



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**Autores:** Valencia Quezada Joffre David

Viteri Valencia Guido Enrique

**Tutor:** Ing. Adolfo Peña Pinargote, M.Sc.

**Análisis de Curvas de Funcionamiento de las Bobinas e  
Inyectores del Vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando el  
Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0**



### **Certificación de Autoría**

Nosotros, Valencia Quezada Joffre David, con C.I.: 0958896953, y Viteri Valencia Guido Enrique, con C.I.: 0909820821, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual, reglamento y leyes.

---

Valencia Quezada Joffre David

C.I.: 0958896953

---

Viteri Valencia Guido Enrique

C.I.: 0909820821

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Adolfo Peña Pinargote certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su seguridad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Adolfo Peña Pinargote, M.Sc.

Director del Proyecto

## **Dedicatoria**

Dedico este logro a mis seres queridos, cuyo amor y apoyo han sido la fuerza detrás de cada  
paso que he dado.

A mi madre, un faro de fortaleza y aliento constante.

A mi padre, cuya memoria y ejemplo de superación continúan inspirándome.

Agradezco a mi familia por ser mi roca en los momentos difíciles.

A mis amigos, por las risas compartidas y el ánimo inquebrantable.

A mis profesores y mentores, por su sabiduría y orientación.

A todos aquellos que han formado parte de este viaje, les dedico este logro con profunda  
gratitud y cariño.

***Joffre David Valencia Quezada***

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto técnico a mi familia quienes son el pilar fundamental para mi desarrollo personal y profesional, a mis padres por su apoyo moral en todo momento.

***Guido Enrique Viteri Valencia***

## **Agradecimientos**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo de investigación. En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, especialmente a mi madre y abuelos, por su amor incondicional, sus consejos sabios, su comprensión y su inquebrantable apoyo a lo largo de esta travesía académica. Su sacrificio y su aliento fueron mi fuerza motriz para alcanzar este logro. A mi padre, que a pesar de que no esté físicamente en este mundo, ha sido durante toda mi vida símbolo de motivación y dedicación. Agradezco también a mis profesores y al personal de la institución académica por brindarme los recursos necesarios y por su constante estímulo durante mi formación. A mis amigos y compañeros de clase, gracias por los debates enriquecedores, el intercambio de ideas y el apoyo mutuo. Sus comentarios y sugerencias contribuyeron significativamente al desarrollo de este trabajo. Por último, quiero agradecer a todas las personas que participaron en este estudio, ya sea como participantes, colaboradores o asesores. Su contribución fue fundamental para el éxito de esta investigación. Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y la colaboración de cada uno de ustedes. Espero que este estudio contribuya de alguna manera al avance del conocimiento en este campo.

¡Gracias!

*Joffre David Valencia Quezada*

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme salud y vida para llegar a culminar mi carrera, a mi esposa por ser mi soporte incondicional; por su paciencia y apoyo emocional en los momentos más duros en todo momento, a mis padres por mantener su legado de enseñanza día tras día para culminar mis objetivos y metas. Agradezco al cuerpo de docentes que pude conocer y compartir en cada uno de los niveles de estudio, a mis compañeros y amigos con quien obtuvimos buenas experiencias y conocimientos, a mi Tutor el Ing. Adolfo Peña quien con sus sapiencia y experiencia ha sabido guiarme para el desarrollo del presente proyecto.

¡El hecho que tardes un poco no significa que no lo vayas a lograr!

***Guido Enrique Viteri Valencia***



## Índice General

Certificación de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos.....	vii
Agradecimientos.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
Capítulo I.....	1
Problema de la Investigación.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 <i>Planteamiento del Problema</i> .....	2
1.2.2 <i>Formulación del Problema</i> .....	2
1.2.3 <i>Sistematización del Problema</i> .....	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 <i>Objetivo General</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.4 Justificación e Importancia de la Investigación.....	3
1.4.1 <i>Justificación Teórica</i> .....	3
1.4.2 <i>Justificación Metodológica</i> .....	4
1.4.3 <i>Justificación Práctica</i> .....	5

1.4.4	<i>Delimitación Temporal</i> .....	5
1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i> .....	5
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i> .....	6
1.5	<i>Alcance</i> .....	6
Capítulo II .....		8
Marco de Referencia .....		8
2.1	<i>El Motor de Combustión Interna</i> .....	8
2.1.1	<i>Sistemas de Encendido e Inyección Electrónica del Motor de Combustión Interna</i> 9	
2.1.2	<i>Sistema de Encendido COP</i> .....	10
2.1.3	<i>Batería del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i> .	11
2.1.4	<i>Sensor de Posición del Cigüeñal</i> .....	11
2.1.5	<i>Sensor de Posición del Árbol de Levas CMP</i> .....	12
2.1.6	<i>Unidad de Control Electrónico ECU</i> .....	13
2.1.7	<i>Bobinas de Encendido Tipo COP</i> .....	14
2.1.8	<i>Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i> .....	15
2.1.9	<i>Tipos de Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i> .....	16
2.1.10	<i>Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i> ...	17
2.1.11	<i>Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i>	21
2.1.12	<i>Funcionamiento de las Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i> .....	23
2.1.13	<i>Tipos de Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i> .....	24

2.1.14	<i>Inyectores del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i>	
		25
2.1.15	<i>Constitución de un Inyector del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i>	26
2.2	Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0	27
2.3	Novedades del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0	28
2.4	Características Generales del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0	29
2.5	Características Especiales del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0	30
2.5.1	<i>Funciones Avanzadas del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i>	30
2.5.2	<i>Especificaciones del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i>	32
2.5.3	<i>Módulos Compatibles con el Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i>	32
	Capítulo III	33
	Metodología	33
3.1	Investigación Descriptiva	33
3.2	Investigación Explicativa	33
3.3	Mantenimientos Aplicados al Automóvil	33
3.4	Tipos de Mantenimiento en Función de la Tarea	33
3.5	Funcionamiento del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0	34
3.6	Guía Práctica Para el Uso del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0	34
	Capítulo IV	45
	Análisis de Resultados	45
4.1	Análisis de Resultados Obtenidos en el Proyecto	45
4.1.1	<i>Análisis de los Valores Obtenidos</i>	45
	Conclusiones	50
	Recomendaciones	51

Bibliografía .....52

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Esquema del Proceso del Funcionamiento del Motor de Combustión Interna</i> .....	8
Figura 2 <i>Sistema de Encendido COP</i> .....	10
Figura 3 <i>Batería</i> .....	11
Figura 4 <i>Sensor de Posición del Cigüeñal</i> .....	12
Figura 5 <i>Sensor de Posición del Árbol de Levas</i> .....	13
Figura 6 <i>Unidad de Control Electrónico ECU</i> .....	14
Figura 7 <i>Bobina de Encendido tipo COP</i> .....	14
Figura 8 <i>Cables de Bujías</i> .....	15
Figura 9 <i>Bujías del Motor de Combustión Interna</i> .....	18
Figura 10 <i>Rango de Temperatura de las Bujías del Motor de Combustión Interna</i> .....	18
Figura 11 <i>Estructura Interna de la Bobina Convencional de Encendido</i> .....	22
Figura 12 <i>Principio de Funcionamiento del Transformador</i> .....	23
Figura 13 <i>Inyector de Combustible</i> .....	25
Figura 14 <i>Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i> .....	27
Figura 15 <i>Osciloscopio del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i> .....	28
Figura 16 <i>Equipo Completo del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i> .....	28
Figura 17 <i>Funciones Avanzadas del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0.</i> .....	31
Figura 18 <i>Especificaciones del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0</i> .....	32
Figura 19 <i>Escáner Automotriz y Elementos Complementarios</i> .....	35
Figura 20 <i>Carga de la Batería con el Vehículo Encendido</i> .....	35
Figura 21 <i>Ubicación del Botón de Encendido y el Puerto de Carga</i> .....	36
Figura 22 <i>Puerto de Conexión para el VCL</i> .....	36
Figura 23 <i>Selección de Diagnóstico Inteligente</i> .....	37
Figura 24 <i>Lectura y Decodificación del VIN</i> .....	37

Figura 25 <i>Identificación del VIN del Vehículo y Otras Características</i> .....	38
Figura 26 <i>Selección de Prueba Rápida</i> .....	38
Figura 27 <i>Selección de la Cilindrada del Motor</i> .....	38
Figura 28 <i>Selección de Tipo de Transmisión Manual</i> .....	39
Figura 29 <i>Leer Código de Falla</i> .....	39
Figura 30 <i>Opción de Pantalla DTC</i> .....	40
Figura 31 <i>No Existen Códigos de Averías</i> .....	40
Figura 32 <i>Opción de Leer de Flujo de Datos</i> .....	41
Figura 33 <i>Selección de Elementos a Ser Analizados</i> .....	41
Figura 34 <i>Graficas de los Elementos Seleccionados</i> .....	42
Figura 35 <i>Códigos de Fallas Encontrados</i> .....	42
Figura 36 <i>Borrar Códigos de Error</i> .....	43
Figura 37 <i>Confirmación del Borrado de Fallo de Memoria.</i> .....	43
Figura 38 <i>Graficas con la Falla Corregida</i> .....	43
Figura 39 <i>Proceso de Apagado del Escáner</i> .....	44
Figura 40 <i>Código de Falla del Cilindro 3 y Bobina 4</i> .....	46
Figura 41 <i>Eliminación de los Códigos de Fallas</i> .....	47
Figura 42 <i>Confirmación de Borrado de Códigos</i> .....	47
Figura 43 <i>Elección de Componentes a Ser Analizados</i> .....	48
Figura 44 <i>Gráficas con Fallas Corregidas</i> .....	48

## Resumen

En el trabajo presentado se denota de forma efectiva y apropiada para la realización del análisis de los componentes pertenecientes al sistema de alimentación y de encendido, en este caso se hace referencia a los inyectores y a las bobinas, ambos pertenecen a la gestión integrada del motor vehículo Chevrolet Sail 1.4. Para lo cual se utilizó el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0; el cual es un equipo de diagnóstico. En el primer capítulo se denota lo relacionado al problema de la investigación que se plantea, además de la sistematización del problema; planteamiento de los objetivos que se desean alcanzar tomando con base de inicio la problemática a ser analizada, en el segundo capítulo se instauró una indagación minuciosa de la parte teórica de los inyectores y las bobinas. En el capítulo tres se realizó un detalle minuciosos de la forma como se maneja en escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, para analizar los inyectores y las bobinas de encendido, para alcanzar un análisis real se procedió a provocar fallas de forma intencional para que el escáner muestre los códigos de averías que se generan al momento de presentarse un problema en los elementos del sistema de alimentación de combustible, en este caso se presentaron los códigos P0267-E0, el mismo que hace referencia a la baja tensión en el circuito de control del inyector del cilindro número 3, también se presentó el código P0354-40, el mismo que se hace referencia al circuito de control de la bobina de encendido número 4 y al mismo tiempo se realizó la guía de funcionamiento del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, y en el capítulo cuatro se analizó los datos obtenidos donde se enfatizó la facilidad que brinda el equipo para realizar el análisis correspondiente.

**Palabras Clave:** Sistema de alimentación, sistema de encendido, escáner automotriz, inyectores, bobina.

## Abstract

In the presented work, it is denoted in an effective and appropriate way to carry out the analysis of the components belonging to the power and ignition system, in this case reference is made to the injectors and the coils, both belong to the integrated management of the vehicle engine. Chevrolet Sail 1.4. For which the Launch X-431 PRO V5.0 automotive scanner was used; which is a diagnostic equipment. The first chapter denotes what is related to the research problem that is posed, in addition to the systematization of the problem; approach of the objectives to be achieved based on the problem to be analyzed, in the second chapter a thorough investigation of the theoretical part of the injectors and coils was established. In chapter three, a detailed detail was made of the way the Launch X-431 PRO V5.0 automotive scanner is handled, to analyze the injectors and ignition coils, to achieve a real analysis, failures were intentionally caused. so that the scanner shows the fault codes that are generated when a problem occurs in the elements of the fuel supply system, in this case the codes P0267-E0 were presented, the same one that refers to the low voltage in the injector control circuit of cylinder number 3, the code P0354-40 was also presented, the same one that refers to the ignition coil control circuit number 4 and at the same time the operating guide of the Launch automotive scanner was made X-431 PRO V5.0, and in chapter four the data obtained was analyzed where the ease that the equipment provides to carry out the corresponding analysis was emphasized.

**Keywords:** Fuel system, Ignition system, Automotive scanner, Injector, Coil.



## **Capítulo I**

### **Problema de la Investigación**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Análisis de curvas de funcionamiento de las bobinas e inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

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

De acuerdo con cifras emitidas por la AEADE entre el 2022 y el 2023 la marca Chevrolet ha representado la mayor cantidad de vehículos comercializados en el país, con un total de 21616 unidades al 2023. Uno de sus modelos más comercializados hasta el 2019 fue el Chevrolet Sail el cual cerró su último año de venta con un total de 10953 unidades puestas en el mercado. Actualmente, los problemas que se presentan con este modelo radican en las bobinas e inyectores, por esta razón, es de suma importancia realizar el análisis de las curvas de funcionamiento de estos componentes para tener una clara imagen de su funcionamiento y poder determinar su estado.

Cuando se realiza un diagnóstico de manera idónea, se logra prevenir las posibles fallas, obteniendo un panorama claro y preciso para realizar una reparación de los inyectores o bobinas de encendido.

En la actualidad los problemas en los motores de combustión interna que se relacionan con los inyectores y bobinas tienen que ver con las deficiencias en el voltaje generado y que llega a las bobinas, también se relacionan con la calidad de combustible que se tiene en nuestro medio, este aspecto hace que se generen residuos en el depósito de combustible, y esto genera un inapropiado funcionamiento de los inyectores, pues al instante de trabajar no realizan su apertura de forma rápida y adecuada.

Por estos y otras circunstancias se propone realizar el presente estudio para brindar una alternativa de solución a través del uso del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0 para determinar las posibles fallas y dar las soluciones rápidas e idóneas.

### **1.2.1 Planteamiento del Problema**

Entre los principales inconvenientes generados por el funcionamiento inapropiado del sistema de los inyectores y las bobinas de encendido está el problema de disminución o pérdida de potencia del motor de combustión interna, esto genera un desgaste prematuro en los componentes del motor de combustión, tanto en sus elementos fijos y móviles.

También genera un aumento en el consumo de combustible, esto relacionado al momento de la inyección, este sentir en el conductor crea una sensación o necesidad de inyectar más combustible para suplir la necesidad y por ende el conductor presiona con más frecuencia y sostenibilidad el pedal del acelerador, generando esto mayor consumo de combustible y una mayor contaminación ambiental.

Teniendo el análisis apropiado e ideal del estado de los inyectores y las bobinas pueden predecir y prevenir muchos fallos en lo relacionado a este sistema. Conociendo los parámetros de funcionamiento del motor establecidos por el fabricante se podrá determinar si los componentes están funcionando dentro de los parámetros establecidos por el fabricante, para esto se empleará el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

### **1.2.2 Formulación del Problema**

¿Se puede generar una propuesta de análisis de las bobinas y los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1?4 utilizando escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0?

### **1.2.3 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son los beneficios que se obtienen al realizar análisis de las bobinas y los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1?4 utilizando el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.?

- ¿Cuáles son los factores que influyen en el análisis las bobinas y los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1?4?
- ¿Qué ventajas brinda el uso el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5?0?
- ¿Qué ventajas brinda el realizar una guía práctica para el uso del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5?0?

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

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Analizar las curvas de funcionamiento de las bobinas e inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información sobre las bobinas e inyectores utilizados en el vehículo Chevrolet Sail 1.4.
- Evidenciar por medio de imágenes los datos alcanzados del funcionamiento de los inyectores y de la bobina del correspondiente al sistema de alimentación y encendido, para la valoración de su estado.
- Realizar una guía práctica del uso del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

### **1.4 Justificación e Importancia de la Investigación**

El trabajo de investigación a realizar en lo referente al análisis de las curvas de funcionamiento de los inyectores y las bobinas, objetivos por parte de fuentes investigativas la misma que presenta respuestas a la perspectiva metodológica, teórica y práctica como se expresa a continuación:

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

En la actualidad los problemas mecánicos generados por temas los inyectores y las bobinas en los motores de combustión interna alternativos generan graves daños y consecuencias muy adversas para el funcionamiento de estos, por tal motivo al realizar un

análisis apropiado de sus componentes nos ayudará a tener un diagnóstico temprano y puede servir para el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema, de esta forma poder mejorar su eficiencia así como su desempeño con un sustento teórico bien fundamentado basado en la búsqueda y revisión de fuentes bibliográficas, fichas técnicas y artículos científicos en los que han realizados estudios similares o relacionados al tema en mención, por ejemplo:

Según (Sánchez, 2008), establece que “la bobina de encendido es la encargada de transformar la baja tensión de la batería (12 V) en la alta tensión que se necesita para producir la chispa entre los electrodos de la bujía (12 000 a 20000 V)”.

De acuerdo con (Pérez, 2011) propone que “el funcionamiento del inyector consiste en introducir el combustible a presión, y finamente pulverizado, en el colector de admisión. Su apertura es de tipo electromagnético, disponiendo para ello de una bobina o solenoide; que, al ser recorrida por la corriente, produce un campo magnético.

Este a su vez provoca el desplazamiento de un núcleo, solidario a la aguja que tapona el conducto de salida, inyectándose por tanto el combustible a través del orificio u orificios dispuestos en dicho conducto.

Al desplazamiento de la aguja y el núcleo se opone un muelle antagonista, que hace que la misma recupere la posición de cierre, cuando se interrumpe el paso de corriente por la bobina del electroimán. El recorrido de la aguja oscila en torno a 0.1 mm, suficiente para que el combustible pueda salir por los orificios, al tiempo que favorece su pulverización.”.

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

En la presente investigación se poder justificar la metodología que se lleva a cabo en el presente trabajo investigativo concerniente a la realización de un análisis de los inyectores y bobinas en un motor de combustión interna alternativo, se fundamenta en la obtención de información técnica del elemento en estudio para así poder determinar las características, propiedades y especificaciones técnicas establecidas por el fabricante.

Además, se fundamentará por estudios anteriores relacionados y que puedan aplicarse al presente estudio que determinan cada uno de los comportamientos del elemento en estudio lo que permite generar el correcto alcance al momento de realizar el análisis con los resultados generados en comparación a los datos del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0 utiliza.

En efecto, el presente trabajo investigativo de fallas mecánicas en los motores de combustión interna se basa en la aplicación de una metodología definida como experimental, teórica y descriptiva, lo que permite obtener el alcance de los objetivos planteados y de esta manera consolidan la investigación científica en su totalidad.

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

De acuerdo con los objetivos planteados para el presente proyecto investigativo hará referencia al análisis de fallas mecánicas en los motores de combustión interna en su etapa práctica se fundamenta en su desarrollo de acuerdo con etapas establecidas de manera cronológica, pero tomando en consideración que la fase práctica se lleva a cabo con el uso del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0 y posteriormente se generará una guía práctica para el uso de este.

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

De acuerdo con lo previsto como planificación en el desarrollo de las fallas mecánicas en un motor de combustión interna mediante el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, tanto de la fase de aprobación, desarrollo teórico y práctico el presente estudio se establece que se llevará a cabo desde el mes de agosto del 2023 y de manera tentativa se pretende que su finalización o defensa de proyecto se llevará a cabo en el mes de febrero de 2024.

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

El presente trabajo investigativo se lo llevará a cabo en el Establecimiento Taller Fripodecu S.A ubicado en el país de Ecuador dentro de la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en la ciudadela Saucos 9 Mz. L10 Sl. 10

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

El proyecto de investigación denominado Análisis de curvas de funcionamiento de las bobinas e inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, se lo desarrolla por medio de un proceso meticuloso de investigación con base en fuentes bibliográficas teóricas y técnicas, así como revistas, artículos científicos, fichas técnicas, entrevistas, proyectos de titulación y blogs, lo que permite brindar fundamentar correctamente el alcance del proyecto y estructurarlo de la mejor forma para lograr alcanzar los objetivos planteados.

Cabe recalcar que el presente estudio se lo establece con una sección de cuatro capítulos como cuadro de cuerpo de texto.

#### **1.5 Alcance**

El presente trabajo investigativo con el tema; análisis de curvas de funcionamiento de las bobinas e inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, tiene como alcance el poder establecer la forma de metodología que permita realizar un análisis de las curvas de funcionamiento de las bobinas e inyectores; y así lograr detectar posibles fallas que se presenten en los elementos antes mencionados y así alimentar un plan de mantenimiento predictivo y tomar acciones antes que se presente el problema y sea necesario aplicar un mantenimiento correctivo.

Además, en la parte conceptual del presente estudio se inicia con el análisis de las curvas de funcionamiento aplicaos a las bobinas e inyectores, sistemas que conforman el sistema de encendido del motor, también se indaga sobre el mantenimiento predictivo del motor en estudio.

Finalmente se genera un enfoque en la comprobación de los parámetros establecidos por el fabricante en cuanto a las gráficas generadas por las bobinas e inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4, para poder de esta manera extraer las impresiones de la pantalla para su

respectivo análisis y establecer criterios técnicos comparativos para determinar su estado de funcionamiento y determinar una posible falla presente o que se pudiera dar en el futuro.

## Capítulo II

### Marco de Referencia

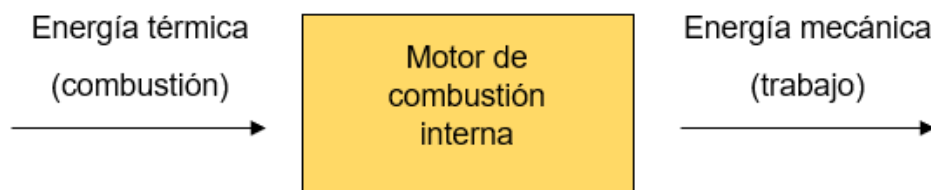
Con el objetivo de alcanzar un correcto entendimiento se procederán a aclarar varios conceptos que serán utilizados en el desarrollo del presente trabajo investigativo, tomando en cuenta la relevancia imperiosa de las secciones a explicarse en el presente trabajo.

#### 2.1 El Motor de Combustión Interna

Según (González, 2011), establece que “el motor de combustión interna es una máquina térmica capaz de transformar la energía térmica almacenada en un fluido combustible en energía mecánica, proporcionando un trabajo”, lo aseverado se esquematiza en la figura 1. El trabajo indicado se aplicará en la cadena cinemática del funcionamiento del vehículo para conseguir su movimiento.

#### Figura 1

*Esquema del Proceso del Funcionamiento del Motor de Combustión Interna*



Tomado de: David González (2011) Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. Ediciones Paraninfo S.A.

El mismo autor hacer referencia a otras definiciones que relacionan de forma directa con el motor de combustión interna, que el elemento donde se encuentran las bobinas e inyectores, se deja plasmado la parte conceptual del motor de combustión interna alternativo:



- Motor térmico: Máquina térmica que produce energía mecánica por el aprovechamiento de la energía térmica almacenada en un fluido por medio de una combustión.
- Motor de combustión interna (MCI): Motor térmico en el que la combustión se produce en su interior. Existen motores de combustión externa, donde el aprovechamiento de la energía térmica del combustible se produce en un equipo independiente, como una caldera, una cámara de combustión, algunas turbinas de gas o el motor Stirling son ejemplos de motores de combustión externa.
- Motor de combustión interna alternativo (MCIA): Motor de combustión interna en el que el ciclo de trabajo y la transmisión de fuerzas se produce mediante el desplazamiento lineal y repetitivo de un émbolo o pistón. La transformación de la fuerza lineal generada por la presión de los gases tras la combustión en un par motor giratorio se realiza a través de un mecanismo biela-manivela.
- Motor de encendido provocado (MEP) o de ciclo Otto: Comprime una mezcla de aire y combustible, produciéndose la combustión por una causa externa, es decir, por el salto de chispa de la bujía.
- Motor de encendido por compresión (MEC) o de ciclo diésel: Comprime aire hasta que este adquiere una gran presión y temperatura, momento en el cual se inyecta el combustible y se produce la combustión por autoinflamación de este.

### ***2.1.1 Sistemas de Encendido e Inyección Electrónica del Motor de Combustión Interna***

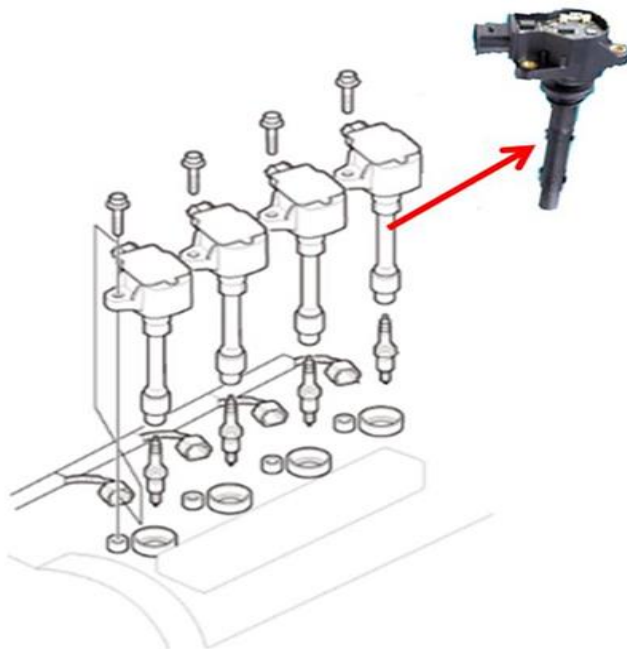
Para el análisis de los elementos involucrados directamente con el tema de estudio, se examinarán los sistemas de encendido e inyección en donde se encuentran respectivamente la bobina y los inyectores, además de varios componentes que están directamente vinculados con los elementos principales de estudio.

### 2.1.2 Sistema de Encendido COP

Este sistema llamado COP por sus siglas “Coil on plug” se caracteriza por ser un sistema con bobinas independientes, el cual entre sus principales características es la de mejorar el sistema de encendido en el motor con sistema de encendido electrónico. Otra característica fundamental es la de eliminar las fugas de tensión que se presentan con los sistemas anteriores. (Pérez Campos, 2022)

#### Figura 2

Sistema de Encendido COP



Tomado de: <https://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/2016/08/bobina-de-encendido-copmultichispa.html#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20es%20el%20sistema%20de%20encendido%20COP%3F%20El>

El Sistema de encendido COP este compuesto por los siguientes elementos para su funcionamiento:

- Batería
- Sensor CKP o de posición del cigüeñal
- Sensor CMP o de posición del árbol de levas

- Unidad de control electrónico ECU
- Bobinas de encendido tipo COP
- Bujías

### 2.1.3 *Batería del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina*

Es la encargada de almacenar la energía eléctrica para ser suministrada al momento del encendido, figura 3, para su funcionamiento óptimo debe tener un voltaje de aproximado de 12.8 V, caso contrario no se producirá el encendido de forma apropiada, (Boschecuador, 2023).

La batería se alimenta de alternador del vehículo para mantener su carga apropiada cuando se requiera la energía necesaria sobre todo en el arranque del motor.

#### **Figura 3**

##### *Batería*



Tomado de: <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>

### 2.1.4 *Sensor de Posición del Cigüeñal*

El sensor de posición del cigüeñal tiene la tarea de identificar tanto el número de vueltas como la posición del eje del cigüeñal. Por lo general, se ubica cerca del volante de inercia, en una corona dentada. Estos sensores pueden adoptar dos formas principales: los transmisores

inductivos y los transmisores Hall. Antes de proceder a cualquier verificación del sensor del cigüeñal, es fundamental determinar qué tipo de transmisor se está utilizando.

El movimiento de la corona dentada genera cambios en el campo magnético. Las distintas señales de tensión generadas por estos cambios magnéticos son transmitidas a la unidad de control. Utilizando estas señales, la unidad de control calcula tanto el número de vueltas como la posición del cigüeñal, lo que proporciona datos cruciales para la gestión de la inyección de combustible y el ajuste del tiempo de encendido. (Hella Tech World, 2018)

#### **Figura 4**

*Sensor de Posición del Cigüeñal*



Tomado de: <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-del-ciguenal-4506/>

#### **2.1.5 Sensor de Posición del Árbol de Levas CMP**

Este sensor tiene como función determinar el primer cilindro en coordinación con el sensor del cigüeñal. Con dicha sincronización de ambas señales la unidad de control electrónico podrá conocer cuando el primer cilindro se encuentra en el punto muerto superior.

**Figura 5***Sensor de Posición del Árbol de Levas*

Tomado de: <https://autolab.com.co/blog/basicos/la-importancia-del-sensor-del-arbol-levas/>

**2.1.6 Unidad de Control Electrónico ECU**

La ECU, conocida como unidad de control electrónico, desempeña un papel fundamental en la regulación del motor, siendo el núcleo de un sistema electrónico que comprende tanto sensores como actuadores. Estos sensores recopilan información sobre el funcionamiento del vehículo y la transmiten a la unidad central, que a su vez envía las órdenes pertinentes a los actuadores para que transformen esa información en acciones concretas.

Los sensores tienen la tarea de monitorear una variedad de parámetros del vehículo, actuando como intermediarios entre los sistemas periféricos y la ECU al convertir las magnitudes físicas en señales electrónicas. Por otro lado, los actuadores son responsables de convertir las señales eléctricas en acciones mecánicas, controlando dispositivos como los inyectores de combustible o los electroventiladores para ejecutar diversas funciones en el vehículo. (Car-Tec, 2023)

**Figura 6**

*Unidad de Control Electrónico ECU*



Tomado de: <https://www.pruebaderuta.com/unidades-de-control-en-el-automovil-2.php>

**2.1.7 Bobinas de Encendido Tipo COP**

Este tipo de bobinas cuentan con una configuración completamente diferente a las de otros sistemas. La característica principal es su ubicación debido a que se encuentran sobre las bujías suprimiendo de tal manera los cables de alta tensión. De esta manera se simplifica la resistencia a la alta tensión y se optimiza el proceso de combustión, mejorando la eficiencia del sistema de encendido del motor. (Equipo Automotriz Javaz, 2015)

**Figura 7**

*Bobina de Encendido Tipo COP*



Tomado de: <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2580>

Este tipo de bobinas cuenta con una variedad de acuerdo a su disposición y geometría de la cual se describen las más comunes:

- Bobina COP de dos pines: Esta recibe de la ECU un pulso de energía negativo y un voltaje de 12 V.
- Bobina COP de tres pines: Estas cuentan con un módulo de encendido en su interior el cual recibe de la ECU una señal positiva para generar la chispa en la bujía.

### ***2.1.8 Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina***

También son conocidos cables de alta tensión, y son los encargados de conducir el alto voltaje que está en un rango entre los 8000 y 12000 voltios /pie, llevando la energía hasta las bujías, figura 8, están compuestos de fibra con grafito y se encuentra aislada y está cubierta por un forro de cloro sulfuro de polietileno.

Este tipo de cables de bujía generan una chispa producida por corriente de alto voltaje en la bobina. Cuando esto ocurre en el extremo interno de la bujía donde la corriente pasa a la cámara de combustión para encender la mezcla de aire-gasolina que el motor usa para iniciar su funcionamiento, (AutoPlanet.pe, 2023).

### **Figura 8**

*Cables de Bujías*



Tomado de: <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>

Para los motores modernos que están equipados con encendido computarizado, y no cuentan con bobina, la corriente va directamente a las bujías a través de los cables, en este caso es de suma importancia que exista estática electromagnética, caso contrario se podrían alterar algunos componentes y equipos del vehículo como sensores de temperatura, sensor de oxígeno, el módulo de control y el radio, (AutoPlanet.pe, 2023).

### ***2.1.9 Tipos de Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión***

#### ***Interna a Gasolina***

En la actualidad, se pueden encontrar tres tipos de elementos que se diferencian por el tipo de material conductor usado en su composición y por el tipo de resistencia, los cuales son, (AutoPlanet.pe, 2023):

- Cables con resistencia activa, estos cables están formados por un núcleo de cobre rodeado por un revestimiento de silicón que funciona como aislante eléctrico, aunque es propenso a la corrosión; por lo que se añade una capa de estaño con el fin de retardar su desgaste.
- Cables con resistencia de carbono, cuentan en su interior con una malla de fibra de vidrio impregnada de carbono, rodeado de dos capas de silicón y tejido a base de fibra de vidrio. Este material es mucho más resistente y tarda más en agrietarse o romperse.
- Cables con reactancia inductiva, poseen un núcleo de fibra óptica cubierta de dos capas de silicón magnético, que a su vez está rodeada por un alambre de acero inoxidable para generar electromagnetismo. Este material ayuda a neutralizar el voltaje inductivo que conduce el cable.

Es importante resaltar que cada uno de estos tipos de cables soportan temperaturas de hasta 220 grados centígrados y resisten si es que la gasolina o el aceite entra en contacto con ellos.



Entre las posibles fallas que se presentan en tu coche ante un cable de bujía en mal estado se pueden detectar síntomas como vibraciones del motor, pérdida de potencia, tironeo del vehículo en ralentí, mayor consumo de combustible y exceso de gases de hidrocarburos, retardo de arranque y contra explosiones.

#### ***2.1.10 Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina***

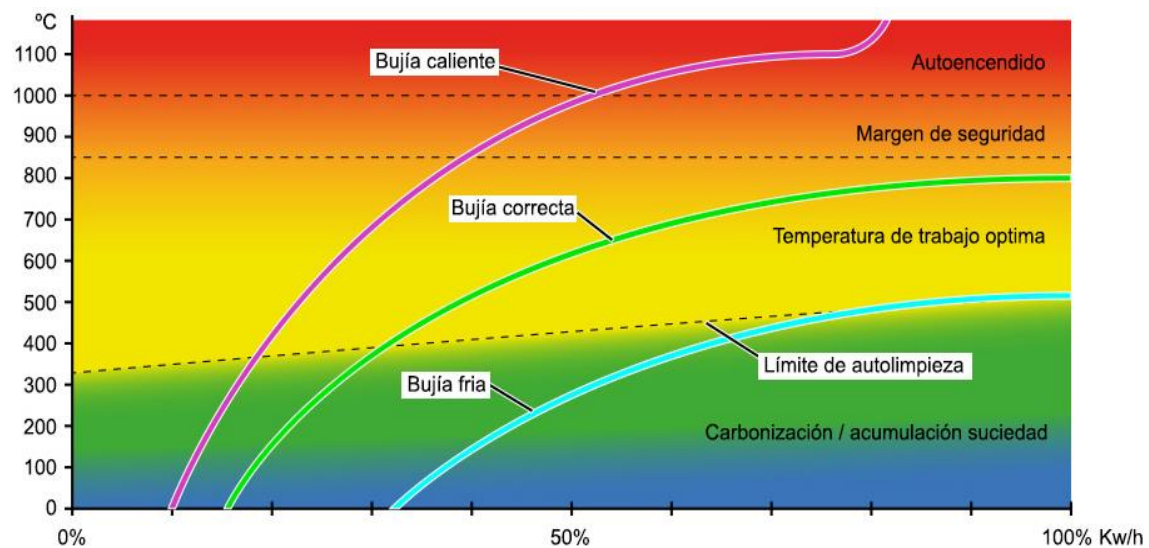
Son las encargadas de generar la chispa que produce la explosión de la mezcla aire – gasolina, la chispa se produce debido al aumento de voltaje generado en la bobina, figura 9, el salto de la chispa se produce entre los electrodos que posee la bujía. Cumplen ciertas características como las siguientes, (AutoAvance, 2022):

- Sellar la cámara de combustión, esto debido a las numerosas fuerzas que se producen en el interior del cilindro y la cámara debido a la explosión de la mezcla aire – combustible.
- El material debe poseer propiedades aislantes y se resistentes a las altas temperaturas y exigencias mecánicas, no debe ser expuesto a los hidrocarburos y ácidos provenientes de la combustión.
- El rango de temperatura óptimo de funcionamiento esta entre los 520 y los 620 0C.
- Tiene dos funciones principales; quemar la mezcla y disipar la temperatura dentro de la cámara de combustión.

Para el trabajo adecuado de las bujías, la temperatura de funcionamiento es un factor importante, en caso de alcanzar la temperatura suficiente, se acumulan residuos en la superficie y esto causa deficiencia en la chispa, si la temperatura resulta muy elevada puede provocar la inflamación prematura de la mezcla, esto produce pérdida de rendimiento en potencia, incluso la destrucción del motor a medio o largo plazo. El rango de temperatura de trabajo de la bujía va entre los 400 °C y 850 °C en condiciones normales de uso, figura 10.

**Figura 9***Bujías del Motor de Combustión Interna*

Tomado de: <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>

**Figura 10***Rango de Temperatura de las Bujías del Motor de Combustión Interna*

Tomado de: <https://buscadordealleres.com/blog/tipos-de-bujias-fabricadas-por-ngk/Tipos de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina>

La clasificación de las bujías se da por la siguiente forma, (AutoAvance, 2022):

- Por el tipo de combustible: En este caso existen dos tipos relevantes:
- Bujías para gasolina: Poseen voltaje de ignición más alto, debido a que la mezcla para la combustión es en estos vehículos entre aire y gasolina, van recubiertas en

níquel para soportar mejor la temperatura y evitar que la corrosión de la gasolina desgaste rápidamente los electrodos.

- Bujías para diésel: Son incandescentes o de precalentamiento y consisten en tubos de calor que están en la culata y apuntan a la cámara de combustión para calentar el aire, pudiendo superar los 1000°C para que la autoignición propia de los motores diésel que no cuentan con inyección directa tenga lugar con facilidad incluso en frío.
- Según resistencia: Dentro de las bujías de precalentamiento para motores diésel de inyección separada, se encuentran elementos de dos clases:
  - Bujías de resistencia desnuda: Son las tradicionales y llevan la resistencia eléctrica al descubierto, similares a las que se encuentran en motores de gasolina.
  - Bujías de resistencia protegida: Es más moderna y va cubierta de una funda resistente rellena de óxido de magnesio que permitirá transmitir mejor el calor.
  - Bujías de resistencia antiparasitaria: Algunas de las bujías protegidas cuentan además en su interior con este tipo de resistencia que se encarga de eliminar posibles interferencias en el sistema eléctrico.
- Por clase de material: Dependiendo del material con el que estén elaboradas, se puede obtener mejores rendimientos:
  - Bujías de cobre: Son las convencionales y las que conducen mejor la electricidad garantizando así más flujo de corriente hacia el cilindro.
  - Bujías de platino o iridio: Son más caras, pero pueden durar hasta cuatro veces más que las tradicionales (sobre 100.000 kilómetros). Su resistencia se debe a que tienen menos conductividad. Para compensar su labor, tienen un electrodo central con punta que optimiza el salto de corriente.

- Por el cuello de rosca: Cuando las bujías se enroscan a la culata deben quedar al ras de la superficie interior de la misma. Si sobrara o faltara rosca, se llenaría de carbonilla y dificultaría su sustitución llegado el momento. Por ello, según el tamaño del cabeza motor se pueden encontrar las siguientes clases:
- Bujía de asiento cónico: Son más delgadas y no requieren juntas ya que sellan herméticamente al atornillarse a la culata.
- Bujía de alcance corto: La longitud de la rosca es menor. Sólo se usan en motores de cabeza delgada, pues los electrodos quedan tan altos que los filamentos no llegarían bien a la cámara combustión.
- Bujía de alcance largo: Son de rosca larga y las propias de cabezas de motor gruesas, si no, entrarían demasiado en la cámara de combustión llegando a tocar los pistones.
- Por el tamaño del arco de corriente: Es el tramo que corre la chispa, brincando desde el electrodo central al lateral. Si la erosión del propio electrodo aumenta la distancia, el voltaje podría ser insuficiente para que se produzca la chispa. En bujías multielectrodo, saltará siempre al más cercano. Si se busca obtener un arco de corriente mayor, se usan bujías de más abertura:
- Bujías de abertura normal: Son las más sencillas. En ellas, el arco de corriente salta un espacio de hasta 0.035 pulgadas.
- Bujías de abertura grande: Además del espacio suficiente, requieren bobinas de alto voltaje en el sistema de encendido para que el arco pueda alcanzar hasta 0.080 pulgadas.
- Por número de electrodos: Actualmente en el mercado se encuentran bujías de entre uno y cuatro electrodos. Las multielectrodo ofrecen un encendido más equilibrado, pues van alternándose y la energía siempre fluye por el camino de menor resistencia,

aumentando así su vida útil de manera directamente proporcional a la cantidad de electrodos equipados.

- Con o sin puente: El puente es un componente externo que puede acoplarse o no a la bujía, especialmente a las frías. Es un deflector que se ocupa de desviar el aire más frío que entra desde el cárter para que no apague o enfríe los filamentos de la bujía. También optimiza el funcionamiento del motor a ralentí.
- Bujías de sistema láser: Sustituir las bujías por pequeños láseres es una idea que lleva años madurándose en Japón, pero al final ha sido la estadounidense Princeton Optronics la que lo ha puesto en marcha. Lleva funcionando desde noviembre de 2014 y asegura un 27% más de eficiencia en el consumo, al poderlo dirigir al centro exacto de la mezcla de carburante/aire y optimizar la combustión.

#### ***2.1.11 Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina***

De acuerdo con (Sánchez, 2008), el elemento conocido como bobina de encendido se encarga de transformar la baja tensión de la batería, es decir los 12 V nominales, en alta tensión requerida para producir la chispa entre los electrodos de la bujía que va entre los 12 000 a 20000 V y así lograr la explosión de la mezcla aire – gasolina en el interior del cilindro y generar el trabajo necesario y producir el movimiento del vehículo.

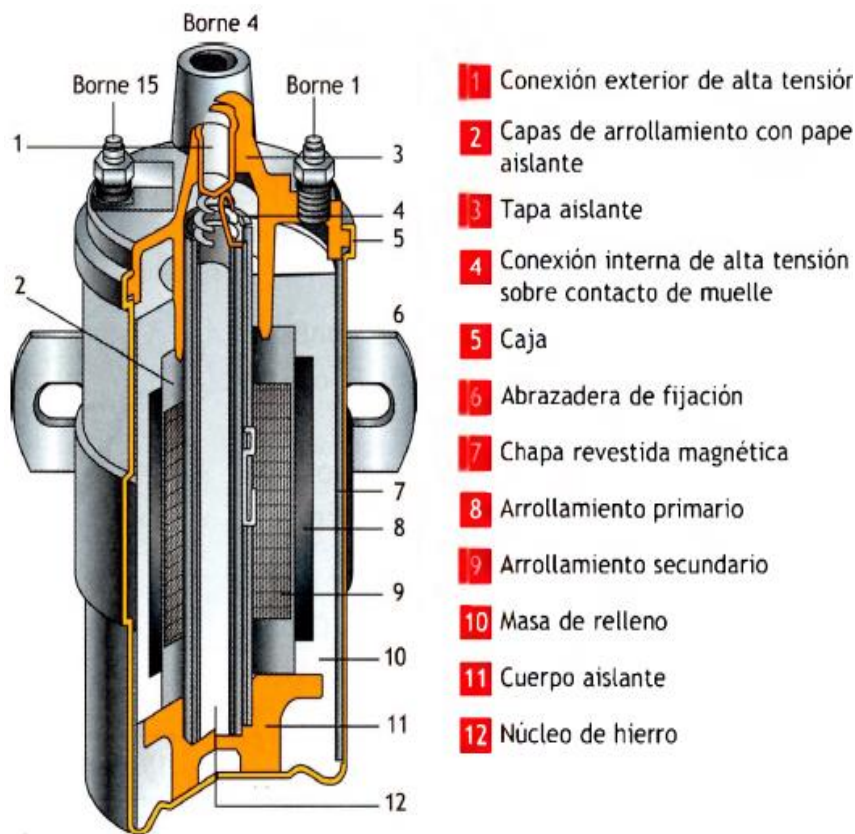
La bobina de encendido, figura 11, se compone por un núcleo de hierro laminado dulce y aislado por la tapa y un cuerpo aislante insertado adicionalmente en el fondo, sobre el que van acoplados dos arrollamientos que se describen a continuación:

- El arrollamiento primario (8) está situado por encima del arrollamiento secundario (el primario aporta más calor y de esta manera se evacúa más fácilmente) y está compuesto por pocas espiras de hilo grueso (de 200 a 300 de 0,5 a 0,8 mm de diámetro).

- El arrollamiento secundario (9) compuesto por muchas espiras de hilo fino (20 000 a 30 000 de 0,06 a 0,08 mm de diámetro) y conectado eléctricamente mediante el núcleo con el borne central.
- La relación de espiras entre los arrollamientos primario y secundario oscila entre 1:70 y 1:150. Por tanto, la bobina recorrida por la corriente de batería se denomina bobina primaria, y en la que se genera la corriente de alta tensión por inducción magnética se denomina bobina secundaria.

**Figura 11**

*Estructura Interna de la Bobina Convencional de Encendido*



Tomado de: Enrique Sánchez (2008) Sistemas Auxiliares del Motor. Macmillan Profesional

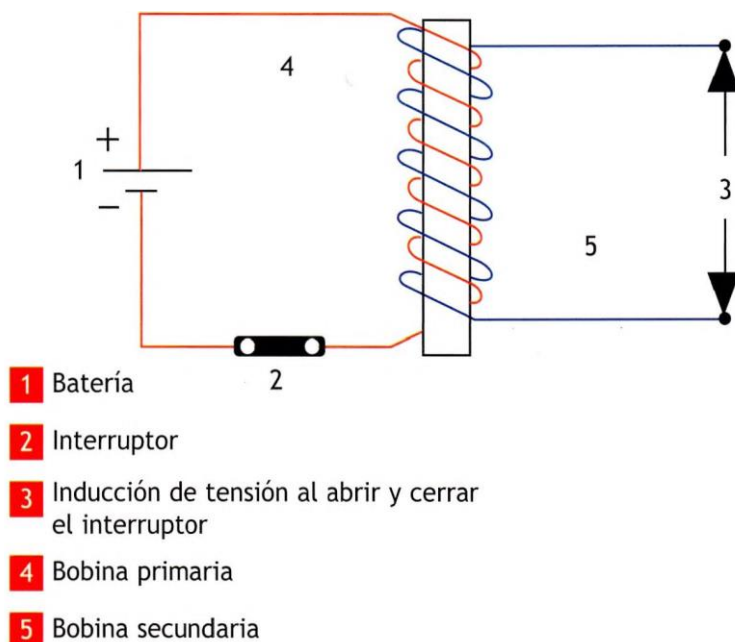
### 2.1.12 Funcionamiento de las Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de autoinducción e inducción mutua, figura 12. Cuando pasa la corriente por el bobinado primario se genera un campo magnético en el núcleo y al interrumpirse la corriente el campo desaparece bruscamente, lo que provoca en el primario tensión por autoinducción y en el secundario tensión por inducción, (Sánchez, 2008).

La inducción en el secundario dependerá de la relación entre el número de espiras del bobinado primario y secundario, así como la intensidad de corriente que alcance a circular por el primario en el momento de la interrupción, (Sánchez, 2008). La autoinducción limita el tiempo de carga de una bobina, sobre todo cuando el tiempo disponible para saturarse es limitado, como es el caso de los transformadores de encendido trabajando a elevado régimen.

**Figura 12**

*Principio de Funcionamiento del Transformador*



Tomado de: Enrique Sánchez (2008) *Sistemas Auxiliares del Motor*. Macmillan Profesional

### ***2.1.13 Tipos de Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina***

En nuestro medio existen varios tipos de bobinas de encendido del motor de combustión interna a gasolina, a continuación, se detallan las más comunes, (Rentingfinders, 2023):

- Bobina de cilindros: Se utilizan en sistemas de encendido controlados por contacto.
- Bobina de doble chispa: Son utilizadas en sistemas de encendido con distribución de alta tensión, los arrollamientos llevan en su interior dos conexiones cada una.
- Bobina de cuatro chispas: Se aplican para motores de alto rendimiento y potencia muy alta.
- Bobina de una chispa: Son conocidas como bujías independientes porque se utilizan un para cada cilindro.
- Bobina independiente: Se trata de una bobina de encendido por cada bujía, lo cual optimiza la corriente sin sacrificar la distribución. Es uno de los tipos más comunes hoy en día debido a que su mantenimiento se hace por cilindro y no por bujías.
- Bobinas de riel: Son múltiples bobinas de encendido cuya ventaja es su sencilla instalación en el motor. Sin embargo, no es posible realizar un mantenimiento ya que, en el caso de alguna falla, se tendrá que reemplazar toda la pieza.
- Bobinas de paquete: Este paquete de bobinas distribuye la corriente a través de cables de bujías. Destaca por su resistencia a las altas temperaturas y a su distribución de alto voltaje.
- Bobinas sin distribuidor (DIS): En este caso, el distribuidor del sistema de encendido se reemplaza con una cierta cantidad de bobinas de inducción puede ser una o dos por cilindro.



### 2.1.14 Inyectores del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina

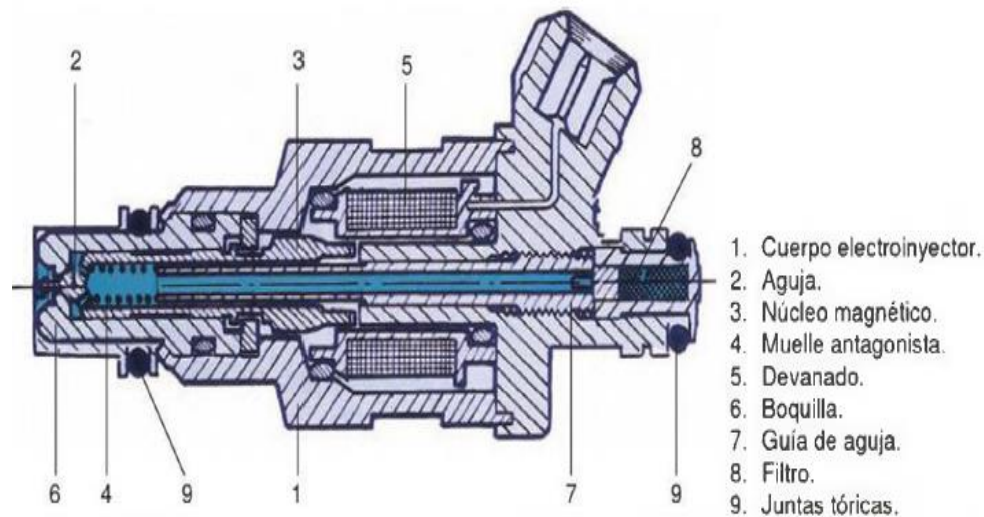
Según lo establecido por (Pérez, 2011), la función del inyector, figura 13, es de introducir el combustible a presión adecuada para ser pulverizado en el colector de admisión. La abertura se la realiza por medio del electromagnético, y para ello posee una bobina o solenoide, que, al ser recorrida por la corriente, produce un campo magnético.

Este a su vez provoca el desplazamiento de un núcleo, solidario a la aguja que tapona el conducto de salida, inyectándose por tanto el combustible a través del orificio u orificios dispuestos en dicho conducto.

Al desplazamiento de la aguja y el núcleo se opone un muelle antagonista, que hace que la misma recupere la posición de cierre, cuando se interrumpe el paso de corriente por la bobina del electroimán. El recorrido de la aguja oscila en torno a 0.1 mm, suficiente para que el combustible pueda salir por los orificios, al tiempo que favorece su pulverización.

**Figura 13**

*Inyector de Combustible*



Tomado de: Sistemas auxiliares del motor (Pérez, 2011)

### ***2.1.15 Constitución de un Inyector del Sistema de Encendido del Motor de Combustión***

#### ***Interna a Gasolina***

Los Inyectores a gasolina de forma general se componen de las siguientes partes (petrolheadgarage, 2022):

- Anillos de caucho: Son conocidos como sellos generalmente de goma, se ubican en la parte superior e inferior de los inyectores, se utilizan para sellar las posibles fugas de combustible entre el inyector y el riel o el colector de admisión, dependiendo del motor.
- Filtro de combustible: Es el último elemento de filtración que existe antes que el combustible ingrese al interior del cilindro, entre sus objetivos está el evitar el daño de la aguja producto de las posibles impurezas
- Conector Eléctrico: Es el elemento encargado de recibir la señal de la ECU y poder realizar la apertura y cierre del inyector.
- Cuerpo del inyector: Está diseñado de acero y en sistemas modernos con aleaciones mejoradas para soportar temperatura excesivas y sistemas de impurezas dañinas para los inyectores y el sistema como tal.
- Bobina: Es alimentada por la ECU, en ese momento la bobina permite que la aguja se accione o levante y se pueda pulverizar el combustible hacia el interior del cilindro.
- La aguja: Funciona como un tapón de sellado en el compartimiento de presurización del inyector donde se aloja el combustible antes de ser inyectado.
- Muelle: Hace referencia al resorte que sirve como elemento de retorno para permitir el retorno de la aguja a su posición de cierre del inyector.

## 2.2 Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0

El escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0 es un equipo de trabajo moderno de gran versatilidad, es una herramienta de diagnóstico y escaneo compacta que puede ser utilizada desde los inicios de la formación técnica automotriz hasta el nivel profesional para establecer diagnósticos de los estados de los sensores y actuadores presentes en el funcionamiento general de los vehículos actuales, (CONAUTO, 2023).

Cuando los técnicos tienen trabajos fuera del taller o los trabajos deben resolverse rápidamente, el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0 está diseñado para ayudar a diagnosticar y solucionar problemas.

El equipo posee diferentes funciones especiales, como por ejemplo el ser un multimodular de gama media-alta hereda muchas ventajas de la serie X-431 PRO posee gran variedad y amplia cobertura de vehículos, figura 14.

### Figura 14

*Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0*



Tomado de: <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>

Adicional a esto, es compatible con el módulo de extensión: osciloscopio, simulador de sensores y combinación de clave antirrobo. La tecnología de diagnóstico inteligente integra las ventajas de la aplicación de Internet móvil, permitiendo su uso tanto inalámbrico como cableado, figura 15.

También puede identificar automáticamente la información de los vehículos, completando un diagnóstico rápido facilitando a los usuarios la consulta de registros de mantenimiento en línea, con todos sus accesorios de complemento, figura 16.

### Figura 15

*Osciloscopio del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0*



Tomado de: <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>

### Figura 16

*Equipo Completo del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0*



Tomado de: <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>

## 2.3 Novedades del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0

El equipamiento del escáner automotriz viene con varias novedades en relación con su versión anterior y entre otras, se pueden citar las siguientes:

- Posee un sistema operativo actualizado Android 10.0, con una memoria interna de 4GB y un almacenamiento de 64GB garantizan un diagnóstico más rápido y fluido.
- El nuevo diseño de VCI soporta aún más protocolos de comunicación, por ejemplo, CAN, CAN FD, DoIP\*, etc. (\*Necesita un cable DoIP adicional).
- La comunicación inalámbrica ofrece conexiones flexibles y sencillas para el diagnóstico, mientras que una conexión por cable ofrece una conexión rápida y estable para trabajos avanzados como la codificación.

#### **2.4 Características Generales del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0**

- Pantalla táctil de 8 pulgadas: Ofrece una interfaz visual amplia y cómoda para la realización de diagnósticos.
- Diseño mejorado: Presenta un nuevo diseño práctico con un PAD direccional y botones de regreso y menú principal para facilitar la navegación.
- Sistema Operativo Android: Utiliza el sistema operativo Android para una experiencia de usuario familiar y flexible.
- Diagnóstico inalámbrico y Bluetooth: Incorpora tecnología de diagnóstico sin cables y conexión Bluetooth para facilitar la comunicación con el vehículo.
- Fácil de usar y actualizar: Destaca por su facilidad de uso y la capacidad de actualización, asegurando que el dispositivo esté siempre actualizado con las últimas funciones.
- Amplia cobertura: Proporciona cobertura en más de 115 marcas de vehículos, lo que lo hace versátil y adecuado para una variedad de modelos.
- Pruebas bidireccionales: Permite realizar pruebas que involucran la comunicación de dos sentidos con los sistemas del vehículo.
- Pruebas especiales: Ofrece la capacidad de realizar pruebas específicas para diagnósticos más detallados.

- Ajustes electrónicos: Permite realizar ajustes en los sistemas electrónicos del vehículo.
- Reinicios y calibraciones: Facilita reinicios y calibraciones en varios sistemas del automóvil.
- Diagnóstico en diversas áreas: Cubre áreas clave como motor, transmisión, frenos, bolsas de aire, sistema de tracción, dirección hidráulica, confort, sistema central eléctrico, A/C, TPMS.
- Visualización de datos en vivo: Facilita la lectura de información de datos y gráficos en tiempo real para una evaluación completa del vehículo.

## **2.5 Características Especiales del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0**

Las principales características del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0 son entre otras las siguientes:

- Sistema completo de diagnóstico a un nivel OE en vehículos americanos, europeos y asiáticos desde 1996 hasta nuevas versiones.
- Incluye funciones de diagnóstico completo OBDII, lectura/borrado de DTCs, control bidireccional, diagnóstico remoto, diagnóstico, línea datos en vivo, codificación, etc.
- Funciones de calibración ADAS opcionales para calibrar sistemas LDW, RCW, AVM, NV, BSD y ACC usando las herramientas de calibración X-431 ADAS.
- Cobertura de diagnóstico expandible a través de correo.
- Revisa los reportes previos de diagnóstico a través del Historial de diagnóstico.

### **2.5.1 Funciones Avanzadas del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0**

En la figura 17, se establece las diferentes funciones avanzadas que posee el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, y luego se detalla cada una de ella para conocer su desempeño de forma individual.

**Figura 17**

*Funciones Avanzadas del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0.*



Tomado de: <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>

- Restablecimiento del mantenimiento de aceite.
- Inmovilizador
- Restablecimiento del ángulo de dirección (SAS).
- Programación de la Caja de Engranajes.
- Programación electrónica del acelerador.
- Emparejamiento de batería.
- Restablecimiento de la base de datos (TPMS).
- Restablecimiento DPF.
- Restablecimiento de frenos.
- Codificación del inyector.
- Sangrado ABS.
- Programación del sensor de posición del cigüeñal (MMO).
- Programación de la Caja de Cambios.
- Restablecimiento AdBlue.
- Adaptación EGR.
- Calibración de ventanas.

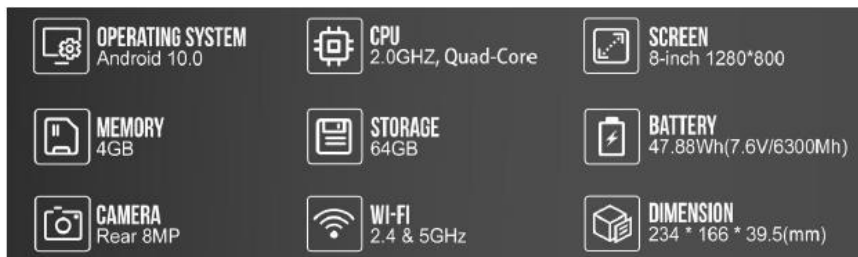
- Modo transporte.

### 2.5.2 Especificaciones del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0

En la figura 18, se estipula las especificaciones que posee el escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

**Figura 18**

*Especificaciones del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0*



Tomado de: <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>

### 2.5.3 Módulos Compatibles con el Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0

Los módulos que son compatibles (opcionales) con el escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0 son los siguientes:

- X-431 TSGUN
- Caja de alcance O2-2
- Caja de sensores S2-2
- Comprobador Bluetooth de batería BST-360
- Videoscopio VSP-600
- Impresora Wi-Fi



## **Capítulo III**

### **Metodología**

Para realizar la siguiente investigación se describe el tipo de investigación para a aplicar:

#### **3.1 Investigación Descriptiva**

La investigación descriptiva se la aplicará en el presente proyecto, porque se realizará en detalle la descripción del proceso para analizar las bobinas y los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando el Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

#### **3.2 Investigación Explicativa**

La investigación explicativa será parte del proyecto, debido a que se precede a detallar como es el proceso de obtención de datos para analizar el estado actual de las bobinas e inyectores que son parte del sistema de inyección del motor de combustión interna.

#### **3.3 Mantenimientos Aplicados al Automóvil**

Se resalta que en presente estudio se considera que la aplicación de un plan de mantenimiento debe estar con base relacionado con la recolección de datos empezando por el seguimiento de las condiciones y parámetros relacionados al funcionamiento de los automotores que este caso es el objetivo del análisis, (Prodwaregroup, 2023).

#### **3.4 Tipos de Mantenimiento en Función de la Tarea**

De acuerdo con tipo de mantenimiento que se van a realizar se puede diferenciar al menos tres tipos de mantenimiento; el preventivo, el correctivo y el predictivo.

- **Mantenimiento Preventivo;** hace referencia a las tareas de mantenimiento que tienen como objetivo la reducción riesgos debido a estas tareas se previenen fallos, errores o averías en el funcionamiento de los equipos y de las herramientas, según dicte el plan de mantenimiento para cada caso.

- **Mantenimiento Correctivo;** se refiere en realizar las reparaciones necesarias cuando estas se han producido. El tiempo de reparación y la inactividad en la producción supone un coste económico para la empresa, por eso lo recomendable es que una compañía emplee recursos en la elaboración de un plan de mantenimiento para evitar este tipo acciones correctivas.
- **Mantenimiento Predictivo;** toma como base la recopilación e interpretación de datos estadísticos permite a muchas empresas aplicar una estrategia de mantenimiento predictivo en sus instalaciones y equipos. Si el departamento de mantenimiento industrial detecta valores anómalos, procede a realizar una revisión o el reemplazo de algún componente antes de que se produzca una avería.

### **3.5 Funcionamiento del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0**

Los escáneres automotrices utilizados en la actualidad presentan mejoras significativas que los hacen más útiles para el diagnóstico eléctrico y electrónico de vehículos, además se resalta la facilidad de prestaciones en cuanto a su manejo, su diseño permite una sucesión fácil para la selección de datos, se puede escoger de manera muy sencilla la procedencia de los vehículos analizados y nos permite decidir qué acciones se deben tomar para solucionar los posibles problemas presentados.

Para analizar el estado de los inyectores y bobinas se utiliza el escáner automotriz de la marca Launch, modelo X-431 PRO V5.0, del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4, las pruebas se las realizan en los talleres de la UIDE sede Guayaquil.

Para alcanzar el diagnóstico de los inyectores y las bobinas del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando el escáner automotriz modelo X-431 PRO V5.0 se siguen los siguientes pasos:

### **3.6 Guía Práctica Para el Uso del Escáner Automotriz Launch X-431 PRO V5.0**

Para alcanzar un entendimiento amigable del escáner se detallan los siguientes pasos:

- En primer lugar, se debe comprobar el acceso a todos los implementos del escáner automotriz, y en especial se debe considerar que todos los componentes visualizados en la figura 19, estén en buen estado. Además, la batería del vehículo debe tener la carga apropiada; la misma que debe estar entre 11.5 V y 12.5 V con el vehículo apagado, pudiendo llegar alrededor de 14.5 V con el vehículo encendido, tal como se muestra en la figura 20.

### **Figura 19**

*Escáner Automotriz y Elementos Complementarios*



### **Figura 20**

*Carga de la Batería con el Vehículo Encendido*



- A continuación, se verifica que el escáner se encuentre con la carga necesaria y de ser así se procede a encenderlo, caso contrario el dispositivo debe ser cargado. En la imagen 17 se muestra el puerto de carga y el botón de encendido, se destaca que el puerto de encendido es de tipo USB y el cable con el cargador forman parte de los accesorios del equipo.

**Figura 21**

*Ubicación del Botón de Encendido y el Puerto de Carga*



- De forma seguida se conecta el accesorio conocido como el VCL, el cual se encarga de realizar la conexión entre el escáner y el vehículo, en este vehículo el puerto de conexión se encuentra bajo el volante; es decir en la parte izquierda inferior del tablero, la conexión se realizará mediante el sistema de bluetooth, ver figura 22.

**Figura 22**

*Puerto de Conexión para el VCL*



- Cuando se realiza la conexión por medio del sistema bluetooth se inicia la parte del diagnóstico, en el menú de la pantalla aparecerán las diferentes opciones, se debe elegir la opción de diagnóstico inteligente, como se muestra en la figura 23.
- De forma inmediata empieza el proceso de la comunicación con el VCI, la lectura del VIN o el número de chasis del vehículo y seguido de ello se realiza la decodificación del

mismo, esto se realiza para identificar todas las características del motor, tales como la configuración del sistema de inyección, avances de encendido entre otros aspectos importantes para realizar el diagnóstico correspondiente de los inyectores y las bobinas, ver figura 24.

**Figura 23**

*Selección de Diagnóstico Inteligente*



**Figura 24**

*Lectura y Decodificación del VIN*



- Luego nos muestra la imagen donde se visualiza la numeración del motor o el VIN, además de otras características como el año de fabricación, marca y el modelo del vehículo, se debe seleccionar la opción de diagnóstico, ver figura 25.
- A continuación, se elige la opción de la prueba rápida, ver figura 26, seguida de esta acción, el escáner empezara a realizar el escaneo del sistema hasta que la carga sea del 100 %,

una vez cargado, se debe elegir la cilindrada del motor que en este caso es de 1.4, ver figura 27, luego de este paso, se debe escoger la opción de tipo de transmisión manual, ver figura 28.

**Figura 25**

*Identificación del VIN del Vehículo y Otras Características*



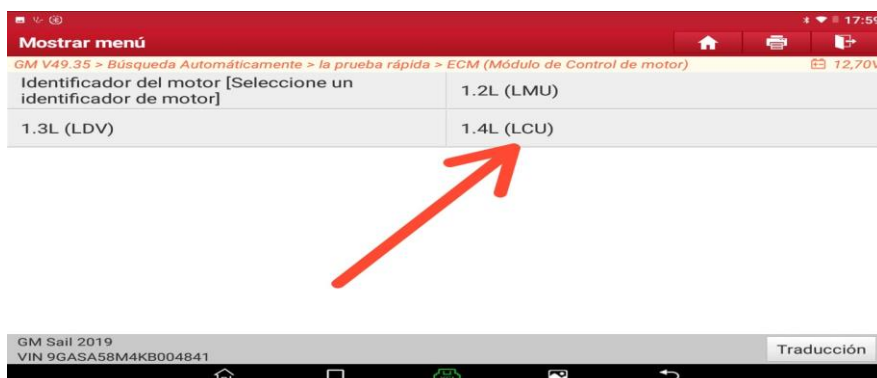
**Figura 26**

*Selección de Prueba Rápida*



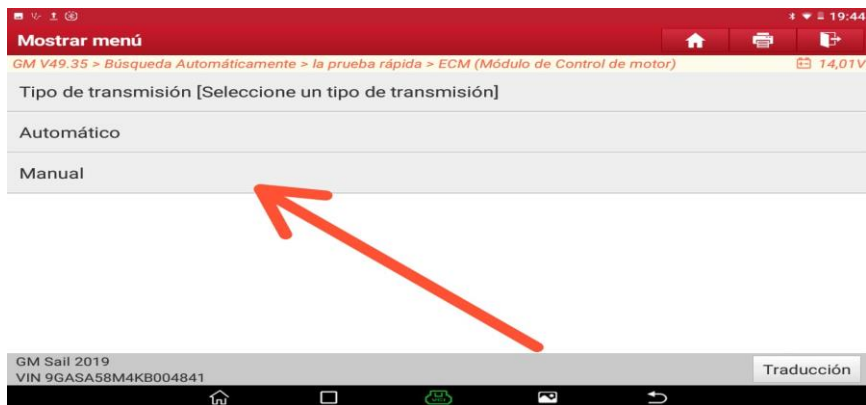
**Figura 27**

*Selección de la Cilindrada del Motor*



## Figura 28

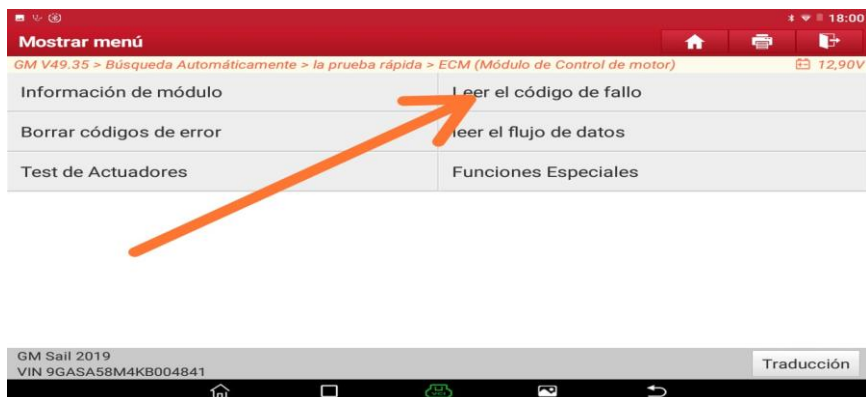
### Selección de Tipo de Transmisión Manual



- Elegir la opción de leer código de falla como se muestra en la figura 29, y seleccionar pantalla DTC, como se visualiza en la figura 30.

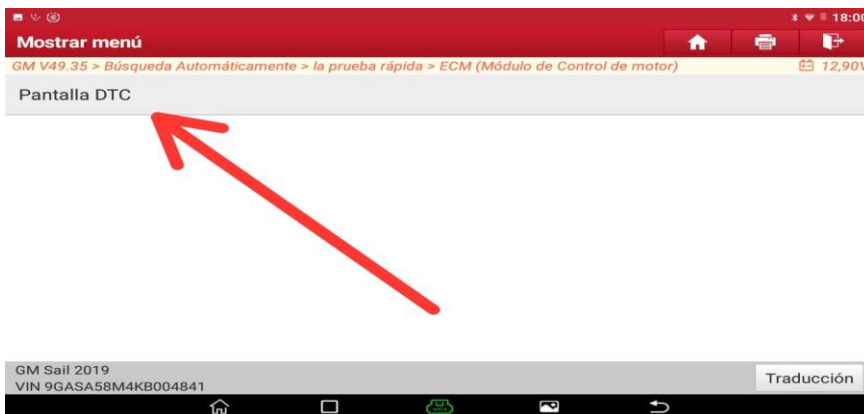
## Figura 29

### Leer Código de Falla



### Figura 30

#### Opción de Pantalla DTC



- En caso de existir alguna falla se mostrará en la pantalla, en este caso no se presentó ningún código, puesto que el vehículo no presentaba ningún tipo de molestia; por este motivo se visualiza la leyenda “No existen códigos de error, el sistema funciona correctamente”, ver figura 31.

### Figura 31

#### No Existen Códigos de Averías



- Al no existir ningún código de fallas, se procede explorar la opción de leer el flujo de datos, ver figura 32; seguido de esto se debe seleccionar los diferentes elementos que se deseen analizar, en este caso se selecciona las opciones IAT, MAP, sincronización de encendido, carga



del motor y régimen del motor, y se realiza la confirmación tal como se muestra en la figura 33.

**Figura 32**

*Opción de Leer de Flujo de Datos*



**Figura 33**

*Selección de Elementos Para Analizar*

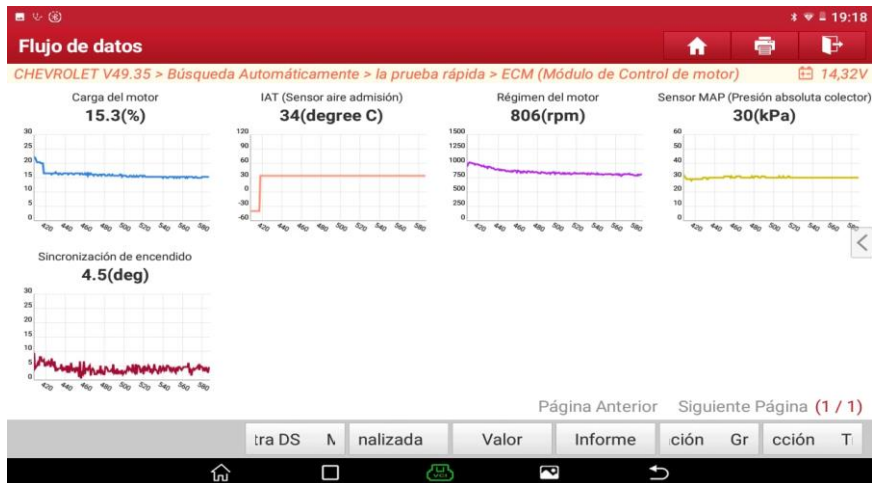


- Previamente para continuar con la demostración del uso del equipo se provocó fallas intencionales en el inyector del cilindro 3 y la bobina.
- El equipo nos muestra las gráficas de los elementos seleccionados, las mismas nos servirán para analizar su funcionamiento, estas se visualizan en la figura 34. Al regresar al

menú principal y elegir la opción ECM, se mostrarán los códigos de fallo, que fueron producidos por fallas intencionales en el paso anterior, ver figura 35.

**Figura 34**

*Graficas de los Elementos Seleccionados*



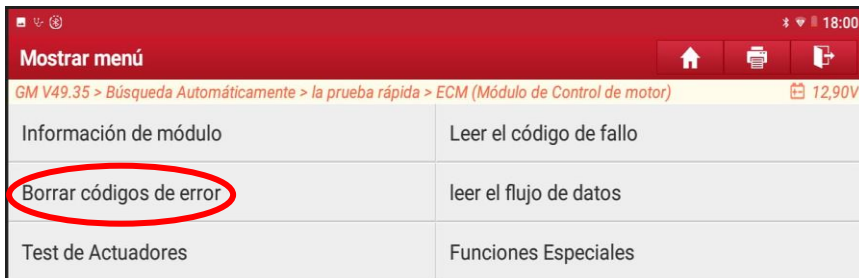
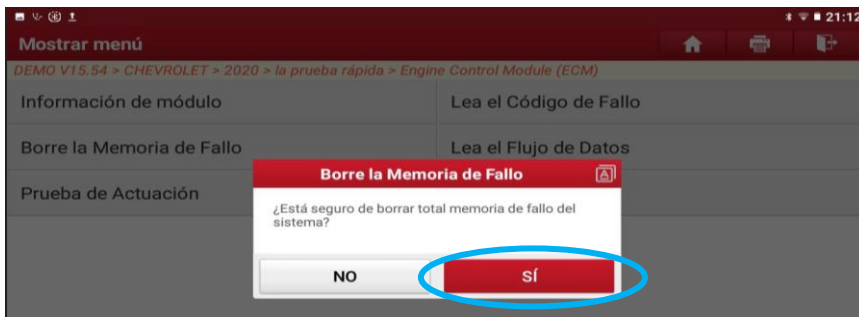
**Figura 35**

*Códigos de Fallas Encontrados*

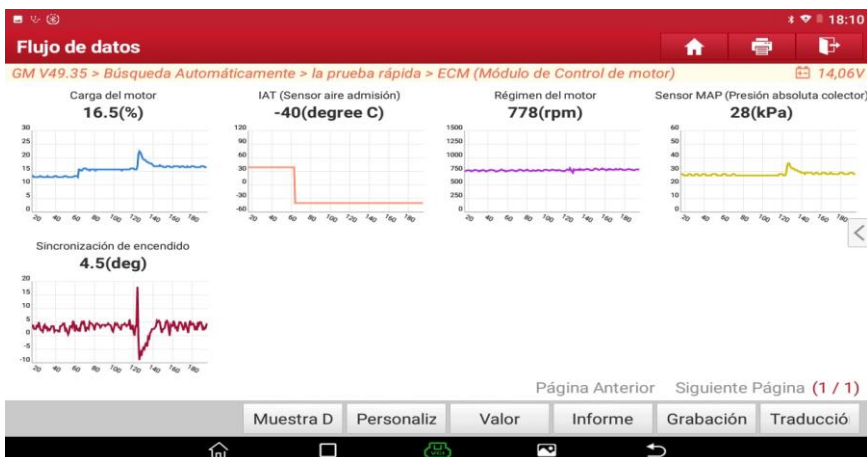
Código de avería	Descripción	Estado
P0267-E0	Tensión baja en el circuito de control del inyector del cilindro 3	Historial Última prueba: Completo Estado actual del DTC: No actual Estado del historial de DTC: Historial Estado de la MIL: Solicitado
P0354-40	Circuito de control de la bobina de encendido 4	Historial Última prueba: Completo Estado actual del DTC: No actual Estado del historial de DTC: Historial Estado de la MIL: Solicitado

Additional information at the bottom of the screenshot includes: Chevrolet Sail 2019, VIN 9GASA58M4KB004841, and buttons for Traducción, Buscar, and Informe.

- Se debe regresar y elegir la opción de borrar códigos de error, así mismo se confirma el borrado de memoria de fallo del sistema, ver figuras 36 y 37.

**Figura 36***Borrar Códigos de Error***Figura 37***Confirmación del Borrado de Fallo de Memoria.*

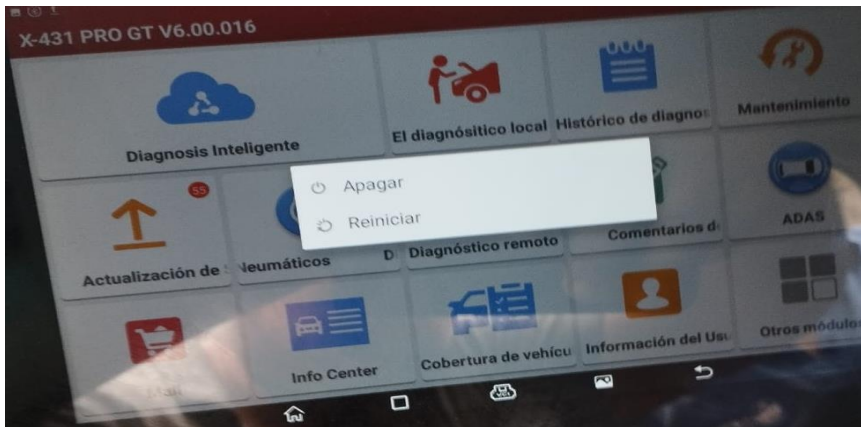
- Luego seleccionar nuevamente la opción para elegir los elementos a ser analizados, como se mostró en la figura 32, al confirmar se nos mostrara las siguientes gráficas, que muestran la corrección de la falla, ver figura 38.

**Figura 38***Graficas con la Falla Corregida*

- Se debe repetir los pasos anteriormente mostrados en las figuras 29, 30 y 31, es decir no debe existir ningún código de falla.
- Finalmente, para iniciar con el proceso de apagado del escáner, se debe presionar la tecla de retroceso o atrás, mencionando que antes de mostrarse la opción de apagado, se presentará una alarma sonora, la cual nos indica que se debe retirar el VCL del puerto OBDII, seguido de esto aparecerá la opción apagar el equipo, ver figura 39.

### Figura 39

#### *Proceso de Apagado del Escáner*



- Una vez apagado el escáner se debe asegurar que todos los elementos del equipo de diagnóstico se encuentren en su lugar, es decir en la caja que viene originalmente.

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

#### 4.1 Análisis de Resultados Obtenidos en el Proyecto

Cuando se analiza los datos relacionados al sistema de alimentación y encendido, específicamente de los inyectores y las bobinas se puede mencionar que de forma inicial no se presentaron anomalías en las gráficas y por ende no se mostraron códigos de fallas, luego se indujo a falla y se logró encontrar dos códigos relacionados al inyector del cilindro 3 y la bobina 4, se resalta que las fallas se generaron de forma intencional para demostrar el manejo y utilidad del escáner además se registró el código P0354-40, el mismo que se refiere a problemas en el circuito de control de la bobina de encendido número 4 y el código P0267-E0, el mismo hace referencia a la baja tensión que existe en el circuito de control del inyector del cilindro número 3.

##### 4.1.1 Análisis de los Valores Obtenidos

Al instaurar el análisis de funcionamiento de los componentes del sistema de alimentación de combustible y del sistema de encendido del vehículo Chevrolet Sail 1.4, es muy relevante tener el conocimiento previo del significado de los códigos encontrados, éste puede ser un análisis preliminar para establecer el uso del osciloscopio automotriz, y de esta forma tener una idea más clara del estado de los inyectores y la bobina de encendido.

Para este caso en especial se mostraron los códigos P0267-E0, este código hace referencia a la baja tensión en el circuito de control del inyector del cilindro número 3, el cual se lo denota en la figura 40, cabe destacar que este caso se logró analizar la falla real del vehículo que es sujeto de análisis.

Luego del borrado del código de fallas relacionados al inyector número 3 se pudo observar la mejoría en el trabajo del motor, donde se mostró más estabilidad en su funcionamiento.

## Figura 40

### Código de Falla del Cilindro 3 y Bobina 4

Código de avería	Descripción	Estado
P0267-E0	Tensión baja en el circuito de control del inyector del cilindro 3	Historial Última prueba: Completo Estado actual del DTC: No actual Estado del historial de DTC: Historial Estado de la MIL: Solicitado
P0354-40	Circuito de control de la bobina de encendido 4	Historial Última prueba: Completo Estado actual del DTC: No actual Estado del historial de DTC: Historial Estado de la MIL: Solicitado

Chevrolet Sail 2019  
VIN 9GASA58M4KB004841

Traducción    Buscar    Informe

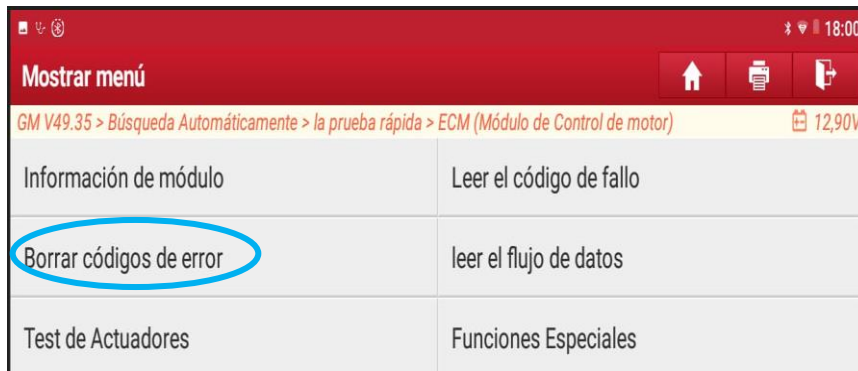
Se debe resaltar lo relacionado al código P0354-40, el mismo que se relaciona con la bobina de encendido número 4, este código que fueron generados de forma intencional para demostrar la utilidad del equipo de diagnóstico utilizado en el presente, el código relacionado a la bobina también se aprecia en la figura 40.

Cuando se provocó la falla en la bobina de forma intencional de forma inmediata se presentó problemas de funcionamiento el motor de combustión interna del vehículo; mostrando inestabilidad en cuanto al régimen de ralentí y carga; esta situación conlleva a generar cascabeleo o vibraciones, además de problemas que se relacionan con el consumo elevado de combustible y disminución de potencia del motor. Al generar un mayor consumo de combustible se generan problemas relacionados al medio ambiente, y de suma importancia hacer énfasis en el gasto económico que se incrementa, esto con relación al normal funcionamiento del motor de combustión interna.

De forma seguida se procedió a establecer el borrado de los códigos correspondientes al funcionamiento del cilindro y la bobina, para ello se procedió a realizar un paso anterior, como se puede visualizar en la figura 41.

**Figura 41**

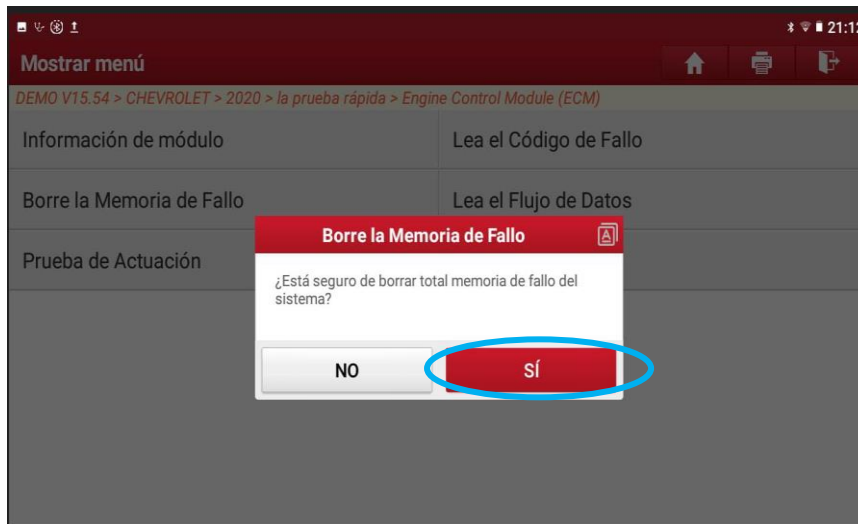
*Eliminación de los Códigos de Fallas*



Luego se procede a dar la confirmación de los códigos presentes, para reestablecer el funcionamiento apropiado del motor, lo cual se visualiza en la figura 42.

**Figura 42**

*Confirmación de Borrado de Códigos*



Después de realizar la acción de corregir las fallas o borrado de los códigos de fallas se procede a realizar nuevamente a elegir la opción de seleccionar los elementos a ser analizados, como se muestra en la figura 43.

Luego de esta acción se muestra las gráficas de los elementos seleccionados, donde se mostró las curvas de funcionamiento ideal de componentes analizados, ver figura 44.

**Figura 43**

*Elección de Componentes Para Analizar*



**Figura 44**

*Gráficas con Fallas Corregidas*



Los síntomas más comunes que se presentan relacionados con el mal funcionamiento de los inyectores podrían presentarse por medio de los siguientes síntomas:

- Problemas de encendido o fallas en ralentí.
- Vibraciones excesivas en el motor.
- Luz indicadora encendida en el tablero, la de revisión del motor.



- Disminución de potencia del motor.
- Tirones en el vehículo al rodar.
- Ruidos excesivos en el motor.
- Humo negro.
- Fugas de combustible.

Por otro lado, los síntomas más comunes que se pueden presentar con relación al mal funcionamiento de las bobinas entre otros son los siguientes:

- El motor presenta explosiones repentinas.
- Fallas de encendido en frío o caliente o paradas repentinas.
- Mala aceleración o pérdida de potencia del motor.
- Luz del tablero se enciende, (revisión del motor).
- Consumo excesivo de combustible.
- Humo negro.

## **Conclusiones**

Se alcanzó el análisis de funcionamiento de las bobinas y los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, elementos que son parte del sistema de encendido y de alimentación del motor respectivamente.

Se realizó una búsqueda minuciosa en la recopilación de información teórica relacionado al funcionamiento de las bobinas de encendido y los inyectores del sistema de alimentación del motor perteneciente al vehículo Chevrolet Sail 1.4.

Por medio de las imágenes se alcanzó a obtener evidencia de los datos del funcionamiento de los inyectores y las bobinas; con el fin de valorarlos; esta acción se logró por medio del uso del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

Se consiguió realizar la guía práctica correspondiente para el uso del escáner automotriz Launch X-431 PRO V5.0, para el análisis del estado de los inyectores del sistema de alimentación y las bobinas del sistema de encendido del vehículo escogido para análisis del proyecto.

### **Recomendaciones**

Para proceder a realizar el análisis de los inyectores del sistema de alimentación de combustible y las bobinas del sistema de encendido del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4, se debe tener la certeza de que el equipo cuenta con la carga idónea para alcanzar a realizar todo el trabajo de diagnóstico en la gestión del motor.

Previo a realizar el análisis correspondiente de los elementos del sistema de alimentación y encendido que este caso son los inyectores y las bobinas es necesario tener la comprensión o conocimiento teórico – práctico sobre los componentes que se van a analizar.

Se debe conocer o tener al alcance la información apropiada sobre los códigos que se pudieran presentar al momento de realizar el análisis de los inyectores y las bobinas, en este caso se presentó el código P0267-E0, este código hace referencia a la baja tensión en el circuito de control del inyector del cilindro número 3, también se presentó el código P0354-40, el mismo que se refiere a problemas en el circuito de control de la bobina de encendido número 4.

Si se desea realizar de forma sencilla, eficiente y rápida este proceso, se recomienda seguir la secuencia de pasos que se establecieron en la guía práctica realizada y de esta forma alcanzar el manejo del equipo de forma adecuada y efectiva, para este proyecto fue utilizado el equipo automotriz Launch X-431 PRO V5.0.

## Bibliografía

- AutoAvance. (2022). *Distribuidor de Encendido*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/105-distribuidor-de-encendido/>
- AutoPlanet.pe. (2023). *¿Qué son los cables de bujía?* AutoPlanet.pe: <https://autoplanet.pe/blog/para-que-sirven-los-cables-de-bujia-en-un-auto/>
- Boschecuador. (2023). *Bateria 42 FE S4*. <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>
- buscadordealleres. (2023). *Tipos de bujías fabricadas por NGK*. <https://buscadordealleres.com/blog/tipos-de-bujias-fabricadas-por-ngk/>
- Cañada, M., & Royo, R. (2016). *Termografía Infrarroja. Nivel II*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Car-Tec. (Noviembre de 2023). *¿CÓMO FUNCIONA UNA ECU?* <https://www.car-tec.es/blog/como-funciona-una-ecu/#:~:text=La%20ECU%20es%20la%20unidad%20de%20control,env%C3%ADa%20la%20orden%20necesaria%20a%20los%20actuadores>
- Coluccio, E. (2023). *Transferencia de calor*. <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>
- Como-Funciona. (2023). *Sistema de encendido del motor | Partes y funcionamiento*. <https://como-funciona.co/el-encendido-del-motor-sistema/>
- CONAUTO. (2023). *LAUNCH SCANNER X-431 PRO v 5.0*. <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>
- Equipo Automotriz Javaz. (2015). *Técnicas de Diagnostico – Sistemas de Encendido*. [https://equipoautomotrizjavaz.com/datos\\_tecnicos/encendidodis.pdf](https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/encendidodis.pdf)
- Fernández, M., Guzmán, I., Vázquez, T., Michel, A., & Rojas, G. (2006). *Module 1: Meteorology and Climatology - Project: Training educators for the development of educational activities on climate change*. Cochabamba: Energética.
- González, C. D. (2011). *Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos*. Ediciones Paraninfo S.A. Paraninfo.
- Hella Tech World. (2018). *Sensor del cigüeñal*. <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-del-ciguenal-4506/>
- Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México: Pearson Prentice Hall.
- Motorpasión. (2019). *Así es el funcionamiento de un motor de combustión*. <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- Paucar, Á., & Sigüenza, A. (2016). *Termografía aplicada al diagnóstico de un motor Hyundai diésel 2.0 CRDI de combustión interna alternativo como técnica de mantenimiento*

*predictivo de fallos, provocados por el sistema de alimentación de combustible.* Quito: Escuela Politécnica Nacional.

- Pérez Campos, J. A. (2022). *Construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.* Quito: ISTVN.
- Pérez, B. M. (2011). *Sistemas Auxiliares del Motor.* Madrid: Editorial Paraninfo S.A.
- petrolheadgarage. (2022). *petrolheadgarage.* petrolheadgarage: <https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/injector-gasolina/>
- Prodwaregroup. (2023). *5 niveles de mantenimiento: cómo pasar de una postura reactiva a una proactiva.* <https://blog.prodwaregroup.com/es/perfiles/niveles-mantenimiento-pasar-postura-reativa-proactiva/>
- Rentingfinders. (2023). *Bobina de encendido.* <https://rentingfinders.com/glosario/bobina-encendido/>
- RO-DES. (2023). *Delco o distribuidor ¿Qué es y cómo funciona?* <https://www.ro-des.com/mecanica/delco-o-distribuidor-coche-que-es-y-como-funciona/>
- Rodríguez, J., & Virgós, J. (1999). *Fundamentos de óptica ondulatoria.* Oviedo: Servicio de publicaciones, Universidad de Oviedo.
- Rondón, N., torres, O., Niño, E., Eduardo, M., & Johan, R. (2018). *Manual de Reparación de Autompoviles .*
- Sánchez, E. (2008). *Sistemas Auxiliares del Motor.* MacMillan Profesional. <https://dspace.itsjapon.edu.ec/jspui/handle/123456789/3838>
- SKF. (2020). *Conoce los fundamentos de la termografía infrarroja y más con el curso de SKF.* <https://skf-la.com/conoce-los-fundamentos-de-la-termografia-infrarroja-y-mas-con-el-curso-de-skf/>
- Sobrino, J. (2001). *Teledetección.* Valencia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Valencia.
- Talleres, B. (2022). *Diferentes tipos de sistemas de refrigeración.* <https://buscadordetalleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/>
- Vera, E. (2017). *Propuesta de diseño ergonómico en butacas de vehículos monoplaça, para equipos ecuatorianos participantes de la Formula Student.* Quito: UISEK.



