía para producir el encendido provocado en los motores de gasolina (ciclo Otto) ya sean de 2 o de 4 tiempos (2T y 4T). (Tuteorica, 2018)

Fallas más comunes:

- Falla en el módulo electrónico de encendido, debido a un mal uso.
- Falla en la bobina de alta tensión y bobina de captación de encendido.
- Descarga de la batería del vehículo y/o daños en el alambrado eléctrico.

### **Sistema de Alimentación de Aire**

“Básicamente el mantenimiento se lo hace al elemento filtrante y consiste en cambiarlo por uno nuevo cuando su tiempo de vida útil ha finalizado. Pero es importante resaltar los siguientes aspectos” (Tuteorica, 2018).

- Mantener despejadas las entradas de aire del depurador.
- Revisar que los pernos de fijación del depurador contra el múltiple de admisión estén firmemente ajustados.
- La tuerca mariposa de la tapa debe estar correctamente ajustada.

- Inspeccionar que el filtro de aire se encuentre correctamente ubicado en su interior.

### **Inyección Electrónica**

Los primeros sistemas de inyección a gasolina en los motores de encendido por chispa eléctrica aparecen aproximadamente en la segunda guerra mundial y se aplicaba en los motores de aviación. La necesidad de obtener más velocidad, mayor potencia y menor consumo de combustible en los motores de los automóviles, fueron los incentivos para proceder a una investigación, y el motor a diésel que ya existía con consumos inferiores fueron su modelo a seguir. (Cabrera, 2020)

### **Inyección Electrónica a Gasolina**

Esta inyección reapareció con nuevos diseños gracias a la electrónica, la cual busca encontrar una dosificación lo más ajustada al óptimo funcionamiento del motor. Todos los sistemas en la actualidad realizan la inyección en el múltiple de admisión delante de la válvula en la mayoría de los casos por medio de solenoides activados electrónicamente. (Cabrera, 2020)

### **Sistemas de Inyección**

Se dividen en dos grandes grupos que abarcan la totalidad del funcionamiento tanto a gasolina como a diésel.

#### ***Inyección Multipunto y Mono Punto***

La diferencia entre estos dos sistemas es que el mono punto solo dispone de un inyector para todos los cilindros del motor mientras que el multipunto cuenta con un inyector para cada cilindro por ende hace que este sistema sea más preciso y con menos expulsión de agentes contaminantes. (Cabrera, 2020)

### ***Directa o Indirecta***

En los vehículos a gasolina es indirecta si el combustible es inyectado en el múltiple de admisión en lugar de la cámara de combustión o cilindro, en cambio en el diésel es directa ya que inyecta en un pre cámara de combustión que está ubicada en la cabeza de los pistones. (Cabrera, 2020)

### **Sistema de Alimentación de Combustible**

Motor no Arranca, causas:

- Carburador se inunda (Ahoga).
- No llega combustible (Falta).
- Válvula asiento y aguja pegada (Flotador).
- Filtro y conductos obstruidos.

Marcha irregular en baja o ralentí, causas:

- Chicler de baja parcialmente tapado.
- Tornillo RPM a baja aceleración.
- Múltiple de admisión suelto, empaquetadura rota.

Motor con baja de r.p.m. al acelerar o al salir el vehículo, causas:

- Bomba de aceleración en mal estado (O Carburador).
- Inyector de aceleración tapado (O Carburador).
- Varillaje bomba de aceleración desconectado.

### **Equipos y Herramientas**

#### ***Osciloscopio***

En los últimos años, ha sido adoptado el osciloscopio como el más avanzado dispositivo de diagnóstico y detección de averías, permitiendo un análisis amplio y visible del proceso eléctrico total del encendido, transformando en imagen

interpretable los impulsos eléctricos, tanto del circuito primario como del secundario, en cada momento. (Pérez, 2007)

### Figura 5

#### Osciloscopio



*Nota.* Reproducido de Autosoporte, A. Donado, 2023 (<https://autosoporte.com/analisis-tecnico-del-uso-del-osciloscopio-automotriz/>).

#### Multímetro

Es un instrumento que se utiliza para medir intensidades de corriente y voltajes, tanto en corriente continua como en alterna y resistencias. Los multímetros pueden ser analógicos o digitales, la lectura se lo realiza en los analógicos por medio de una aguja que se desplaza sobre una escala y en los digitales por medio de una pantalla en la que se muestran unos números. (Caballero et al., 2010)

### Figura 6

#### Multímetro



*Nota.* Reproducido de Medidas de resistencias, voltajes y corrientes: multímetro, de M. T. Caballero, J. Pérez, y J. Espinosa, 2018

([https://www.researchgate.net/publication/279507708\\_Medidas\\_de\\_resistencias\\_voltajes\\_y\\_corrientes\\_multimetro](https://www.researchgate.net/publication/279507708_Medidas_de_resistencias_voltajes_y_corrientes_multimetro)).

## ***Sensores***

Los sensores captan señales diferentes las cuales producen un motor ya sea por aceleración, rotación, velocidad, presión, temperatura, altitud y detonación, donde todo lo mencionado son señales que se envían a la Unidad de Control Eléctrico ECU, la que se encarga de regular el trabajo a los actuadores dependiendo de las señales recibidas por los sensores, indispensables para la función de mando y regulación del sistema. (Mamani, 2019)

### **Posición del Cigüeñal (CKP)**

“El sensor CKP está localizado en el bloque de cilindros aproximado a una rueda dentada ubicada en el cigüeñal. Utiliza el principio de inducción magnética que genera corriente alterna cuando la rueda dentada gira solidaria al cigüeñal” (Mejía y Armijos, 2018).

### **Figura 7**

#### *Sensor CKP*



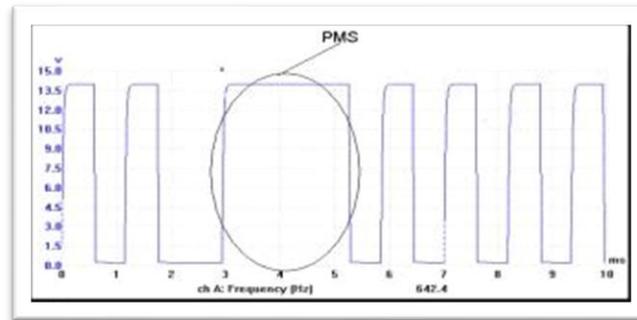
*Nota.* Ubicación del sensor CKP cerca de la rueda dentada en el motor a posición del cigüeñal. Reproducido de El Motor de Combustión Interna, 2020 (<https://elmotordecombustion.blogspot.com/2020/09/sensor-de-posicion-del-ciguenal-sensor.html>).

La ECU tiene una variable utilizada para reconocer la velocidad angular, la frecuencia de la señal que se genera con el giro de la rueda, y como variable de salida tenemos el régimen de giro del motor el cual lo calcula la ECM.

“La señal de salida varía entre un rango de -9 a 9 voltios con una frecuencia de salida de 600 Hz a 800 rpm y de 3 Hz a 3000 rpm” (Mejía y Armijos, 2018).

### Figura 8

*Curva Característica*



*Nota.* Reproducido de Sensores Automotrices, M. Cisterna, 2014

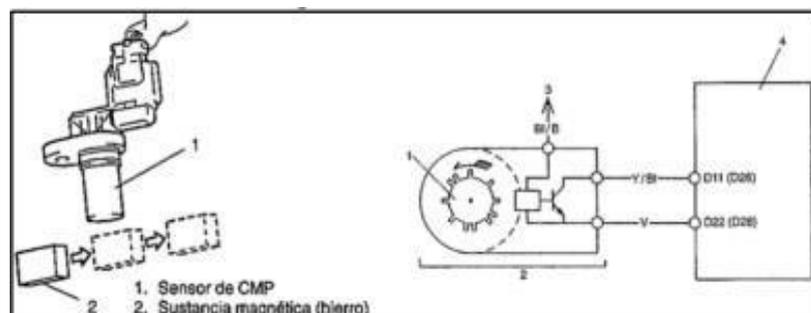
(<https://es.slideshare.net/MatiasCisterna/sensores-35345127>).

### Posición del Árbol de Levas (CMP)

El sensor CMP censa el PMS en el primer cilindro, cuando se encuentra en tiempo de compresión y lo cambia a señal eléctrica. El sensor se encuentra contiguo al eje de levas y posee tres cables que corresponde a una alimentación, una señal y una masa. (Reyes, 2018)

### Figura 9

*Sensor CMP*



*Nota.* Circuito eléctrico del sensor CMP. Reproducido de Repotenciación de un banco de pruebas, R. Mena y J. Venegas, 2018

(<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4047/1/65T00159.pdf>).

El árbol de levas gira a la mitad de velocidad del cigüeñal y controla la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape. El CMP detecta la posición del árbol de levas y determina el instante en el que el primer cilindro se encuentra en compresión muy cerca del PMS. (Mena y Nuñez, 2018)

### Figura 10

#### *Sensor CMP*



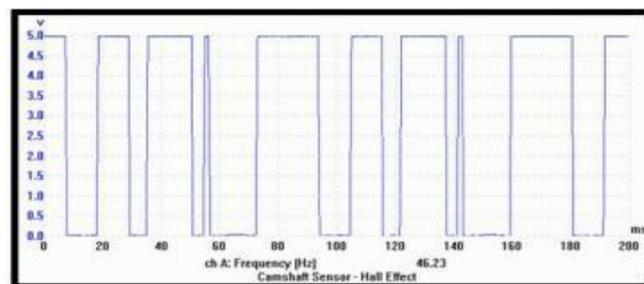
*Nota.* Ubicación del sensor CMP. Reproducido de Sensor CMP, 2020

(<https://www.soloparamecanicos.com/sensor-cmp/>).

Es muy parecido al sensor CKP como parámetro de entrada el desplazamiento angular del árbol de levas y como salida una señal digital con un rango de 0 a 5 voltios. Aquí se considera como señal baja la que está por debajo de los 2 voltios y señal alta al valor que supera esta. (Mejía y Armijos, 2018)

### Figura 11

#### *Curva Característica*



*Nota.* Oscilograma del sensor CMP. Reproducido de Un Mundo del sensor automotriz, 2011

(<http://mecatronicautomotriz20092010.blogspot.com/2011/07/sensor-cmp.html>).

### Presión Absoluta del Colector de Admisión (MAP)

Este sensor se encuentra generalmente ubicado en el colector de admisión y su misión es determinar la cantidad de aire mediante la medición de presión dentro del colector.

Este sensor es un sistema de medición pasiva que mide volumen del aire de admisión en el interior del colector. (Mejía y Armijos, 2018)

#### Figura 12

*Sensor MAP*



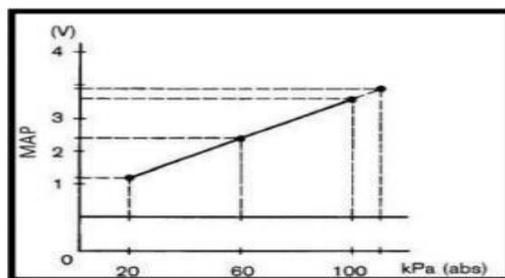
*Nota.* Ubicación del sensor MAP. Reproducido de Autotecnico, A. Torres, 2022

(<https://autotecnico-online.com/gm/2.4L/como-probar-el-sensor-map-1>).

“La computadora censa esta variable al recibir una señal eléctrica proveniente de un sensor de tipo velocidad-densidad, esta es una señal analógica que varía en un rango de 0 a 5 voltios dependiendo los cambios de presión” (Mejía y Armijos, 2018).

#### Figura 13

*Curva Característica*



*Nota.* Oscilograma del sensor MAP. Reproducido de Encendidoelectronico, 2020

(<http://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>).

## Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF)

Sensores de masa de aire, asumen la tarea de convertir en una señal de voltaje la cantidad de aire que se aspira hacia la admisión y calcular la carga de motor. Permite tasar la cantidad de combustible a inyectar, el instante del salto de la chispa para cada cilindro y saber cuándo acoplar los cambios de velocidad y se ubica entre el filtro de aire y cuerpo de aceleración. (Mena y Venegas, 2018)

### Figura 14

*Sensor MAF*

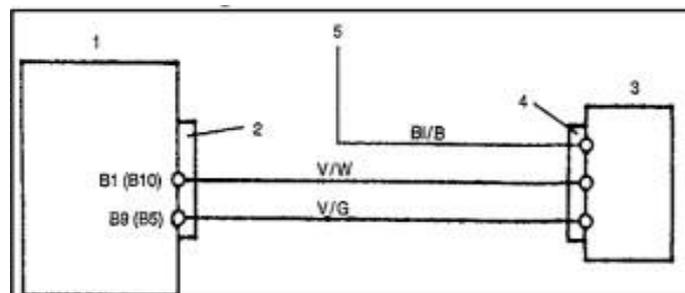


*Nota.* Ubicación del sensor MAF. Reproducido de Sensor automotriz, 2023 ([www.sensorautomotriz.top](http://www.sensorautomotriz.top)).

Para el circuito eléctrico tiene un cable de señal, otro de alimentación y una masa.

### Figura 15

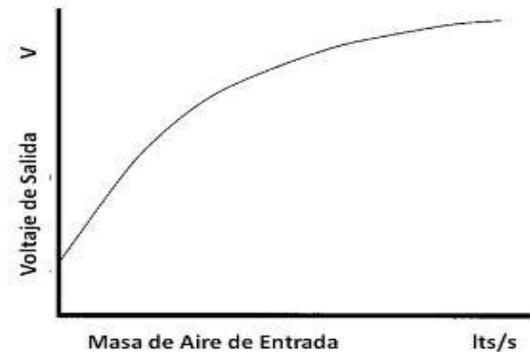
*Sensor MAF*



*Nota.* Circuito del sensor MAF. Reproducido de Encendidoelectronico, 2020 (<http://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>).

## Figura 16

### Curva Característica



*Nota.* Oscilograma del sensor MAF, Reproducido de MAF – Sensor de Masa de Aire, 2019 (<https://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3417-maf-sensor-de-masa-de-aire>).

### Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)

El sensor de posición del acelerador se encuentra unido al cuerpo del acelerador para medir al ángulo de apertura de la válvula de la mariposa. El TPS es un sensor de resistencia variable que genera una resistencia eléctrica dependiendo de la posición de la válvula de la mariposa. (Mejía y Armijos, 2018)

## Figura 17

### Sensor TPS

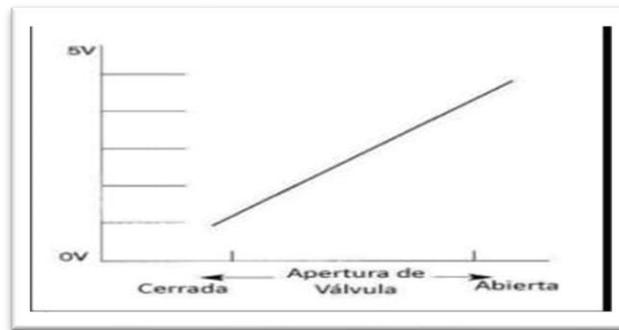


*Nota.* Ubicación del sensor TPS. Reproducido de Aprende Inyección Electrónica, 2016 (<https://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/>).

La ECU censa esta variable mediante una señal eléctrica que se envía mediante un potenciómetro el cual varía su resistencia conforme varíe el ángulo de apertura de la mariposa. La señal de salida dirigida a la PCM es menor a 0.5 voltios en ralentí, de 0.5 a 3.5 voltios en carga parcial y de 3.5 a 4.8 voltios en plena carga es decir cuando la mariposa está totalmente abierta. (Mejía y Armijos, 2018)

### Figura 18

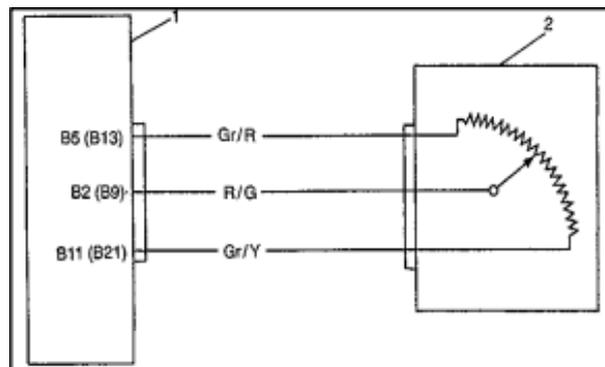
*Curva Característica*



*Nota.* Oscilograma del sensor TPS. Reproducido de Encendidoelectronico, 2020 (<http://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>).

### Figura 19

*Sensor TPS*



*Nota.* Circuito eléctrico del sensor TPS. Reproducido de Encendidoelectronico, 2020 (<http://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>).

## Temperatura del Aire de Ingreso al Múltiple (IAT)

“El sensor de temperatura del aire de admisión se compone de un termistor que tiene una resistencia variable de acuerdo con los cambios de temperatura, la resistencia baja cuando la temperatura se eleva y sube cuando la temperatura baja” (Mejía y Armijos, 2018).

### Figura 20

*Sensor IAT*

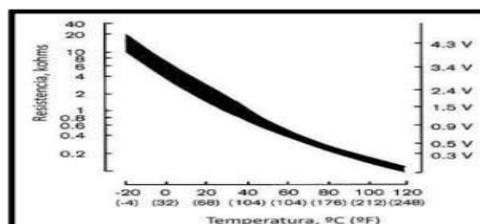


*Nota.* Ubicación del sensor IAT, Reproducido de Sensor IAT Aveo: Sensor de temperatura de aire, 2023 (<https://www.autodaewoospark.com/sensor-temperatura-aire-IAT-chevrolet-aveo.php>).

Esta variable se censa por medio de un termistor que tiene una resistencia variable de acuerdo con los cambios de temperatura, la resistencia baja cuando la temperatura se eleva y sube cuando la temperatura baja. La señal de salida varía en un rango de voltaje de 0 a 5 voltios. (Mejía y Armijos, 2018)

### Figura 21

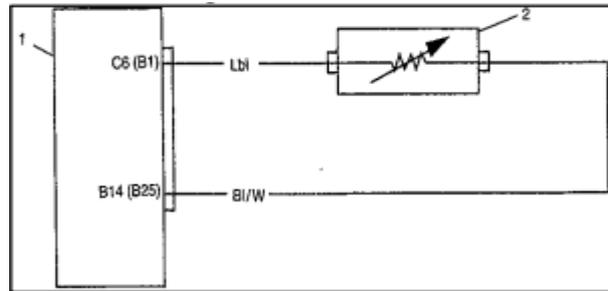
*Curva Característica*



*Nota.* Oscilograma del sensor IAT. Reproducido de El sensor IAT del automóvil, 2019 (<https://lapps.es/el-sensor-iat-del-automovil/>).

## Figura 22

### Sensor IAT



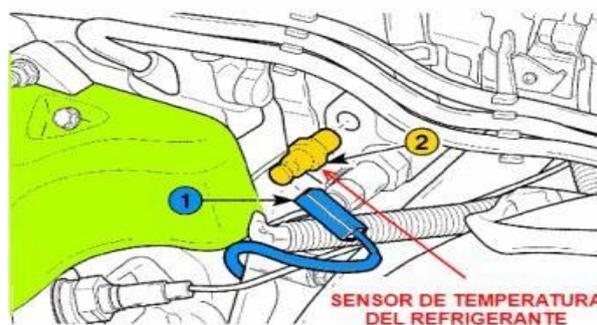
*Nota.* Circuito eléctrico del sensor IAT. Reproducido de El sensor IAT del automóvil, 2019 (<https://lapps.es/el-sensor-iat-del-automovil/>).

### Sensor Temperatura del Refrigerante (ECT)

Este sensor detecta la temperatura de refrigeración del motor, mediante la conversión del cambio de resistencia en una señal de voltaje a la entrada en la ECU del motor, es decir que ha mayor temperatura detectada por el sensor menor será la resistencia eléctrica y de esta forma mayor será el voltaje que ingrese a la computadora del vehículo, esta señal se utiliza para aumentar o disminuir la cantidad de combustible la cual es analógica. (Mejía y Armijos, 2018)

## Figura 23

### Sensor ECT

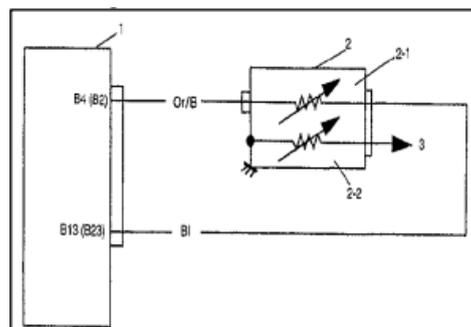


*Nota.* Ubicación del sensor ECT. Reproducido de ¿Que es el Sensor ECT?, 2019 (<https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/09/23/-que-es-el-sensor-ect>).

Se reconoce por intermedio de la conversión del cambio de resistencia en una señal del voltaje a la entrada en la ECU del motor, esto quiere decir que a mayor temperatura detectada por el sensor menor será la resistencia eléctrica del mismo y de esta forma mayor será el voltaje que ingrese a la computadora del vehículo. La variable de salida es una señal analógica que varía en un rango de 0 a 5 voltios. (Mejía y Armijos, 2018)

### Figura 24

#### Sensor ECT



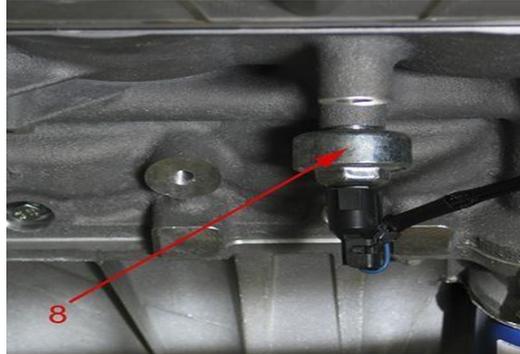
*Nota.* Circuito eléctrico del sensor ECT. Reproducido de ¿Que es el Sensor ECT?, 2019 (<https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/09/23/-que-es-el-sensor-ect>).

#### Sensor de Detonación (KS)

Está situado en el centro del block para detectar las vibraciones del motor, es decir las detonaciones de cada cilindro. La vibración en el block es el resultante del aumento o disminución en el número de rpm del motor que se transmite a los elementos de presión. El KS es un sensor de tipo piezoeléctrico que utiliza esta vibración para dar salida a una señal de tensión. (Mejía y Armijos, 2018)

## Figura 25

### Sensor KS



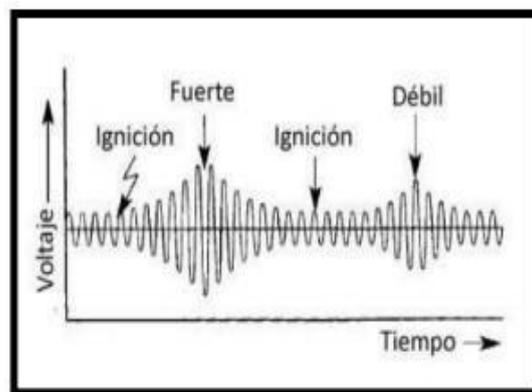
*Nota.* Ubicación del sensor KS. Adaptado de Sistema Eléctrico, 2012

(<http://2bmmjoseenriquesanchezmartinez.blogspot.com/2012/06/sensor-ks.html>).

La variable captada por medio de este sensor son las vibraciones la cual es una señal de tipo analógica y posee un rango de 0 a 5 voltios.

## Figura 26

### Curva Característica



*Nota.* Oscilograma del sensor KS. Reproducido de ¿Qué es el sensor de picado (sensor KS) de un motor de combustión?, s.f. (<https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/sensor-de-picado-ks/>).

### Sensor de Oxígeno en el Colector de Escape (O2)

“Está localizado en el múltiple de escape, antes del convertidor catalítico, este sensor mide el nivel de oxígeno en los gases de escape para controlar la cantidad de monóxido de carbono, hidrocarburo y óxido de nitroso” (Mejía y Armijos, 2018).

#### Figura 27

*Sensor de Oxígeno*

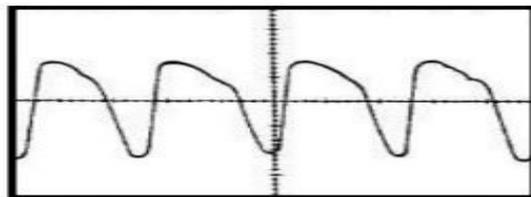


*Nota.* Ubicación del sensor de Oxígeno. Reproducido de Ubicación del sensor de oxígeno ó sensor lambda, 2023 (<https://www.autodaewoospark.com/ubicacion-sensor-oxigeno-lambda.php>).

Este sensor emite una señal analógica con un valor entre 0 a 1 voltios basado en el nivel de concentración del oxígeno que posee las emisiones, en este caso se considera una mezcla rica con un valor de voltaje mayor a 0.45 voltios y mezcla pobre a todos los valores por debajo de 0.45 voltios. (Mejía y Armijos, 2018)

#### Figura 28

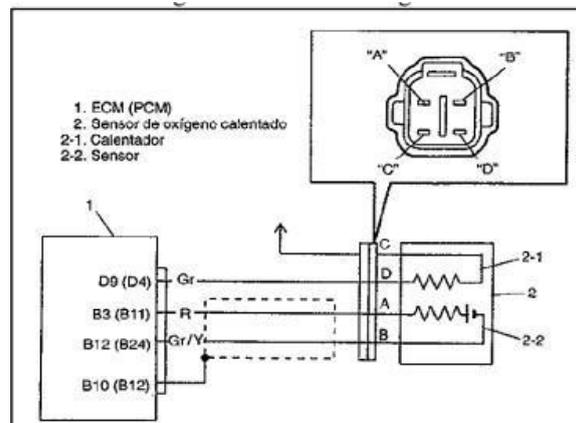
*Curva Característica*



*Nota.* Oscilograma del sensor de oxígeno. Reproducido de Encendidoelectronico, 2020 (<http://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>).

## Figura 29

### Sensor de Oxígeno



*Nota.* Circuito eléctrico del sensor de oxígeno. Reproducido de Como probar un sensor de oxígeno de 2 cables y 4 cables, 2020

(<https://www.intarcesoft.com.ve/es/automotriz/como-probar-sensor-oxigeno-de-2-cables-4-cables.html>).

“Es un dispositivo inherente o mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o actuar otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica, fuerza motriz eléctrica” (Mamani, 2019).

### Inyectores

“Los inyectores se componen de toberas de inyección con válvula de solenoide que son utilizados para el módulo de control del motor para regular la cantidad de inyección de combustible mediante el control de la apertura y cierre de válvulas” (Mejía y Armijo, 2018).

### Figura 30

#### *Inyectores*

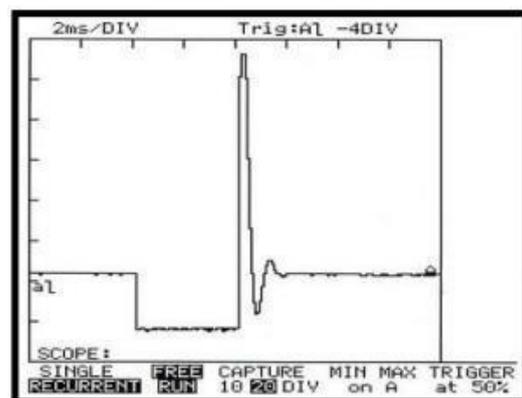


*Nota.* Ubicación de los respectivos inyectores. Reproducido de Flexfuel, 2020 (<https://www.flexfuel-company.es/informacion-tecnica/injector-funcionamiento-descarbonizacion/>).

“Este actuador como se lo conoce posee un pequeño bobinado en su interior con una resistencia de aproximadamente 15 ohmios y también tiene una inductancia igual a 31.88 mH” (Mejía y Armijos, 2018).

### Figura 31

#### *Curva Característica*



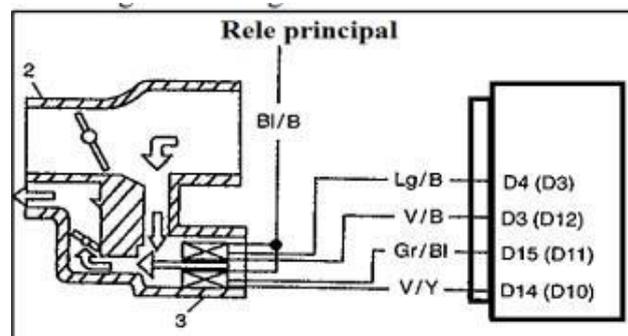
*Nota.* Oscilograma de la activación del inyector. Reproducido de Dacarsa, 2020 (<https://www.dacarsa.net/notas-tecnicas/averia-105.html>).

### ***Válvula IAC***

La válvula IAC juega un papel fundamental en la regulación de las revoluciones del motor en ralentí, administra y regula el ingreso de aire hacia las cámaras de combustión. Es controlada por la ECM donde permite el ingreso de temperatura de aire de ingreso, temperatura del refrigerante del motor y presión de aire fundamentalmente. (Cabrera, 2020)

### **Figura 32**

#### ***Válvula IAC***



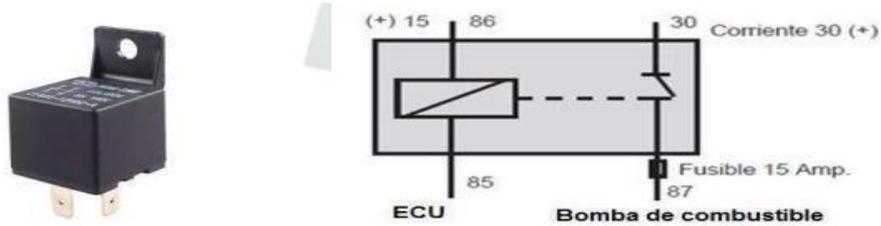
*Nota.* Circuito eléctrico de la válvula IAC. Todo sobre la válvula IAC: Qué es, cómo funciona y cuáles son sus fallas, J. Ortega, 2021 (<https://automexico.com/mantenimiento/que-es-la-valvula-iac-aid5235>).

### ***Relé del Electro-ventilador***

La función principal es comandar el accionamiento del electro-ventilador, son controlados a través del módulo de control electrónico del motor, el que, a su vez en base a los datos proporcionados por el sensor de temperatura del refrigerante del motor, activándolos según los requerimientos del sistema. (Mamani, 2019)

### Figura 33

#### Relé del Electro-ventilador



*Nota.* Circuito eléctrico del relé del electro-ventilador. Reproducido de Reyvi, 2021

(<https://www.feyvi.com.uy/repuestos/sistema-electrico-de-la-carroceria-es/caja-de-reles-y-fusibles/relay-electroventilador-35amp/>).

#### Válvula EGR

Es un dispositivo interesante en la tecnología en lo que compete a los actuadores es la válvula eléctrica giratorio de recirculación de los gases del escape (EEGR), para uso en aplicaciones de motor de diésel. Sus principales méritos son su acción de auto limpieza, un control de flujo de gases preciso y su velocidad de reacción. (Denton, 2016)

### Figura 34

#### Válvula EGR



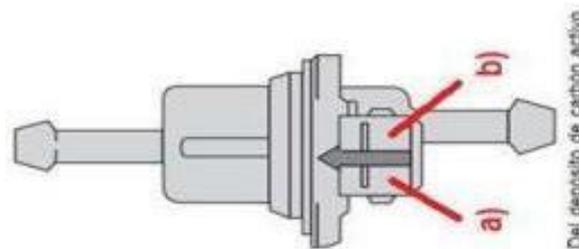
*Nota.* Ubicación de la válvula EGR. Reproducido de Anular EGR, Cómo hacerlo, beneficios y problemas, 2021 (<http://101racing.es/anular-egr/>).

### ***Válvula de Solenoide de Purga del Cánister (EVAP)***

La válvula EVAP es una válvula solenoide controlada por la ECM mediante una señal negativa, la cual modula el paso de los vapores generados por el combustible en el tanque de gasolina, los que se encuentran acumulados en el cánister. La ECM controla electrónicamente las señales del sensor de posición del acelerador (TPS), del sensor de temperatura del motor (ECT) y el sensor de oxígeno (O<sub>2</sub>) determinará sus ciclos de apertura. (Mamani, 2019)

### **Figura 35**

#### *Válvula EVAP*



*Nota.* Depósito de carbón activo a) Voltaje de alimentación; b) Señal. Reproducido de Autoxuga, 2020

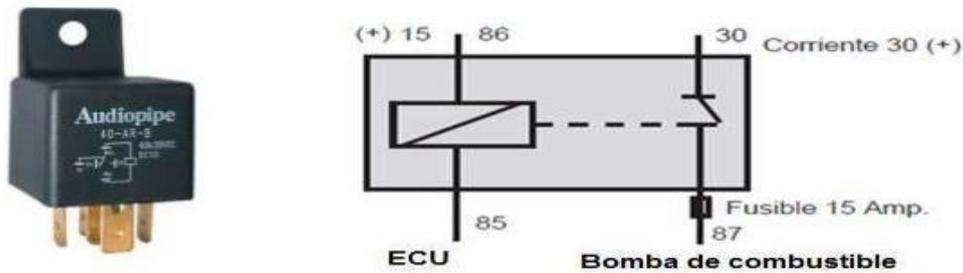
(<http://www.autoxuga.com/averiasrecibidas/tecnologiacomponentesautomovil/ubicaciony falloscomponentescoches/N80Valv.electromag.depositocarbonactivo.html>).

### ***Relé de la Bomba de Combustible***

El relé de comando es el responsable por mantener la alimentación eléctrica de la batería para la bomba de combustible y otros componentes del sistema, si ocurriera un accidente, el relé interrumpe la alimentación de la bomba de combustible, evitando que la bomba permanezca funcionando con el motor apagado, la interrupción ocurre cuando el relé no más recibe la señal de revolución, proveniente de la bobina de encendido. (Mamani, 2019)

### Figura 36

#### Relé de la bomba de combustible



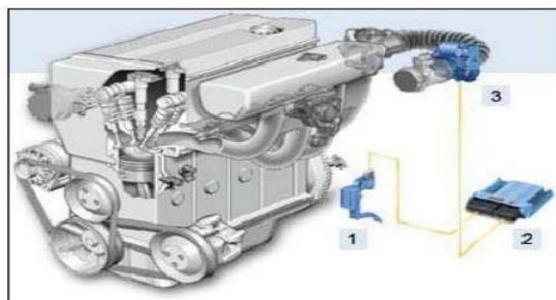
*Nota.* Circuito eléctrico del relé de la bomba de combustible. Reproducido de Autodoc, 2023 (<https://www.autodoc.es/vemo/2291356>).

#### Sistema de Aceleración Electrónica TAC

La aceleración electrónica suprime el acoplamiento mecánico entre la mariposa y el acelerador en vehículos a gasolina, siendo sustituido por una conexión eléctrica por medio de una unidad de control, que a la vez comanda la inyección y el encendido del motor para un mejor arranque en frío. (Mena y Venegas, 2018)

### Figura 37

#### Sistema TAC

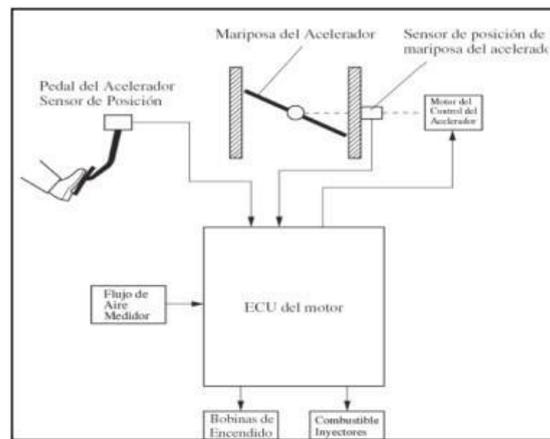


*Nota.* Componentes del sistema TAC, 1) Sensor de posición del pedal del acelerador (APP); 2) ECU; 3) Cuerpo de mariposa motorizado (TAC). Reproducido de Ajustes del Motor, A.Mena, F. Jimenez y E. Venegas, 2018 (<https://ajustedemotor.blogspot.com/2014/05/sensor-del-pedal-de-acelerador-aps.html>).

Con la implementación del sistema de aceleración se conseguirá la reducción de los gases de escape, una aceleración controlada y precisa sobre todo en velocidades invariables. La mariposa de aceleración se encontrará en una estrategia para limitar las revoluciones al instante que se muestre un mal funcionamiento del motor o los sensores TP y APP por lo que la ECU no debe presentar errores. (Mena y Venegas, 2018)

### Figura 38

#### Sistema TAC



*Nota.* Módulo de control y sensores. Reproducido de Ajustes del Motor, A. Mena, F. Jiménez y E. Venegas, 2018 (<https://ajustedemotor.blogspot.com/2014/05/sensor-del-pedal-de-acelerador-aps.html>).

### Diagnóstico de Fallas en los Motores de Gasolina

Los diagnósticos mecánicos realizados a un motor dependen del problema que se esté presentando. Normalmente, se llevan a cabo varias pruebas para diagnosticar el funcionamiento actual del motor y determinar la causa de cualquier problema. Estas pruebas pueden incluir evaluaciones visuales, la comprobación de los niveles de aceite y refrigerante, el escaneo del código de diagnóstico (OBD) en computadoras modernas y la medición de parámetros como la presión del aceite, voltaje y temperatura.

También hay pruebas más específicas, como las evaluaciones en banco dinamométrico para detectar anomalías en las válvulas o problemas con los cojinetes. El objetivo principal aquí es localizar el origen exacto del fallo mecánico para así poder repararlo.

Algunos motores también requieren pruebas adicionales o especializadas. Por ejemplo, los motores Diesel necesitan un análisis exhaustivo para detectar fugas o dificultades con algunos sistemas comunes, tales como inyectores Diesel o turbosalimentadores. Un diagnóstico completo abarca todos los aspectos relevantes que puedan influir en el rendimiento de un motor: electricidad vs mecánica, combustible vs presurización, etc.

## **Metodología y Desarrollo del Proyecto**

En este proyecto, se utilizará un enfoque principalmente cuantitativo para la investigación. Se realizarán pruebas y mediciones objetivas para evaluar el funcionamiento del módulo generador de fallas, recopilando datos numéricos y estadísticas para analizar y obtener conclusiones sobre su rendimiento. Sin embargo, también se podría incorporar un enfoque cualitativo al realizar entrevistas o encuestas a expertos y usuarios del módulo para recopilar opiniones y percepciones sobre su eficacia y utilidad en el diagnóstico de fallas en motores a gasolina.

### **Diseño Metodológico**

El diseño metodológico a seguir para la investigación del tema "Diseño y construcción de un módulo generador de fallas para motores a gasolina" será de tipo experimental, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para alcanzar los objetivos planteados. Ya que se buscará desarrollar un prototipo del módulo generador de fallas para vehículos con motor a gasolina y evaluar su funcionamiento mediante pruebas de campo. El procedimiento incluirá las siguientes etapas:

### **Investigación Bibliográfica**

Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el tema, a fin de recopilar información acerca de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas en la generación de fallas en vehículos con motor a gasolina, así como de los diferentes sistemas de comunicación con la computadora del automóvil.

### **Diseño y Construcción del Módulo**

Se procederá a diseñar y construir el módulo de manera que tenga una comunicación directa con la computadora del automóvil. Se seguirán los planos previamente diseñados y se realizarán las pruebas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del módulo.

### **Pruebas y Evaluación**

Se realizarán pruebas de campo para evaluar el funcionamiento del módulo generador de fallas. Se simularán diferentes tipos de fallas en motores a gasolina y se evaluará la capacidad del módulo para detectar y diagnosticar dichas fallas. Se registrarán y analizarán los resultados obtenidos.

### **Análisis de Resultados**

Se llevará a cabo un análisis de los datos recopilados durante las pruebas, tanto cualitativos como cuantitativos. Se utilizarán técnicas estadísticas y herramientas de análisis para obtener conclusiones sobre el rendimiento y eficacia del módulo generador de fallas.

Se analizarán los resultados obtenidos en las pruebas de campo y se compararán con los objetivos establecidos en el proyecto. Se realizarán las correcciones necesarias en caso de ser necesario.

### **Variables y Definición Operacional**

En el tema "Diseño y Construcción de un Módulo Generador de Fallas para Motores a Gasolina", se identifican las siguientes variables en la Tabla 1 y Tabla 2.

**Tabla 1***Variable Dependiente*

<b>Concepto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
Diseño y construcción del módulo generador de fallas	Elaboración del circuito base, diseño y construcción del módulo para la comunicación directa con la computadora del automóvil.	Revisión bibliográfica, uso de software especializado de diseño y construcción, pruebas de campo.  Para la obtención de los datos de la variable independiente se utilizarán herramientas como el software de diseño y construcción especializado, y pruebas de campo para verificar su correcto funcionamiento.

*Nota.* Concepto, indicadores, técnicas e instrumentos de la variable independiente.

**Tabla 2***Variable dependiente*

<b>Concepto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>	<b>Conclusión</b>
Evaluación del funcionamiento del módulo de fallas.	Precisión en la identificación de fallas, efectividad en la solución de las fallas.	Pruebas de campo, encuestas a estudiantes y docentes para la evaluación de la eficacia del módulo. Pruebas de campo, encuestas a estudiantes y docentes para la evaluación de la eficacia del módulo. En cuanto a la variable dependiente, se realizarán pruebas de campo para evaluar la precisión y efectividad del módulo en la identificación y solución de fallas en motores a gasolina.	Se utilizarán herramientas como la revisión bibliográfica, software especializado, pruebas de campo y encuestas para obtener los datos necesarios para la evaluación del funcionamiento del módulo generador de fallas.

*Nota.* Concepto, indicadores, técnicas e instrumentos y conclusión de la variable independiente. Desarrollo y proceso de construcción.

El módulo de fallas tendrá un tablero para el monitoreo y control del motor, y los elementos que tendrá el mismo dependerá de lo que es necesario conocer para monitorear y diagnosticar su estado. Entre los datos que son necesarios conocer están la temperatura, los valores de los sensores y actuadores, entre otros.

Además, se debe tener una caja de porta fusibles para protección de los distintos elementos eléctricos y electrónicos, y los elementos de control como son el interruptor de encendido, el pulsador de arranque y el conector ALDL (Assembly Line Diagnostic Link) que nos permite conectar la ECM a un Scanner para diagnosticar el estado del vehículo.

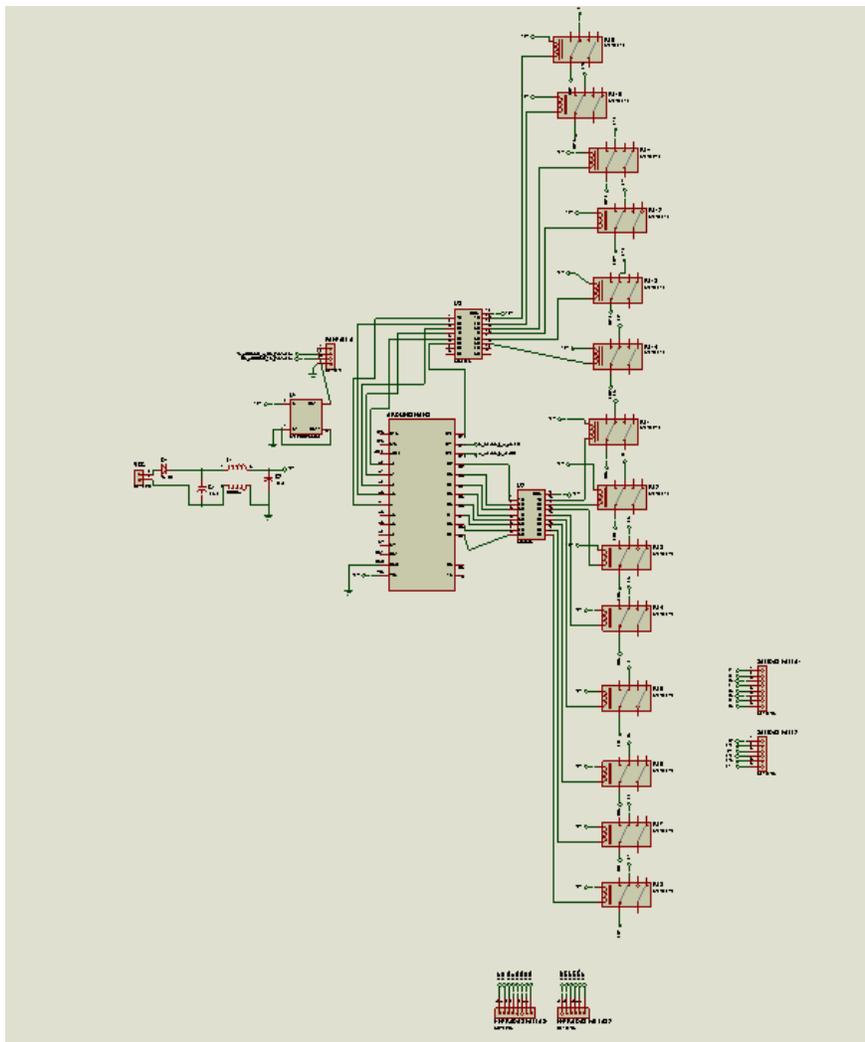
El proceso de construcción del módulo generador de fallas para motores a gasolina se llevó a cabo siguiendo los siguientes pasos:

### **Diseño y Simulación del Circuito en Proteus**

Se realizó el diseño del circuito eléctrico del módulo generador de fallas utilizando el software de diseño y simulación Proteus. Los componentes adecuados fueron seleccionados y se interconectaron siguiendo el esquema diseñado. Mediante la simulación en Proteus, se verificó el correcto funcionamiento del circuito y se realizaron los ajustes necesarios.

**Figura 39**

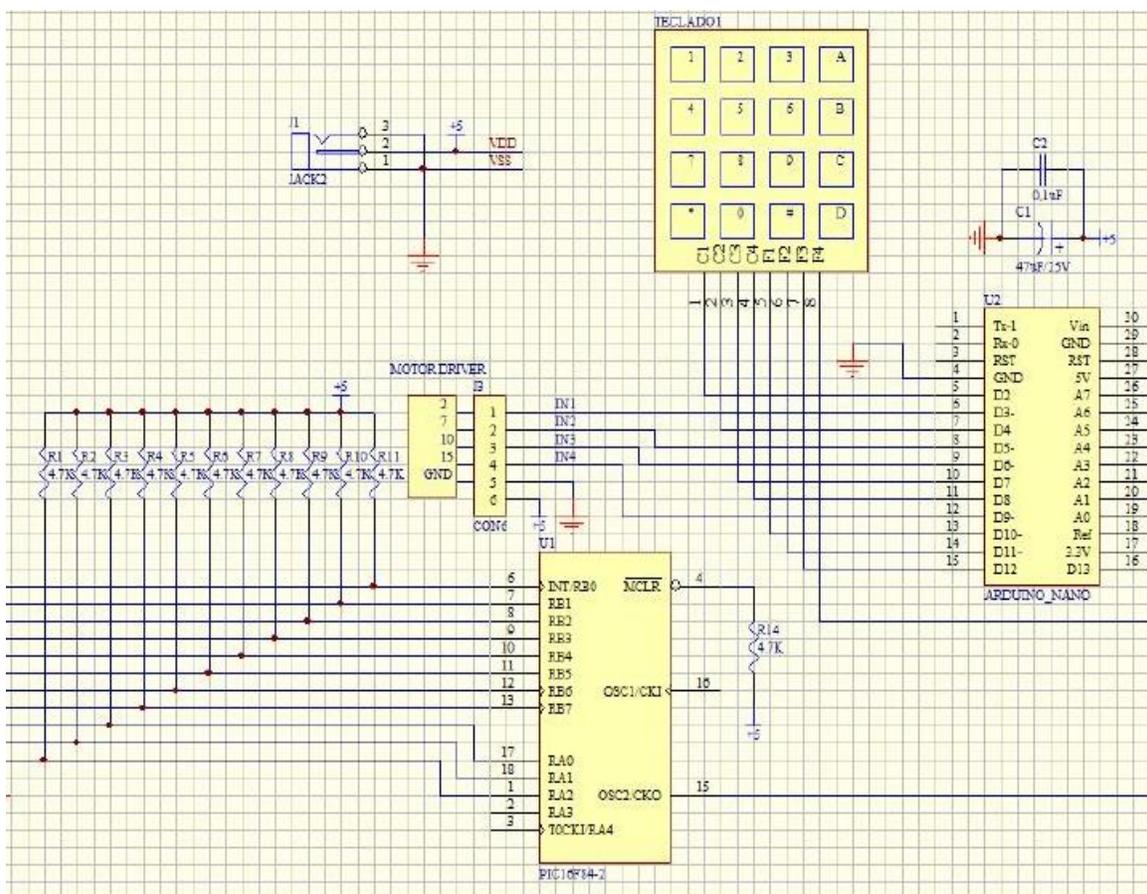
*Esquema del circuito eléctrico diseñado en Proteus*



*Nota.* La figura muestra la disposición de los componentes y las conexiones eléctricas para simular el generador de fallas.

Figura 40

Esquema del circuito eléctrico diseñado en Proteus



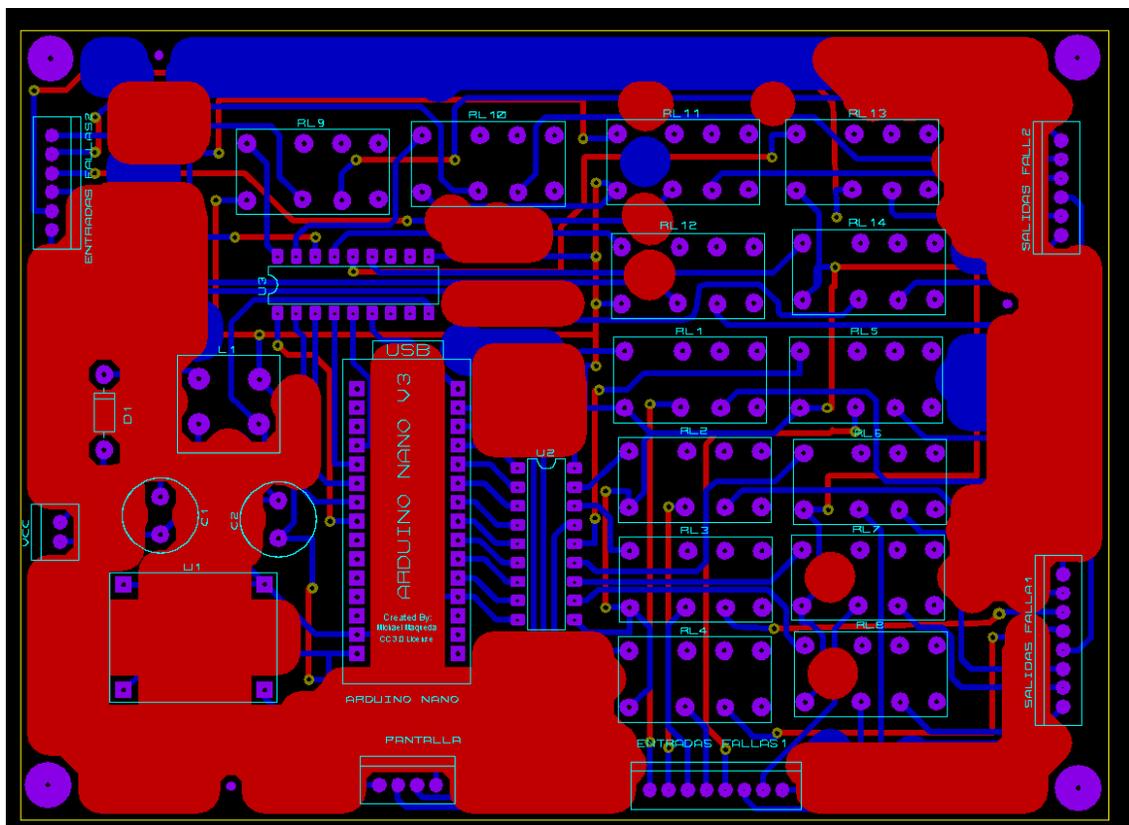
*Nota.* La figura muestra la disposición de los componentes y las conexiones eléctricas para simular el generador de fallas.

Se diseñó un módulo mismo que con la utilización de una pantalla Netxión, un Arduino Nano, 15 relés de doble contacto, cinco molex de varios números de terminales, dos baquelitas donde se monta el sistema electrónico y cableado, permiten generar fallas por medio de la conexión al ECU.

Una vez determinado el diagrama eléctrico se puede desarrollar el diagrama eléctrico funcional a implementar en la placa de baquelita del módulo generador de fallas a fin que la señal que envíe la computadora central ECU. Se vea interrumpida.

**Figura 41**

*PCB Layout para la placa de baquelita del módulo generador de Fallas Chevrolet Spark*



*Nota.* El módulo generador de fallas al utilizar un Arduino es programado mediante un microcontrolador.

El programar Arduino consiste en traducir a líneas de código las tareas automatizadas en nuestro caso es cortar las señales eléctricas que envía el ECU dejando abierto el circuito y haciendo que los sensores y los actuadores no funcionen, en función la selección de fallas que deseamos que el estudiante detecte conforme las condiciones del entorno programado y la interacción con el automotor.

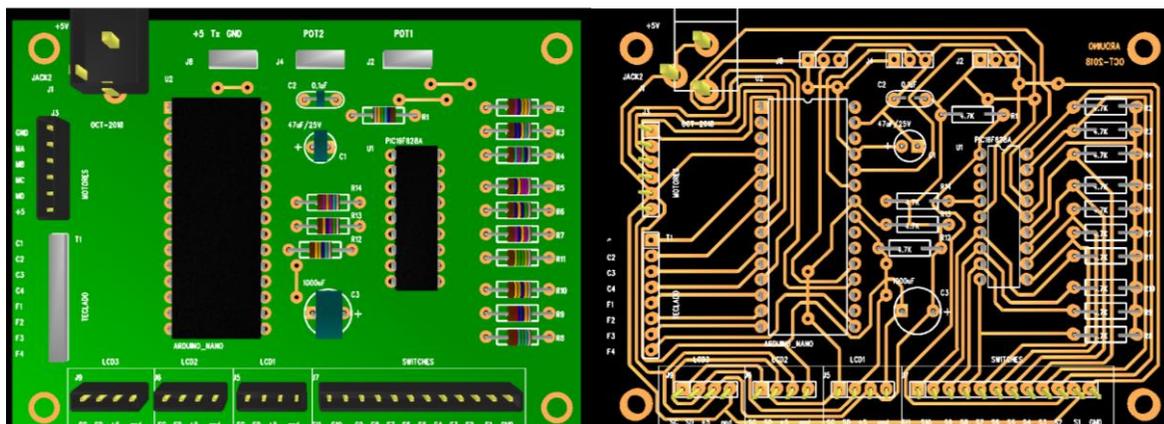
En síntesis, el módulo Arduino nos permitirá generar las fallas sin causar daños en el automotor.

## Construcción del Circuito Eléctrico

Una vez completado el diseño y la simulación en Proteus, se procedió a la construcción física del circuito eléctrico. Se adquirieron los componentes necesarios y se soldaron en una placa de circuito impreso (PCB) siguiendo el diseño previamente elaborado. Se prestaron especial atención a la correcta colocación y conexión de los componentes para evitar cortocircuitos y asegurar un funcionamiento adecuado.

### Figura 42

*Placa de circuito impreso (PCB) con los componentes soldados*



*Nota.* La figura muestra la PCB con los componentes electrónicos soldados y listos para su integración en el módulo generador de fallas.

### Componentes Seleccionados

Los componentes adecuados seleccionados para la construcción del módulo generador de fallas para motores a gasolina incluyeron:

- Placa de circuito impreso (PCB)
- Resistencias
- Capacitores
- Diodos

- Transistores
- Reguladores de voltaje
- Microcontrolador Arduino
- Display LCD

### **Herramientas y Equipos para el Proceso de Construcción**

- Soldador y estaño
- Alicates de corte y pelacables
- Multímetro para verificar las conexiones y el funcionamiento de los componentes
- Fuente de alimentación para suministrar energía al circuito durante las pruebas
- Computadora con el software de diseño y simulación Proteus
- Herramientas de corte y perforación para la construcción de la caja del módulo
- Destornilladores y llaves para el ensamblaje de los componentes en la PCB y la caja

Estos componentes, herramientas y equipos fueron utilizados para garantizar la correcta construcción y funcionamiento del módulo generador de fallas para motores a gasolina.

### **Construcción de las Placas Eléctricas**

Además del circuito principal, se diseñaron y construyeron placas eléctricas adicionales para incorporar funciones específicas al módulo generador de fallas. Estas placas incluyeron una interfaz de comunicación con la computadora del automóvil, controles de selección de fallas e indicadores visuales. Siguiendo el diseño y esquema correspondientes, se construyeron estas placas adicionales y se conectaron correctamente al circuito principal.

### Figura 43

*Proceso de quemado de las placas mediante ácido bórico*



*Nota.* Quemado de circuitos impresos en baquelita.

### Figura 44

*Placas eléctricas adicionales conectadas al circuito principal*



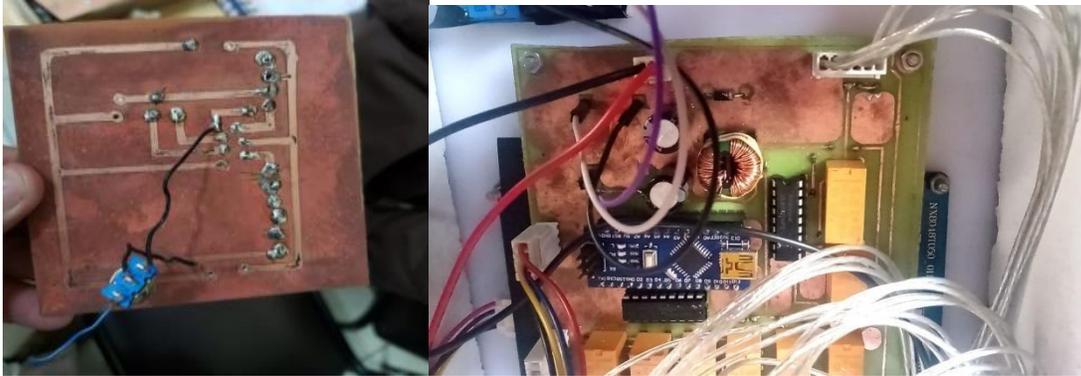
*Nota.* La figura muestra las placas eléctricas adicionales, como la interfaz de comunicación con la computadora del automóvil, que se han conectado correctamente al circuito principal.

### Ensamblaje de los Componentes Eléctricos

El siguiente paso consistió en el ensamblaje de los componentes eléctricos. Se colocaron los componentes soldados en la PCB y se conectaron entre sí según las especificaciones del diseño. Se aseguró que todas las conexiones fueran firmes y seguras, evitando posibles cortocircuitos o conexiones sueltas.

**Figura 45**

*Ensamblaje de los componentes eléctricos en la PCB*



*Nota.* La figura muestra el ensamblaje completo de los componentes electrónicos en la PCB, asegurando una conexión adecuada y sin problemas eléctricos.

**Construcción de la Caja del Módulo**

Para proporcionar un alojamiento adecuado y protección a los componentes eléctricos, se construyó una caja para el módulo generador de fallas. Se utilizaron materiales resistentes y adecuados, como plástico o metal, y se realizaron los recortes y orificios necesarios para los botones de control, las entradas y salidas, y los indicadores visuales. La PCB y las placas eléctricas se colocaron dentro de la caja, asegurándose de que quedaran correctamente alineadas y fijadas.

## Figura 46

*Caja del módulo con los componentes eléctricos en su interior*



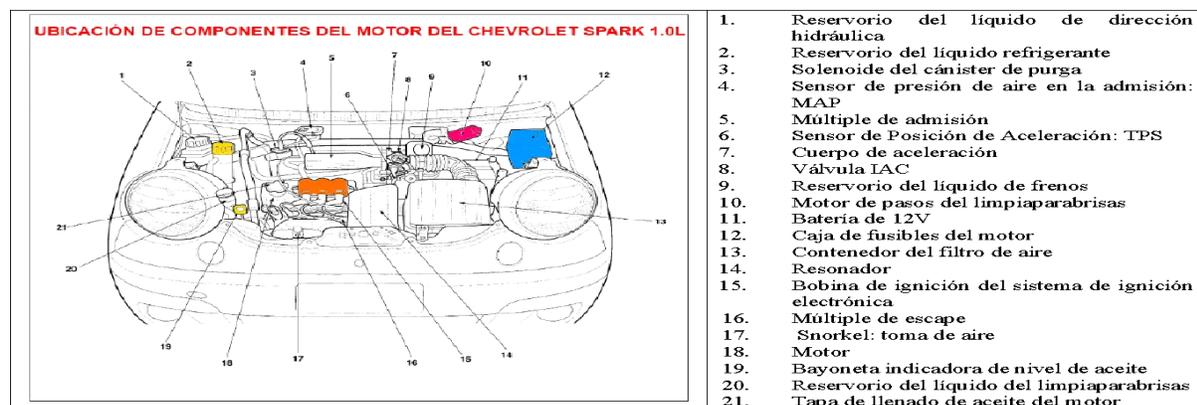
*Nota.* La figura muestra la caja del módulo completamente ensamblada, lista para proteger y albergar los componentes eléctricos del generador de fallas.

## Conexión del Módulo al Vehículo de Pruebas

Primero se reconoce cada uno de los elementos a los cuales se quiere que el estudiante encuentre la falla en el vehículo dependiendo de su funcionamiento para cada uno de sus pines.

## Figura 47

*Ubicación de los componentes del motor Chevrolet Spark 1.0 L*



*Nota.* Reproducido de Ubicación de Componentes Del Motor Chevrolet Spark, P. Rojas, 2020 (<https://es.scribd.com/document/234980474/Ubicacion-de-Componentes-Del-Motor-Chevrolet-Spark-0>).

## Reconocimiento de Sensores del Vehículo a Gasolina

Luego verificamos la computadora su cableado y los lugares por donde pasan los cables, tomando datos de los diferentes sensores y reconociendo la función que cumple cada uno de sus cables antes de la construcción del módulo y comprobando las señales que comanda la ECU.

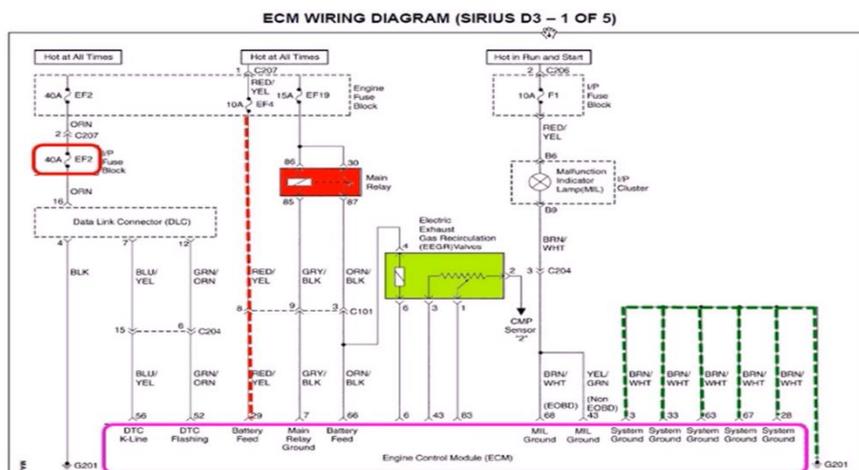
### Figura 48

*Identificación del arnés de comunicación de la computadora y actuadores*



### Figura 49

*Diagrama eléctrico Chevrolet Spark*

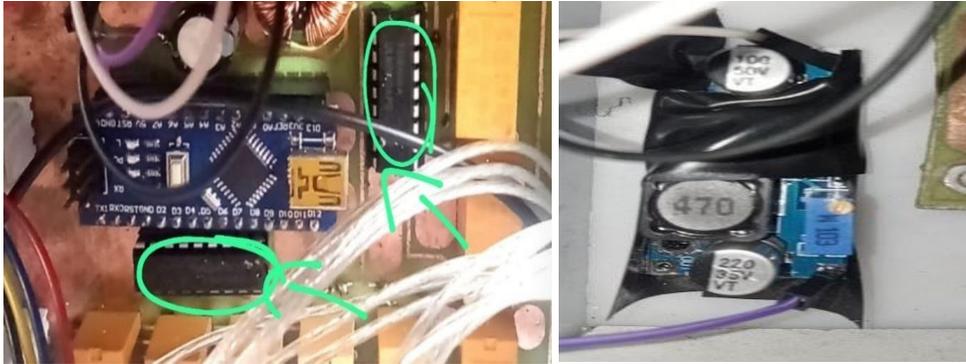


*Nota.* Diagrama electrónico del ECU. Reproducido de Valvulita, 2022

(<https://www.valvulita.com/manuales/nissan/ecu-pinout-del-nissan-ga16de-ga16dne-diagramas-el%C3%A9ctricos#gsc.tab=0>).

### Figura 50

Esquematzación del módulo generador de fallas



*Nota.* Integración del módulo generador de fallas con la computadora del automóvil.

### Figura 51

*Conexión de 4 poca yocket*



*Nota.* Conexión de 4 poca yocket (2 hembras y 2 machos) desde la computadora del automóvil a los poca yocket del banco de fallas.

### Pruebas Finales y Ajustes

Una vez que el ensamblaje estuvo completo, se realizaron pruebas finales para verificar el funcionamiento del módulo generador de fallas. Se realizaron diferentes pruebas de diagnóstico

en motores a gasolina, utilizando el módulo para simular y detectar fallas. Si se detectaron problemas durante las pruebas, se realizaron los ajustes y correcciones necesarios para garantizar un rendimiento óptimo del módulo.

### **Figura 52**

*Pruebas finales del módulo generador de fallas en funcionamiento.*



*Nota.* La figura muestra el módulo en funcionamiento, realizando pruebas de diagnóstico en un motor a gasolina, con resultados satisfactorios.

## **Desarrollo del Módulo Generador de Fallas**

### ***Fallas de Motores***

Las fallas son una condición no deseada que hace que el elemento estructural no desempeñe una función para la cual existe; es decir, es todo lo que detiene la operación de una máquina. Se busca que en cualquier anomalía se elimine completamente su causa.

### ***Características del Módulo Generador de Fallas***

La principal característica del módulo generador de fallas será que controlara a los actuadores (también llamados accionadores) mismos que constituyen la interfaz entre las señales de control del dispositivo de control adicional enviara señales a los sensores mismos que son dispositivos que detecta el cambio en el entorno y responde a alguna salida en el otro sistema.

Un sensor convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico medible (o, a veces, una señal digital) convertido en una pantalla legible para humanos o transmitida para lectura o procesamiento adicional.

Los motores de la actualidad trabajan bajo el principio de la combustión interna de ciclo Otto, este ciclo termodinámico se aplica a los motores a gasolina, estos a su vez cuentan con sistema de inyección electrónica secuencial indirecta, sincronización de motor por correa dentada, con un solo árbol de levas SOHC, por sus siglas en inglés (Single Overhead Camshaft) que comanda el accionamiento de las válvulas de admisión y escape, en un motor con disposición en línea de cuatro cilindros.

Las funciones principales que pueden ser controladas por el módulo generador de fallas a los sensores y actuadores son las siguientes:

- Control de la inyección de combustible
- Control del tiempo de inyección
- Control bomba de combustible
- Control de régimen de marcha en vacío
- Control Ralentí
- Control regulador de presión
- Señales de entrada y de salida

Existen sensores que son parte del sistema electrónico los cuales ayudan a vigilar el funcionamiento del motor. Y algunos de ellos son los siguientes: Sensor MAP, MTIA, CTS, IAT, CAM, CKP, Sensor de Oxígeno.

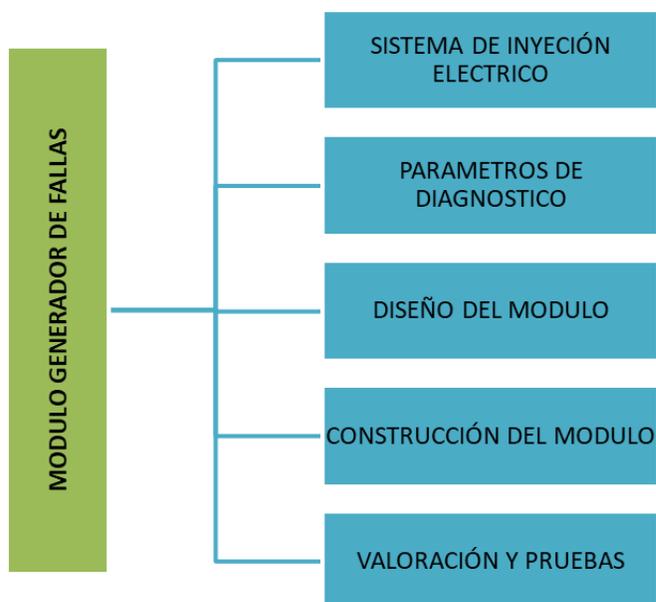
Los actuadores son componentes que emplean la energía recibida para activar el funcionamiento de un proceso automatizado como la bomba de Combustible (Fuel Pump), Inyector de Combustible (Fuel Injectors) y/o relés (Relay).

Una vez esquematizados los conceptos básicos necesarios para la construcción de un módulo generador de fallas, se inicia con el diseño y construcción para un vehículo de inyección a gasolina en este caso el vehículo. El motor a usarse será el del automóvil de inyección electrónica ya que su costo es bajo, su tamaño es pequeño y brinda comodidad para su manejo y ejecución de todas las pruebas que se manejan en la mayoría de los vehículos de inyección electrónica.

Con el antecedente del modelo y marca del vehículo para realizar el módulo de fallas primero se estableció varios procedimientos para indicar cada uno de los claves que maneja el ECU y así poder realizar los conectores para el módulo.

### Figura 53

*Estrategia del módulo generador de falla*



*Nota.* Estrategia de funcionamiento del módulo generador de falla.

El módulo debe cumplir ciertos requerimientos que brindaran seguridad y agilidad en el uso del soporte y las características que se deberá cumplir con lo siguiente:

**Movilidad.** Debe ser de fácil movilización y manipulación.

**Didáctico.** El módulo debe ser acondicionado para permitir a los alumnos que lo usaran simulando fallas, ser visible todos los sensores del motor, así como permitir su montaje y desmontaje, además que el método de conexión elegido debe simular lo mejor al de un tablero de prácticas eléctrico, con plugs que permitan la conexión en el mismo punto de varios conectores con programación que permitan cortar las señales de modo que se puedan simular la mayor cantidad de fallas. Este módulo de fallas permitirá al docente seleccionar y simular las fallas para el entrenamiento de los estudiantes de modo que no sea visible la causa, sino por el contrario que requiera de un diagnóstico y un análisis.

#### **Figura 54**

*Dispositivo de pantalla.*



*Nota.* Automáticamente se prende el dispositivo indicando un mensaje en la pantalla “Bienvenidos al Sistema Electrónico del Automóvil posterior se da clic a Siguiente.

**Figura 55**

*Módulo de entrenamiento en fallas de motores automotrices.*



*Nota.* Nos desplaza a una pantalla que nos dice “Módulo de entrenamiento en fallas de motores automotrices”.

Al intentar encender el vehículo ya no se prende. Mientras en la pantalla de nuestro modulo nos refleja los materiales que podría utilizar para diagnosticar la falla en el sistema electrónico.

Se procede a darle 15 minutos para determinar la falla. Si el estudiante no determino la falla, vamos a generar la siguiente falla que es aleatoria y de igual manera la pantalla de nuestro modulo nos indica los materiales que podemos utilizar para determinar la falla. Al generarse la segunda falla; la primera automáticamente se borra o se reinicia, de esta manera no causando daño al vehículo. Con la ayuda de la tabla guía de fallas podemos ir viendo las posibles fallas a generar.

**Tabla 3**

*Listado de fallas generadas por el módulo.*

N°	Falla
1	Bomba
2	Posiblemente MAP
3	Posiblemente CMP pero no es
4	CMP
5	Desconocido
6	Sensor H2OS
7	Acelerador
8	Inyector 1
9	Inyector 3
10	EVAP
11	Sensor de temperatura
12	Posiblemente ser CKP pero no es
13	Inyector 4
14	Inyector 2

Si después de intentar resolver una falla más; el estudiante no logra encontrar una solución. Se puede reiniciar la maquina seleccionando Inicio en la pantalla.

Para desconectar el módulo, presionamos el botón de encendido/apagado y desconectamos los poca jokey.

Al encender el auto si queda encendido el Check engine es porque quedó grabado en la memoria las fallas generadas. Generalmente esto tiene un ciclo de trabajo; Al prender y apagar 2 veces se borra el testigo del Check Engine.

### **Pruebas del Módulo Generador de Fallas**

Pruebas del módulo generador de fallas, Son pruebas que se realizan en sistemas electrónicos de automóviles para simular condiciones de falla controladas. Estas pruebas se utilizan para diagnosticar y solucionar problemas en los sistemas electrónicos del vehículo.

**Figura 56***Detector de fallas*

*Nota.* Pantalla del módulo generador de fallas.

### **Evaluación del Funcionamiento del Módulo Generador de Fallas**

La evaluación garantiza que el dispositivo esté operando correctamente y que pueda generar las fallas simuladas de manera precisa las principales son las:

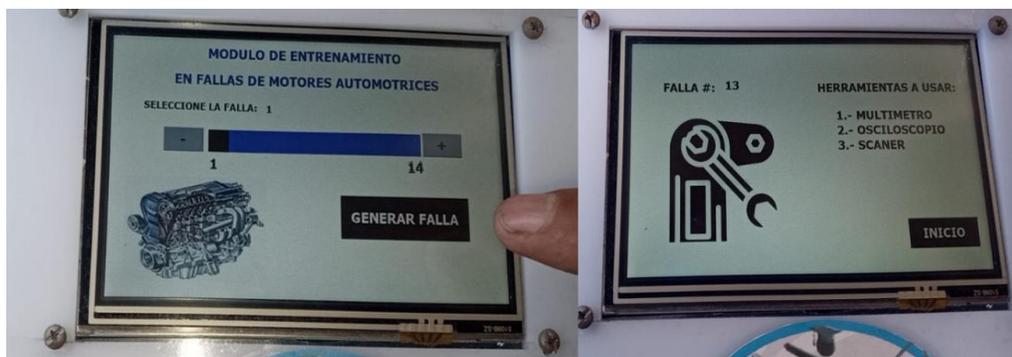
Conexión adecuada donde verifica que el módulo generador de fallas esté correctamente conectado al sistema electrónico del vehículo. Asegúrate de seguir las instrucciones del fabricante y utilizar los cables y adaptadores adecuados.

**Figura 57***Conexión del módulo generador de fallas mediante conector poka-yoke*

Configuración de parámetros del módulo generador de fallas. Esto puede incluir seleccionar el tipo de falla que deseas simular, establecer los valores de las señales falsas o las modificaciones de señales, y ajustar otras opciones de configuración según sea necesario.

### Figura 58

*Selección de fallo en el módulo*



Pruebas de fallas simuladas en los sistemas o componentes del vehículo. Por ejemplo, puedes simular una falla en un sensor específico, como el sensor de temperatura del motor, o simular una falla en un actuador, como una válvula de inyección de combustible.

### Figura 59

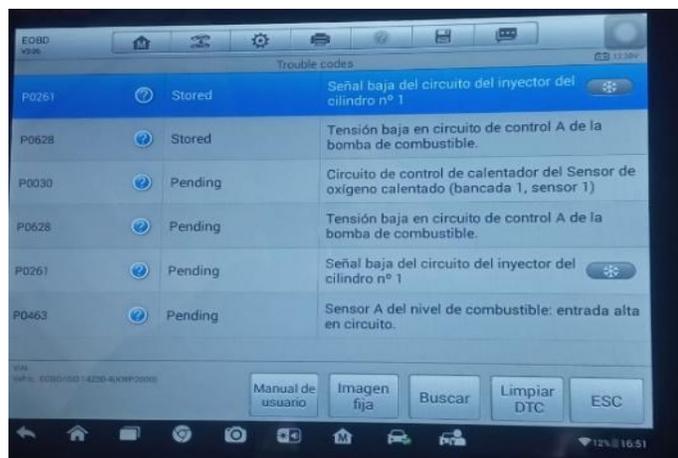
*Ingreso de fallo al vehículo*



Comparación con especificaciones esto te permitirá verificar si el módulo generador de fallas está generando las condiciones de falla correctas y si los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos esperados.

### Figura 60

*Comprobación del fallo utilizando el escáner*



Verificación de respuesta del sistema los componentes afectados y observa cómo reacciona el sistema ante la falla simulada y asegúrate de que los resultados sean consistentes con lo esperado. Esto te ayudará a evaluar si el módulo generador de fallas está generando las señales apropiadas y si el sistema está respondiendo correctamente.

### Figura 61

*Verificación con la utilización de. multímetro*



Registro de resultados incluyendo las fallas simuladas, las lecturas obtenidas y cualquier observación relevante. Estos registros pueden ser útiles para futuras referencias y para comparar los resultados en caso de realizar evaluaciones posteriores.

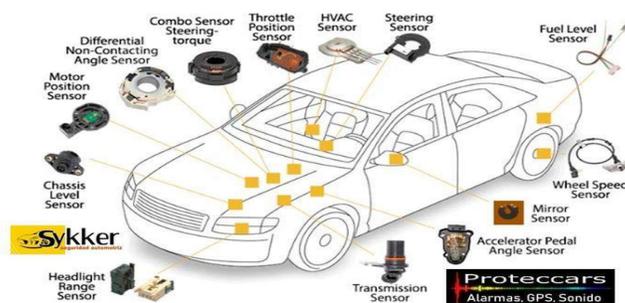
### Las Pruebas de Campo del Módulo Generador de Fallas

Estas pruebas se simulan fallas en los sensores del automóvil, como el sensor de oxígeno, el sensor de temperatura del motor o el sensor de velocidad. Estas pruebas pueden implicar generar señales falsas o alterar las señales de los sensores para verificar la respuesta y el comportamiento del sistema afectado. También se simulan fallas en los actuadores del automóvil, como los inyectores de combustible, las válvulas de admisión o los actuadores de los sistemas de frenos o dirección. Estas pruebas permiten evaluar cómo responde el sistema ante condiciones de falla simuladas y si los actuadores están funcionando correctamente.

Se realizan pruebas de diagnóstico para verificar la capacidad del módulo generador de fallas para generar códigos de diagnóstico y mensajes de error relacionados con las fallas simuladas. Esto permite evaluar si el módulo es capaz de identificar y comunicar de manera precisa las fallas detectadas en el automóvil.

### Figura 62

*Todos los sensores que dispone un Automóvil*



*Nota.* Sensores del automóvil. Reproducido de Sensores del automóvil, 2021

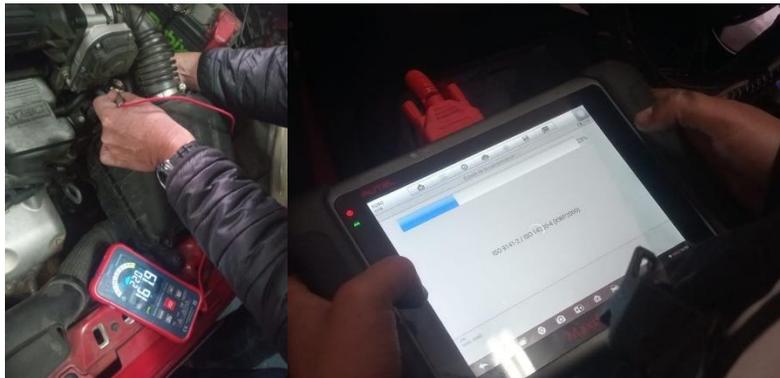
(<https://proteccars.com/sensores-automotrices/>).

### **Análisis de los Resultados Obtenidos en las Pruebas del Módulo Generador de Fallas**

Analizar los resultados obtenidos de las pruebas del módulo generador de fallas automotriz es necesario para evaluar su efectividad y asegurar la calidad del sistema. Utilizando algoritmos avanzados de inteligencia artificial, este módulo tiene como objetivo simular y diagnosticar defectos potenciales que pueden encontrar los vehículos, lo que permite a los técnicos de automóviles identificar y solucionar problemas con mayor precisión.

#### **Figura 63**

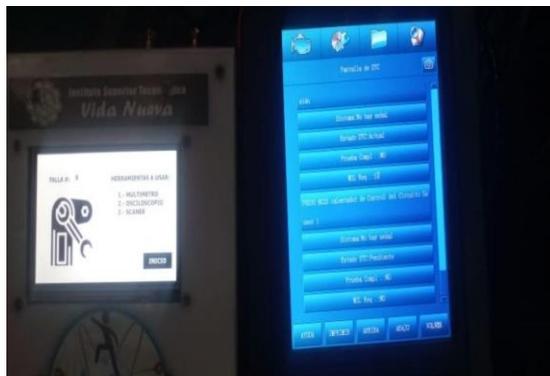
*Diagnosticar defectos potenciales en un Automóvil*



Durante las pruebas se realizaron diferentes situaciones de prueba en diferentes vehículos, en las que se evaluó la potencia del módulo generador de fallas del automóvil. Durante cada prueba, se registró cuidadosamente toda la información relevante, incluidos los desencadenantes específicos que activaron el sistema y las respuestas detectadas por el sistema. Este análisis se puede utilizar para determinar la efectividad de un módulo generador de fallas para automóviles en términos de precisión de diagnóstico y capacidad para identificar problemas comunes en varios sistemas y componentes del vehículo.

## Figura 64

Determinar la efectividad de un módulo generador de fallas



También es posible identificar posibles mejoras o cambios necesarios para optimizar su rendimiento. Con esta información detallada sobre los resultados de las pruebas del generador modular automotriz, es posible brindar a los fabricantes y técnicos una visión clara de la eficiencia y utilidad de este sistema para la industria automotriz. En última instancia, esto puede mejorar la calidad del servicio ofrecido a los propietarios de vehículos al facilitar un diagnóstico más rápido y preciso.

### *Detección de Fallas*

Registre y analice las fallas simuladas y las respuestas del sistema a cada una, incluida la generación de fallas y la activación de alarmas en el tablero del vehículo. Comparación con las especificaciones compare los resultados de las pruebas con las especificaciones del fabricante para determinar si los valores medidos y las respuestas del sistema se encuentran dentro de los límites aceptables.

## Figura 65

*Generación de fallas y la activación de alarmas en el tablero*



Se analizó los datos recopilados durante las pruebas para identificar patrones, tendencias o anomalías, y determine si hay problemas recurrentes o relaciones entre los diferentes componentes.

## Evaluación de Integridad del Sistema

Evalúe el rendimiento general del sistema eléctrico o electrónico de un vehículo al considerar si se detectaron y respondieron fallas simuladas, si los dispositivos de protección operaron correctamente y si el rendimiento del vehículo se mantuvo en condiciones inusuales.

## Figura 66

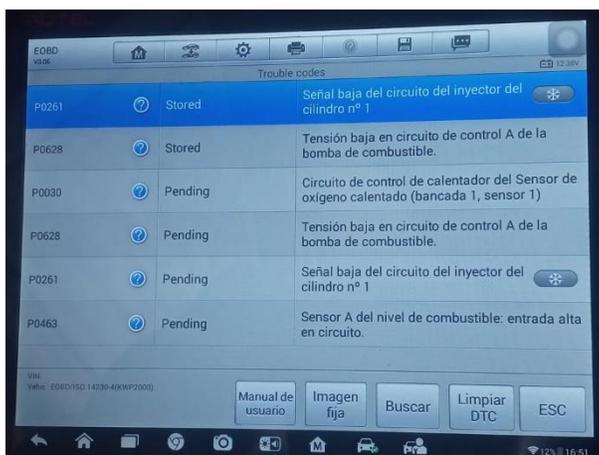
*Evalúe el rendimiento general del sistema eléctrico se detectaron*



Identifiqué las acciones correctivas necesarias si se identifican defectos o deficiencias durante las pruebas, que pueden incluir reparar o reemplazar piezas, ajustar los sistemas de control o mejorar los procedimientos de mantenimiento y diagnóstico. Documentación de resultados: Registre y documente todos los resultados de las pruebas, incluida la información sobre fallas simuladas, respuestas del sistema y acciones correctivas tomadas, para referencia futura, seguimiento de mantenimiento y solución de problemas.

### Figura 67

*Mantenimiento y solución de problemas con el escanear*



### Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos del diagnóstico utilizando el módulo generador de fallas para motores a gasolina fueron significativos para la reparación y mantenimiento de los vehículos. Durante el proceso de diagnóstico, se obtuvieron diversas medidas de los parámetros relevantes del motor, como temperatura, presión, voltaje, corriente, entre otros, utilizando los sensores y actuadores incorporados en el módulo.

Estas medidas fueron comparadas con los valores especificados por el fabricante del motor y se pudo determinar si existían desviaciones o anomalías en los diferentes sistemas del

vehículo. En caso de encontrar valores fuera del rango esperado, se identificaron las posibles fallas y se tomaron las acciones correctivas correspondientes.

La comparación de las medidas obtenidas durante el diagnóstico con los valores del fabricante permitió determinar la condición y el rendimiento del motor, identificar posibles problemas y realizar ajustes precisos en los componentes necesarios. Además, esta comparación también ayudó a garantizar que los vehículos estuvieran operando dentro de los parámetros óptimos establecidos por el fabricante.

**Tabla 4**

*Voltaje vs temperatura sensor ECT*

<b>Voltaje (V)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
0,5 V	92°C
0,8 V	70°C
1,3 V	58°C
2,2 V	41°C
3,1 V	19°C
2,9 V	27°C

**Tabla 5**

*Resistencia vs temperatura sensor ECT*

<b>Resistencia (<math>\Omega</math>)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
268 ohmios	92°C
337 ohmios	70°C
630 ohmios	58°C
1630 ohmios	27°C
2200 ohmios	22°C

**Tabla 6***Resistencia vs temperatura sensor IAT*

Resistencia ( $\Omega$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
698 ohmios	59 $^{\circ}\text{C}$
599 ohmios	70 $^{\circ}\text{C}$
340 ohmios	78 $^{\circ}\text{C}$

**Tabla 7***Identificación de cables del sensor TPS*

Color	Número de pin	Posición KOEO SOCKET DESCONECTADO	Posición KOEO SOCKET CONECTADO	Observación
Rojo	1	5.15 V	5.15 V	Alimentación
Azul	2	4.54 V	0.3 V	Señal
Naranja	3	0.03 V	0.02 V	Masa

**Tabla 8***Voltaje vs temperatura sensor TPS*

Estado	Posición (%)	Voltaje (V)
Ralentí	10%	0.3V
½ Carga	50%	2.10V
Plena Carga	99%	4.14V

**Tabla 9***Resistencia vs posición sensor TPS*

Posición	Resistencia (T. alimentación – T. señal)	Resistencia (T. masa – T. señal)	Resistencia (T. alimentación – T. masa)
Ralentí	4.08 K $\Omega$	0.3 K $\Omega$	4.22 K $\Omega$
½ Carga	3.20 K $\Omega$	1.61 K $\Omega$	4.22 K $\Omega$
Plena carga	1.40 K $\Omega$	3.47 K $\Omega$	4.22 K $\Omega$

**Tabla 10***Identificación de cables del sensor APP*

Color	Número de pin	Posición KOEO SOCKET DESCONECTADO	Posición KOEO SOCKET CONECTADO	Observación
Bco/Celeste	1	0.01V	0.81V	Señal 1
Bco/Verde	2	0.01V	0.01V	Masa 1
Bco/Rojo	3	5.01V	5.02V	Señal ref 1

**Tabla 11***Identificación de cables del sensor MAF*

Color	Número de pin	Posición KOEO SOCKET DESCONECTADO	Posición KOEO SOCKET CONECTADO	Observación
Negro	1	12.97V	12.66V	Alimentación
Azul/Rojo	2	0.01V	0.02V	Señal
Azul/Blanco	3	0.01V	0.01V	Masa

**Tabla 12***Posición vs Voltaje sensor MAF*

Voltaje (V)	Posición
0.01V	KOEO
1.45V	Ralentí
2.12V	½ carga
3.68V	Aceleración súbita
1.32V	Desaceleración

**Tabla 13***Identificación de cables del sensor CKP*

Color	Número de pin	Posición KOEO SOCKET DESCONECTADO	Posición KOEO SOCKET CONECTADO	Observación
Rojo	1	0V	0V	Masa
Azul	2	12 V	12 V	Alimentación

Amarillo	3	4.98 V	0.02 V	Señal
----------	---	--------	--------	-------

**Tabla 14**

*Identificación de cables del sensor CMP*

Color	Número de pin	Posición KOEO SOCKET DESCONECTADO	Posición KOEO SOCKET CONECTADO	Observación
Rojo	1	4.96 V	0.04 V	Señal
Verde	2	0.26 V	0.26 V	Masa
Blanco	3	11.98 V	11.98 V	Alimentación

**Tabla 15**

*Identificación de cables del sensor VSS*

Color	Número de pin	Posición KOEO SOCKET DESCONECTADO	Posición KOEO SOCKET CONECTADO	Observación
Verde	1	12 V	12 V	Alimentación
Negro	2	0 V	0 V	Masa
Rojo	3	0.1 V	4.8 V	Señal

**Tabla 16**

*Comprobación de los inyectores con el multímetro*

Posición	Frecuencia [Hz]	Ancho de pulso <sup>*</sup> [ms]	Duty <sup>*</sup> [%]
Ralentí	39.8 Hz	3.5 ms	96.52%
	37.8 Hz	3.5 ms	95.57%
	36.7 Hz	3.5 ms	96.28%
	35.5 Hz	3.5 ms	97.32%
	48.6 Hz	6.58 ms	98.75%
½ carga	47.6 Hz	7.2 ms	98.84%
	49.5 Hz	7.6 ms	98.62%
	52.2 Hz	6.9 ms	98.32%

**Tabla 17***Comprobación de la válvula de marcha mínima con el multímetro*

<b>Posición</b>	<b>Frecuencia [Hz]</b>	<b>Ancho de pulso [ms]</b>	<b>Duty [%]</b>
Ralentí	99.01Hz	10.10ms	68%
½ carga	99.85Hz	11.21ms	75%
Plena carga	112.14Hz	13.56ms	84%
Aceleración súbita	-	-	-
Desaceleración	-	-	-

**Tabla 18***Consumo de corriente de la válvula de marcha mínima*

<b>IAC</b>	<b>Consumo de corriente medida</b>	<b>Consumo de corriente calculada</b>
Bobina 1	0.28 Amperios	0.25 Amperios
Bobina 2	0.29 Amperios	0.27 Amperios

**Tabla 19***Voltajes de funcionamiento sistema EGR*

<b>Cable</b>	<b>KOEO</b>		<b>KOER</b>
	Conectado	Desconectado	Conectado
1.-Verde	12 v	12 v	13.48 v
2.- Celeste	12 v	0 v	13.48 v

**Tabla 20***Voltajes de funcionamiento de la bomba de combustible*

Cable	KOEO		KOER
	Conectado	Desconectado	Conectado
1.- Celeste	12 v	12v	13.48 v
2.- Negro	12 v	0 v	0 v

**Tabla 21***Voltajes de funcionamiento del electroventilador*

Cable	KOEO		KOER
	Conectado	Desconectado	Conectado
1.- Marrón	0 v	0 v	13.48 v
2.- Negro	0.1 v	0.1 v	0 v

**Tabla 22***Voltajes de funcionamiento del sistema de purga del canister*

Cable	KOEO		KOER
	Conectado	Desconectado	Conectado
1.- Azul	12 v	12 v	13.48 v
2.- Plomo	12 v	0.1 v	13.48 v

## Conclusiones

Una vez revisada la información bibliográfica técnica nos permitió identificar las fallas más comunes que presentan los vehículos de inyección a gasolina las cuales fueron programadas en un módulo que permite recrear sus efectos en los automotores.

Los diferentes tipos de sensores y actuadores que posee un vehículo a inyección a combustible se puede determinar cuáles son sus diferentes valores de trabajo además del significado de cada uno de los diversos pines que se encuentran en los diferentes sensores.

El módulo generador de fallas se encuentra diseñado y construido para vehículos de inyección a gasolina.

Se han realizado las pruebas de campo en los talleres de mecánica automotriz del Tecnológico Universitario Vida Nueva, en los cuales se ha sometido a vehículos en perfecto funcionamiento y por medio del módulo generador de fallas estos han presentado fallas para su diagnóstico por parte de los estudiantes.

Para poder analizar las diferentes señales, con ayuda del osciloscopio se debe que identificar los pines de señal del sensor y de los actuadores después obtener la onda en función a una escala apreciable y de esta manera poder compararlos con los oscilogramas brindados por el fabricante.

Por último, con la ayuda de los datos obtenidos se procedió a la comprobación del estado de los diversos sensores y actuadores los cuales según estos se determina si es necesario cambiar dichos sensores o no.

## **Recomendaciones**

Los practicantes durante el uso del módulo generador de fallas, deberán ser monitorizados desde el inicio hasta la final de su práctica por un docente mismo que garantice un correcto diagnóstico y evite que se produzca daños al equipo.

Al momento del acoplamiento de los conectores se deberá verificar previamente que sean macho y hembra respectivamente en caso de no conectar de forma normal no se deberá por ningún motivo forzar para su acoplamiento, caso contrario el módulo no funcionara o podría provocar daños al conector, modulo o vehículo.

Los docentes serán los responsables de la programación del módulo generador de fallas mismos que deberán seguir los pasos descritos para la integración del módulo al vehículo.

Los docentes y los practicantes deberán manejar con precaución la pantalla táctil del módulo generador de fallas a fin de evitar daños sobre la misma.

El almacenamiento del módulo generador de fallas deberá ser en un lugar seguro donde no pueda sufrir golpes o caídas a distinto nivel, en un ambiente con baja humedad mismo que no dañe los circuitos integrados y pantalla.

En el caso de desgaste de los conectores de deberían realizar el cambio de forma inmediata por conectores de similares características a fin de evitar corto circuitos que afecten tanto al módulo generador de fallas como al ECU del vehículo.

## Referencias

- Aguilar , C., Gallo, E., Calero, D., & Guerra, J. (2022). Análisis del funcionamiento en los sensores de inyección electrónica para controlar el consumo de combustible. *Revista Científica Dominio de las Ciencias* , 7(2), 6. doi: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2673>
- Aguilar-Jaramillo, C. D. (2022). *Análisis del funcionamiento en los sensores de inyección electrónica para.*
- Alfaro, D. C. (2021). *Diagnóstico a bordo*. México.
- Alonso Pérez, J. M. (2018). *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico* (Decima ed.). Madrid-España: Parainfo. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=NjRs-lxnOIwC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Andrade, J. C. (2018). *Construcción de un banco de pruebas para identificar problemas en un motor chevrolet spark 1000 de inyección electrónica ute 2011*. Santo Domingo.
- Aparicio, J. (2018). *Sistema Electrónico*. Obtenido de [http://apariciocallejas.blogspot.com/2013\\_06\\_01\\_archive.html](http://apariciocallejas.blogspot.com/2013_06_01_archive.html)
- Autingo. (2022). *Autingo*. Obtenido de Autingo: <https://www.autingo.es/problemas/chevrolet/spark#troubleshooting-problems>
- Booster, B. (2020). *Curso de sensores MAP*. Obtenido de <https://automecanico.com/auto2027/bbooster05.pdf>
- Brunete , A. (2020). *Introducción a la Automatización Industrial*. Madrid. Obtenido de bookdown.org: [https://bookdown.org/alberto\\_brunete/intro\\_automatica/](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/)
- Brunete, A. (2020). *Introducción a la Automatización Industrial*. Madrid.
- Burbano, P. (2018). *Didactica.com* . Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de <http://www.didactica.com/recursos/reciclaje>

Burbano, P. (2018). *Proyectos*. Quito: Vida Nueva .

Caballero, M., Pérez Rodríguez, J., & Espinosa, J. (Julio de 2010). *Medidas de resistencias, voltaje y corrientes: Multímetro*. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16564/1/Ley%20de%20Ohm.%20Respuesta%20de%20un%20diodo.pdf>

Cabrera Quintero, D. (2020). *Diseño e implementación de equipo para prueba y diagnóstico de sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica para vehículos livianos a gasolina*. Obtenido de <https://dspace-ua.o.metacatalogo.com/bistream/handle/10614/12200/T09031.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Carrasco, P. R. (2022). Obtenido de scribd.com: <https://es.scribd.com/document/234980474/Ubicacion-de-Componentes-Del-Motor-Chevrolet-Spark-0#>

CODIGOSDTC. (2023). *Motores a Gasolina*. Recuperado el 15 de Enero de 2023, de <https://codigosdtc.com/blog/motores-gasolina/#:~:text=Los%20motores%20a%20gasolina%20son,y%20combustible%2C%20en%20energ%C3%ADa%20mec%C3%A1nica.>

COMOFUNCIONA. (2023). *Sistema de encendido del motor | Partes y funcionamiento*. Recuperado el 19 de Enero de 2023, de <https://como-funciona.co/el-encendido-del-motor-sistema/>

Denton, T. (2018). *Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil.: Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehículos* (Cuarta ed.). México: MARCOMBO. Obtenido de

[https://books.google.com.ec/books?id=kExOEAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=kExOEAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Departamento de Electricidad y Electrónica de la Universidad de Valladolid. (s.f.). *Sensores y transductores*.

García, F. (2018). *pruebaderuta.com*. Obtenido de [pruebaderuta.com](http://pruebaderuta.com).

Donato, A. (2020). *Analisis técnico sobre el uso de un osciloscopio*. Obtenido de :

<https://autosoporte.com/analisis-tecnico-del-uso-del-osciloscopio-automotriz/>

Efectoled.com. (2019). *efectoled.com*. Obtenido de [efectoled.com](http://efectoled.com):

<https://www.efectoled.com/blog/es/esquemas-electricos/>

El Motor de Combustión Interna. (2020). *Sensor de Posición del Cigüeñal-Sensor CKP*.

Obtenido de <https://elmotordecombustion.blogspot.com/2020/09/sensor-de-posicion-del-ciguenal-sensor.html>

Fidalgo, R. (2022). *autocasion.com*. Obtenido de [autocasion.com](http://autocasion.com):

<https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>

Granell, A. (2018). *Sistema electrónico y sus tipos de averías*. Obtenido de <https://www.rodes.com/mecanica/sistema-electronico-del-coche-y-tipos-de-averias/>

Jordan, C. (2021). *Sistema eléctrico*.

kia.com.pe. (2022). *kia.com.pe*. Obtenido de <https://www.kia.com/pe/util/news/descubre-las-10-fallas-mas-comunes-en-un-motor.html>

Llanes Cedeño, E. A., Guardia Puebla, Y., Andino, A., & Cevallos Carvajal, S. (31 de Mayo de 2019). Detección de fallas en motores de combustión mediante indicadores de temperatura y presión de inyección. *INGENIURS (Revista de Ciencia y Tecnología)*(22), 7. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n22.2019.04>

- Macmillaneducation. (2018). *Conceptos básicos del encendido. Encendido convencional*.  
Obtenido de [https://www.macmillaneducation.es/wp-content/uploads/2018/09/sistemas\\_auxiliares\\_advantage\\_solucionario.pdf](https://www.macmillaneducation.es/wp-content/uploads/2018/09/sistemas_auxiliares_advantage_solucionario.pdf)
- Mamani Lipe, R. (2019). *Construcción de un banco didáctico simulador de fallas electrónicas en sensores y actuadores del motor a inyección electrónica Toyota INZ- FE*. . Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/27435>
- Marco, J. A. (2019). *IMF Blog de Logística*. Obtenido de IMF Blog de Logística:  
<https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/sistema-poka-yoke/>
- Martín, J. (2019). *El funcionamiento de un motor de combustión, paso a paso y en vídeo*.  
Obtenido de Motorpasión: <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- Mejía Calle, A., & Armijos Armijos, F. (2018). *Caracterización de los sensores y actuadores del motor Armfield Volkswagen CM11-306*. Obtenido de  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7537/1/UPS-CT004468.pdf>
- Mena Jimenez, R. R., & Venegas Nuñez, J. S. (2018). *Repotenciación de un banco de pruebas de inyección electrónica J20A a través de la adaptación de un sistema de aceleración electrónica TAC, para la implementación en el laboratorio de inyección electrónica de la escuela de ingeniería automotriz*. Obtenido de  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4047/1/65T00159.pdf>
- Moreno, P. J. (2018). *Reprogramación de la Memoria EPROM del vehículo Chevrolet Corsa*.
- MOTORGIGA. (2019). *Motorgiga*. Obtenido de motorgiga:  
<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/control-de-crucero-activo-definicion-significado/gmx-niv15-con88403.htm>

- Peñañiel, H. F. (2021). *Sistema Inyección a Gasolina*.
- Rafael Morales, M., & Hernández Guzmán, A. (2018). *Caracterización de un motor de combustión interna con dos tipos de combustible*. Obtenido de Intituto Mexicano del Transporte: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>
- Reyes, V. (2018). *Sistema electrónico de combustible*. Obtenido de <http://victorefren1.blogspot.com/2013/06/sensores-ckp-y-cmp-y-sus-tipos.html>
- Rodríguez, R. (2018). *Plan de mantenimiento mayor (overhaul) para la flota de carros perteneciente a la empresa rofrer, s.a. sucursal Cabimas*. Venezuela.
- Sánchez, R. (2018). *Accionamientos y actuadores eléctricos*.
- Santiago Soluciones. (2023). *Sensor TPS: Código P0122*. Obtenido de Sensor TPS: Código P0122
- Sensor Automotriz. (2022). *Sensor Knock o sensor KS automotriz*. Obtenido de <https://sensorautomotriz.top/sensor-ks/>
- Servicioaleman. (2022). *Sistema de encendido del vehículo: qué es y cómo funciona*. Obtenido de <https://www.servicioaleman.es/articulo/general/sistema-encendido-vehiculos-como-funciona/20220718173933001838.html>
- SPM (2020). *Sensor CMP*. Obtenido de <https://www.soloparamecanicos.com/sensor-cmp/>
- Tapia, D. (2023). *Partes Fijas y Moviles*. Recuperado el Febrero de 2023, de PDFCOFFER: <https://pdfcoffee.com/partes-fijas-y-moviles-3-pdf-free.html>
- Tutorica. (2017). *Sistema de Encendido del Automóvil*. Obtenido de Funcionamiento y elementos del sistema de encendido de un vehículo: <https://tutorica.com/material-complementario/sistema-de-encendido-de-un-vehiculo/>

Universidad Nacional de la Plata. (2022). *Funcionamiento del sistema de inyección electrónica*.

La Plata.

Ventos.site. (2021). *Como reemplazar un inyector de combustible de motor*. Obtenido de

<https://www.ventos.site/como-repararlo/como-reemplazar-un-inyector-de-combustible-de-motor-automotriz/>