



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**Autor:** Mieles Chong Jonathan Roberto

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

**Análisis de las Gráficas de Funcionamiento de las Bobinas de  
Encendido Tipo COP del Vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando  
un Osciloscopio Automotriz**



### **Certificación de Autoría**

Yo, Mieles Chong Jonathan Roberto, con C.I.: 0951859016, declaro 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.

---

Mieles Chong Jonathan Roberto

C.I.: 0951859016

### **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.

C.I: 1204668766

Director del Proyecto

## Índice General

Índice de Figuras .....	viii
Índice de Tablas.....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
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
1.3.  Sistematización del Problema .....	2
1.4.  Objetivos de la Investigación.....	3
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	3
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.5.  Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.5.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	3
1.5.2. <i>Justificación Metodológica</i> .....	4
1.5.3. <i>Justificación Práctica</i> .....	5
1.5.4. <i>Delimitación Temporal</i> .....	5
1.5.5. <i>Delimitación Geográfica</i> .....	6
1.5.6. <i>Delimitación del Contenido</i> .....	6
1.6.  Alcance .....	6
Capítulo II.....	8
Marco de Referencia.....	8

2.1.	Definición del Motor de Combustión Interna.....	8
2.1.1.	<i>Circuito de Alimentación de Combustible en Motores de Combustión Interna</i> .....	8
2.1.2.	<i>Circuito de Encendido Empleado en los Motores a Gasolina Otto</i> .....	10
2.1.3.	<i>Batería</i> .....	11
2.1.4.	<i>Distribuidor de Encendido del Motor Otto</i> .....	11
2.1.5.	<i>Cables de Bujías del Sistema del Motor de Combustión Interna Otto</i> .....	13
2.1.6.	<i>Modelos de Cables de Bujías Utilizados en el Motor a Gasolina Otto</i> .....	14
2.1.7.	<i>Bujías de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto</i> .....	15
2.1.8.	<i>Tipos de Bujías del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto</i> .....	17
2.1.9.	<i>Inyectores de Combustible del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto</i> .....	20
2.1.10.	<i>Constitución del Inyector del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto</i> .....	21
2.1.11.	<i>Bobinas de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto</i> .....	23
2.1.12.	<i>Bobinas de Encendido de Tipo COP</i> .....	24
2.1.13.	<i>Gráficas de Bobinas de Encendido de Tipo COP</i> .....	28
2.2.	Definición de Osciloscopio Automotriz .....	29
2.2.1.	<i>Tipos de Osciloscopios Automotrices</i> .....	29
2.2.2.	<i>Descripción del Osciloscopio Automotriz</i> .....	31
2.2.3.	<i>Características del Osciloscopio Automotriz</i> .....	31
	Capítulo III.....	33
	Metodología .....	33
3.1.	Mantenimientos Aplicados al Área Automotriz .....	33
3.1.1.	<i>Mantenimiento Predictivo</i> .....	33
3.1.2.	<i>Mantenimiento Basado en las Condiciones</i> .....	34
3.1.3.	<i>Mantenimiento Preventivo</i> .....	34
3.1.4.	<i>Mantenimiento Correctivo</i> .....	34

3.1.5. <i>Métodos Aplicados en el Presente Trabajo de Investigación</i> .....	35
3.1.6. <i>Tipos de Estudios Aplicados en el Presente Trabajo de Investigación</i> .....	35
3.3.1 <i>Investigación Descriptiva Aplicada al Trabajo</i> .....	35
3.3.2 <i>Investigación Bibliográfica</i> .....	35
3.3.3 <i>Investigación de Campo</i> .....	36
3.4 <i>Descripción del Proceso Evaluativo</i> .....	36
3.5 <i>Descripción del Equipo de Diagnóstico FSA 740</i> .....	37
3.5.1 <i>Características del Equipo FSA 740</i> .....	37
3.5.2 <i>Datos Técnicos del Equipo FSA 740</i> .....	38
3.6 <i>Pasos Para Realizar el Análisis de las Bobinas Tipo COP</i> .....	39
Capítulo IV.....	46
Análisis de Resultados .....	46
4.1 <i>Análisis de Datos Obtenidos</i> .....	46
4.1.1. <i>Análisis de los Gráficas Obtenidos</i> .....	47
Conclusiones .....	50
Recomendaciones .....	51
Bibliografía .....	52

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Funcionamiento del Motor de Combustión Interna</i> .....	8
Figura 2 <i>Carburador de Motores a Gasolina</i> .....	9
Figura 3 <i>Esquema del Sistema de Inyección a Gasolina en Motores Otto</i> .....	9
Figura 4 <i>Encendido Electromecánico Convencional</i> .....	10
Figura 5 <i>Batería</i> .....	11
Figura 6 <i>Distribuidor de Encendido del Motor Otto</i> .....	12
Figura 7 <i>Cables de Bujías</i> .....	13
Figura 8 <i>Bujías de Encendido</i> .....	15
Figura 9 <i>Rango de Funcionamiento de Bujías del Motor de Combustión Interna</i> .....	16
Figura 10 <i>Inyector de Combustible de Gasolina</i> .....	21
Figura 11 <i>Estructura Interna de la Bobina Convencional</i> .....	23
Figura 12 <i>Sistema de Encendido DIS</i> .....	24
Figura 13 <i>Bobina de Encendido Tipo COP</i> .....	25
Figura 14 <i>Recubrimiento de Bobina Tipo COP</i> .....	26
Figura 15 <i>Esquema de la Bobina COP</i> .....	26
Figura 16 <i>Contextura de la Bobina COP</i> .....	27
Figura 17 <i>Esquema de Activación de la Bobina COP</i> .....	27
Figura 18 <i>Gráfica de la Bobina de encendido Tipo COP</i> .....	28
Figura 19 <i>Osciloscopio Analógico</i> .....	30
Figura 20 <i>Osciloscopio Digital</i> .....	30
Figura 21 <i>Tipos de Osciloscopios Automotrices</i> .....	32
Figura 22 <i>Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch</i> .....	36
Figura 23 <i>Accesorios del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch</i> .....	39
Figura 24 <i>Accesorios del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch</i> .....	40

Figura 25 <i>Interfaz del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch</i> .....	40
Figura 26 <i>Interfaz del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch</i> .....	41
Figura 27 <i>Selección de Elementos con el Equipo de Diagnostico FSA 740</i> .....	41
Figura 28 <i>Retiro de la Tapa Superior del Motor</i> .....	42
Figura 29 <i>Pinza de Medición de Pulsos</i> .....	43
Figura 30 <i>Grafica Generada por la Bobina 1</i> .....	43
Figura 31 <i>Grafica Generada por la Bobina 2</i> .....	44
Figura 32 <i>Grafica Generada por la Bobina 3</i> .....	44
Figura 33 <i>Grafica Generada por la Bobina 4</i> .....	45
Figura 34 <i>Gráfica de la Bobina de encendido Tipo COP</i> .....	46
Figura 35 <i>Curva de Funcionamiento de la Bobina 1</i> .....	47
Figura 36 <i>Curva de Funcionamiento de la Bobina 2</i> .....	48
Figura 37 <i>Curva de Funcionamiento de la Bobina 4</i> .....	48
Figura 38 <i>Curva de Funcionamiento de la Bobina 3</i> .....	49

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Modelos de Cables de Bujías</i> .....	14
Tabla 2 <i>Modelos de Cables de Bujías</i> .....	17
Tabla 3 <i>Partes del Inyector</i> .....	21
Tabla 4 <i>Datos Técnicos del Equipo FSA 740</i> .....	38

## Resumen

El trabajo que se presenta refleja una manera versátil, apropiada y segura de cómo se puede utilizar la tecnología actual para realizar el análisis de las bobinas de encendido tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 por medio del uso de osciloscopio automotriz, en esta investigación se utilizó el equipo de diagnóstico para sistema eléctricos y electrónicos del automóvil denominado FSA 740 de Bosch que posee un osciloscopio de uso automotriz incorporado, en este caso se analizó de forma particular las bobinas de encendido del motor. El primer capítulo refleja lo relacionado a la problemática de la investigación planteada, también se realiza la sistematización del problema, se realiza el planteamiento de los objetivos que se espera cumplir teniendo como fuente de inicio problemática que se investiga; seguido en el segundo capítulo se estableció una investigación detallada y minuciosa de la teoría relacionada a las bobinas de tipo COP. En el tercer capítulo realizó una descripción de forma meticolosa del uso del equipo automotriz FSA 740 para realizar el análisis de las bobinas de encendido por medio del osciloscopio y se procedió a obtener las gráficas de funcionamiento de todas las bobinas en donde se puede reflejar que las bobinas 1, 2 y 4 no presentan problemas, es decir que están funcionando de forma correcta y sus gráficas están de acuerdo a lo estipulado, mientras que la bobina tres muestra problemas en su funcionamiento, es decir no estaba dentro de lo establecido por el fabricante, su gráfica se mostraba casi como una línea recta, no estaba realizando el efecto de electromagnetismo, es decir el momento de carga máxima y descarga de la energía necesaria para realizar el salto de la chispa en la bujía, y en el capítulo cuatro se analizaron los datos obtenidos donde se enfatizó la facilidad que brinda el equipo para realizar el análisis correspondiente.

**Palabras Clave:** Equipo automotriz, bobinas de encendido, osciloscopio automotriz, Sistema de encendido.

## Abstract

This study presents a versatile, appropriate, and safe approach to analyzing COP-type ignition coils in the Chevrolet Sail 1.4 vehicle using an automotive oscilloscope. The research employed the FSA 740 diagnostic equipment for automotive electrical and electronic systems, which features an integrated automotive oscilloscope. Specifically, the ignition coils of the engine were analyzed. Chapter one addresses the research problem, systematizes the issue, and establishes the objectives to be achieved, based on the identified problem. Chapter two provides a detailed and thorough investigation of the theory related to COP-type coils. In chapter three, a meticulous description of the use of the FSA 740 automotive equipment for analyzing the ignition coils using the oscilloscope is presented. The functional graphs of all coils were obtained, revealing that coils 1, 2, and 4 showed no problems, functioning correctly and in accordance with established standards. However, coil three exhibited issues, with its graph appearing almost as a straight line, failing to demonstrate the electromagnetism effect, i.e., the maximum energy charge and discharge required for the spark plug jump. Chapter four analyzes the obtained data, emphasizing the ease of use of the equipment for conducting the corresponding analysis.

**Keywords:** Automotive equipment, ignition coils, automotive oscilloscope, ignition system.

## Capítulo I

### Problema de la Investigación

#### 1.1. Tema de Investigación

Análisis de las gráficas de funcionamiento de las bobinas de encendido tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz.

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

Los problemas que se presentan en la actualidad que están relacionados con las bobina tipo COP en los motores de combustión interna a gasolina son muy frecuentes, por este motivo se resalta la importancia efectuar el análisis correspondiente de las curvas de funcionamiento de estos elementos y poder tener una clara idea de su estado, con esta base su estado.

Al momento de realizar el análisis de manera apropiada se puede establecer el motivo de las posibles fallas en los motores, además que me ayuda a obtener un panorama claro y preciso del estado de las bobinas tipo COP que pertenecen al sistema de encendido.

Actualmente los problemas de los motores de combustión interna relacionados con las bobinas reflejan una en el voltaje que llega a las bobinas y su posterior aumento para generar la chispa de forma ideal, además se ven afectados por la calidad de combustible que existe en nuestro país, este aspecto hace que se generen problemas en la calidad de la chispa y posterior explosión en la mezcla aire-combustible, generando un problema en su funcionamiento del motor.

Con estas y otras consideraciones se plantea realizar el actual estudio y brindar una disyuntiva de solución a por medio de la implementación y uso osciloscopio automotriz DSO8060 y detectar las posibles fallas y generar soluciones rápidas y efectivas.

### ***1.2.1. Planteamiento del Problema***

Los principales problemas que se presentan por el mal funcionamiento del sistema de las bobinas de encendido tipo COP, está el problema de disminución o pérdida de potencia del motor de combustión interna, desplegando un desgaste prematuro en los componentes fijos y móviles del motor de combustión interna.

De forma espontánea este problema presenta aumento en el consumo de combustible, esto debido a la deficiencia presentada en la chispa generada por la bobina al momento del encendido de la mezcla aire-combustible, produciendo la necesidad de inyectar mayor cantidad de carburante y de esta forma cubrir la escasez de combustible, produciendo esto un elevada consumo de combustible y además de una elevada contaminación ambiental que se relaciona de forma directa con el exceso de combustible inyectado.

Al conseguir el análisis ideal y apropiado las bobinas tipo COP se puede inducir a las predicciones y prevenciones de fallas que se relacionan con el sistema de encendido del motor, estableciendo un comparativo con lo establecidos por el fabricante y de esta forma poder establecer si las bobinas funcionan con los parámetros que fueron determinados por el fabricante, esto se espera alcanzar con la utilización del osciloscopio automotriz FSA 740.

### ***1.2.2. Formulación del Problema***

¿Se podrá generar una propuesta de análisis de las bobinas tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando osciloscopio automotriz FSA 740?

### **1.3. Sistematización del Problema**

¿Cuáles son los beneficios que se obtienen al realizar análisis de las bobinas tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando el osciloscopio automotriz?

¿Cuáles son los factores que influyen en el análisis las bobinas tipo COP del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4?

¿Qué ventajas brinda el uso del osciloscopio automotriz?

¿Qué ventajas brinda el realizar una guía práctica para el uso del osciloscopio automotriz?

## **1.4. Objetivos de la Investigación**

### ***1.4.1. Objetivo General***

- Analizar las gráficas de funcionamiento de las bobinas de encendido tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Recopilar información acerca de las bobinas tipo COP utilizadas en el vehículo Chevrolet Sail 1.4.
- Establecer la secuencia de pasos para realizar el análisis apropiado de las bobinas tipo COP del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz.
- Comparar las gráficas obtenidas en el análisis de la bobina tipo COP con las determinados por el fabricante para la valoración de su estado.

## **1.5. Justificación e Importancia de la Investigación**

El presente trabajo de investigación a ejecutar que hace referencia al análisis de las gráficas de trabajo de las bobinas tipo COP, cuyos objetivos son fragmentos de fuentes investigadas, las mismas que muestran respuestas a la apariencia metodológica, teórica y práctica que a continuación se presentan:

### ***1.5.1. Justificación Teórica***

Actualmente los problemas que se presentan en los motores de combustión interna alternativos generados por las bobinas tipo COP, forjan peligrosos daños y resultados muy desfavorables para el correcto trabajo de estos, como alternativa se establece el realizar un diagnóstico apropiado del estado de la bobina tipo COP servirá para tener un diagnóstico anticipado, pudiendo servir para establecer secuencias de 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:

De acuerdo con lo establecido por (Pérez, 2019), “la función de la bobina es transformar la tensión de batería, incrementando su valor para permitir el salto de chispa en la bujía, en el interior posee un núcleo, formado por capas magnéticas, la función es potenciar los efectos del campo magnético producido para el paso de la corriente por medio del espiral primario, que están enrollados en el espiral en el núcleo y se disponen los arrollamientos primario y secundario.”, además (Standardbrand, 2024), propone que “la bobina de encendido convierte una corriente de bajo voltaje a energía de alto voltaje que se envía a la bujía para encender la mezcla de aire y combustible que se encuentra dentro del cilindro. Una bobina con bujía integrada está diseñada para realizar las funciones de ambos, de la bobina de encendido que genera la energía de la chispa y del cable de bujía que está diseñado para contener y enviar energía de alto voltaje a la bujía. Los conjuntos de bobina con bujía integrada de Standard® están diseñados y probados para cumplir o superar las normas de los equipos originales para la energía de la chispa, la impedancia y la durabilidad”.

Según (Sánchez, 2013), 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 (12000 a 20000) V.”.

### ***1.5.2. 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 las bobinas tipo COP 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 el comportamiento de la bobina tipo COP, que es el elemento en estudio lo que permite generar el correcto análisis de las gráficas utilizando el equipo automotriz FSA 740, comparadas con lo establecido por el fabricante.

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.

### ***1.5.3. 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 equipo automotriz FSA 740, y posteriormente establecer la secuencia de pasos para realizar el análisis apropiado de las bobinas tipo.

### ***1.5.4. Delimitación Temporal***

De acuerdo con lo previsto desarrollo como planificación en el desarrollo de las fallas mecánicas en un motor de combustión interna mediante el uso del equipo automotriz FSA 740, tanto de la fase de aprobación, teórico y práctico el presente estudio se establece que se llevará a cabo desde el 20 de mayo de 2024 y de manera tentativa se pretende que su finalización o defensa de proyecto se llevará a cabo el 6 de septiembre de 2024.

### ***1.5.5. Delimitación Geográfica***

El presente trabajo investigativo se lo llevará a cabo en el Establecimiento Taller Checopart's ubicado en el país de Ecuador dentro de la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en las calles Tulcán y Clemente Ballen.

### ***1.5.6. Delimitación del Contenido***

El proyecto de investigación denominado Análisis de las Gráficas de Funcionamiento de las Bobinas de Encendido Tipo COP del Vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando el Equipo Automotriz FSA 740, se lo desarrolla por medio de un proceso metódico 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.

## **1.6. Alcance**

El presente trabajo investigativo con el tema; análisis de las gráficas de funcionamiento de las bobinas de encendido tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz., tiene como alcance establecer una forma metodológica que permita alcanzar un análisis de las gráficas de funcionamiento de las bobinas de encendido tipo COP; para descubrir posibles fallas que son comunes en los elementos antes mencionados, de este modo nutrir un plan de mantenimiento predictivo para tomar acciones antes que se presenten problemas y sea necesario aplicar un mantenimiento correctivo.

Además en la parte conceptual del presente estudio se inicia con el análisis de las de las gráficas de funcionamiento de las bobinas de encendido tipo COP, que son parte del

sistema de encendido del motor, también se indaga sobre el mantenimiento predictivo del motor en estudio.

Posteriormente se genera una orientación en la comprobación de los parámetros establecidos por el fabricante en cuanto a las gráficas de funcionamiento de las bobinas de encendido tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz, y de esta forma obtener imágenes para su respectivo análisis y establecer criterios técnicos comparativos para establecer el estado de funcionamiento.

## Capítulo II

### Marco de Referencia

Con el objetivo de alcanzar un correcto entendimiento se aclarar varios concepto que se utilizarán en el desarrollo del presente trabajo investigativo, se tomarán la relevancia imperiosa en las varias secciones a explicarse en el trabajo a presentar.

#### 2.1. Definición del Motor de Combustión Interna

Según lo expresado por (González, 2019), al hacer referencia sobre el motor de motor de combustión interna otto expone que “en el caso 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, lo que se puede evidenciar en la figura 1”, en esta expresión se define el funcionamiento de forma clara y muy precisa del motor otto.

#### Figura 1

*Funcionamiento del Motor de Combustión Interna*



Fuente: (González, 2019)

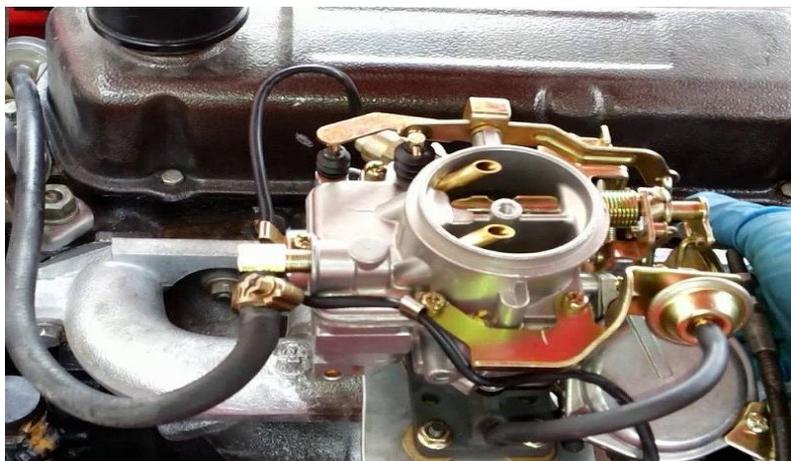
##### 2.1.1. Circuito de Alimentación de Combustible en Motores de Combustión Interna Otto

En los motores de combustión interna Otto, en sus inicios se utilizó el carburador, figura 2, siendo éste un elemento donde se realiza la mezcla del aire y la gasolina previo a su entrada a la cámara de combustión; tiene como función alcanzar la mezcla óptima para alcanzar que la explosión se realice de forma más adecuada. En su interior se espera alcanzar

la mezcla en proporción de 14.7:1, es decir 14.7 partes de aire un aparte de gasolina, aspecto que se lo conoce como factor lambda o mezcla estequiométrica.

## Figura 2

### *Carburador de Motores a Gasolina*

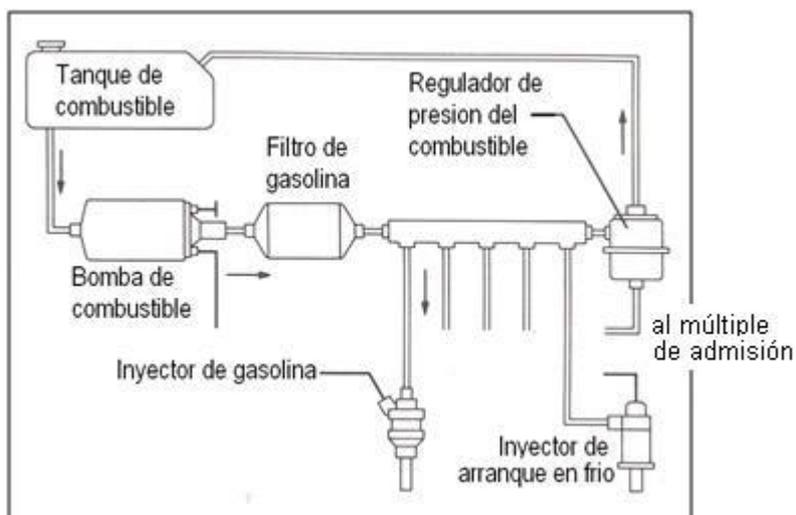


Fuente: (motoryracing, 2024)

Actualmente se utilizan los carburadores han sido reemplazados por el sistema de inyección de combustible en los motores a gasolina, ver figura 3, inicialmente el sistema de inyección se lo empleaba de forma exclusiva en motores que utilizan el combustible diésel.

## Figura 3

### *Esquema del Sistema de Inyección a Gasolina en Motores Otto*



Fuente: (Fullmecanica, 2023)

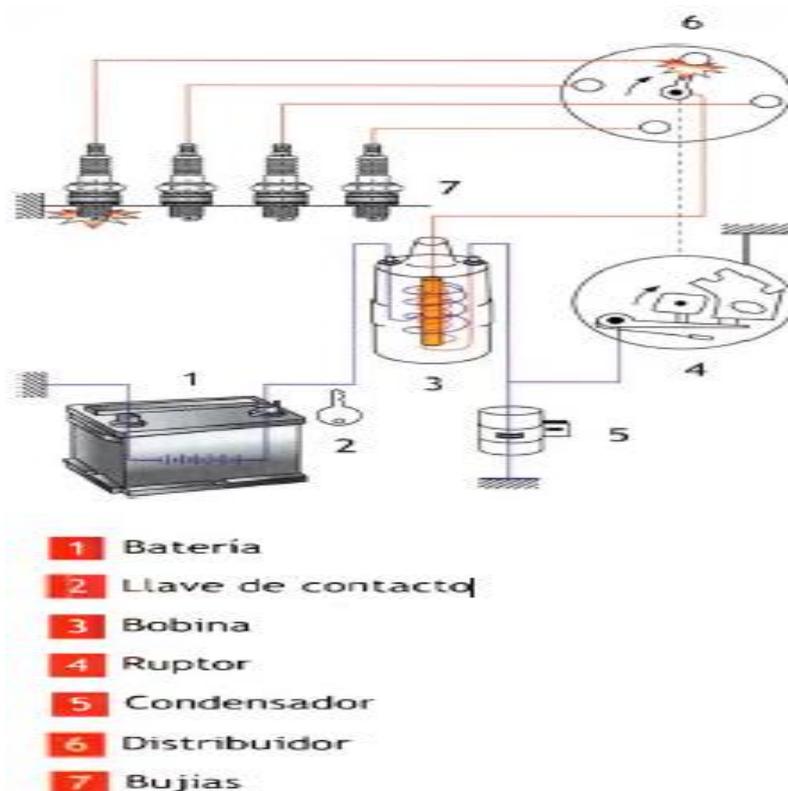
### 2.1.2. Circuito de Encendido Empleado en los Motores a Gasolina Otto

En los motores Otto este circuito se encarga de hacer que la mezcla aire-gasolina explote, y lo alcanza haciendo que salte una chispa eléctrica proveniente de la bujía hacia el interior del cilindro, siguiendo la secuencia correspondiente del orden de encendido; para alcanzar que se encienda la mezcla es necesaria alcanzar la energía necesaria para producir la chispa eléctrica.

Si la energía es suficiente se alcanza a generar el encendido de la mezcla, caso contrario no se producirá la explosión correspondiente, por tal razón es de suma importancia que exista la energía necesaria y se produzca la combustión necesaria y pueda generar el trabajo requerido y generar el movimiento del motor. (Sánchez, 2013) , figura 4.

**Figura 4**

*Encendido Electromecánico Convencional*



Fuente: (Sánchez, 2013)

La principal función es convertir el bajo voltaje de la energía eléctrica en alta tensión para luego distribuirla a cada uno de los cilindros, dependiendo del número de pistones que contenga el motor, de forma general se compone de los siguientes elementos:

### 2.1.3. Batería

Es la encargada de almacenar la energía eléctrica para ser suministrada al momento del encendido, figura 5, 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.

Tienen como función principal llevar la energía necesaria para la puesta en marcha del motor de arranque del vehículo que, después continúa recargándose por medio del alternador (Autoplanet.pe, 2023); además, también sirve de apoyo al alternador cuando éste no puede suministrar toda la corriente que requieren otros consumidores eléctricos del automóvil, como los accesorios de confort o seguridad.

### Figura 5

#### Batería



Fuente: (Boschecuador, 2023)

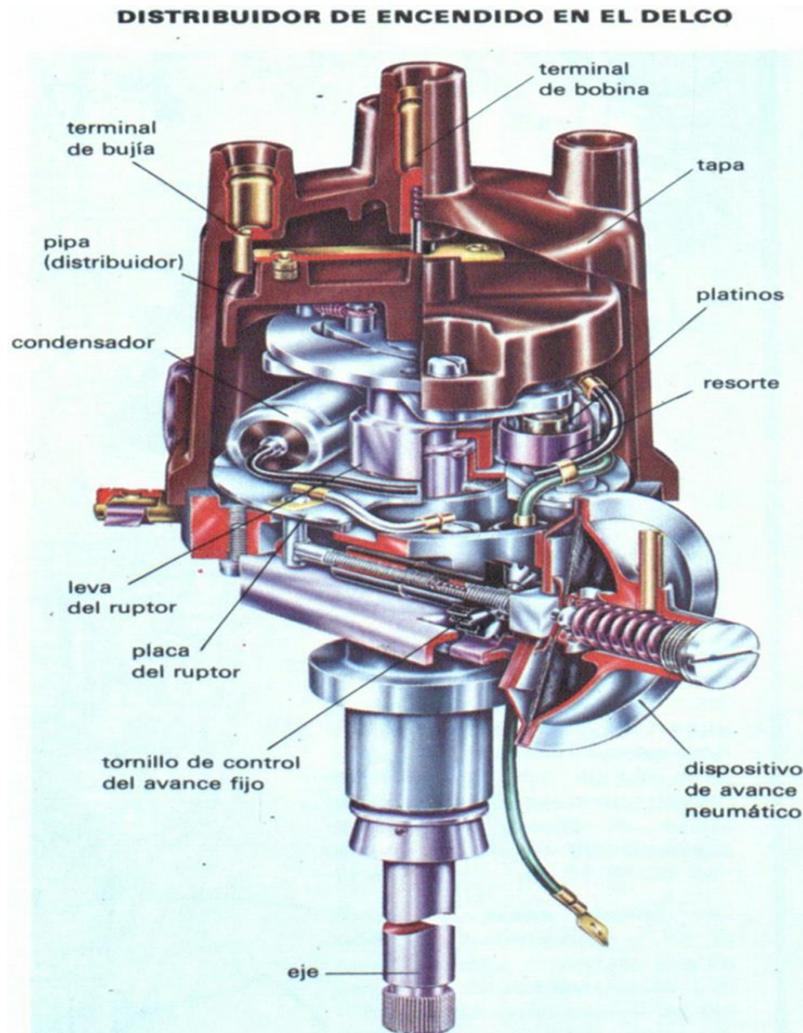
### 2.1.4. Distribuidor de Encendido del Motor Otto

Se encarga de repartir o distribuir la energía en forma de corriente a cada bujía de forma independiente, energía que se almacena en la batería, lo hace por medio de la bobina para seguir por los cables y finalizar en las bujías, las mismas que son de forma

independiente para cada cilindro, se destaca que el salto de la chispa se realiza por el orden de encendido establecido para cada motor, ver figura 6.

### Figura 6

#### *Distribuidor de Encendido del Motor Otto*



Fuente: (Motorgiga, 2024)

Los componentes que componen al distribuidor son: el raptor, la leva, el condensador y el rotor, (AutoAvance, 2022):

- El raptor
- El efecto de la leva.
- El condensador
- El rotor

### **2.1.5. Cables de Bujías del Sistema del Motor de Combustión Interna Otto**

De acuerdo con (Pérez, 2019), los cables de bujías, ver figura 7, son los encargados de conducir la corriente de alta tensión, tanto desde la bobina al distribuidor, como desde este último a las bujías. Dado el alto voltaje de la corriente que circula a través de ellos, han de poseer unas características especiales, además estos elementos son conocidos como cables de alta tensión que se encargan de dirigir el alto voltaje (entre los 8000 y 12000 voltios /pie, aproximadamente), hasta las bujías la energía necesaria para producir la chispa y producir la explosión de la mezcla aire combustible; generalmente son fabricados con fibra y grafito, poseen un material aislante están cubiertos con un forro de cloro sulfuro de polietileno, para evitar la fuga de corriente.

#### **Figura 7**

*Cables de Bujías*



Fuente: (Actualidadmotor, 2022)

Los cables de bujías conducen la energía 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).

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 otros componentes y equipos del vehículo como los sensores, (AutoPlanet.pe, 2023).

### ***2.1.6. Modelos de Cables de Bujías Utilizados en el Motor a Gasolina Otto***

En la actualidad, se pueden encontrar tres modelos que se diferencian por el tipo de material conductor usan y por el tipo de resistencia, los cuales son se describen en la tabla 1:

**Tabla 1**

*Modelos de Cables de Bujías*

Modelo de Cables de Bujías	Definición
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.
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

Fuente: (AutoPlanet.pe, 2023)

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 un coche con un cable de bujía en mal estado se encuentran las 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.

### ***2.1.7. Bujías de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto***

Son las que se encargan de transmitir la chispa que luego inflamará la mezcla aire-combustible, están compuesta por un electrodo central que está unido al extremo del cable de alta tensión, según los modelos pueden ser de uno o varios electrodos laterales, conocidos también como electrodos de masa, en el electrodo central o de masa es por donde circula la corriente, debido a que los electrones abandonan con más facilidad un conductor caliente que uno frío, y el electrodo central está más caliente que el de masa, ver figura 8.

#### **Figura 8**

##### *Bujías de Encendido*



Fuente: (Pruebaderuta, 2023)

Además, así el frente de llama se desplaza hacia el pistón, haciendo que la onda expansiva avance en el mismo sentido, que es el más indicado para aprovechar al máximo los

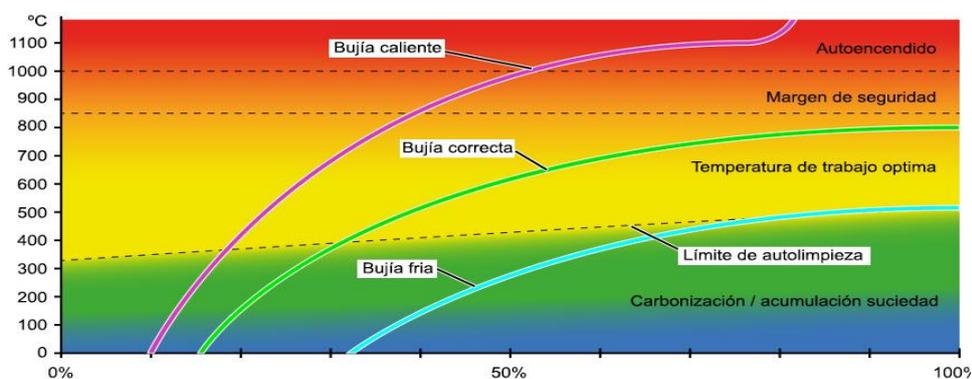
efectos de la combustión, (AutoAvance, 2022), de forma general poseen las siguientes características:

- Deben sellar la cámara de combustión, debido a que se encuentran ubicadas sobre la cabeza del pistón y debe soportar varias fuerzas que se producen en el interior del cilindro y la cámara debido a la explosión de la mezcla aire – combustible.
- Son fabricadas de un material que posee propiedades aislantes y ser resistentes a las altas temperaturas y exigencias mecánicas, no debe se expuesto a los hidrocarburos y ácidos provenientes de la combustión.
- Su rango temperatura de funcionamiento va desde los (520 y los 620) °C, entre estos valores su trabajo se lo considera de forma óptima.
- Tiene dos funciones principales; quemar la mezcla y disipar la temperatura dentro de la cámara de combustión.

La temperatura de funcionamiento es un factor importante, cuando no se alcanza temperatura adecuada se producen y acumulan residuos en la superficie, este aspecto provoca deficiencia en la chispa; por el contrario al tener la temperatura muy alta se podría incitar a la inflamación prematura de la mezcla, generando pérdida de potencia, incluso la destrucción del motor a medio o largo plazo, ver figura 9.

### Figura 9

#### *Rango de Funcionamiento de Bujías del Motor de Combustión Interna*



Fuente: (Buscadordetalleres, 2023)

### 2.1.8. Tipos de Bujías del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto

La clasificación de las bujías se la detalla en la tabla 2: (AutoAvance, 2022):

**Tabla 2**

*Modelos de Cables de Bujías*

Tipo de Bujía	Definición
Por el tipo de combustible:	<p>En este caso tenemos dos tipos relevantes:</p> <p>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.</p> <p>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 cuenten con inyección directa tenga lugar con facilidad incluso en frío.</p>
Según resistencia:	<p>Dentro de las bujías de precalentamiento para motores diésel de inyección separada, las encontramos de dos clases:</p> <p>Bujías de resistencia desnuda: Son las tradicionales y llevan la resistencia eléctrica al descubierto, similares a las que encontramos en motores de gasolina.</p> <p>Bujías de resistencia protegida: Es más moderna y</p>

---

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, podremos 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 de la cabeza motor podemos 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 de 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: En el mercado encontramos bujías de entre uno y cuatro

---

---

electrodos. Las multielectrodo ofrecen es 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.

---

Fuente: (AutoPlanet.pe, 2023)

### ***2.1.9. Inyectores de Combustible del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto***

Su funcionamiento parte de la información recibida de varios sensores, un inyector de gasolina, ver figura 10, es una válvula operada por un solenoide controlado por la ECU (centralita del motor) para liberar una cantidad controlada de combustible presurizado hacia el interior del motor, en la mayoría de los casos, la ECU controla cada inyector por masa, es decir, el inyector de gasolina recibe constantemente positivo (alimentación) y es la ECU quien aporta ese «gatillo negativo» para poner el inyector en «ON» en el momento y durante el intervalo requerido. Cuando la centralita envía el negativo al inyector, el voltaje del circuito baja (teóricamente a 0V) y el combustible es inyectado. Cuando la centralita deja de

enviar masa el inyector se cierra y el voltaje del circuito alcanza un pico momentáneo, (Petrolheadgarage, 2023).

### Figura 10

*Inyector de Combustible de Gasolina*



Fuente: (Standardbrand, 2023)

#### **2.1.10. Constitución del Inyector del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto**

La conformación del inyector del motor a gasolina se la establece se lo establece en la tabla 3:

**Tabla 3**

*Partes del Inyector*

Pates del Inyector	Definición
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:	Esta 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.

---

### 2.1.11. Bobinas de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto

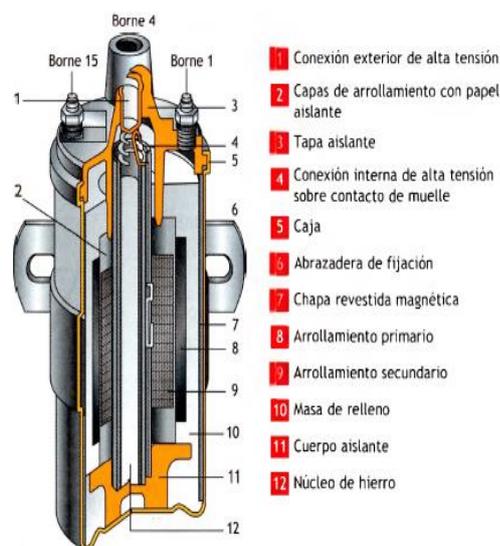
Las bobinas antiguas se las conoce como bobina de botella y muestra la siguiente estructura interna, ver figuras 11, está compuesta principalmente por un núcleo de hierro laminado dulce (12) aislado por la tapa y un cuerpo aislante insertado adicionalmente en el fondo, sobre el que van acoplados dos arrollamientos, para cual es necesario analizar lo siguiente:

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).

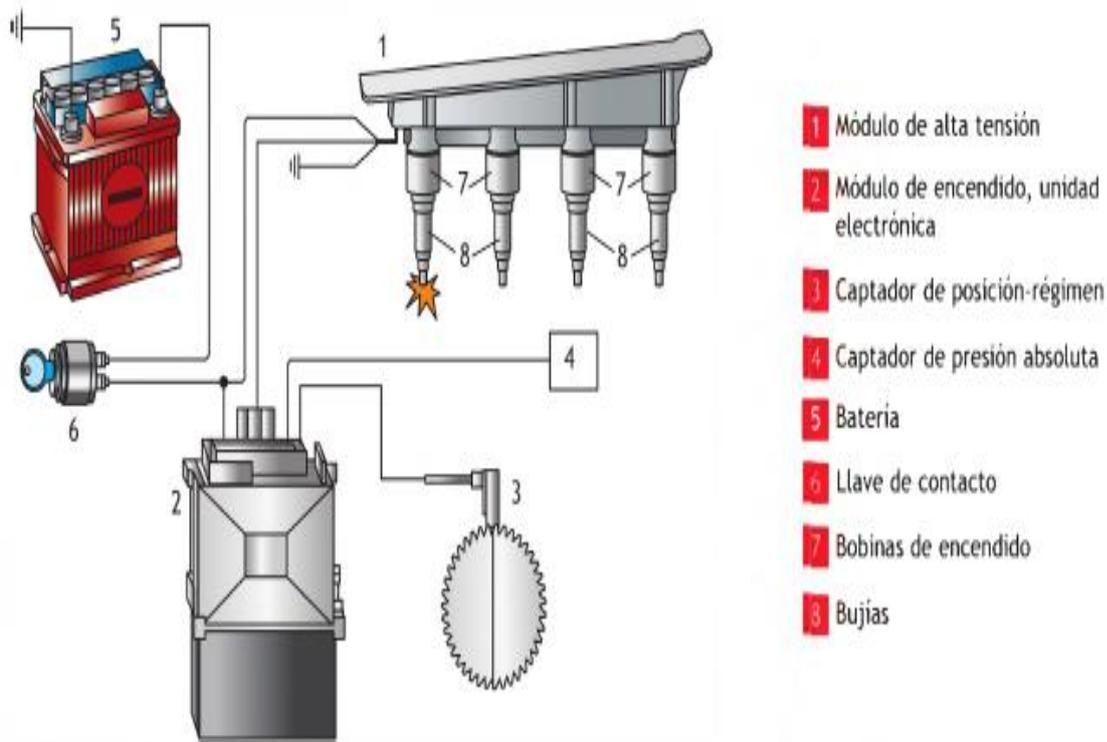
El arrollamiento secundario (9) compuesto por muchas espiras de hilo fino (20 000 a 30 000 de 0,06 a 0,08 mm de diámetro) y conectado eléctricamente mediante el núcleo con el borne central, existen otro tipo de bobina conocida como las bobinas DIS por sus siglas en inglés Direct Ignition System, el cual es un sistema de distribución de la alta tensión, (helloauto, 2023).

**Figura 11**

#### *Estructura Interna de la Bobina Convencional*



Fuente: (Sanchez, 2013)

**Figura 12***Sistema de Encendido DIS*

Fuente: (Sanchez, 2013)

**2.1.12. Bobinas de Encendido de Tipo COP**

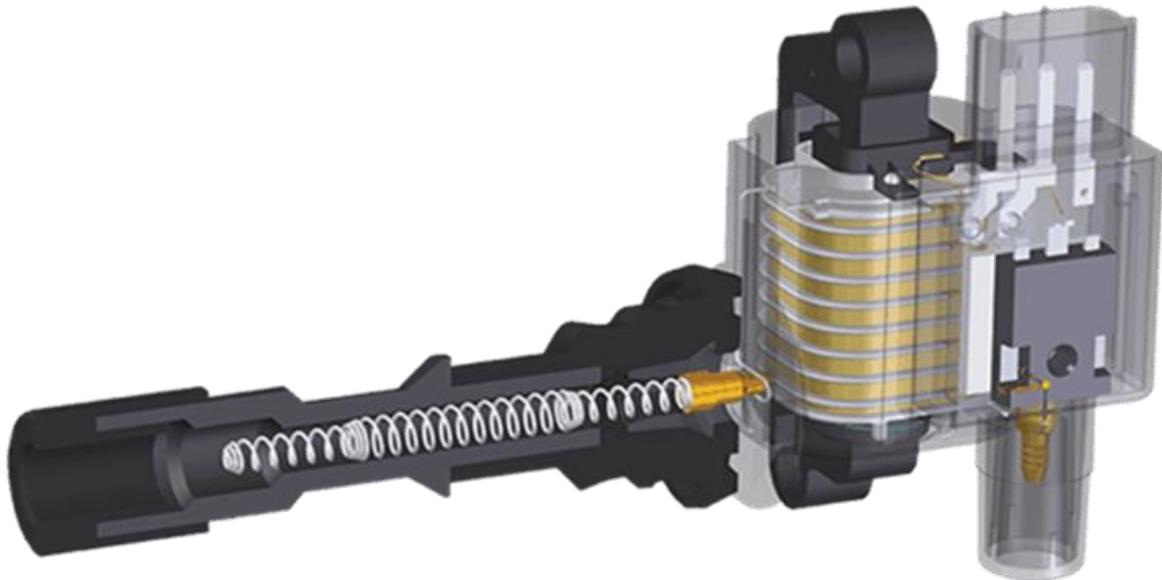
También se detalla las bobinas tipo COP; se las denomina así por sus siglas en inglés de Coil-on-Plug o bobina sobre bujía, y a cada cilindro le corresponde una bujía independiente, la PCM (módulo de control de transmisión) controla el funcionamiento de cada cilindro para asegurar una sincronización más precisa del encendido, menores emisiones y mejor economía de combustible.

La bobina de encendido convierte una corriente de bajo voltaje a energía de alto voltaje que se envía a la bujía para encender la mezcla de aire y combustible que se encuentra dentro del cilindro. Una bobina con bujía integrada está diseñada para realizar las funciones de ambos, de la bobina de encendido que genera la energía de la chispa y del cable de bujía que está diseñado para contener y enviar energía de alto voltaje a la bujía. Los

conjuntos de bobina con bujía integrada de Standard® están diseñados y probados para cumplir o superar las normas de los equipos originales para la energía de la chispa, la impedancia y la durabilidad, ver figura 13.

### **Figura 13**

#### *Bobina de Encendido Tipo COP*



Fuente: (Standardbrand, 2023)

Se encuentra sobre la parte superior de la cabeza del cilindro, justo sobre la bujía, (Bwdbrand, 2023), la bobina está conectada a la bujía por medio de un resorte conector de acero inoxidable y una funda protectora y de aislación, ver figuras 14 y 15.

Este tipo de bobinas dispone una configuración muy diferente a las demás, esta particularidad, es que no disponen de cables de alta, es decir van ubicadas justo arriba de cada bujía, con lo cual se simplifica resistencia a la alta tensión y se mejora la eficiencia del quemado, ver figura 16.

La configuración más sencilla de este tipo de bobinas es en la cual tiene dos pines de conexión, es este caso posee un transformador sencillo, en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro, en la gráfica se muestra una bobina de este tipo.

**Figura 14**

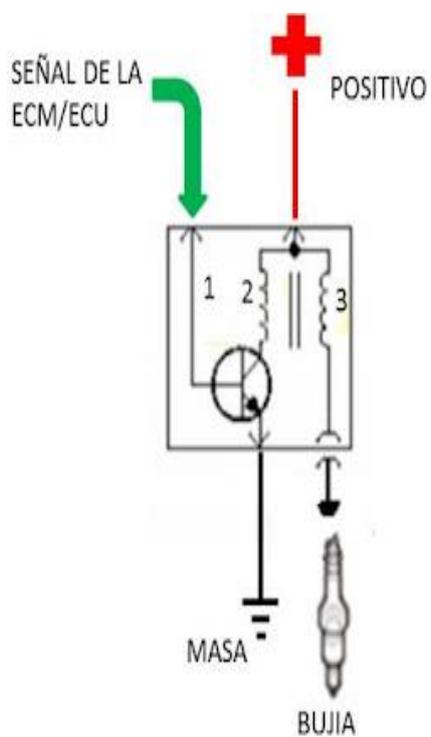
*Recubrimiento de Bobina Tipo COP*



Fuente: (Cise, 2023)

**Figura 15**

*Esquema de la Bobina COP*



Fuente: (Inyeccionelectronicamotores, 2023)

## Figura 16

### *Contextura de la Bobina COP*



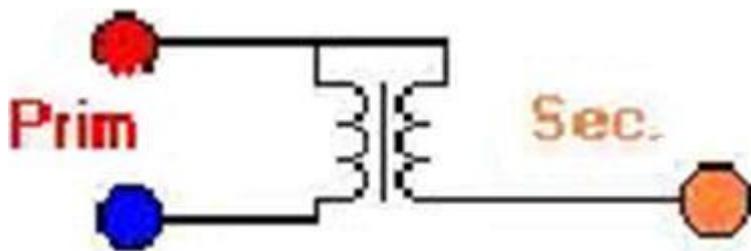
Fuente: (Cise, 2023)

La configuración eléctrica de este tipo de bobinas permite un arreglo en el cual se cuenta con un positivo de contacto, una activación por masa desde el PCM, y una salida de alta tensión hacia la respectiva bujía. El pin rojo corresponde a un positivo de contacto y el azul a masa.

El secundario comparte positivo con el primario, por lo tanto cualquier descarga de secundario se va a realizar buscando al final electrodo de masa de la bujía, si se quiere realizar una efectiva comprobación solo se tiene que colocar el osciloscopio en el primario de la misma forma que se ha trabajado en las bujías de configuración convencional, o los sistemas DIS, y la interpretación del oscilograma ofrece un efectivo diagnóstico, ver figura 17.

## Figura 17

### *Esquema de Activación de la Bobina COP*



Fuente: (Cise, 2023)

### 2.1.13. Gráficas de Bobinas de Encendido de Tipo COP

Las gráficas de las bobinas de encendido tipo COP son señales de forma irregular donde se puede apreciar que en la parte izquierda se puede ver la carga negativa de la bobina o la carga de la misma, luego se puede apreciar una estabilidad de la carga de la corriente hasta que se alcanza su máxima carga y se procede al disparo o descarga de la bobina, es este momento que se genera la chispa de la bujía en su máximo rango.

Después se visualiza la descarga de la bobina donde llega a su punto más bajo de energía, luego sube hasta una media para altura media de energía para luego bajar nuevamente, y se mantiene de esa forma hasta llegar a un estado de recarga para reiniciar su trabajo y nuevamente alcanzar su punto máximo de carga y generar la chispa necesaria en la bujía y poder encender la mezcla de aire y gasolina que se produce en el interior del cilindro y alcanzar su máxima expresión en el reducido espacio de la cámara de combustión, ver figura 18.

#### Figura 18

*Gráfica de la Bobina de encendido Tipo COP*



Fuente: (Cise, 2023)

## **2.2. Definición de Osciloscopio Automotriz**

El término osciloscopio se utiliza para nombrar el instrumento de medición electrónica para la visualización de señales eléctricas en un tiempo determinado. Estas señales se expresan en gráficas en las que un haz de electrones atraviesa un eje de coordenadas en una pantalla de fósforo. La amplitud se representa en el eje vertical y el tiempo, en el eje horizontal. La imagen que resulta de la medición se conoce como oscilograma, (Ferrovial, 2023).

Todo osciloscopio tiene conmutadores que facilitan el ajuste del rango de tiempo y voltaje. Además, dispone de tres controles reguladores de la señal de entrada para medirla y visualizarla en la pantalla del equipo:

Control regulador del eje X: es decir, el horizontal, para medir el tiempo, ya sea en microsegundos, milisegundos o segundos.

Control regulador del eje Y: es decir, el vertical, para medir el voltaje de la señal de entrada, ya sea en volts, milivolts, microvolts, etc.

Control de ajuste del disparo: también conocido como trigger, por su nombre en inglés, para sincronizar las ondas repetidas periódicamente.

### **2.2.1. Tipos de Osciloscopios Automotrices**

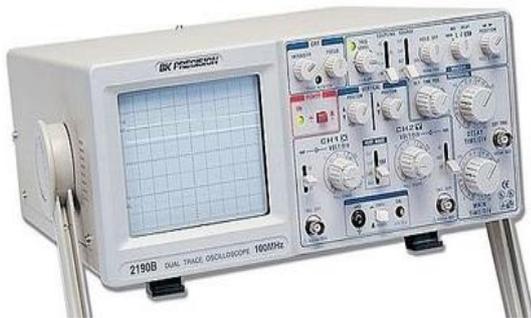
Existen dos tipos de osciloscopio en el mercado los analógicos y los digitales:

Osciloscopio Analógico; presenta una pantalla de tubo de rayos catódicos, varios canales verticales, uno horizontal, una base que marca el tiempo y un sistema de disparo. La tensión que mide es generada a través de un circuito cuya frecuencia puede ajustarse en un rango muy amplio de valores, permitiendo adaptarse a la frecuencia de la señal que se está midiendo, mientras los osciloscopios analógicos tienen una pantalla CRT (es decir, un tubo de rayos catódicos, por sus siglas en inglés Cathode Ray Tube), los digitales incluyen pantallas LED mucho más nítidas y potentes, este tipo de osciloscopio tiene un ancho de banda menor.

Es por esta razón que se trata de un instrumento cada vez más obsoleto, quedando desplazado por los digitales, ver figura 19.

### **Figura 19**

#### *Osciloscopio Analógico*



Fuente: (Over-blog, 2023)

Osciloscopio Digital; esta modalidad destaca por sus facilidades de manipulación, ya que puede mostrar, decodificar y guardar de forma digitalizada la señal de entrada. Esta función es producto de la asignación de un código binario a la señal que entra de forma analógica, por lo que es necesario que el instrumento cuente con un conversor análogo-digital (ADC). Una vez almacenados los datos en una memoria, el aparato puede realizar los cálculos de la señal, ver figura 20.

### **Figura 20**

#### *Osciloscopio Digital*



Fuente: (Finaltest, 2024)

### **2.2.2. Descripción del Osciloscopio Automotriz**

Es un instrumento que permite visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros: Frecuencia, periodo, amplitud, valores máximos y mínimos, en un osciloscopio automotriz se puede ver gráficamente como las señales cambian con el tiempo. Ya que cuenta con un eje vertical “Y”, que representa el voltaje y un eje horizontal “X” que representa el tiempo, permite visualizar señales eléctricas en tiempo real y medir sus principales parámetros como:

- Amplitud (V).
- Período (ms).
- Frecuencia (Hz).
- Ancho de pulso (ms).
- Ciclo Útil de trabajo (%).

Se utiliza en el diagnóstico automotriz porque permite el análisis de las formas de onda típicas (oscilogramas) que caracterizan el funcionamiento de componentes y circuitos de los sistemas eléctrico y electrónico del vehículo, el osciloscopio permite observar el cambio de la tensión de una señal eléctrica en función del tiempo. Se conecta similar a un voltímetro, es decir en paralelo al circuito a medir y tiene una alta impedancia de entrada, típicamente de  $1M\Omega$ , para no afectar el valor de la medición ni el circuito diagnosticado.

### **2.2.3. Características del Osciloscopio Automotriz**

Al usar un osciloscopio de tipo automotriz o digital, ver figura 21, existen tres cosas que se deben ajustar:

- La amplitud de la señal (volts/div)
- La base del tiempo (sec/div)
- El gatillo o disparador (TRIGGER) para estabilizar una señal repetitiva.

En el mercado se encuentran diferentes tipos de osciloscopios, pero las funciones de operación van a ser iguales en todos los modelos independientemente de las funciones adicionales que se tengan. Lo primero es interpretar que el osciloscopio automotriz, grafica la señal en función del tiempo y del voltaje.

### Figura 21

#### *Tipos de Osciloscopios Automotrices*



Fuente: (Autosoporte, 2023)

## Capítulo III

### Metodología

#### 3.1. Mantenimientos Aplicados al Área Automotriz

El mantenimiento que se aplica a los vehículos es de suma importancia para conservar su óptimo estado de funcionamiento, por este motivo se hace referencia a los tipos de mantenimientos que se aplican, generalmente se basa en la recolección de datos por medio de un seguimiento exhaustivo del vehículo que se va a analizar (Prodwaregroup, 2023), se toma en cuenta dos variables:

- Hace referencia a los datos específicos del vehículo; es decir todo lo que se relaciona con su funcionamiento; tales como por ejemplo las horas trabajadas o kilómetros de recorridos, las presión y los caudales a los que trabaja, el voltaje, el calentamiento de los componentes, etc.
- También se recolectan datos externos que pueden condicionar el trabajo que realiza; tales como la temperatura ambiente y humedad del entorno, vibraciones a las que esté sometido por el tipo de trabajo que hace, desplazamientos del equipo. Por este motivo se analizan los siguiente tipos de mantenimiento.

##### 3.1.1. *Mantenimiento Predictivo*

Este tipo de mantenimiento es capaz de predecir cuándo pueden producirse averías y prevenirlas antes de que sucedan, toma como base toda la información recogida, a las condiciones de funcionamiento y a las acciones realizadas previamente, por este medio se puede detectar posible fallos potenciales y actúa de acuerdo con un conjunto de acciones previas diseñado para evitar que ocurran las incidencias, (petrolheadgarage, 2023). Este es el tipo de mantenimiento más avanzado tecnológicamente y que mejor puede satisfacer al cliente. Utiliza recursos innovadores de sensorización, inteligencia artificial, analítica predictiva, aprendizaje automático, etc.

### **3.1.2. *Mantenimiento Basado en las Condiciones***

A partir de la monitorización del funcionamiento de los equipos, del diagnóstico realizado a partir de las acciones correctivas o de las preventivas y en base a las condiciones en las que trabaja el aparato, de su entorno, de su utilización o de su patrón de funcionamiento; por esta razón se puede planificar, adelantar o atrasar las intervenciones de mantenimiento, (Prodwaregroup, 2023).

Estas acciones podrían programarse o ejecutarse en tiempo real mediante el uso de sensores que detectan niveles anómalos y envían una señal para iniciar el protocolo de mantenimiento concreto en cada caso.

### **3.1.3. *Mantenimiento Preventivo***

La principal función es la de mantener un nivel de servicio óptimo en los equipos mediante la planificación de acciones de mantenimiento orientadas a evitar que se produzcan incidencias y fallos, por ello se utiliza la información obtenida en datos histórico de funcionamiento del vehículo. Al aplicar este tipo de mantenimiento se logrará prolongar el tiempo de funcionamiento del vehículo.

### **3.1.4. *Mantenimiento Correctivo***

Son acciones que se realizan o aplican para a corregir los problemas que se presentan. Usualmente es de tipo reactivo, es decir que se procede a realizarlo una vez que se ha presentado un fallo y se produce la paralización del vehículo, se procede a reemplazar piezas y elementos o al desmontaje para dar mantenimiento de calibración y/o reemplazo de elementos internos, se bien es cierto este mantenimiento se va a presentar en cualquier momento el aplicar la secuencia de mantenimiento descrito se podría reducir al mínimo la paralización del vehículo.

### ***3.1.5. Métodos Aplicados en el Presente Trabajo de Investigación***

Para este caso se aplicó el sistema del método deductivo, donde se realizó el análisis de la información generalizada acerca de la problemática; esta acción se la realizó de forma particular para analizar los resultados del estudio, por medio de la técnica de la observación directa; la investigación realizada se la aplicó mediante la modalidad de campo, por medio de un enfoque cuantitativo debido a que se aplican técnicas de investigación que benefician los datos numéricos y porcentuales.

De esta forma en particular se puede cuantificar el beneficio tanto para el cliente como para el taller mecánico de diagnóstico y reparación automotriz, por medio de la optimización del recursos, es decir aplicando el uso del osciloscopio automotriz, el mismo que sirve para realizar el análisis de vehículos, en cuanto a los sistemas eléctricos y electrónicos, en este caso se analiza las bobinas del vehículo Chevrolet Sail.

### ***3.1.6. Tipos de Estudios Aplicados en el Presente Trabajo de Investigación***

En este caso se aplicó tres tipos de investigación los mismos que son los siguientes: investigación descriptiva, investigación bibliográfica y la investigación de campo.

#### ***3.3.1 Investigación Descriptiva Aplicada al Trabajo***

Para este tipo de trabajo la investigación descriptiva permite analizar a detalles la situación problemática referente a los de aplicación del diagnóstico de las bobinas del vehículo Chevrolet Sail, además de las posibles fallas en otros sistema relacionados a la electricidad y la electrónica del motor, así como el tiempo improductivo por el reproceso.

#### ***3.3.2 Investigación Bibliográfica***

Por medio de la investigación bibliográfica fue posible recabar información de libros, enciclopedias, revistas, guías y portales de internet que se relacionan con la temática en estudio, referentes a la optimización del proceso de diagnóstico de sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, en este caso de forma específica del vehículo Chevrolet Sail.

### 3.3.3 *Investigación de Campo*

La investigación de campo se aplicó para la optimización del proceso de análisis de los sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos por medio del uso del osciloscopio automotriz, permitiendo la aplicación de un experimento para probar el objetivo principal del trabajo investigativo.

### 3.4 **Descripción del Proceso Evaluativo**

Para realizar el proceso de diagnóstico en los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo Chevrolet Sail se utilizó, el osciloscopio del equipo FSA 740 de la marca Bosch, ver figura 18, el cual se desarrollara en el taller automotriz Checopart's ubicado en el país de Ecuador dentro de la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en las calles Tulcán y Clemente Ballen, este establecimiento o taller, tiene áreas específicas para el trabajo de diagnóstico de sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, ver figura 22.

### **Figura 22**

*Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch*



Fuente: (Bosch, 2024)

### **3.5 Descripción del Equipo de Diagnóstico FSA 740**

El equipo de diagnóstico FSA 740 es un módulo de medición que servirá en el taller como elemento comprobador rápido y preciso de los sistemas eléctricos de los vehículos, incluye un cómodo carro de taller y está equipado con un sistema informático de última generación; es una alternativa muy eficaz a la hora de aplicar la comprobación de componentes eléctricos y electrónicos.

Posee un osciloscopio de 2 canales de altas prestaciones, adicionalmente ofrece una impresionante tasa de muestreo de 50 MS/s, ayuda a los técnicos a capturar imágenes de la forma de las ondas con una elevada precisión y resolver rápidamente los problemas eléctricos para poder ofrecer una rápida solución a los clientes, (Bosch, 2024).

#### **3.5.1 Características del Equipo FSA 740**

El equipo FSA 740 posee las siguientes características:

- Sistema Premium de medición.
- Comprobación de componentes sin necesidad de desmontarlos con 50 pruebas preconfiguradas: El ahorro de tiempo y la localización precisa de problemas en los componentes mejora la productividad del taller.
- Medición de descarga de batería de 24 horas: El extenso equipamiento de medición electrónica es de gran ayuda con los problemas de las baterías difíciles de localizar y diagnosticar.
- Generador de señales para la comprobación de los sensores instalados: Máxima eficiencia para la comprobación de componentes eléctricos y electrónicos.
- Estructura clara de los menús en el software SystemSoft[plus]: Los pasos intuitivos permiten una comprobación más rápida y eficiente.

- Concepto modular: Ampliación con el KTS 560, el software de diagnóstico ESI[tronic] Evolution, con módulos de la serie BEA para la medición de gases de escape, o con FSA 050 para un mejor análisis de los vehículos eléctricos e híbridos.
- Conectividad inalámbrica: Conecte con Bosch Connected Repair u otras redes de taller para ayudarle a trabajar con mayor eficiencia.

### 3.5.2 Datos Técnicos del Equipo FSA 740

Los datos técnicos del equipo FSA se los detalla en la tabla 4:

**Tabla 4**

*Datos Técnicos del Equipo FSA 740*

Osciloscopio de 2 canales	Tasa de escaneado 50 MS/s
Generador de señales	10 to 12 V con 4 formas de señal, 1 Hz a 1 kHz
Rango de medición de voltaje	0 a 60 V
Rango de medición de corriente	0 a 1000 A
Rango de medición de resistencia	0 a 1 M $\Omega$
Rango de medición del voltaje de encendido	hasta $\pm$ 50 kV
Rango de medición de la velocidad de rotación	100 a 12 000 1/min
Rango de medición de la temperatura del aceite	-20 °C a 150 °C
Rango de medición de la temperatura del aire	-20 °C a 100 °C
Rango de medición de la presión (atmosférica)	-800 hPa a 1500 hPa
Rango de medición de la presión de líquido	0 a 1000 kPa
Número de pruebas de componentes	50 preconfiguradas
Numero de procedimientos de prueba guiados	18 (con valores establecidos)
Número de señales del sensor visibles simultáneamente	6

Almacenaje de secuencias de señales	Sí
Fuente de alimentación	220 V CC - 240 V AC, 50 / 60 Hz, 700 W
Rango de temperatura de funcionamiento	5 °C a 40 °C
Dimensiones (an x al x pr)	1740 x 860 x 760 mm
Peso	95 kg

Fuente: (Bosch, 2024)

### 3.6 Pasos Para Realizar el Análisis de las Bobinas Tipo COP

1. El primer punto es verificar que todos los implementos del escáner estén en buen estado, elementos que se visualizan en la figura 23, en la figura 24 se puede apreciar los accesorios que porta el equipo de diagnóstico, FSA 740 de Bosch.

#### Figura 23

*Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch*



Fuente: (Bosch, 2024)

**Figura 24**

*Accesorios del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch*

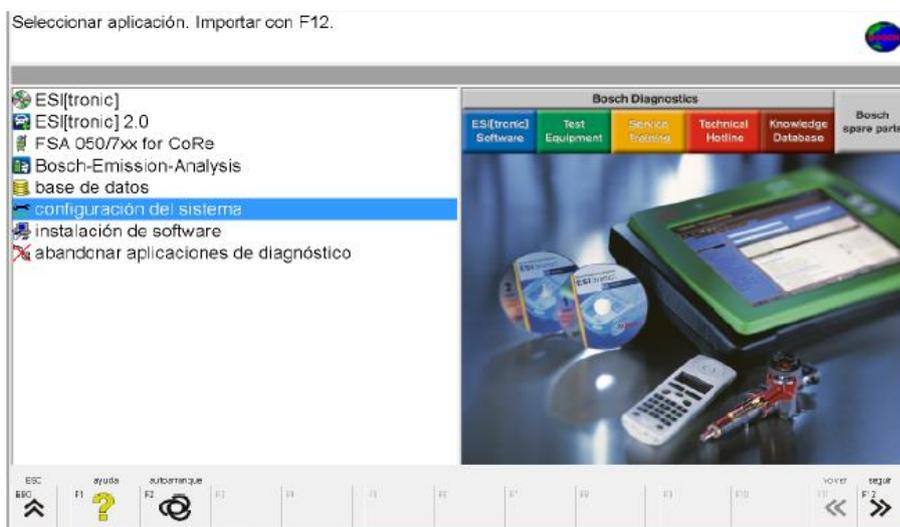


Fuente: (Bosch, 2024)

2. Luego se procede al encendido del equipo, y se encuentra la siguiente interfaz que se muestra en la figura 25, pide la configuración del sistema, se escoge la opción de osciloscopio universal, ver la figura 26.

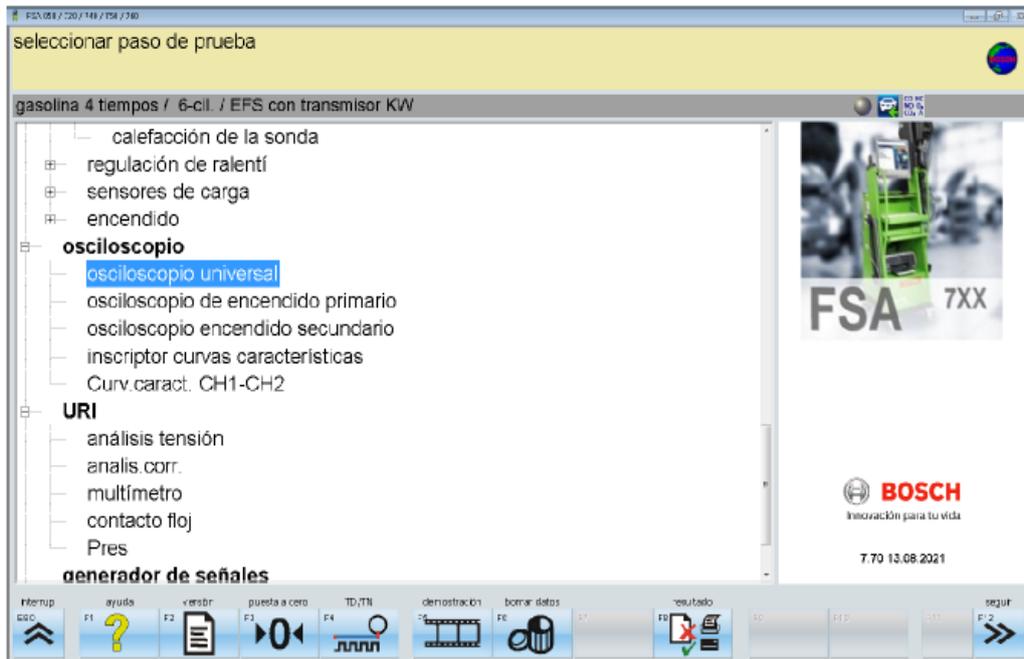
**Figura 25**

*Interfaz del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch*



**Figura 26**

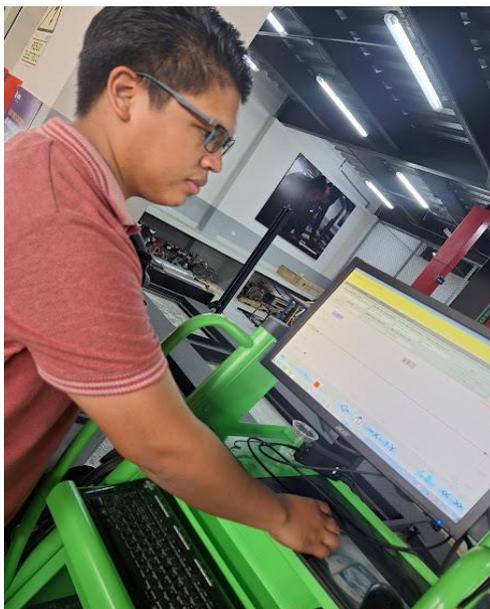
*Interfaz del Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch*



3. Luego se elige la opción de seleccionar los elementos que se van a diagnosticar en este caso son las bobinas del motor del vehículo Chevrolet Sail, hay que destacar que en este caso son bobinas de tipo COP, figura 27.

**Figura 27**

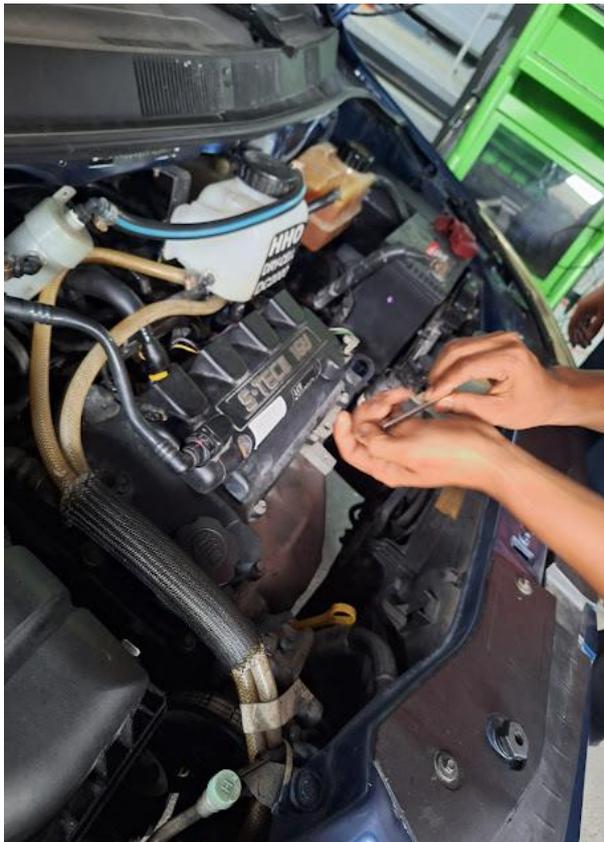
*Selección de Elementos con el Equipo de Diagnostico FSA 740*



4. En el siguiente paso se utiliza un hexágono para proceder a retirar la tapa o protección superior del cabezote o culata del motor, de esta forma se puede visualizar la parte superior de las bobinas, tal como se puede visualizar en la figura 28.

### **Figura 28**

#### *Retiro de la Tapa Superior del Motor*

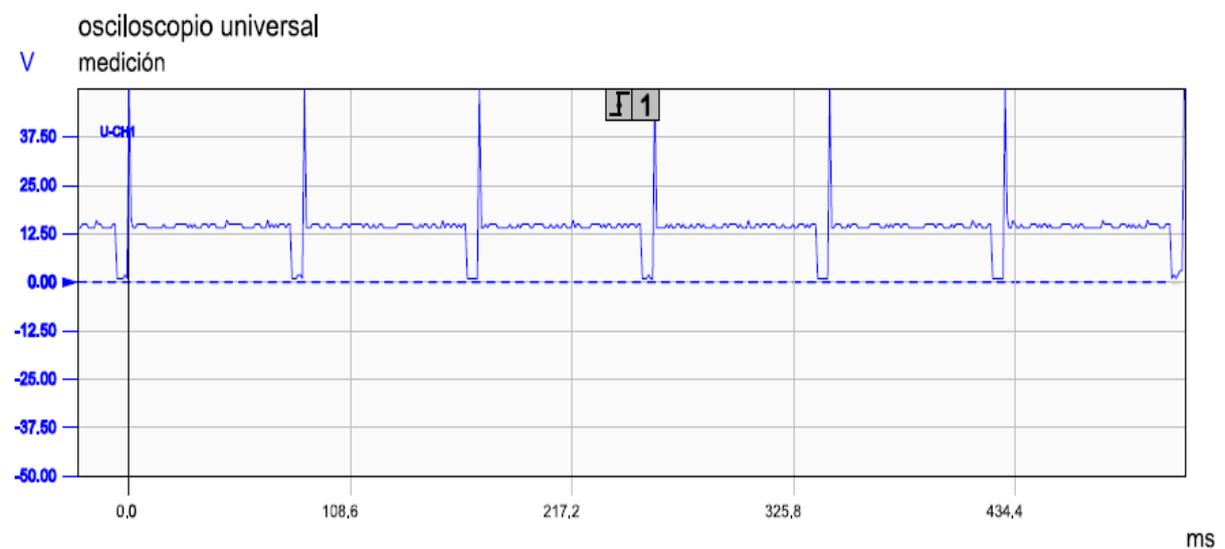


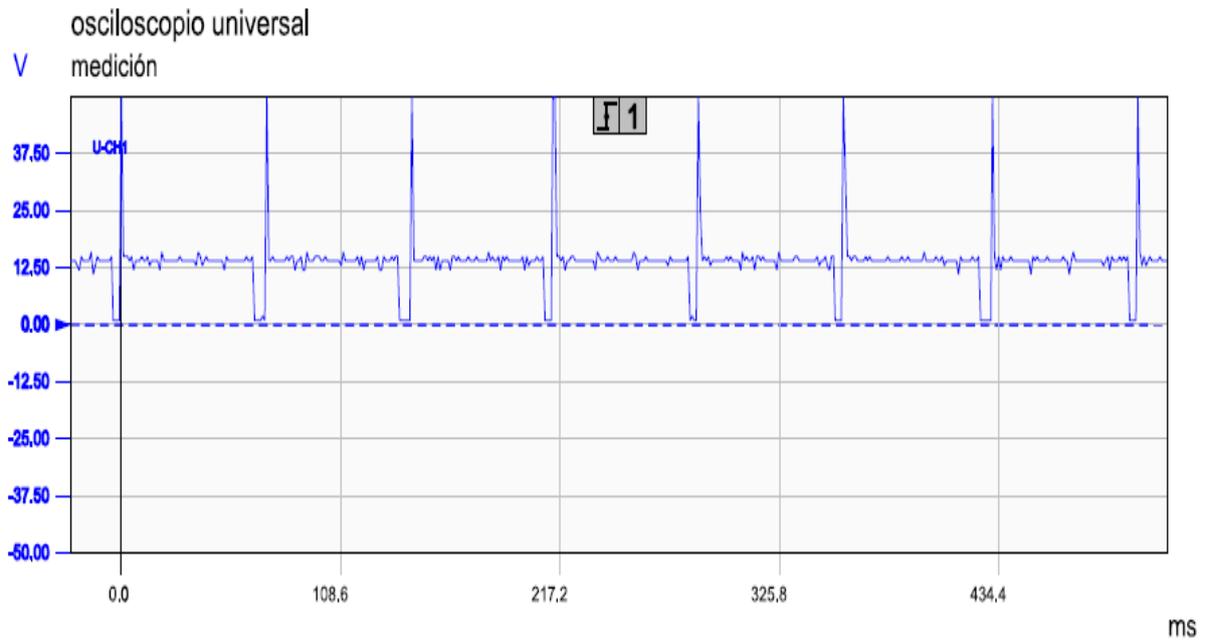
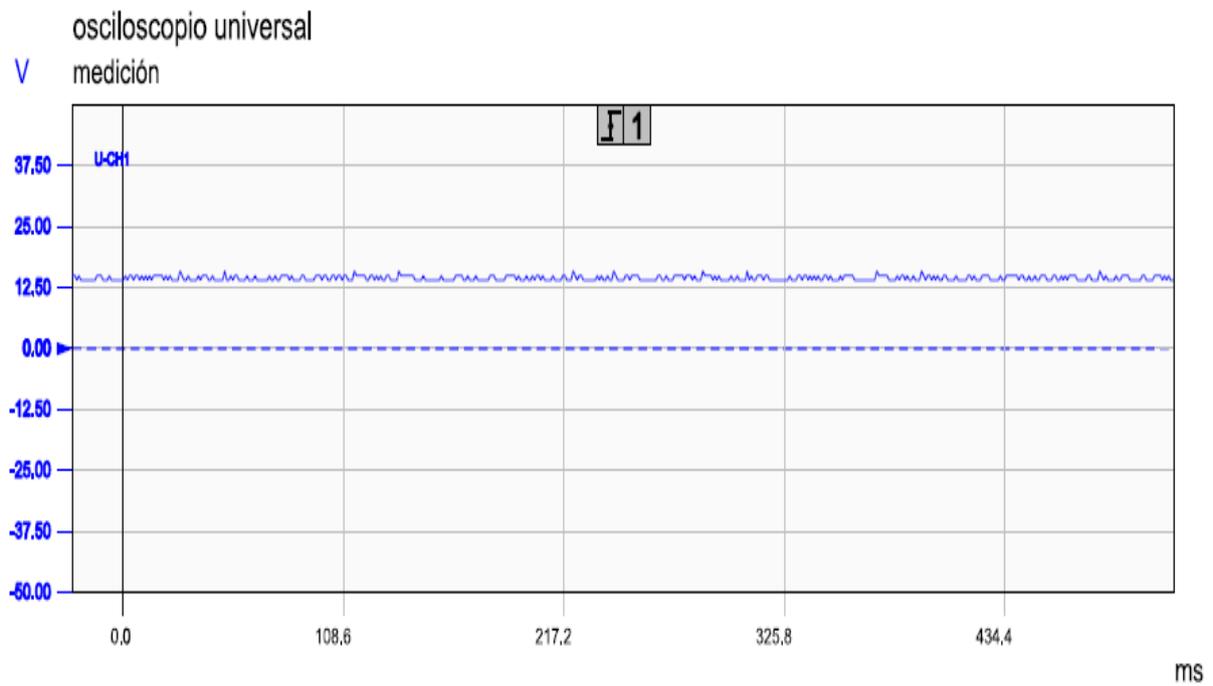
5. Seguido se procede a utilizar la pinza de medición de pulsos la misma se la ubica en la parte superior de las bobinas, ver figura 29, de este modo se puede ver las curvas que se generan en la pantalla, este acción se lo realiza en cada una de las bujías para visualizar las gráficas de cada una de ellas.

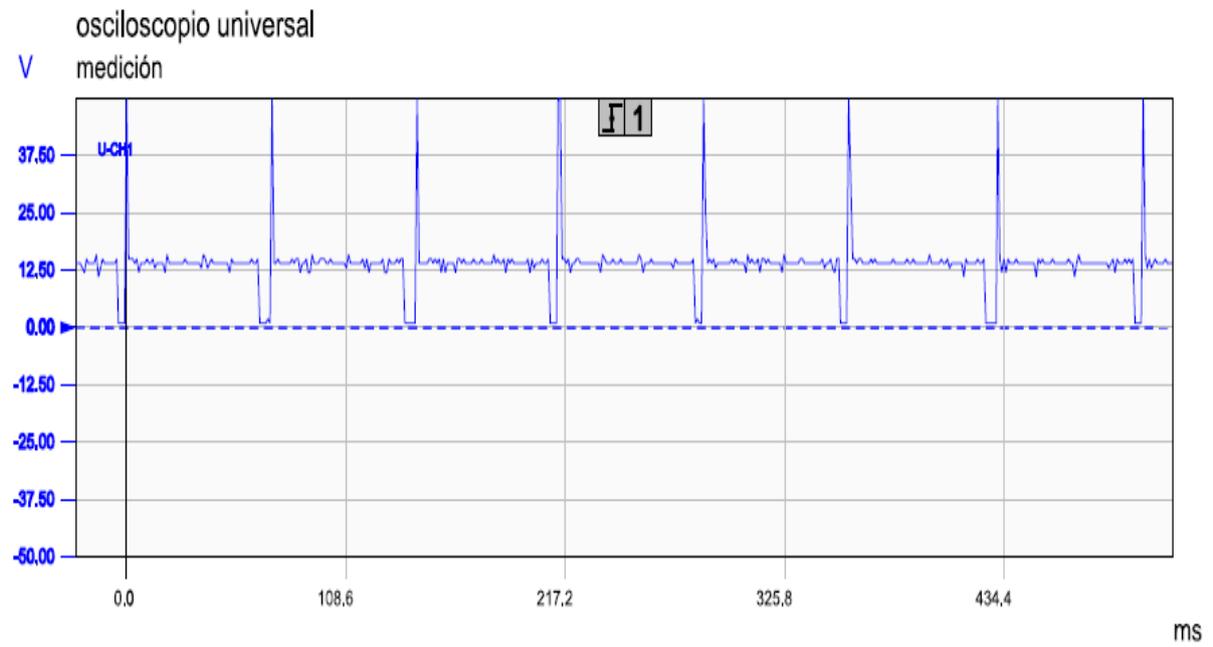
De esta forma visualiza el estado de funcionamiento, en este momento se puede realizar la comparativa de la gráfica que se visualiza al momento de estar en funcionamiento todas las bobinas del motor del vehículo Chevrolet Sail, la pinza de medición de pulsos se la debe conectar en el canal 2 del osciloscopio automotriz.

**Figura 29***Pinza de Medición de Pulsos*

6. Luego de puede apreciar en la pantalla del equipo de diagnóstico FSA 740 las gráficas mostradas en cada bobina las cuales se las puede apreciar en las figuras 30, 31, 32, 33 siendo las gráficas de las figuras de las bobinas 1, 2, 3 y 4 de forma respectiva.

**Figura 30***Grafica Generada por la Bobina 1*

**Figura 31***Grafica Generada por la Bobina 2***Figura 32***Grafica Generada por la Bobina 3*

**Figura 33***Grafica Generada por la Bobina 4*

## Capítulo IV

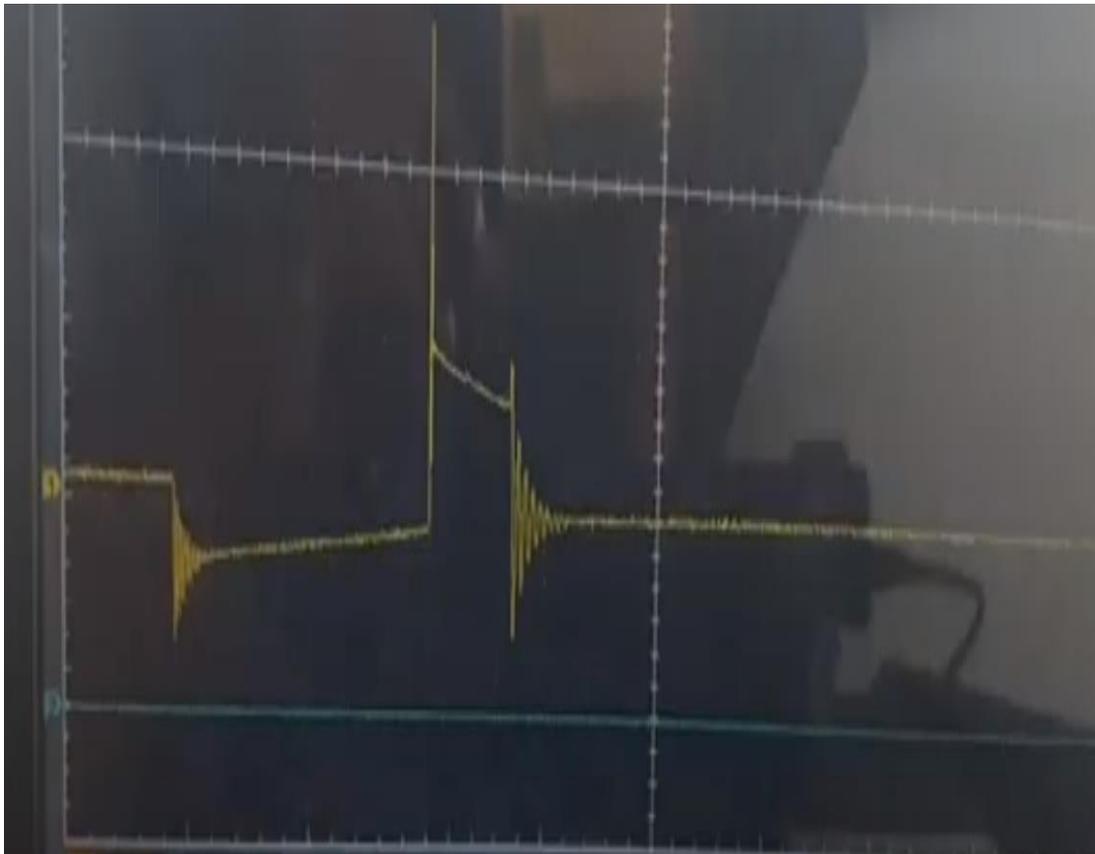
### Análisis de Resultados

#### 4.1 Análisis de Datos Obtenidos

En el momento de obtener las gráficas generadas por cada una de las bobinas tipo COP de motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail, se puede visualizar si alguna muestra un patrón diferente en las gráficas relacionadas con las emitidas por el fabricante, la misma que se puede visualizar en la figura 34

#### Figura 34

*Gráfica de la Bobina de encendido Tipo COP*



Fuente: (Cise, 2023)

Para este objetivo se utilizó el equipo diagnóstico automotriz FSA 740 de la marca Bosch, el mismo que es un instrumento de gran utilidad para realizar diagnósticos del los

diferentes sistema eléctricos y electrónicos de los diferentes vehículos, en este caso de forma exclusiva se realiza el análisis de las bobinas tipo COP.

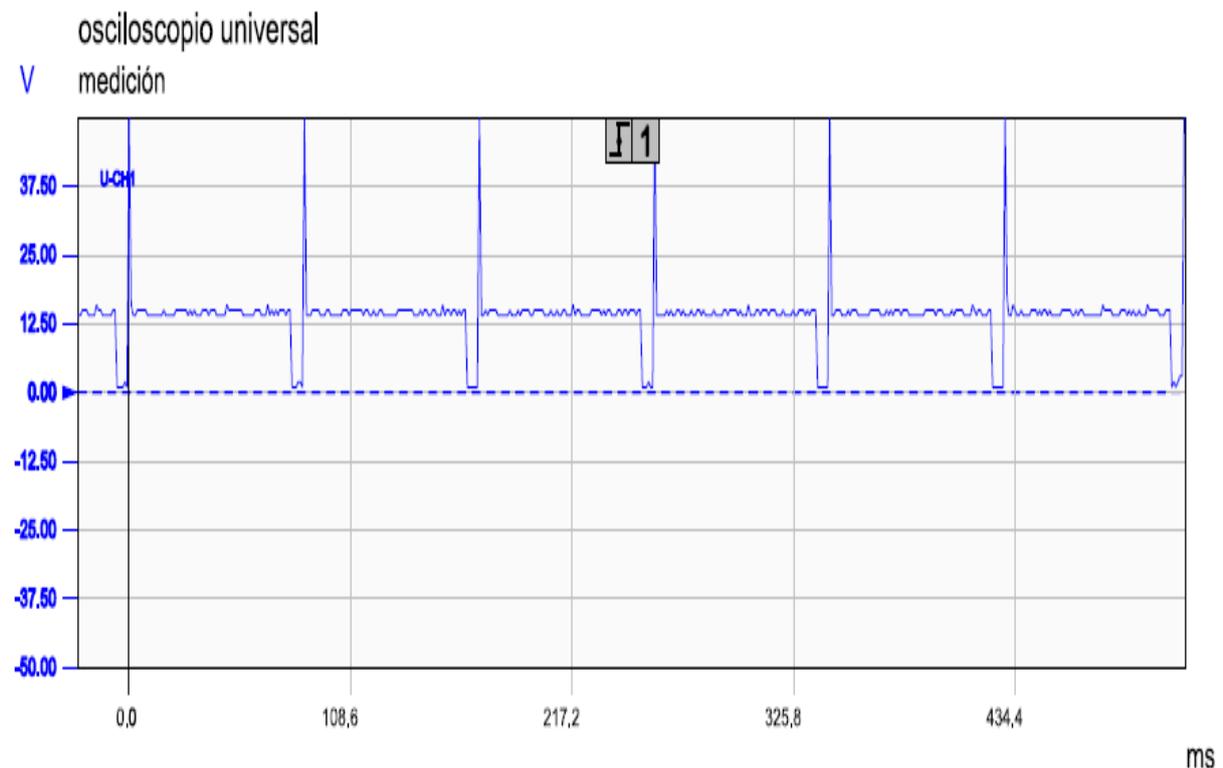
#### 4.1.1. Análisis de los Gráficas Obtenidos

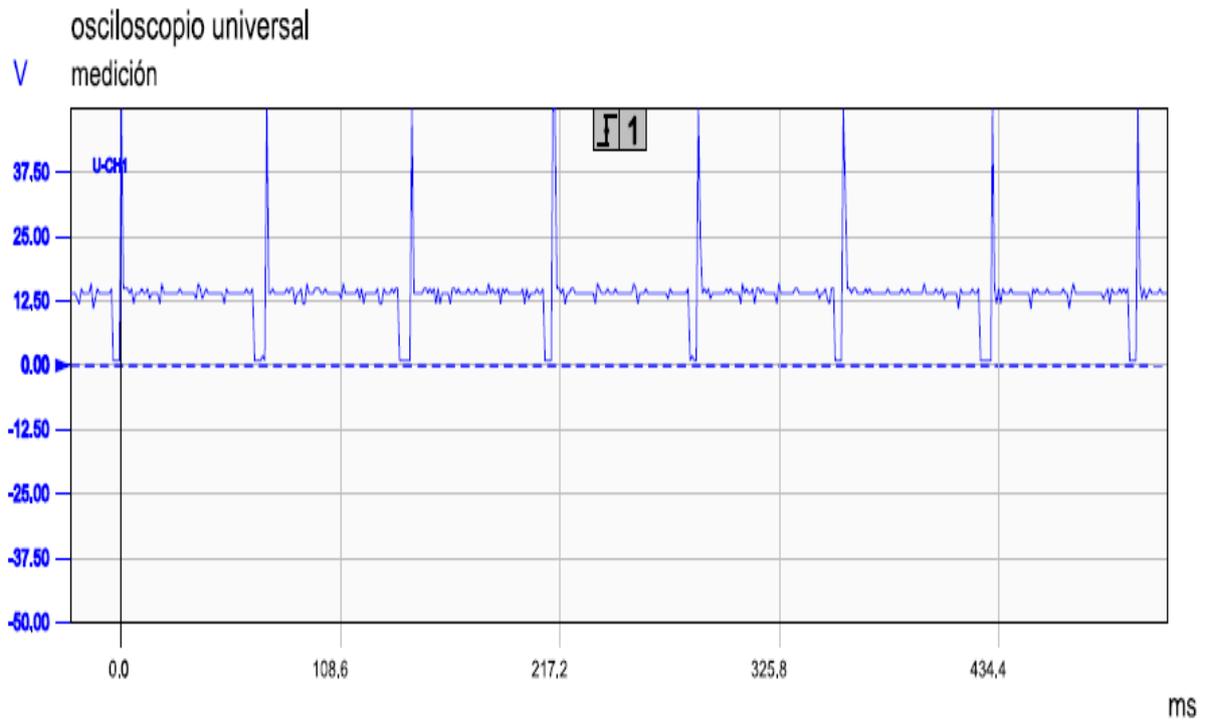
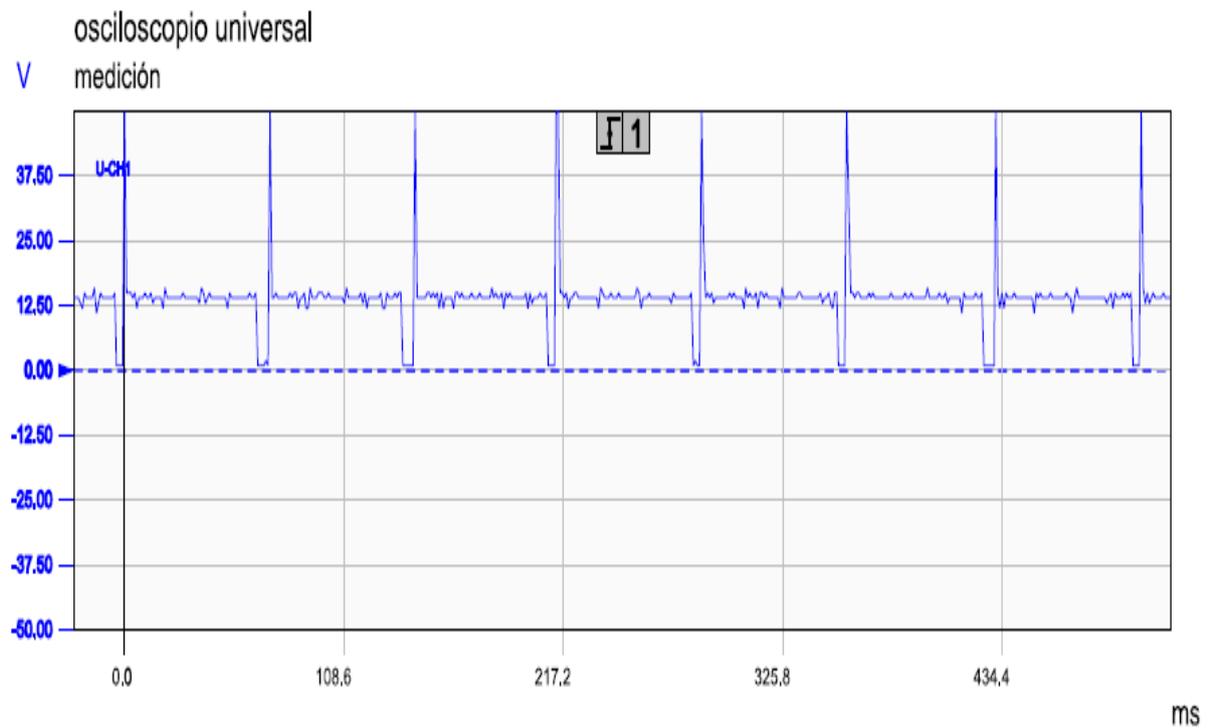
Para alcanzar el análisis de las gráficas que se obtuvieron en el funcionamiento individual de cada una de las bobinas tipo COP del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail es de gran relevancia conocer que en este tipo de investigación se debe conocer de forma previa el conocimiento de la forma original de la curva que generan este tipo de bobinas, con el objetivo de poder realizar una comparativa con las gráficas originales.

Para la presente investigación se pudo determinar que de las cuatro bobinas analizadas la bobinas 1, 2 y 4 no presentaron problemas, es decir que las gráficas que se visualizan están dentro de los parámetros establecidos por el fabricante; lo aseverado se puede visualizar en las figuras 35, 36 y 37.

#### Figura 35

*Curva de Funcionamiento de la Bobina 1*

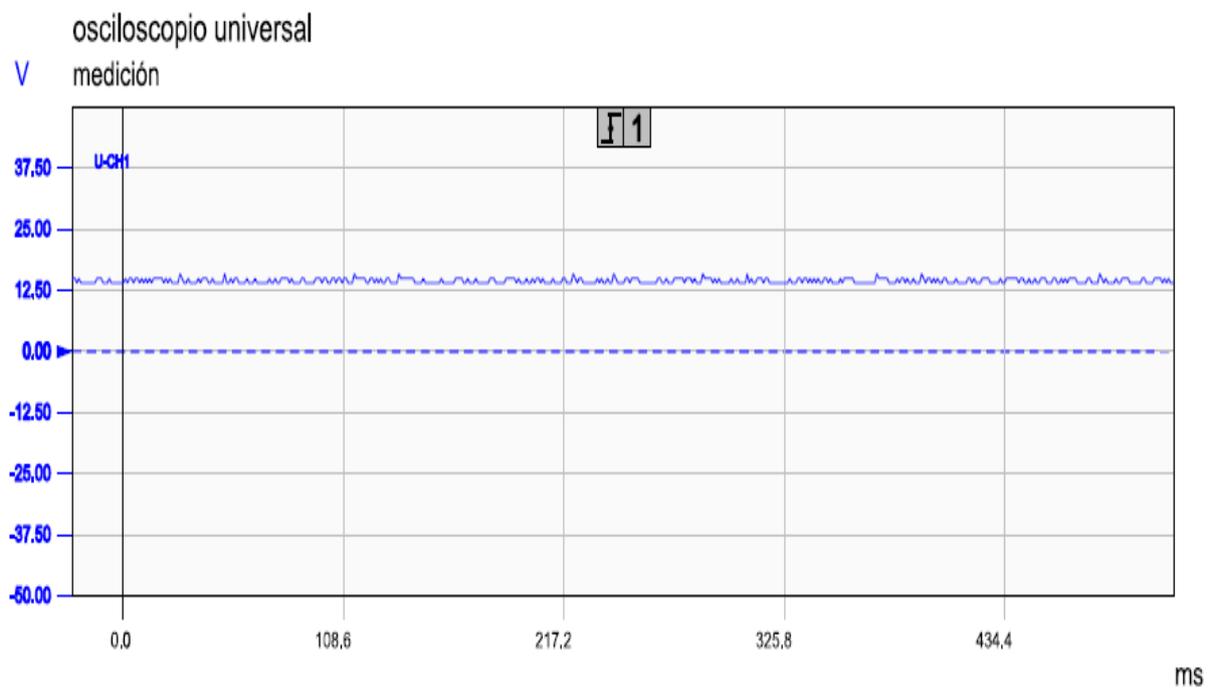


**Figura 36***Curva de Funcionamiento de la Bobina 2***Figura 37***Curva de Funcionamiento de la Bobina 4*

Mientras que, por medio de las gráficas generadas al momento de realizar el análisis de las bobina 3 se pudo observar que la gráfica generada esta fuera d ellos parámetros establecidos por el fabricante, ver figura 38; en base a este análisis se pudo determinar que la bobina 3 se encuentra en mal estado, pudiendo esto ser una probable causa por el cual el motor del vehículo cuando está funcionamiento y alcanza su máxima temperatura de funcionamiento presenta problemas en su desempeño, es decir existe un caída en su potencia, además se esto se pudo comprobar que también existe un problema en al inyector 1.

### Figura 38

*Curva de Funcionamiento de la Bobina 3*



## Conclusiones

Se realizó el análisis de las gráficas de funcionamiento de todas las bobinas tipo COP del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz, esta comparativa se la realizó tomando como base las gráficas establecidas por el fabricante, en este caso las bujías 1, 2 y 4 no se presentaron problemas, es decir estaban dentro de los parámetros de funcionamiento apropiado, en cuanto la bobina 3 presentó problemas en su funcionamiento, es decir no estaba dentro de lo establecido por el fabricante, su gráfica se mostraba casi como una línea recta, no estaba realizando el efecto de electromagnetismo, es decir el momento de carga máxima y descarga de la energía necesaria para realizar el salto de la chispa en la bujía.

Se logró recopilar la información adecuada y necesaria para entender el funcionamiento de las bobinas tipo COP utilizadas en el vehículo Chevrolet Sail 1.4, lo cual sirvió como base para el desarrollo del presente proyecto.

Se estableció una secuencia apropiada para realizar el diagnóstico de las bobinas tipo COP, tomado en cuanto que en el presente proyecto se utilizó el osciloscopio del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740, el cual es de gran utilidad para analizar elementos eléctricos y electrónicos.

Se realizó la comparación de las gráficas obtenidos en el análisis de las bujías tipo COP donde se pudo determinar que la bobina 3 se encuentra en mal estado.

### **Recomendaciones**

Se recomienda alcanzar el conocimiento teórico y práctico del adecuado funcionamiento de las bobinas tipo COP, además de las gráficas ideales de funcionamiento establecidas por el fabricante para alcanzar un diagnóstico adecuado de su funcionamiento.

Se recomienda entender el funcionamiento del equipo FSA 740 de Bosch el mismo que es de gran utilidad para diagnosticar los elementos eléctricos y electrónicos de los automóviles, considerando que también tiene un osciloscopio incluido en sus software, el cual nos sirvió para desarrollar el presente proyecto.

Se recomienda realizar el cambio de la bobina 3 que se encuentra en mal estado para mejorar el desempeño en cuanto a potencia se refiere del motor del vehículo Chevrolet Sail.

## Bibliografía

- Actualidadmotor. (2022). <https://www.actualidadmotor.com/cables-de-bujias/>
- AutoAvance. (2022): <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/105-distribuidor-de-encendido/>
- Autoplanet.pe. (2023). <https://autoplanet.pe/blog/que-funcion-cumple-la-bateria-de-un-auto/#:~:text=Las%20bater%C3%ADas%20tienen%20como%20funci%C3%B3n,reca rg%C3%A1ndose%20por%20medio%20del%20alternador.>
- Autosoporte. (2023). <https://autosoporte.com/analisis-tecnico-del-uso-del-osciloscopio-automotriz/>
- Bosch. (2024). <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnosis/analisis/analisis-de-sistemas-del-veh%C3%ADculo/fsa-740-sin-kts-560/>
- Boschecuador. (2023). <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>
- Buscadordealleres. (2023). <https://buscadordealleres.com/blog/tipos-de-bujias-fabricadas-por-ngk/>
- Bwdbrand. (2023). <https://www.bwdbrand.com/media/3375/bw10235uf0-sp-jun16.pdf>
- Cise. (2023). <https://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/846-bobinas-cop-multichispa.html>
- como-funciona. (2023): <https://como-funciona.co/el-encendido-del-motor-sistema/>
- Conauto. (2023): <https://www.conauto.com.ec/index.php/launch-scanner-x-431-pro-v-5-0/>
- Ferrovial. (2023). <https://www.ferrovial.com/es/stem/osciloscopio/#:~:text=El%20t%C3%ADpo%20de%20osciloscopio,que%20se%20usa%20para%20diagnosticar%20fallos%20en%20el%20motor.>
- Finaltest. (2024). <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-9.htm>
- Fullmecnica. (2023). <https://www.fullmecnica.com/definiciones/i/1490-mecanica-automotriz-gasolina-el-sistema-de-combustible>
- González, C. D. (2019). *Motores*.
- helloauto. (2024). <https://helloauto.com/glosario/encendido-dis>

- Inyeccionelectronicamotores. (2023).  
<https://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/2016/08/bobina-de-encendido-cop>
- Motorgiga. (2024). <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/distribuidor-de-encendido-definicion-significado/gmx-niv15-con193887.htm>
- Motorpasi3n. (2019): <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- Motoryracing. (2024). <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-carburador-su-historia-partes-funcion-y-mantenimiento/>
- Over-blog. (2023). <http://sebastiandeargentina.over-blog.com/article-que-osciloscopio-analogico-85905406.html>
- P3rez. (2019). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Paraninfo.
- Perfectprime. (2023). *Perfectprime*. Perfectprime: <https://perfectprime.com/>
- Petrolheadgarage. (2022). <https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/injector-gasolina/>
- Prodwaregroup. (2023). <https://blog.prodwaregroup.com/es/perfiles/niveles-mantenimiento-pasar-postura-reactiva-proactiva/>
- Pruebaderuta. (2023). <https://www.pruebaderuta.com/las-bujias.php>
- rentingfinders. (2023): <https://rentingfinders.com/glosario/bobina-encendido/>
- RO-DES. (2023): <https://www.ro-des.com/mecanica/delco-o-distribuidor-coche-que-es-y-como-funciona/>
- Rond3n, N., torres, O., Ni3o, E., Eduardo, M., & Johan, R. (2018). *Manual de Reparaci3n de Autompoviles* .
- Sanchez, E. (2013). *Sistemas Auxiliares del Motor*. MacMillan.
- SKF. (2020): <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.

Standardbrand. (2024). <https://www.standardbrand.com/es/products/ignition/ignition-wire-and-cable/coil-on-plug-boots>

Talleres, B. (2022): <https://buscadordealleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/>

Vera, E. (2017). *Propuesta de diseño ergonómico en butacas de vehículos monoplaza, para equipos ecuatorianos participantes de la Formula Student*. Quito: UISEK.

