



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Afinamiento mecánico y electrónico del motor Toyota 2TR, después de la rectificación

Intriago Jaramillo, James Andrés

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. Ramos Jinez, Alex Javier

22 de febrero de 2024

Latacunga



Plagiarism and AI Content Detection Report

Monografía Intriago James.docx

Scan details

Scan time:
March 4th, 2024 at 17:54 UTC

Total Pages:
30

Total Words:
7326

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.1%	80
Minor Changes	1.5%	110
Paraphrased	1.8%	134
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage	Words
AI text	4.8% 353
Human text	95.2% 6973

[Learn more](#)

Plagiarism Results: (15)

(PDF) Actuadores | Raymel G. - Academia.edu 1%
<https://www.academia.edu/31627418/actuadores>

Raymel G.

Academia.edu no longer supports Internet Explorer. To browse Academia.edu and the wider internet faster and more securely, p...

Motor 2TR-FE - AvtoTachki 1%
https://es.avtotachki.com/dvigatel_2tr_fe/

Aceleración a 100 km / h. Fórmula 1 AvtoTachkitodo sobre autos noticias Dispositivo de cochemotorSistema de e...

Videotutorial Concepto de grupo actuador - Fundamentos de programaci... 0.8%
<https://es.linkedin.com/learning/fundamentos-de-programacion-en-plc/concepto-de-grupo-actuador>

Raul O. Yavarone

[Pasar al contenido principal](#) ...

Ing. Ramos Jinez, Alex Javier

C.C.: 1804326625



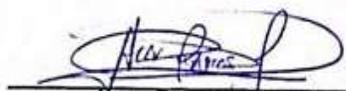
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular, "Afinamiento mecánico y electrónico del motor Toyota 2TR, después de la rectificación" fue realizado por el señor **Intriago Jaramillo, James Andrés** el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud por lo cual me permito acreditar razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 22 de febrero de 2024


Ing. Ramos Jínez, Alex Javier

C.C.: 1804326625



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Intriago Jaramillo, James Andrés**, con cédula de ciudadanía N° 172701487-8; declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular "**Afinamiento mecánico y electrónico del motor Toyota 2TR, después de la rectificación**" 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, 22 de febrero de 2024

Intriago Jaramillo, James Andrés

C.C.: 172701487-8



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de publicación

Yo, **Intriago Jaramillo, James Andrés**, con número de cedula de ciudadanía N° **172701487-8** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de integración curricular: **"Afinamiento mecánico y electrónico del motor Toyota 2TR, después de la rectificación"**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 22 de agosto de 2023

Intriago Jaramillo, James Andrés

C.C.: 172701487-8

Dedicatoria

El siguiente trabajo dedico a toda mi familia, a mi querido padre Intriago López, Néstor Salomón mi ejemplo a seguir, quien me ha enseñado a no darme por vencido con la familia quien ha estado en sus peores momentos viendo y velando por mí y su familia también a mi querida madre Jaramillo Chiliquinga Elsa Verónica quien ha derramado cada gota de sudor, cada lagrima, cada segundo al velar por sus hijos, la persona por quien estoy aquí, mi familia son ejemplo a seguir ya que iluminan mi camino con sus buenos ejemplos de persona, los que me apoyaron incondicionalmente en mi vida universitaria reconociendo sus roll de padres buenos y ejemplares y los que me educaron para ser un hombre que sirva a la sociedad.

Especialmente dedico este trabajo a mi hermano Maykol, quien quiero guiar con el ejemplo de la lucha constante sin rendirse para poder prosperar y triunfar en esta vida.

A mis amigos, Luis de Jesús, Jefferson, Carlos Jesús, Xavier y Joel quienes más que amigos han sido compañeros de batalla en las buenas y las malas, quienes estuvieron conmigo a pesar de todo y me supieron apoyar en los momentos necesarios.

Intriago Jaramillo, James Andrés

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por el conocimiento y valor que me ha brindado hasta ahora para mantenerme estable y lograr todas mis metas que me he planteado para mi vida y la de mi familia.

A mis padres, les doy gracias por criarme con los valores correctos, por ser mi motivación diaria, mi ejemplo a seguir y por el apoyo incondicional tanto económico, psicológico y moral que me han brindado toda una vida.

Agradezco mucho a la vida por darme a los mejores amigos Jefferson, Luis, Carlos Jesús, Xavier, María Espinoza, Erika Montero, Briana Micolta quienes me apoyaron incondicionalmente a pesar de todo, han sido mejores amigos y mi gran apoyo en la Universidad. A Jefferson y Luis de Jesús con quienes hasta el final nos dimos apoyo mutuo y con quienes he compartido parte de esta vida universitaria, donde uno caía y el otro lo levantaba a ellos muchas gracias por la confianza.

Mi total agradecimiento con la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga por haberme permitido formar parte de su prestigiosa institución, mi profundo agradecimiento con todos los ingenieros que formaron parte de mi preparación académica.

De manera especial agradezco a mi tutor de tesis el Ingeniero Alex Ramos por ser un gran mentor, amigo y por todos sus consejos para que este proyecto de tesis cumpla su finalidad, también al Ingeniero Fausto Jácome, quien más que un gran mentor ha sido un buen amigo ayudándome firmemente y con honestidad en el transcurrir de esta carrera universitaria.

Intriago Jaramillo, James Andrés

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Indice de contenidos	8
Indice de figuras	11
Resumen	12
Abstract.....	13
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	14
Antecedentes.....	14
Planteamiento del problema.....	15
Justificación	15

Objetivos.....	16
<i>Objetivo general</i>	16
<i>Objetivos específicos</i>	17
Alcance.....	17
Capítulo II: Marco teórico.....	18
Motor toyota 2tr.....	18
<i>Sistema electrónico del motor toyota 2tr</i>	19
sensores	19
actuadores.....	22
Afinamiento mecánico del motor de combustión interna	24
<i>Importancia del afinamiento mecánico del motor de combustión interna..</i>	24
Afinamiento electrónico del motor de combustión interna.....	24
<i>Importancia del afinamiento electrónico del motor de combustión interna</i>	25
Reparación de un motor de combustión interna	26
<i>Pasos previos la reparación del motor de combustión interna</i>	27
<i>Elementos a evaluar y cambiar en la reparación de un motor a gasolina...</i>	28
<i>Análisis de la reparación del motor de combustión interna</i>	29
<i>Verificaciones posteriores a una reparación</i>	29
Capítulo III: desarrollo del tema	32
Afinamiento electrónico del motor toyota 2tr	32
<i>Escaneo del sistema de control electrónico (ecu):</i>	32
<i>Verificación de los sensores:</i>	33
<i>Ajuste de la mezcla de aire y combustible:</i>	34
<i>Ajuste del tiempo de encendido:</i>	35

<i>Inspección y limpieza de componentes:</i>	36
<i>Prueba de funcionamiento:</i>	37
<i>Reprogramación de la ecu (si es necesario):</i>	38
Afinamiento mecánico del motor toyota 2tr	39
<i>Inspección visual</i>	39
<i>Sistema de admisión de aire</i>	40
<i>Sistema de combustible</i>	40
<i>Sistema de encendido</i>	41
<i>Sistema de escape</i>	42
<i>Ajuste de la sincronización del motor</i>	43
<i>Ajuste de la mezcla de aire y combustible</i>	43
<i>Control de emisiones</i>	44
<i>Prueba de funcionamiento</i>	45
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	46
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Bibliografía	48
Anexos	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Motor Toyota 2TR-FE</i>	19
Figura 2 <i>Sensores de motor Toyota 2TR</i>	20
Figura 3 <i>Sistema electrónico del motor Toyota 2TR</i>	26
Figura 4 <i>Elementos móviles del motor para rectificar</i>	30
Figura 5 <i>Camioneta Toyota Hilux 2.7</i>	31
Figura 6 <i>Escaneo de la camioneta Toyota Hilux 2.7</i>	33
Figura 7 <i>Verificación de sensores</i>	34
Figura 8 <i>Ajuste de mezcla</i>	35
Figura 9 <i>Ajuste del tiempo de encendido</i>	36
Figura 10 <i>Inspección y limpieza de componentes</i>	37
Figura 11 <i>Prueba de ruta</i>	38
Figura 12 <i>Inspección visual</i>	39
Figura 13 <i>Inspección del sistema de admisión de aire</i>	40
Figura 14 <i>Inspección del sistema de combustible</i>	41
Figura 15 <i>Inspección del sistema de encendido</i>	42
Figura 16 <i>Inspección del múltiple de escape</i>	43
Figura 17 <i>Control de emisiones</i>	44
Figura 18 <i>Prueba de ruta</i>	45

Resumen

El presente proyecto detalla el trabajo realizado para el afinamiento de componentes electrónicos y mecánicos del motor Toyota 2TR, que han sufrido desgaste y deformaciones, además, la efectividad de la reparación de un motor de combustión interna cuando éste ya ha cumplido su vida útil. El Afinamiento del motor es una medida técnica muy necesaria en el proceso de la reparación de motores de combustión interna, ya que permite restaurar la vida útil del motor sin ninguna falla ni anomalía, que debido al tiempo de funcionamiento y al desgaste deja de estar en condiciones óptimas y puede resultar contraproducente para el conductor y/o propietario. En Ecuador, este proceso es muy demandado por los propietarios de vehículos, ya que es un procedimiento relativamente económico y, si se realiza de manera efectiva, puede restaurar por completo la vida útil del motor. Mediante el afinamiento de componentes, luego de la rectificación, que han sufrido desgastes y deformaciones en el motor Toyota 2TR, se han restaurado sus parámetros de funcionamiento y rendimiento, viéndose reflejado en el desempeño general de la camioneta Toyota Hilux, además, de este modo se ha contribuido y beneficiado al cuidado ambiental y los gastos de mantenimiento por parte del propietario. Este trabajo sirve como fuente de información para estudiantes de la carrera en distintas asignaturas relacionadas al tema de reparación y afinamiento electrónico y mecánico de motores.

Palabras clave: Motor TOYOTA 2TR, reparación de motor, componentes electrónicos y mecánicos, deformaciones.

Abstract

This project details the work done for the tuning of electronic and mechanical components of the Toyota 2TR engine, which have suffered wear and deformation, as well as the effectiveness of the repair of an internal combustion engine when it has already fulfilled its useful life. Engine tuning is a very necessary technical measure in the process of repairing internal combustion engines, since it allows restoring the useful life of the engine without any failure or anomaly, which due to the time of operation and wear is no longer in optimal conditions and can be counterproductive for the driver and / or owner. In Ecuador, this process is in great demand by vehicle owners, since it is a relatively inexpensive procedure and, if performed effectively, can completely restore the useful life of the engine. By tuning components, after rectification, that have suffered wear and deformation in the Toyota 2TR engine, its operating parameters and performance have been restored, which is reflected in the overall performance of the Toyota Hilux pickup truck, and has also contributed to and benefited environmental care and maintenance costs for the owner. This work serves as a source of information for students of the career in different subjects related to the topic of electronic and mechanical repair and tuning of engines.

Keywords: TOYOTA 2TR engine, engine repair, electronic and mechanical components, deformations.

Capítulo I

Planteamiento del problema

Antecedentes

El afinamiento consiste en la acción necesaria después de la rectificación del motor, hasta igualar los parámetros de cada pieza mecánica y electrónica dándoles una limpieza y calibración, tanto en sensores y actuadores para corregir el mal funcionamiento; también para favorecer a la correcta lubricación de las piezas involucradas. Esto significa que se trabaja sobre los componentes externos e internos del motor a fin de devolverles sus condiciones iniciales de funcionamiento.

El motor, debido a la fricción constante junto con las altas temperaturas y presiones, en sus partes fijas y móviles está sujeto a desgaste y deformación, esto hace que el motor pierda su rendimiento original. Las zonas más sensibles son aquellas en las que confluyen parámetros como el rozamiento, la temperatura y la presión, es decir, elementos electrónicos y mecánicos como pistón y cilindro en el campo mecánico, sensor de oxígeno en elementos electrónicos.

El proceso de afinamiento de motores en la mayoría talleres especializados se realiza teniendo en cuenta los estándares de inspección de calidad, en muchos casos la calibración del motor y el proceso mecánico posterior a la puesta a punto del motor se realiza con los manuales del fabricante de acuerdo al vehículo. También sucede que, en la mayoría de estos talleres especializados, no tienen instrucciones básicas para desmontar, reparar y volver a montar el motor por sí mismo, haciendo su trabajo de forma desordenada y sin planificación.

Planteamiento del problema

El motor Toyota 2TR, es un motor de combustión interna a gasolina que está incorporado en la camioneta Toyota Hilux 2.7, cuya cilindrada es de 2700 centímetros cúbicos, dispone de 4 cilindros en línea. Además, el año de fabricación es 2011, teniendo ya un tiempo considerable de vida útil y un kilometraje que supera los 500000 Km de recorrido de dicho vehículo, para que presente fallas relacionadas a la reparación íntegra del mismo.

Los componentes del motor están sujetos a desgaste y deformación debido a la fricción y rozamiento entre las piezas mecánicas ya que están sometidas a altas temperaturas. Con el tiempo, este desgaste se vuelve más notorio en el rendimiento del motor.

Al terminal el proceso de rectificación, el afinamiento es clave y fundamental para terminar con el trabajo de reparación. Este método consiste en el análisis y calibración de las piezas electrónicas y mecánicas. Esto significa que se trabaja bajo los parámetros especificados por el manual de fabricante en las piezas del motor para restaurarlas a su estado original.

El afinamiento se realiza bajo los estándares del manual del fabricante en piezas como el cabezote o culata del motor, cigüeñal, válvulas de admisión y escape, elementos electrónicos etc. También se afinan las piezas metálicas que necesitan ajuste superficial, como bases del motor, la tapa válvulas, sensores, actuadores, etc.

Justificación

El desarrollo del presente proyecto tiene el propósito de alargar la vida útil del motor y así evitar elevados costos de mantenimiento. El afinamiento es un proceso fundamental subsiguiente de la reparación del motor, es muy seguro y representa menor costo tanto en mano de obra como en la adquisición de repuestos, los repuestos a cambiar son empaques,

pistones, retenedores, válvulas, etc. Esto dependiendo los componentes que hayan sufrido desgastes y/o deformaciones que no puedan ser reparadas.

Los motores están expuestos a condiciones desfavorables, como sobrecalentamiento, falta de lubricación o incluso contaminantes en el aceite. Estos factores pueden causar daños en las superficies de las piezas internas, como grietas en los cilindros, rayaduras en los pistones o deformaciones en los cojinetes. Rectificar el motor ayuda a restaurar la integridad estructural de las piezas. Por ello el afinamiento del motor tanto en campos electrónicos y mecánicos es la base clave para no tener fallos de garantías, del previo trabajo realizado.

El costo de la reparación del motor depende de varias circunstancias, como el modelo del vehículo, el estado de las piezas, el tipo de trabajo previo a realizar y más. En general, el costo de volver a restaurar un motor puede oscilar entre unos pocos cientos y varios miles de dólares, según la cantidad de trabajo que se realice. Por lo tanto, es recomendable informarse con un mecánico o taller experto para obtener una cotización correcta y así decidir si es necesaria una reparación.

Además, con el desarrollo de este proyecto se puede esclarecer los rangos de variación y corrección de emisiones de gases que se obtiene al reparar un motor. El análisis nos ayudará a determinar la factibilidad de la reparación y brindar información sobre recomendaciones para afinamiento después de la reparación de motores de acuerdo a síntomas del motor y mediciones de gases.

Objetivos

Objetivo General

- Afinar mecánica y electrónicamente el motor Toyota 2TR, después de la rectificación.

Objetivos Específicos

- Armar el motor de combustión interna a gasolina.
- Calibrar culata y cigüeñal del motor Toyota 2TR.
- Poner a punto del cigüeñal con los árboles de leva del motor Toyota 2TR.
- Montar el motor de combustión interna en la carrocería correspondiente.

Alcance

Un afinamiento correcto del motor asegura que el vehículo vuelva a funcionar correctamente y pueda ser utilizado de manera segura y eficiente. Esto evita la necesidad de comprar un vehículo nuevo, lo que puede ser mucho más costoso. Si se realizan reparaciones adecuadas en lugar de desechar vehículos con problemas de motor, se puede reducir el impacto ambiental asociado con la fabricación y desecho de vehículos nuevos. La reutilización y el mantenimiento de vehículos existentes contribuyen a una menor generación de residuos y consumo de recursos.

Con la reparación de los componentes del motor de combustión interna, los beneficiados son varios, en este caso en particular, el propietario del vehículo es el principal y directo beneficiado ya que, de este modo, la camioneta tendrá un mejor rendimiento en general, debido a la reducción en el consumo de combustible, mayor potencia y torque en el motor, respecto al estado actual. Además, las emisiones de gases contaminantes se reducen y de este modo contribuimos con el cuidado del medio ambiente; finalmente, los estudiantes y docentes de la carrera podrán utilizar la información de esta monografía como guía para ciertas asignaturas relacionadas a este proyecto de integración curricular.

Capítulo II

Marco teórico

Motor Toyota 2TR.

El motor Toyota 2TR-FE de 2,7 litros se ensambla en fábricas de Japón e Indonesia desde 2004 para su uso en camionetas grandes y SUV. El motor estaba originalmente equipado con un regulador de fase VVT-i en la entrada de aire y, en 2015, apareció un sistema VVT-i dual actualizado en ambos ejes. (Motor Toyota, 2022)

Al igual que su predecesor, el motor Toyota 2TR es extremadamente fiable y estable. El único punto débil es el sello de aceite del cigüeñal delantero (especialmente los modelos anteriores a 2008). Es necesario cambiar el aceite del interior. Realizando un mantenimiento regular, llenando solo con gasolina de alta calidad y llenando con el aceite recomendado por el fabricante, puede extender la vida útil del dispositivo al máximo. (Motor Toyota, 2022)

El motor Toyota 2TR-FE está equipado con cuatro válvulas por cilindro, lo que mejora la limpieza de la cámara de combustión y ayuda a aumentar la potencia, ya que el flujo de aire se mueve continuamente en una dirección desde la válvula de admisión hasta la válvula de escape. Las transmisiones por cadena de distribución también contribuyen a la legendaria confiabilidad de Toyota. 2TR-FE VVT-I está equipado con un sistema de inyección distribuidor. (Motor, 2023)

El motor 2TR-FE está diseñado para utilizar aceite sintético 5w30, que debe cambiarse cada 10 kilómetros. El consumo de combustible del 2TR-FE normalmente es de 300 ml por 1 km. El aceite se desperdicia a velocidades más altas del motor. El entrehierro térmico en el motor es de 000 mm. (Motor, 2023)

Figura 1

Motor Toyota 2TR-FE



Nota. El gráfico muestra un motor Toyota 2TR de combustión interna, que forma parte de un vehículo.

Sistema electrónico del motor Toyota 2TR***Sensores***

Los sensores de los vehículos utilizan información física o química, como la temperatura o la velocidad del motor. Filtran esta información y la convierten en datos que se envían a la unidad de control electrónico para que la unidad de control electrónico pueda entenderlos. Los datos también se miden en términos de frecuencia, intensidad y duración para que la información sea lo más precisa posible. Los parámetros se comparan con los datos almacenados en la unidad de control y, si hay desviaciones significativas, se advierte al conductor o se toman las medidas adecuadas mediante el actuador. (SERNAUTO, 2023)

Características de los sensores

Hay tres tipos de sensores en los vehículos: mecánicos, eléctricos y electrónicos. Cada uno de ellos tiene una forma de recopilar y transmitir la información que reciben. (SERNAUTO, 2023)

- De acuerdo a la posición y funcionamiento tienen resistencia a temperatura, humedad, suciedad, productos químicos y campos electromagnéticos.
- Son de tamaño pequeño, fácil de instalar y quitar.
- Sencillez al revisar o cambiar.
- Máxima presión posible.
- Alta sensibilidad.
- Lineal o linealmente relacionados.
- Alta receptibilidad de la misma medida.
- El cambio más pequeño en la amplitud de entrada que se puede detectar. (SERNAUTO, 2023)

Figura 2

Sensores de motor Toyota 2TR.



Nota. El gráfico muestra la parte de sensores y actuadores del motor Toyota 2TR de la camioneta Toyota Hilux 2.7, en la que se ha realizado este proyecto.

Tipos de sensores

Sensores por su función.

- Sensores para funciones de mando y regulación. -

Pueden recopilar y transmitir información y convertirla en acciones mediante actuadores.

Por ejemplo, los sensores de lluvia y luces, los sensores de velocidad o los sensores ABS impiden que las ruedas se bloqueen y mantengan la dirección gracias al control que ejercen sobre los frenos. (SERNAUTO, 2023)

- Sensores de seguridad. –

Todo está enfocado a la seguridad del vehículo. Podemos encontrar sensores antirrobo, sensores de corriente, sensores LiDAR, sensores de aparcamiento, sensores de aviso de cambio de carril. (SERNAUTO, 2023)

- Sensores para la vigilancia del estado del vehículo. -

Todos estos son sensores que aseguran que el automóvil esté funcionando correctamente y nos alertarán si no es así. Por ejemplo, sensores que miden las emisiones de gases o la presión de los neumáticos. (SERNAUTO, 2023)

Sensores por su señal de salida.

- Señal analógica. -

Es una señal generada por algún fenómeno electromagnético. Por ejemplo, caudalímetro, presión de turbina o temperatura del motor. (SERNAUTO, 2023)

- Señal digital.

Sus símbolos representan ciertos valores discretos que contienen información codificada.

Por ejemplo, para indicar la conexión o desconexión de determinados elementos.

(SERNAUTO, 2023)

- Señal pulsatoria

Su tamaño cambia regularmente desde un valor constante. Por ejemplo, un sensor de

velocidad o un sensor de temperatura. (SERNAUTO, 2023)

Actuadores

Estos dispositivos son los encargados de ejecutar tareas en los sistemas del motor y en los sistemas de seguridad activa y pasiva del vehículo. (CRASH, 2015). Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “hacer actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que ejerce el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”. (CRASH, 2015)

En muchos casos, está comandado por una unidad lógica (unidad de control) que se encarga de realizar tareas específicas especificadas por el ordenador. En otras palabras, un actuador recibe una orden de un regulador o controlador y, basándose en esa orden, genera una orden para accionar un elemento de control final tal como una válvula. (CRASH, 2015). Funcionalmente, un actuador es un dispositivo que convierte señales eléctricas en energía hidráulica, neumática o eléctrica para iniciar un proceso automatizado. En un vehículo, es responsable de realizar tareas en el sistema del motor del vehículo, los sistemas de seguridad activa y pasiva. (CRASH, 2015)

Tipos de actuadores

- Electromagnéticos. -

Es cualquier dispositivo físico capaz de crear una zona de campo magnético uniforme.

Los actuadores electromagnéticos se basan en el principio del magnetismo, que puede ser de fuentes naturales, generado por imanes o por electricidad (efecto electromagnético).

(CRASH, 2015)

- Calefactores. -

Los actuadores térmicos son actuadores que generan calor mediante el efecto Joule.

Este efecto se debe a la corriente que fluye a través de la resistencia y a la energía liberada en forma de calor. Como resistencia térmica se utiliza un alambre metálico de una determinada aleación (cromo-níquel), lo que le confiere una alta resistencia (alto valor óhmico) y una buena resistencia al calor. También están formados por compuestos semiconductores dispuestos sobre una superficie. (CRASH, 2015)

- Electromotores. -

Un motor eléctrico, o motor eléctrico, funciona según el principio de que la energía eléctrica se puede convertir en energía mecánica. Por ejemplo, una bomba de combustible tiene una armadura que recibe corriente eléctrica a través de una escobilla y hace girar el rotor donde se encuentra el cilindro. Crean una fuerza centrífuga que mueve los cepillos hacia afuera y actúa como pivote. El rodillo forma una cámara en la entrada de combustible, que se expande, se llena de combustible y se mueve hacia la salida, donde se contrae para bombear el combustible. (CRASH, 2015).

- Pantalla de cristal líquido.

El principio de funcionamiento de una pantalla de cristal líquido, o LCD (liquid crystal display), se basa en la opacidad o transparencia que se observa cuando los cristales líquidos se exponen a un campo eléctrico. (CRASH, 2015)

Afinamiento mecánico del motor de combustión interna

El ajuste del motor es un procedimiento de mantenimiento necesario para todos los vehículos, ya que mantiene nuestros coches funcionando correctamente. (Tikicarsperu, 2024). El reemplazo de varias piezas específicas del motor, incluido el filtro de combustible, la bujía y el filtro de aire, se denomina afinamiento. Además de esto, también se incluye la limpieza y calibración de las toberas de los motores de gasolina. Para los motores diésel, además de revisar los inyectores y las bujías incandescentes, el procedimiento también incluye la calibración de la bomba de inyección y el cambio de los filtros de aire y combustible. (Tikicarsperu, 2024)

Debido a su complejidad, el afinamiento debe ser realizado por personal especializado en mantenimiento mecánico, ya que cuentan con los equipos y herramientas necesarios para realizar el ajuste sin problemas. Además, cada marca tiene un estricto programa de mantenimiento que varía según el modelo, ya que la combustión del motor ahora está controlada electrónicamente por la computadora del automóvil. (Tikicarsperu, 2024)

Importancia del afinamiento mecánico del motor de combustión interna

Este mantenimiento debe realizarse periódicamente ya que mejora la eficiencia del combustible y mejora la potencia y el rendimiento del vehículo. Además, con esta optimización se pueden reducir las emisiones de CO₂ del coche. (Tikicarsperu, 2024)

Afinamiento electrónico del motor de combustión interna

El ajuste electrónico le permite reactivar el motor, protegerlo y garantizar un rendimiento óptimo. Aquí es necesario sustituir piezas importantes como filtros y/o bujías, así como boquillas del motor y otras piezas muy importantes a limpiar: (Atumotriz, 2014)

- Limpieza de Obturador
- Limpieza y regulación de tolerancia de bujías (Cambio bajo condición)
- Limpieza de inyectores a gasolina con ultrasonido
- Prueba de inyectores en probetas
- Limpieza de sensores
- Limpieza de Filtro de Aire (Atumotriz, 2014)

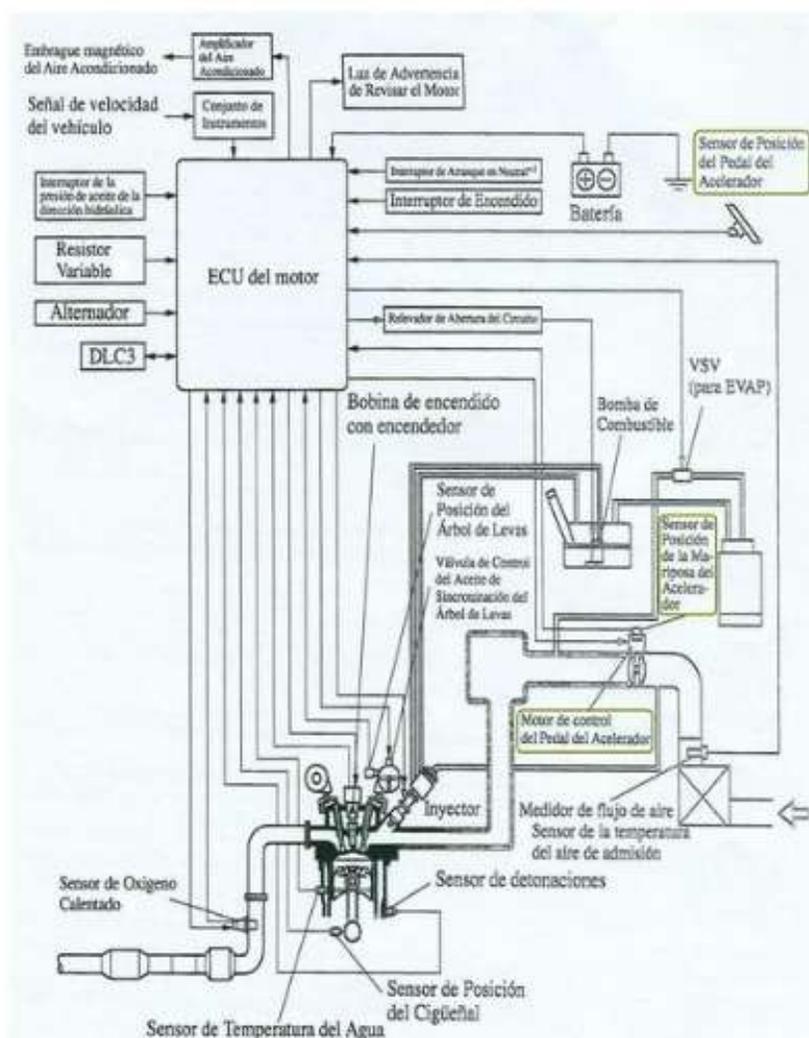
Este mantenimiento preventivo debe realizarse en motores de petróleo y gas. Estos motores deben ser monitoreados periódicamente por todas las partes involucradas. El objetivo de todo el proceso es comprobar si las piezas evaluadas están dañadas, desgastadas o han perdido su eficacia. (RVGAS, 2009).

Importancia del afinamiento electrónico del motor de combustión interna

Este mantenimiento debe realizarse periódicamente ya que mejora la señal rpm para eficiencia del combustible y mejora la señal de emisión para el rendimiento del vehículo. Además, con esta optimización se pueden reducir desgastes y emisiones de CO₂ del coche controladas. (Tikicarsperu, 2024)

Figura 3

Sistema electrónico del motor Toyota 2TR.



Nota. El gráfico muestra la configuración del sistema del motor 2TR. ((s/f), 2024)

Reparación de un motor de combustión interna

Después de que el motor de un automóvil ha estado en uso durante algunos años, el motor de gasolina llega a un estado de reparación. (gasolina, 2019)

Incluso si sus elementos presentan algún tipo de avería. Además, la reparación del motor se realiza si el motor está sobrecargado, no tiene los lubricantes adecuados o carece de aceite de calidad. (gasolina, 2019)

Es importante recordar el estado de nuestro coche y determinar si existe algún fallo de algún componente del motor. Entonces, si notas alguno de los siguientes problemas, definitivamente es hora de visitar el taller. El ruido del motor, el humo negro, el consumo excesivo de aceite, el sobrecalentamiento del motor o la falta de potencia son signos de falla del motor. (gasolina, 2019)

De camino al taller, observa los testigos en el salpicadero del coche para encontrar la avería y avisar al mecánico. Los olores inusuales también son un aviso de que nuestro motor no funciona correctamente. (gasolina, 2019)

Pasos previos la reparación del motor de combustión interna

- Antes de iniciar las reparaciones, es importante contar con los recursos necesarios para realizar diagnósticos y reparaciones generales del motor.
- y equipo necesario para realizar pruebas de vacío, compresión y fugas. También es importante seguir las precauciones de seguridad para realizar correctamente los procedimientos de reparación.
- Luego realice diagnósticos del motor y verificación de fallas mientras el vehículo está en uso. Esta es información importante porque los usuarios conocen el estado de su coche.
- El diagnóstico previo del motor generalmente se realiza mientras el automóvil está en marcha. Prueba de vacío del motor y prueba de compresión del cilindro. (gasolina, 2019).

Elementos a evaluar y cambiar en la reparación de un motor a gasolina

- Pistones
- Cigüeñal.
- Juntas de motor
- Kit de distribución
- Bujías
- Alternador
- Tubos
- Inyectores
- Válvulas
- Múltiple de admisión
- Cabeza de cilindros o culatas
- Block de cilindros.
- Bielas
- Árbol de levas (gasolina, 2019)

Después de desmontar el motor y retirar sus componentes individuales, comenzamos a medir y analizar sus componentes individuales. (gasolina, 2019)

Para ello utilizamos herramientas adecuadas para medir el desgaste del motor. Encuentre componentes dañados que impidan que sus componentes funcionen correctamente. (gasolina, 2019)

Los instrumentos utilizados para esta medición son: vernier, micrómetro curvo, micrómetro o comparador de cuadrante, calibre de superficie. Cada uno de ellos cuenta con los parámetros y componentes necesarios para medir y analizar el estado del motor. (gasolina, 2019)

Cuanto mayor sea el número, mayor será el desgaste del motor. Debemos prestar especial atención para evitar errores de lectura. (gasolina, 2019)

Análisis de la reparación del motor de combustión interna

En el proceso de reparación también existe el análisis de la reparación en la tapa de válvulas y tren de válvulas: Retire la culata, desmóntela y límpiela. Revise la cabeza en busca de grietas o juntas torcidas. Verifique el ajuste y la presión del resorte de la válvula. Además, deben cambiar (gasolina, 2019)

Reemplace la junta de la válvula. Verifique y repare los componentes en este artículo.

Reconstrucción del cilindro: En este paso desmontamos el cilindro y lo limpiamos. Inspeccione visualmente el bloque en busca de grietas y corrosión. Desde aquí podrás ver si hay alguna deformación en la superficie. Separamos los colectores de admisión y escape. Después de la reparación, los volvemos a montar. Si es necesario, reemplace la junta. También se deben cambiar los cojinetes del árbol de levas. (gasolina, 2019)

Verificaciones posteriores a una reparación

. Verifique el estado del pistón y el casquillo y reemplácelos si es necesario. Reemplace los anillos de pistón y las bielas reemplazando tuercas o pernos. Ensamble las piezas del motor usando sellador y juntas. Diagnóstico y reparación de sistemas de refrigeración y lubricación: realizar prueba de presión de aceite. Reemplace la bomba de agua para evitar el sobrecalentamiento y evitar fallas futuras. (gasolina, 2019)

Reparar o reemplazar bomba de aceite (analizar rotor, casquillos, engranaje y tanque)

Además, también es necesario sustituir el filtro de aceite. Verifique el sistema de enfriamiento.

Reemplace el termostato y la bomba de agua. Verifique el enfriador de aceite auxiliar.

Finalmente, inspeccionamos y comprobamos la reparación del motor: Después de instalar el motor en el vehículo, revisamos el sistema de encendido y revisamos todos los niveles de aceite del motor. Arranque el motor y asegúrese de que la presión del aceite esté en un nivel aceptable. (gasolina, 2019)

Verifique la temperatura del refrigerante. Verificar el funcionamiento del sistema de refrigeración. (gasolina, 2019)

Finalmente, arranque el motor y déjelo en marcha durante un tiempo razonable, escuchando sonidos y verificando que la compresión, el vacío y las fugas funcionen correctamente. (gasolina, 2019)

Figura 4

Elementos móviles del motor para rectificar.



Nota. El gráfico muestra los elementos móviles de un MCI.

Figura 5

Camioneta Toyota Hilux 2.7.



Nota. El gráfico muestra la camioneta Toyota Hilux 2.7, que es parte de este proyecto.

Capítulo III

Desarrollo del tema

El proceso de afinamiento electrónico y mecánico de un motor Toyota 2TR implica ajustar varios componentes y sistemas electrónicos y mecánicos del motor para garantizar un rendimiento óptimo, eficiencia de combustible y reducción de emisiones.

Afinamiento electrónico del motor Toyota 2TR

Una vez finalizado el proceso de reparación del motor, incluido el armado y montaje del mismo, es necesario realizar pruebas de funcionamiento en la camioneta para verificar y comprobar la efectividad de los trabajos realizados y sobre todo medir los parámetros de funcionamiento y rendimiento del motor, de este modo podremos entregar un vehículo en las condiciones adecuadas de funcionamiento a su propietario y, por ende, a todos los usuarios viales. El afinamiento electrónico de un motor Toyota 2TR implica ajustar y optimizar varios aspectos del sistema de control electrónico del motor para mejorar el rendimiento, la eficiencia y la confiabilidad del motor.

Escaneo del sistema de control electrónico (ECU):

Se utiliza un escáner de diagnóstico para leer códigos de error y datos del sistema de control electrónico del motor (ECU). Esto ayuda a identificar posibles problemas o áreas que necesitan ajustes. Utilizamos un escáner automotriz G-Scan 2 y leímos los parámetros de funcionamiento del motor, tanto en sensores y actuadores, además, la verificación de otros datos tales como el tiempo de inyección, revoluciones en ralentí, etc.

Figura 6

Escaneo de la camioneta Toyota Hilux 2.7.



Nota. El gráfico muestra el escaneo del sistema electrónico con el escáner G-Scan 2.

Verificación de los sensores:

Los sensores del motor, como el sensor de oxígeno, el sensor de posición del acelerador, el sensor de temperatura del refrigerante, entre otros, son verificados para asegurarse de que estén funcionando correctamente. Los datos de estos sensores son sumamente importantes para que la ECU ajuste la mezcla de aire y combustible, el tiempo de encendido y otras funciones del motor. Así verificamos los datos y parámetros que están ingresando a la ECU del motor.

Figura 7

Verificación de sensores.



Nota. El gráfico muestra la verificación de los sensores del motor Toyota 2TR.

Ajuste de la mezcla de aire y combustible:

Utilizando la información obtenida de los sensores, la ECU ajusta la cantidad de combustible inyectado en los cilindros y la cantidad de aire admitida para lograr una mezcla óptima. Esto ayuda a maximizar la potencia del motor y reducir las emisiones. La mezcla de aire y combustible que entra en los cilindros del motor debe estar dentro de unas proporciones adecuadas, pues tanto una mezcla con mucho aire y poco combustible como con mucho combustible y poco aire, no es eficiente ni produce el rendimiento adecuado del motor.

Figura 8

Ajuste de mezcla.



Nota. El gráfico muestra cómo se realizó el proceso de la verificación y ajuste de la mezcla aire combustible en el motor.

Ajuste del tiempo de encendido:

El tiempo de encendido es crucial para la eficiencia del motor. La ECU controla cuándo salta la chispa en la bujía para encender la mezcla de aire y combustible en el cilindro, esto de acuerdo al orden de encendido del motor. Ajustar el tiempo de encendido de manera precisa puede mejorar el rendimiento del motor y la economía de combustible.

Cuando se comprueba el ajuste del encendido, la transmisión debe estar en punto muerto, es decir, en posición neutral. Además, la temperatura del líquido refrigerante en un motor caliente debe estar por encima de los 80 °C y la temperatura del aceite del motor debe ser de 60 °C y el régimen del motor debe estar estabilizado.

Figura 9

Ajuste del tiempo de encendido.



Nota. El gráfico muestra los puntos de sincronización del encendido del motor.

Inspección y limpieza de componentes:

Se inspeccionan y, si es necesario, se limpian o reemplazan los componentes críticos del motor, como bujías, filtros de aire, filtros de combustible, etc. Esto garantiza un funcionamiento óptimo del motor y una combustión limpia.

Figura 10

Inspección y limpieza de componentes.



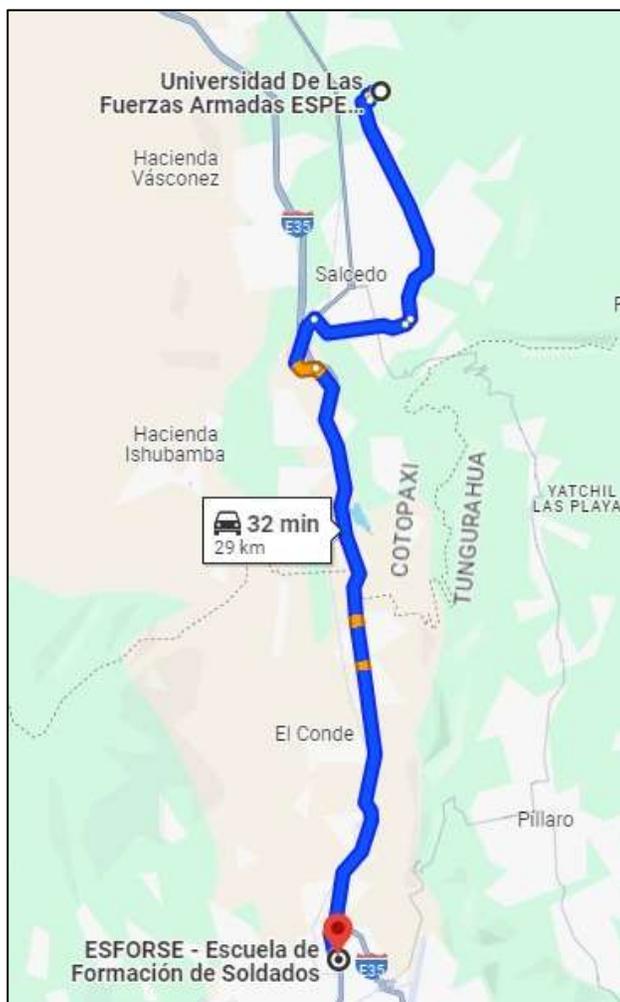
Nota. El gráfico muestra la limpieza de componentes del sistema electrónico del motor.

Prueba de funcionamiento:

Después de realizar los ajustes y las inspecciones, se lleva a cabo una prueba de funcionamiento para verificar que el motor esté funcionando correctamente y que los ajustes hayan tenido el efecto deseado. Esto puede implicar una prueba en carretera y la monitorización de los parámetros del motor en tiempo real. Esa prueba fue realizada, al igual que los otros dos compañeros que trabajaron en esta nota conceptual, con una ruta entre el campus Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sede Latacunga hasta la Escuela de Formación de Soldados ESFORSE, ubicada en la ciudad de Latacunga, con una distancia de 29 kilómetros.

Figura 11

Prueba de ruta.



Nota. El gráfico muestra la ruta donde se realizó la prueba de funcionamiento del motor y, por ende, la camioneta en general.

Reprogramación de la ECU (si es necesario):

En algunos casos, puede ser necesario reprogramar la ECU con software específico para optimizar el rendimiento del motor. Esto puede incluir ajustes personalizados según las preferencias del propietario o las necesidades específicas del vehículo. En este caso en particular, no fue necesario realizar este procedimiento.

Afinamiento mecánico del motor Toyota 2TR

Como en cualquier otro motor, generalmente implica una serie de pasos diseñados para optimizar el rendimiento, la eficiencia y la durabilidad del motor. Estos procesos se los realizan para evitar daños prematuros en el motor o cualquiera de sus sistemas.

Inspección visual

Antes de comenzar cualquier trabajo, es importante realizar una inspección visual del motor para detectar posibles fugas, daños visibles o cualquier otro problema evidente. Incluso, verificar que no existan manchas en el piso, luego de que el vehículo haya permanecido estacionado, para cerciorarnos de todos los modos posibles, que no haya fugas de ningún tipo o fluido.

Figura 12

Inspección visual.



Nota. El gráfico muestra la inspección visual al motor Toyota 2TR.

Sistema de admisión de aire

Se revisan los filtros de aire para asegurarse de que estén limpios y en buen estado. Se pueden reemplazar si es necesario para garantizar un flujo de aire óptimo hacia el motor. En este caso, se reemplazó el filtro existente por uno nuevo para asegurar el correcto funcionamiento del motor y el aire limpio que ingrese por el múltiple de admisión.

Figura 13

Inspección del sistema de admisión de aire.



Nota. El gráfico muestra el filtro de aire del motor, que fue instalado un filtro nuevo.

Sistema de combustible

Se inspeccionan los componentes del sistema de combustible, incluyendo los inyectores de combustible, las líneas de combustible y el filtro de combustible. Se pueden limpiar o

reemplazar según sea necesario. En este caso, los inyectores fueron limpiados por ultrasonido para que trabajen en sus óptimas condiciones.

Figura 14

Inspección del sistema de combustible.



Nota. El gráfico muestra la inspección a las líneas de combustible del motor.

Sistema de encendido

Se revisan las bujías y los cables de encendido para asegurarse de que estén en buen estado. Se reemplazan las bujías si están desgastadas y se ajustan las brechas según las

especificaciones del fabricante. Y como en este caso, se realizó una reparación completa, se cambió el juego de bujías y se ajustaron todos los puntos de conexión y verificación.

Figura 15

Inspección del sistema de encendido.



Nota. El gráfico muestra la inspección del sistema de encendido del motor Toyota 2TR.

Sistema de escape

Se verifica que no haya fugas en el sistema de escape y que todos los componentes estén bien asegurados. Se pueden reemplazar los silenciadores o convertidores catalíticos si

están dañados. Para este motor en específico, no hizo falta corregir falla alguna o reemplazar algún componente.

Figura 16

Inspección del múltiple de escape.



Nota. El gráfico muestra la inspección del múltiple de escape del motor Toyota 2TR.

Ajuste de la sincronización del motor

Se verifica y ajusta la sincronización del motor, que incluye la sincronización del árbol de levas y del cigüeñal, así como el ajuste de la cadena de distribución.

Ajuste de la mezcla de aire y combustible

Se ajustan los sistemas de inyección de combustible y se realizan pruebas para asegurarse de que la mezcla de aire y combustible esté dentro de los parámetros óptimos para el rendimiento del motor.

Control de emisiones

Se realizan pruebas para asegurarse de que el motor cumpla con los estándares de emisiones aplicables. Mediante ya ayuda de un analizador de gases, se verificaron los parámetros de funcionamiento del motor, los mismos que se encontraban dentro de los rangos admisibles.

Figura 17

Control de emisiones.



Nota. El gráfico muestra la pantalla del analizador de gases, donde se verificó que el motor trabaje dentro de sus parámetros adecuados.

Prueba de funcionamiento

Una vez completado el afinamiento, se realiza una prueba de funcionamiento para verificar que el motor funcione correctamente y que no haya problemas adicionales. Como ya habíamos indicado, se realizó una prueba de ruta y se verificó el funcionamiento de la camioneta en general.

Figura 18

Prueba de ruta.



Nota. El gráfico muestra el desarrollo de la prueba de ruta con la camioneta Toyota Hilux 2.7.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se pretende que el motor muestre un rendimiento general mejorado después del afinamiento electrónico y mecánico, así como de la reparación realizada. Esto incluye una mejor respuesta del motor, mayor potencia y eficiencia en el consumo de combustible.
- Con la reparación del motor y el afinamiento, es probable que se hayan encontrado problemas mecánicos preexistentes, como fugas de aceite, desgaste de piezas y problemas de compresión. Esto debería resultar en un funcionamiento más suave y confiable del motor. Además, de reestablecer los parámetros adecuados de funcionamiento, de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
- Al realizar ajustes electrónicos y mecánicos, así como reparaciones, se espera que la durabilidad del motor mejore significativamente. Esto podría significar una vida útil más larga del motor y una reducción en la necesidad de futuras reparaciones importantes.
- Con el afinamiento del motor, se aporta al cuidado medio ambiental, cooperando con el cumplimiento de normativas vigentes referentes a este tema.

Recomendaciones

- A pesar de los ajustes y reparaciones realizadas, es primordial seguir un programa de mantenimiento regular según las recomendaciones del fabricante. Esto incluye cambios de aceite, inspecciones periódicas y ajustes según sea necesario.
- Para maximizar la vida útil del motor y mantener su rendimiento óptimo, se recomienda conducir de manera responsable y evitar prácticas que puedan poner en riesgo la integridad del motor, como aceleraciones bruscas o sobrecargas excesivas.
- Es importante estar atento a cualquier luz de advertencia en el tablero y monitorear los sensores del motor. Cualquier anomalía debe ser abordada de inmediato para evitar daños mayores.
- Se recomienda realizar inspecciones periódicas del motor para detectar cualquier problema potencial antes de que se convierta en una avería costosa. Esto puede incluir la comprobación de niveles de líquidos, examinar visualmente el motor y escuchar cualquier ruido inusual durante el funcionamiento.

Bibliografía

Barros Bermeo, H. O., & Morán Castro, D. W. (2014). *Reparación de un Motor de Combustión Interna 1.3 Fire.*

Caiza, C., & Alexander, B. (2023). *Mediciones del rendimiento y emisiones en el motor Toyota 2TR, previo y posterior a su reparación.*

Chávez, C., Giovanni, W., Pineda, T., Alexander, P., Ramos Jinez, I., & Javier, A. (2021). *Acondicionamiento mecánico y electrónico de motor y caja de cambios de un vehículo Chevrolet Corsa Evolution 4P 1.8 GLS.*

Defaz, M., Daniel, F., Morocho, Y., Fernando, F., Matilde, A. I. S., & Sandoval, A. (2023). *Reparación del motor de combustión interna a gasolina serie F710Q del vehículo Renault Sandero mediante la aplicación de procesos de rectificación para obtener los parámetros estándar del fabricante.*

Quimbita Taipe, S. G. (2016). *ANÁLISIS DEL CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE COMBUSTIÓN DEL MOTOR GASOLINA TOYOTA SERIE 2TR CUANDO SE GENERAN DTC'S EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE COMBUSTIBLE.*

Anexos