



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero

Automotriz

Autor: Cárdenas Sánchez Rodic Miguel

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

Análisis de Gases Contaminantes del Vehículo

Chevrolet Sail 1.4 Utilizando Bujías de Iridio y Platino

Certificación de Autoría

Yo, Cárdenas Sánchez Rodic Miguel, 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.

Cárdenas Sánchez Rodic Miguel

C.I.: 0929187466

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. Planteamiento del Problema	2
1.2.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Sistematización del Problema.....	2
1.4. Objetivos de la Investigación.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Justificación e Importancia de la Investigación	3
1.5.1. Justificación Teórica	4
1.5.2. Justificación Metodológica	4
1.5.3. Justificación Práctica	5
1.5.4. Delimitación Temporal	5
1.5.5. Delimitación Geográfica.....	6
1.5.6. Delimitación del Contenido	6
1.6. Alcance	6
Capítulo II.....	8
Marco de Referencia.....	8

2.1.	Definición del Motor de Combustión Interna.....	8
2.1.1.	Alimentación de Combustible en los Motores a Gasolina.....	9
2.1.2.	Circuito de Encendido Empleado en los Motores a Gasolina.....	11
2.1.3.	Batería de Encendido del Automóvil.....	12
2.1.4.	Especificaciones de la Batería de Uso Automotriz.....	15
2.1.5.	Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna Otto...	16
2.1.6.	Tipos de Cables de Bujías Utilizados en el Motor a Gasolina Otto.....	17
2.1.7.	Bujías de Encendido del Motor de Combustión Interna a Gasolina Otto.....	20
2.1.8.	Partes de la Bujía de Uso Automotriz.....	21
2.1.9.	Combustión de la Mezcla Aire y Combustible.....	22
2.2.	Clasificación de las Bujías.....	23
2.2.1.	Clasificación de las Bujías por su Grado Térmico.....	23
2.2.2.	Clasificación de las Bujías por su Resistencia.....	24
2.2.3.	Clasificación de las Bujías por el Tamaño del Arco.....	24
2.2.4.	Clasificación de las Bujías por el Tipo de Combustible.....	25
2.2.5.	Clasificación de las Bujías por el Número de Electrodo.....	25
2.2.6.	Clasificación de las Bujías por el Cuello de Rosca.....	25
2.2.7.	Clasificación de las Bujías por el Tipo de Material.....	27
2.3.	Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch.....	28
2.3.1.	Características del Equipo FSA 740 de Bosch.....	30
2.3.2.	Especificaciones Técnicas del Equipo FSA 740 de Bosch.....	30
2.4.	Mantenimientos Generales Aplicados al Área Automotriz.....	30
2.4.1.	Mantenimiento Predictivo.....	32
2.4.2.	Mantenimiento Basado en las Condiciones.....	32
2.4.3.	Mantenimiento Preventivo.....	32

2.4.4. Mantenimiento Correctivo	33
Capítulo III.....	34
Metodología	34
3.1 Propósito del Capítulo.....	34
3.2 Diseño Metodológico.....	34
3.3 Procedimientos de Análisis de las Bujías de Iridio y Platino	35
3.1.1. Primer Análisis con las Bujías de Cobre que Posee el Vehículo	36
3.1.2. Segundo Análisis con las Bujías de Platino.....	37
3.1.3. Tercer Análisis con las Bujías de Iridio	38
Capítulo IV.....	41
Análisis de Resultados	41
4.1 Análisis de Datos Obtenidos.....	41
4.1.1. Análisis de los Gráficas Obtenidos Utilizando las Bujías de Cobre	41
4.1.2. Análisis de los Gráficas Obtenidos Utilizando las Bujías de Platino	41
4.1.3. Análisis de los Gráficas Obtenidos Utilizando las Bujías de Iridio.....	41
Conclusiones	45
Recomendaciones	46

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Funcionamiento del Motor de Combustión Interna</i>	8
Figura 2 <i>Alimentación de Combustible en los Motores a Gasolina</i>	10
Figura 3 <i>Esquema del Sistema de Inyección a Gasolina en Motores Diésel</i>	10
Figura 4 <i>Encendido Electromecánico Convencional</i>	11
Figura 5 <i>Batería de Uso Automotriz</i>	13
Figura 6 <i>Batería de Uso Automotriz</i>	14
Figura 7 <i>Cables de Bujías</i>	16
Figura 8 <i>Cables de Bujías de Alto Rendimiento</i>	18
Figura 9 <i>Bujías de Encendido de Uso Automotriz</i>	20
Figura 10 <i>Partes de la Bujía Automotriz</i>	21
Figura 11 <i>Proceso de Combustión de la Mezcla</i>	23
Figura 12 <i>Bujías frías y Calientes</i>	23
Figura 13 <i>Bujías de Abertura Normal y Grande</i>	24
Figura 14 <i>Bujías de varios Electrodo</i>	26
Figura 15 <i>Bujías con Diferentes Cuellos de Roscas</i>	26
Figura 16 <i>Rango de Funcionamiento de Bujías del Motor de Combustión Interna</i>	28
Figura 17 <i>Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch</i>	29
Figura 18 <i>Sonda Para el Análisis de Gases</i>	29
Figura 19 <i>Encendido y Configuración del Equipo de Diagnóstico</i>	35
Figura 20 <i>Ingreso de datos del Vehículo en el Sistema</i>	36
Figura 21 <i>Datos iniciales con Bujías de Cobre, Temperatura de Aceite 62.3 °C</i>	37
Figura 22 <i>Datos Finales con Bujías de Cobre, Temperatura de Aceite 76.4 °C</i>	37
Figura 23 <i>Datos iniciales con Bujías de Platino, Temperatura de Aceite 80 °C</i>	38
Figura 24 <i>Datos Finales con Bujías de Platino, Temperatura de Aceite 82.6 °C</i>	39

Figura 25 <i>Datos iniciales con Bujías de Iridio, Tempeartura de Aceite 80.9 °C</i>	39
Figura 26 <i>Datos Finales con Bujías de Iridio, Tempeartura de Aceite 83.7 °C</i>	40
Figura 27 <i>Valores Obtenidos en la Última Medición con las Bujías de Cobre</i>	42
Figura 28 <i>Valores Obtenidos en la Última Medición con las Bujías de Platino</i>	42
Figura 29 <i>Valores Obtenidos en la Última Medición con las Bujías de Iridio</i>	43

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Tipos de Motores</i>	8
Tabla 2 <i>Características del Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch</i>	31
Tabla 3 <i>Análisis Final de los Valores Obtenidos</i>	44

Resumen

En el presente trabajo se plasma de forma rápida, versátil, apropiada y segura en relación con el cómo se debe utilizar los equipos de diagnóstico automotriz con tecnología actualizada para realizar el análisis de los gases contaminantes producidos al momento de la combustión en los motores de combustión interna a gasolina, especialmente variando las bujías de iridio y platino, este objetivo se lo alcanzó por medio del uso del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch. En el primer capítulo se refleja lo establecido a la problemática de la investigación planteada, adicionalmente se realiza la sistematización del problema, el planteamiento de los objetivos que se espera cumplir teniendo como fuente de inicio problemática que se investiga; seguido en el segundo capítulo se realizó una investigación detallada y minuciosa de la teoría relacionada a las bujías de iridio y platino. En el tercer capítulo estableció la descripción de forma detallada el uso del equipo automotriz FSA 740 para realizar el analizar de los gases emitidos, también se obtuvieron imágenes de las tablas emitidas por el equipo de diagnóstico automotriz, en el capítulo cuatro se analizó los datos obtenidos donde se enfatizó la facilidad que brinda el equipo para realizar el análisis correspondiente, aquí se estableció que al analizar las bujías de cobre que utiliza el vehículo, seguido de procedió a analizar los gases con las bujías de platino donde se estableció que presentan problemas con lo relacionado al CO_2 , donde las bujías no llegan al mínimo permitido y en lo relacionado al los HC superan el valor establecido es decir los 305 ppm y lo establecido es de 200 ppm, mientras que en las bujías de iridio de igual forma presenta los mismos problemas con la diferencia que en los HC llegan al valor de los 222 ppm.

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

Abstract

In the present work is reflected in a fast, versatile, appropriate and safe way in relation to how to use automotive diagnostic equipment with updated technology to perform the analysis of pollutant gases produced at the time of combustion in gasoline internal combustion engines, especially varying the iridium and platinum spark plugs, this objective was achieved through the use of automotive diagnostic equipment FSA 740 of Bosch. In the first chapter it is reflected the established to the problematic of the raised investigation, additionally the systematization of the problem is made, the approach of the objectives that it is expected to fulfill having as starting source the problematic that is investigated; followed in the second chapter a detailed and meticulous investigation of the theory related to the iridium and platinum spark plugs was made. In the third chapter established the detailed description of the use of the automotive equipment FSA 740 to perform the analysis of the gases emitted, also images of the tables issued by the automotive diagnostic equipment were obtained, in chapter four the data obtained were analyzed where the ease provided by the equipment to perform the corresponding analysis was emphasized, here it was established that when analyzing the copper spark plugs used in the vehicle, Then we proceeded to analyze the gases with platinum spark plugs where it was established that there are problems with regard to CO₂, where the spark plugs do not reach the minimum allowed and in relation to the HC exceed the established value is 305 ppm and the established value is 200 ppm, while in the iridium spark plugs likewise presents the same problems with the difference that in the HC reach the value of 222 ppm.

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

Capítulo I

Problema de la Investigación

1.1. Tema de Investigación

Análisis de gases contaminantes del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando bujías de iridio y platino.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Actualmente el tema de los gases contaminantes es algo que genera gran expectativa en los motores de combustión interna a gasolina debido, esto debido a que se debe cumplir con normativas nacionales e internacionales que buscan regular los gases a estándares que no sean peligrosos para el medio ambiente.

Para disminuir la emisión de gases se debe conseguir que el motor de combustión interna se encuentre en óptimas condiciones al momento de su funcionamiento, esto implica que una serie de elementos, componentes y sistemas del automóvil se encuentren trabajando de forma sincronizada con la finalidad que el consumo de combustible sea el indicando.

Entre los elementos, componentes y sistemas del automóvil que deben trabajar de forma apropiada se encuentran los sistemas de alimentación, encendido, distribución, sensores como el CKP, CMP, IAT, KS, entre otros, además de actuadores como la bomba de combustible, inyectores, bobina y bujía, tomando en consideración la computadora es el elemento que recibe la información y toma la decisión de funcionamiento de los actuadores, si todos estos elementos están sincronizados se podrá alcanzar un funcionamiento apropiado del motor de combustión interna y se logre minimizar la emisión de gases contaminantes.

Tomando en consideración estos y otros aspectos se planea desarrollar el presente estudio y establecer una alternativa que ayude a dar soluciones al problema de emisiones de gases contaminantes se espera realizar el análisis del mismo haciendo que funciones con dos tipos de bujías diferentes.

1.2.1. Planteamiento del Problema

Los problemas de contaminación generados por el funcionamiento del motor de combustión interna se relacionan con varios de los elementos y sistemas que se relacionan de forma directa, con el estado de los elementos, componentes y sistemas, debiendo estar en buen estado para evitar el excesivo consumo de combustibles, siendo esto un papel predominante al momento de generar gases contaminantes.

Al momento de existir el incremento de consumo de combustible, como resultado del mal funcionamiento de uno o varios elementos o sistemas la computadora tomará decisiones para compensar la desincronización ideal del motor, evitando así su mal funcionamiento y evitando la pérdida de potencia y la presencia de vibraciones en el motor, siendo el estado de las bujías un aspecto importante el funcionamiento del motor.

Al tener el estado óptimo de las bujías se puede reducir el consumo excesivo de combustible, por este motivo se debe alcanzar un análisis apropiado de los gases emitidos por el motor de combustión interna y uno de los elementos importantes son la bujías de encendido y por este motivo se debe realizar análisis comparativo entre dos tipos de bujías las de iridio y platino, el análisis de gases se realizara con el equipo automotriz FSA 740, para luego realizar la determinación del tipo de bujía más apropiado.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Se podrá generar una propuesta de análisis de los gases generados por el motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail 1.4 por medio del equipo FSA 740?

1.3. Sistematización del Problema

¿Cuáles son los beneficios que se obtienen al realizar análisis de los gases combustionados por el motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando el equipo automotriz FSA 740?

¿Cuáles son los factores que influyen en el análisis los bujías de encendido de iridio y platino del vehículo Chevrolet Sail 1.4?

¿Qué ventajas brinda el uso del equipo automotriz FSA 740 para analizar los gases combustionados por el motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

- Analizar los gases contaminantes producidos por el vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando bujías de iridio y platino

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información acerca de los bujías de iridio, platino y los gases generados en la combustión de motores a gasolina.
- Comparar los gases generados en la combustión del motor a gasolina utilizando bujías de iridio y platino por medio el equipo automotriz FSA 740 para su respectiva evaluación.
- Determinar el tipo de bujías apropiado para el motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4 por medio del análisis comparativo de los gases producidos en la combustión variando las bujías de iridio y platino.

1.5. Justificación e Importancia de la Investigación

El trabajo investigativo a ejecutar se enfoca en el análisis de los gases generados por el motor de combustión interna variando dos tipos de bujías las de iridio y platino, estos dos materiales de las bujías tomadas como base se las consideró debido a que son los materiales que se impulsan como más efectivos de manera comercial; además de los objetivos planteados se desprenden de varias fuentes investigadas, que muestran posibles respuestas a la apariencia metodológica, teórica y práctica que a continuación se presentan:

1.5.1. Justificación Teórica

Al existir problemas con los gases combustionados se generan complicaciones en lo referente a la contaminación ambiental y esto pudiera generarse por no contar un tipo de bujía apropiado, además se pueden presentar perjuicios muy relevantes, para ello se presenta la alternativa que propone establecer un análisis adecuado de los gases contaminantes, y el mismo será de utilidad para establecer un diagnóstico de los gases emitidos, este análisis puede servir para seguir la secuencias de mantenimiento preventivo y correctivo de varios sistemas y elementos , de esta forma poder mejorar su eficiencia así como su desempeño con un sustento teórico bien fundamentado basado en la búsqueda y revisión de fuentes bibliográficas, fichas técnicas y artículos científicos en los que han realizados estudios similares o relacionados al tema en mención, por ejemplo:

Según lo expuesto por (Pérez, 2019), establece que en la actualidad la tecnología el control de gases contaminantes ha implantado notables desarrollo, considerando que los gases contaminantes porque su efecto se ve reflejado en la contaminación global, esta situación ha obligado a la industria del sector automotriz se aplique controlar las emisiones en los vehículos y no generen contaminación al medio ambiente; se destaca que la electrónica se desarrolla para ser de ayuda y controlar las misiones.

Según (Zerna & Zumba, 2019), expresan que las emisiones contaminantes son un tema cuyo impacto ambiental que se viene estudiando especialmente por el tema de las emisiones emitidas por los vehículos donde se evalúa las emisiones para determinar el tipo de combustible utilizado, también destacan que se deben considerar las condiciones de funcionamiento del vehículo para establecer la contaminación de los motores.

1.5.2. Justificación Metodológica

En la investigación presentada se alcanzara la justificación de la metodología que se desarrolla en el presente trabajo investigativo concerniente a la realización de un análisis de

los gases contaminantes emitidos por el motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail 1.4, variando los tipos de bujías entre iridio y platino y se basará 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 nivel de contaminación que generan los motores del vehículo Chevrolet Sail 1.4, utilizando el equipo automotriz FSA 740.

En efecto, el presente trabajo investigativo de gases contaminantes 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 gases contaminantes 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 alternando bujías de iridio y platino.

1.5.4. Delimitación Temporal

De acuerdo con lo previsto desarrollo como planificación en el desarrollo del análisis de los gases contaminantes 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 28 de octubre de 2024 y de manera tentativa se pretende que su finalización o defensa de proyecto se llevará a cabo el 28 de febrero de 2025.

1.5.5. Delimitación Geográfica

El presente trabajo investigativo se lo llevará a cabo en el taller GAETE ubicado en el país de Ecuador dentro de la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en la parroquia Tarqui, Prosperina Mz 17 Sl 13.

1.5.6. Delimitación del Contenido

El proyecto de investigación denominado; análisis de gases contaminantes del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando bujías de iridio y platino, 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 en todo su extensión.

1.6. Alcance

El trabajo investigativo que se presenta con el tema; análisis de gases contaminantes del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando bujías de iridio y platino, tiene como alcance establecer una forma metodológica que permita alcanzar cuál de los tipos de bujías sería el más apropiado para reducir los gases contaminantes en los motores de combustión interna; además se podría reducir posibles fallas que son comunes en los motores a gasolina, de esta forma se contribuirá a establecer un plan de mantenimiento predictivo para tomar acciones antes que se presenten problemas y sea necesario aplicar un mantenimiento correctivo.

Adicional a esto, en la parte conceptual del presente estudio se inicia con el análisis de los gases contaminantes producidos por el motor del vehículo Chevrolet Sail, haciendo notorio que las bujías son parte del sistema de encendido del motor, también se indaga sobre el mantenimiento predictivo del motor en estudio.

Luego se generará una orientación de como realizar un análisis de los gases emitidos por el motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail 1.4, los gases que se generen en el motor los podemos analizar por medio de la utilización del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740.

Capítulo II

Marco de Referencia

Para alcanzar los objetivos planteados y además un correcto entendimiento se procede a la aclaración de diversos conceptos que se utilizarán para el desarrollo del trabajo que se presenta que es de tipo investigativo; adicional 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 expuesto por (González, 2019), se refiere al motor de combustión interna alternativo como “una máquina térmica capaz de transformar la energía térmica almacenada en un fluido combustible en energía mecánica, suministrando un trabajo, el mismo que se aplicará en la secuencia cinemática para generar el movimiento del vehículo”, ver figura 1.

Figura 1

Funcionamiento del Motor de Combustión Interna



Fuente: (González, 2019)

En la tabla 1, se detalla algunas definiciones de los diferentes tipos de motores de combustión interna alternativo, se destaca la importancia de resaltar las definiciones previas de los antecesores hasta llegar a la concepción final.

Tabla 1

Tipos de Motores

Tipos de motores	Definición
Motor térmico:	Máquina térmica; produce energía mecánica por el aprovechamiento de la energía térmica almacenada en un fluido por medio de una combustión.

Motor de Combustión Interna (MCI):	Motor térmico: produce en su interior. Existen motores de combustión externa, donde la energía térmica del combustible se produce en un equipo independiente, una cámara de combustión, algunas turbinas de gas o el motor Stirling son ejemplos de motores de combustión externa.
Motor de Combustión Interna Alternativo (MCIA):	Motor de combustión interna; el ciclo de trabajo y la transmisión de fuerzas se produce mediante el desplazamiento lineal y repetitivo de un émbolo o pistón.
Motor de Encendido Provocado (MEP) o de ciclo Otto:	Comprime una mezcla de aire y combustible, produciéndose la combustión por una causa externa, es decir, por el salto de chispa de la bujía.
Motor de Encendido por Compresión (MEC) o de ciclo Diesel:	Comprime aire hasta que este adquiere una gran presión y temperatura, momento en el cual se inyecta el combustible y se produce la combustión por autoinflamación de este.

Fuente: (González, 2019)

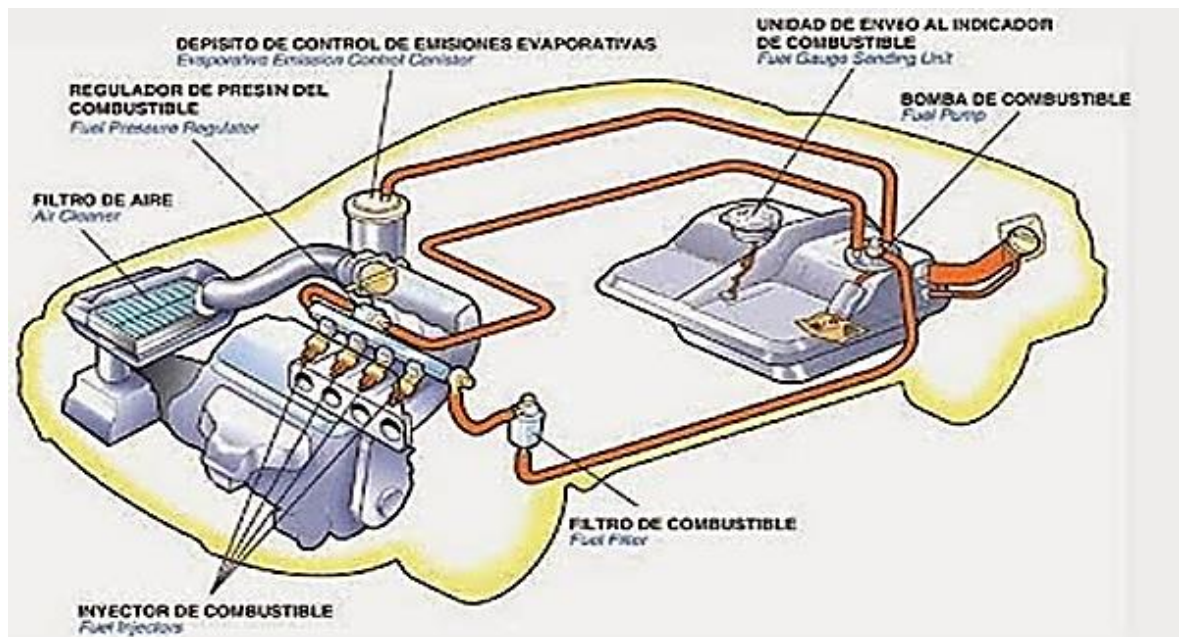
2.1.1. Alimentación de Combustible en los Motores a Gasolina

La alimentación de combustible en los motores de combustión interna Otto, ver figura 2, actualmente se realiza a través de los sistemas de inyección indirecta, aunque en la actualidad se empiezan a utilizar sistema de inyección directa, que era específicamente usado en motores diésel, inicialmente se utilizó el carburador, para después cambiar a sistemas de inyección aproximadamente a mediados de los años ochenta del siglo anterior, alcanzando una masificación plena a finales de los 90 y su máxima aplicación a inicios del siglo XXI.

En la actualidad los sistemas de alimentación de combustible que utilizaban carburadores han sido reemplazados por el sistema de inyección de combustible en los motores a gasolina, ver figura 3, los sistemas de inyección han evolucionado empezando por los sistemas electromecánicos hasta llegar a los sistemas completamente electrónicos.

Figura 2

Alimentación de Combustible en los Motores a Gasolina

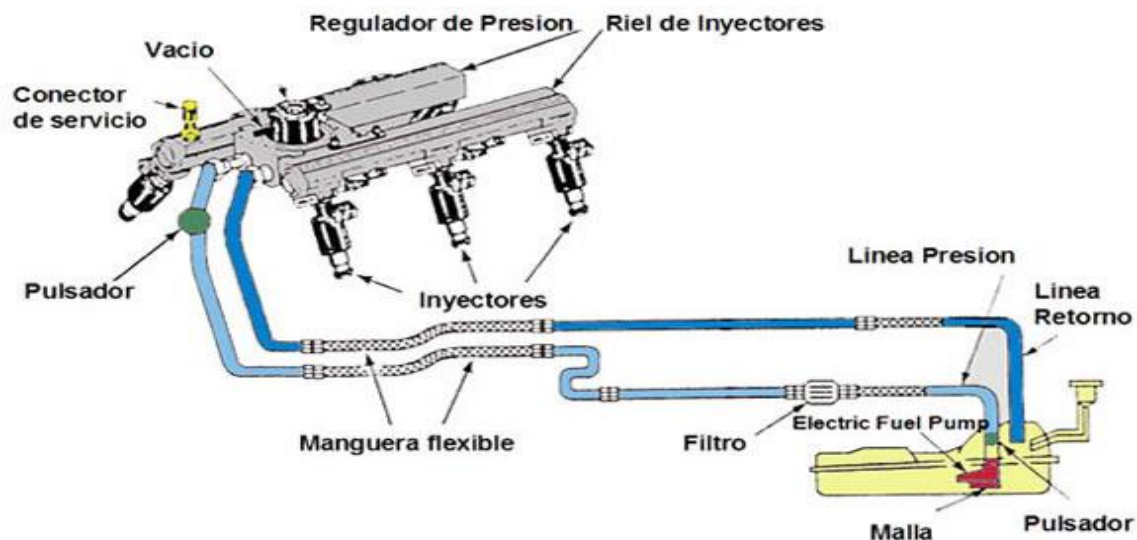


Fuente: (Cam2, 2022)

En la actualidad 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



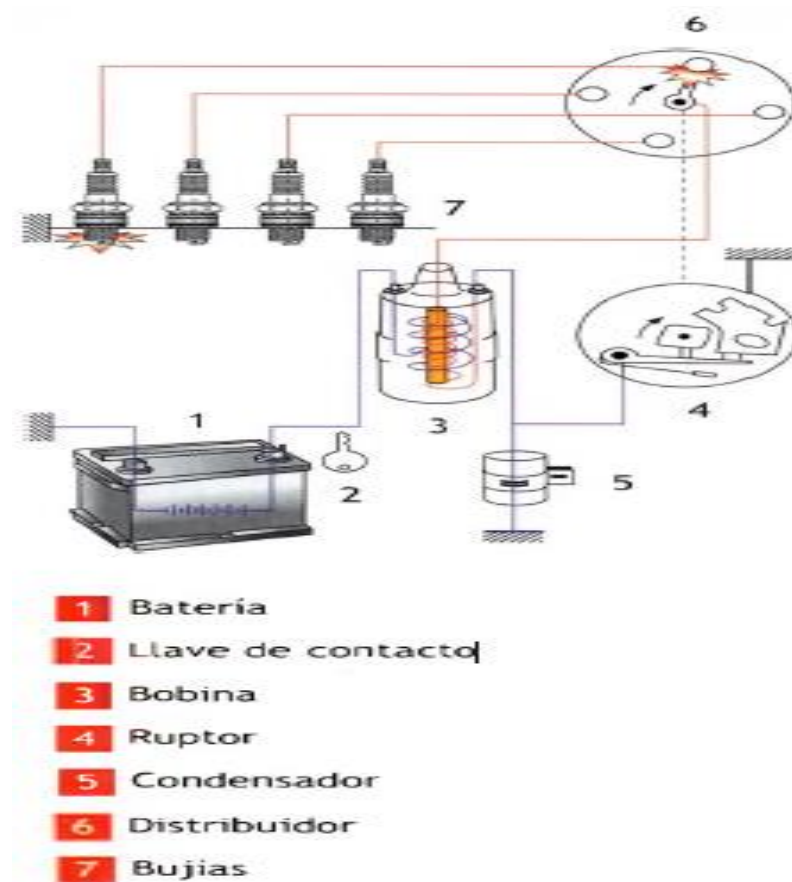
Fuente: (Fullmecanica, 2023)

2.1.2. Circuito de Encendido Empleado en los Motores a Gasolina

El sistema de encendido, ver figura 3, es el encargado de alcanzar que la mezcla aire-gasolina realice una explosión rápida y decisiva, situación que se realiza al momento que se produce el salto de la chispa eléctrica producida por la bujía, la misma que es dirigida de forma directa en el interior del cilindro, se produce siguiendo la configuración del orden de encendido del motor; para alcanzar el encendido de la mezcla se necesita alta energía, en caso de no alcanzar la energía necesaria no se producirá la explosión adecuada y correspondiente; cuando la energía es insuficiente se puede alcanzar una explosión inadecuada, es decir no se alcanza a combustionar toda la mezcla y esto genera una potencia inadecuada en el motor, y es parte de la generación de gases contaminantes, (Sánchez, 2019) , figura 4.

Figura 4

Encendido Electromecánico Convencional



Fuente: (Sánchez, 2019)

El objetivo principal del circuito de encendido es transformar la energía de bajo voltaje en alta tensión, con el fin de alcanzar el alto voltaje y por ende una alta energía para que cada bujía genere la chispa apropiada en cada cilindro y alcanzar la combustión completa de la mezcla aire combustible; de forma general se hace la descripción de algunos elementos del circuito de encendido de los motores de combustión interna a gasolina:

2.1.3. *Batería de Encendido del Automóvil*

La batería de uso automotriz es el elemento delegado para almacenar cierta cantidad de energía eléctrica que será utilizada cuando sea necesario, pudiendo ser para el encendido de luces y accesorios, sin embargo su utilidad resalta de requerir dar movimiento al motor cuando este se encuentra apagado o en estado de reposo, ver figura 5; para que alcance su funcionamiento ideal la batería debe poseer un voltaje de referencia que se aproxima a los 12.8 V, si no existiera este valor aproximado es muy probable que el encendido se realice con dificultades o problemas; además se destaca que si la batería se posee un valor inferior a los 11.5 V, no se lograra encender el motor de forma apropiada, (Bosch Ecuador, 2023).

El alternador es el encargado de generar la alimentación de energía eléctrica a la batería del sistema de encendido del motor de combustión interna a gasolina; esta energía siempre debe estar disponible para ser utilizada cuando sea necesario.

La función elemental de la batería es la de suministrar energía eléctrica al motor de arranque para dar inicio al movimiento del motor de combustión interna, una vez que se realiza el encendido del motor la batería debe recargarse, esto debido a la entrega de energía al motor de arranque para el encendido del motor, esta recarga se produce por la acción que realiza el alternador del circuito de carga del vehículo; tomado en cuenta que siempre debe tener un voltaje de referencia aproximado de 12.8 V para que funcione de forma correcta (Autoplanet.pe, 2023); adicional se resalta que la batería también sirve como elemento de apoyo para el alternador, esta se produce cuando esté no es capaz de suministrar toda la

energía eléctrica que requiere el motor y todos los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo para su funcionamiento total y óptimo; esto se puede requerir cuando se enciende las luces, radios, aire acondicionado a más del funcionamiento del motor, es decir en estos momentos se requiere gran cantidad de energía que el alternador por si solo no logra abastecer y requiere la ayuda de la batería.

Figura 5

Batería de Uso Automotriz



Fuente: (Bateriasecuador, 2024)

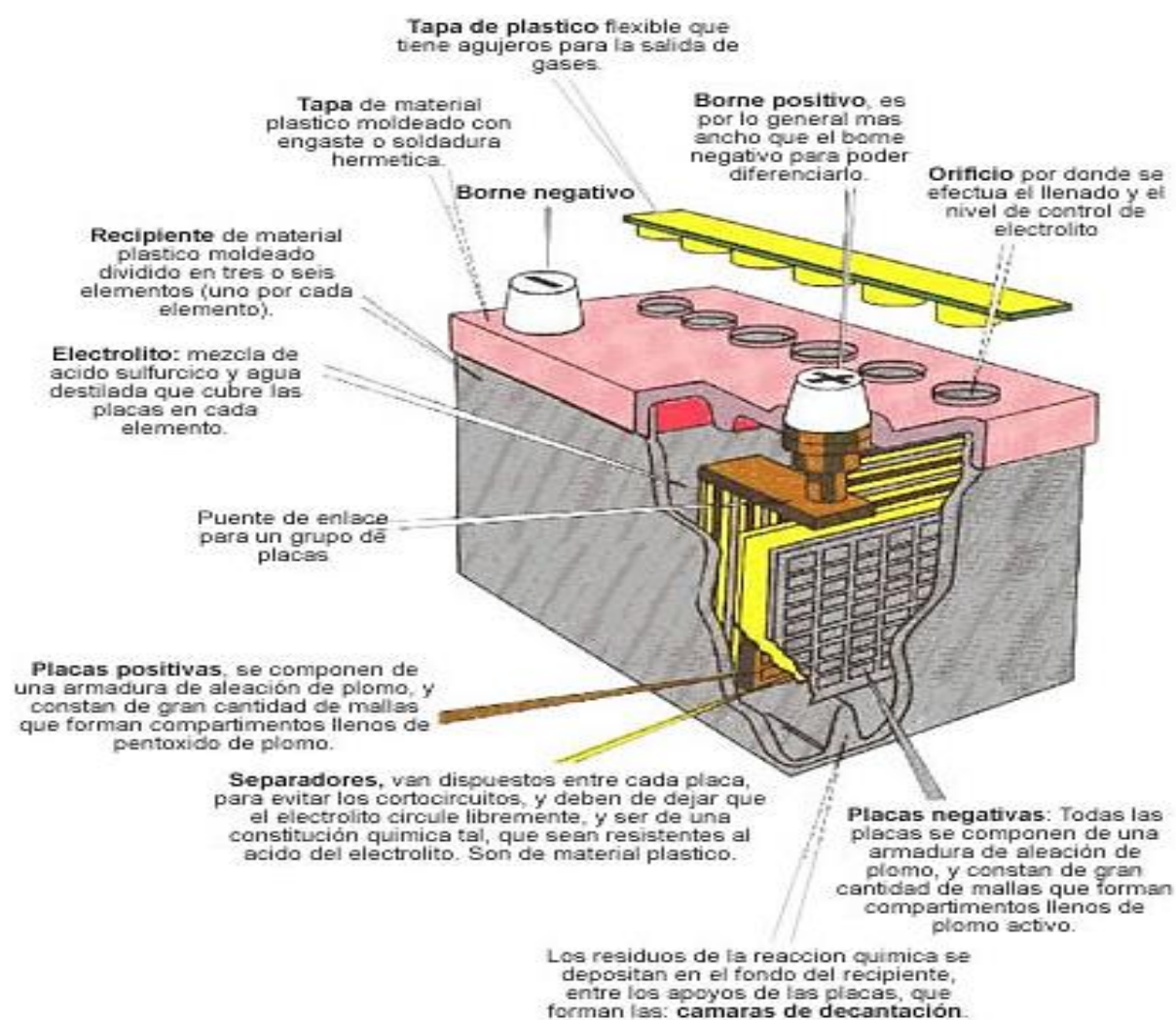
La batería uso automotriz es un elemento que está compuesto de generalmente de seis placas de plomo de las cuales tres son de tipo negativo y las tres restante son de tipo positivo, estas placas se encuentran unidas por medio puentes conectados en serie, las placas se encuentran en un compartimento individual y se encuentran sumergidos en una solución de tipo electrolítica, la misma que se conforma por agua destilada y ácido sulfúrico, esta unión entra la solución descrita y las placa de plomo producen una reacción química que genera corriente eléctrica, en la figura 6 se describe de forma detallada sus partes, se destaca que la máxima tensión que puede administrar cada placa esta cercano a los 2.2 V; es por este motivo

que se va aumentando el número de placas para alcanzar a obtener batería de 6, 12, 18 y 24 voltios.

El electrolito de la batería de automotriz está compuesto por una mezcla de 64 % de agua destilada y 36 % de ácido sulfúrico, la gravedad específica es de 1.270 (a 20 °C, 68 °F), estos valores son referenciales cuando la batería está completamente cargada, se destaca que la gravedad específica es el peso de una cantidad determinada de líquido comparado con el peso de la misma cantidad en volumen de agua, es decir que mientras más alto sea el valor de la gravedad específica más denso será el líquido utilizado, (Autosoporte, 2023).

Figura 6

Batería de Uso Automotriz



Fuente: (RO-DES, 2023)

2.1.4. Especificaciones de la Batería de Uso Automotriz

Las especificaciones de las baterías de uso automotriz están determinadas o establecidas por el Consejo Internacional de Baterías o conocido por sus siglas en inglés BCI, y estas determinan la capacidad que posee la batería en aspectos como por ejemplo la cantidad de suministro de la batería para desarrollar y suministrar alto amperaje al motor de arranque y proporcionar la energía de reserva al sistema eléctrico y entre otros se detallan los siguientes, (Autosoporte, 2023).

- Capacidad de arranque en frío; este aspecto hace referencia a las siglas CCA que vienen impresa en la información general de las baterías y se refiere a la capacidad que tiene la batería para suministrar la corriente específica a baja temperatura; esta medida se la determina cuando la batería se encuentra totalmente cargada y puede suministrar durante 30 segundos a 0 °F (- 17.8 °C), sin que la tensión entre los terminales de la batería caiga por debajo de los 7.2 V.
- Capacidad de arranque; se refiere a las siglas CA impresa en la información general de las baterías, es muy común que se confunda con la intensidad de arranque en frío, pues la CA es la capacidad de la batería para proporcionar corriente de arranque a 32 °F; para alcanzar su determinación nominal se usa el mismo criterio que en el valor nominal de arranque en frío, la diferencia esta que se la calcula a los 32 °F.
- Capacidad de reserva; esta característica se refiere al tiempo que una batería completamente cargada puede suministrar carga a una temperatura de 80 °F (17.8 °C), el suministro de referencia es de 25 A, este aspecto indica cuanto tiempo puede seguir suministrando corriente una batería sin que está recibiendo carga; el ejemplo que se puede describir es cuando en el vehículo el alternador ha sufrido algún

desperfecto y pierde la capacidad de suministrar energía a la batería, es decir que está recibiendo carga por parte del alternador.

2.1.5. Cables de Bujías del Sistema de Encendido del Motor de Combustión Interna Otto

Según lo descrito por (Pérez, 2019), en la descripción de los cables de bujías, establece que estos elementos son los que se encargan de transmitir la corriente de alta tensión, que se produce en la bobina, esto dependiendo del tipo de sistema de encendido que posea el motor de combustión interna; debido al alto voltaje que circula por ellos poseen características especiales; por esta razón se los conoce como cables de alta tensión, esto porque se encargan de dirigir la alta tensión que va en un rango de los 8000 a 12000 voltios /pie, aproximadamente, esta energía es necesaria que llegue a las bujías para producir la chispa y generar la explosión de la mezcla estequiométrica de aire y combustible; de forma general se los fabrica de fibra y grafito; además están cubiertos por un material aislante y con un forro de cloro sulfuro de polietileno, esto con la finalidad de prevenir posibles fugas de corriente, ver figura 7.

Figura 7

Cables de Bujías



Fuente: (Acdelco, 2023)

En otra definición establecida por (AutoPlanet.pe, 2023), los cables de bujías son los que se encargan de transmitir la energía que se produce por la corriente de alto voltaje generado en la bobina, el alto voltaje llega a la bujía y se lo utiliza para encender la mezcla de aire-gasolina que el motor usa para iniciar su funcionamiento, es decir la chispa que se produce en la bujía llega a la cámara de combustión del motor.

En la actualidad los motores cuentan con sistemas de encendido computarizado, y no poseen con una bobina colectiva; para este caso la corriente se transmite de forma directa a las bujías y no se utilizan cables, es decir se emplean bobinas de tipo COP.

2.1.6. Tipos de Cables de Bujías Utilizados en el Motor a Gasolina Otto

Se debe destacar que los cables de bujías pueden soportar temperaturas que van desde los 190 grados centígrados hasta los 220 grados centígrados; adicional a esto deben resistir la exposición a las impurezas que se generan alrededor del motor como por ejemplo los residuos de aceite, polvo y la exposición a la gasificación de la gasolina. Los tipos de cables de bujías más utilizados en los automóviles son los siguientes, (AutoPlanet.pe, 2023):

- Cables con resistencia activa; son cables que están compuestos por un núcleo de cobre envuelto por un revestimiento de silicón, el mismo que actúa como un aislante eléctrico; sin embargo este material está expuesto a que se corroa y para evitar esta situación se aplica un manto de estaño, con el fin de evitar la oxidación y el desgaste prematura del material.
- Cables con resistencia de carbono; estos cables se caracterizan por poseer en su interior un elemento de protección que es un tipo de malla fabricado por fibra de vidrio con incrustaciones de carbono; adicional se les suele agregar entre dos y tres capas de silicón y tejido a base de fibra de vidrio adicionales para mejorar su funcionamiento y durabilidad.

- Cables con reactancia inductiva; para este caso los cables se constituyen por poseer en su núcleo de fibra óptica que es cubierta de dos envolturas de silicón de tipo magnético, y está rodeada con un alambre fabricado de acero inoxidable, el mismo que logra generar electromagnetismo; estos cables son de gran relevancia debido a que pueden neutralizar voltaje inductivos o conocidos como corrientes parásitas que circulan por el cable y pueden causar problemas al momento de conducir el alto voltaje hacia las bujías, y luego no generar la chispa apropiada.
- Cables de bujías de alto rendimiento; son elementos que están diseñados soportar mayor cantidad de tensión de lo normal pudiendo llegar hasta el rango de los 18000 a 24000 voltios, ver figura 8, su aplicación se produce especialmente cuando se han realizado modificaciones del motor, cuando se utiliza bobinas y bujías de alto rendimiento, modificaciones de motores de competición, cuando se requiere aumentar la potencia del motor, entre otros aspectos que requieren un mayor voltaje.

Figura 8

Cables de Bujías de Alto Rendimiento



Fuente: (Ro-des, 2023)

Según lo expuesto en (Ro-des, 2023), las averías que se presentan con mayor frecuencia en los cables de bujías producen problemas al momento de transportar la corriente eléctrica y no se alcanza a conseguir una chispa adecuada para la combustión correcta de la mezcla aire gasolina; estas averías son:

- Vibraciones en el motor, esto puede provocar un desgaste prematuro del motor.
- Mayores niveles de contaminación.
- Aumento de consumo de combustible.
- Desgaste excesivo de los electrodos de las bujías.
- Mayor temperatura de funcionamiento del motor.

Los síntomas que se pueden apreciar en el motor al momento de sufrir daños o averías en los cables de bujías son los siguientes:

- Visualización de zonas en los cables con derretimiento por exceso de calor.
- Aumento de consumo de combustible, acompañado de una disminución de la potencia del motor; esto se presenta por la deficiencia de la chispa que se genera en la bujía, lo que influye en la disminución de potencia del motor.
- Mal funcionamiento o intermitencia en el encendido del motor y su desempeño.

La comprobación de los cables de bujías se los debe realizar de forma periódica para alcanzar un funcionamiento adecuado del motor, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Visualizar que los cables tengan toda su protección o recubrimiento.
- Verificar que no existan grietas rupturas en toda su extensión.
- Para verificar su resistencia se requiere la utilización de un multímetro y se sugiere seguir la siguiente secuencia; en el multímetro elegir la opción que mide los ohmios (Ω), se elige la escala de 200 ohmios y su valor deberá ser menor a 1 ohmio. (se recomienda tener la precaución que los cables de bujías no estén en contacto con

ningún tipo de superficie metálica; además se de evitar que exista contacto entre los extremos de los cables).

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

Es un componente del sistema de encendido que tiene por finalidad hacer que salte la chispa en el momento indicado hacia la cámara de combustión, es decir al interior de cada cilindro del motor a gasolina; conduce al interior de la cámara la corriente de alta tensión producida por el sistema de encendido y la descarga en forma de chispa entre sus electrodos para encender la mezcla de aire y carburante, (Sánchez, 2019).

En otra definición expuesta en el sitio (Pruebaderuta, 2023), destaca que las bujías son las delegadas de transmitir la chispa que será la encargada de inflamar la mezcla aire-combustible, generalmente se componen de un electrodo central que se une al extremo del cable de bujía; existen de uno o varios electrodos laterales, conocidos también como electrodos de masa, siendo el electrodo central el elemento por donde se transmita el amperaje requerido para producir la chispa apropiada, ver figura 9.

Figura 9

Bujías de Encendido de Uso Automotriz



Fuente: (Boshecuador, 2023)

2.1.8. Partes de la Bujía de Uso Automotriz

La bujías cuentan con diferentes partes que, cada una de ellas cumplen una función específica, y algunas se las puede considerar como esenciales para su funcionamiento como pueden ser la resistencia, el electrodo, terminal, entre otras ver figura 10, además hay partes pertenecen a la carcasa que sirven para la protección de los componentes principales y también para el montaje en el motor (Mecafenix, 2021):

Figura 10

Partes de la Bujía Automotriz



Fuente: (Mecafenix, 2021)

A continuación se detalla cada una de sus partes:

- Terminal de alto voltaje: Sirve para conectar un cable para accionar la bujía.
- Aislador de cerámica: Aísla el electrodo de las altas temperaturas.
- Rosca: Se utiliza para insertar la bujía en el motor.

- Electrodo central: Por lo general está conectada a un conductor interno y a una serie resistencias cerámicas para reducir el ruido de la chispa.
- Carcasa de metal: Sirve para disipar el calor del aislante, también funciona como tierra y está unida al electrodo lateral para completar el circuito de los electrodos.
- Electrodo lateral o a tierra: Este electrodo esta unido a la carcasa que actúa como tierra para que se cierre el circuito y la electricidad pase entre el electrodo central y el electrodo a tierra y así pueda generarse la chispa.
- Corrugado o costillas: Sirven para evitar fugas eléctricas su forma corrugada hace que se genere una mayor resistencia y así evitar que se fugue la electricidad de la terminal de alto voltaje (electrodo central) hacia la carcasa.

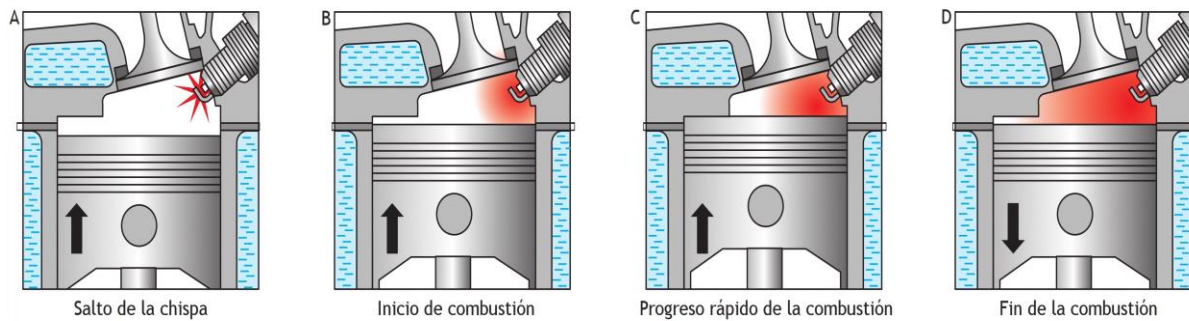
2.1.9. Combustión de la Mezcla Aire y Combustible

Al momento del salto de la chispa que salta de la bujía hacia el motor se crea el llamado foco de encendido inicial, ver figura 11, se inicia la combustión y forma una llama, motivo por el cual se quema el combustible, esta acción provoca que se genere el aumento de presión en el interior del cilindro. La velocidad con la que se inflama el combustible queda determinada por la relación aire-gasolina, (Sanchez, 2019).

La forma, la ubicación de la cámara y de la bujía influyen en la combustión, siendo primordial que la cámara evite el picado, esfuerzo suplementario del pistón en su intento por finalizar su recorrido, originando una serie de ondas que golpean contra las paredes de la cámara, por lo que la forma debe permitir que la mayor parte de la mezcla se inflame con el salto de la chispa. Para ello, la bujía debe ubicarse en el lugar de mayor volumen, cuando las condiciones no producen una combustión normal, pueden producirse dos clases de fenómenos: la detonación y el autoencendido. Estos son dos fenómenos distintos, pero pueden darse pie el uno al otro, provocando el picado del motor.

Figura 11

Proceso de Combustión de la mezcla



Fuente: (Sanchez, 2019).

2.2. Clasificación de las Bujías

Las bujías se pueden clasificar de varias formas, las mismas que se detallan de forma secuencial en los siguientes ítems:

2.2.1. Clasificación de las Bujías por su Grado Térmico

Hay dos tipos las de grado térmico alto o bujías frías se caracterizan por transmitir el calor con mayor rapidez y el material aislante en el electrodo es pequeño, también están las de grado térmico bajo que transmiten el calor más lentamente, a estas se les conoce como bujías calientes y el material aislante más largo, ver figura 12.

Figura 12

Bujías Frías y Calientes

Material aislante mas corto

Material aislante mas largo



Fuente: (Mecafen, 2021)

2.2.2. Clasificación de las Bujías por su Resistencia

Se clasifican de la siguiente forma:

- Resistencia desnuda: Son una de las primeras que fueron utilizadas y como su nombre lo dice la resistencia esta al descubierto.
- Resistencia protegida: Se utiliza para precalentar el motor pero en este tipo la resistencia está protegida con una funda para transmitir el calor de una forma más rápida y efectiva.
- Resistencia antiparasitaria: Es una variación de la bujía con resistencia protegida, solo que en su interior tiene una resistencia que ayuda a eliminar las interferencias que puedan existir en el sistema eléctrico.

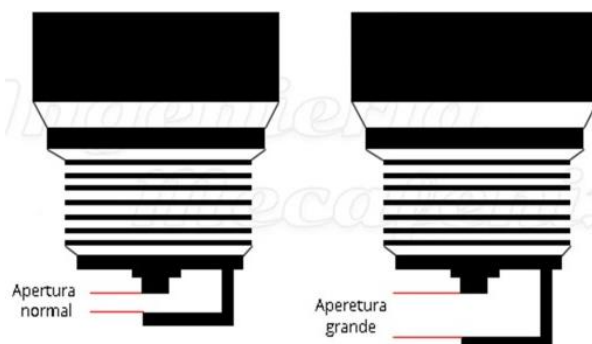
2.2.3. Clasificación de las Bujías por el Tamaño del Arco

Se clasifican por la distancia que tiene que recorrer la chispa entre el electrodo central y el lateral, ver figura 13.

- Abertura normal: Es la más habitual en los motores actuales, el arco salta hasta 9 mm.
- Abertura grande: Este tipo requiere bobinas de alto voltaje en el sistema de encendido ya que la chispa alcanza hasta 2.5 mm.

Figura 13

Bujías de Abertura Normal y Grande



Fuente: (Mecafenix, 2021)

2.2.4. Clasificación de las Bujías por el Tipo de Combustible

Podemos encontrar bujías para diferentes tipos de combustibles ya sea gas, gasolina o diésel:

- Bujía para gas: Trabajan con un voltaje de ignición alto, debido a que la mezcla de aire y gas es más estable que la de un motor de gasolina convencional, Su recubrimiento es de níquel para mejorar el soporte de temperatura y evitar que la corrosión del gas desgaste rápidamente los electrodos.
- Bujía par gasolina: Son las más comunes debido a que los automóviles de gasolina son los más utilizados, presentan las características de las bujías desnudas.
- Bujía diésel: Estas son incandescentes o de pre-calentamiento, estas bujías calientan el aire y son capaces de lograr temperaturas de hasta 1000°C para que la autoignición de los motores diésel que no cuentan con inyección directa, pueden trabajar incluso en frío.

2.2.5. Clasificación de las Bujías por el Número de Electrodo

Dentro de este tipo podemos encontrar bujías de 2 o hasta 4 electrodos. Las multielectrodo sirven para un encendido más equilibrado, ya que van alternándose, aumentando así su vida útil de manera directamente proporcional a la cantidad de electrodos equipados, ver figura 14.

2.2.6. Clasificación de las Bujías por el Cuello de Rosca

Cuando se instala una bujía siempre tiene que quedar al ras de la superficie misma, ya que si que sobra o falta rosca puede dificultar el cambio de la siguiente bujía ya que se llenaría de carbón o carbonilla, ver figura 15.

- De asiento cónico: Estas son más delgadas y no requieren juntas ya que sellan herméticamente al atornillarse.

- Alcance corto: La longitud de la rosca es menor y se utilizan para cabezas de motores delgadas.
- Alcance largo: Son de rosca largo y se utilizan para cabezas de motores gruesas.

Figura 14

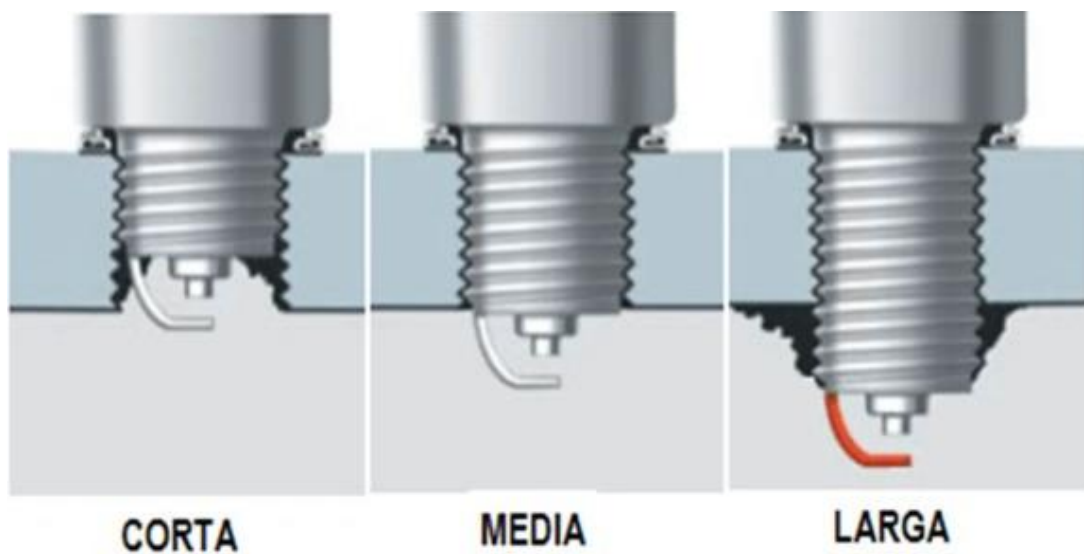
Bujías de Varios Electrodos



Fuente: (Mecafenix, 2021)

Figura 15

Bujías con Diferentes Cuellos de Rosca



Fuente: (Mecafenix, 2021)

2.2.7. Clasificación de las Bujías por el Tipo de Material

Estos componentes están contruidos por diferentes tipos de materiales según el tipo que se utilice puede mejorar el rendimiento:

- De cobre: Son las más comunes debido a que conducen mejor la electricidad.
- De platino: Estas bujías tienen una punta de platino que ofrece una mayor resistencia al desgaste. Son ideales para motores de alto rendimiento y tienen una vida útil más larga que las bujías de cobre.
- De Iridio: Las bujías de iridio son las más avanzadas tecnológicamente. Gracias a su punta de iridio, ofrecen una chispa más potente y precisa, mejorando la eficiencia de combustión y el rendimiento del motor.

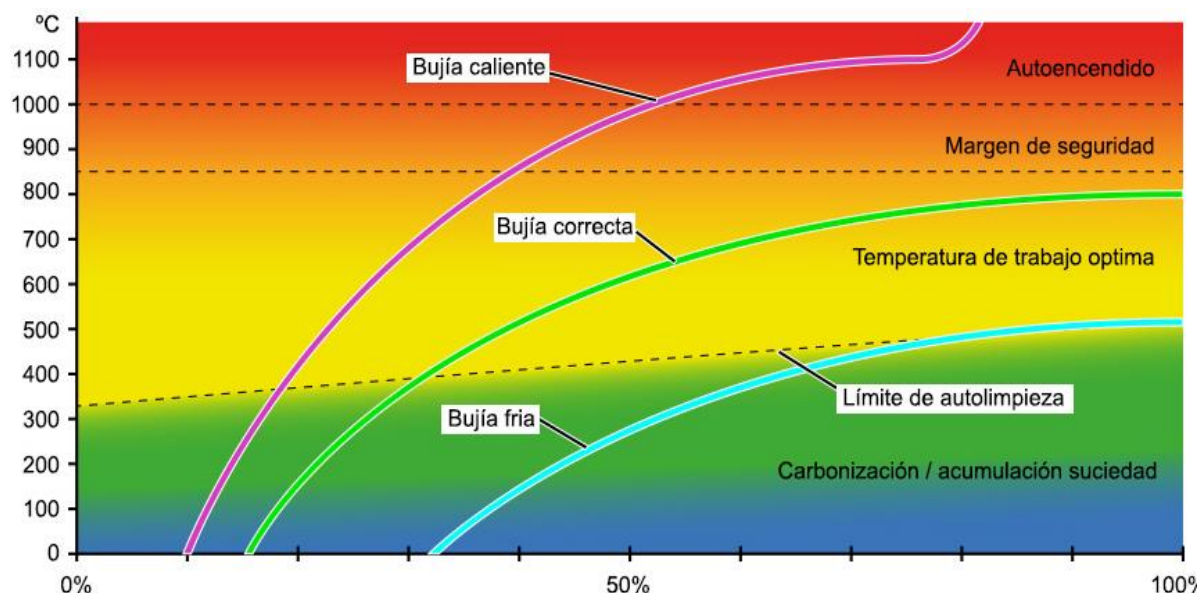
Adicional de las características y tipos de bujías, las mismas deben cumplir otras condiciones para aprovechar al máximo los efectos de la combustión, (AutoAvance, 2022), de forma general poseen las siguientes características:

- Actúan como un sellador de la cámara de combustión; esta condición debido a que ubican por encima del pistón, además deben soportar diferentes fuerzas producidas en el interior del cilindro y la cámara debido a la explosión de la mezcla aire – combustible.
- El material que se fabrican debe poseer propiedades de tipo aislantes y resistentes a las altas temperaturas y exigencias mecánicas; se debe evitar la exposición 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.
- Las funciones principales de las bujías son dos de forma específica que son la de quemar la mezcla y disipar la temperatura dentro de la cámara de combustión.

Para que las bujías funcionen de forma apropiada a temperatura a la que se encuentran es un factor importante de analizar, se debe considerar que cuando no se alcanza una temperatura adecuada de funcionamiento se van a producir y acumular gran cantidad de impurezas en su superficie, esto provocara gran deficiencia al momento del salto de la chispa; en el otro aspecto, es decir al tener una temperatura muy elevada se puede provocar a una inflamación prematura de la mezcla o conocida como auto combustión, esto generará problemas en la de potencia del motor, pues se verá disminuida, ver figura 16.

Figura 16

Rango de Funcionamiento de Bujías del Motor de Combustión Interna



Fuente: (Buscadordetalleres, 2023)

2.3. Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch

El equipo empleado para el análisis de gases del motor del vehículo Chevrolet Sail variando entre las bujías de iridio y platino sera el FSA 740 de la empresa Bosch, ver figura 17, el mismo que tiene entre sus características ser un elemento de comprobación rápido con gran precisión para el diagnóstico de los elementos y sistemas de tipo eléctrico y electrónico de vehículos, generalmente viene equipado con un sistema informático de última generación; también viene equipado con un osciloscopio de tipo automotriz, el mismo que puede analizar

muestreos de hasta 50 MS/s, por esta otras herramientas que posee es de gran utilidad para los mecánicos automotrices, adicional viene equipado con una sonda para realizar el análisis de los gases requeridos ñpara el presente proyecto, ver figura 18, (Bosch, 2024).

Figura 17

Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch



Fuente: (Bosch, 2024).

Figura 18

Sonda Para el Análisis de Gases



Fuente: (Bosch, 2024).

2.3.1. Características del Equipo FSA 740 de Bosch

Entre las múltiples características que posee el equipo FSA 740 se resalta las siguientes, (Bosch, 2024).

- 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.

2.3.2. Especificaciones Técnicas del Equipo FSA 740 de Bosch

Algunas de las especificaciones que posee el equipo de diagnóstico de uso automotriz que han sido establecidas por el fabricante se las describe en la siguiente tabla 2.

2.4. Mantenimientos Generales Aplicados al Área Automotriz

En el área automotriz el mantenimiento aplicado en los automotores es de gran relevancia con el objetivo de preservar el vehículo en buen estado conservar su óptimo estado,

debido a esta situación se resalta la importancia de aplicar los mantenimientos respectivos a los vehículos del medio, (Prodwaregroup, 2023), se toma en cuenta dos variables:

Tabla 2

Características del Equipo de Diagnóstico FSA 740 de Bosch

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 MΩ
Rango de medición del voltaje de encendido	hasta ± 50 kV
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
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)

- En el primero se considera a datos específicos del vehículo; es decir todo lo que se relaciona con su funcionamiento; 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.
- Luego se estipulan datos externos recolectados; estos pueden limitar 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.

2.4.1. *Mantenimiento Predictivo*

Al aplicar este tipo de mantenimiento se puede predecir en que tiempo se podría ocasionar algún tipo de daño y tomar acciones de tipo preventivas, para ello se 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).

2.4.2. *Mantenimiento Basado en las Condiciones*

Se encarga de la monitorización de los equipos, es decir del diagnóstico realizado a partir de las acciones correctivas aplicadas o de las preventivas; toma como base a las condiciones en las que trabaja el vehículo, 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).

2.4.3. *Mantenimiento Preventivo*

Su objeto principal es la de alcanzar en los equipos un nivel de servicio ideal, por medio de 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.

2.4.4. *Mantenimiento Correctivo*

Este tipo de mantenimiento se lo considera de tipo invasivo, debido a que se realizan acciones para realizar la corrección de problemas que se presentan; generalmente se lo considera 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.

Capítulo III

Metodología

3.1 Propósito del Capítulo

En este capítulo se describe de forma detallada la metodología que se emplea realizar el análisis y comparativa de los gases de escapé al utilizar bujías de iridio y platino; este procedimiento se lo realiza de forma que está orientado hacia el diagnóstico final del uso de bujías apropiadas para el vehículo Chevrolet Sail 1.6 recurso está orientado a garantizar un diagnóstico efectivo de los sistemas eléctricos, fomentando la eficiencia operativa en talleres especializado; adicionalmente se busca facilitar una herramienta claras que faciliten en análisis de gases de escape.

Al implementar de forma apropiada una metodología que este bien estructurada asegura que los resultados sean confiables y puedan ser replicables en los procedimientos descritos para ser aplicables en un contexto real de mantenimiento automotriz.

3.2 Diseño Metodológico

La Presente investigación prosigue un tipo de diseño metodológico, descriptivo y aplicativo, que se enfocan en resaltar los procedimientos específicos para el diagnóstico eficiente en el análisis de los gases de escape generados por el uso de las bujías de iridio y platino.

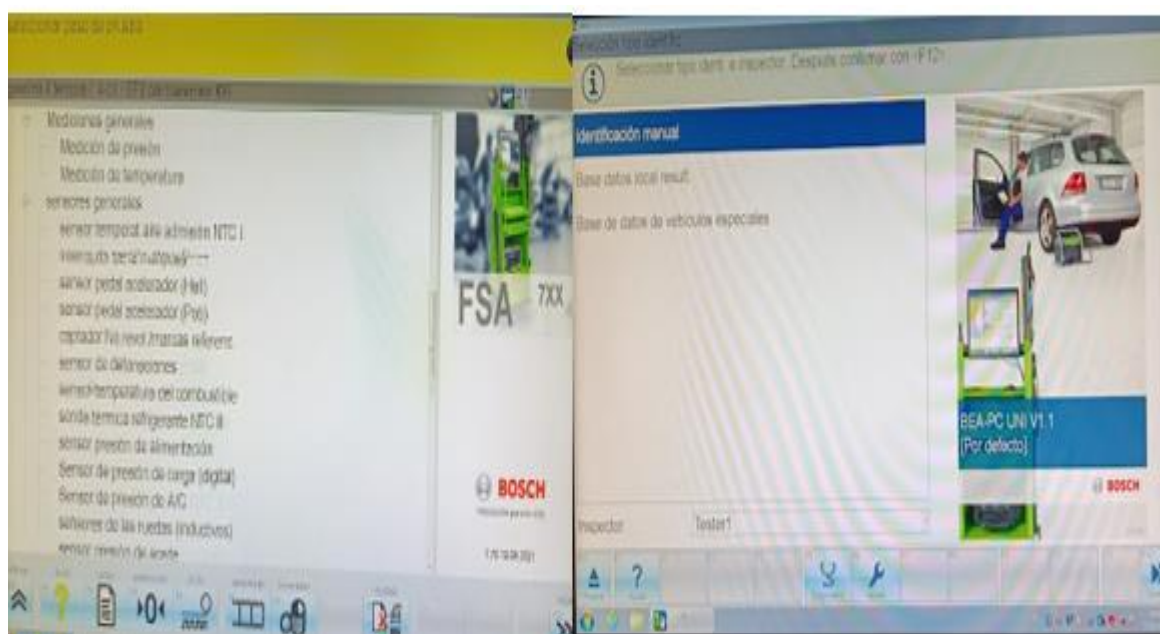
El diseño descriptivo permite detallar las capacidades técnicas del equipo, mientras que el aplicado se enfoca en plasmar el diagnóstico de las bujías de iridio y platino relacionados al análisis de gases emitidos luego de la combustión, con el fin de orientar el uso ideal de las bujías ideales que sean apropiadas para ser utilizadas en los vehículos Chevrolet Sail 1.6 a gasolina.

3.3 Procedimientos de Análisis de las Bujías de Iridio y Platino

Para dar inicio al proceso de análisis de las bujías inicialmente preparamos las condiciones del equipo de diagnóstico automotriz FSA de Bosch, se procedió a realizar la alimentación de energía del equipo y luego se procedió a realizar le encendido del CPU y realizar el ingreso al sistema, ver figura 19.

Figura 19

Encendido y Configuración del Equipo de Diagnóstico

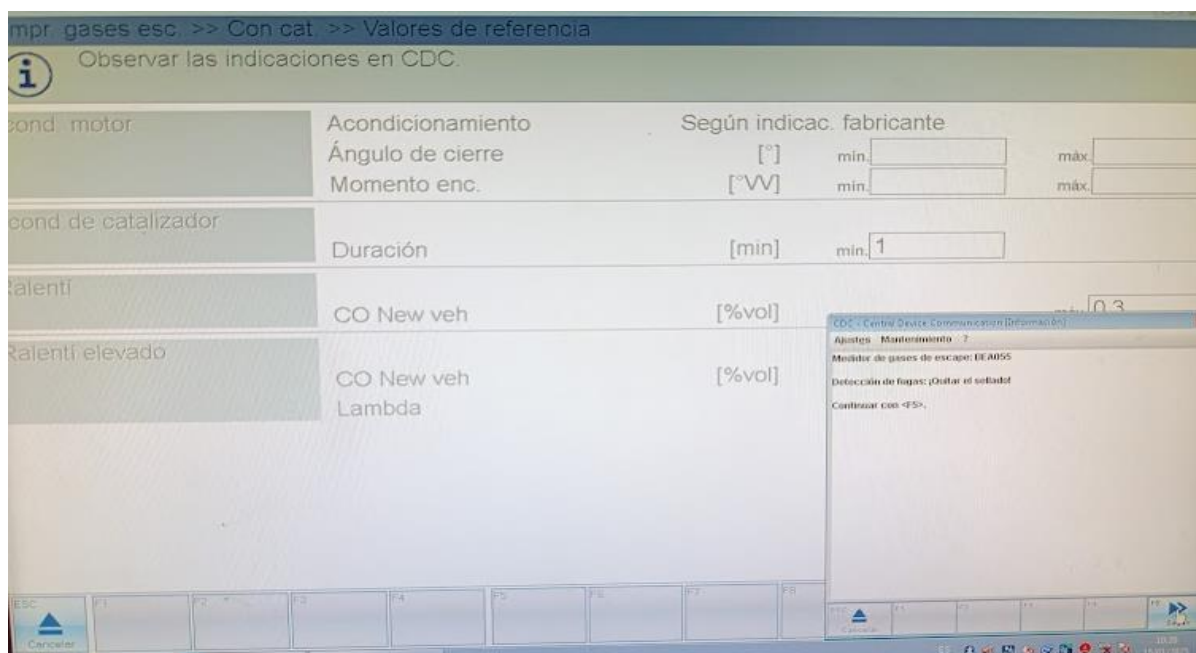


Luego se ingresa a la opción de análisis de gases y seguido se procede a realizar la estanqueidad del sistema, esto se lo realiza realizando un dobles en la manguera hasta que el sistema de emita una alarma o sonido que indica que el sistema ha realizado la estanqueidad, adicional se visualiza en la pantalla una contador regresivo que empieza desde los 30 segundos hasta llegar a cero, de forma seguida se procede a ingresar los datos como el número de cilindro y el tipo de combustible, luego se procede a iniciar la prueba, ver figura 20, seguido de procede a introducir la sonda de diagnóstico en el tubo de escape del vehículo, se procede a encender el motor del vehículo, se recomienda esperar que el motor alcance la temperatura ideal de funcionamiento, para las pruebas se considera los valores de

monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos no combustionados (HC), el oxígeno molecular (O₂), y los valores de la sonda lambda.

Figura 20

Ingreso de Datos del Vehículo en el Sistema



3.1.1. Primer Análisis con las Bujías de Cobre que Posee el Vehículo

Inicialmente se procedió a realizar un análisis con las bujías de cobre que posee el vehículo, tomando en cuenta las condiciones iniciales que se estableció anteriormente con respecto a la temperatura del vehículo, luego se obtuvo los siguientes datos iniciales que tenía una temperatura de aceite inicial de 62.3 °C, los valores se visualizan en la figura 21.

Luego se procedió a tomar una segunda lectura donde la temperatura de aceite se incrementó hasta llegar a los 76.4 °C, y se obtuvieron los datos que se reflejan en la siguiente figura, teniendo una disminución en el valor del CO de 1.36 hasta llegar a 0, la variación de CO₂ se dio en un cremento que va de 9.1 a 9.44, el valor del HC paso de 9.1 a 9.44, el valor de O₂ paso de 20.45 a 18.94 y los valores de la sonda lambda pasaron de 2.254 a 2.402, ver figura 22.

Figura 21

Datos Iniciales con Bujías de Cobre, Temperatura del Aceite 62.3 °C

Prueba: escape/gasolin

escape/gasolin

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	62.3
CO	%vol	---	---	1.36
CO2	%vol	---	---	9.1
HC	ppm vol	---	---	361
O2	%vol	---	---	20.45
Lambda		---	---	2.254
NO	ppm vol	---	---	---

Figura 22

Datos Finales, con Bujías de Cobre, Temperatura del Aceite 76.4 °C

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	76.4
CO	%vol	---	---	0
CO2	%vol	---	---	9.44
HC	ppm vol	---	---	41
O2	%vol	---	---	18.94
Lambda		---	---	2.402
NO	ppm vol	---	---	---

3.1.2. Segundo Análisis con las Bujías de Platino

En segundo lugar se procedió a realizar un análisis con las bujías de platino, tomando en cuenta las condiciones iniciales establecidas con respecto a la temperatura del vehículo,

luego se obtuvo los siguientes datos teniendo una temperatura de aceite inicial de 80 °C, los valores se visualizan en la figura 23.

Figura 23

Datos Iniciales, con Bujías de Platino, Temperatura del Aceite 80 °C

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	80
CO	%vol	---	---	0.08
CO ₂	%vol	---	---	9.54
HC	ppm vol	---	---	411
O ₂	%vol	---	---	20.58
Lambda		---	---	2.418
NO	ppm vol	---	---	---

Seguido se procedió a tomar una segunda lectura donde la temperatura de aceite se incrementó hasta llegar a los 82.6 °C, y se obtuvieron los datos que se reflejan en la siguiente figura, teniendo una disminución en el valor del CO de 0.08 hasta llegar a 0.07, la variación de CO₂ se dio en un cremento que va de 9.54 a 9.41, el valor del HC paso de 411 a 305, el valor de O₂ paso de 20.58 a 19.69 y los valores de la sonda lambda pasaron de 2.418 a 2.396, ver figura 24.

3.1.3. Tercer Análisis con las Bujías de Iridio

Finalmente se procedió a realizar el cambio de las bujías al materia de iridio y se procedió a realizar el análisis correspondiente, también se consideró las condiciones iniciales establecidas con respecto a la temperatura del vehículo, luego se obtuvo los siguientes datos teniendo una temperatura de aceite inicial de 80.9 °C, los valores se visualizan en la figura 25.

Figura 24

Datos Finales, con Bujías de Platino, Temperatura del Aceite 82.6 °C

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	82.6
CO	%vol	---	---	0.07
CO ₂	%vol	---	---	9.41
HC	ppm vol	---	---	305
O ₂	%vol	---	---	19.69
Lambda		---	---	2.396
NO	ppm vol	---	---	---

Figura 25

Datos Iniciales, con Bujías de Iridio, Temperatura del Aceite 80.9 °C

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	80.9
CO	%vol	---	---	0.04
CO ₂	%vol	---	---	9.4
HC	ppm vol	---	---	220
O ₂	%vol	---	---	20.68
Lambda		---	---	2.492
NO	ppm vol	---	---	---

Finalmente se procedió a tomar una segunda lectura donde la temperatura de aceite se incrementó hasta llegar a los 83.7 °C, y se obtuvieron los datos que se reflejan en la siguiente figura, teniendo una disminución en el valor del CO de 0.04 hasta llegar a 0.03 la variación de CO₂ se dio en un cremento que va de 9.4 a 9.43, el valor del HC paso de 220 a 222, el valor de

O₂ paso de 20.68 a 19.61 y los valores de la sonda lambda pasaron de 2.492 a 2.411, ver figura 26.

Figura 26

Datos Finales, con Bujías de Iridio, Temperatura del Aceite 83.7 °C

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	83.7
CO	%vol	---	---	0.03
CO ₂	%vol	---	---	9.43
HC	ppm vol	---	---	222
O ₂	%vol	---	---	19.61
Lambda		---	---	2.411
NO	ppm vol	---	---	---

Capítulo IV

Análisis de Resultados

4.1 Análisis de Datos Obtenidos

Luego de la obtención de las gráficas se procedió a realizar el análisis de gases producidos por la combustión en el interior del motor de combustión interna, con este análisis se puede tener una idea clara para determinar posibles problemas o inconvenientes que se están presentando en el proceso de combustión de la mezcla, sobre todo enfocado en el sistema de alimentación de combustible, se resalta la utilidad del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch.

Para realizar el análisis correspondiente se tomó como referencia a la normativa RTE INEN 017, donde se establecen los siguientes valores para el CO podrían llegar a un máximo de 0.5 %; para el CO₂ los valores se encuentran entre el 13 % y el 15 %, y los HC pueden llegar hasta los 200 ppm.

Además se resalta que para el análisis final de los tres tipos de bujías se tomó como referencia a la última medición establecida y luego se procede a realizar la comparativa entre las tres materiales de las bujías.

4.1.1. Análisis de los Gráficas Obtenidos Utilizando las Bujías de Cobre

Con las bujías de cobre se obtuvieron valores de CO con un 0 %, el CO₂, llegó a un valor de 9.44 %, y los HC llegaron a 41 ppm, ver figura 27.

4.1.2. Análisis de los Gráficas Obtenidos Utilizando las Bujías de Platino

Con las bujías de cobre se obtuvieron valores de CO con un 0.07 %, el CO₂, llegó a un valor de 9.41 %, y los HC llegaron a 305 ppm, ver figura 28.

4.1.3. Análisis de los Gráficas Obtenidos Utilizando las Bujías de Iridio

Con las bujías de cobre se obtuvieron valores de CO con un 0.03 %, el CO₂, llegó a un valor de 9.43 %, y los HC llegaron a 222 ppm, ver figura 29.

Figura 27*Valores Obtenidos en la Última Medición con las Bujía de Cobre***cilindro(s) 1**

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	76.4
CO	%vol	---	---	0
CO2	%vol	---	---	9.44
HC	ppm vol	---	---	41
O2	%vol	---	---	18.94
Lambda		---	---	2.402
NO	ppm vol	---	---	---

Figura 28*Valores Obtenidos en Última Medición con las Bujía de Platino***cilindro(s) 1**

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	82.6
CO	%vol	---	---	0.07
CO2	%vol	---	---	9.41
HC	ppm vol	---	---	305
O2	%vol	---	---	19.69
Lambda		---	---	2.396
NO	ppm vol	---	---	---

Figura 29

Valores Obtenidos en Última Medición con las Bujía de Iridio

cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	0
temperatura aceite	°C	---	---	83.7
CO	%vol	---	---	0.03
CO2	%vol	---	---	9.43
HC	ppm vol	---	---	222
O2	%vol	---	---	19.61
Lambda		---	---	2.411
NO	ppm vol	---	---	---

Para el análisis final se puede determinar que para los gases de CO con los tres tipos de bujías como lo son las de cobre, iridio y platino no superaron el valor establecido por la norma que es de 0.5.

En el análisis del CO₂, para los tres casos se estableció que en los tres tipos de bujías no llegaron ni siquiera al mínimo de lo establecido por la normativa, para el material de cobre llego a 9.44 %, para las bujías de platino llego al 9.41% y para las bujías de iridio se obtuvo el valor de 9.43 %, resaltando que el rango establecido esta entre el 13 % y el 15 %, finalmente en el análisis de HC se obtuvieron valores de 41 ppm para las bujías de cobre, el valor de 305 ppm para los valores de las bujías de platino, y para las bujías de iridio se obtuvo un valor de 222 ppm, ver tabla 3.

En el análisis final se puede establecer que en los valores de CO, no se presento ningún problema en las tres materiales de bujías, para el valor de CO₂ no estableció que los tres materiales no llegaron al mínimo establecido y para los valores de HC las bujía de cobre no presentaron problemas debido a que llega a un valor de 41 ppm, mientras que para la bujía de platino presenta un valor de 305 ppm, mientras que para el materia de iridio presento un

valor de 222 ppm; en los dos últimos materiales se destaca que superan el valor establecido que esta en un máximo de 200 ppm.

Tabla 3

Análisis Final de los Valores Obtenidos

Tipo de Bujía	% de CO	% de CO ₂	HC ppm
Cobre	0	9.44	41
Platino	0.07	9.41	305
Iridio	0.03	9.43	222

Conclusiones

- Se realizó el análisis de los gases contaminantes producidos por el motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Sail 1.4 utilizando bujías de iridio y platino, donde se observó que con relación a los valores del monóxido de carbono (CO), cumplen con lo establecido en la normativa RTE INEN 017 que hace referencia al control de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres, sin embargo para los valores del dióxido de carbono (CO₂), no llegan al valor mínimo establecido en los tres materiales, y para los hidrocarburos no combustionados (HC), solo en el materia de Cobre cumple con lo establecido, mientras que para los materiales de platino e iridio superaron el valor establecido.

- Se logró la recopilación de la información sobre las bujías de iridio, platino y los gases generados en la combustión de motores a gasolina.

- Al momento de la comparación de las bujías analizadas se puede determinar que con los tres tipos de bujías no mostraron problemas con relación al CO, para el CO₂ no llegaron a los valores mínimos, y para los valores de HC para el material de cobre esta en lo permitido y para los dos materiales restantes superan el valor establecido, todo cual nos puede llegar a concluir que la bujía mas apropiada es la del materia de cobre.

Recomendaciones

- Se recomienda seguir con el análisis de los diferentes materiales de las bujías que existen en nuestro medio, e incluso variando el número de electrodos que van de uno hasta cuatro electrodos, pudiendo estos análisis llegar a mejores resultados y conclusiones para reducir las emisiones de gases contaminantes hacia la atmosfera.

- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo del vehículo como por ejemplo la limpieza de inyectores, tanque de combustible, cambio del filtro de combustible, verificación del estado de las bobinas.

- Seguir de forma secuencial la forma establecida en el documento para realizar el análisis de las bujías del vehículo Chevrolet Sail 1.6 por medio del equipo de diagnóstico automotriz FSA 740 de Bosch.

Bibliografía

- Acdelco. (2023). *Cables de Bujías*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.acdelco.mx
- 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). *AutoPlanet.pe*. AutoPlanet.pe: <https://autoplanet.pe/blog/para-que-sirven-los-cables-de-bujia-en-un-auto/>
- Autosoporte. (2023). *Baterías Automotrices*. <https://autosoporte.com/analisis-tecnico-del-uso-del-osciloscopio-automotriz/>
- Bateriasecuador. (2024). *Baterías Automotrices*. <https://bateriasecuador.com/producto/f65/>
- Bosch. (2024). <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnosis/analisis/analisis>
- Boschecuador. (2023). <https://www.boschecuador.com/shop/producto?id=2186>
- Buscadordetalleres. (2023). <https://buscadordetalleres.com/blog/tipos-de-bujias-fabricadas-p>
- Bwdbrand. (2023). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bwdbrand.com/media/3
- Cam2. (2022). *Sistema de Alimentación de Combustible*. <https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/12/16/sistema-de-alimentaci%C3%B3n-de-combustible-y-sus-partes>
- Cañada, M., & Royo, R. (2016). *Termografía Infrarroja. Nivel II*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Cise. (2023). <https://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/846-bobinas-cop-multichispa.html>
- Coluccio, E. (16 de Julio de 2023). *Concepto*. <https://concepto.de/transferencia-de-calor-como-funciona>. (2023). como-funciona: <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-Finaltest>. (2024). <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-9.htm>
- Fullmecnica*. (2023). <https://www.fullmecnica.com/definiciones/i/1490-mecnica-automotriz-gasolina-el-sistema-de-combustible>
- González, C. D. (2019). *Motores*.
- helloauto. (2024). <https://helloauto.com/glosario/encendido-dis>
- Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México: Pearson Prentice Hall.
- Inyeccionelectronicamotores. (2023). <https://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/202>
- Motorgiga. (2024). <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/distribuidor-de-encendido-definicion-significado/gmx-niv15-con193887.htm>
- Motorpasión. (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>
- Pérez. (2019). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Paraninfo.
- Perfectprime. (2023). <https://perfectprime.com/>
- Petrolheadgarage. (2022). <https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/invector-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). *baterías de Uso Automotriz*. <https://www.ro-des.com/mecanica/delco-o-distribuidor-coche-que-es-y-como-funciona/>
- Rondón, N., torres, O., Niño, E., Eduardo, M., & Johan, R. (2018). *Manual de Reparación de Autompoviles* .
- Sanchez. (2019). *Sistemas Auxiliares del Motor*. MacMillan.
- SKF. (2020). *SKF*. SKF: <https://skf-la.com/conoce-los-fundamentos-de-la-termografia-infrarroja-y-mas-con-el-curso-de-skf/>
- Standardbrand. (2023). <https://www.standardbrand.com/es/products/fuel-injection/fuel-injectors/fuel-injectors>
- Talleres, B. (2022). *Buscando Talleres*. Buscando Talleres: <https://buscadordetalleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/>
- Zerna, G., & Zumba, X. (2019). *Gases Prodicudos por los Motores de Combustión Interna*. <http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000200115&script=s>

