



“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.”

Balarezo Andrade, Cesar Aníbal y Naula Caiza, Edwin Damián

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

01 de agosto del 2023

Latacunga



Reporte de verificación de contenidos



Copyleaks
Plagiarism report

TESIS_BALAREZO_NAULA.pdf

Scan details

Scan time: July 31th, 2023 at 13:2 UTC	Total Pages: 40	Total Words: 9770
---	--------------------	----------------------

Plagiarism Detection

8.1%

Types of plagiarism		Words
Identical	2.2%	214
Minor Changes	1.3%	123
Paraphrased	4.6%	452
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection

N/A

Text coverage
AI text
Human text

🔍 Plagiarism Results: (55)

<p>¿Por qué se calienta el coche? Fallas y averías comu...</p> <p>https://www.actualidadmotor.com/porque-recalienta-un-mo...</p> <p>Diego López Donaire ActualidadMotor Pruebas Comparativas Youtube Guías ...</p>	0.8%
<p>Pistón, biela, cigüeñal y distribución en los motores...</p> <p>https://www.semanticscholar.org/paper/pist%C3%B3n,-biela...</p> <p>Skip to search formSkip to main contentSkip to account menuSemantic ScholarSemantic Scholar's LogoSearch 213,630,130 ...</p>	0.7%



Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

C.C.: 1717579609




Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que la monografía **“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.”** Fue realizada por los señores estudiantes **Balarezo Andrade, Cesar Aníbal** y **Naula Caiza, Edwin Damián**, 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 agosto de 2023



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



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Balarezo Andrade, Cesar Aníbal**, con cédula de ciudadanía No: 1805221924, y **Naula Caiza, Edwin Damián**, con cedula de ciudadanía No: 0503932766 declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“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 unidad de gestión de tecnologías de Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.”** es de nuestra 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 agosto del 2023


Balarezo Andrade, Cesar Aníbal
C.C.: 1805221924


Naula Caiza, Edwin Damián
C.C.: 0503932766



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de Publicación

Nosotros, **Balarezo Andrade, Cesar Aníbal** con cédula de ciudadanía N.- 1805221924 y **Naula Caiza, Edwin Damián** con cedula de ciudadanía N.- 0503932766, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“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 unidad de gestión de tecnologías de Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 01 de agosto del 2023

Balarezo Andrade, Cesar Anibal

C.C.: 1805221924

Naula Caiza, Edwin Damián

C.C.: 0503932766

Dedicatoria

Este trabajo de titulación que presento a continuación está dedicado primeramente a Dios quien siempre guio mis pasos en este trayecto, a mi madre Silvana Andrade, por ser un pilar fundamental en mi vida y demostrarme su apoyo y amor incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, inculcándome valores, enseñándome siempre a nunca rendirme y ser constante en alcanzar mi meta hasta el final del camino para llegar a ser un hombre de bien, también quiero dedicarlo a mi hermano Daniel Balarezo, por ser un ejemplo de perseverancia, a mis abuelitos que supieron creer en mi como persona, a mis familiares y amigos por sus valiosos consejos y la confianza de poder alcanzar lo que me propongo.

Balarezo Andrade, Cesar Aníbal

El presente trabajo me lo dedico a mis padres Alcides Naula y Aurora Caiza que han sido un pilar fundamental en mi vida, por su apoyo constante y su amor incondicional.

A mi hermano Javier Naula, por demostrarme que los sueños si se pueden cumplir con mucha constancia y perseverancia.

A toda mi familia por su apoyo y su amor incondicional.

Naula Caiza, Edwin Damian

Agradecimiento

Mi agradecimiento a Dios por ser siempre quien nos regala cosas maravillosas como es la vida misma y permitirnos ser parte de este mundo y apreciar lo lindo de cada día y cada experiencia.

A mis docentes, de manera especial a mis tutores Ing. Fausto Jácome e Ing. Jonathan Vélez por toda la dedicación para el desarrollo y culminación de este proyecto que para mí es demasiado importante, agradecerles por ser parte de la formación personal y académica, los cuales impartieron su conocimiento y experiencia, se convirtieron no solo en profesores si no también fueron mentores para hoy poder lograr este objetivo propuesto, a mis compañeros de carrera quienes fueron cómplices y participes de todo lo que estoy logrando.

También a mi familia y de manera especial a aquellos amigos que con el pasar del tiempo se convierten en más que eso y brindan un apoyo moral sincero e incondicional por siempre alentarme y animarme con sus mejores deseos de superación y que nunca me abandonaron en los buenos y malos momentos de mi carrera.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, por brindarme la oportunidad de ser parte de su institución y por las facilidades que me brindaron para poder hoy alcanzar mi meta de ser un profesional.

Balarezo Andrade, Cesar Aníbal

Primeramente, agradezco a Dios por su infinito amor y por guiarme en este camino para poder culminar este objetivo y me ha permitido lograr uno de mis sueños más anhelados.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L por darme la oportunidad de formarme con docentes de calidad y calidez, para formarme como un gran profesional.

Naula Caiza, Edwin Damián

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figuras	10
Índice de tablas	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I: Definición del problema	15
Antecedentes:.....	15
Planteamiento del problema	16
Justificación e importancia.....	17
Objetivos	17
<i>General</i>	17
<i>Específicos</i>	18
Alcance.....	18
Capítulo II: Marco teórico.....	20
Motor de combustión interna	20
Funcionamiento del motor de combustión interna	21
Clasificación de los motores de combustión interna.....	22
Componentes del motor.....	23
Sistemas y subsistemas del motor	30
Sistema de encendido convencional.....	39
Capítulo II: Reparación integral del motor vw 1.6.....	41
Datos técnicos vw fox 1.6	41
Diagnóstico del motor	43
Desmontaje del motor	47

Reparación y ensamble de motor	55
Capítulo IV: Pruebas de funcionamiento	65
Pruebas de compresión del motor.....	65
Pruebas de vacío del motor.	66
Escaneado de motor.	66
Capítulo V Marco administrativo.....	67
Recursos humanos.....	67
Recursos materiales.....	67
Recursos tecnológicos.....	68
Recursos totales.	69
Cronograma.....	70
Conclusiones.....	71
Recomendaciones	72
Bibliografía	73
Anexos	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema básico de un motor de combustión interna</i>	20
Figura 2 <i>Ciclo de funcionamiento del motor</i>	22
Figura 3 <i>Bloque de motor</i>	24
Figura 4 <i>Tren alternativo</i>	25
Figura 5 <i>Pistón</i>	26
Figura 6 <i>Biela</i>	27
Figura 7 <i>Cigüeñal</i>	28
Figura 8 <i>Volante de inercia</i>	29
Figura 9 <i>Conjunto culata de motor</i>	30
Figura 10 <i>Sistema de distribución</i>	31
Figura 11 <i>Sistema de lubricación del motor</i>	34
Figura 12 <i>Refrigeración por aire</i>	35
Figura 13 <i>Esquema del sistema de refrigeración</i>	37
Figura 14 <i>Sistema de arranque</i>	38
Figura 15 <i>Sistema de encendido convencional</i>	40
Figura 16 <i>Inspección visual estado del motor</i>	44
Figura 17 <i>Inspección visual cableado</i>	44
Figura 18 <i>Prueba de compresión</i>	45
Figura 19 <i>Diagnóstico prueba de vacío</i>	46
Figura 20 <i>Desconexión arnés de cables electrónicos</i>	48
Figura 21 <i>Desconexión cableado eléctrico</i>	48
Figura 22 <i>Desconexión mangueras de refrigerante</i>	49
Figura 23 <i>Desmontaje sistema de admisión y escape</i>	49
Figura 24 <i>Sujeción y extracción del motor</i>	50
Figura 25 <i>Desmontaje de la tapa de válvulas</i>	50
Figura 26 <i>Polea árbol de levas</i>	51
Figura 27 <i>Polea del cigüeñal y tensor de la banda</i>	51
Figura 28 <i>Desmontaje de los componentes auxiliares de motor</i>	52
Figura 29 <i>Termostato con presencia de corrosión</i>	52
Figura 30 <i>Desmontaje del cabezote o culata</i>	53
Figura 31 <i>Junta o empaque del cabezote</i>	54
Figura 32 <i>Válvulas torcidas primer y cuarto cilindro</i>	54
Figura 33 <i>Pistones rayados por golpeteo de válvulas</i>	55
Figura 34 <i>Bloque de motor</i>	56
Figura 35 <i>Bloque ensamblado</i>	56
Figura 36 <i>Cárter de motor</i>	57
Figura 37 <i>Armada del cabezote</i>	58
Figura 38 <i>Empaque de cabezote</i>	59
Figura 39 <i>Orden de ajuste y apriete del cabezote de motor</i>	59
Figura 40 <i>Ensamble culata de motor</i>	60
Figura 41 <i>Bomba de refrigerante</i>	61
Figura 42 <i>Marcas de sincronización</i>	61
Figura 43 <i>Sincronización árbol de levas</i>	62
Figura 44 <i>Sindronización cigüeñal</i>	62
Figura 45 <i>Distribución VW Fox</i>	63

Figura 46 <i>Colocación del motor en el cofre del vehículo</i>	63
Figura 47 <i>Motor ensamblado</i>	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características del vehículo VW Fox 1.6</i>	41
Tabla 2 <i>Características del motor VW Fox 1.6</i>	41
Tabla 3 <i>Prestaciones y consumo del VW Fox</i>	42
Tabla 4 <i>Transmisión y dirección VW Fox</i>	43
Tabla 5 <i>Valores de compresión del motor</i>	45
Tabla 6 <i>Prueba de compresión después de la reparación</i>	65
Tabla 7 <i>Recursos humanos</i>	67
Tabla 8 <i>Recursos Materiales</i>	67
Tabla 9 <i>Recursos Tecnológicos</i>	68
Tabla 10 <i>Recursos Totales</i>	69

Resumen

El presente proyecto aborda la implementación de un motor tipo MSI de 1.6 litros en la estructura del vehículo Volkswagen Fox. Este proceso involucra diversas etapas para asegurar el óptimo funcionamiento y rendimiento del motor. Inicialmente, se realiza una exhaustiva inspección visual del estado general del vehículo, lo que incluye la revisión de sus componentes mecánicos y eléctricos. Posteriormente, se llevan a cabo pruebas de compresión y vacío para evaluar la integridad del motor. A través de estas pruebas, se detectan fugas de compresión y vacío, las cuales son atribuidas a problemas de torcedura en las válvulas y cabezote del motor. Para solucionar estas problemáticas y restaurar el funcionamiento óptimo del motor, se opta por una reparación integral. Este proceso comprende la rectificación de la culata, el reemplazo de los asientos de válvulas y la sustitución de las válvulas dañadas. Asimismo, se reemplazan los componentes del motor que sean indispensables para garantizar la eficiencia y seguridad durante el proceso de reparación. Una vez concluida la reparación, se efectúa una rigurosa evaluación para asegurar la efectividad del trabajo realizado. Se verifica que la presión de compresión en todos los cilindros se encuentre por encima de 140 psi, lo que indica un motor en óptimas condiciones. De igual manera, se confirman los valores estándar de trabajo en la prueba de vacío, lo que corrobora el correcto sellado y funcionamiento de las piezas internas del motor. Adicionalmente, se lleva a cabo un escaneado del motor para descartar la generación de códigos de falla relacionados con el desempeño del motor.

Palabras Clave: Motor de combustión interna, diagnóstico de motor de combustión interna, reparación de motor.

Abstract

This project deals with the implementation of a 1.6 liter MSI engine in the structure of the Volkswagen Fox vehicle. This process involves several stages to ensure optimal engine operation and performance. Initially, an exhaustive visual inspection of the vehicle's general condition is carried out, including a review of its mechanical and electrical components. Subsequently, compression and vacuum tests are carried out to evaluate the integrity of the engine. Through these tests, compression and vacuum leaks are detected, which are attributed to problems with valve and engine head torque. To solve these problems and restore the engine's optimal operation, an integral repair is chosen. This process includes rectification of the cylinder head, replacement of the valve seats and replacement of the damaged valves. In addition, the engine components that are indispensable to ensure efficiency and safety during the repair process are replaced. Once the repair is completed, a rigorous evaluation is carried out to ensure the effectiveness of the work performed. It is verified that the compression pressure in all cylinders is above 140 psi, which indicates an engine in optimal conditions. Similarly, the standard working values are confirmed in the vacuum test, which corroborates the correct sealing and operation of the engine's internal parts. Additionally, an engine scan is performed to rule out the generation of fault codes related to engine performance.

Keywords: Internal combustion engine, Internal combustion engine diagnosis, Engine repair.

Capítulo I

Definición del problema

Antecedentes:

El presente proyecto se centra en la implementación de un motor tipo MSI de 1.6 litros en la carrocería de un vehículo Volkswagen Fox. Los motores de combustión interna han sido ampliamente utilizados en la industria automotriz debido a su eficiencia y capacidad para generar potencia. A lo largo de los años, se han realizado numerosas investigaciones y avances tecnológicos en el campo de los motores de combustión interna, lo que ha llevado a mejoras significativas en términos de rendimiento, eficiencia y reducción de emisiones.

Es interesante ver como los motores de combustión interna llevan aproximadamente 125 años desde su invención, donde logrado mejoras de rendimiento desde un 11% a un 30% para los motores de encendido por chispa, esto debido a los avances tecnológicos actuales y gracias a su autonomía lo que representa aún un inconveniente con la aplicación de nuevas energías. (Ríos, Mora Guzmán, & Agudelo, 2002)

Los motores de combustión interna tienen una gran importancia dentro de la humanidad ya que se encuentran presentes en la mayoría de dispositivos que generan potencia por lo que el estudio de su comportamiento para irlo mejorando es de gran importancia. En el mundo entero una de las industrias más importantes es la automotriz por cuanto el automóvil es una herramienta para desplazarse con facilidad a cualquier lugar o sitio de trabajo. Muchas personas en algún momento habrán tenido la oportunidad de ver la parte externa de un motor de gasolina (llamado también motor de explosión o de combustión interna), sin embargo, es muy probable que también muchas de esas personas desconozcan su funcionamiento interno, de cuáles son los parámetros que están asociados para obtener el funcionamiento del mismo. (Mayorga Pardo & Córdova Morales, 2013)

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)

Volkswagen tiene más de tres décadas dentro del país, tanto en transporte liviano como pesado, debido a esto se estima que gran cantidad de vehículos con antigüedad de 15 años de funcionamiento de esta marca están en un promedio de entre 250000km y 400000km, los que por el desgaste de partes internas y el tiempo de uso prolongado del mismo están presentando contaminación en el medio ambiente. (Román, 2014)

Por medio del presente se busca implementar un motor tipo MSI de 1.6L en la carrocería de un vehículo Volkswagen Fox que se encuentre en condiciones de funcionamiento óptimas para de esta forma disminuir la contaminación al medio ambiente y dotar a la carrera de Tecnología Superior de Mecánica Automotriz de material didáctico adecuado para el aprendizaje de los estudiantes en el ámbito de los motores de combustión interna.

Planteamiento del Problema

La Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, sitúa la problemática que hace referencia a la falta de material didáctico para el desarrollo de las actividades prácticas después de las clases teóricas, para simular fallas inspeccionar daños y realizar mantenimientos preventivos y correctivos en motores de combustión interna. Es por esto que resulta relevante dar soluciones a esta problemática, y de esta manera mejorar la enseñanza de los estudiantes que forman parte de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Justificación e Importancia

Una de las necesidades de los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE es contar con acceso a un material didáctico que les permita comprender el funcionamiento de cada uno de los sistemas involucrados en un motor de combustión interna. El objetivo principal de este proyecto es facilitar el aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes, brindándoles una herramienta que abarque todos los aspectos del campo automotriz. Además, se pretende utilizar este material como apoyo para el diagnóstico de averías, identificando las causas y proponiendo soluciones a los problemas que puedan surgir durante el funcionamiento del motor mediante la simulación de fallas.

En el proyecto se llevará a cabo la restauración de las principales partes de un motor de 1.6 lt de tipo MSI, junto con una explicación detallada de su funcionamiento y los cuidados necesarios para obtener un rendimiento óptimo. De esta manera, se busca proporcionar las pautas para llevar a cabo tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo.

Nuestra propuesta consiste en implementar un material didáctico que beneficie a cada estudiante, sirviendo como una valiosa fuente de investigación para obtener información exhaustiva sobre el motor de tipo MSI y todos los sistemas que intervienen en su correcto funcionamiento.

Objetivos

General

Implementar un motor de 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.

Específicos

- Realizar una investigación exhaustiva sobre el funcionamiento, mantenimiento y reparación de un motor de combustión interna, con el fin de obtener un conocimiento profundo en estas áreas y desarrollar las habilidades necesarias para llevar a cabo tareas relacionadas.
- Llevar a cabo la reparación integral de un motor de tipo MSI de 1.6L. Este proceso incluirá el análisis detallado de las partes y componentes del motor, la identificación de posibles averías y la implementación de las acciones correctivas necesarias para restaurar su funcionamiento óptimo.
- Implementar el motor tipo MSI de 1.6L en la carrocería de un Volkswagen FOX de manera efectiva y exitosa. Esto implica realizar todas las conexiones necesarias, asegurar la compatibilidad entre el motor y la carrocería, y garantizar su correcto funcionamiento.
- Realizar pruebas de diagnóstico en el motor tipo MSI de 1.6L que confirmen y validen su correcta reparación. Estas pruebas abarcarán diferentes aspectos del motor, como su arranque, compresión, estabilidad. Lo que confirmará que la reparación se realizó de manera efectiva y garantizará el funcionamiento óptimo y confiable del motor.

Alcance

El alcance del presente proyecto se centra en la implementación de un motor tipo MSI de 1.6L con el objetivo de comprender y aprender su funcionamiento, al mismo tiempo que sirve como plataforma práctica. Esto permitirá realizar pruebas donde se simularán fallas para observar los datos del funcionamiento en tiempo real, incluyendo las señales de los sensores tanto en condiciones normales como en situaciones erróneas.

Para lograr los objetivos planteados, se utilizarán diversas metodologías de investigación, como el método deductivo, el método analítico, el método de síntesis. Estas metodologías garantizarán la obtención de información precisa y veraz sobre el funcionamiento y comportamiento del motor tipo MSI 1.6L.

Una vez completada la implementación del motor tipo MSI, los estudiantes tendrán acceso a la realización de proyectos adicionales. Esto les brindará la oportunidad de incorporar dispositivos tecnológicos u otras herramientas para profundizar en el estudio de los diversos sistemas que intervienen en el funcionamiento de un motor de combustión interna.

Con este alcance, se espera obtener un mayor conocimiento teórico-práctico sobre el motor tipo MSI y promover la investigación y la exploración de nuevas mejoras y aplicaciones relacionadas con este tipo de motor.

Capítulo II

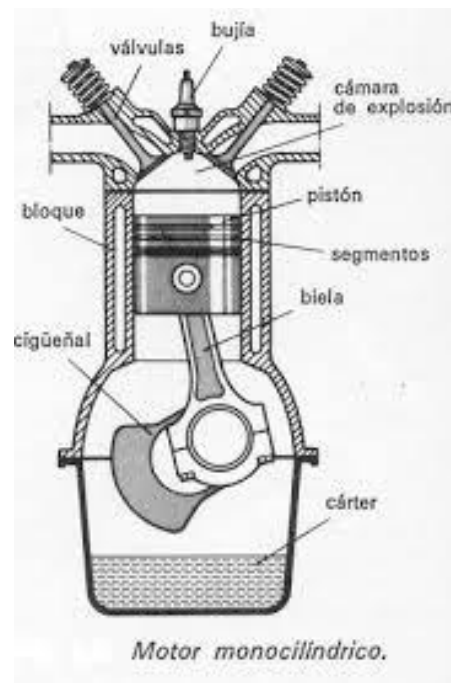
Marco Teórico

Motor de combustión interna

Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) son motores térmicos de desplazamiento positivo (o volumétrico), en los que el trabajo se obtiene mediante el desplazamiento lineal del émbolo de un mecanismo biela- manivela. Se denominan motores de combustión interna porque el estado térmico se genera en el propio fluido que evoluciona en el motor. (Antonio & Muñoz Domínguez, 2015) La figura 1 representa el esquema básico de un motor de combustión interna.

Figura 1

Esquema básico de un motor de combustión interna



Nota. La figura representa el esquema básico de un motor de combustión interna. Tomado de (Gonzales, 2023)

Funcionamiento del motor de combustión interna

El motor, durante su funcionamiento, realiza una serie de procesos que se repiten periódicamente y constituyen un ciclo termodinámico abierto. Los cinco procesos básicos que tienen lugar en un MCI son:

Admisión: proceso en el que tiene lugar la entrada del fluido de trabajo (mezcla aire-combustible o aire dependiendo del motor).

Compresión: Proceso fundamental para incrementar el rendimiento termodinámico del motor, el cual consiste en incrementar la presión de mezcla aire combustible comprimiéndola en la cámara de combustión.

Combustión: Mecanismo de reacciones químicas globalmente muy exotérmicas mediante las cuales se genera el estado térmico del fluido de trabajo (alta presión y temperatura).

Expansión: proceso responsable de la producción de trabajo. En él, los gases producto de la combustión se expanden y desplazan al pistón, aumentando el volumen del cilindro. Dicha variación de volumen es la responsable de la producción de trabajo. La presión ejercida por los gases sobre el pistón se transforma, por equilibrio de fuerzas, en el par motor en el eje cigüeñal.

Escape: Proceso en el que se desalojan los gases producto de la combustión para que se pueda proceder a un nuevo proceso de admisión.

Los procesos de admisión y de escape constituyen lo que se denomina renovación de la carga y en ellos se intercambia masa con el exterior del motor. Los procesos de compresión, combustión y expansión constituyen el ciclo termodinámico del motor y son procesos confinados en los que no hay intercambio de materia con el exterior.

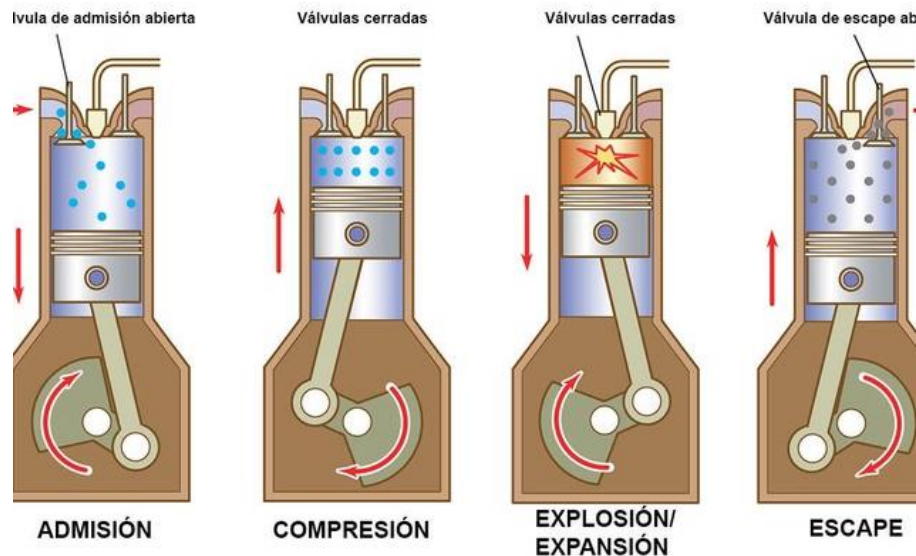
Por el propio funcionamiento del motor, los procesos no son continuos, sino que tienen lugar consecutivamente. Por lo tanto, el flujo de masa es pulsante.

Junto con los procesos básicos mencionados anteriormente se tienen que dar otra serie de procesos secundarios. Los más importantes son la formación de la mezcla aire-combustible, la ignición o encendido, la lubricación, la refrigeración, así como otros procesos mecánicos del motor como, por ejemplo, el accionamiento de las válvulas. (Antonio & Muñoz Domínguez, 2015)

En la figura dos se observan los ciclos de funcionamiento del motor.

Figura 2

Ciclo de funcionamiento del motor



Nota. Esquema de funcionamiento del motor de combustión interna. Tomado de (Fidalgo, 2022)

Clasificación de los Motores de Combustión Interna

- Según el proceso de combustión

Motores de encendido provocado (MEP).

Motores de encendido por compresión (MEC).

Otros (GDI, ACT o HCCI)

- Según el modo de realizar el ciclo

Motores de 4 tiempos (4T)

Motores de 2 tiempos (2T)

- Según el tipo de refrigeración

Motores refrigerados por aire.

Motores refrigerados por líquido

- Según la presión de admisión

Motores de aspiración natural

Motores sobrealimentados

- Según el número y la disposición de los cilindros

Motores en línea.

Motores en V.

Motores en bóxer.

Otros (en W, en estrella).

Componentes del motor

Bloque de cilindros

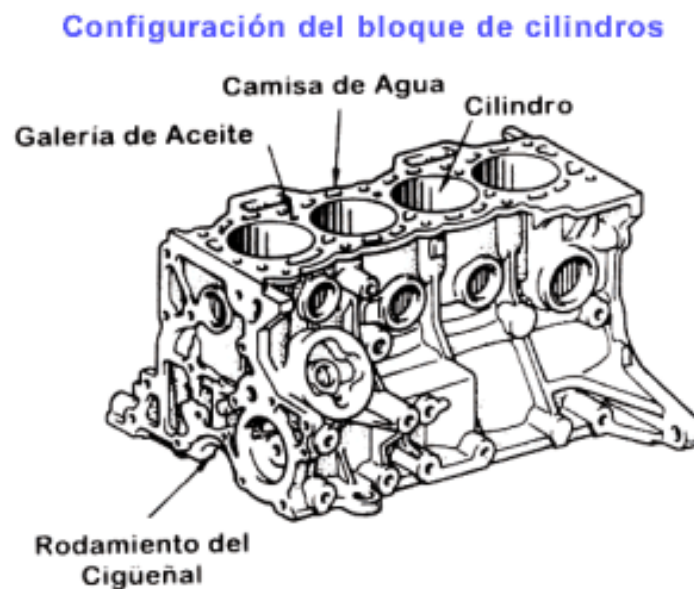
El bloque de cilindros es una de las piezas fundamentales en un motor. Constituye la estructura base sobre la cual se ubican los demás componentes, tales como la culata en la

parte superior, los pistones en su interior y la bancada en la parte inferior, en caso de estar presente.

El bloque motor, como se muestra en la figura 3, es una pieza unitaria que incorpora todas las cavidades necesarias para el ensamblaje, como los cilindros, conductos de refrigerante y aceite, así como los orificios para tornillos y juntas. La complejidad de fabricar un bloque tan integral se logra mediante el uso de un molde de arena. (Donaire, 2021)

Figura 3

Bloque de motor



Nota. Configuración del bloque de cilindros con sus partes. Tomado de (WEBSCOLAR, 2023)

Tren Alternativo

El tren alternativo está constituido por tres elementos: pistón, biela y cigüeñal. Su misión es la de transformar el movimiento lineal de pistón, en otro giratorio del cigüeñal. Una vez transformado este movimiento lineal del pistón en rotativo será posible trasladar dicho movimiento a las ruedas para que el vehículo se desplace. En el presente artículo vamos a ver

los tres elementos claves en esta transformación del movimiento: el pistón, la biela y el cigüeñal, que junto con el sistema de distribución, hacen posible que el motor desarrolle su funcionamiento. En la figura 4 se observa el conjunto que forma parte del tren alternativo.

(José, 2016)

Figura 4

Tren Alternativo



Nota. Tren alternativo conformado por pistón, biela, cigüeñal. Tomado de (Nelson, 2015)

- Pistón (figura 5): El pistón ha de desplazarse a toda velocidad por el interior de los cilindros. Por ese motivo debe estar fabricado de un material relativamente ligero y resistente a la vez. El material que cumple esta función es la aleación de aluminio. El aluminio es aleado con silicio, que es uno de los componentes amigos del aluminio, para dar lugar a la aleación necesaria. En cuanto a la forma del pistón, este parece un vaso invertido y alrededor de su cabeza encontramos unas ranuras o gargantas donde se ubican los segmentos. Los segmentos son unos aros de acero aleado al cromo-vanadio; un material muy duro y resistente

al desgaste. Gracias a los segmentos se consigue la estanquidad necesaria entre el pistón y las paredes del cilindro. De este modo se evita que parte del gas comprimido se escape hacia la parte inferior del motor. Hay que tener cuidado al desmontar los segmentos de un pistón porque a pesar de ser muy duros, también son muy frágiles y pueden partirse mientras los manipulamos. Atravesando el pistón se observa un orificio pasante. A través de este orificio, el pistón se une a la biela por mediación de un bulón de acero. (José, 2016)

Figura 5

Pistón



Nota. Pistón de aleación de aluminio y silicio. Tomado de (Nelson, 2015)

- Biela (figura 6): La biela, intercalada entre el pistón y el cigüeñal, soporta los continuos empujes del pistón hacia abajo, y los constantes esfuerzos del cigüeñal hacia arriba. Un trabajo realmente duro el de la biela. Se construyen de acero forjado con una técnica denominada estampación que permite al material aguantar ese inmenso trabajo. La estampación consiste en golpear un trozo de

metal repetidas veces hasta conseguir la forma de la biela. Para incrementar su resistencia, su cuerpo adopta una forma de “doble T”. (José, 2016)

Figura 6

Biela



Nota. por su ojo de mayor diámetro llamado cabeza de biela, va unido al codo del cigüeñal, girando libremente, y por el otro, llamado pie de biela se monta el pistón mediante un eje llamado bulón, en el que el pistón bascula libremente. Tomado de (Nelson, 2015)

- Cigüeñal (figura 7): es un eje acodado en el que se adaptan cada una de las bielas del motor. Está sometido a tremendos esfuerzos de torsión lo que hace necesario fabricarlo con materiales muy resistentes. De nuevo es el silicio quien se une al acero y que junto con el cromo, cumplen con este requerimiento. Además de existir cigüeñales de acero aleado al cromo-silicio, en otros casos, sus diferentes partes pueden fabricarse de diversos materiales según las exigencias de cada zona. El cigüeñal se acopla y gira en el bloque sobre unas zonas denominadas apoyos. La fricción en los apoyos es brutal por lo que entre

el cigüeñal y el bloque se interponen unos casquillos de material antifricción que disminuyen ese intenso rozamiento. La lubricación en estas zonas críticas es fundamental. El cigüeñal se destruiría sin una capa de aceite que disminuyera los rozamientos en sus apoyos. De hacer llegar el aceite a los casquillos se encarga el circuito de lubricación, que, junto con otros sistemas, componen el siguiente grupo de elementos del que se hablará más adelante. (José, 2016)

Figura 7

Cigüeñal



Nota. Cigüeñal de 4 cilindros. Tomado de (Nelson, 2015)

- Volante de Inercia (figura 8): va acoplado a un extremo del cigüeñal y además de poseer una corona dentada con la que acopla el piñón del motor de arranque, es la pieza encargada de transmitir la energía mecánica producida por el motor.

Figura 8*Volante de Inercia*

Nota. Volante de inercia transfiere la energía del cigüeñal a la transmisión. Tomado de (Nelson, 2015)

Cabezote o culata

La culata (figura 9), tapa de cilindros, cabeza del motor o tapa del bloque de cilindros es la parte superior de un motor de combustión interna que permite el cierre de las cámaras de combustión. La culata se construye en hierro fundido y una junta: la junta de culata. Se construye con estos elementos porque el sistema de enfriamiento debe ser rápido, y estos elementos se enfrían rápidamente. (Román, 2014)

Figura 9*Conjunto culata de motor*

Nota. Culata y componentes que se alojan en ella. Tomado de (Permatex, 2018)

Sistemas y Subsistemas del Motor

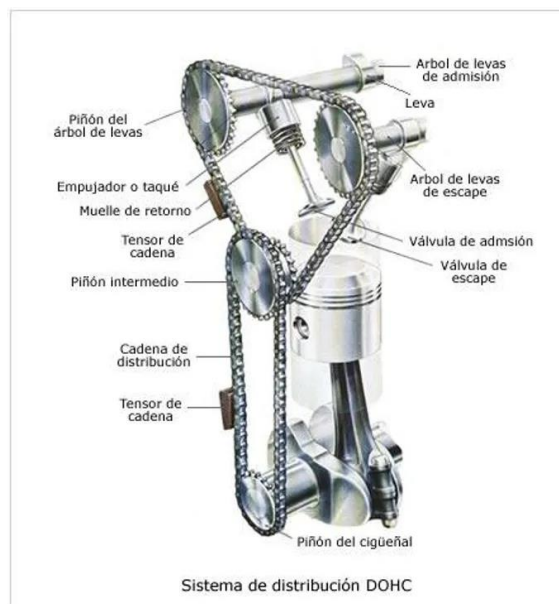
Los mecanismos auxiliares del motor desempeñan un papel fundamental en su funcionamiento adecuado. Sería impensable imaginar un motor que pueda operar sin un circuito de lubricación, un sistema de refrigeración o un mecanismo de distribución que permita la entrada de combustible en los cilindros y la salida de los gases de la combustión. Estos componentes son esenciales para garantizar un rendimiento óptimo y seguro del motor en su conjunto.

Sistema de distribución

La distribución (figura 10) 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 10

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

El sistema de lubricación (figura 11) del motor tiene la importante función de impulsar y distribuir el lubricante entre las diferentes partes móviles del motor de un automóvil. Su objetivo principal es reducir la fricción entre las superficies de contacto y, de esta manera, prolongar la vida útil del motor. La lubricación desempeña un papel fundamental en la durabilidad y confiabilidad del motor de un vehículo. Por lo tanto, es crucial que este sistema funcione de manera óptima y eficiente. En caso de que se produzca una falla en el sistema de lubricación,

el motor se sobrecalentará, lo que podría ocasionar un bloqueo y daños permanentes en el motor. (Motores Auto, 2023)

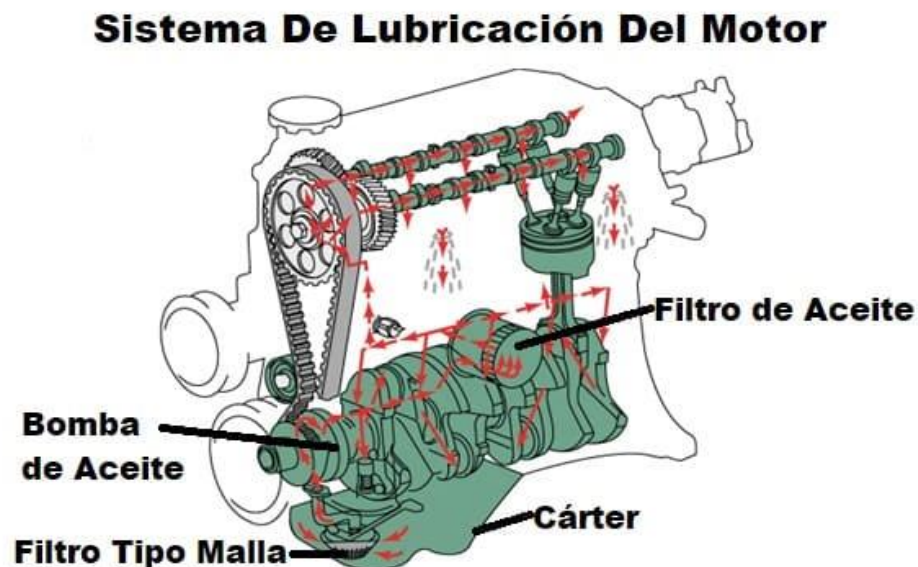
A continuación, se describen los componentes principales del sistema de lubricación:

- **Cárter:** Es un depósito de forma convexa donde se acumula el aceite. Esta pieza está localizada en la parte inferior del motor, lo que hace que el aceite sea drenado fácilmente hacia esa zona. (Motores Auto, 2023)
- **Bomba de aceite:** Es un dispositivo encargado de enviar el aceite a todas las partes móviles del motor. Está ubicada cerca del cárter en la parte inferior del motor, para surtir aceite a presión a través del filtro, antes de enviarlo a las galerías del bloque del mismo. Esta puede dejar de funcionar en algún momento, pudiendo causar daños al motor. Su falla puede ser causada por pequeñas partículas en suspensión en el aceite, obstruyendo tanto la bomba como las galerías. (Motores Auto, 2023)
- **Filtro de aceite:** Su función es retener las partículas pequeñas de suciedad, apartándolas del fluido para que el aceite limpio pueda llegar eficientemente hacia las piezas del motor. Es un consumible ya que debes cambiarlo con regularidad. (Motores Auto, 2023)
- **Galerías del bloque:** Las galerías son una serie de pasajes interconectados que transfieren aceite a las partes que lo requieren. Estos pasajes son agujeros grandes y pequeños horadados en el bloque del motor. Se conectan entre sí hasta llegar a la culata y árboles de levas. Cumplen la función de hacer circular rápidamente el aceite para hacerlo llegar a todas las partes móviles del motor. Debido a esto, el rendimiento de estas galerías determina cuán rápido se lubrican las distintas partes del motor. (Motores Auto, 2023)

- Enfriador de aceite: Es un dispositivo similar a un radiador, cuya función es transferir el calor del aceite hacia el refrigerante utilizando las aletas que posee para estabilizar su temperatura, mantener su viscosidad bajo control, evitar el sobrecalentamiento del motor y conserva su calidad. (Motores Auto, 2023)

Figura 11

Sistema de Lubricación del motor



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

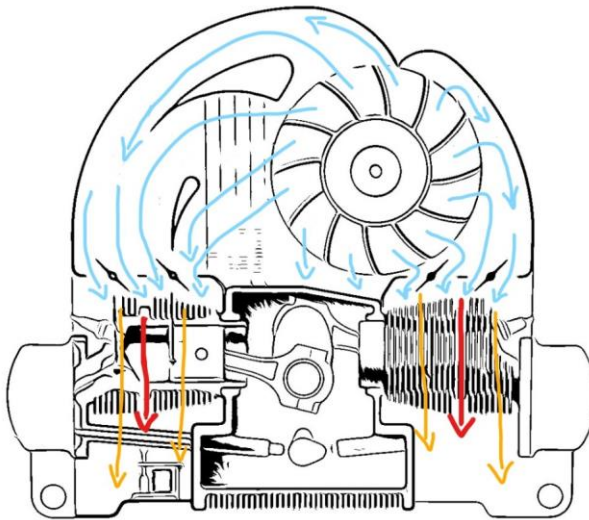
Sistema de Refrigeración

El sistema de enfriamiento está compuesto por diversos elementos que trabajan en conjunto para mantener una temperatura adecuada en el motor. Si el motor opera a temperaturas demasiado bajas, se puede experimentar una pérdida de potencia y un aumento en el consumo de combustible. Por otro lado, si el motor trabaja a temperaturas excesivamente altas, existe el riesgo de daños y fundición en las piezas del motor. Por lo tanto, es fundamental garantizar un equilibrio térmico adecuado en el motor mediante un sistema de enfriamiento eficiente. (GRUPO HERRES, 2019)

- Sistema de Enfriamiento por Aire (figura 12): El sistema de refrigeración por aire, aunque en desuso por parte de los fabricantes, consiste en exponer las diferentes partes del motor, como los cilindros, las camisas de cilindro y la cámara de combustión, a una corriente de aire. Este sistema cuenta con un diseño que permite la circulación del aire a través de los componentes del motor, utilizando conductos como guías para dirigir el flujo hacia las áreas que requieren mayor enfriamiento. La corriente de aire puede ser natural, es decir, atmosférica, o bien, impulsada por una turbina. Este tipo de sistema de enfriamiento fue empleado en automóviles pequeños y de bajo costo en su momento, donde no se disponía de espacio para un sistema de enfriamiento basado en refrigerante. Actualmente, se sigue utilizando en motocicletas y en motores de menor tamaño, como los utilizados en máquinas de jardín. (GRUPO HERRES, 2019)

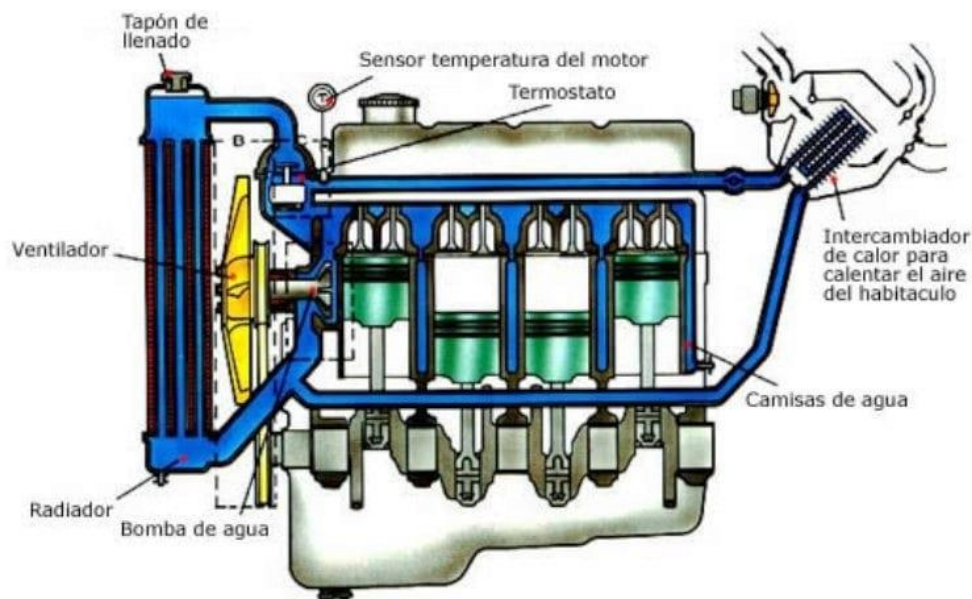
Figura 12

Refrigeración por aire



Nota. Estructura sistema de refrigeración del motor por aire. Tomado de (Flamas blog, 2023)

- Sistema de enfriamiento por refrigerante (figura 13): El sistema de enfriamiento por líquido refrigerante o agua es ampliamente empleado por los fabricantes debido a su confiabilidad, eficiencia y tecnología avanzada. Este sistema consta de varios componentes, incluyendo una bomba, un termostato, líquido refrigerante, un radiador y un ventilador, que trabajan en conjunto para mantener la temperatura adecuada de funcionamiento del motor. La bomba se encarga de hacer circular el líquido refrigerante a través de conductos ubicados en el bloque del motor y la cámara de combustión, envolviendo las partes más calientes del motor. El líquido refrigerante absorbe el calor generado y lo lleva al radiador, que se encuentra en la parte frontal del compartimento del motor. El radiador disipa el calor del líquido refrigerante mediante la corriente de aire generada por el movimiento del vehículo o a través del uso de un ventilador. Dependiendo del fabricante y modelo del automóvil, el ventilador puede ser electrónico, mecánico o electromecánico. La temperatura del refrigerante es regulada por un termostato, el cual activa o desactiva el sistema de enfriamiento del refrigerante según las necesidades. Cuando el motor está por debajo de la temperatura adecuada, el termostato mantiene el sistema inactivo, mientras que cuando la temperatura excede los límites recomendados, activa el sistema para enfriar el motor. En resumen, el sistema de enfriamiento por líquido refrigerante es altamente confiable y eficiente, y su correcto funcionamiento garantiza la temperatura adecuada del motor para un rendimiento óptimo. (GRUPO HERRES, 2019)

Figura 13*Esquema del Sistema de Refrigeración*

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

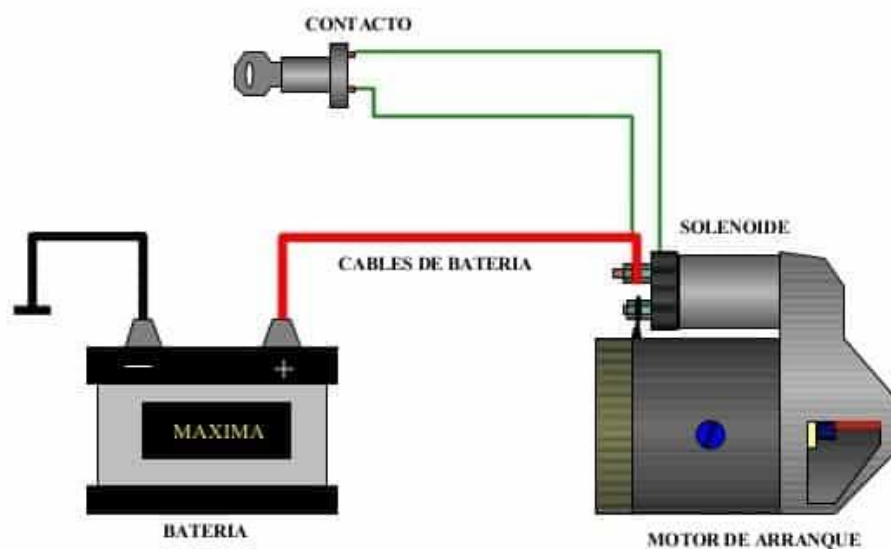
Sistema de Arranque

El sistema de arranque (figura 14) 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.

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)

Figura 14

Sistema de Arranque



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

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de lubricación:

- **Batería:** La batería es la fuente de energía eléctrica del sistema de arranque. Proporciona la corriente necesaria para activar el motor de arranque y girar el motor del vehículo.
- **Motor de arranque:** Es un motor eléctrico especializado diseñado para generar la fuerza necesaria para hacer girar el volante de inercia del motor del vehículo. Al

girar el volante de inercia, se pone en movimiento el motor del vehículo, permitiendo que comience a funcionar de manera autónoma.

- Solenoide de arranque: Es un dispositivo electromagnético que actúa como un interruptor para conectar o desconectar la corriente eléctrica del motor de arranque. Cuando se gira la llave de encendido, el solenoide se activa y permite que la corriente fluya hacia el motor de arranque, lo que lo pone en marcha.
- Interruptor de encendido: Es el botón o la llave que se gira para activar el sistema de arranque. Al girar la llave o presionar el botón, se envía una señal eléctrica al solenoide, lo que inicia el proceso de arranque.
- Cableado eléctrico: El cableado eléctrico conecta todos los componentes del sistema de arranque y permite que la corriente fluya adecuadamente desde la batería hasta el motor de arranque.
- Volante de inercia: Es un disco pesado ubicado en el extremo del cigüeñal del motor. Cuando el motor de arranque gira el volante de inercia, se inicia la rotación del motor del vehículo.

Sistema de encendido convencional

El Volkswagen Fox 1.6 utiliza un sistema de encendido convencional a través de una bobina de encendido, bujías y un distribuidor. Este tipo de encendido se conoce como encendido por distribuidor.

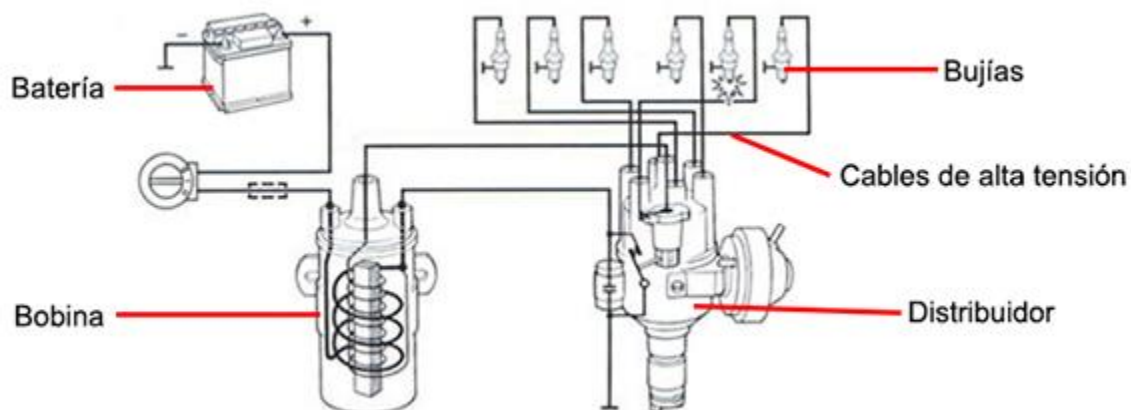
El proceso de encendido comienza cuando la bobina de encendido recibe una corriente eléctrica de la batería del vehículo. La bobina acumula esta energía y luego la libera en forma de una alta tensión a través de los cables de bujía hacia las bujías individuales.

Cada bujía está instalada en el motor y tiene la tarea de generar una chispa eléctrica en la cámara de combustión. Esta chispa inflama la mezcla de aire y combustible, lo que a su vez impulsa el funcionamiento del motor.

En los modelos más recientes de vehículos, se ha vuelto más común el uso de sistemas de encendido sin distribuidor, como el encendido electrónico directo (o encendido por bobina), en los cuales no hay un distribuidor y cada bujía es controlada de forma individual por una unidad de control electrónica. Sin embargo, el Volkswagen Fox 1.6 utiliza el sistema de encendido convencional con distribuidor.

Figura 15

Sistema de encendido convencional



Capítulo III

Reparación integral del motor VW 1.6

Datos Técnicos VW Fox 1.6

En las tablas detalladas a continuación podemos observar las características principales del vehículo VW Fox necesarias para conocer los parámetros de ajuste y calibración del motor.

Tabla 1

Características del vehículo VW Fox 1.6

Marca	Volkswagen
Modelo	Fox
Generación	2 generación/Fox
Año de inicio de producción	2003
Año de final de producción	2007
Tipo	Hatchback 5-puertas
Clase del vehículo	Automóvil
País de la marca	Alemania
País de procedencia	Brasil

Tabla 2

Características del Motor VW Fox 1.6

Características	
Par máximo (N*m) / (kg)	156 / 14.2
Tipo de inyección	Inyección multipunto
Distribución	SOHC (correa dentada)
Disposición de los cilindros	En línea

Características	
Número de cilindros	4
Relación de compresión	9.5: 1
Combustible	Gasolina
Válvulas por cilindro	2
Diámetro del cilindro	76 mm
Recorrido del pistón	86 mm
Ubicación del motor	Transversal delantero
Orden de encendido	1-3-2-4
Revoluciones par máximo	a 2 500 RPM
Potencia máxima	5000rpm
Cilindrada	1599 cm ³
Potencia del motor	98 - 101 CV
Revoluciones potencia máxima	a 5 250 RPM

Tabla 3

Prestaciones y consumo del VW Fox

Consumo urbano por 100 km	10 lts
Autonomía de marcha	Km
Capacidad depósito	50 lts
Aceleración de 0 a 100 km/h	12,7 segundos
Consumo extraurbano por 100 km	
Emisiones de CO₂	
Octanaje combustible, tipo de gasolina	95 / nafta

Tabla 4*Transmisión y Dirección VW Fox*

Tipo de dirección	Asistida piñón y cremallera
Tracción	Delantera
Embrague	Hidráulico
Número de marchas	5 vel
Diámetro de giro	11 m
Caja de cambios	Manual

Diagnóstico del Motor

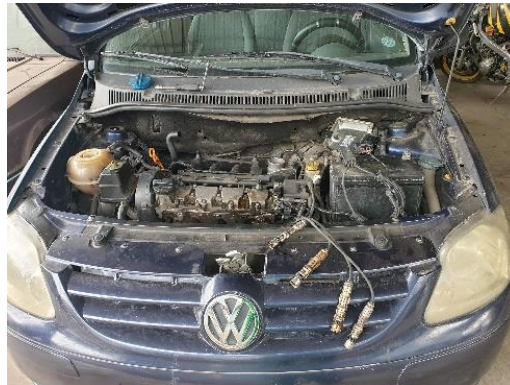
Antes de implementar un motor, es importante realizar un diagnóstico adecuado para identificar si existen problemas que puedan acarrear falla de funcionamiento para ello se utilizaron los métodos de diagnóstico detallados a continuación:

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. Se puede determinar que 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, también se encuentran desconectados algunos cables de sensores y actuadores y existen fugas de líquido refrigerante como se muestra en las figuras 16,17.

Figura 16

Inspección visual estado del motor

**Figura 17**

Inspección visual cableado

***Pruebas mecánicas del motor:***

Se realiza pruebas mecánicas del motor como son pruebas de compresión para determinar la presión de compresión existente en cada uno de los pistones en relación a la que debe tener en condiciones estándar. También se realiza una prueba de vacío para determinar si existen fugas de presión a la interna del motor.

- Prueba de compresión del motor (figura 18): La prueba de compresión del motor es una técnica utilizada para evaluar la salud y el rendimiento del motor mediante la medición individual de la presión en cada uno de los cilindros. Al

tener una relación de compresión de 9.5:1 se espera al menos una compresión de 120psi para considerar que el motor se encuentra en buen estado.

Figura 18

Prueba de compresión



Después de realizar la prueba de compresión se obtuvieron los valores que se reflejan en la tabla 5.

Tabla 5

Valores de compresión del motor

Número de cilindro	Compresión (psi)
Primer	85
Segundo	110
Tercero	110
Cuarto	90

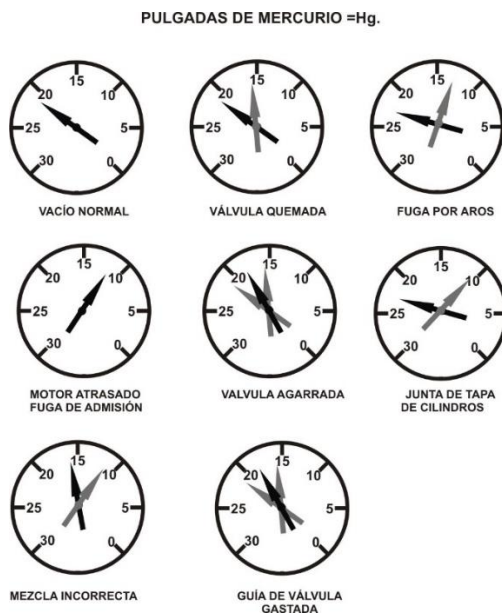
Al observar la tabla se puede determinar que existe una baja presión de compresión en todos los cilindros lo que coincide con la falta de potencia perceptible al momento de conducir el vehículo.

Ahora bien, mediante esta prueba se puede determinar que existen fugas de compresión en los cilindros, pero también es importante determinar o identificar en que lugar se está dando la fuga para poder tener un diagnóstico más exacto y así poder proyectar los gastos que se den en el motor, para ello se debe realizar una prueba de vacío.

- Prueba de vacío del motor: 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.

Figura 19

Diagnóstico prueba de vacío



Nota. Valores de diagnóstico de vacío en inHg.

El valor del manómetro fluctuó entre las 15 y 13 inHg lo que indica un problema de fuga por válvulas y sellos.

El diagnóstico usando herramientas mecánicas y mediante la inspección visual muestra que es necesario desmontar y desarmar el motor, para confirmar los problemas presentes ya que los valores obtenidos muestran fallas internas que limitan la operación adecuada del vehículo.

Desmontaje del Motor

El desmontaje del motor de un vehículo para una reparación integral es un proceso laborioso pero esencial para mantener la salud del automóvil. Al abordar el proceso con meticulosidad, se puede identificar y corregir cualquier problema que haya afectado el rendimiento del motor. Este procedimiento permite detectar daños ocultos, desgaste prematuro o partes desgastadas que podrían haber pasado desapercibidas en un diagnóstico superficial. La reparación integral no solo restablece la potencia y eficiencia del motor, sino que también prolonga su vida útil, brindando confianza al conductor para enfrentar nuevos desafíos en la carretera. Un motor bien mantenido no solo garantiza un mejor desempeño del vehículo, sino que también contribuye a la seguridad vial al minimizar el riesgo de averías inesperadas. En definitiva, el desmontaje y reparación integral del motor son pasos fundamentales para mantener la fiabilidad y durabilidad del vehículo a lo largo del tiempo.

En primer lugar, se realiza la desconexión de los componentes eléctricos y electrónicos figuras 20 y 21 iniciando con la batería, arnés de cables de sensores y actuadores, cables de bujías y componentes del sistema de carga del vehículo.

Figura 20

Desconexión arnés de cables electrónicos.

**Figura 21**

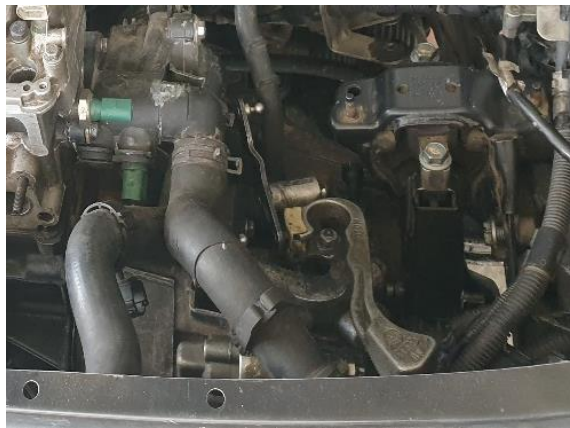
Desconexión cableado eléctrico



En segundo lugar, se realiza el drenaje de fluidos hidráulicos drenaje de aceite de motor, dirección y de refrigerante figura 22 drenando las mangueras de conexión entre el radiador y motor para evitar derrames que puedan provocar accidentes.

Figura 22

Desconexión mangueras de refrigerante



Luego, se procede a retirar todos los componentes externos, como el filtro de aire, el sistema de admisión y escape figura 23.

Figura 23

Desmontaje sistema de admisión y escape



Una vez se encuentra despejado para ser retirado, se procede a sujetar el motor a un gato hidráulico figura 24 este paso debe ser muy meticuloso ya que cualquier falla en las sujeciones puede provocar la fisura o ruptura de los componentes del motor.

Figura 24

Sujeción y extracción del motor



Una vez retirado el motor del vehículo se procede al desarmado de la culata retirando en primera instancia la tapa de válvulas figura 25 donde se pudo observar que también existen fugas de aceite.

Figura 25

Desmontaje de la tapa de válvulas



Se procede con el desmontaje de las correas de distribución es importante observar los puntos de referencia entre la polea del árbol de levas figura 26 y del cigüeñal figura 27 para no perder la distribución del motor lo que si no se toma en consideración podría acarrear problemas graves al momento del ensamble del mismo.

Figura 26

Polea árbol de levas.

**Figura 27**

Polea del árbol de levas y tensor de la banda



Nota: El tensor de la banda de distribución debe ser reemplazado en cada proceso de reparación

Ya retirada la distribución se continúa con el desarmado de componentes auxiliares del motor figura 28, que forman parte del sistema de alimentación del motor, generación de carga, y refrigeración como por ejemplo el termostato un componente que se encontró muy

deteriorado y con corrosión figura 29 y que al momento de ser ensamblado el motor debe ser reemplazado por uno nuevo.

Figura 28

Desmontaje de los componentes auxiliares del motor

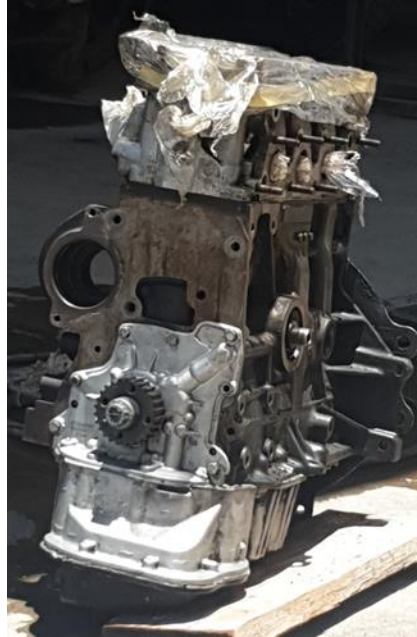


Figura 29

Termostato con presencia de corrosión



Ahora bien, ya con los componentes auxiliares retirados se procede a desarmar el cabezote y de esta forma llegar a los problemas que provocan baja compresión según se pudo determinar gracias a las herramientas de diagnóstico mecánico.

Para retirar el cabezote es importante considerar el proceso adecuado para evitar que sufra fisuras o problemas de ruptura de las cabezas de los pernos. Este proceso se realizará siempre desde adentro hacia afuera figura 30.

Figura 30

Desmontaje del cabezote o culata



Después de desarmar el cabezote se puede observar que la junta se encontraba solada o rota entre la línea de aceite y refrigerante en el área del pistón número 1 lo que concuerda con la pérdida de compresión y fuga de presión hacia el sistema de refrigeración y lubricación figura 31.

Figura 31

Junta o empaque de cabezote



Durante el proceso de limpieza y descarbonización del cabezote, se pudo observar una notable torcedura en las válvulas correspondientes al primer y cuarto pistón, tal como se muestra en la figura 32. Esta observación coincide con el diagnóstico previo realizado mediante la prueba de vacío, la cual sugirió la posibilidad de una fuga de presión causada por dichas válvulas.

Figura 32

Válvulas torcidas primer y cuarto cilindro



Debido a la aparente torcedura de las válvulas, probablemente causada por una desincronización, se ha observado que los pistones presentan daños evidentes, con impactos y fisuras producto del golpeteo, tal como se muestra en la figura 33.

Figura 33

Pistones rayados por golpeteo de válvulas.



La figura 33 muestra claramente que no hay rayaduras en los cilindros, y las pruebas adicionales confirman que no existen problemas de conicidad ni ovalamiento. Por lo tanto, la reparación del conjunto bloque, pistones y cigüeñal se limitará al reemplazo de los componentes desgastados por otros en su medida estándar.

Reparación y ensamble de motor

La reparación del motor empieza con la limpieza de los conductos de lubricación y refrigeración del bloque de motor como se observa en la figura 34, esto para evitar obstrucciones en las dos líneas y de esta manera existan problemas a futuro.

Figura 34

Bloque de motor



Dado que no se detectaron problemas de conicidad ni ovalamiento en este componente, se procede al ensamblaje del cigüeñal con chaquetas, pistones y anillos nuevos, todos ellos en su medida estándar. No se observó un desgaste irregular en ningún componente fijo ni móvil que requiriera rectificación, lo que nos permite asegurar una reparación adecuada como se observa en la figura 35.

Figura 35

Bloque ensamblado



Se realiza la limpieza del cárter figura 36 componente importante encargado de alojar el aceite y distribuirlo a través de su cernidero hacia todos los componentes que necesitan lubricación este proceso es muy importante y se debe verificar que no existan partículas de suciedad o limallas que puedan tapan los conductos de lubricación del bloque y culata de motor.

Figura 36

Cárter de motor.



La culata de motor fue el componente que presentaba daños de fuga de compresión esto debido a que el vehículo sufrió aparentemente un ligero recalentamiento por lo que fue necesario una leve rectificación de su superficie inferior para garantizar la planicidad del mismo, el cambio de los asientos y el reemplazo del juego completo de válvulas como se observa en la figura 37 componentes que debido a las torceduras y golpes no realizaban el sello necesario para evitar las fugas de presión de compresión.

Figura 37*Armado del cabezote*

El ensamble de los $\frac{3}{4}$ de motor se completa al unir el conjunto de culata motor conformado por válvulas, sellos, propulsores, árbol de levas y polea con el bloque de motor el cual ya se encuentra ensamblado con pistones, bielas, cigüeñal, volante de inercia y todos sus componentes internos. Entre estos dos conjuntos se coloca la junta de unión figura 38 componente que debe soportar cambios térmicos y tiene la capacidad de contraerse y dilatarse al igual que la culata y el bloque de motor, este componente no se debe adherir con ninguna clase de pegamento ya que perdería sus cualidades antes mencionadas. Es importante verificar que ningún conducto de lubricación o refrigeración sea obstruido por esta junta por lo que es siempre recomendable que este componente sea de fabricación original.

Figura 38

Empaque de cabezote



Es considerado uno de los pasos más cruciales el ensamblaje del cabezote o culata en el bloque motor la limpieza es un factor que no puede dejar de ser considerado. La junta se coloca con mucho cuidado observando las guías presentes en el bloque de motor. Es recomendable colocar un poco de grasa azul en el empaque para evitar que resbale en el momento de su instalación. Los pernos que deben colocarse entre el cabezote y bloque deben ser nuevos y se tiene que evitar que los mismos provoquen algún tipo de abolladura a la junta. Para el ajuste de los pernos se debe tomar en cuenta fuentes de información garantizada las cuales nos indiquen tanto el orden de ajuste de los pernos y el torque que debe aplicarse en los mismos como se observa en la figura 39.

Figura 39

Orden de ajuste y apriete del cabezote del motor

Orden de apriete de la culata de cilindros (cabeza-cámara)	
Nueva	132,55 mm (5.220")
ALM. CULATA	Minima
Def. Max.	0,1 mm (0.004")
Maq. Max.	
TORQUES	
1 apriete	* 15 Nm
2 apriete	30 Nm
3 apriete	+90° giro
4 apriete	+90° giro
Tapa válvulas	6 Nm +90° giro

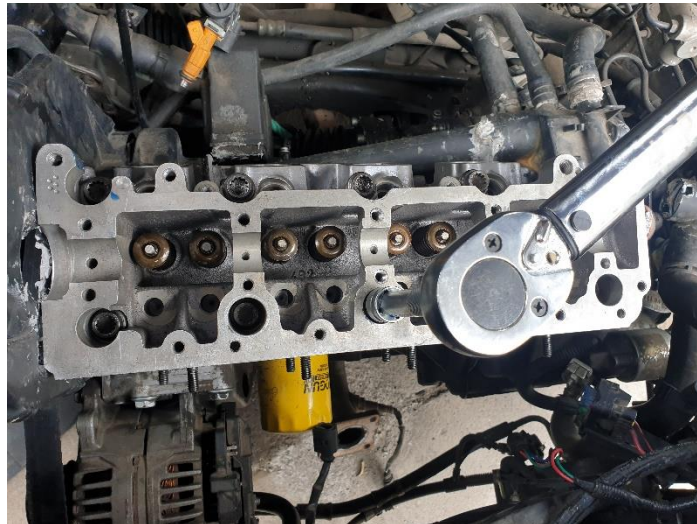
Nota. Especificaciones de ajuste según el fabricante. Tomado de (AUTODATA, 2014)

El ajuste se realiza de adentro hacia afuera como se observa la figura 39 y se realiza el ajuste en 4 tiempos de apriete ajustando 15Nm en el primero 30Nm en segundo tiempo y se ajusta 90° en el tercer y cuarto tiempo. Se debe considerar que cada tiempo de ajuste se debe realizar en el orden correspondiente, no se deben ejecutar todos los tiempos a la vez.

Al culminar como podemos observar en la figura 40 se debe evitar que exista suciedad y se procede a lubricar ligeramente los componentes de la culata antes de colocar la el árbol de levas y componentes de distribución.

Figura 40

Ensamble culata de motor.



A continuación, se coloca el árbol de levas lubricado y se ajusta según el manual técnico del vehículo, se conectan la bomba de refrigerante y tensor de la banda de distribución nuevos figura 41.

Figura 41

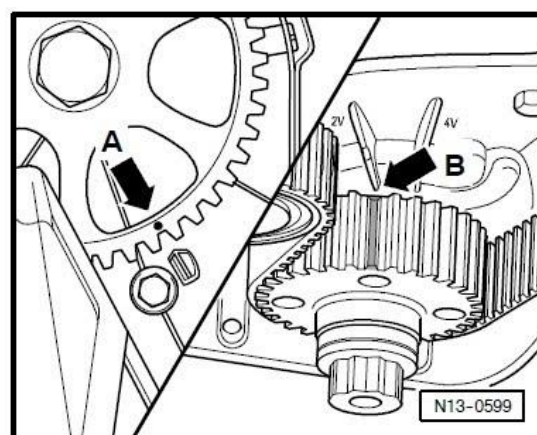
Bomba de refrigerante



La sincronización de la distribución es un paso de suma importancia, ya que un desfase en las poleas puede ocasionar graves averías en el motor. Para asegurar un armado correcto, es esencial seguir las indicaciones proporcionadas por el fabricante. En este sentido, se revisará minuciosamente el manual del fabricante para identificar todas las marcas o guías de sincronización presentes en la polea del cigüeñal, la polea del árbol de levas figura 42, así como las marcas en el bloque del motor y la tapa de la distribución.

Figura 42

Marcas de sincronización



Nota. Sincronización de distribución según el fabricante. Tomado de (AUTODATA, 2014)

Una vez localizadas estas señales de sincronización figura 43 y figura 44, se procederá a ajustar las poleas según las especificaciones del fabricante para garantizar una sincronización precisa y adecuada del motor. De este modo, se evitarán posibles problemas y se asegurará el correcto funcionamiento del vehículo tras la reparación figura 45.

Figura 43

Sincronización árbol de levas



Figura 44

Sincronización cigüeñal

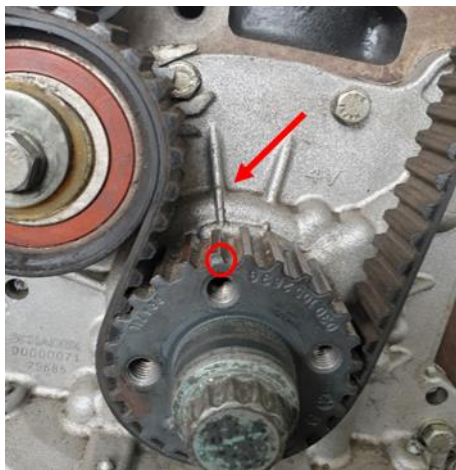
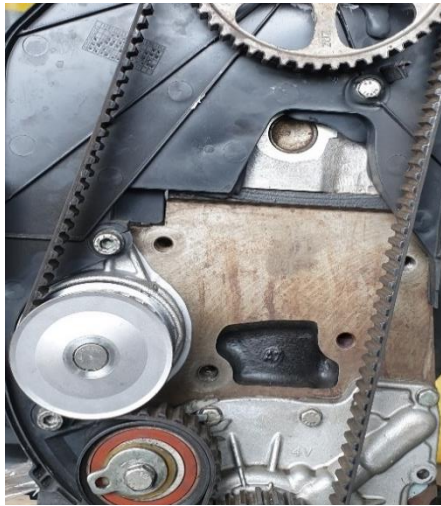


Figura 45

Distribución VW Fox



Por facilidad de acceso se coloca el filtro de aceite, múltiple de escape y tapas de motor antes de colocarlo dentro del cofre del vehículo el cual debe ser limpiado previamente como se observa en la figura 46.

Figura 46

Colocación del motor en el cofre del vehículo.



Ahora se procede a colocar aceite de motor de tipo sintético el cual es SAE20W50 según las especificaciones del fabricante y a colocar las mangueras de refrigeración y se realiza el ensamble del sistema de carga, componentes electrónicos y sistema de encendido.

Figura 47

Motor ensamblado



Capítulo IV

Pruebas de funcionamiento

Una vez ensamblado el motor en el vehículo se debe encender y comprobar por lo menos durante 1 hora y verificar que durante los ciclos de refrigeración no exista fugas de refrigerante y lubricante. La primera prueba es exitosa ya que no se presentan ruidos extraños ni fugas por los empaques o juntas que se reemplazaron.

Pruebas de Compresión del Motor.

Las pruebas de compresión se realizan para comprobar el estado actual del motor después de la reparación realizada en el mismo en la tabla 6 se observan los datos obtenidos.

Tabla 6

Prueba de compresión después de la reparación.

Número de cilindro	Compresión (psi)
Primer	145
Segundo	145
Tercero	145
Cuarto	145

Los datos que se obtuvieron en la prueba de compresión después de la reparación muestran una mejora sustancial en relación a los ensayos previos que se mostraron en la tabla número 5. La compresión se encuentra en 145psi en todos los cilindros datos adecuados para la relación de compresión que debe tener el motor de un VW Fox de 1.6lt según la información del fabricante.

Pruebas de Vacío del Motor.

Los datos de compresión previamente realizados muestran que la compresión se encuentra dentro de los rangos establecidos por el fabricante, lo cual es alentador. No obstante, para garantizar un diagnóstico exhaustivo, se procederá a realizar una prueba de vacío para descartar posibles fugas de aire en el interior del motor.

Los resultados de las pruebas de vacío indican que el motor alcanza un valor de 22 inHg en ralentí. Según la figura número 19, este valor está dentro de los parámetros esperados para un funcionamiento normal del motor. Esto nos brinda una mayor confianza en el estado general del motor y en su capacidad para operar adecuadamente.

Escaneado de Motor.

Por último, se procede al escaneo de la unidad de control electrónico para verificar que los valores de consumo de combustible y emisiones de gases de escape se encuentren dentro de los rangos óptimos. Al constatar que no se generan códigos de falla y que todos los parámetros de funcionamiento se encuentran dentro de los límites normales, podemos determinar con seguridad que el motor se encuentra en óptimas condiciones y está listo para llevar a cabo experimentación y diagnóstico en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga.

Capítulo V

Marco administrativo

Recursos Humanos

A continuación, se presenta la tabla 7 que detalla al equipo de personas cuyos valiosos conocimientos y esfuerzos fueron fundamentales para el desarrollo y culminación del tema de titulación:

Tabla 7

Recursos Humanos

Nombre	Aporte
Balarezo Andrade Cesar Aníbal	Elaboración del proyecto
Naula Damián	Elaboración del proyecto
Ing. Fausto Jácome	Tutor designado

Recursos Materiales

En la tabla 8 se detallan todos los recursos materiales utilizados en la realización de este proyecto:

Tabla 8

Recursos Materiales

	Recurso Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Aceite de motor	1	\$ 30.00	\$ 30.00
2	Empaques	2	\$ 15.00	\$30.00
3	Válvulas admisión	4	\$4.02	\$ 16.07
4	Válvulas de escape	4	\$ 4.02	\$ 16.07

5	Sellos de válvulas	8	\$ 1.78	\$ 14.28
6	Guías de válvulas	8	\$ 3.34	\$ 26.78
7	Rectificadora	1	\$ 60.00	\$ 60.00
8	Aceite hidráulico	1	\$ 6.00	\$ 6.00
9	Refrigerante	1	\$ 10.00	\$10.00
10	Consumibles	200	\$ 0.15	\$ 30.00
11	Compra del vehículo	1	\$600.00	\$600.00
12	Filtro de aceite	1	\$ 6.00	\$ 6.00
			Total:	\$845.20

Recursos Tecnológicos

En la tabla 9 se detallan los recursos logísticos y tecnológicos utilizados durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 9

Recursos Tecnológicos

Orden	Material didáctico.	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Internet en horas	15	0.6	9
2	Impresiones (hojas)	180	0.05	9
3	Transporte viajes	5	7	35
4	Empastado	2	1.5	3
5	Copias	80	0.03	2,4
			Total	58,4

Recursos Totales.

Finalmente, en la tabla 10 se coloca la sumatoria de todos los recursos usados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 10*Recursos totales*

Detalle	Valor
Recursos materiales	845.20
Recursos tecnológicos	58.4
Total	903.60

Cronograma

CRONOGRAMA		2023												LUGAR			
		Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Almacenes y proveedores
ORD	ACTIVIDAD																
1	Diagnóstico del motor																Latacunga
2	Elaboración de un plan de mantenimiento																Latacunga
3	Rectificación de componentes																Latacunga
4	Reparación del motor																Latacunga
5	Pruebas del vehículo y correcciones																Latacunga
6	Defensa del proyecto																Espe Campus Belisario Quevedo

Conclusiones

- La investigación realizada ha demostrado que la reparación de un motor se trata de un proceso meticuloso que requiere conocimientos técnicos, habilidades prácticas y una atención meticulosa a los detalles. Solo a través de un enfoque riguroso y un equipo capacitado es posible lograr una reparación exitosa que asegure el buen funcionamiento del motor y su rendimiento óptimo a lo largo del tiempo.
- El proceso de reparación integral de un motor de tipo MSI de 1.6L es una tarea crítica que implica una dedicación meticulosa y una comprensión profunda de su funcionamiento. A través del análisis minucioso de todas sus partes y componentes, se pueden detectar y abordar posibles averías, lo que garantiza la restauración de su rendimiento óptimo. La aplicación de técnicas y procedimientos adecuados, junto con una atención cuidadosa a cada detalle, es esencial para alcanzar una reparación exitosa y duradera.
- La implementación exitosa del motor tipo MSI de 1.6L en la carrocería del Volkswagen FOX es un logro significativo que requiere una planificación detallada y una ejecución precisa. Durante este proceso, se han llevado a cabo todas las conexiones necesarias para asegurar una integración adecuada entre el motor y la carrocería. La compatibilidad entre ambos componentes ha sido verificada cuidadosamente para garantizar un ajuste perfecto.
- Las pruebas con herramientas de diagnóstico determinaron que el motor se encuentra en buen estado y listo para su uso dentro del campo de docencia e investigación según sea requerido.

Recomendaciones

- Antes de realizar cualquier reparación o implementación de un motor, es fundamental llevar a cabo un diagnóstico completo y preciso. Esto incluye pruebas de compresión, análisis de sistemas electrónicos y una revisión minuciosa de todas las partes y componentes para identificar posibles averías y asegurar que se aborden adecuadamente.
- Al llevar a cabo la reparación o implementación del motor, es crucial utilizar piezas de calidad y genuinas. Las piezas de baja calidad pueden afectar negativamente el rendimiento y la durabilidad del motor, por lo que es importante invertir en componentes que cumplan con las especificaciones del fabricante.
- La reparación e implementación de un motor son tareas complejas que requieren habilidades técnicas y conocimientos especializados
- Durante la reparación o implementación del motor, es esencial seguir las especificaciones y recomendaciones del fabricante. Esto incluye el torque adecuado de los tornillos, la sincronización precisa de las partes móviles y el cumplimiento de los intervalos de mantenimiento recomendados.

Bibliografía

- Antonio, A. R., & Muñoz Domínguez, M. (2015). *Motores de Combustión Interna*. Madrid: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA.
- AUTODATA. (2014). *AutoData*.
- Donaire, D. L. (03 de Junio de 2021). *ActualidadMotor*. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/el-bloque-motor-y-la-culata/>
- Engar Grup. (21 de Abril de 2021). *ENGAR*. Obtenido de <https://engar.es/esquema-del-sistema-de-refrigeracion/>
- Fidalgo, R. (10 de Enero de 2022). *autocasion.com*. Obtenido de <https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>
- Flamas blog. (1 de Enero de 2023). *El Flamas*. Obtenido de <https://flamasblog.com/aire-forzado/>
- Gonzales, F. L. (5 de Junio de 2023). *Descartes 2D*. Obtenido de http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/Nociones_geometria_analitica/Geome_7.htm
- GRUPO HERRES. (1 de 1 de 2019). *GRUPO HERRES*. Obtenido de <http://www.grupoherres.com.mx/sistema-de-enfriamiento/>
- José, A. S. (2016). Métricas de Uso. *La Referencia*, 260-266.
- Manuel, R. V. (2018). Diagnostico do sistema de arranque do veículo. *Publicaciones Didácticas*, 504-510.
- Mayorga Pardo, A., & Córdova Morales, E. (2013). *Estudio de un motor de combustión interna para determinar sus parámetros de funcionamiento y su factibilidad de aplicación en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Motores Auto. (20 de Febrero de 2023). *MotoresAuto*. Obtenido de <https://www.motoresauto.com/sistema-de-lubricacion-del-motor/>
- Nelson. (1 de Febrero de 2015). *Las Palmas Tecnológica*. Obtenido de <http://laspalmastecnologica.blogspot.com/2015/02/tema-1-introduccion.html>
- Permatex. (25 de Abril de 2018). *Permatex*. Obtenido de <https://permatex.com.es/junta-de-culata-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Plaza, D. (7 de Julio de 2023). *motor.es*. Obtenido de <https://www.motor.es/que-es/distribucion>
- 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/>
- Ríos, J. E., Mora Guzmán, J., & Agudelo, R. (2002). *Historia de los motores de combustión interna*. Antioquia: Univesidad de Antioquia.

- Román, M. R. (2014). *REPARACIÓN DE MOTOR VOLKSWAGEN-AUDI MK3 DE 1.8L*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- WEBSCOLAR. (15 de Julio de 2023). *Webscolar*. Obtenido de <https://www.webscolar.com/el-motor-de-combustion/image020-5>
- Zuleta Durango, A. (2020). DESAFÍOS TECNOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO. En S. 2020, *LA INGENIERÍA Y SUS APLICACIONES* (págs. 245-253). COLOMBIA: Serie de libros en Ingeniería.

Anexos