



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Diagnóstico y reparación mecánica del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga”

Villegas Chiluisa, Sergio Gabriel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Trabajo de unidad de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Jácome Guevara Fausto Andrés, Mtr.

1 de marzo del 2024

Latacunga

Reporte de verificación de Contenidos

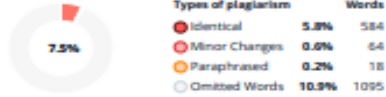


tesis villegas.docx

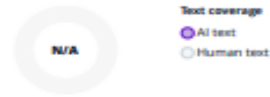
Scan details

Scan time: March 11th, 2024 at 20:18 UTC
Total Pages: 41
Total Words: 10011

Plagiarism Detection



AI Content Detection



Plagiarism Results: (11)

- Manómetro y vacuómetro: qué es y para qué sirven** 2.3%
<https://www.grupo-idamar.com/manometro-y-vacuometro/>
TÉ: 959 25 09 99 Mail: info@grupo-idamar.com ...
- Análisis del comportamiento de un motor de combustión interna a gasol...** 1.6%
<https://docplayer.es/43002785-analisis-del-comportamiento-de-un-motor-de-combustion-interna-a-gasolina...>
Iniciar la sesión ...
- Mantenimiento predictivo automotriz ¿Qué es? | Kordata.mx** 1.3%
<https://www.kordata.mx/blog/mantenimiento-predictivo-automotriz/>
Nosotros Productos Software Administrativo Software para Taller Automotriz Software Para Llantera Software Para Zapatería Softw...
- Mantenimiento Correctivo – Repuestos IMRA** 0.9%
<https://repuestosimra.com/mantenimiento-correctivo/>
...



About this report
help.copleaks.com



Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.
C.C.:1717579609

Certificación



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular **"Diagnóstico y reparación mecánica del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga."** Fue realizada por el señor estudiante **Villegas Chiluisa, Sergio Gabriel**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se sustente públicamente.

Latacunga, 01 marzo de 2024


Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

CC.: 1717579609



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Villegas Chiluisa, Sergio Gabriel**, con cédula de ciudadanía No: 0503271975, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular: **"Diagnóstico y reparación mecánica del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga."** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 01 de marzo del 2024

Villegas Chiluisa, Sergio Gabriel
C.C.: 0503271975



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de Publicación

Yo, **Villegas Chiluisa, Sergio Gabriel** con cédula de ciudadanía N.- 0503271975 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de integración curricular: "Diagnóstico y reparación mecánica del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, perteneciente al laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga." en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 01 de marzo del 2024

Villegas Chiluisa, Sergio Gabriel
C.C.: 0503271975

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mi familia ya que gracias a su amor, comprensión y consejos en los momentos difíciles han conseguido brindarme confianza en mi carrera. Pues ellos son los propulsores de mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mi objetivo.

Sergio

Agradecimiento

Manifiesto mi sincero agradecimiento a La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y crecer en mi carrera profesional como técnico en mecánica automotriz.

De igual forma agradecer a Dios por darme la fuerza para no desfallecer a lo largo de mi vida estudiantil y de manera especial a mi esposa e hijo por brindarme el apoyo moral, a mis padres por guiarme por el camino correcto para alcanzar mis metas.

Sergio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula	1
Reporte de verificación de Contenidos	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	13
Resumen	14
Abstract	15
Capítulo I	16
Definición del Problema	16
Antecedentes	16
Planteamiento del problema	17
Justificación	18
Alcance	19
Objetivos	19
<i>Objetivo General</i>	19
<i>Objetivos Específicos</i>	19

Capitulo II	21
Marco Teórico.....	21
El Motor de Encendido Provocado (MEP).....	21
<i>Clasificación de los motores de combustión interna.....</i>	<i>22</i>
<i>Según los tiempos de motor.....</i>	<i>22</i>
<i>Sistemas del Motor de 4 tiempos</i>	<i>26</i>
Tipos de Mantenimiento.....	35
<i>Mantenimiento Preventivo</i>	<i>35</i>
<i>Mantenimiento Correctivo.....</i>	<i>36</i>
<i>Mantenimiento Predictivo</i>	<i>37</i>
<i>Mantenimiento Proactivo</i>	<i>38</i>
Herramientas de Diagnóstico	39
<i>Compresímetro</i>	<i>39</i>
<i>Vacuómetro.....</i>	<i>40</i>
<i>Analizador de Gases.....</i>	<i>41</i>
Diagnóstico de un Motor de Encendido Provocado	42
<i>Inspección Visual.....</i>	<i>43</i>
<i>Pruebas de Compresión.....</i>	<i>43</i>
<i>Pruebas de Fugas de Compresión</i>	<i>44</i>
<i>Pruebas de Vacío</i>	<i>45</i>
Chevrolet Optra 1.8L	46

Capitulo III	48
Diagnóstico y Reparación	48
Inspección Visual: Daños y Correcciones	48
Prueba de Compresión	52
Prueba de fugas de presión en los cilindros	54
Prueba de vacío	55
Análisis de Gases	56
Limpieza del cuerpo de Aceleración	58
Capitulo IV	63
Conclusiones y Recomendaciones	63
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
Referencias Bibliográficas	65
Bibliografía.....	65
Anexos	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Motor de encendido provocado</i>	22
Figura 2 <i>Motor de 4 tiempos</i>	23
Figura 3 <i>Motor de dos tiempos</i>	25
Figura 4 <i>Sistema de Alimentación</i>	26
Figura 5 <i>Sistema de Distribución</i>	28
Figura 6 <i>Sistema de Lubricación</i>	30
Figura 7 <i>Sistema de encendido DIS</i>	31
Figura 8 <i>Sistema de refrigeración del motor</i>	33
Figura 9 <i>Sistema de Arranque</i>	34
Figura 10 <i>Mantenimiento Preventivo</i>	36
Figura 11 <i>Mantenimiento correctivo</i>	37
Figura 12 <i>Mantenimiento predictivo</i>	38
Figura 13 <i>Mantenimiento Proactivo</i>	39
Figura 14 <i>Compresímetro</i>	40
Figura 15 <i>Vacuómetro Automotriz</i>	40
Figura 16 <i>Analizador de gases automotriz</i>	42
Figura 17 <i>Compresión del motor</i>	43
Figura 18 <i>Medidor de fugas de compresión</i>	45
Figura 19 <i>Diagnóstico prueba de vacío</i>	46
Figura 20 <i>Datos Técnicos Cevrolet Optra</i>	47
Figura 21 <i>Fugas de aceite en la tapa válvulas</i>	49
Figura 22 <i>Limpieza de cárter</i>	49

Figura 23 <i>Colocación de los empaques</i>	50
Figura 24 <i>Tapa de válvulas sin fugas</i>	50
Figura 25 <i>Reemplazo de la tapa del dispositivo de refrigerante</i>	51
Figura 26 <i>Equipos inutilizados retirados</i>	52
Figura 27 <i>Medición de la presión de compresión</i>	53
Figura 28 <i>Prueba de fugas de presión en los cilindros</i>	54
Figura 29 <i>Prueba de vacío</i>	56
Figura 30 <i>Reemplazo de los sellos de válvulas</i>	56
Figura 31 <i>Análisis de gases</i>	57
Figura 32 <i>Limpieza del cuerpo de aceleración</i>	58
Figura 33 <i>Limpieza de inyectores</i>	59
Figura 34 <i>Prueba de caudal y estanquidad</i>	59
Figura 35 <i>Ensamblaje del cuerpo de aceleración</i>	60
Figura 36 <i>Bujías desgastadas</i>	61
Figura 37 <i>Recambio de bujías</i>	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Presion de compresión en cada cilindro</i>	53
Fabla 2 <i>Prueba de fugas de presión en los cilindros</i>	55
Tabla 3 <i>Análisis de gases</i>	58

Resumen

El proyecto de la unidad de integración curricular aborda el diagnóstico y la reparación mecánica del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L, ubicado en el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga. Surgió de la observación durante las clases de que el vehículo había sido empleado en diversas investigaciones y prácticas, lo que había afectado su estado. El objetivo principal fue diagnosticar las fallas mecánicas del vehículo, utilizando herramientas como el compresímetro, probador de fugas de presión, analizador de gases y vacuómetro. Se identificaron ligeras fugas de compresión, fugas de fluidos, consumo excesivo de combustible y gases no combustionados. Se aplicaron protocolos de reparación adecuados para abordar estos problemas, logrando devolver al vehículo su condición original a pesar de su antigüedad de más de 15 años.

Palabras clave: Chevrolet Optra, mantenimiento, reparación, motor, diagnóstico.

Abstract

The project of the curricular integration unit deals with the diagnosis and mechanical repair of the internal combustion engine of the 2007 Chevrolet Optra 1.8L vehicle, located in the Autotronics laboratory of the University of the Armed Forces ESPE, Latacunga branch. It arose from the observation during classes that the vehicle had been used in various investigations and practices, which had affected its condition. The main objective was to diagnose the mechanical faults of the vehicle, using tools such as a compressor meter, pressure leak tester, gas analyser and vacuum gauge. Slight compression leaks, fluid leaks, excessive fuel consumption and unburned gases were identified. Appropriate repair protocols were applied to address these problems, restoring the vehicle to its original condition despite its age of more than 15 years.

Keywords: Chevrolet Optra, maintenance, repair, engine, diagnostics.

Capítulo I

Definición del Problema

Antecedentes

El objetivo principal de este proyecto consiste en el diagnóstico y reparación mecánica del motor del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L. La constante evolución de los motores de combustión interna a lo largo del siglo XX y siglo XXI ha permitido el incremento de potencia y torque de estos reduciendo la contaminación. Sin embargo, a pesar de las innovaciones tecnológicas el desgaste en los motores siempre está presente ya sea por la falta de mantenimientos, uso fuera de los parámetros normales de operación e inclusive corrosión por falta de funcionamiento, por lo que es importante siempre realizar mantenimientos preventivos y de ser necesarios correctivos para mantener el funcionamiento adecuado del motor.

Los motores de combustión interna (MCI) poseen grandes aplicaciones en los sistemas de generación, cogeneración de energía e industria automovilística. Por lo tanto, ensayar y estudiar el rendimiento de estos motores es muy importante para contribuir a un mayor crecimiento de su campo de aplicación y calidad de operación (Monteiro Filho, Torrezani Rodrigues, Conceição Soares Santos, João Luiz, & Martins Cunha, 2019).

El MCI es un motor térmico que transforma la energía química en energía mecánica, generalmente, disponible en un eje de salida giratorio. La energía química del combustible se transforma primero en energía térmica mediante la combustión u oxidación con el aire en el interior del motor, luego de la combustión, los reactantes se transforman en productos como dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O) y monóxido de carbono (CO). La energía térmica incrementa la presión y la temperatura de los gases en el interior del motor, el gas a alta presión se expande contra los mecanismos mecánicos del motor (Rao, 2018).

Actualmente se observa un panorama tecnológico a nivel mundial muy amplio en lo que respecta al desarrollo de Motores de encendido por chispa. Estas investigaciones tienen como objetivo indagar por nuevas formas de aplicación de combustibles alternativos para reducir las emisiones de contaminantes para el medio ambiente. Es posible notar un avance en las medidas adoptadas para masificar el uso de combustibles alternativos (Zuleta Durango, 2020)

Las herramientas de diagnóstico automotriz son dispositivos útiles que permiten a los mecánicos detectar problemas en vehículos y que funcionan al conectarse al sistema de diagnóstico del coche y leer los códigos de falla almacenados. Con esta información, los mecánicos pueden identificar el problema y tomar medidas para solucionarlo (Donado, 2023).

Por medio del presente proyecto se busca realizar un diagnóstico adecuado para determinar las fallas que afectan el desempeño del motor del vehículo Chevrolet Optra 2007, realizar mantenimientos correctivos necesarios para que el mismo pueda operar según sus características de fábrica y de esta forma pueda ser usado adecuadamente en el desarrollo de clases y experimentación.

Planteamiento del problema

En el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, se imparten clases de diagnóstico y reparación de motores, y se llevan a cabo investigaciones y experimentos en tecnologías automotrices innovadoras. Sin embargo, debido a la pandemia y a diversos experimentos realizados en los equipos y vehículos, el Chevrolet Optra 1.8L presenta problemas mecánicos en su motor, lo que está afectando y restringiendo el progreso normal de las clases y experimentos en curso. Por consiguiente, se hace imprescindible realizar un análisis exhaustivo para identificar las fallas que están afectando el correcto funcionamiento de dicho motor.

Justificación

El laboratorio de Autotrónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ubicado en la sede de Latacunga, representa un pilar fundamental para la formación integral de futuros profesionales especializados en el diagnóstico y la reparación de sistemas electrónicos y mecánicos automotrices. En este contexto, la corrección de las problemáticas existentes en el vehículo Chevrolet Optra 1.8L es un paso crucial para potenciar y enriquecer el proceso educativo de los estudiantes.

Las dificultades técnicas que aquejan al Chevrolet Optra 1.8L están comprometiendo la efectividad del aprendizaje en el laboratorio de Autotrónica. La resolución de estas limitaciones no solo impactará de manera positiva en la calidad de la enseñanza, sino que también abrirá nuevas oportunidades para el desarrollo de habilidades técnicas y la adquisición de conocimientos prácticos por parte de los alumnos.

Asimismo, la capacidad de llevar a cabo investigaciones y experimentos en torno a las innovaciones tecnológicas en el ámbito automotriz se encuentra obstaculizada por las deficiencias presentes en este vehículo. La corrección de estos problemas no solo revitalizará el entorno de aprendizaje, sino que también facilitará el avance y la exploración en el campo del estudio e investigación de las tecnologías emergentes en la industria automotriz.

En consecuencia, la reparación y mejora del Chevrolet Optra 1.8L no solamente garantizará un ambiente educativo más enriquecedor y efectivo para los estudiantes, sino que también potenciará la capacidad del laboratorio de Autotrónica como un espacio de vanguardia para la exploración, experimentación e innovación en el amplio espectro de las nuevas tecnologías automotrices. Esta mejora fortalecerá no solo el proceso educativo, sino también el desarrollo de soluciones innovadoras que impacten positivamente en la industria automotriz en constante evolución.

Alcance

Se realizará una investigación de los parámetros estándar del motor del vehículo Chevrolet Optra 1.8L esto para hacer pruebas mecánicas idóneas y dar un diagnóstico adecuado de las condiciones del mismo lo que implicará la identificación y documentación detallada de los problemas existentes en el mismo, se realizarán pruebas de compresión, vacío análisis de gases, fugas.

Se realizarán las acciones necesarias para resolver las dificultades identificadas en el vehículo. Esto incluirá la reparación de componentes mecánicos de los subsistemas del motor, la revisión y posible reparación integral del motor según sea el caso, así como el diagnóstico y ajuste de los componentes que forman la estructura del motor de combustión interna. El objetivo es restaurar el motor a un estado operativo óptimo para su uso en el laboratorio.

Una vez realizadas las reparaciones correspondientes, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas y verificaciones para asegurar el correcto funcionamiento del motor del Chevrolet Optra 1.8L. Esto involucra la realización de pruebas de diagnóstico y comprobaciones para garantizar que todas las funciones y componentes estén operando correctamente.

Objetivos

Objetivo General

Diagnosticar y reparar mecánicamente el motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 1.8L.

Objetivos Específicos

- Investigar información referente a los procesos de diagnóstico y reparación del motor Chevrolet Optra 2007 de 1.8L.
- Diagnosticar el motor del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L. revisando manuales técnicos del fabricante para garantizar su rendimiento óptimo.

- Revisar y reparar las fallas mecánicas del motor de combustión interna del vehículo Chevrolet Optra 2007 de 1.8L. en referencia a los manuales técnicos del fabricante.
- Realizar pruebas de funcionamiento del motor del motor de combustión interna después de la reparación.

Capítulo II

Marco Teórico

El Motor de Encendido Provocado (MEP)

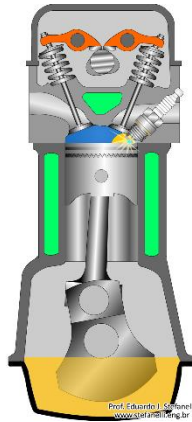
El motor de combustión interna (figura 1) ha evolucionado mucho desde los inicios hasta el día de hoy, desde los comienzos de esta tecnología donde nadie apostaba por él, debido a que la máquina de vapor era más competente, hasta el día de hoy donde es el motor más utilizado del mundo para el transporte.

El motor de combustión interna ha mejorado en muchos aspectos, el rendimiento de los motores ha evolucionado desde el orden del 10% que alcanzaban los primeros motores, hasta el 35% o 40% que se alcanzan hoy en día. El rendimiento de los motores no es el único aspecto que se ha mejorado, sino que, a base de nuevas tecnologías aplicadas, diversas aplicaciones electrónicas, mejoras en los combustibles, materiales más ligeros y resistentes, etcétera, han conseguido potencias brutales en estos motores térmicos.

Con las nuevas tecnologías se ha mejorado también la duración de estos motores, donde hoy en día con la electrónica se intenta optimizar el motor suprimiendo algunas piezas móviles que pueden causar problemas como averías, también de esta manera conseguimos que el mantenimiento del motor sea reducido considerablemente, haciendo de éstos, máquinas más asequibles y abaratar costes en la producción y en su mantenimiento (Martinez Villegas, 2007).

Figura 1

Motor de encendido provocado



Nota. Estructura básica de un motor de encendido provocado (Stefanelli, 2024)

Clasificación de los motores de combustión interna

Se puede clasificar a los motores de combustión interna de muchas formas iniciando por el ciclo de trabajo, sin embargo, en este trabajo de titulación no se considerará esta clasificación como estudio ya nos centraremos netamente en los motores de encendido provocado por chispa ya que el vehículo Chevrolet Optra tiene un motor de ciclo Otto.

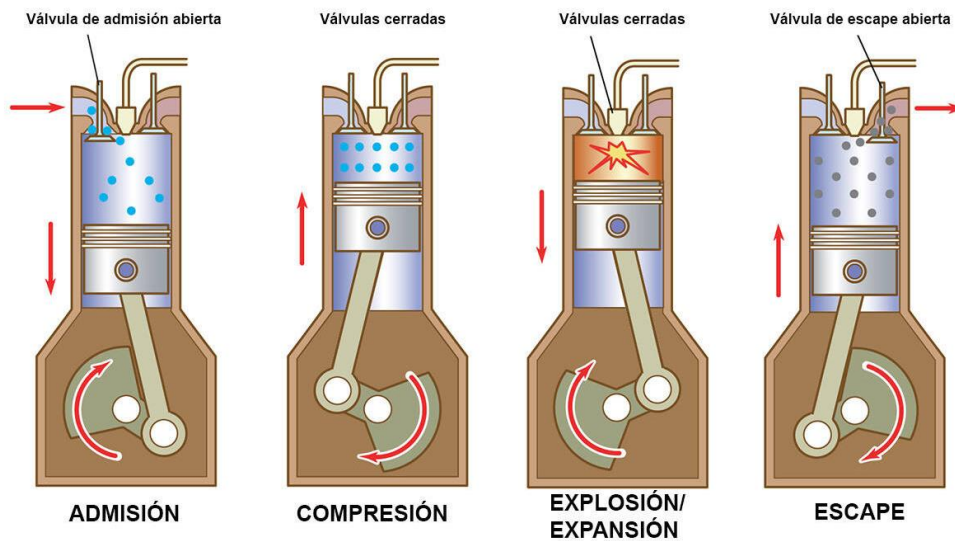
Según los tiempos de motor

- **Motor de Cuatro Tiempos**

Se define como motor de 4 tiempos figura 2 a los motores que para completar un ciclo de trabajo lo hacen en 4 fases claramente separadas. Normalmente se habla de motores de 4 tiempos referidos a motores de combustión interna y sus 4 fases son: admisión, compresión, explosión y escape. Estas cuatro fases completan un ciclo de trabajo y se efectúan en tiempos diferentes durante el funcionamiento del mismo.

Figura 2

Motor de 4 tiempos



Nota. Ciclo del motor de 4 tiempos (Autocasión, 2024)

Un motor de 4 tiempos de combustión interna funciona completando el ciclo termodinámico en 4 fases. En la primera fase se realiza la admisión del aire o de la mezcla de aire y combustible, dependiendo de si se trata de un motor de inyección directa o indirecta, respectivamente. Esta fase se realiza en los motores de pistones de movimiento alternativo aprovechando la succión que realiza el pistón en su movimiento del punto muerto superior al punto muerto inferior y abriendo las válvulas de admisión. Una vez llegado al punto muerto inferior, el pistón inicia su recorrido hacia el punto muerto superior comprimiendo el aire o la mezcla de aire y combustible, es la fase de compresión, para la cual las válvulas permanecen cerradas. Casi al final del recorrido hacia el punto muerto superior, el calor y la presión generados en esta fase hacen que la mezcla sea altamente inflamable y está a punto de comenzar la siguiente fase: la explosión en los motores de gasolina o ciclo Otto y la expansión en los Diésel. Hemos completado una vuelta completa del cigüeñal.

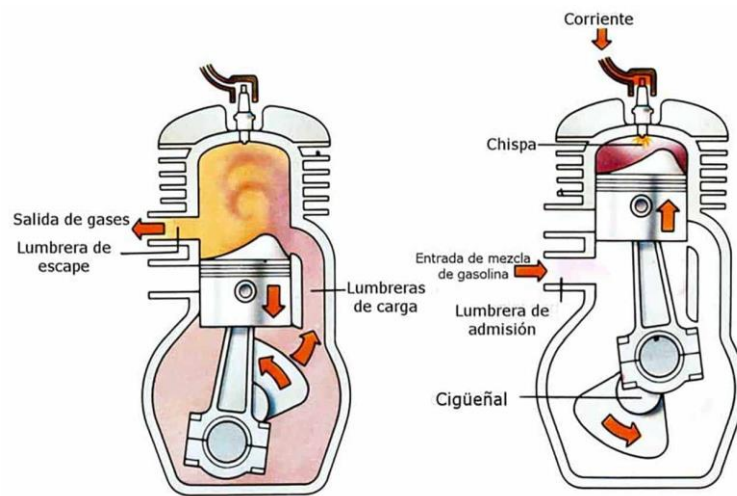
La tercera fase del ciclo es en la que se realiza realmente el trabajo y se desata la energía. Por este motivo se conoce como fase de explosión, expansión o trabajo. En los de gasolina se trata de una explosión y en los diésel de una expansión provocada por la energía de la combustión. En los motores de gasolina es necesario activar la reacción mediante una chispa, mientras que en los diésel son la presión y la temperatura provocadas por la compresión las que generan el inicio de la deflagración del aire y el combustible. La energía liberada empuja el pistón hacia el punto muerto inferior. Al llegar al final de su recorrido descendente, el pistón vuelve a subir con inercia y empuja los gases producidos por la combustión, abriendo la válvula de escape para vaciar de nuevo la cámara de combustión y dejarla lista para empezar un nuevo ciclo de admisión. Es la fase de escape (Autocasión, 2024).

- **Motor de 2 Tiempos**

Un motor de dos tiempos o dos ciclos figura 3 es un motor de combustión interna que a menudo se encuentra en motores más pequeños y de menor potencia, como scooters, motocicletas de tierra, motocicletas acuáticas, motores exteriores más pequeños y equipos para césped, como cortadoras de césped y motosierras. Los motores de dos tiempos contienen muchos (pero no todos) de los mismos componentes de los motores de cuatro tiempos comunes en los automóviles, pero tienen diferencias significativas que permiten un rendimiento diferente y requieren diferentes tipos de lubricación.

Figura 3

Motor de dos tiempos



Nota. Ciclo del motor de 2 tiempos (Álvaro, 2023)

En un motor de dos tiempos, la bujía se enciende a cada revolución, que es diferente de los motores de cuatro tiempos. Similar a un motor de cuatro tiempos, el combustible y el aire se mezclan en el cilindro. El combustible/la mezcla de aire se comprime y se empuja hacia la bujía por el pistón; esto se conoce como carrera de compresión. A medida que la mezcla de combustible/aire se comprime en el pistón, crea un vacío que abre una válvula de láminas que extrae aire, combustible y aceite del carburador. La bujía enciende la mezcla y el pistón es impulsado hacia abajo por la explosión de la bujía. A medida que el pistón regresa a su posición más baja, los gases de escape se liberan del cilindro y el ciclo se inicia nuevamente con combustible nuevo que ingresa a la cámara. Esto se conoce como carrera de combustión (CASTROL LIMITED, 2024).

Sistemas del Motor de 4 tiempos

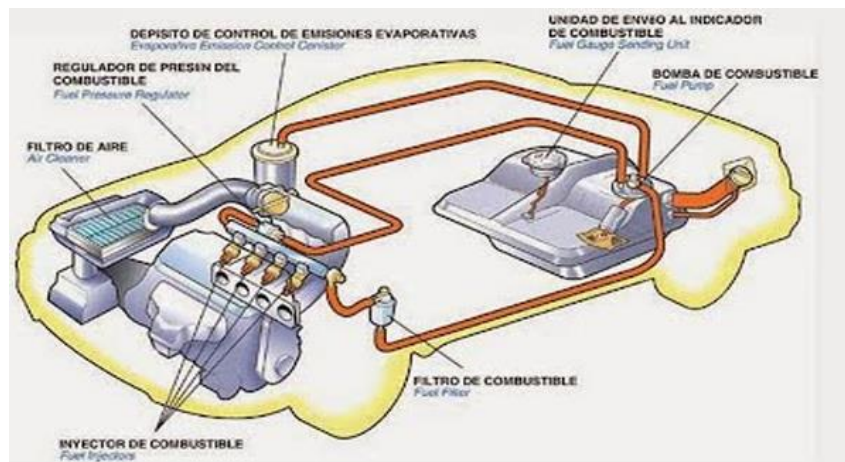
El motor de cuatro tiempos opera gracias a una interacción de sistemas cruciales encargados de la alimentación de combustible, la refrigeración, la distribución y el arranque, todos los cuales son esenciales para su correcto funcionamiento. A continuación, se describen en detalle los principales sistemas que hacen posible su operación.

- **Sistema de alimentación del motor**

Es el encargado de realizar el suministro de combustible Gasolina/ Diésel al motor para su funcionamiento. Se encarga de dosificar la mezcla y procurar la mayor limpieza del combustible que entra al cilindro. A continuación, se muestran las partes que componen el sistema de combustible o bien el sistema de alimentación del motor figura 4:

Figura 4

Sistema de Alimentación



Nota. Sistema de alimentación gasolina (CAM2, 2024)

- **Tanque o depósito de combustible:** Es el depósito o alojamiento de combustible, tiene un tapón de drenaje, un orificio respiradero y una tapa de llenado. Un mecanismo

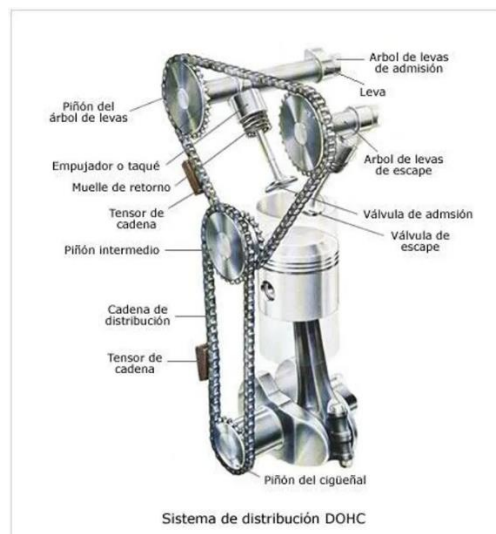
indicador de nivel de combustible dentro del tanque y la tubería de conducción. Existen tanques metálicos, pero actualmente son plásticos, reducen el nivel de sedimentos, corrosión y peso. Aplica para gasolina y para diésel.

- Filtro o vaso de sedimentación: El filtro de combustible, en este se depositan los residuos, las impurezas y el agua del combustible permitiendo su decantación, para evitar obstrucciones en el carburador o inyectores.
- Bomba de alimentación: Es una bomba de aspiración que puede ser eléctrica o sumergible, controlada desde el árbol de levas del motor, encargada de sacar el combustible del tanque para enviarlo al riel de inyectores. Conoce más acerca de la bomba de combustible.
- Carburador: Es el mecanismo encargado de mezclar la gasolina con el aire. El sistema de carburador es el sistema más antiguo de alimentación de combustible.
- Inyector: Es el encargado de mezclar la gasolina con el aire y realizar la dosificación y atomización de la mezcla a todos los cilindros.
- Líneas de combustible: Son las tuberías encargadas de llevar y retornar el combustible entre el tanque y el carburador o riel de inyección (pruebaderuta, 2023).
- **Sistema de Distribución del motor**

La distribución figura 5 comprende todos aquellos elementos que permiten introducir aire y combustible en los cilindros para su posterior combustión. Del mismo modo, también posibilita la salida de los humos generados en dicha combustión desde el interior del cilindro al exterior del motor. (José, 2016)

Figura 5

Sistema de Distribución



Nota. Componentes del sistema de distribución. Tomado de (Plaza, 2023)

El sistema de distribución es un conjunto de componentes esenciales que controlan el ciclo de apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape en los cilindros del motor. Este proceso se realiza de manera precisa y sincronizada para garantizar un funcionamiento adecuado. Durante el ciclo de trabajo, la válvula de admisión se abre antes del descenso del pistón hacia el punto muerto inferior, permitiendo la entrada de la mezcla de combustible y aire. Del mismo modo, una vez completadas las fases de admisión, compresión y explosión, la válvula de escape se abre antes del ascenso del pistón hacia el punto muerto superior, permitiendo la expulsión de los gases de la combustión. Este proceso asegura un funcionamiento constante y uniforme del motor.

- Cadena o correa de distribución: transmite el movimiento del piñón del cigüeñal al piñón del árbol de levas, y en algunos motores se utiliza un piñón intermedio para coordinar los árboles de levas de admisión y escape. Además, la cadena o correa de distribución también puede impulsar la bomba de agua y la bomba de inyección en motores diésel.

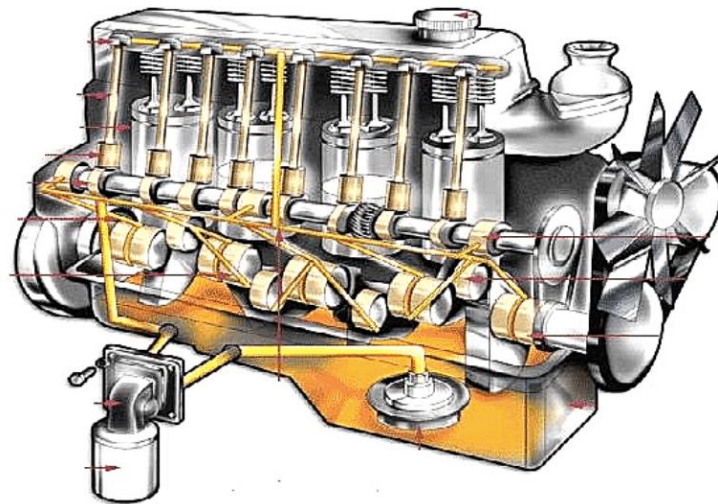
El sistema cuenta con tensores que garantizan el correcto engranaje de la cadena o correa con los piñones, asegurando así la transmisión del movimiento generado por el cigüeñal.

- **Árbol de levas:** es el eje conectado a la cadena o correa de distribución que acciona los taqués mediante levas excéntricas. Algunos motores cuentan con un doble árbol de levas, uno para la admisión y otro para el escape.
- **Los taqués:** transmiten el movimiento de las levas a las válvulas, empujándolas y permitiendo su apertura y cierre.
- **Las válvulas** son responsables de regular el flujo de entrada de la mezcla de aire y combustible (admisión) y la salida de los gases de escape después de la combustión (escape). En la actualidad, los sistemas de distribución se clasifican según la ubicación del árbol de levas en el motor. Pueden ser de válvulas laterales (SV), en cabeza (OHV) o en culata (OHC). Además, si el motor utiliza un solo árbol de levas en la culata, se le denomina SOHC, mientras que, si cuenta con un doble árbol de levas, se le llama DOHC. (Plaza, 2023)
- **Sistema de Lubricación**

La lubricación del motor figura 6 consiste en las diferentes formas de llevar el lubricante -aceite- por las diferentes piezas del motor, con el objetivo de crear una película lubricante en todas las superficies de los elementos móviles del motor, y evitar así que se desgasten de forma prematura y excesiva, y que disminuya así la vida útil del motor.

Figura 6

Sistema de Lubricación



Nota. Estructura del sistema de lubricación. (Vélez León, 2023)

El elemento principal del sistema de lubricación es, evidentemente, el lubricante, que se conoce más comúnmente como el aceite motor. Éste se almacena en la parte inferior del motor, ya sea en una especie de cubeta que se conoce como cárter o sumidero, o en un tanque de drenaje, ubicado también, debajo del motor. El lubricante es extraído desde este tanque a por la bomba de aceite, pasando primero por un colador, que impide el paso de las partículas más grandes depositadas en el fondo del tanque, hacia el resto del sistema. Una vez sale del coladero, pasa por el filtro de aceite, que atrapa las partículas e impurezas más pequeñas, y envía el aceite limpio a un enfriador, antes de que sea distribuido por las distintas zonas del motor por medio de los tubos de derivación. Estos tubos de derivación se reparten por todas las zonas a lubricar, para que el lubricante circule de forma continua durante el funcionamiento del motor, que es cuando las piezas móviles están en constante movimiento. De esta forma se consigue que el aceite circule por los cojinetes, émbolos, bielas, anillos del pistón, pasadores, árbol de levas, etc. Una vez el aceite es repartido por todas las zonas del motor, de abajo hacia

arriba, vuelve a recogerse en la parte más baja del motor aprovechando la fuerza gravitatoria, desde donde comienza de nuevo el proceso de forma continua mientras esté en funcionamiento el motor (Vélez León, 2023).

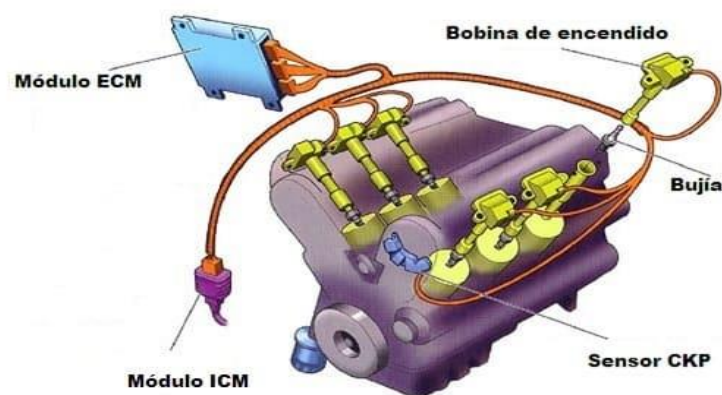
- **Sistema de Encendido DIS**

Se trata de un tipo de sistema de encendido, que se utiliza en el funcionamiento de los motores de ciclo Otto de algunos automóviles, y el cual no cuenta con un distribuidor, sino que se realiza una conexión de manera directa desde la bobina hasta las bujías. Es un sistema más eficiente, en comparación con los convencionales, ya que la sincronización de la chispa se realiza a través de dos unidades de control, la de encendido y la del motor.

Este sistema de encendido DIS figura 7 cuenta con un interruptor de encendido, una vez se activa, la corriente eléctrica circula desde la batería del vehículo hacia la unidad de control. En el árbol de levas y en el cigüeñal existen unas ruedas de disparo con dientes igualmente separados y unos sensores de posición.

Figura 7

Sistema de encendido DIS



Nota. Estructura del sistema de lubricación. (Motores Auto, 2023)

Cuando los huecos se sitúan delante, o se alejan de los sensores de posición, el campo magnético fluctúa y las señales de los sensores se transmiten al módulo de encendido. Durante este proceso se crean y se detienen los pasos de corriente y se genera un campo magnético en las bobinas. Posteriormente se aumenta el voltaje y este es enviado a las bujías de encendido para que el sistema de encendido DIS produzca la chispa.

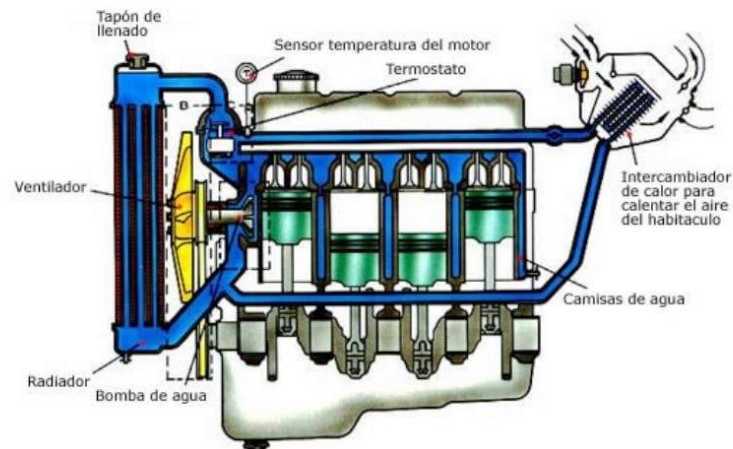
Al instalar un sistema de encendido DIS, y no contar con un distribuidor, no se pueden producir fallos en este dispositivo y además, es un sistema que aprovecha mejor el voltaje generado en la bobina, produciéndose menos pérdidas, y controlando mejor la generación de la chispa. Aunque este tipo de sistema de encendido DIS, también tiene algunos inconvenientes. En estos, el trabajo de las bujías es mayor y es posible que se produzca una conmutación en las partes del interior de la bobina (HELLO INSURANCE GROUP, 20024).

- **Sistema de Refrigeración**

El sistema de refrigeración de un auto figura 8, corresponde a un sistema compuesto por fluidos y piezas que, en conjunto trabajan para controlar la temperatura del motor, evitando que sus componentes se desgasten y se averíen por exceso de calor. El sistema de refrigeración del motor está compuesto por los siguientes elementos: Bomba, Radiador, Ventilador, Termostato, Depósito, Reloj control de temperatura, Líquido refrigerante (etilenglicol).

Figura 8

Sistema de refrigeración del motor



Nota. Componentes del sistema de refrigeración por líquido refrigerante. Tomado de (Engar Grup, 2021)

Estos elementos interactúan de la siguiente manera: Una pequeña bomba hace circular el líquido refrigerante por todo el motor. Este líquido recorre las paredes del motor y extrae la temperatura ocasionada por el funcionamiento de éste. Este líquido, ahora caliente, se introduce en la parte superior del radiador, pasando por un tejido de delgados caminos por los que pasa aire fresco. Este aire puede ser forzado por ventiladores eléctricos o por la misma velocidad del vehículo al estar en movimiento. Este proceso es un circuito que se repite una y otra vez mientras el motor del vehículo esté encendido. El sistema se autorregula mediante sensores y un termostato que pueden bloquear la circulación del líquido para alcanzar una temperatura óptima de trabajo o acelerar la circulación para extraer temperatura más rápido, en caso de ser necesario (Muñoz, 2021).

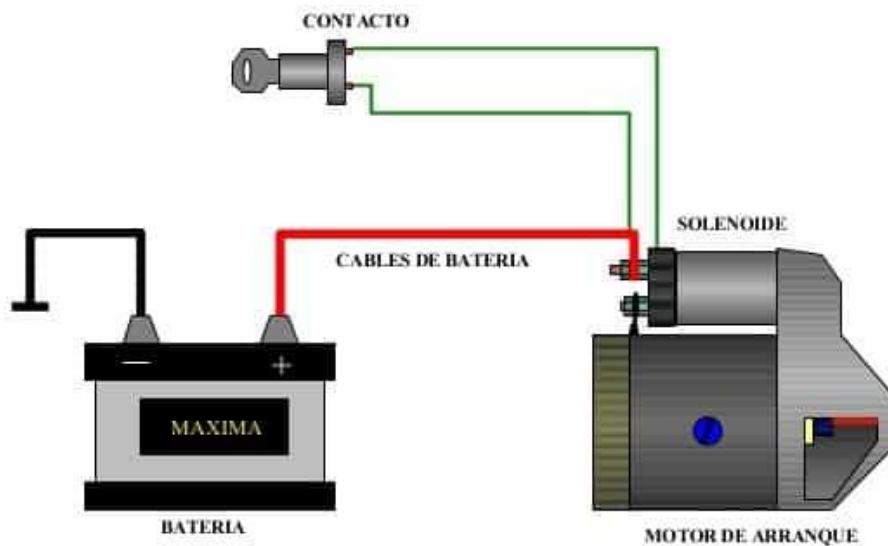
- **Sistema de Arranque**

El sistema de arranque figura 9 es un conjunto de componentes y dispositivos que se encarga de poner en marcha el motor de un vehículo. Su objetivo principal es generar el

movimiento inicial necesario para que el motor comience a funcionar de manera autónoma. El sistema de arranque suele utilizar una batería de alta potencia para proporcionar la energía eléctrica necesaria. A través del motor de arranque, que es un motor eléctrico especializado, se transmite la fuerza mecánica al volante de inercia del motor del vehículo, provocando así su rotación. Cuando el motor alcanza una velocidad suficiente, el sistema de encendido y el suministro de combustible se activan, lo que permite que el motor continúe funcionando por sí solo. Es esencial para que el motor se ponga en marcha de manera rápida y segura, asegurando así su funcionamiento adecuado durante el desplazamiento del vehículo.

Figura 9

Sistema de Arranque



Nota. Esquema del sistema de arranque. Tomado de (Regojo, 2018)

El motor de arranque, como su nombre indica, es un motor de corriente continua que incorporan los vehículos para potencia para arrancar el motor. Recibe corriente de la batería por medio del relé de arranque, comandado por éste, polo encendido a petición del conductor.

Este componente mueve el motor por medio de un piñón que encaja en la corona del volante para encajarlo. (Manuel, 2018)

Tipos de Mantenimiento

Los tipos de mantenimiento se dan en función al momento en el tiempo en el que se realizan, se puede decir que en el ámbito automotriz existen 4 tipos de mantenimiento; mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y proactivo y se hablará de cada uno de ellos a continuación.

Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento figura 10 tiene lugar antes de que exista la falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema del vehículo. El mantenimiento se ejecuta cuando el fabricante del vehículo estipula el momento adecuado a través de los manuales técnicos también se lo puede realizar a razón de la experiencia y pericia del personal técnico del taller, los cuales son encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento.

Este mantenimiento presenta las siguientes características; Se planifica en un momento en que se aprovecha las horas de para del vehículo. Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios a la mano. Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por el dueño del vehículo. Está destinado a ciertos componentes específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado. Permite contar con un historial del vehículo y cuenta con un presupuesto aprobado por el dueño (Bernal Matute, 2013).

Figura 10

Mantenimiento Preventivo



Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo automotriz figura 11 es aquel que está orientado a encontrar y arreglar los defectos que están afectando el funcionamiento y la seguridad del vehículo. Lo ideal es reparar estos problemas antes de que perjudique el funcionamiento total del carro y quede inservible. Es determinante comprender que el mantenimiento correctivo es mucho más costoso que el mantenimiento preventivo. Sin embargo, los dos son importantes para que el vehículo funcione correctamente y además pueda movilizarse seguro por las vías. Al hablar de mantenimiento correctivo hay sistemas del vehículo que demandan más atención y que generalmente sufren más averías. Puede que tengan que ver otras piezas, pero en líneas generales, estos son los chequeos que se realizan: Corrección en el motor, arreglo de la suspensión, cambio de llantas, reparación de transmisión y dirección, correctivo del sistema de aire acondicionado, revisión del sistema de refrigeración, cambio de batería, trabajos de latonería y pintura. Al reparar las fallas y defectos del vehículo, se alarga la vida útil del mismo y tiene más seguridad al momento de conducir (pa, 2023).

Figura 11

Mantenimiento correctivo



Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo o basado figura 12 en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo cual produce grandes ahorros. El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, las filosofías predictivas se aplican en la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con una gestión optimizada de sus activos (RCM, ISO 55001, RBM...). El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención técnica de mantenimiento en los activos industriales. El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.

Ventajas y beneficios de la aplicación del mantenimiento predictivo. La gestión optimizada de la programación del mantenimiento reporta las siguientes ventajas: Aumento de la disponibilidad de la maquinaria, mejora de la fiabilidad global, menos pérdidas de materia prima por paradas no planificadas y rearranques, reducción del índice de intervenciones/año de los equipos, reducción de los riesgos de mortalidad infantil (por errores humanos en las reparaciones), al producirse menos intervenciones de mantenimiento, reducción del gasto en

repuestos, pues el número de intervenciones a lo largo del ciclo de vida del activo puede reducirse hasta a la quinta parte (Grupo ÁLAVA, 2024).

Figura 12

Mantenimiento predictivo



Mantenimiento Proactivo

El mantenimiento proactivo figura 13 es una estrategia de mantenimiento cuyo objetivo es determinar la causa raíz de los fallos de los equipos para corregirlos antes de que causen más problemas y provoquen averías en las máquinas. La aplicación de un mantenimiento proactivo en el lugar de trabajo puede impulsar la productividad, maximizar el uso de los activos y contribuir a la seguridad en el lugar de trabajo. El mantenimiento proactivo aumenta la productividad al garantizar que los equipos tengan un rendimiento óptimo y que las operaciones continúen sin interrupciones no programadas debidas a fallos o averías de los equipos y otros problemas imprevistos. Maximiza el uso de los activos de la empresa asegurándose de que se utilicen bien dentro de su vida útil prevista, minimizando la necesidad de adquirir una sustitución para los equipos que finalmente se han estropeado y ya no se pueden arreglar. El mantenimiento proactivo ayuda a mantener la seguridad en el lugar de trabajo, asegurándose

de que los equipos y otros activos no causen accidentes debido al mal funcionamiento, los fallos y las averías.

Figura 13

Mantenimiento Proactivo



Herramientas de Diagnóstico

Es importante realizar un diagnóstico adecuado para identificar los problemas existentes que acarrear fallas de funcionamiento para ello se utilizaran los métodos y herramientas de diagnóstico detallados a continuación:

Compresímetro

El compresímetro figura 14 es una herramienta de diagnóstico automotriz, esencial para los mecánicos en la reparación y mantenimiento de los motores de combustión interna, que nos permite la medición precisa de la presión de compresión en los cilindros y ayuda a identificar los probables problemas en las partes mecánicas del motor. Es útil para detectar una variedad de problemas del motor y proporciona información sobre la condición de los anillos de pistón, las válvulas y la junta de la culata para determinar la necesidad de una reparación del motor.

Figura 14

Compresímetro



Vacuómetro.

Se denomina vacuómetro figura 15 a un instrumento que permite realizar la medición de la depresión cuando ésta resulta menor a la presión de la atmósfera. Por eso se dice que los vacuómetros miden el vacío. En concreto, lo que hace un vacuómetro es medir cómo cae la presión en un determinado entorno (Davies Oré, 2024).

Figura 15

Vacuómetro Automotriz



El objetivo de un vacuómetro es medir cómo cae la presión en un entorno. A través del vacuómetro, se puede controlar y analizar el funcionamiento de un motor de dos o más cilindros, cuya función es aspirar y comprimir gases. Uno de los usos de esta herramienta es la sincronización de los carburadores o cuerpos de inyección, o sea, llevar a cabo la regulación de todos los cilindros por igual. Otra de las funciones de un vacuómetro es la detección de fallos en el motor sin que sea necesario desarmarlo. Una falta de presión en un cilindro es un indicador de una avería, y el vacuómetro nos ayuda a identificarla a tiempo. Cuando los motores tienen más de un cilindro, es imprescindible llevar a cabo una adecuada sincronización de los carburadores. Esto es necesario para que los cilindros puedan aspirar la misma cantidad de aire. Los tubos del vacuómetro se conectan a la toma de aspiración que se encuentra en los tubos de admisión, y que por lo general suele estar tapada por un tapón o tornillo. Los tubos del vacuómetro se instalan según el orden de los cilindros del motor (Grupo Idamar, 2023).

Analizador de Gases.

La concentración de los gases producto de la combustión de los motores de ciclo Otto se puede determinar con los analizadores de gases figura 16, este es un equipo que mide la concentración de cinco gases como son: CO, CO₂, HC, basado en el principio de medición infrarroja no dispersa de gases, además de NO_x y O₂ basado en la medición electroquímica.

Figura 16

Analizador de gases automotriz



Los analizadores de gases son básicamente dispositivos ópticos/ químicos que miden la concentración de gases en base a una muestra de gases tomado directamente del tubo de escape y llevado hacia el aparato medidor, haciéndolo circular por una celda de rayos infrarrojos y por una celda electroquímica que analiza la muestra y mide el contenido de cada componente, indicándolo en el monitor de un PC conectado al equipo (Mafla Alvear, Ortiz Guachamin, & Portilla, 2007).

Diagnóstico de un Motor de Encendido Provocado

Para realizar un adecuado diagnóstico del motor se deben ejecutar acciones mediante las herramientas estudiadas anteriormente que permitan determinar el estado del mismo y poder corregir las fallas sin incurrir en gastos innecesarios por hipótesis erróneas. Es importante ejecutar un proceso adecuado que permita identificar y delimitar las fallas mecánicas de un motor por lo que se plantea realizar una inspección visual, medición de presión de compresión, pruebas de fugas de compresión, medición de vacío, análisis de gases. Cada una de estas fases serán detalladas a continuación de forma que se pueda tener un conocimiento previo de la aplicación de las mismas.

Inspección Visual

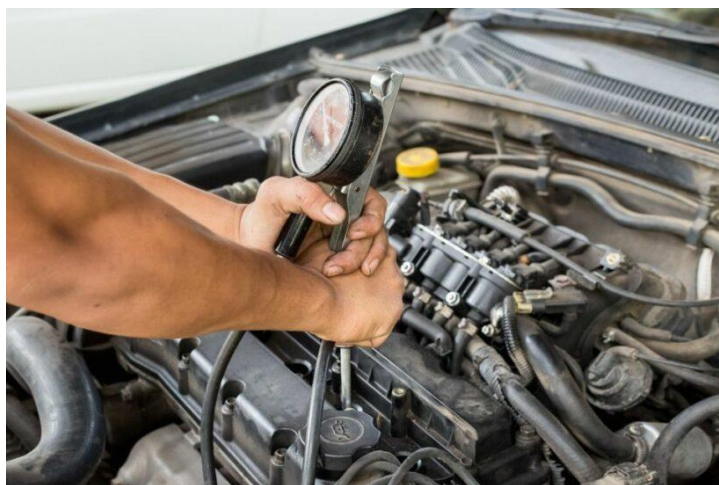
Se realiza una inspección visual del motor para detectar cualquier signo evidente de daños, fugas de fluidos, cables sueltos o daños visibles en componentes críticos. Con esto se puede determinar si existen fugas de aceite por las juntas o empaques, al encender el vehículo se puede observar presencia de humo lo que se puede interpretar que existe consumo de aceite del motor, o excesivo consumo de combustible, también, se pueden encontrar desconectados cables de sensores y actuadores si existe fugas de líquido refrigerante (Balarezo Andrade, Naula Caiza, & Jácome Guevara, 2023).

Pruebas de Compresión

La compresión de motor figura 17 es uno de los procesos más importantes para la vida de este, así como del desarrollo del vehículo. Se trata de la fase del motor cuando el pistón asciende a la parte de la admisión y el aire se mezcla con el combustible para comprimirlo. El objetivo general del proceso de compresión del motor es llegar a un equilibrio entre la temperatura y la presión para lograr la explosión necesaria y dar marcha al vehículo.

Figura 17

Compresión del motor



Nota. Prueba de Compresión del motor. Tomado de (RODES RECAMBIOS, 2024)

Hay un factor importante en esta fase y es la relación de compresión, ya que, dependiendo de esto, se determina el rendimiento térmico del motor y la capacidad de este para que la energía de la compresión sea aprovechada de la mejor manera. Esta relación se refiere a la diferencia entre el volumen que existe entre la compresión de aire con combustible, y la compresión después de la explosión (administrador-automas-vn, 2022).

Pruebas de Fugas de Compresión

Esta prueba consiste en inyectar aire a presión a cada una de las cámaras de combustión para determinar las fugas de compresión en porcentajes de caída de presión mediante el equipo que se observa en la figura 18. Además, permite determinar si la fuga es por anillos o válvulas e, incluso, precisar si las fugas son por válvula de escape o de admisión. Como esta prueba es continuación de la toma de compresión, no es necesario calentar el motor. La prueba debe hacerse con el motor apagado y comienza al retirar el purificador de aire. La mariposa inferior del carburador o del paso de gases del sistema de inyección debe estar completamente abierta. El motor, por su parte, debe estar con el cilindro que se va a analizar en el punto muerto superior de la carrera de compresión. El equipo diseñado para este fin (medidor de fugas de compresión) se instala en el lugar de cada una de las bujías y se inyecta aire a presión. Un motor en perfectas condiciones tendrá fugas entre el 5 y el 10 por ciento; con 20 por ciento de fugas está aún en muy buenas condiciones y se pueden considerar fugas del 30 al 35 por ciento como aceptables (REDACCIÓN EL TIEMPO, 1997).

Figura 18

Medidor de fugas de compresión

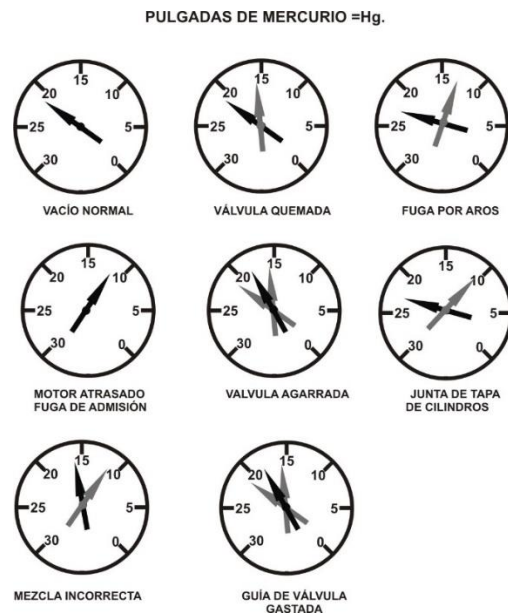


Pruebas de Vacío

Esta prueba se realiza para evaluar el estado general del motor y su sistema de vacío. Implica conectar un manómetro de vacío al colector de admisión del motor y medir la presión de vacío mientras el motor está en ralentí y funcionando a diferentes RPM. La lectura de la presión de vacío puede proporcionar información sobre la integridad de los sellos del motor, la presencia de posibles fugas de vacío, entre otros aspectos figura 18. Esto puede ayudar a detectar problemas como válvulas dañadas, juntas de culata defectuosas, problemas en el sistema de escape y más. En la figura 19 se puede observar los datos de referencia para el diagnóstico (Balarezo Andrade, Naula Caiza, & Jácome Guevara, 2023).

Figura 19

Diagnóstico prueba de vacío



Chevrolet Optra 1.8L

El Chevrolet Optra, Figura 20, es un automóvil del segmento C, producido por el fabricante estadounidense General Motors, bajo la dirección de la división asiática Daewoo desde el año 2001. El Optra Advance toma básicamente la parte frontal del Optra LT, cuenta a su vez con motorizaciones de 1800 c.c. con 122 HP y 16 válvulas, con los que se obtienen grandes rendimientos y con un consumo promedio de 32 km/gal en vías asfaltadas. El automóvil es impulsado por un motor de 1.8 litros Holden GM Family E-TEC II, disponible en modelos de producción, con una potencia máxima aumentada desde 90 kW hasta 127 kW mediante un compresor volumétrico. Su aceleración de 0 a 100 km/h es estimada en 8 segundos y es capaz de alcanzar una velocidad máxima de 215 km/h (Erazo López, 2016).

Figura 20

Datos Técnicos Chevrolet Optra

Tipo	4 Cilindros en línea	Unidades
Cilindraje	1799	cm ³
Diámetro	81.6	Mm
Carrera	86	Mm
Potencia Máxima	121/ 5800	HP/rpm
Torque Máximo	165 /4000	Nm/rpm
Relación de compresión	9,8:1	

Nota. Prueba de Compresión del motor. Tomado de (Erazo López, 2016)

Capítulo III

Diagnóstico y Reparación

El motor de combustión interna es un elemento que para generar movimiento está en constante rozamiento por lo que su desgaste es inevitable. El vehículo Chevrolet Optra perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE es un vehículo que debido a su naturaleza orientada a la investigación y aprendizaje no ha tenido mucho recorrido en carretera o ciudad sin embargo a sido sometido a diferentes experimentaciones y estudios lo que ha provocado el desgaste de sus componentes motrices provocando daños que requieren una reparación.

Las herramientas mencionadas en el capítulo anterior permitirán diagnosticar el estado actual del vehículo y poder realizar las correcciones necesarias para retornarlo a sus características originales según la necesidad que estas tengan. En el desarrollo de este proyecto se aplicaron procesos de diagnóstico como la inspección visual, medición de compresión, pruebas de fugas de compresión, análisis de gases, pruebas de vacío que permitieron llegar a un diagnóstico y su posterior reparación. Posteriormente se repitieron las pruebas una vez realizadas las correcciones y se comprobó que se concretaron todos los objetivos planteados en este proyecto.

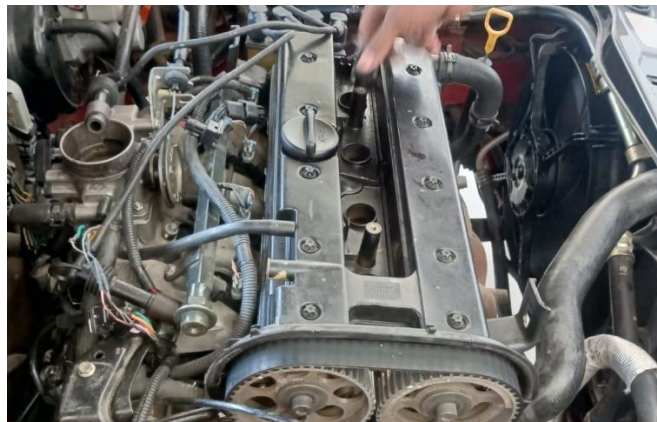
Inspección Visual: Daños y Correcciones

Una inspección visual detallada permite analizar problemas que pueden existir en el vehículo como por ejemplo presencia de corrosión, piezas y componentes que presentan averías y que deben ser retirados o sustituidos, fugas de líquidos de los sistemas del vehículo.

Al realizar la inspección visual del motor se encontró diversas problemáticas, pero el primer paso que se escogió fue la identificación de fugas de líquidos. Se identifica que existen fugas de aceite en componentes como el cárter y la tapa de válvulas figura 21.

Figura 21

Fugas de aceite en la de tapa válvulas



Se realiza un análisis y se determina que la solución adecuada es el reemplazo de las juntas en las que se han podido identificar que existen fugas esto debido a que no existieron problemas de ajuste con los pernos de sujeción. Se realiza el reemplazo de todos los empaques presentan problemas donde se constata que las principales fugas de aceite de motor se dan en la culata y cárter de motor.

Para el reemplazo se realiza un proceso de limpieza como se observa en la figura 22 adecuada de los componentes entre los que se encuentra ubicado el empaque asegurándonos que no exista residuos de suciedad ni de la junta anterior.

Figura 22

Limpieza del cárter



Una vez se ha realizado la limpieza se coloca una fina capa de silicón resistente a altas temperaturas y se procede a colocar el empaque.

Figura 23

Colocación de los empaques



Por último, se realizó el ajuste adecuado para evitar la deformación de los mismo y en pruebas posteriores se pudo verificar que las fugas desaparecieron figura 24.

Figura 24

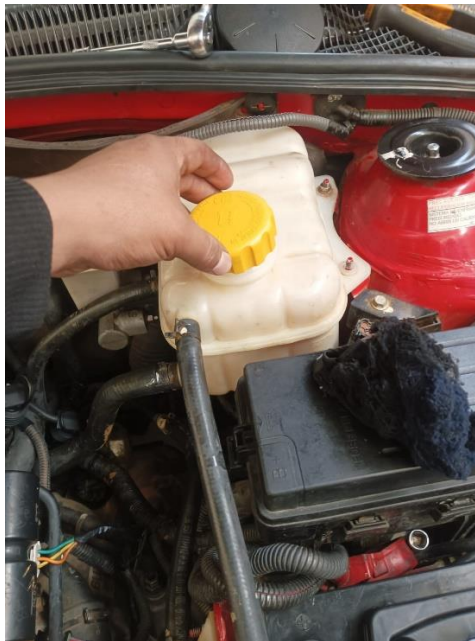
Tapa de válvulas sin fugas



Se pudieron identificar fugas en el sistema de refrigeración específicamente en el depósito de almacenamiento donde también se pudo apreciar que se estaba usando agua como refrigerante un elemento nada favorable ya que este produce elevada corrosión. Se realiza el vaciado del sistema, se cambia el agua por refrigerante y se coloca una nueva tapa de depósito figura 25 ya que la que se encontraba situada tenía fugas de refrigerante.

Figura 25

Reemplazo de la tapa del depósito de refrigerante



Al ser un vehículo de experimentación se encontraron diversos equipos inutilizados y que afectaban al funcionamiento del vehículo por lo que se procedió a retirar estos objetos figura 26.

Figura 26

Equipos inutilizados retirados



Por último, se realiza la limpieza de los terminales de conexión eléctricos y se reemplaza la batería.

Prueba de Compresión

Se realizó la prueba de presión de compresión la cual permite al técnico revisar si la presión es la adecuada según la relación de compresión. Cabe recalcar que la presión de compresión debe ser igual a la medida de la relación de compresión +1 esta medida se tomará en cuenta en bares.

Según los datos obtenidos se determina que la presión de compresión debe ser de 10.8 bares por lo cual se realiza la prueba retirando el relé de la bomba de combustible, se coloca el compresímetro en el cilindro se acelera a fondo y se inspecciona la presión que posee cada uno de los cilindros como se observa en la figura 27.

Figura 27

Medición de la presión de compresión



De esta forma se obtienen los resultados que se observan en la tabla 1.

Tabla 1

Presión de compresión en cada cilindro

Número de cilindro	Presión
1	156 psi
2	160 psi
3	160 psi
4	158 psi

Nota. Estos valores están basados en la medición de compresión del motor del vehículo Opra 1.8.

Como se observa en la tabla 1 los valores que nos dan como resultado son excelentes mostrando que el estado de los rines es adecuado por lo cual no es necesario el reemplazo de rines ni rectificación de cilindros.

Prueba de fugas de presión en los cilindros

Si bien es cierto se ha demostrado que no existen problemas graves de compresión en los cilindros ahora es importante determinar si existen fugas de compresión lo que se puede traducir en problemas de fugas de presión de válvulas o en la junta de la culata.

Para esto se realiza una prueba con el equipo ingresando 100 psi de presión a cada uno de los cilindros figura 28 donde posterior a esta acción no debe existir fugas pérdidas de presión superiores al 5%.

Figura 28

Prueba de fugas de presión en los cilindros



Una vez realizada esta prueba en cada uno de los cilindros se obtienen los resultados que se observan en la tabla 2.

Tabla 2

Prueba de fugas de presión en los cilindros

Número de cilindro	Pérdidas registradas
1	95 psi
2	94 psi
3	98 psi
4	93 psi

Nota. *Estos valores están basados en la medición de compresión del motor del vehículo Opra 1.8.*

Después de realizar esta prueba se puede determinar que existe una ligera pérdida lo que se puede asumir que los sellos de válvulas deben ser reemplazados.

Prueba de vacío

Como se analizó anteriormente se puede asumir que el motor necesita el cambio de sellos de válvulas sin embargo para evitar gastos innecesarios se confirma esta hipótesis mediante el uso del medidor de vacío. Se conecta la manguera del medidor en la línea de vacío figura 29 ubicada en el múltiple de admisión y se realizan las pruebas según los datos de la figura 19.

Figura 29

Prueba de vacío



Gracias a la prueba realizada se confirma que existe una ligera fuga en los sellos de las válvulas por lo que se procede a su reemplazo figura 30.

Figura 30

Reemplazo de sellos de válvulas



Análisis de Gases

La raíz del desarrollo de este proyecto se da debido a que se pudo apreciar que el vehículo tiene un funcionamiento de motor anormal con excesiva emanación de humo de color

negro, olor intenso a combustible, pérdida de potencia y ahogamiento. Por lo que dentro de estas pruebas mecánicas también se realizó un ensayo de gases para determinar si la emanación excesiva de humo es por problemas de exceso de alimentación de combustible o por quema de aceite en la combustión.

El ensayo se realizó con el equipo de análisis Kane AUTOplus figura 31 donde se puede medir valores en los gases de combustión de Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Oxígeno, Hidrocarburos no combustionados.

Figura 31

Análisis de gases



Los datos obtenidos son los que se aprecian en la tabla 3, cabe recalcar que esta prueba se realizó según los parámetros impuestos por los órganos nacionales de control de emisiones de gases.

Tabla 3

Análisis de gases

Tipo de gas	% de emanación o ppm
CO2	12.5%
CO	0.49%
O2	4.47%
HC	103ppm

Los resultados del análisis muestran un excesivo consumo de combustible por lo que el problema netamente se encuentra en la alimentación del mismo y se descarta consumo de aceite.

Limpieza del cuerpo de Aceleración

Después de identificar la última falla que afecta al funcionamiento normal del vehículo se procede a realizar la limpieza del cuerpo de aceleración e inyectores. Se realizó el desmontaje del cuerpo de aceleración y se ejecuta la limpieza del mismo como se observa en la figura 32.

Figura 32

Limpieza del cuerpo de aceleración



Se realizó la limpieza de los inyectores mediante equipo de ultrasonido se pudo constatar que algunos conductos se encontraron taponados y después de la limpieza se realizó la prueba de caudal y estanqueidad como se observa en las figuras 33, 34, 35.

Figura 33

Limpieza de inyectores



Figura 34

Prueba de caudal y estanqueidad



Figura 35

Ensamblaje del cuerpo de aceleración



También se puede apreciar que las bujías ya no generan la chispa adecuada para la combustión total de los gases y se encuentran con exceso de carbonilla y es claro el desgaste del electrodo como se observa en la figura 36 por lo que son reemplazadas con elementos nuevos figura 37.

Figura 36

Bujías desgastadas



Figura 37

Recambio de bujías



Después de realizar estos cambios y correcciones es notable el cambio que tuvo el vehículo ya no existen emanaciones de humo negro excesivo, la potencia del motor regresó y no existen problemas de ahogamiento.

Por último, para confirmar el funcionamiento adecuado del motor se realiza una prueba de gases de escape donde se puede demostrar que el motor se encuentra trabajando dentro

de los parámetros de funcionamiento normales y se está aprovechando al máximo la eficiencia del motor.

En la tabla número 4 se muestran los valores de emisiones obtenidos después de todos los mantenimientos mecánicos realizados, por lo que en base a estos se concluye que el vehículo se encuentra funcionando adecuadamente y es apto para pasar la revisión técnica vehicular.

Tipo de gas	% de emanación o ppm
CO2	12.5%
CO	0.4%
O2	1%
HC	80ppm
Lambda	0.8

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La evolución de los procesos de diagnóstico automotriz se evidencia claramente en la actualidad, donde herramientas como el probador de fugas de presión, la prueba de inyectores y el analizador de gases han revolucionado la forma en que se evalúan los daños en los vehículos. Estas tecnologías no solo permiten una evaluación más precisa, sino que también contribuyen a reducir los costos operativos y agilizar el proceso de reparación, mejorando significativamente la eficiencia y la calidad del servicio en la industria automotriz.

En el análisis del motor del Chevrolet Optra, se identificaron fallas mecánicas significativas que afectaban tanto su potencia como su eficiencia. Entre estas anomalías se destacaban fugas de lubricante y refrigerante, sellos de válvulas deteriorados, componentes accesorios inutilizables y acumulación de suciedad en el cuerpo de aceleración. Estos problemas no solo incidían en la potencia del motor, sino que también contribuían a una emisión excesiva de gases de escape, comprometiendo así tanto el rendimiento como la ecoeficiencia del vehículo.

Se llevaron a cabo las correcciones necesarias para remediar las fallas detectadas en el motor. Esto implicó el reemplazo de empaques en áreas propensas a fugas, la sustitución de sellos de válvulas deteriorados, la eliminación y reparación de componentes obsoletos, así como el mantenimiento completo del sistema de alimentación de combustible y encendido. Además, para mejorar aún más el rendimiento y la ecoeficiencia del vehículo, se instaló un catalizador, elemento que no estaba presente previamente en el sistema.

Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas de funcionamiento del vehículo para verificar la ausencia de problemas de ahogamiento y pérdida de potencia. Posteriormente, tras realizar las

correcciones necesarias, se realizó un análisis de gases que confirmó que las emisiones cumplen con los estándares adecuados para el modelo del vehículo. Estos resultados validan la efectividad de las acciones correctivas implementadas y aseguran el óptimo desempeño y la conformidad ambiental del Chevrolet Optra.

Recomendaciones

Para maximizar la longevidad y el rendimiento de los vehículos, es crucial implementar regularmente el mantenimiento preventivo. Este enfoque proactivo ayuda a prevenir daños que podrían comprometer la integridad y la durabilidad del automóvil.

Es fundamental priorizar el uso de repuestos originales o, en su defecto, de alta calidad al realizar reparaciones en los sistemas automotrices. Esta práctica contribuye significativamente a reducir el riesgo de sufrir daños prematuros.

Después de realizar cualquier investigación es importante cerciorarse que los equipos no provoquen daños en el funcionamiento del vehículo o bien una vez termino el ensayo se recomienda retornar el vehículo a sus características originales para garantizar su funcionamiento y que sirva como material de aprendizaje.

Después de realizar cualquier investigación es importante cerciorarse que los equipos no provoquen daños en el funcionamiento del vehículo o bien una vez termino el ensayo se recomienda retornar el vehículo a sus características originales para garantizar su funcionamiento y que sirva como material de aprendizaje.

Referencias Bibliográficas

Bibliografía

administrador-automas-vn. (17 de Mayo de 2022). *AutoMAS*. Obtenido de <https://automas.com.co/ques-prueba-de-compresion-de-motor/>

Álvaro, P. A. (12 de Noviembre de 2023). *autonoción.com*. Obtenido de <https://www.autonocion.com/motores-dos-tiempos-funcionamiento/>

Autocasión. (25 de Enero de 2024). *Autocasión*. Obtenido de <https://www.autocasion.com/diccionario/motor-de-4-tiempos>

Balarezo Andrade, C. A., Naula Caiza, E. D., & Jácome Guevara, F. A. (2023). *Implementación de un motor tipo MSI de 1.6l en la carrocería de un vehículo Volkswagen Fox para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Bernal Matute, A. (2013). *Manejo y Optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

CAM2. (28 de Febrero de 2024). *cam2.com*. Obtenido de <https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/12/16/sistema-de-alimentaci%C3%B3n-de-combustible-y-sus-partes>

CASTROL LIMITED. (28 de Febrero de 2024). *Castrol*. Obtenido de https://www.castrol.com/es_us/united-states/home/motorcycle-oil-and-fluids/motorcycle-engine-oils/two-stroke-engine.html

Davies Oré, G. A. (28 de febrero de 2024). *Universidad de Lima*. Obtenido de <https://cris.ulima.edu.pe/es/equipments/vacu%C3%B3metro#:~:text=Se%20denomina%20vacu%C3%B3metro%20a%20un,presi%C3%B3n%20en%20un%20determinado%20entorno.>

Donado, A. (8 de Mayo de 2023). *Autosoporte*. Obtenido de <https://autosoporte.com/blog-de-tecnica-automotriz-funciones-equipos-diagnostico-automotriz/>

Engar Grup. (21 de Abril de 2021). *ENGAR*. Obtenido de <https://engar.es/esquema-del-sistema-de-refrigeracion/>

Erazo López, J. E. (2016). *Análisis del comportamiento de un motor de combustión interna a gasolina de 4 cilindros 1800 cc del vehículo Chevrolet Optra Limited*. Quito: Universidad Internacional SEK.

Grupo ÁLAVA. (25 de Febrero de 2024). *Preditec*. Obtenido de <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>

Grupo Idamar. (13 de Enero de 2023). *Grupo Idamar*. Obtenido de <https://www.grupo-idamar.com/manometro-y-vacuometro/>

HELLO INSURANCE GROUP. (28 de Febrero de 20024). *helloauto.com*. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/encendido-dis#:~:text=Significado%20de%20DIS,la%20bobina%20hasta%20las%20buj%C3%ADas.>

José, A. S. (2016). Métricas de Uso. *La Referencia*, 260-266.

Mafla Alvear, M. J., Ortiz Guachamin, M., & Portilla, Á. (2007). *Metodología para Certificar la Calibración de Analizadores de Gases y Opacímetros*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Manuel, R. V. (2018). Diagnostico do sistema de arranque do veículo. *Publicaciones Didácticas*, 504-510.

Martinez Villegas, A. (2007). *Motores de Combustión Interna I*. Barcelona: IES Baix Montseny.

Monteiro Filho, A., Torrezani Rodrigues, M., Conceição Soares Santos, J. J., João Luiz, M. D., & Martins Cunha, C. C. (2019). Balanço Energético e Exergético de uma Pequena Central Termelétrica Equipada com um Motor de Combustão Interna a Diesel. *Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*.

Motores Auto. (28 de Abril de 2023). *motoresauto.com*. Obtenido de <https://www.motoresauto.com/sistema-de-encendido-dis/>

Muñoz, J. (10 de Marzo de 2021). *Blog Autofact*. Obtenido de <https://www.autofact.cl/blog/comprar-auto/mecanica/refrigeracion-motor#:~:text=tu%20Informe%20Autofact-%2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20sistema%20de%20refrigeraci%C3%B3n%20de%20un%20auto%3F,aver%C3%ADen%20por%20exceso%20de%20calor.>

pa. (5 de Noviembre de 2023). *PA*. Obtenido de <https://www.comparaonline.com.co/blog/autos/seguro-todo-riesgo/mantenimiento-correctivo-alarga-la-vida-util-de-tu-vehiculo/>

Plaza, D. (7 de Julio de 2023). *motor.es*. Obtenido de <https://www.motor.es/que-es/distribucion>

pruebaderuta. (8 de Octubre de 2023). *pruebaderuta.com*. Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/alimentacion-de-combustible.php>

Rao, K. V. (2018). A Review on Performance of the IC Engine Using Alternative Fuels. *Materials today proceedings*, 1989-1996.

REDACCIÓN EL TIEMPO. (4 de Octubre de 1997). REPARACIÓN: PRUEBA DE FUGAS DE AIRE, LA MÁS CONFIABLE. *EL TIEMPO*.

Regojo, A. (13 de Junio de 2018). *Motor de arranque del coche: Funcionamiento, partes y averías*. Obtenido de <https://www.autonocion.com/motor-de-arranque-coche-funcionamiento-averias-partes/>

RODES RECAMBIOS. (1 de Febrero de 2024). *RODES*. Obtenido de <https://www.rodes.com/mecanica/compresion-motor-y-como-detectar-una-falta/>

Stefanelli, E. (8 de Enero de 2024). *Eduardo J. Stefanelli*. Obtenido de <https://www.stefanelli.eng.br/es/ciclo-otto-motor-cuatro-tiempos/>

Vélez León, J. C. (3 de Noviembre de 2023). *FLEXFUEL*. Obtenido de <https://www.flexfuel-company.es/sistema-lubricacion-funcionamiento-descarbonizacion/>

Zuleta Durango, A. (2020). *DESAFÍOS TECNOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO*. COLOMBIA: SERIE DE LIBROS EN INGENIERÍA.

Anexos