



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

Autor: Cáceres Toledo Luis Cristóbal

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

**Análisis de Gráficas de Funcionamiento de los Inyectores del
Vehículo Chevrolet Sail 1.4 Utilizando un Osciloscopio
Automotriz**

Certificación de Autoría

Yo, Cáceres Toledo Luis Cristóbal, con C.I.: 0928327451, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual, reglamento y leyes.

Cáceres Toledo Luis Cristóbal

C.I.: 0928327451

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.....	ix
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>	5
1.5.6. <i>Delimitación del Contenido</i>	6
1.6. Alcance.....	6
Capítulo II.....	8
Marco de Referencia	8
2.1. El Motor de Combustión Interna.....	8

2.1.1.	<i>Sistemas de Encendido de los Motores de Combustión Interna a Gasolina.....</i>	9
2.1.2.	<i>Principio de Funcionamiento del Encendido de los Motores de Combustión Interna .</i>	9
2.1.3.	<i>Componentes del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina</i>	10
2.1.4.	<i>Descripción de la Batería del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina</i>	11
2.1.5.	<i>Descripción de la Bobina del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina</i>	12
2.1.6.	<i>Tipos de Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Gasolina</i>	14
2.1.7.	<i>Funcionamiento de Bobinas del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina</i>	15
2.1.8.	<i>Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina</i>	16
2.1.9.	<i>Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina</i>	18
2.1.10.	<i>Tipos de Bujías del Sistema de Encendido del Motor Gasolina</i>	20
2.2.	<i>Clasificación de los sistemas de Inyección en Motores a Gasolina</i>	23
2.2.1.	<i>Clasificación en Función al Método de Control de Dosificación</i>	23
2.2.2.	<i>Clasificación en Función del Punto de Aportación de Combustible.....</i>	25
2.2.3.	<i>Clasificación en Función del Modo de Aportación de Combustible.....</i>	26
2.2.4.	<i>Clasificación en Función del Número de Inyectores</i>	26
2.3.	<i>Inyectores Utilizados en los Motores de Combustión a Gasolina.....</i>	28
2.3.1.	<i>Funciones Principales del Inyector de Combustible</i>	28
2.3.2.	<i>Tipos de Inyectores de Combustible.....</i>	28
2.3.3.	<i>Importancia de los inyectores de combustible en los Motores.....</i>	29
2.3.4.	<i>Constitución de los Inyectores a Gasolina.....</i>	29
2.3.5.	<i>Funcionamiento del Inyector a Gasolina.....</i>	30
2.3.6.	<i>Averías Presentadas en los Inyectores</i>	31
2.3.7.	<i>Limpieza de los Inyectores</i>	31
2.3.8.	<i>Tipos de Limpieza Aplicada a los Inyectores</i>	31
2.4.	<i>Definición de Osciloscopio.</i>	32

2.4.1. <i>Uso del Osciloscopio</i>	33
2.4.2. <i>Osciloscopio Analógico</i>	34
2.4.3. <i>Limitaciones de los Osciloscopio Analógico</i>	34
2.4.4. <i>Osciloscopio Digital</i>	35
2.5. <i>Osciloscopio Automotriz</i>	36
2.6. <i>Descripción del Equipo de Diagnostico Automotriz FSA 740</i>	37
2.6.1. <i>Características y Beneficios del Equipo de Diagnóstico Automotriz FSA 740</i>	38
Capítulo III.....	39
Metodología	39
3.1. <i>Métodos que se Aplica en el Desarrollo del Proyecto presentado.</i>	39
3.2. <i>Estudios Utilizados en el Trabajo de Investigación Presentado</i>	39
3.2.1 <i>Investigación Descriptiva</i>	39
3.2.2 <i>Investigación Bibliográfica</i>	39
3.2.3 <i>Investigación de Campo</i>	40
3.3 <i>Descripción del Proceso Evaluativo</i>	40
3.4 <i>Proceso de Análisis de los Inyectores del Vehículo Chevrolet Sail</i>	41
Capítulo IV	46
Análisis de Resultados	46
4.1 <i>Análisis de Resultados Obtenidos en el Proyecto</i>	46
4.1.1 <i>Análisis de las Gráficas Obtenidas de los Inyectores del Motor</i>	46
4.1.2 <i>Análisis de la Gráfica del Primer Inyector</i>	46
4.1.3 <i>Análisis de la Gráfica del Segundo Inyector</i>	48
4.1.4 <i>Análisis de la Gráfica del Tercer y Cuarto Inyector</i>	48
Conclusiones	51
Recomendaciones.....	52

Bibliografía	53
--------------------	----

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Inicio de la Combustión en Motores de Interna a Gasolina</i>	10
Figura 2 <i>Inducción Electromagnética de las Bobinas</i>	10
Figura 3 <i>Batería de Uso Automotriz</i>	11
Figura 4 <i>Bobina Tipo Botella de Uso Automotriz y sus Partes</i>	13
Figura 5 <i>Principio de Funcionamiento del Transformador</i>	15
Figura 6 <i>Componentes de los Cables de Bujías</i>	17
Figura 7 <i>Cables de Bujías</i>	18
Figura 8 <i>Bujías del Motor de Combustión Interna</i>	19
Figura 9 <i>Bujías del Motor de Combustión Interna</i>	20
Figura 10 <i>Sistema de Inyección K Jetronic</i>	23
Figura 11 <i>Sistema de Inyección KE Jetronic</i>	24
Figura 12 <i>Sistema de Inyección Electrónica</i>	24
Figura 13 <i>Sistema de Inyección Indirecta</i>	25
Figura 14 <i>Sistema de Inyección Indirecta</i>	25
Figura 15 <i>Sistema de Inyección Monopunto</i>	26
Figura 16 <i>Sistema de Inyección Multipunto</i>	27
Figura 17 <i>Constitución del Inyector de Combustible</i>	30
Figura 18 <i>Gráficas de un Osciloscopio</i>	34
Figura 19 <i>Esquema de un Osciloscopio Analógico</i>	35
Figura 20 <i>Esquema de un Osciloscopio Digital</i>	36
Figura 21 <i>Esquema de un Osciloscopio Digital</i>	37
Figura 22 <i>Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch</i>	40
Figura 23 <i>Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch</i>	41
Figura 24 <i>Selección de la Configuración del Sistema del Equipo FSA 740 de Bosch</i>	42

Figura 25 Selección del Análisis de Inyectores	42
Figura 26 Puntas Utilizadas Para el Análisis de Inyectores	43
Figura 27 Grafica Generada por el Inyector 1	43
Figura 28 Grafica Generada por el Inyector 2	44
Figura 29 Grafica Generada por el Inyector 3	44
Figura 30 Grafica Generada por el Inyector 4	45
Figura 31 Curva Obtenida en el Inyector 1.....	47
Figura 32 Curva Obtenida en el Inyector 2.....	49
Figura 33 Curva Obtenida en el Inyector 3.....	49
Figura 34 Curva Obtenida en el Inyector 4.....	50

Resumen

En el trabajo presentado se puede visualizar de forma sencilla y eficiente de como realizar el análisis de los inyectores del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4. elementos que pertenecen al sistema de alimentación de combustible, para alcanzar dicho análisis se utilizó el osciloscopio que posee el equipo de diagnóstico de uso automotriz FSA 740 de Bosch, el mismo que es un equipo muy versátil por sus múltiples aplicaciones que posee y la versatilidad que tiene para realizar diagnóstico de varios elementos del vehículo ya sean eléctricos o electrónicos. Además en el capítulo uno se detalla la relación a la problemática que se plantea en la presente investigación planteada, además se detalla la sistematización del problema, también se realiza el detalle de los objetivos planteados que se desea alcanzar, tomando como base de inicio la problemática planteada; en el segundo capítulo se detalló toda la investigación en detalle y de forma muy explícita toda teoría que se relaciona con el sistema de alimentación y en especial lo relacionado con los inyectores; en el tercer capítulo detalló la descripción de forma precisa y minuciosa del uso del equipo automotriz FSA 740 para alcanzar el análisis de los inyectores utilizando el osciloscopio y se procedió a obtener las gráficas de funcionamiento, donde se puede reflejar que el inyector 1 presenta problemas en su funcionamiento, el número 2 no presenta problemas y los inyectores 3 y 4 presentan un problema leve y se debe realizar un mantenimiento preventivo para evitar un problema mayor a corto plazo; finalmente en el capítulo cuatro se analizó los datos obtenidos donde se resaltó versatilidad y facilidad que brinda el equipo para realizar el análisis correspondiente.

Palabras Clave: Equipo automotriz, inyectores, osciloscopio automotriz, gráficas sistema de alimentación.

Abstract

In the presented work, it is possible to visualize in a simple and efficient way how to perform the analysis of the fuel injectors of the Chevrolet Sail 1.4 engine, which belong to the fuel supply system. To achieve this analysis, the oscilloscope of the FSA 740 automotive diagnostic equipment from Bosch was used, which is a very versatile equipment due to its multiple applications and versatility for diagnosing various vehicle elements, whether electrical or electronic. In chapter one, the relationship to the problem posed in this research is detailed, as well as the systematization of the problem, and the objectives to be achieved are outlined, taking the problem as the starting point. In chapter two, the research is detailed explicitly, and all the theory related to the fuel supply system, especially with regard to the injectors, is explained. In chapter three, the precise and detailed description of the use of the FSA 740 automotive equipment is presented to achieve the analysis of the injectors using the oscilloscope, and the operation graphs were obtained, which reflect that injector 1 has problems in its operation, injector 2 does not present problems, and injectors 3 and 4 present a slight problem, and preventive maintenance should be performed to avoid a major problem in the short term. Finally, in chapter four, the obtained data was analyzed, highlighting the versatility and ease that the equipment provides for performing the corresponding analysis.

Keywords: Automotive equipment, injectors, automotive oscilloscope, fuel supply, system graphs.

Capítulo I

Problema de la Investigación

1.1. Tema de Investigación

Análisis de gráficas de funcionamiento de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Los problemas que actualmente están presentes en los inyectores empleados en los vehículos con motor de combustión interna alternativo a gasolina cada vez son más frecuentes, motivo por el cual se resalta el grado importancia de analizar las curvas características desempeño de estos elementos, y de esta forma alcanzar un claro panorama de su estado y funcionamiento, con esta base se podrá determinar si el funcionamiento es el adecuado.

Al realizar de forma idónea un dictamen del estado de los inyectores se podrá prevenir posibles problemas de mayor consecuencia negativa en el funcionamiento del sistema de inyección, el mismo que afectará de forma directa el rendimiento del motor de combustión interna, al lograr con precisión este objetivo se alcanzará un panorama claro y preciso para realizar una reparación de los inyectores.

A la presente fecha los inconvenientes presentados en los motores de combustión interna relacionados con el funcionamiento de los inyectores se presentan por diferentes causas entre ellas está la señal de alimentación que llega a los inyectores, también se destaca baja calidad de combustible que dispone en nuestro mercado, esta situación genera gran cantidad desechos los tanques de combustible, siendo esto un aspecto de generación de mal funcionamiento de los inyectores, los residuos generan problemas al momento de abrir y cerrar los inyectores de forma apropiada.

Por los motivos antes descritos y otras posibles situaciones se plantea desarrollar el estudio palteado y ofrecer posibles disyuntivas para ser aplicadas en el diagnóstico de los inyectores por medio del uso de un osciloscopio automotriz.

1.2.1. Planteamiento del Problema

Los inconvenientes que se presentan en el sistema de inyección de combustible y se relacionan de forma directa con el funcionamiento inapropiado de los inyectores se traducen en la perdida de potencia de los motores, siendo esto una causa muy probable para ocasionar deterioros precoces en componentes fijos y móviles del motor.

Este problema contribuye de forma directa en el consumo elevado de combustible, este problemas se presenta principalmente porque al sentir que el motor no genera la potencia necesaria se requiere inyectar más combustible para sustituir la necesidad y esto conlleva a generar mayor contaminación ambiental.

Al conseguir el análisis idóneo del funcionamiento de los inyectores se podrá aplicar el mantenimiento predictivo y preventivo para evitar muchos inconvenientes relacionados al sistema de inyección. Para tener el conocimiento de las condiciones actual de los inyectores, que son elementos de funcionamiento directo del sistema de alimentación de combustible se plantea utilizar un osciloscopio automotriz para analizar las gráficas de funcionamiento y poderlas comparar con las establecidas por fabricante.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Se puede generar una propuesta de análisis de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz?

1.3. Sistematización del Problema

¿Cuáles son los beneficios que se obtienen al realizar análisis de las gráficas de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz.?

¿Cuáles son los factores que influyen en el análisis de las gráficas de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4?

¿Qué ventajas brinda el uso de un osciloscopio automotriz?

¿Qué ventajas brinda el realizar una sucesión de pasos para realizar el análisis de los inyectores del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz ?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

- Analizar las gráficas de funcionamiento de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre el funcionamiento de los inyectores utilizados en el vehículo Chevrolet Sail 1.4.
- Contrastar las gráficas obtenidas en el análisis de los inyectores con las establecidos por el fabricante del vehículo para la determinación de su estado.
- Instaurar la sucesión de pasos para el análisis apropiado de los inyectores del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz

1.5. 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:

1.5.1. Justificación Teórica

Actualmente los problemas mecánicos relacionados a los inyectores que generan problemas en los motores de combustión interna causan peligrosos inconvenientes causando situaciones muy desfavorables para el funcionamiento de estos, por esta causa el establecer

un diagnóstico apropiado de los inyectores será de gran ayuda establecer un decisivo del sistema, de esta forma podemos optimizar el rendimiento, la eficiencia y su desempeño, teniendo un sustento teórico bien fundamentado con base 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 (Pérez, 2011) establece 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 taponar 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.”.

1.5.2. Justificación Metodológica

En la investigación presentada se podrá justificar la metodología que se lleva a cabo en el presente trabajo investigativo concerniente a la realización de un análisis de los inyectores 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 osciloscopio automotriz.

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 de un osciloscopio automotriz.

1.5.4. 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 del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch, 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.

1.5.5. 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 Sauces 9 Mz. L10 Sl. 10.

1.5.6. Delimitación del Contenido

El proyecto de investigación denominado análisis de las gráficas de funcionamiento de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz, 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

En el trabajo de investigativo presentado con el tema; Análisis de curvas de funcionamiento de las bobinas e inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando un osciloscopio automotriz, se plantea como alcance establecer de manera muy sencilla la metodología que consiste en realizar el análisis de las curvas de funcionamiento de los inyectores; de set modo poder averiguar posibles problemas que se presentan en estos elementos del sistema de alimentación. Con el fin de sustentar una planificación a ser aplicada en los mantenimientos predictivo, y de esta forma evitar o retrasar al máximo las acciones a aplicar en lo relacionado a los mantenimientos de tipo correctivo, es decir evitar daños en el sistema correspondiente.

También en la parte conceptual del estudio presentado se plasma el análisis de las curvas de funcionamiento de los inyectores, elementos que conforman el sistema de alimentación del motor, también se indaga sobre el mantenimiento predictivo del motor en estudio.

En la parte final se establece un enfoque sobre como realizar la comprobación de los parámetros establecidos por el fabricante en cuanto a las gráficas generadas por los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4, de esta forma se puede logra las captura e impresiones la pantalla para su respectivo análisis y establecer criterios técnicos comparativos y de esta forma determinar si su estado de funcionamiento se encuentra en lo establecido y poder establecer o descartar posibles fallas en su funcionamiento, además esto nos podrá ayudar a evitar posibles fallas del presente o del futuro.

Capítulo II

Marco de Referencia

El marco de referencia se establece con el fin de conseguir un apropiado entendimiento de los conceptos relacionados para desarrollar el proyecto presentado, para ello se procede realizar la aclaración de algunas definiciones que se utilizarán en el desarrollo del trabajo de investigación presentado, por esta motivo se destaca la relevancia en las explicaciones en el trabajo que se presenta.

2.1. El Motor de Combustión Interna

Existen algunas definiciones previas de ellas se destaca la expuesta por (González, 2019), en donde propone que “un motor de combustión interna es un elemento o máquina térmica que tiene capacidad de convertir la energía térmica que se encuentra almacenada en el combustible en energía mecánica, esta transformación se convierte en trabajo”. El trabajo proporcionado será parte de la cadena cinemática para desarrollar el funcionamiento del vehículo y conseguir el movimiento del mismo.

El mismo autor (González, 2019), establece definiciones que se relacionan directamente con el motor de combustión interna, el mismo que posee un sistema de alimentación y es donde se encuentran los inyectores, lo cuales se los enumera de la siguiente forma:

- Motor térmico.
- Motor de combustión interna (MCI)
- Motor de combustión interna alternativo (MCIA).
- Motor de encendido provocado (MEP) o de ciclo Otto.
- Motor de encendido por compresión (MEC) o de ciclo diésel.

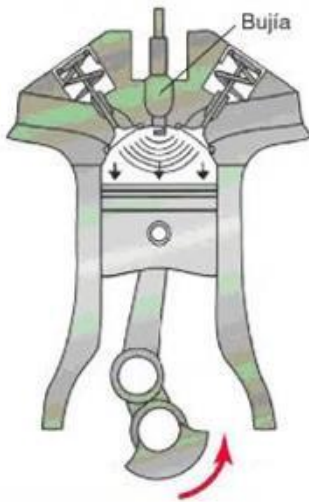
2.1.1. *Sistemas de Encendido de los Motores de Combustión Interna a Gasolina*

El sistema de encendido de los motores de combustión interna a gasolina ha estado en evolución constante desde sus inicios hasta la actualidad, es por esto que para abordar de forma directa el tema analizaremos la evolución que han presentado y se destacan las siguientes características que deben poseer (Pérez, 2019):

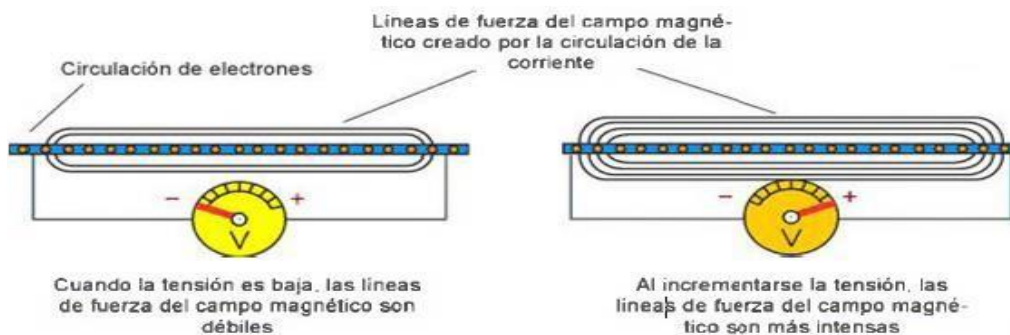
- Poseer energía suficiente para que la mezcla aire – gasolina alcance a su explosión de forma adecuada.
- La chispa debe ser emitida en el momento preciso tomando en cuenta los espacios precisos del ciclo práctico, es decir lo estipulado en el ángulo de encendido con sus respectivos avances y retrasos programados.
- Predisposición de adecuación y variación de ángulo de avance al momento del encendido, el mismo que está relacionado de forma directa con el régimen y la carga del motor.
- Debe controlar la energía de alimentación del sistema, actuando de forma directa cuando sea necesario minimizarla y/o maximizarla para que se produzca la chispa en el momento indicado, es necesario para que se inicie a la combustión, ver figura 1.

2.1.2. *Principio de Funcionamiento del Encendido de los Motores de Combustión Interna*

Tomando como base a un sistema de encendido básico por batería y ruptor, su principio se establece por medio de una llave de contacto del automóvil pasando por la entrada del terminal de la bobina, su funcionamiento se basa en los fenómenos electromagnéticos que se basa el accionamiento de los transformadores o bobinas, es decir se debe considerar la circulación de los electrones y se debe tomar en cuenta la alta y baja tensión del sistema, ver figura 2, esto debido a que se va a producir la excitación de los bobinados primarios y secundarios de la bobina.

Figura 1*Inicio de la Combustión en Motores de Interna a Gasolina*

Fuente: (Pérez, 2019)

Figura 2*Inducción Electromagnética de las Bobinas*

Fuente: (Pérez, 2019)

2.1.3. Componentes del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina

Para el correcto funcionamiento del sistema de encendido de los motores de combustión interna a gasolina se requieren que los componentes se encuentren en óptimas condiciones para llevar a cabo su funcionamiento de forma adecuada, y se requiere tener el pleno conocimiento de su definición se detalla algunos de sus componentes:

2.1.4. Descripción de la Batería del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina

Es un componente donde se acumula la energía eléctrica que servirá para dar el arranque inicial al motor de combustión interna, además sirve para abastecer de servicios de iluminación y accesorios cuando el motor se encuentra apagado, la energía es almacenada por medio de un proceso químico al realizar la mezcla del ácido sulfúrico con las placas de plomo, en este momento se produce una reacción química y se produce la corriente eléctrica, también consta de placas negativas y positivas, (Ro-des, 2023), la tensión nominal de funcionamiento es de 12 voltios y cuando el motor está en funcionamiento y alimentando de energía a la batería puede llegar al valor nominal de 13.6 voltios, ver figura 3.

Figura 3

Batería de Uso Automotriz



Fuente: (Tallerxxi, 2024)

Existen algunos tipos de baterías para vehículos entre ellas se enumera las siguientes,
(Motor.es, 2024)

- Baterías de plomo.
- Baterías de calcio.

- Baterías de ciclo profundo.
- Baterías de iones de litio (Li-Io).

2.1.5. Descripción de la Bobina del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina

La bobina del sistema de encendido en los motores de combustión interna tiene como función realizar la transformación el voltaje o la tensión almacenada en la batería logrando que el valor se incremente desde los 12 V hasta el alcanzar el valor promedio de los 20000 V, esto para alcanzar el salto de la chispa de la bujía, esto se logra por medio de la inducción de campos magnéticos por medio de los enrollados primarios y secundarios.

La bobina de encendido está compuesta por un núcleo central laminado de hierro, ver figura 4, el mismo que se encuentra aislado por la tapa y el cuerpo que se encuentra en fondo donde se acoplan los arrollamientos primarios y secundarios que se los describe a continuación (Sanchez, 2018):

- El bobinado primario se encuentra situado sobre el arrollamiento secundario, el primario genera más calor y por esta condición se evacua de forma mas eficiente, está compuesto por escasas espiras de hilo grueso de 200 a 300 vueltas aproximadamente, teniendo un espesor que va entre los 0.5 y 0.8 mm de diámetro.
- El arrollamiento secundario se compone por muchas espiras de hilo fino que van entre 20000 y 30000 vueltas de 0.06 a 0.08 mm de diámetro y se conecta de forma directa por medio del núcleo central al borne central.

De acuerdo con lo expuesto por (Sanchez, 2018) establece que la relación de espiras entre los arrollamientos primario y secundario oscila entre 1:70 y 1:150; por esta razón 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, siendo esta última que se genera la energía necesaria para que se produzca la chispa y realizar la explosión de a mezcla aire – gasolina.

Figura 4*Bobina Tipo Botella de Uso Automotriz y sus Partes*

Fuente: (Sanchez, 2018)

Las bobinas de primera generación son bobinas simples y la alta tensión se genera se distribuye a las bujías por medio de cables especiales hacia el distribuidor que reparte la chispa a cada cilindro de forma secuencial de acuerdo con el orden de encendido del motor.

Las bobinas de la segunda generación conocidas como las de chispa perdida, y su funcionamiento se realiza cuando el cilindro se encuentra en la fase de compresión en donde salta una pequeña chispa o de intensidad baja, (Facet.eu, 2024).

Por último tenemos las bobinas de tercera generación se las utilizan en los sistemas totalmente electrónicos, la salida negativa del circuito secundario se conecta de forma directa a una solo bujía y el otro extremo se conecta a tierra con una conexión de baja tensión o al terminal positivo del circuito primario dentro de la bobina.

2.1.6. Tipos de Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina

En nuestro medio existen varios tipos de bobinas de encendido automotriz, a continuación se detallan las más comunes, (rentingfinders, 2023):

- Bobina de tipo cilíndrica; por lo general se utilizan en sistemas de encendido controlados por contacto o antiguos.
- Tipo de bobina con doble chispa; se las utiliza en sistemas de encendido con distribución de alta tensión, los arrollamientos llevan en su interior dos conexiones cada una, es decir son de forma independiente.
- Tipos de bobina de cuatro chispas; este modelo se lo utiliza en motores de alto rendimiento y potencia muy alta, o también conocidos como de alta gama.
- Bobina de chispa unitaria; se las conoce como bujías independientes porque se utilizan un para cada cilindro.
- Tipo de bobina autónoma; son utilizadas de forma independiente para el 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 ubicadas en el riel; en este caso 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.

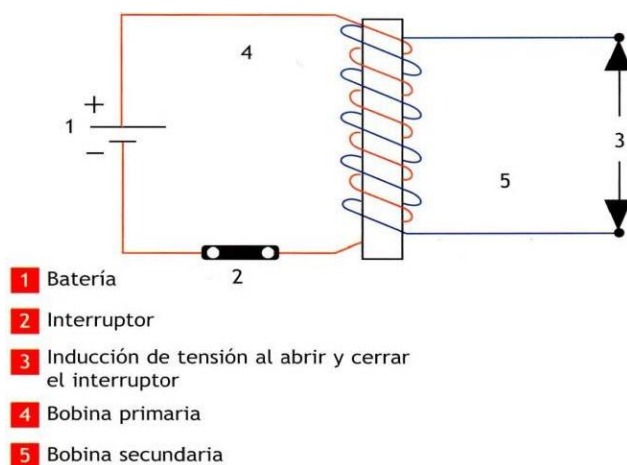
2.1.7. Funcionamiento de las Bobinas del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de autoinducción e inducción mutua, figura 5; 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, esto provoca en el primario una alta tensión por autoinducción y en el secundario tensión por inducción, (Sanchez, 2018).

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, (Sanchez, 2018). 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 5

Principio de Funcionamiento del Transformador



Fuente: (Sanchez, 2018)

2.1.8. Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor a Gasolina

Son elementos que se encargan de transportar o conducir la corriente de alta tensión que se produce en la bobina hacia el distribuidor de corriente y de este hacia las bujías de encendido y de esta forma proporcionar la energía necesaria para realizar el salto de la chispa de la bujía e iniciar la explosión a la mezcla de aire – combustible; para aquello se requiere se cumpla ciertos requisitos y se detalla algunos de ellos:

- Aislamiento apropiado; de esta forma se evita el problema de la fugas de corrientes ya sea de forma parcial o total hacia la masa o el motor del vehículo.
- Alta resistencia a la temperatura y agentes externos; las temperaturas de funcionamiento pueden variar hasta llegar a los 200 °C, y a los agentes químicos que existen en la atmósfera o se pueden formar debido al entorno de trabajo.
- Alta resistencia a las vibraciones y a variaciones de los agentes que ocasionan humedad.
- Elevado valor de resistencia; es decir tener un alto valor para resistir y evitar las interferencias de tipo electromagnética en los componentes de tipo electrónico del vehículo, y todo o relacionado con las ondas de radio que se puedan producir en las cercanías del vehículo.

Por lo general el conductor está formado por hilos de fibra de vidrio cubiertos con carbón o grafito a lo cual se le añade un recubrimiento de plástico e internamente poseen goma o silicona que sirven para evitar la elasticidad, entre otros elementos que se pueden visualizar en la figura 6, (Pérez, 2019).

Con estos aditamentos se puede logra disminuir las pérdidas de energía al momento de transmitir la corriente desde la bobina hasta las bujías, debido a que todos los componentes eléctricos y electrónicos generan campos de tipo magnético, que pueden a ser de gran interferencia en la mayoría de los casos, y que pueden causar molestias, (Sanchez, 2018).

Figura 6*Componentes de los Cables de Bujías*

Fuente: (Flotas.autolab, 2022)

Hay varios tipos de cables de bujías entre ellos se detallan los siguientes,

- Cables con resistencia de tipo activa; estos están formados por un cable de cobre cubierto por un revestimiento de silicón, cuya función es el aislamiento eléctrico , pero puede ser propenso a ser cubierto por la corrosión, debido a esto se añade una protección adicional de estaño con el objetivo de retrasar el daño.
- Cables con resistencia de carbono; por lo general en su interior se encuentra una malla de fibra de vidrio impregnada de carbono, a esto se le añade dos capas de silicón y tejidos que son hechos a base de fibra de vidrio, posee mayor resistencia a romperse y los agrietamientos.
- Cables con resistencia de tipo inductiva; poseen un núcleo de fibra óptica que está cubierta de dos capas de silicón de tipo magnético, además a su alrededor se encuentra enrollado un alambre de acero inoxidable que sirve para generar un electromagnetismo que sirve como ayuda para la neutralización de voltajes inductivos.

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, 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 tu coche ante un cable de bujía en mal estado podemos 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, figura 7.

Figura 7

Cables de Bujías



Fuente: (Boschecuador, 2023)

2.1.9. 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 8, 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 se expuesto a los hidrocarburos y ácidos provenientes de la combustión.
- El rango de temperatura óptimo de funcionamiento esta entre los 520 y los 620 °C. Tiene dos funciones principales; quemar la mezcla y disipar la temperatura dentro de la cámara de combustión.

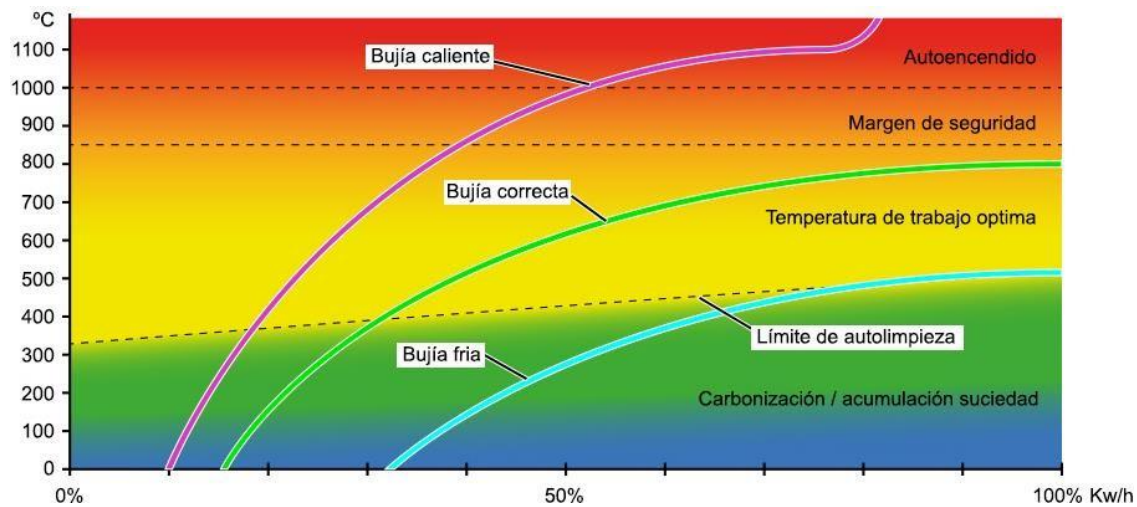
Figura 8

Bujías del Motor de Combustión Interna



Fuente: (Boschecuador, 2023)

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 9.

Figura 9*Bujías del Motor de Combustión Interna*

Fuente: (Buscadordetalleres, 2023)

2.1.10. 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 tenemos 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, las encontramos de dos clases:

Bujías de resistencia desnuda: Son las tradicionales y llevan la resistencia eléctrica al descubierto, similares a las que encontramos 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, 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 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. 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.

2.2. Clasificación de los sistemas de Inyección en Motores a Gasolina

Los sistemas de inyección en los motores de combustión interna a gasolina han evolucionado con el pasar del tiempo, desde la aplicación de sistemas mecánicos, pasando por los electromecánicos hasta llegar a los sistemas electrónicos actuales, y se los puede clasificar de la siguiente forma, (Pérez, 2019).

2.2.1. Clasificación en Función al Método de Control de Dosificación

- Inyección Mecánica; no existe intervención mecánica ni electrónica, solo se aplica una bomba eléctrica para el suministro de gasolina, aunque en sistemas a carburadores se utilizan bombas de gasolina de tipo mecánica, por ejemplo tenemos los sistemas K Jetronic, ver figura 10.

Figura 10

Sistema de Inyección K Jetronic



Fuente: (Pérez, 2019).

- Inyección KE Jetronic; en su presentación mostró mejoras con relación al sistema K Jetronic, para su efecto controlaba la dosificación de combustible de forma electrónica por medio de la alteración de la presión de combustible por medio de un circuito electromagnético, ver figura 11.

Figura 11*Sistema de Inyección KE Jetronic*

Fuente: (Pérez, 2019)

- Inyección Electrónica; también controla la dosificación por medio de una central electrónica, pero en este caso actúan sobre los inyectores para establecer su tiempo de apertura, ver figura 12.

Figura 12*Sistema de Inyección Electrónica*

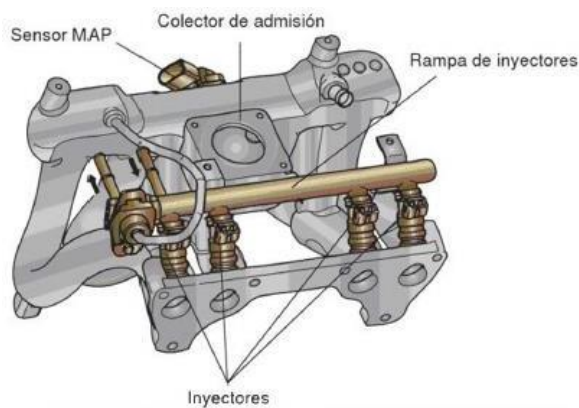
Fuente: (Pérez, 2019).

2.2.2. Clasificación en Función del Punto de Aportación de Combustible

- Inyección Indirecta; en estos modelos la inyección se realiza en el colector de admisión, si inicio en los modelos K y KE Jetronic hasta llegar a la actualidad , es decir aún se utilizan en los sistema de inyección electrónica modernos, figura 13.

Figura 13

Sistema de Inyección Indirecta



Fuente: (Pérez, 2019).

- Inyección Directa; utilizados mayormente en motores diésel, en la actualidad también en motores gasolina, la inyección se realiza en la cámara de combustión, ver figura 14.

Figura 14

Sistema de Inyección Indirecta



Fuente: (Pérez, 2019).

2.2.3. Clasificación en Función del Modo de Aportación de Combustible

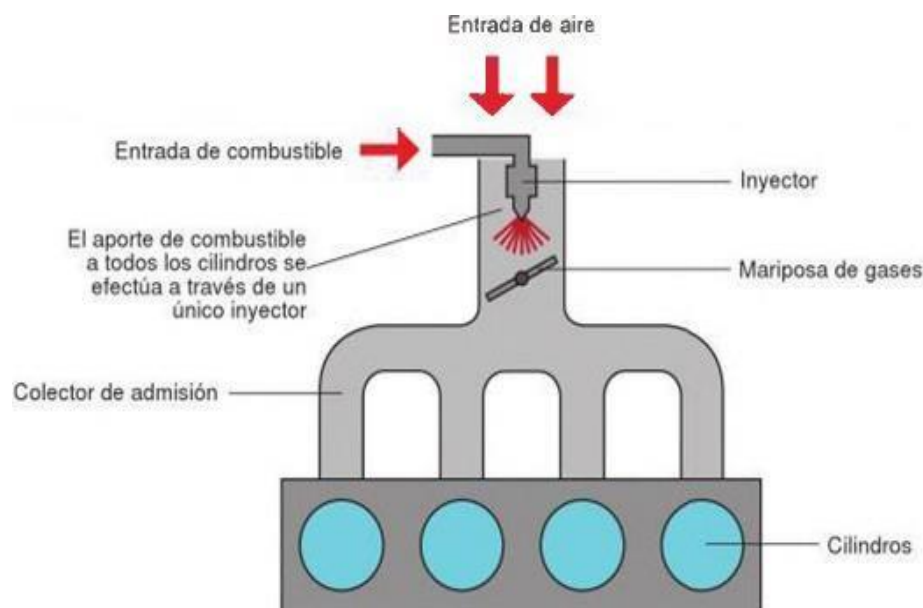
- Inyección Continua; para este modelo los inyectores realizan el suministro de combustible de forma permanente siempre que el motor permanezca en marcha, esto implica que se genere un elevado consumo de combustible y se lo utilizo en los sistemas antiguos como el K y KE Jetronic.
- Inyección intermitente; en este modelo los inyectores realizan su apertura en intervalos establecidos justamente en el momento que se requiere la dosificación de la mezcla con el air y se por el accionamiento electromagnético de los inyectores.

2.2.4. Clasificación en Función del Número de Inyectores

- Inyección Monopunto; en este sistema se emplea únicamente un inyector para alimentar a todos los cilindros, se hizo muy comercial en modelos económicos, cuando la impuso el uso del catalizador, su ventaja es su sencillez y economía de fabricación, ver figura 15.

Figura 15

Sistema de Inyección Monopunto



Fuente: (Pérez, 2019)

- Inyección Multipunto; en este modelo se emplea un inyector por cada cilindro y en algunos casos se usan hasta dos aunque son muy situaciones muy particulares, actualmente es el sistema más empleado utilizado, ver figura 16.

Figura 16

Sistema de Inyección Multipunto



Fuente: (Pérez, 2019)

- Inyección Simultánea; en este sistema los inyectores trabajan cada vez que el cigüeñal gira una vuelta, fue un sistema de inyección electrónica muy sencillo, la desventaja es que se producen muchas irregularidades en el funcionamiento del motor.
- Inyección Secuencial; los inyectores realizan el aporte de combustible de forma individual, por tanto cada inyector se abre de forma exclusiva cuando el pistón está a punto de llegar al punto muerto superior de esta forma se asegura la cantidad adecuada de combustible y no se realiza un desperdicio de combustible.

2.3. Inyectores Utilizados en los Motores de Combustión a Gasolina.

Los inyectores de combustibles son elementos que pueden ser de tipo mecánico o electrónico, se encarga de realizar la pulverización de combustible hacia el interior de la cámara de combustión de los motores a gasolina, en su interior se realiza la mezcla con el aire antes del salto de la chispa de la bujía, (Imporauto, 2023).

2.3.1. Funciones Principales del Inyector de Combustible

El inyector realiza varias funciones entre ellas se tiene las siguientes, (Imporauto, 2023):

- Atomizar el combustible; esta acción la realiza para lograr la mezcla con el aire, y realizar una explosión ideal.
- Regular el flujo de combustible; esto permite ingresar la cantidad precisa de combustible al interior del motor, se lo controla por medio de pulsos eléctricos que reciben los inyectores, de esta forma se puede controlar la demanda del motor.
- Distribución uniforme; es de suma importancia que la distribución del combustible se distribuya de equitativamente en todos los cilindros, son los inyectores de garantizar que cada cilindro reciba la misma cantidad de combustible para mantener un funcionamiento equilibrado y evitar problemas como la detonación o el calentamiento excesivo.

2.3.2. Tipos de Inyectores de Combustible

- Inyectores mecánicos; se controlan por un sistema de levas y varillas conectadas al árbol de levas del motor, poseen menor precisión al momento de controlar el combustible en comparación con los inyectores electrónicos, pero aún se utilizan en motores más antiguos y en aplicaciones industriales.
- Inyectores electrónicos; se han popularizado en los últimos años, son controlados por la unidad de control del motor o conocida como ECU, logra ajustar la

duración y la frecuencia de los pulsos eléctricos que se envían a los inyectores para lograr la cantidad exacta de combustible y alcanzan mayor precisión y eficiencia en la pulverización de combustible.

2.3.3. Importancia de los inyectores de combustible en los Motores

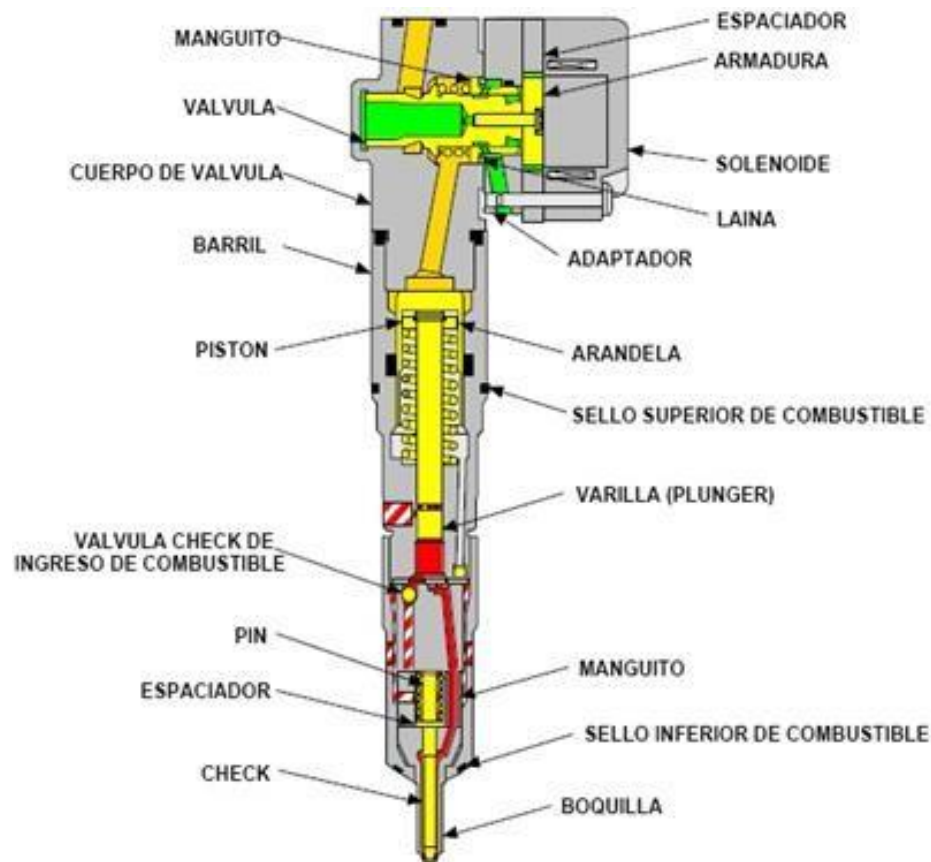
El funcionamiento de los inyectores de forma adecuada es crucial para el funcionamiento de los motores a gasolina, esto con la finalidad de obtener un rendimiento apropiado, de ello se destaca entre otras cosas las siguientes:

- Eficiencia de combustible.
- Rendimiento del motor.
- Reducción de emisiones contaminantes.
- Vida del motor.

2.3.4. Constitución de los Inyectores a Gasolina

El inyector de combustible, ver figura 17, está constituido por algunos componentes que a continuación se detallan para tener un conocimiento amplio de su constitución, (Petrolheadgarage, 2023).

- Conector eléctrico; es donde se recibe la alimentación de voltaje, masa y se emite la señal hacia la ECU.
- Cuerpo del inyector; está constituido generalmente de acero y en vehículos modernos con aleaciones mejoradas.
- Bobina; se alimenta por medio de la ECU y realiza el levantamiento de la aguja, permitiendo la salida de combustible para ser pulverizado.
- Coraza; es el lugar donde se encuentra alojada la aguja que sirve como sello de la salida del inyector.
- Retorno; es un muelle que se encarga de hacer que la aguja regrese a su posición de reposo

Figura 17*Constitución del Inyector de Combustible*

Fuente: (Petrolheadgarage, 2023).

2.3.5. Funcionamiento del Inyector a Gasolina

Funciona con alimentación de combustible presurizado, en los motores a gasolina esta cercano a los 3 bares de presión como mínimo, y antes desde la bomba de combustible, este combustible entra por la parte superior del inyector, dependiendo de su construcción y si es de inyección indirecta o directa, la salida de la inyección del propio inyector se hará al colector de admisión, cerca de la cabeza de los cilindros, o directamente en la cámara de combustión.

El inyector se alimenta de forma constante con +5v y la centralita proporciona el negativo. Cuando esta lo hace se cierra el circuito, entonces la bobina, siendo un electroimán, mueve la aguja/bola/disco y el inyector se abre mientras esta alimentación de masa se

mantenga; cuando la ECU decide cuanto abrir el inyector y cuánto tiempo mantenerlo abierto, siempre en base a la información de otros sensores, de las cargas del motor, lo que demande el conductor y, por supuesto, del mapeado de inyección, (Petrolheadgarage, 2023).

2.3.6. *Averías Presentadas en los Inyectores*

Cuando se tiene uno de los síntomas antes enumerados se recomienda visitar un taller mecánico que brinde el servicio de limpieza de inyectores y disponga de los equipos adecuados para dar un diagnóstico apropiado del funcionamiento de los inyectores, de este modo podremos detectar el inyector que este en mal estado, (Motor.mapfre, 2024).

De forma rápida se puede observar si sobre o alrededor de los inyectores exista algún tipo de fuga de combustible, de ser esto visible se podría realizar una acción preventiva sobre la fuga y comprobar que las uniones se encuentren en buen estado.

2.3.7. *Limpieza de los Inyectores*

La limpieza de los inyectores se la debe realizar de forma programada de acuerdo con lo dispuesto por el fabricante, es decir de acuerdo con la planificación establecida, por lo general se lo establece una mantenimiento y limpieza a los 50000 km; se debe considerar que esta acción la debe realizar personas que tengan el conocimiento adecuado del sistema de inyección de combustible.

2.3.8. *Tipos de Limpieza Aplicada a los Inyectores*

- Limpieza realizada por barrido; es un método muy eficaz para limpiar los inyectores, las válvulas, el sensor de oxígeno, la válvula EGR, la cámara de combustión y todo el sistema de alimentación del coche; se lo realiza por medio de un conectar a un sistema formado por tubos al motor de coche; esto hace que entre un líquido limpiador en su interior a la vez que está en funcionamiento hasta que el fluido se agota.

- Limpieza por el uso de aditivos; se puede realizar la limpieza de los inyectores utilizando aditivos específicos; estos se añaden de forma directa al depósito de combustible y se mezcla con la gasolina; los compuestos que están presentes en los aditivos tienen la capacidad de realizar la limpieza de las impurezas que se encuentran presentes en el tanque de combustible y que podrían desplazarse por el circuito de alimentación para mantenerlo limpio.
- Limpieza por ultrasonidos; este es el método más eficiente para realizar la limpieza de los inyectores y acabar con la suciedad acumulada, este método requiere emplear más tiempo de dedicación, si se aplica esta forma de limpieza se debe desmontar los inyectores y trabajar con ellos para conocer toda la información posible sobre los mismos; es decir, es necesario analizar las piezas una por una para conocer cuál es su caudal, su patrón de pulverización, su estanqueidad y su resistencia. Una vez identificado el problema en cada una de las piezas se utiliza una máquina de ultrasonidos que disuelve la suciedad acumulada en los inyectores para dejarlos como nuevos. Este procedimiento debe realizarse con máquinas específicas y tiene un tiempo de mano de obra bastante elevado, por lo que puede ser bastante caro.

2.4. Definición de Osciloscopio.

El osciloscopio se lo define como un equipo o instrumento que se lo utiliza para la medición de parámetros sobre todo para los temas relacionados a la electrónica, en el equipo se puede visualizar en una gráfica la amplitud en el eje Y o el vertical; tiempo en el eje horizontal o X; por lo general se lo utiliza para realizar diseños en el campo en el campo de la electrónica, (Finaltest, 2023).

Se complementa con el uso del multímetro y una fuente de alimentación, en los equipos modernos con aplicaciones de tecnologías de radio frecuencia como WiFi o

Bluetooth, el banco de trabajo se complementa con un analizador de espectro. El osciloscopio presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa tensiones.

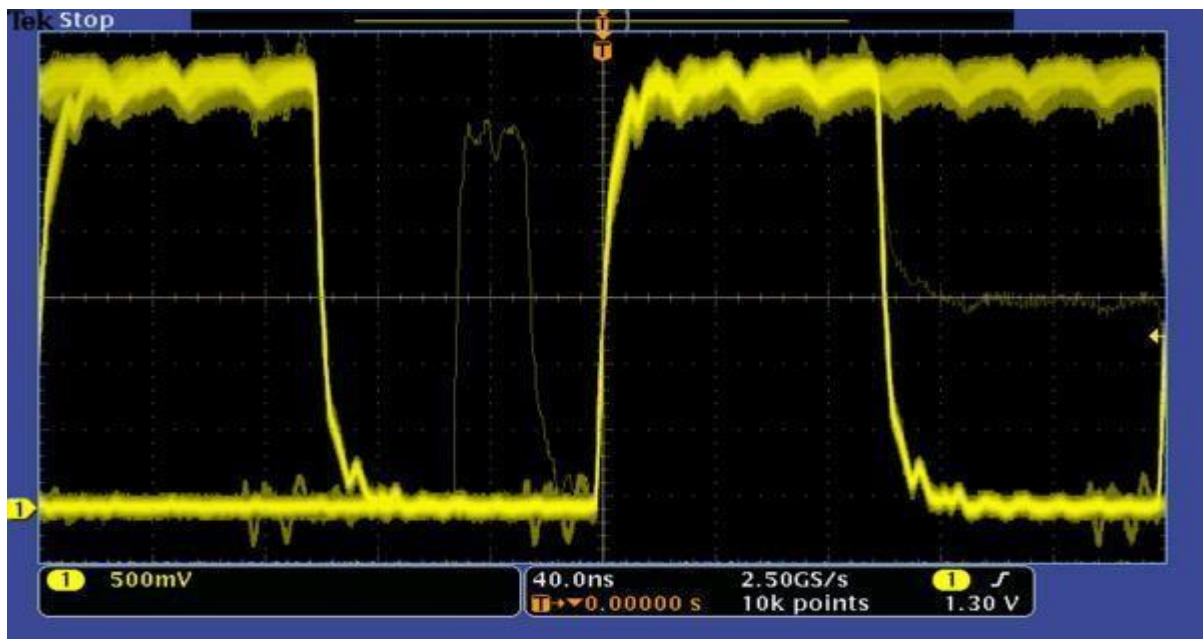
La imagen así obtenida se denomina oscilograma. En osciloscopios análogos o de fosforo digital se suele incluir otra entrada o control, llamado "eje Z" que controla la luminosidad del haz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza dependiendo de su frecuencia de repetición o velocidad de transición en tiempo.

2.4.1. *Uso del Osciloscopio.*

En el osciloscopio se encuentran, tres tipos de controles que se los utiliza como reguladores para realizar el ajuste de la señal de entrada para, de esta manera se pueden ver la forma de la señal medida por el osciloscopio, esto denominado en forma técnica se puede decir que el osciloscopio sirve para observar la señal que quiera medir, figura 18.

El primer control regula el eje X (horizontal) y aprecia fracciones de tiempo (segundos, milisegundos, microsegundos, etc., según la resolución del aparato). El segundo regula el eje Y (vertical) controlando el voltaje de entrada (en Volts, milivolts, microvolts, etc., dependiendo de la resolución del aparato).

El tercer control es el ajuste del disparo (o trigger en inglés), este control permite sincronizar la señales que se repiten de manera periódica usando como referencia una característica de la señal, se usan diversos tipos de disparo, siendo el más común el disparo por flanco de subida o bajada de la señal, para lo cual se define el voltaje de disparo y si el flanco es de subida o de bajada. Estas regulaciones determinan el valor de la escala cuadrícula que divide la pantalla, permitiendo saber cuánto representa cada cuadrado de esta para, en consecuencia, conocer el valor de la señal a medir, tanto en tensión como en frecuencia o periodo.

Figura 18*Gráficas de un Osciloscopio.*

Fuente: (Finaltest, 2023).

2.4.2. Osciloscopio Analógico.

En este tipo de osciloscopio se aplican placas de desviación vertical de un tubo de rayos catódicos mientras que a las placas de desviación horizontal se aplica una tensión en diente de sierra; la tensión que se produce por medio del circuito oscilador apropiado y su frecuencia puede ajustarse dentro de un amplio rango de valores, lo que permite adaptarse a la frecuencia de la señal a medir. Esto es lo que se denomina base de tiempos, ver figura 19.

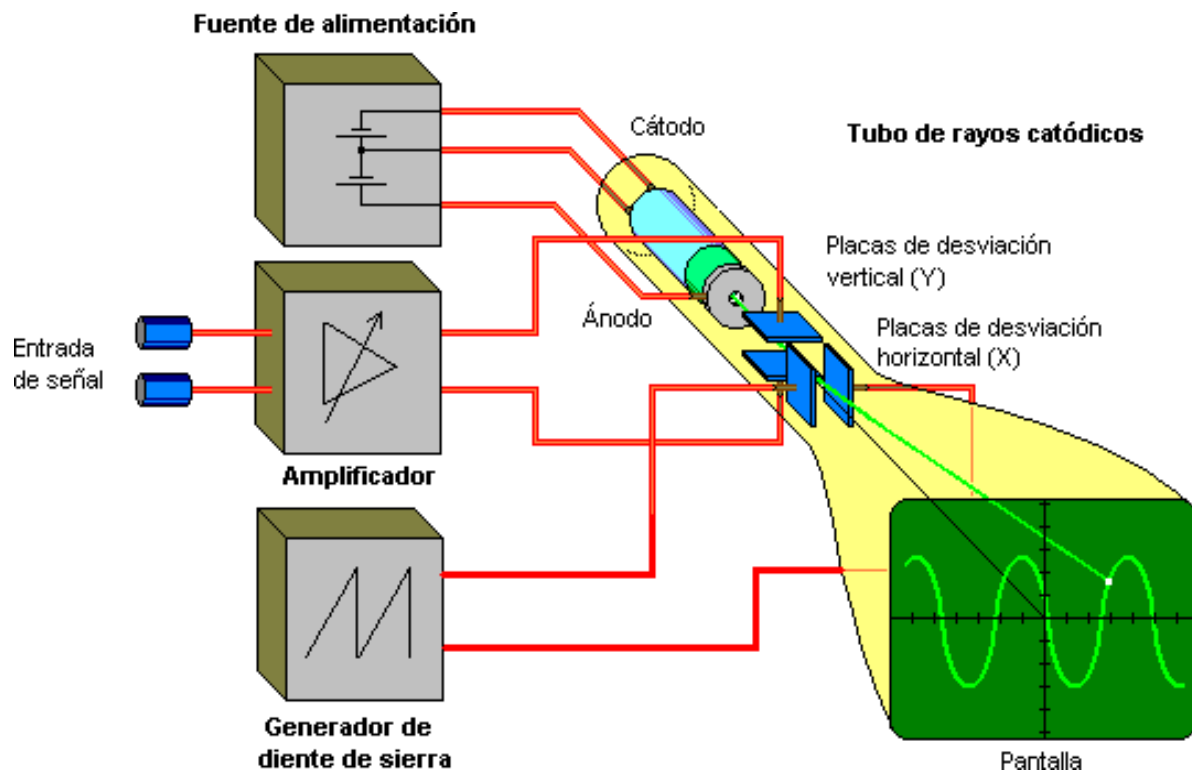
2.4.3. Limitaciones de los Osciloscopio Analógico.

- Las señales deben ser periódicas. Para ver una traza estable, la señal debe ser periódica ya que es la periodicidad de dicha señal la que refresca la traza en la pantalla.
- Las señales muy rápidas reducen el brillo. Cuando se observa parte del período de la señal, el brillo se reduce debido a que la tasa de refresco disminuye.

- Las señales lentas no forman una traza. Las señales de frecuencias bajas producen un barrido muy lento que no permite a la retina integrar la traza. Esto se solventa con tubos de alta persistencia. También existían cámaras Polaroid especialmente adaptadas para fotografiar las pantallas de osciloscopios. Manteniendo la exposición durante un periodo se obtiene una foto de la traza.
- Sólo se pueden ver transitorios si éstos son repetitivos.

Figura 19

Esquema de un Osciloscopio Analógico.



Fuente: (Finaltest, 2023).

2.4.4. Osciloscopio Digital.

Debido a la modernización de los equipos, también los osciloscopios se están modernizando y los osciloscopios analógicos están siendo desplazados en gran medida por los osciloscopios digitales, debido a las facilidades de transferir las imágenes una computadora personal o pantalla LCD, ver figura 20.

En el osciloscopio digital la señal es previamente digitalizada por un conversor analógico digital. Al depender la fiabilidad de la visualización de la calidad de este componente, esta debe ser cuidada al máximo.

Las características y procedimientos señalados para los osciloscopios analógicos son aplicables a los digitales, esto permite comparar medidas realizadas en el mismo punto de un circuito o elemento. Existen asimismo equipos que combinan etapas analógicas y digitales.

Figura 20

Esquema de un Osciloscopio Digital.



Fuente: (Finaltest, 2023).

2.5. Osciloscopio Automotriz.

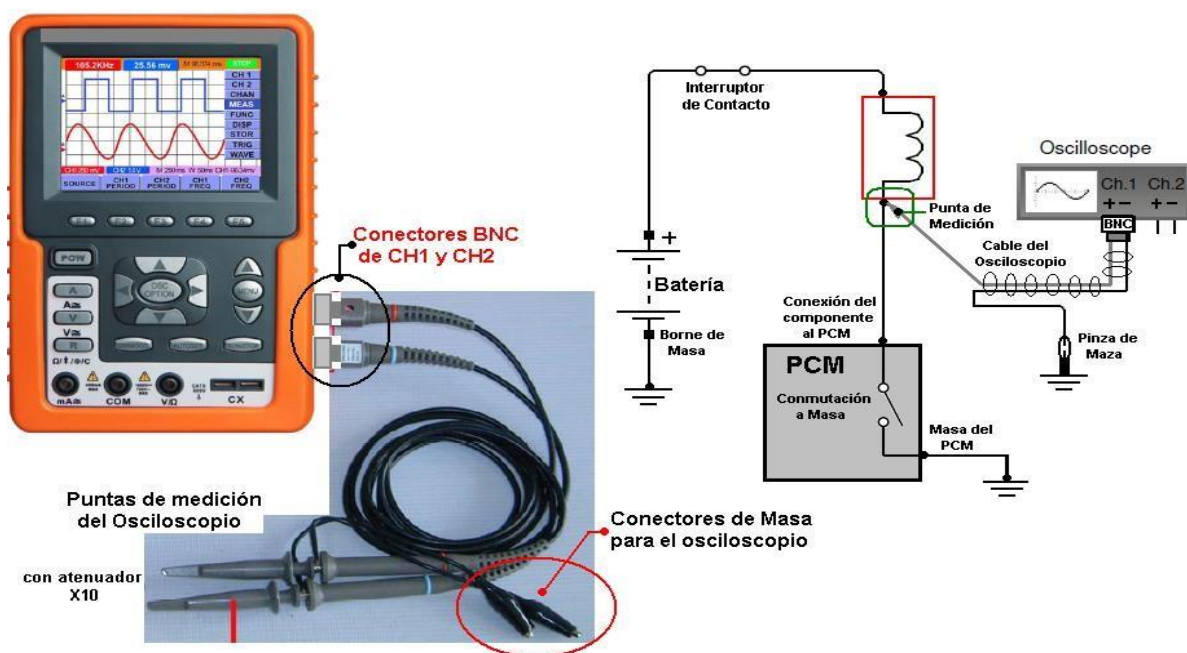
El Osciloscopio de uso automotriz es un equipo que sirve para visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros; frecuencia, periodo, amplitud, valores máximos y mínimos, además se puede visualizar de forma gráfica como las señales cambian con el tiempo, figura 21, para esto cuenta con un eje vertical “Y”, que representa el voltaje y un eje horizontal ” X” que representa el tiempo, (Autosoporte, 2023).

También se lo puede definir como un instrumento que permite ver las señales eléctricas en tiempo real y medir los principales parámetros como por ejemplo:

- Amplitud (Volt).
- Período (mSeg).
- Frecuencia (Hz).
- Ancho de pulso (mSeg).
- Ciclo Útil de trabajo (%).

Figura 21

Esquema de un Osciloscopio Digital.



Fuente: (Autosoporte, 2023)

2.6. Descripción del Equipo de Diagnostico Automotriz FSA 740

La empresa Bosch ha creado un equipo de diagnóstico de uso automotriz con la finalidad alcanzar análisis de los elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas modernos de los automóviles, es de mucha utilidad en los talleres mecánicos automotrices para realizar comprobaciones confiables de una forma rápida y sencilla, este equipo viene con un elemento que ayuda la movilidad de un lugar a otro dentro de taller, incluye un práctico carro de taller y un sistema de PC a su alcance.

Está compuesto por un osciloscopio de carácter automotriz, posee 2 canales que proporciona una frecuencia de muestreo de 50 MS, se puede obtener de un diagnóstico rápido y preciso de los problemas eléctricos y proporcionar una solución rápida para los clientes.

2.6.1. Características y Beneficios del Equipo de Diagnóstico Automotriz FSA 740

- Sistema de diagnóstico Premium: todo lo que un taller necesita para un diagnóstico increíblemente eficiente.
- Pruebas de componentes in situ con 50 pruebas preestablecidas: ahorro de tiempo y localización precisa de problemas de componentes aumenta la productividad del taller.
- Medición de descarga de batería 24 horas: Un amplio equipo electrónico de medición ayuda con los problemas de batería difíciles de localizar y diagnosticar.
- Generador de señales para pruebas de sensores instalados: Máxima eficiencia para pruebas de componentes eléctricos y electrónicos.
- Estructura clara del menú dentro del software SystemSoft[plus]: Los pasos intuitivos significan pruebas rápidas y eficientes.
- Concepto modular: Ampliar con ESI[tronic] Evolution Software de diagnóstico en línea, con módulos de la serie BEA para la medición de gases de escape, o con FSA 050 para pruebas mejoradas de vehículos eléctricos/ híbridos.
- Conectividad inalámbrica: conntect con Bosch Connected Repair y otras redes de talleres para ayudarle a trabajar de manera más eficiente

Capítulo III

Metodología

En la presente investigación presentada se procede a describir las siguientes consideraciones a tomar en cuenta y se hacen las siguientes descripciones.

3.1. Métodos que se Aplica en el Desarrollo del Proyecto presentado.

Para realizar el proyecto se aplica el método deductivo e investigativo y se procede a realizar un análisis de la indagación recogida que se relaciona con la problemática planteada, situación que fue realizada de forma particular para realizar el estudio de los resultados obtenidos en el estudio realizado, también se destaca que aplicando la observación directa se la aplico mediante la modalidad de campo y de enfoque cuantitativo.

En el presente estudio se aplica de forma particular se alcanza a determinar la ventaja que tiene para el cliente y los dueños de talleres mecánicos, aplicando la optimización de recursos, en este caso en particular se aplica el uso del osciloscopio automotriz que está en el equipo FSA 740 de Bosch, el mismo que sirve para realizar diagnóstico de sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, de forma particular los inyectores del vehículo Chevrolet Sail.

3.2. Estudios Utilizados en el Trabajo de Investigación Presentado

En el desarrollo del trabajo se aplicó diferentes tipos de investigación, tres de forma específica, que son los siguientes: investigación descriptiva, investigación bibliográfica y la investigación de campo.

3.2.1 Investigación Descriptiva

En la presente investigación descriptiva permite analizar de forma detallada la situación problemática referente a los de aplicación del diagnóstico de los inyectores 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.

3.2.2 Investigación Bibliográfica

Aplicando la investigación de tipo 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 los inyectores que pertenecen al sistema de alimentación que pertenece a los sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, en este caso de forma específica del vehículo Chevrolet Sail.

3.2.3 Investigación de Campo

La investigación de campo se aplicó para la optimización del proceso de diagnóstico de sistemas relacionados a la electricidad y electrónica del automóvil, permitiendo la aplicación de un experimento para probar el objetivo principal del trabajo investigativo.

3.3 Descripción del Proceso Evaluativo

En el diagnóstico en los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo Chevrolet Sail en específico de los inyectores se utiliza, el osciloscopio del equipo FSA 740 de la marca Bosch, figura 22, el trabajo se desarrollará en el taller automotriz Checopart's ubicado en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en las calles Tulcán y Clemente Ballen.

Figura 22

Equipo de Diagnostico FSA 740 de Bosch



Fuente: (Bosch, 2024)

3.4 Proceso de Análisis de los Inyectores del Vehículo Chevrolet Sail

Para conseguir un entendimiento adecuado y amigable del diagnóstico de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4, se utiliza el osciloscopio que posee el equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch, en donde se puede visualizar las gráficas de los inyectores y por medio de estas imágenes se puede determinar su estado, y se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Primero se debe comprobar que el equipo de diagnóstico automotriz se encuentra en buen estado, además se debe tomar en cuenta que el equipo en consideración trabaja con 110 V, además que todos sus accesorios se encuentren en su lugar y estén listo para ser utilizados, tal como se muestra en la figura 23.

Figura 23

Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch



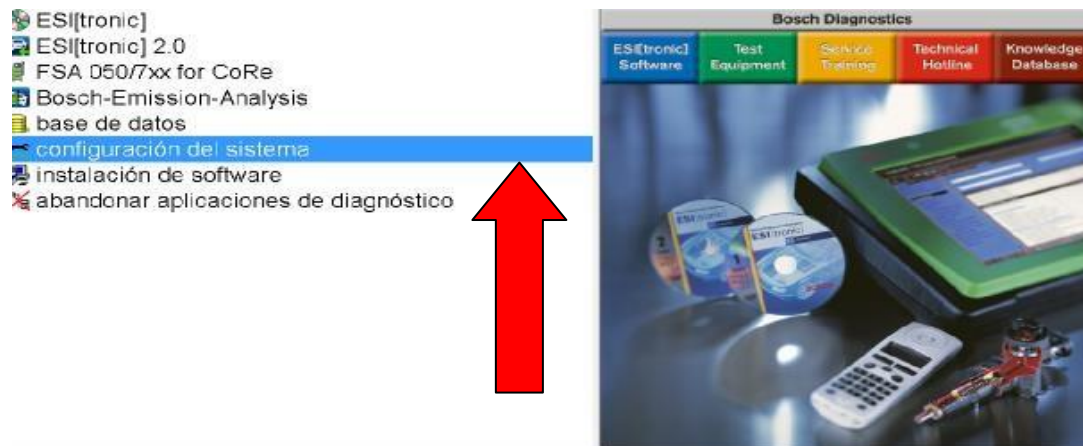
Fuente: (Bosch, 2024)

2. Después se realizar el encendido del CPU del equipo para empezar con la configuración del sistema, se debe considerar que al inicialmente se mostrará la pantalla que se muestra en la figura 24, luego ingresamos a la configuración del sistema, después

escogemos la opción de osciloscopio universal y seleccionamos los elementos que se desea realizar el diagnostico, en este caso se hace referencia a los inyectores del automóvil del vehículo Chevrolet Sail, ver figura 25.

Figura 24

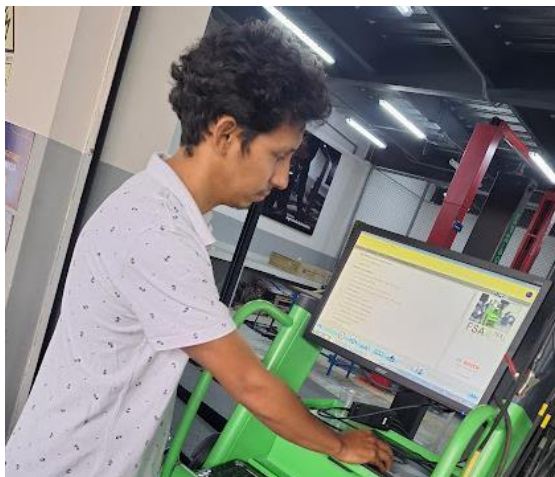
Selección de la Configuración del Sistema del Equipo FSA 740 de Bosch



Fuente: (Bosch, 2024)

Figura 25

Selección del Análisis de Inyectores



3. Luego se retira el tapa válvulas del motor, para lo cual se utiliza una herramienta de tipo hexágono, esta acción se la realiza para acceder de forma rápida y sencilla a los conectores de los inyectores, para lo cual se emplea las puntas del equipo y se realiza el contacto en lo cables de alimentación y masa de los inyectores, ver figura 26.

Figura 26*Puntas Utilizadas Para el Análisis de Inyectores*

Antes de realizar el respectivo análisis de las gráficas correspondientes se destaca que se toma como referencia la gráfica representa en la figura 18, donde se visualiza el funcionamiento idóneo del inyector, (la escala de medición se encuentra en milivoltios).

4. Después se puede visualizar en el equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 las curvas que se generan en cada uno de los inyectores del motor del vehículo Chevrolet Sail, en las figuras 27, 28, 29 y 30 se muestran las figuras de los inyectores 1, 2, 3 y 4 respectivamente, la escala se la representa en voltios.

Figura 27*Grafica Generada por el Inyector 1*

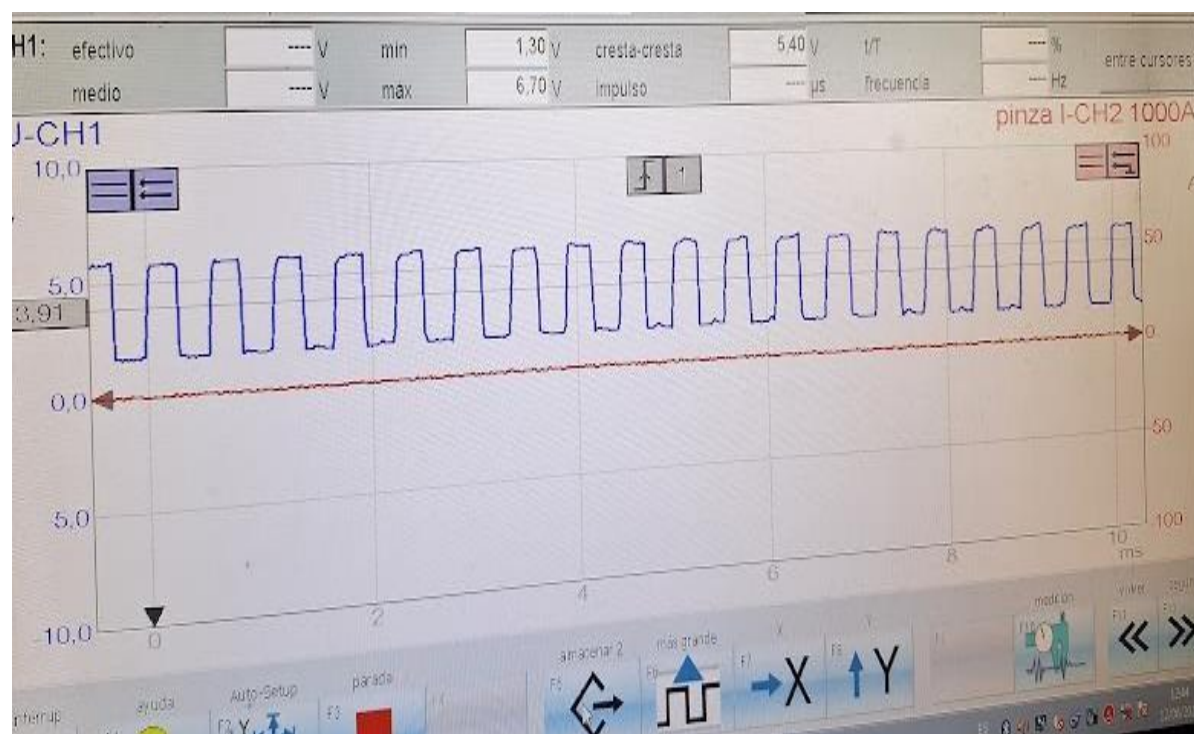
Figura 28*Grafica Generada por el Inyector 2***Figura 29***Grafica Generada por el Inyector 3*

Figura 30*Grafica Generada por el Inyector 4*

Capítulo IV

Análisis de Resultados

4.1 Análisis de Resultados Obtenidos en el Proyecto

Con las gráficas obtenidas se logró realizar el análisis actual del funcionamiento de los inyectores, aplicando esta acción de suma relevancia para determinar problemas o fallas que se presentan en la actualidad o a futuro en el sistema de alimentación y encendido del vehículo Chevrolet Sail, se destaca la gran utilidad que presenta el equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch, para realizar análisis de los equipos y elementos eléctricos y electrónicos automotrices.

4.1.1 Análisis de las Gráficas Obtenidas de los Inyectores del Motor

Por medio del gráfico obtenido en las pruebas realizadas se pudo determinar que existe un problema en el inyector uno, para lo cual se presentan las gráficas de cada uno de los inyectores y se realiza el análisis de cada una de forma separada:

4.1.2 Análisis de la Gráfica del Primer Inyector

En el primer inyector se pudo obtener una gráfica donde se visualiza que la curva está presentada por una recta horizontal, lo cual no es usual para un inyector en buen estado, por tal motivo se establece que el inyector no se encuentra funcionando de forma correcta, ver figura 31.

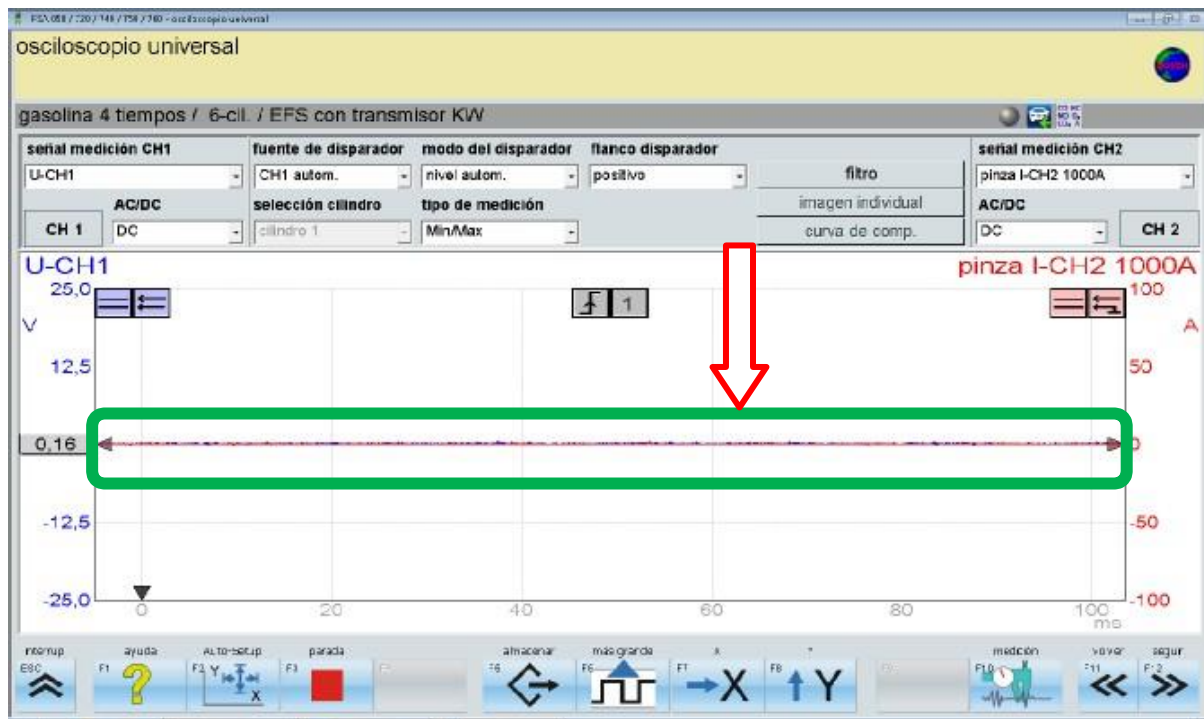
La gráfica emitida por el inyector debería presentar una imagen de pulsos generados que cambian de frecuencia por efecto del bobinado del inyector, es decir hay momentos que se encuentran abiertos y momentos que se cierran, tal como se representa en la figura 18.

Esto genera una inestabilidad en el motor y puede ser una probable causa por la cual el motor del vehículo cuando está en funcionamiento y logra alcanzar la temperatura ideal de funcionamiento, se presentan inconvenientes en su trabajo; esto se puede apreciar porque existe una caída o disminución en su potencia, esta situación también se puede afianzar

debido que adicional existe un problema en la bobina número 3, siendo esta suma de problemas en los dos elementos del sistema de encendido y alimentación causales de un funcionamiento inadecuado cuando el motor alcanza su temperatura de funcionamiento.

Figura 31

Curva Obtenida en el Inyector 1



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.

4.1.3 *Análisis de la Gráfica del Segundo Inyector*

En el segundo inyector se muestra la gráfica donde se aprecia la curva generada y se muestra que está funcionando de forma apropiada, es decir los pulsos están de forma correcta por lo que se deduce que el inyector no presenta problemas y está apto para trabajar de forma ininterrumpida a un largo plazo, ver figura 32. El segundo inyector está trabajando de acuerdo con lo especificado por el fabricante, es decir al contrastar ambas gráficas la 18 y la 32 se puede apreciar que el segundo inyector está funcionando de forma correcta.

4.1.4 *Análisis de la Gráfica del Tercer y Cuarto Inyector*

Las gráficas generadas por los inyectores 3 y 4 muestran un patrón de funcionamiento aceptable, pues en ellas se aprecian ciertas irregularidades en su funcionamiento, como se muestran en la figura 33 y 34 respectivamente, esto en comparación con la curva generada en el inyector número dos, ver figuras de referencia 32 y 18 respectivamente.

Debido a esta irregularidad se puede concluir que los inyectores 3 y 4 deben tener un mantenimiento para generar un mejor funcionamiento, por el momento están funcionando de una forma aceptable pero a corto tiempo se van a presentar problemas de mayor magnitud, en la actualidad no se presenta un problema muy persistente porque tres de cuatro inyectores están trabajando; con el pasar del tiempo el problema se va a acentuar con mayor incidencia

por este motivo se debe dar un mantenimiento preventivo de los inyectores 3 y 4, además al contrastar con la figura 18 de referencia se puede apreciar que en los picos altos o de apertura de los inyectores 3 y 4 se muestran una tendencia de irregularidad, situación que se produce porque los inyectores permanecen mayor cantidad de tiempo abierto.

Figura 32

Curva Obtenida en el Inyector 2

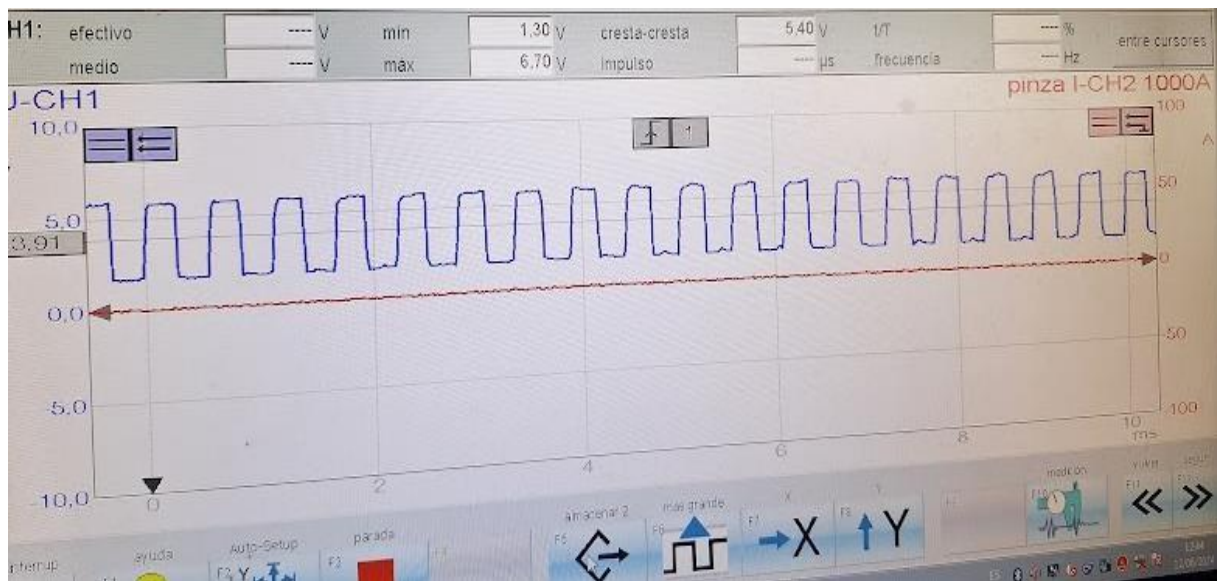


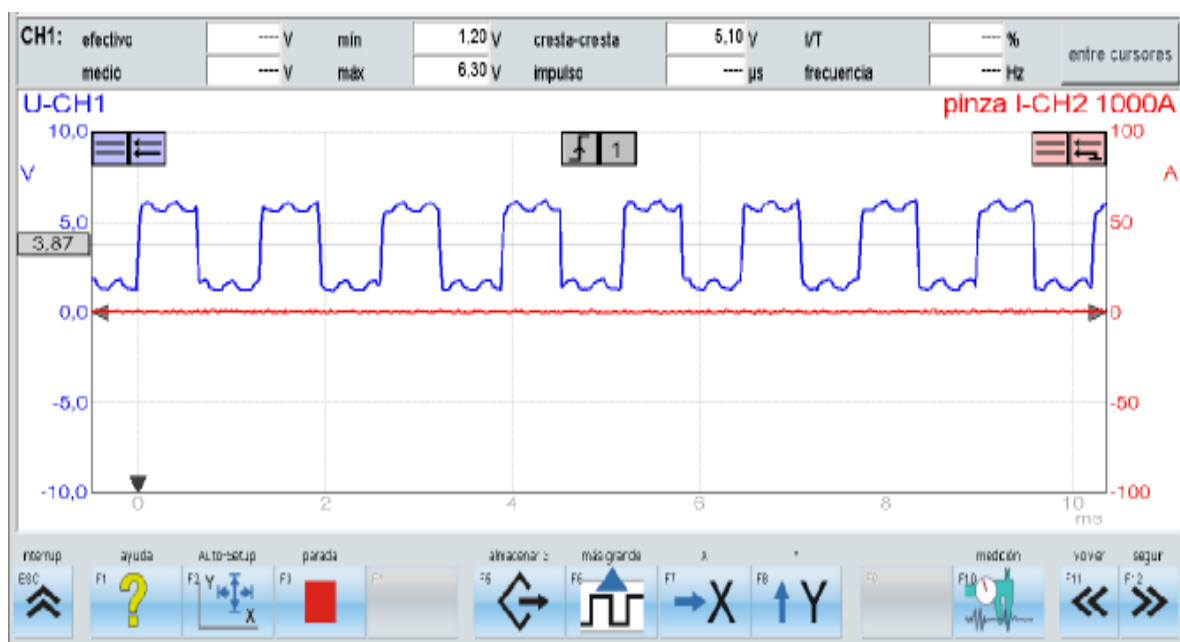
Figura 33

Curva Obtenida en el Inyector 3



Figura 34

Curva Obtenida en el Inyector 4



Conclusiones

Se realizó el análisis correspondiente al funcionamiento de los inyectores del vehículo Chevrolet Sail 1.4, por medio del osciloscopio del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch, elementos que son parte del sistema de encendido y de alimentación del motor respectivamente.

Se alcanzó a detallar una búsqueda minuciosa en la recopilación de información teórica y práctica que está relacionada al funcionamiento de los inyectores del sistema de alimentación del motor perteneciente al vehículo Chevrolet Sail 1.4.

Por medio de las gráficas obtenidas se realizó la comparación con las curvas establecidas por el fabricante para determinar el funcionamiento de los inyectores, donde se determinó que el inyector número uno presenta una gráfica de forma lineal, es decir que no está en lo establecido por el fabricante y se determina que este inyector se encuentra en mal estado.

Se consiguió realizar la sucesión de pasos para realizar el análisis correspondiente para determinar el estado de los inyectores por medio del osciloscopio del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch.

Recomendaciones

Antes de proceder a realizar el análisis correspondiente de los inyectores que pertenecen al sistema de alimentación y encendido es imperativo alcanzar la comprensión y el conocimiento teórico – práctico sobre los elementos que se van a ser objeto de análisis analizar.

En este caso se recomienda tomar acciones de índole correctivo en relación al inyector número uno, esto debido a que en el análisis realizado se obtuvo que él mismo no se encuentra funcionando de forma adecuada, tomando esta acción se mejorará el funcionamiento del motor cuando alcanza su temperatura ideal de trabajo.

Se recomienda seguir la secuencia de pasos establecida para realizar el análisis de los inyectores que está realizada de forma sencilla, eficiente y rápida; de esta forma se podrá alcanzar en manejo apropiado del osciloscopio que posee el equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch.

Bibliografía

- AutoAvance. (2022). *Cables de Bujías Atomotrices*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/105-distribuidor-de-encendido/>
- Autoplanet. (2023). *Cables de Bujías Atomotrices*. <https://autoplanet.pe/blog/para-que-sirven-los-cables-de-bujia-en-un-auto/>
- Autosoporte. (2023). *Osciloscópio Automotriz*. <https://autosoporte.com/analisis-tecnico-del-uso-del-osciloscopio-automotriz/#:~:text=El%20Osciloscopio%20un,amplitud%2C%>
- Bosch. (2024). *Cables de Bujías Atomotrices*. <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equi-5>
- Boschecuador. (2023). *Bujía*. <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>
- Buscadordetalleres. (2023). *Gráfico de Temperatura de Funcionamiento de las Bujías*. <https://buscadordetalleres.com/blog/tipos-de-bujias-fabricadas-por-ngk/>
- Facet.eu. (2024). *Bobina Automotriz*. <https://www.facet.eu/es/productos/encendido/bobinas-de-encendido/>
- Finaltest. (2023). *Definición de Osciloscópio*. <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-9.htm>
- Flotas.autolab. (2022). *Cables de Bujías Atomotrices*. <https://flotas.autolab.mx/blog/que-son-los-cables-de-las-bujias/>
- González, C. D. (2019). *Sistemas Auxiliares del Motor*.
- Imporauto. (2023). *Inyectores a Gasolina*. <https://doi.org/https://imporauto.es/ainyector/>
- Motor.es. (2024). *Tipos de Baterías de Uso Automotriz*. <https://www.motor.es/que-es/bateria>
- Motor.mapfre. (2024). *Inyector a Gasolina*. <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-mantenimiento/averias-inyectores-saber-estan-fallando/>
- Pérez, B. M. (2019). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Paraninfo.

- Petrolheadgarage. (2023). *Inyector a Gasolina*. <https://doi.org/petrolheadgarage.com/cursos-automocion/inyector-gasolina/>
- Rentingfinders. (2023). *Sistemas de Encendido*. <https://rentingfinders.com/glosario/bobina-encendido/>
- Ro-des. (2023). *Tipos de Bujías Automotrices*. <https://www.ro-des.com/mecanica/bateria-del-coche-como-funciona-y-cuanto-dura/>
- Sanchez, E. (2018). *Sistemas Auxiliares del Motor*. MacMillan.
- Sobrino, J. (2001). *Teledetección*. Valencia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Valencia.
- Talleres, B. (2022). <https://buscadordetalleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/>
- Tallerxxi. (2024). *Batería de Uso Automotriz*. <https://www.tallerxxi.com/actualidad/partes-de-una-bater%C3%ADa-de-coche>

