



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIÉSEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADÉMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEÓRICO-PRÁCTICO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.

AUTORES:

MONTESDEOCA SIMBAÑA LUIS IVÁN

VÀSQUEZ CUAMACÀS SEGUNDO VICENTE

DIRECTOR:

ING.CARLOS MAFLA

Ibarra, 2012

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la tesis del siguiente tema: **“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIÉSEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADÉMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEÓRICO-PRÁCTICO EN LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ.”** trabajo realizado por los señores egresados: **MONTESDEOCA SIMBAÑA LUIS IVÁN Y VÁSQUEZ CUAMACÁS SEGUNDO VICENTE** previo a la obtención del título de Ingenieros en la carrera de Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.



**ING. CARLOS MAFLA
DIRECTOR DE TESIS**

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a DIOS, por la salud y vida, de las personas que están junto a nosotros.

A todos los que conforman la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, de la Universidad Técnica del Norte. En especial a los profesores de la Especialidad Mecánica Automotriz que gracias a sus conocimientos y experiencia académica nos ayudaron a culminar esta carrera y a estructurar el presente trabajo.

A nuestro director de tesis **Ing. Carlos Mafla**, por su apoyo en el direccionamiento y consejos en la elaboración de la tesis

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado de una forma muy especial a todas las personas que con su apoyo hicieron todo esto posible, en especial mi eterna gratitud a mis padres David y Martha, por ser los pilares de mi formación personal, les agradezco su cariñoso cuidado y el haberme brindado una educación basada en valores y principios. A mi padre por ser mi ejemplo a seguir. A mi madre por estar siempre presente con sus consejos en los buenos y malos momentos.

A mis hermanos Edison y Marisol

A mi amigo y compañero Vicente por su incondicional apoyo, paciencia, y sobre todo por saber ser un amigo.

A todas las personas que han colaborado en la elaboración de este proyecto. Por lo que hago el fiel compromiso de continuar superándome profesionalmente.

LUIS IVÀN MONTESDEOCA SIMBAÑA

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres **Floresmilo** y **Maura** quienes me apoyaron para conseguir esta meta. A Mi Padre por ser ejemplo de constancia, trabajo y entrega desinteresada por el bienestar común. A Mi Madre por ser una mujer ejemplar que me enseñó que con esfuerzo todo es posible.

A mis hermanas **Carmen, Cristina, Vanessa**, quienes confiaron en mi para seguir alcanzando logros en la vida.

A mi Hermano **Amilcar**, por sus consejos de superación, y de una constante preparación académica.

A mi hermana **Elva**, por escucharme y aconsejarme en los momentos mas difíciles.

A mi regalo de Dios mi hijo **Anthony**, el cual llegó con bendiciones a mi familia.

Segundo Vicente Vásquez Cuamacás

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------------|
| ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| DEDICATORIA | IV |
| DEDICATORIA | V |
| ÍNDICE GENERAL | VI |
| RESUMEN | XIV |
| ABSTRACT | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVI |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Planteamiento del Problema..... | 2 |
| 1.3 Formulación del Problema..... | 3 |
| 1.4. Delimitación..... | 3 |
| 1.4.1 Delimitación de la unidades de observación..... | 3 |
| 1.4.2 Delimitación espacial..... | 3 |
| 1.4.3. Delimitación temporal..... | 3 |
| 1.5. Objetivos..... | 4 |
| 1.5.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos..... | 4 |
| 1.6. Justificación..... | 4 |
| 1.7. Factibilidad..... | 5 |
| CAPÍTULO II..... | 6 |

| | |
|---|----------|
| 2. MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1 Fundamentación Teórica | 6 |
| 2.1.1 Motores Diesel su Origen..... | 6 |
| 2.1.2. Motor Diésel..... | 8 |
| 2.1.2.1 Principio de funcionamiento del motor a diésel..... | 10 |
| 2.1.3. Clasificación de los Motores Diésel..... | 11 |
| 2.1.3.1 Motores de acuerdo a la Velocidad de giros del cigüeñal..... | 11 |
| 2.1.3.2 Motores de acuerdo a las dimensiones..... | 13 |
| 2.1.4. Ciclo Teórico Diésel..... | 16 |
| 2.1.5. Motor de 4 Tiempos Diésel. | 17 |
| 2.1.5.1 Características Específicas entre los Motores a Diésel y Motor Otto. | 18 |
| 2.2 Motores Térmicos. | 19 |
| 2.2.1 Fundamentos de la Termodinámica..... | 20 |
| 2.2.2 Sistemas Termodinámicos. | 21 |
| 2.2.3 Clasificación del Sistema Termodinamico | 21 |
| 2.2.4 Propiedades de un Sistema Termodinamico | 22 |
| 2.2.5 Transformaciones Termodinámicas | 22 |
| 2.3 Componentes del Motor | 24 |
| 2.3.1 Bloque de cilindros..... | 25 |
| 2.3.2 Cabezote o culata..... | 26 |
| 2.3.3 El cilindro..... | 27 |
| 2.3.4 Engranajes de la distribución..... | 28 |
| 2.3.5 Cigüeñal | 29 |
| 2.3.6 Árbol de levas..... | 30 |
| 2.3.7 Turbo-alimentación de aire | 30 |
| 2.3.7.1 Ventajas de la turbo alimentación..... | 32 |
| 2.3.7.2 Desventajas. | 33 |
| 2.3.8 Sistema de Inyección de Combustible del Motor Diésel. | 33 |

| | |
|--|----|
| 2.3.8.1 Bomba de inyección | 34 |
| 2.3.8.3 Cámara de combustión | 35 |
| 2.3.8.4 Filtro | 35 |
| 2.3.9 Sistema de Lubricación del Motor Diesel..... | 36 |
| 2.3.9.1 Elementos del Sistema de Lubricación..... | 37 |
| 2.3.9.2 El Cárter de Aceite..... | 38 |
| 2.3.9.3 Bomba de aceite..... | 40 |
| 2.3.9.4 Filtro de Aceite | 41 |
| 2.3.9.5 Enfriador de aceite..... | 42 |
| 2.3.10 Lubricantes y Lubricación..... | 42 |
| 2.3.10.1 Propiedades de los lubricantes..... | 44 |
| 2.3.10.2 Características de los Lubricantes..... | 45 |
| 2.3.10.3 Aditivos | 48 |
| 2.3.10.4 Factores que Afectan a la Lubricación..... | 49 |
| 2.3.10.5 Clasificación de los aceites según las normas SAE, API, y Calidad Europea como, CCMC, ACEA..... | 49 |
| 2.3.10.5.1 Aceites Sintéticos..... | 56 |
| 2.3.10.6 Aplicación de Aceites en el Motor Diesel..... | 57 |
| 2.3.10.7 Aceites para Economía del Combustible..... | 58 |
| 2.3.11 Sistema de Enfriamiento | 58 |
| 2.3.12 Sistema Eléctrico | 60 |
| 2.3.13 Emisiones Vehiculares al Ambiente..... | 60 |
| 2.3.14 Propiedades del Diesel..... | 62 |
| 2.3.14.1 Poder de Encendido del Combustible Diésel..... | 63 |
| 2.3.15 Significado de Mantenimiento..... | 64 |
| 2.3.15.1 Mantenimiento de Motores..... | 64 |
| 2.3.15.1.1 Mantenimiento Correctivo..... | 65 |
| 2.3.15.1.2 Mantenimiento Preventivo..... | 65 |
| 2.3.15.1.3 Mantenimiento Predictivo..... | 66 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.15.1.4 Mantenimiento Proactivo | 66 |
| 2.4 Posicionamiento teórico personal | 67 |
| 2.5 Glosario de términos | 68 |
| 2.6 Matriz categorial | 71 |
| CAPÍTULO III..... | 72 |
| 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 72 |
| 3.1 Tipo de Investigación | 72 |
| 3.2 Métodos | 72 |
| 3.3. Técnicas a emplearse | 73 |
| CAPÍTULO IV | 74 |
| 4.- MARCO ADMINISTRATIVO. | 74 |
| 4.1. Talento Humano | 74 |
| 4.2. Recursos Materiales | 74 |
| 4.3. Recursos Técnicos y Tecnológicos..... | 74 |
| 4.4. Cronograma de actividades | 75 |
| 4.5. Presupuesto | 76 |
| CAPÍTULO V | 77 |
| 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 77 |
| 5.1 Conclusiones..... | 77 |
| 5.2 Recomendaciones. | 78 |
| CAPÍTULO VI | 79 |
| 6.- PROPUESTA ALTERNATIVA | 79 |
| 6.1. Título de la propuesta..... | 79 |
| 6.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA..... | 79 |
| 6.3 FUNDAMENTACIÓN..... | 80 |

| | |
|--|------------|
| 6.4 OBJETIVOS..... | 80 |
| 6.4.2 Objetivos Específicos..... | 80 |
| 6.5 Ubicación sectorial | 81 |
| 6.6. Desarrollo de la Propuesta | 81 |
| 6.6.1 Desarmado del motor | 81 |
| 6.6.2 Información general..... | 81 |
| 6.6.3. Proceso de Desarme del Motor | 82 |
| 6.6.4 Desarme del Cabezote..... | 83 |
| 6.6.5 Bloque De Cilindros..... | 84 |
| 6.6.6 Reparación y Armado del motor | 86 |
| 6.6.7 Cabezote | 92 |
| 6.6.8 Sistema Eléctrico del banco didáctico a diésel. | 94 |
| 6.6.9 Desarrollo de la construcción estructural del banco que soportara el motor. | 96 |
| 6.6.10. Amortiguamiento y Elastómeros (cauchos o huelles)..... | 100 |
| 6.6.11. Selección de garruchas o llantas para la estructura..... | 101 |
| 6.7 Consideraciones generales de la propuesta | 101 |
| 6.8 Bibliografía | 102 |
| ANEXO 1..... | 105 |
| ANEXO 2..... | 106 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Retrato de Rudolf Diesel..... | 6 |
| Figura 2. Motor Isuzu Diesel | 9 |
| Figura 3. Inyector de mando electrohidráulico | 11 |
| Figura 4. Mecanismo biela-manivela | 12 |
| Figura 5. Ciclo teórico diesel..... | 16 |
| Figura 6. Ciclos Diésel en Condiciones de Trabajo | 18 |
| Figura 7. Transformación Isotérmica | 22 |
| Figura 8. Transformación Isóbara..... | 23 |
| Figura 9. Transformación Isoterma..... | 23 |
| Figura 10. Transformación Adiabática..... | 24 |
| Figura 11. Motor de cuatro tiempos | 24 |
| Figura 12. Bloque de cilindros..... | 26 |
| Figura 13. Cabezote | 27 |
| Figura 14. Pistón y biela | 27 |
| Figura 15. Camisa o cilindro de un motor | 28 |
| Figura 16. Piñones de la distribución diesel..... | 29 |
| Figura 17. Cigüeñal o eje del motor | 29 |
| Figura 18. Árbol de levas | 30 |
| Figura 19. Componentes del turbo-cargador..... | 31 |
| Figura 20. Árbol de levas | 31 |
| Figura 21. Turbo cargador por impulso..... | 32 |
| Figura 22. Bomba de inyección rotativa VE | 34 |
| Figura 23. Inyector diesel..... | 35 |
| Figura 24. Filtro diesel con purgador | 36 |
| Figura 25. Sistema de Lubricación de un Motor diesel | 37 |
| Figura 26. Cáster Seco con tanque adicional de (color verde)..... | 39 |
| Figura 27. Cáster Húmedo | 40 |
| Figura 28. Bomba de aceite del motor Isuzu | 40 |
| Figura 29. Filtros de Cartucho Recambiable..... | 41 |
| Figura 30. Intercambiador de calor aceite/agua en la Lubricación..... | 42 |
| Figura 31. Frotamiento de partes metálicas 1 y con lubricación 2 vistas con microscopio..... | 43 |
| Figura 32. Partes del sistema de enfriamiento..... | 59 |
| Figura 33. Motor Isuzu sin radiador..... | 83 |
| Figura 34. Desmontaje del cabezote | 83 |
| Figura 35. Bloque de cilindros..... | 84 |
| Figura 36. Componentes internos y externos del motor | 86 |
| Figura 37. Bloque de cilindros..... | 87 |
| Figura 38. Instalación de pulverizadores de aceite | 87 |
| Figura 39. Montaje del cigüeñal | 88 |
| Figura 40. Ajuste de la bancada del cigüeñal | 88 |
| Figura 41. Comprobación de la holgura en la bancada | 89 |
| Figura 42. Mojando los cilindros de aceite..... | 89 |
| Figura 43. Montaje del pistón en block | 90 |
| Figura 44. Lubricación de los codos del cigüeñal | 90 |
| Figura 45. Colocación de silicón en la distribución | 91 |

| | |
|---|-----|
| Figura 46. Modelo Preliminar | 96 |
| Figura 47. Cortado y soldado de la estructura | 97 |
| Figura 48. Pulido de la estructura | 97 |
| Figura 49. Macillado estructura | 98 |
| Figura 50 Pintado de la estructura | 98 |
| Figura 51. Pintado..... | 99 |
| Figura 52. Secado..... | 99 |
| Figura 53. Instalación del motor..... | 99 |
| Figura 54. Instalaciones eléctricas..... | 100 |
| Figura 55. Aisladores de caucho utilizado en motores..... | 100 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Velocidad del Pistón en Motores Diésel..... | 13 |
| Tabla 2. Comparación entre Motor Diésel y el Motor Otto | 19 |
| Tabla 3. Sistemas y componestes del motor diesel | 25 |
| Tabla 4. Características de los lubricantes | 46 |
| Tabla 5. Factores de la lubricación. | 49 |
| Tabla 6. Clasificación de los Aceites Norma API. | 51 |
| Tabla 7. Clasificación de los Aceites (CCMC)..... | 53 |
| Tabla 8. Clasificación de los Aceites Según (ACEA). | 55 |
| Tabla 9. Principales Gases Contaminantes en Motores a Gasolina y a Diésel..... | 61 |
| Tabla 10. Tolerancias del plastigage | 90 |
| Tabla 11. Especificaciones De Pares De Torsión | 93 |

RESUMEN

La propuesta de investigación trata de la Construcción de un Banco Didáctico Motor a Diesel Isuzu 3000cc, como recurso académico para el inter-aprendizaje Teórico-práctico, en el taller de Mecánica Automotriz de la facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica Del Norte. El objetivo de la investigación constituye en la elaboración y construcción de un banco didáctico del motor Isuzu 3000cc, con la finalidad de perfeccionar el proceso de aprendizaje de lo práctico a teórico, por lo cual se adquirió un motor a diesel con inyección directa, turbo alimentación con válvula EGR, marca Isuzu, modelo 4jb1, cilindrada 3000 cc, utilizado en vehículos livianos. En el desarmado, armado y reparación, se observó el desgaste de los componentes internos del motor Isuzu 3000cc. El diseño metodológico que se escogió es una investigación bibliográfica – práctica, aplicando los métodos inductivo-deductivo, científico sintético y analítico. Los motores a diesel tienen como ventaja una eficiencia excepcional de combustible y bajos niveles de gases contaminantes, es un motor que está sometido a esfuerzos constantes y temperaturas elevadas, la reparación es muy costosa por lo que se requiere de un mantenimiento profesional, para alargar la vida útil del motor y lograr un ahorro en cuanto a combustible, constituyendo un ahorro económico. El mantenimiento periódico, programado o mantenimiento en general es importante en motores turbo-alimentados. La propuesta alternativa es la guía práctica del desarme, armado y reparación del motor Isuzu 3000cc, además de la construcción del banco didáctico con el sistema eléctrico para el encendido y control del motor consta de un tablero con tacómetros multifuncionales dando un aspecto estético y adecuado para desarrollar el aprendizaje en los estudiantes. Los accesorios están montados en una estructura metálica, construida de acuerdo a las dimensiones y peso del motor volviéndolo fácil de manipular, esto con el objetivo de motivar al estudiante a mejorar sus conocimientos en motores a diesel y de esta manera ser más competitivos profesionalmente, aportando así al mejoramiento de la Educación Universitaria.

ABSTRACT

The research proposal deals with the construction of a Didactic work bench Isuzu Diesel Engine to 3000cc, as academic resource for the inter-theoretical learning and practical, in the workshop of automotive mechanics at the Faculty of Education Science and Technology of the Technical University of the North. The objective of the research is in the design and construction of a didactic work bench Isuzu engine 3000cc, with the purpose of improving the process of learning the theoretical to practical, by which it was purchased a diesel engine with direct injection, turbo power with EGR valve, mark Isuzu 4JB1 model, 3000 cc displacement, used in light vehicles. In the disassembly, assembly and repair, it was noted the wear of the internal components of the engine Isuzu 3000cc. The methodological design that was chosen is a bibliographic research - practice applying the methods inductive-deductive, scientific analytical and synthetic. The diesel engines have the benefit of a exceptional fuel efficiency and low levels of gaseous pollutants, is an engine that is subjected to constant efforts and high temperatures, the repair is very expensive for what is required of a professional maintenance, to extend the useful life of the engine and to achieve a savings in fuel, constituting a economic savings. The periodic maintenance, scheduled, or general maintenance is important in turbo engines-fed. The alternative proposal is the practical guide of disarmament, assemble and repair Isuzu engine 3000cc, in addition to the construction of the didactic work bench with the electrical system for the ignition and engine control consists of a panel with tachometers multifunctional giving an esthetic aspect and to develop appropriate learning in students. The accessories are mounted in a metal structure, built according to the dimensions and weight of the engine making it easy to manipulate, the purpose of this is to motivate the student to improve their knowledge in diesel engines and in this way be more competitive professionally, contributing to the improvement of university education.

INTRODUCCIÓN

La investigación está encaminada al aspecto teórico-práctico de tal forma que se pueda elevar los conocimientos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en cuanto al motor Diésel Isuzu se refiere. Además de complementar el taller de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica del Norte con material didáctico de gran nivel.

Mediante este aporte se pretende que la formación de los nuevos profesionales sea completa, es decir, tanto teórica como práctica para de esta manera poder desenvolverse mejor dentro de esta rama de la Mecánica Automotriz.

En esta investigación se ha dado énfasis al proceso práctico, para lograr el mejor rendimiento de los estudiantes en beneficio propio así como de la sociedad en general.

En esta investigación nos referimos al motor de cuatro tiempos a diesel, su origen y composición empezando desde su creador Rudolf Diesel el cual obtuvo los primeros resultados funcionales con un motor de combustión interna usando gas-oil como combustible.

Los elementos que constituyen este tipo de motor tienen una gran similitud con los del motor de gasolina aunque existen ciertas diferencias constructivas que las vuelven más robustas ya que soportan presiones de trabajo mucho mas elevadas. Una de las características del motor diesel es que la alimentación de combustible se realiza introduciendo por separado el aire y el combustible dentro de los cilindros.

Además en el motor diésel se implementa el sistema de turbo alimentación, con el cual se incrementa la potencia del motor sin cambiar sus

características aumentando únicamente el llenado del cilindro con aire en la admisión.

El turbo cargador no es mas que en un compresor centrifugo cuya turbina es impulsada por los gases de escape, además el turbo compresor alcanza temperaturas muy altas que sobrepasan los quinientos grados centígrados.

Para disminuir el desgaste de las piezas se utiliza un sistema de lubricación utilizando una bomba la cual recoge el aceite y los envía a presión por diversos conductos a los diferentes elementos móviles del motor.

El mantenimiento del motor diésel también es importante en este trabajo de investigación ya que con la utilización de diferentes técnicas se puede obtener un óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil del motor diésel, los tipos de mantenimiento utilizados son: predictivo, preventivo, correctivo y proactivo.

Ahora se escoge el tipo de investigación para realizar en el presente trabajo de grado, así se alcanza el tipo de investigación documental bibliográfico ya que la información necesaria se la ha obtenido de diferentes tipos de documentos como: libros, revistas, catálogos e internet; esta investigación también debe ser descriptiva y práctica ya que se debe realizar la construcción del banco que servirá como base para el Motor Isuzu de 3000cc. Los métodos utilizados son el científico, teórico, sintético, y recopilación de información.

En el cuarto capítulo se habla sobre los recursos humanos utilizados durante la investigación además del presupuesto necesario para cubrir este trabajo de grado.

Se llega a la conclusión de que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz deben tener mayor conocimiento sobre el

Motor diésel en funcionamiento, partes constituyentes por lo que se recomienda mejorar la enseñanza en este ámbito.

Se realiza la construcción del banco que sirve como soporte estructural para el motor Isuzu de 3000cc; se desarrolla el desarmado completo del motor para ejecutar la reparación y la guía de prácticas, finalmente se coloca todos los accesorios necesarios para que funcione perfectamente como el tablero de instrumentos, caja de fusibles, tanque de combustible, filtro de aire, radiador.

Además de incluir toda la información técnica que sirve como material didáctico para los estudiantes.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La carrera de Ingeniería de Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, busca desarrollar un perfil profesional en los estudiantes aumentando los conocimientos de forma teórica y práctica, en condiciones de organizar, gestionar y dirigir su propio emprendimiento, para la prestación de servicios en Mantenimiento Automotriz.

En coordinación y cooperación entre docentes y estudiantes se está fomentando la experiencia, para ejercer funciones independientes y responsables en servicios de mantenimiento. El Profesional en Mantenimiento Automotriz podrá desempeñarse en relación de dependencia en los siguientes tipos de empresa:

- Talleres independientes de mantenimiento y reparación de Automotores.
- Talleres de servicios y post ventas de las concesionarias de terminales automotrices y de agencias no oficiales.
- Área de mantenimiento y reparación de automotores en: empresa de transporte, organismos públicos y cualquier organización que opere con vehículos motorizados a diésel.

Los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz buscan desarrollar las capacidades profesionales como: obtener interpretar y procesar información oral y escrita, realizar búsqueda de diferentes fuentes, comprender los principios de funcionamiento de los

motores a diésel e identificar las características y funcionamiento de sus componentes, administrar la documentación de mantenimiento, aplicar medidas de prevención de riesgos vinculados con la seguridad, organizar el espacio de trabajo, interpretar el estado de falla relacionada con la información recibida de distintas fuentes de especificaciones técnicas.

El motor a diésel es motor de combustión interna, con características específicas las cuales determinan el funcionamiento y las condiciones favorables para obtener el máximo desempeño posible con una mejor eficiencia, todo esto se puede lograr con un conocimiento teórico práctico sobre el motor a diésel. La Universidad Técnica del Norte cuenta con un laboratorio de Mecánica Automotriz, con material didáctico e información de contenidos específicos.

1.2. Planteamiento del Problema.

En la Universidad Técnica del Norte el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, cuenta con un laboratorio a diésel, inexistente en cuanto a motores a diésel pequeños, además las bombas de inyección a diésel del motor también pueden contribuir al funcionamiento del banco de pruebas de bombas de inyección a diésel.

Debido a la carencia de motores a diésel pequeños, y con el fin de incrementar la práctica en los estudiantes, se realiza el presente trabajo profesional desde el aspecto práctico con una guía didáctica del motor Isuzu para los estudiantes y profesionales acorde a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Por lo que se realizó la búsqueda de información técnica y tomando en cuenta las especificaciones del fabricante.

La construcción del banco didáctico a diésel Isuzu 3000cc, costa con la construcción estructural de los soportes del motor, además del desarmado, armado y reparación del motor, con una respectiva guía de prácticas. El banco didáctico a diésel es adecuado para el campo automotriz, por lo que se incrementará el laboratorio a diésel.

1.3 Formulación del Problema.

Los talleres de Mecánica Automotriz de la carrera en Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, carecen de un banco didáctico, de motor a diésel Isuzu 3000cc.

1.4. Delimitación

1.4.1 Delimitación de la unidades de observación.

La presente investigación se realizó en el Motor a diésel Isuzu 3000cc.

1.4.2 Delimitación espacial.

La investigación se realizó en taller “El Gran Maestro” ubicado en la Av. Cristobal de Troya y Av. Jaime Roldos, en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra.

1.4.3. Delimitación temporal.

Se ejecutó durante el periodo Noviembre- Junio del 2012.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Construir un banco didáctico motor a diesel Isuzu 3000cc, como recurso académico para el interaprendizaje teórico-práctico en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- a) Investigar bibliografía sobre los motores a diesel, funcionamiento y eficiencia.
- b) Diseñar y elaborar una guía de prácticas del desarmado y armado del motor a diésel Isuzu 3000cc.
- c) Socializar en los estudiantes de cursos superiores de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, una guía práctica sobre el desarmado y armado del motor a diésel Isuzu 3000cc.
- d) Construcción de la estructura para el motor, con el programa SAP 2000 V14.

1.6. Justificación.

El presente proyecto está encaminado a promover una mejora sustancial en el conocimiento teórico práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

Se ha determinado la carencia de material didáctico en el taller de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, concerniente a motores diésel.

Por lo que este trabajo consiste en aportar con conocimientos específicos en los estudiantes de la carrera, los mismos que ayudarán a despejar muchas inquietudes en tema de motores a diésel.

De esta manera los estudiantes se enriquecerán de nuevos materiales para la práctica, por esta razón se ha adquirido un motor a diésel, en línea de cuatro cilindros, de marca Isuzu de 3000cc, modelo 4JB1 con turbo, en perfecto estado y una guía didáctica donde se describe los pasos de desarmado y armado de un motor a gasoleo.

Además se complementa con un aporte científico e investigativo de información técnica necesaria para poder realizar prácticas en el banco.

1.7. Factibilidad

Para la elaboración de la investigación, se contó con la disponibilidad y el apoyo del tutor lo cual facilitó el buen desenvolvimiento de las actividades planificadas ya que existió un mutuo acuerdo.

El aporte económico que se utilizó en el proyecto es únicamente de los autores, por lo cual permitió culminar con gran éxito el trabajo.

La investigación es muy importante en el ámbito educativo con soporte amplio y acertivo para los estudiantes y docentes que podrán realizar prácticas en el Banco didáctico del motor a diésel Isuzu 3000cc para mejorar la preparación académica de los estudiantes que integran la carrera de Mantenimiento Automotriz.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Motores Diesel su Origen.

Para Gil Martínez H, Manual del automóvil, (2002) en su obra: Revolución del Motor Diésel, dice: **“El motor diésel es un motor térmico de combustión interna cuya combustión se logra por temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro. No podemos evitar la cita histórica de un año 1897, y de un personaje, Rudolf Diésel, que corresponde al año en que este parisino de nacimiento y alemán de formación, obtuvo los primeros resultados prácticos con un motor de combustión interna que usaba el gas-oíl como combustible”**(Pág.6).

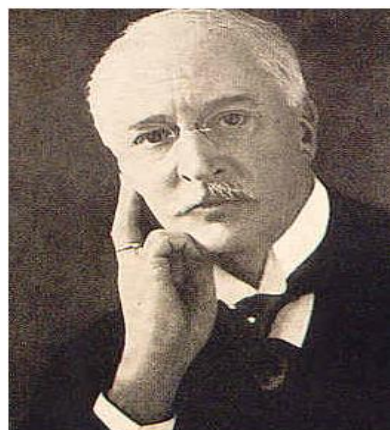


Figura 1. Retrato de Rudolf Diesel.

Fuente: Meganeboy 2010

La compañía mercedes equipó con este tipo de motor a una pequeña serie de vehículos de turismo (el 260D) en los años treinta, y desde entonces este tipo de motor no ha parado en su empeño de cambiar la creencia de que el gas-oíl era un combustible inferior a la gasolina, así un primer desmentido es el hecho de que un moderno motor diésel es mucho más sensible a la calidad del combustible de lo que pueda ser uno a gasolina.

Los elementos que forman parte del motor son muy similares a los de un motor de explosión aunque existen algunas diferencias constructivas específicas y necesarias con el afán de dotar de mayor robustez y resistencia a todas las partes del motor que soportan presiones de trabajo muy elevados.

Para William E. Luck., (1999), en su obra Motores Diésel y de gas de alta compresión, dice: **“Las características estructurales del motor diésel y su funcionamiento dependen básicamente de su peso, y velocidad de funcionamiento. Dependiendo de las características concretas de la aplicación, se recomienda el uso de un motor específico. Es por esto que los motores diésel se clasifican en dos grandes grupos de acuerdo al peso o dimensiones del motor, y de acuerdo a la velocidad de funcionamiento” (Pág. 16).**

Sin embargo previo a explicar los principios que determinan la clasificación de los motores es necesario precisar algunos aspectos básicos del funcionamiento de un motor diésel tomando en cuenta primeramente, como se relaciona el peso y la velocidad.

El principio de funcionamiento de los motores de combustión interna consiste en la transformación de energía calorífica en movimiento rotacional, ahora bien la potencia que produce el motor depende del número de veces con el que el mismo desarrolla dicha energía. Es decir,

mientras más explosiones exista dentro del motor mayor energía y potencia desarrolla el motor, conociendo que la potencia depende tanto de la velocidad como del peso, esto se entiende en que el peso y tamaño de los elementos móviles, limitan o benefician a la potencia del motor, es por esto que al aumentar la velocidad de giro del motor, los pistones se deslizan más rápido en las paredes de los cilindros con un incremento en el rozamiento y por ende una mayor probabilidad de desgaste.

Pero se ha logrado solucionar este problema con el aumento de pistones y reducción de la carrera de los mismos, haciendo que el rozamiento sea menor con el menor desplazamiento dentro de las camisas. Ahora variando las dimensiones de la carrera del pistón conllevará a que los motores realicen un mayor número de explosiones y por lo tanto una mayor cantidad de giros del cigüeñal. Este aumento de giros del cigüeñal es lo que se conoce como la velocidad de trabajo del motor.

Con esta breve explicación, de cómo las dimensiones del motor así como de la velocidad de rotación son los parámetros que determinan las características del funcionamiento del motor. A continuación se explicará con más detalle la clasificación de los motores diésel en base a sus dimensiones y su velocidad de funcionamiento.

2.1.2. Motor Diésel.

Según www.catelectricpowerinfo.com (2005) nos dice: **“Este tipo de motor de combustión interna (endotérmico) está en el grupo de los motores alternativos, que posee características específicas, las cuales a su vez determinan un estado de funcionamiento, con las que se podrá obtener el máximo desempeño posible con una mejor eficiencia. En la actualidad un motor diésel solo utiliza un 70% de combustible que utilizaría un motor a gasolina de características similares para una misma potencia.”**

Siendo el motor diésel una fuente de poder de vehículos de transporte, de generadores de electricidad, y de un sin número de máquinas, ya sea de construcción, agrícolas, etc. Con un liderazgo que se lo debe en gran medida a su eficiencia en el consumo de combustible.



Figura 2. Motor Isuzu Diesel

Fuente: Chevrolet 2010

Es necesario explicar brevemente, como se da el funcionamiento de este tipo de motores, ya que generalmente las personas están acostumbradas a utilizar equipos a gasolina, por lo que muchas veces se tiende a crear una cierta analogía entre dichos equipos, analogía que es posible establecer, así como conocer las condiciones de trabajo de este tipo de motor y en si el combustible necesario para un correcto funcionamiento de estos equipos.

2.1.2.1 Principio de funcionamiento del motor a diésel

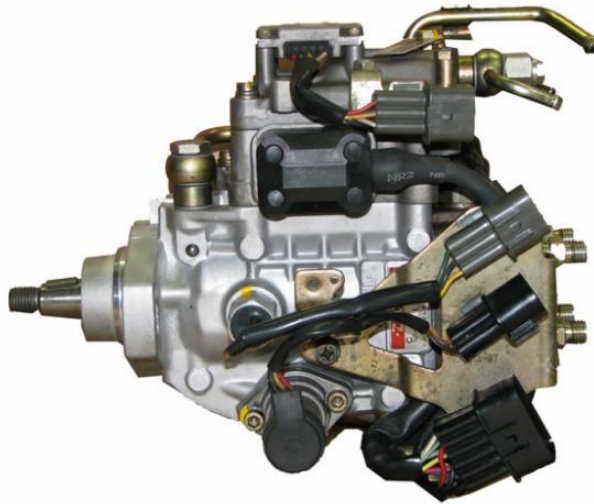


Figura 3. Bomba de inyección rotativa

Fuente: Bosch 2009

Un motor diésel logra su funcionamiento mediante el encendido del combustible que se inyecta muy pulverizado y con alta presión en una cámara (o pre cámara, en el caso de inyección indirecta) de combustión que contiene aire a una temperatura superior a la temperatura de auto combustión, ésta es la llamada auto inflamación ya que no se requiere de una chispa como en los motores de gasolina.

La temperatura necesaria para la combustión se genera con el aumento de la presión producida en el segundo ciclo (compresión). El combustible es inyectado en la cámara de combustión a gran presión y atomizado por medio del inyector de forma que se mezcla con el aire a alta temperatura (700° y 900 °C). Resultando que la mezcla se inflame muy rápidamente. Es gracias a esta explosión que el pistón es impulsado hacia abajo.



Figura 3. Inyector de mando electrohidráulico

Fuente: Bosch 2009

Esta expansión, contrario a lo que ocurre con el motor de gasolina, se hace a presión constante ya que continúa durante la carrera de trabajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, haciéndolo girar, de esta forma se transforma el movimiento rectilíneo alternativo del pistón en un movimiento de rotación.

Para que se produzca el auto ignición de la mezcla es necesario alcanzar la temperatura de inflamación espontánea del combustible. Para poner en marcha el motor en frío es necesario pre-calentar el gasóleo.

2.1.3. Clasificación de los Motores Diésel

2.1.3.1 Motores de acuerdo a la Velocidad de giros del cigüeñal.

"Jesús Andrés Álvarez Flórez" www.maquinastermicas.com 2009., **El motor diésel de acuerdo a su funcionamiento de velocidad, se especifica que los mismos funcionan a altas, medias o bajas revoluciones de acuerdo al número de giros que realiza el cigüeñal, o visto de otra manera la frecuencia de explosiones que registran en la cámara de combustión, y es por la velocidad que conlleva a una sub clasificación de los motores, ya que la velocidad de rotación de los motores diésel es muy diferente de uno a otro, cuya clasificación es:**

a.- Motores Rápidos: estos motores exceden las 2000 RPM en funcionamiento, motores veloces porque sus rangos de operación están entre 4000 y 5000 RPM.

b.- Motores Medianos: son motores con velocidad de rotación del cigüeñal entre 1000 y 2000 RPM.

c.- Motores Lentos: motores que no pasan de los pocos centenares de RPM, la ventaja de este tipo de motores quema productos pesados del petróleo y al ser de bajas rotaciones el desgaste es mucho menor.

Con la velocidad de rotación que se menciona anteriormente se aplica a los motores de tracción, el cual se encuentra compuesto por un pistón con un movimiento alterno rectilíneo, dentro de un cilindro o camisa cilíndrica. Ese movimiento rectilíneo se transforma en movimiento giratorio a través de un sistema biela-manivela.

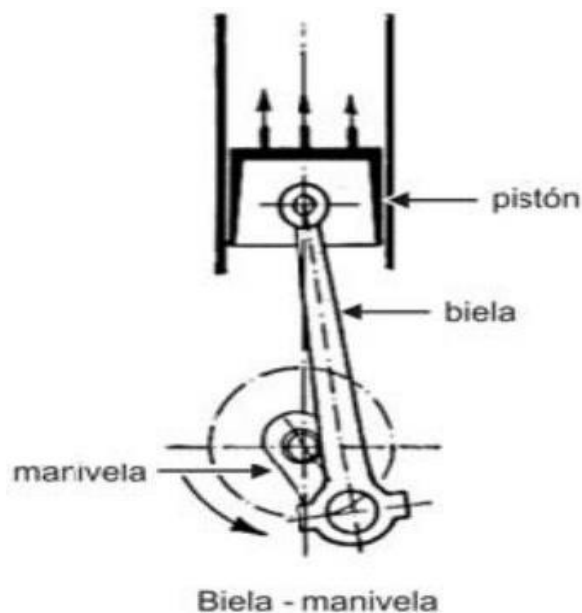


Figura 4. Mecanismo biela-manivela

Fuente: Jesús Álvarez 2009

Esta relación del mecanismo biela-manivela y su capacidad de transformar su movimiento rectilíneo en movimiento circular, es necesario saber ya que las velocidades de rotación están determinadas por la velocidad del pistón en el cilindro y la misma se mide en (m/s).

Esta velocidad es fundamental ya que el exceso de la misma habrá de generar problemas en el motor con un golpe de pistón contra las válvulas, y al pandeo de la cola de la válvula. En efecto es necesario conocer según el empleo que se le dé al motor cual es la velocidad del pistón, para saber la velocidad se representa a continuación una tabla.

Tabla 1. Velocidad del Pistón en Motores Diésel.

| Tipo de Motor a Emplear. | Velocidad |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Motor fijo (generador, lancha grande) | 6 - 8 (m/s) |
| Vehículos pequeños | 8 – 9 (m/s) |
| Vehículos de motor | 12 – 13 (m/s) |
| El automovilismo | Más allá de 15....(m/s) |

Fuente: Jesús Álvarez 2009

2.1.3.2 Motores de acuerdo a las dimensiones

Es bueno mencionar que las dimensiones no son necesariamente semejantes al hablar de peso del motor ya que muchas veces se realizan cambios en las dimensiones, con la finalidad de mejorar tanto la rotación

como el peso. Es por esto, que cuanto mayor sea el tamaño y el peso de un motor será más lento.

El motor diésel de acuerdo a sus dimensiones, es cuando la velocidad de rotación del motor está directamente relacionada con el movimiento del pistón, ya que dependiendo de las velocidades que alcancen los pistones, si un motor es lento, mediano, o rápido. Pero hay otra variante que se debe cuidar en los motores y es la dimensión del mismo.

Con las características de las dimensiones, muchas veces se realizan ordenamientos de los pistones, con la finalidad de mejorar las condiciones de funcionamiento, pero alterando drásticamente las dimensiones, este caso es generalmente visible en los motores con cilindros en línea y con los cilindros en V.

Teniendo en claro que los motores dependen de su diseño original para sus dimensiones, solo queda explicar brevemente como las dimensiones de los mismos alteran en el funcionamiento de los motores. Es importante aclarar la confusión que se genera entre los motores ligeros y pequeños.

Cuando se habla de motores ligeros se está uno refiriendo al peso del mismo, o muchas veces al peso de los pistones principalmente, y cuando se habla de motores pequeños se habla del diseño del motor, o dicho de forma más simple se habla de las dimensiones en bruto del motor, sin dar mayor importancia a la configuración de pistones y otros elementos.

A veces suele suceder que cuando se mal interpreta la ligereza con las dimensiones ya que muchas veces se trata de compensar el recorrido de los pistones, haciendo más pequeños a las camisas o a los cilindros, pero

para tener la misma potencia se debe aumentar el número de los cilindros, lo que se entenderá como aumento de camisas o cilindros, conllevando ello a un aumento de las dimensiones del motor.

Con esta aclaración se puede clasificar a los motores de acuerdo a las dimensiones, de la siguiente manera:

a.- Motores pequeños: de acuerdo a las dimensiones que poseen estos motores, son capaces de trabajar a 1800 y 4500 RPM, siendo los motores más veloces. Estos motores están en vehículos como vehículos familiares, camionetas. La velocidad generalmente se relaciona con la cantidad de cilindros, y los recorridos que deben realizar los mismos, se debe recordar que los pistones no deben realizar grandes desplazamientos dentro de los cilindros, es por esto que pueden girar a mayores velocidades el cigüeñal, generalmente estos motores poseen pocos cilindros, siendo hasta de 4 cilindros.

b.- Motores medianos: con un rango de operación de 600 a 1600 RPM, son generalmente lentos, pero principalmente su campo de aplicación es, en la industria, en locomotoras, y camiones pesados. Este tipo de motores cuenta con 6 y 8 cilindros, generalmente la disposición de los cilindros puede ser tanto en V como en línea, con una potencia media, es por esto que no es necesario configurar los cilindros, como sucede en los motores grandes.

c.- Motores grandes: prácticamente son motores estacionarios, que generalmente trabajan por horas, es decir, ininterrumpidamente, debido a las dimensiones que alcanzan su movimiento es mucho más lento, siendo por ello un motor lento. Además estos motores son diseñados para altas

potencias y por ello el número de cilindros va desde 12 a 16, la disposición de los cilindros más común es en V.

Una vez identificado los grupos de funcionamiento aplicables a los motores, es necesario entender como es su estructura, para lograr un programa de mantenimiento preventivo para estos motores.

2.1.4. Ciclo Teórico Diésel.

El ciclo diésel se diferencia del ciclo Otto en permitir obtener relaciones de compresión más elevadas.

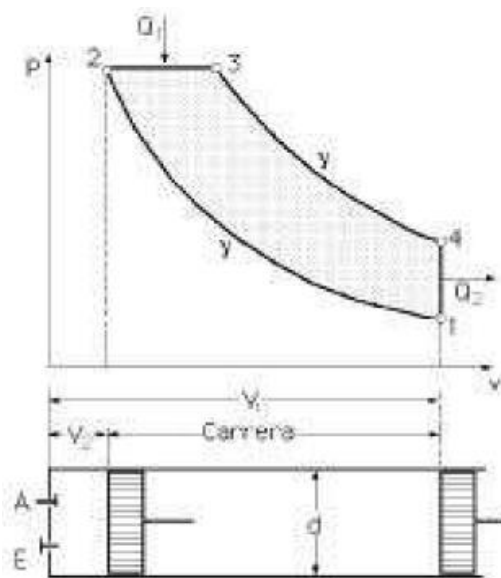


Figura 5. Ciclo teórico diesel.

Fuente: Técnicas del automóvil. 2009

El ciclo teórico se compone de dos transformaciones adiabáticas de (1-2) y (3-4), una isobara presión constante (2-3) y una isocora (4-1).

- Proceso 1-2: compresión adiabática

- Proceso 2-3: Adición de calor a presión constante isobara.
- Proceso 3-4: Expansión adiabática.
- Proceso 4-1: Rechazo de calor a volumen constante Isométrica.

2.1.5. Motor de 4 Tiempos Diésel.

El motor diésel de 4 tiempos realiza su funcionamiento, en dos vueltas del cigüeñal y sus carreras son: admisión, compresión, expansión, escape. Siendo casi igual al motor Otto.

1.- Admisión: el pistón baja del PMS al PMI, con la válvula de admisión abierta y la de escape cerrado, el cilindro se llena de aire. El cigüeñal gira 180° (1/2 vuelta), efectuando la primera carrera.

2.- Compresión: el pistón regresa del PMI al PMS, las válvulas están cerradas el aire es comprimido, y es por esto que se eleva la temperatura dentro de la cámara de combustión. La temperatura se eleva alrededor de los 700°, debido a la alta relación de compresión en estos motores, también aumenta la presión a unos 40 bares.

3.- Expansión: el pistón se encuentra en el PMS, el aire comprimido produce una temperatura y una presión ideal, para realizar la combustión. El combustible pulverizado en la cámara es inyectado a una elevada presión capaz de auto encenderse. Aquí se origina la combustión y la fuerza de los gases a presión empuja al pistón hasta el PMI, desarrollando el trabajo, las válvulas han permanecido cerradas y el cigüeñal completa 1 1/2 vuelta o sea 540°.

4.- Escape: el pistón regresa del PMI al PMS, empujando los gases producidos por la combustión, la válvula de escape se abre y la válvula de

admisión permanece cerrada. El cigüeñal ha girado 2 vueltas 720° completando el ciclo de trabajo.

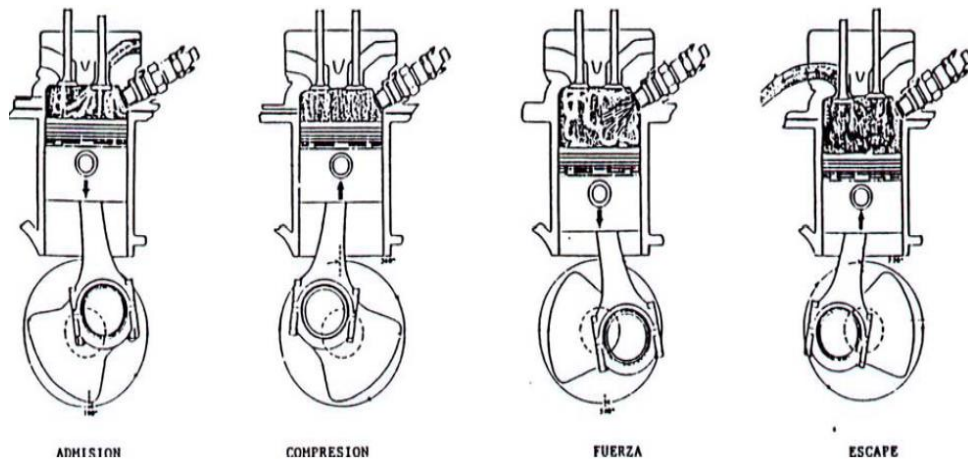


Figura 6. Ciclos Diésel en Condiciones de Trabajo

Fuente: Chiltón 2009

El ciclo de trabajo del motor diésel se diferencia en:

- a) Las presiones de admisión y escape son algo inferior y superior respectivamente, a la presión atmosférica exterior.
- b) Es difícil mantener la combustión a presión constante, siendo el ideal de la combustión (2-3) que la velocidad de inyección del combustible se ajunta al movimiento del émbolo para que la combustión se realice lo más aproximadamente a la línea de presión constante.

2.1.5.1 Características Específicas entre los Motores a Diésel y Motor Otto.

JOSÉ MANUEL ALONSO PÉREZ. 2009 Técnicas del Automóvil Motores, Pj.54, **Existen características diferentes entre estos dos motores pero**

el principio de funcionamiento de estos motores es igual, de 4 tiempos, las diferencias que hay que resaltar son:

Tabla 2. Comparación entre Motor Diésel y el Motor Otto

| Características. | Motor a Diésel. | Motor a Gasolina. |
|--|--|------------------------------------|
| Relación de compresión | 15-23 a 1 | 7-12 a 1 |
| Encendido | Auto encendido | Chispa eléctrica |
| Combustible | Aceite pesado o ligero | Gasolina |
| Admisión | Aire | Aire/gasolina |
| Sistema de alimentación de combustible | Bomba de inyección o inyección electrónica | Carburador o inyección electrónica |
| Estructura del motor | Mecanismos reforzados | Mecanismos menos reforzados |
| Peso del motor | Más peso | Menos peso |
| Ruido | Más ruido | Silencioso |

Fuente: Autores 2012

2.2 Motores Térmicos.

Los motores térmicos transforman la energía térmica que proporciona el combustible, en energía mecánica, estos motores realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada, la presión de los gases de la combustión y el calor generado en su interior, provocan el movimiento de un mecanismo (biela-manivela) que transforma el movimiento rectilíneo en movimiento circular (giratorio). Este principio utilizado desde finales del siglo XIX, continua siendo el mismo en la actualidad, aunque lógicamente mucho más avanzado en cuanto a diseño y tecnología.

2.2.1 Fundamentos de la Termodinámica.

CENGEL, YUNUS A; BOLES, MICHAEL A. 2009. Termodinámica (Pj 5 a 10)., **La termodinámica es una rama de la ciencia que estudia los fenómenos naturales desde el punto de vista de las relaciones entre materia y energía.**

La palabra “Termodinámica” proviene de la combinación de los vocablos griegos “termo” (calor) y “dinamos” (potencia o fuerza).

En definitiva, la termodinámica estudia el intercambio de energía en sus diversas formas, su interacción con los equipos, las propiedades de la materia y el uso racional de la energía.

a.-) Primera ley de la Termodinámica.

También llamada como la ley de conservación de la energía, esta nos dice que la energía no puede ser creada ni destruida sino que solo se transforma, estableciendo que ninguna máquina puede producir un trabajo sin consumir energía.

b.-) Segunda ley de la Termodinámica.

Establece que es imposible, mediante un proceso transformar completamente en trabajo, el calor absorbido por un sistema. Tomando en cuenta la primera ley se define que para conseguir el trabajo mecánico obtenido del calor hay que disponer de dos focos térmicos a diferentes temperaturas, y el ejemplo mas común son los motores de combustión interna los cuales transforman el calor en trabajo en el interior de sus cilindros, aprovechando la fuerza expansiva de los gases para producir el desplazamiento del émbolo y demás piezas móviles.

2.2.2 Sistemas Termodinámicos.

Un sistema termodinámico se lo puede denominar como una porción de materia o una parte del universo que se aísla para su estudio; dicho aislamiento puede ser de manera real, o de una forma teórica.

2.2.3 Clasificación del Sistema Termodinámico

Para clasificar un sistema termodinámico se toma en cuenta el grado de aislamiento que presentan con su entorno. De tal forma que se obtienen los siguientes sistemas:

a.) Sistema aislado

Es aquel en el que no intercambia ni materia ni energía con su entorno, ejemplo : un gas encerrado en un recipiente de paredes rígidas lo suficientemente gruesas (paredes adiabáticas) como para considerar que los intercambios de energía calorífica sean despreciables, ya que hipotéticamente no puede intercambiar energía en forma de trabajo.

b.) Sistema cerrado.

Es el que puede intercambiar energía pero no materia con el exterior. Multitud de sistemas se pueden englobar en esta clase. El mismo planeta Tierra puede considerarse un sistema cerrado. Una lata de sardinas también podría estar incluida en esta clasificación.

c.) Sistema abierto.

En esta clase se incluyen la mayoría de sistemas que pueden observarse en la vida cotidiana. Por ejemplo, un vehículo motorizado es un sistema abierto, ya que intercambia materia con el exterior cuando es cargado, o su conductor se introduce en su interior para conducirlo, o es cargado de

combustible en un repostaje, o se consideran los gases que emite por su tubo de escape pero, además, intercambia energía con el entorno. Sólo hay que comprobar el calor que desprende el motor y sus inmediaciones o el trabajo que puede efectuar acarreado carga.

2.2.4 Propiedades de un Sistema Termodinámico

Las principales propiedades de un sistema termodinámico son:

- Presión
- Temperatura

2.2.5 Transformaciones Termodinámicas

a.- Transformación isométrica

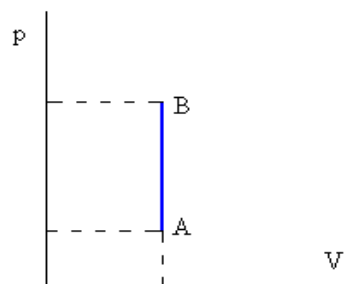


Figura 7. Transformación Isotérmica

Fuente: Ángel Franco García 2012

La transformación isocora o isométrica es la que se realiza a volumen constante, esto es, que el volumen del estado inicial es el mismo que el volumen final.

b.- Transformación Isóbara.

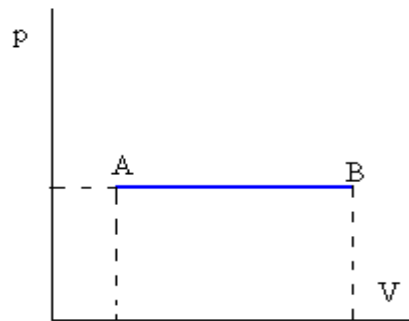


Figura 8. Transformación Isóbara

Fuente: Ángel Franco García 2012

La transformación isóbara es la que se realiza a presión constante, esto es, que la presión del estado inicial es la misma que la presión final.

c.- Transformación isoterma.

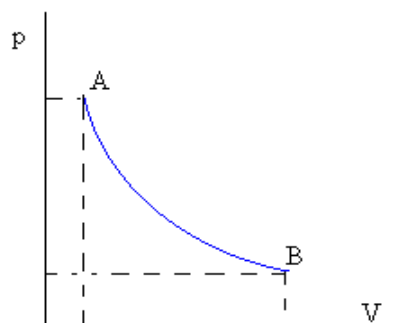


Figura 9. Transformación Isoterma.

Fuente: Ángel Franco García 2012

La transformación isoterma es la que se realiza a temperatura constante, esto es, que la temperatura del estado inicial es la misma que la temperatura final, aquí se realiza un trabajo.

d.-Transformación Adiabática.

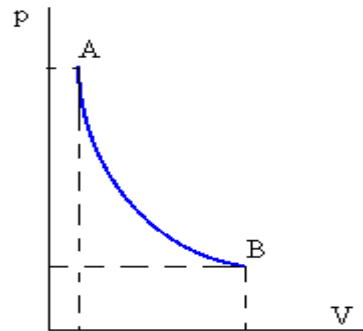


Figura 10. Transformación Adiabática.

Fuente: Ángel Franco García 2012

La transformación adiabática es la que tiene lugar sin efectuarse ningún tipo de intercambio de calor o trabajo igual cero.

2.3 Componentes del Motor

Los componentes que forman parte de un motor de cuatro tiempos, se observan en la figura 11.

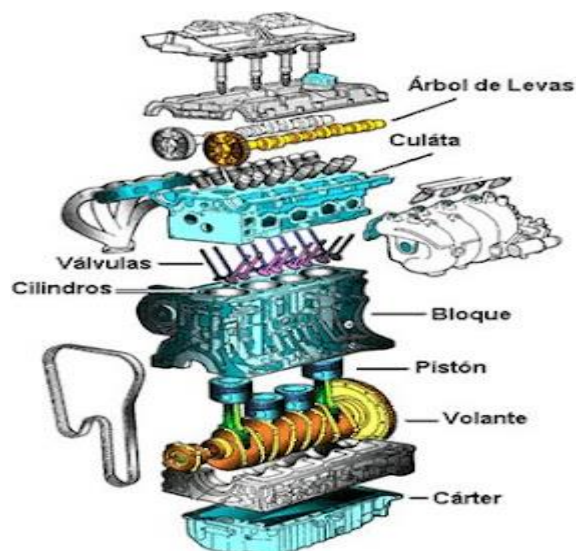


Figura 11. Motor de cuatro tiempos

Fuente: Dani Megaboy 2012

Tabla 3. Sistemas y componestes del motor diesel

| | |
|--|---|
| <p>Bloque de cilindros</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Pistón, bielas • Engranajes de la distribución y correas • Cigüeñal, volante • Turbo-alimentación • Múltiple de admisión y escape |
| <p>Sistema de combustible</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Bomba de inyección • Inyectores • Tanque y filtros de combustible • Sedimentos de agua |
| <p>Sistema de lubricacion</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Cárter o depósito de aceite • Bomba de aceite • Filtro de aceite • Enfriador de aceite |
| <p>Sistema de refrigeracion</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Radiador • Termóstato • Bomba de agua |
| <p>Sistema electrico</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Motor de arranque • Bujías incandescentes • Alternador • Batería |

Fuente: Autores 2012

2.3.1 Bloque de cilindros.

Es la estructura donde se encuentran los cilindros, cigüeñal, árbol de levas, etc. además todas las partes del motor se montan en él. Por lo general se

construyen en fundición de hierro o aluminio. Los cilindros se pueden disponer en línea en V u horizontalmente. Lleva una serie de orificios donde se colocan los cilindros, varillas de empuje de las válvulas, conductos del refrigerante, conductos de lubricación, los ejes de levas, cojinetes de bancada y en la parte superior se coloca la culata.



Figura 12. Bloque de cilindros

Fuente: Chevrolet 2009

2.3.2 Cabezote o culata

Está en la parte superior de un motor de combustión interna que permite el cierre de las cámaras de combustión. Constituye el cierre superior del bloque motor y en motores sobre ella se asientan las válvulas, teniendo orificios para tal fin. La culata presenta una doble pared para permitir la circulación del líquido refrigerante. Si el motor de combustión interna es de encendido provocado, lleva orificios roscados donde se sitúan los inyectores.



Figura 13. Cabezote

Fuente: Chevrolet 2009

El pistón o embolo es el que se desplaza en el interior del cilindro del PMS al PMI, generalmente se construyen de aluminio, cada uno tiene de dos a cuatro segmentos que alujan a los anillos o rines que son piezas metálicas que se montan en el pistón, y realizan un cierre hermético.



Figura 14. Pistón y biela

Fuente: Chevrolet 2009

2.3.3 El cilindro

Es por donde se desplaza un pistón, su nombre proviene de su forma, aproximadamente un cilindro geométrico, suelen fabricarse de hierro fundido y la superficie interior es endurecida y pulida para un buen desplazamiento del pistón. Normalmente pueden ser intercambiables para poder reparar el motor colocando unas nuevas, aunque algunas veces pueden venir mecanizadas directamente en el bloque en cuyo caso su reparación es mucho mas difícil.



Figura 15. Camisa o cilindro de un motor

Fuente: Chevrolet 2009

El diámetro y la carrera del cilindro, o mejor la cilindrada, tienen mucho que ver con la potencia que el motor ofrece, pues están en relación directa con la cantidad de aire que admite para mezclarse con el combustible y que luego explota, generando con ello el movimiento mecánico que finaliza con el desplazamiento del vehículo hacia otra posición.

2.3.4 Engranajes de la distribución

Es el conjunto de elementos que regulan la apertura y cierre de las válvulas de admisión y de escape, de la misma forma determinan el inicio y finalización de la inyección de combustible, esta coordinación de acciones se realiza a través de los piñones, bandas y poleas. Sincronizando el giro de los principales ejes, el eje de levas y cigüeñal los cuales permiten el funcionamiento del motor.

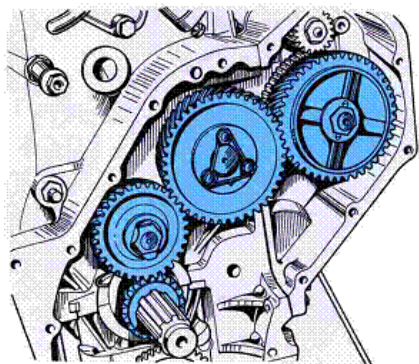


Figura 16. Piñones de la distribución diesel.

Fuente: Darsy 2011

2.3.5 Cigüeñal

Es un eje acodado, con codos y contrapesos presente en máquinas que, aplicando el principio del mecanismo de biela - manivela, transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa. El cigüeñal va sujeto en los apoyos, siendo el eje del motor con el que fusiona el pistón.

Normalmente se fabrican de aleaciones capaces de soportar los esfuerzos a los que se ven sometidos y pueden tener perforaciones y conductos para el paso de lubricante.



Figura 17. Cigüeñal o eje del motor

Fuente: Share-Alike 2012

2.3.6 Árbol de levas

El eje de levas es el órgano del motor que se encarga de regular el movimiento de las válvulas de admisión y de escape. En la práctica, se trata de un árbol dotado de unas excéntricas, las cuales se encargan de la apertura y cierre de las válvulas.

El elemento que provoca la distribución, cuando está sujeto a un movimiento rectilíneo toma el nombre de empujador, centrado según que su eje encuentre o no al eje de rotación de la leva. Cuando al mismo tiempo cumple un movimiento oscilante de rotación alrededor de un perno toma el nombre de balancín.



Figura 18. Árbol de levas

Fuente: Share-Alike 2012

2.3.7 Turbo-alimentación de aire

Permite aumentar la potencia del motor sin cambiar las características, mejorando únicamente el llenado del cilindro con aire en la admisión por lo cual, se introduce el aire a una cierta presión por medio de un compresor o turbo alimentador.

Los motores que no tienen turbo-cargador se llaman de aspiración natural. Mientras que los motores que tienen turbo-cargadores incrementan el flujo de aire en la cámara de combustión y aumentan la presión, aumentando la

potencia y la torsión (Par), del motor entre 20% y un 40% según sea el diseño del turbo-cargador y el motor.

Figura 19. Componentes del turbo-cargador.

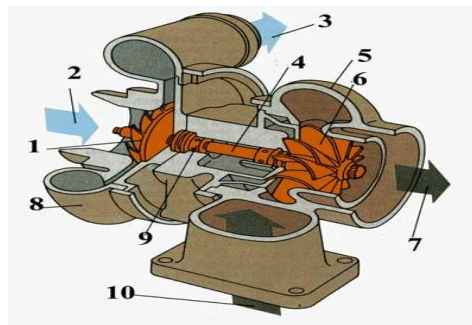


Figura 20. Árbol de levas

Fuente: P. READ Y V.C. REID 2008

- 1) Turbina del compresor
- 2) Mezcla
- 3) Mezcla comprimida que va hacia el cilindro
- 4) Eje, debe mantenerse lubricado, aceite de motor
- 5) Cubierta de turbina
- 6) Turbina de carga
- 7) Salida de los gases de escape
- 8) Cubierta del compresor
- 9) Rodaje, o cojinete
- 10) Entrada de gases.

Turbo-cargador de impulso: utiliza los impulsos que ocurren en los gases de escape cuando salen de los cilindros, permitiendo que la energía de los gases lleguen con rapidez a la turbina y se mejore la aceleración del motor.

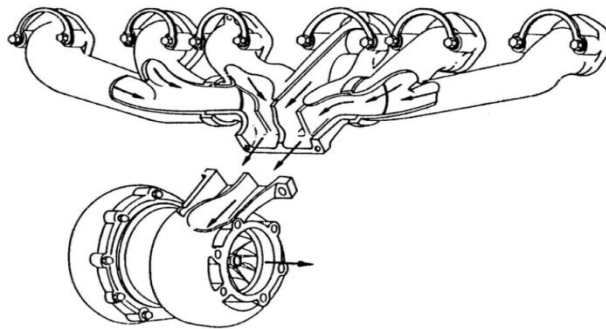


Figura 21. Turbo cargador por impulso

Fuente: P. READ Y V.C. REID 2008

2.3.7.1 Ventajas de la turbo alimentación.

Dado que el turbo-alimentación es activado por los gases de escape, un motor ofrece muchas ventajas sobre los motores de tipo convencional.

- Incremento considerable de la relación potencia-peso.
- Aumentando la potencia y par motor, alrededor de un 35% por encima de un motor normal. De esta manera un motor con turbo-alimentación de cuatro o seis cilindros, de menor cilindraje, puede realizar el trabajo de otro de mayor tamaño, por ejemplo un V8 convencional.
- Reducción del ruido del motor.
- La carcasa de la turbina actúa como un silenciador del ruido de los gases de escape del motor. De igual manera, la sección del compresor reduce el ruido de admisión.
- Gracias a estas características un motor turbo-alimentado es, mucho más silencioso que su contraparte convencional, aunque generalmente se percibe un silbido característico cuando el motor está acelerando.
- En economía de combustible.

- Un motor turbo-alimentado cuenta con un rendimiento más alto que el convencional, logrando una combustión más completa que da como resultado un consumo bajo de combustible.
- Reducción de emisiones de gases.
- Los turbo-compresores suministran al motor una cantidad específica de aire en el funcionamiento a media y alta velocidad, la cual ayuda a tener una combustión mucho más completa y limpia, lo que reduce considerablemente la emisión de humos.

2.3.7.2 Desventajas.

- Poca potencia a bajas revoluciones, es decir cuando no se acelera mucho, por tanto un régimen de vueltas bajo, entonces los gases de escape se reducen drásticamente provocando que el turbo apenas trabaje.
- El mantenimiento del turbo alimentador es mucho más alto que el de un motor convencional.
- Los motores turbo necesitan un aceite de mayor calidad y cambios de aceite frecuentes, ya que sus condiciones de trabajo son mucho más duras al tener que lubricar los apoyos de la turbina y del compresor, generalmente a temperaturas muy altas.
- Los motores turbo-alimentados requieren materiales de gran calidad, además de sistemas de lubricación y refrigeración más eficientes.

2.3.8 Sistema de Inyección de Combustible del Motor Diésel.

En el sistema de alimentación en el motor diésel, se realiza introduciendo de manera independiente en el interior de los cilindros el aire y el combustible, de forma que el aire se introduce en la admisión y el

combustible finalmente pulverizado, lo cual se produce una mezcla en la cámara de combustión, al finalizar la carrera de compresión.

Los componentes principales del sistema de inyección de combustible son:

- Bamba de inyección
- Inyector de combustible
- Cámara de combustión
- Filtros

2.3.8.1 Bomba de inyección

Se encarga de enviar el combustible a cada inyector a una presión fijada y a tiempo para cada una de las condiciones de operación. La potencia desarrollada es controlada con la cantidad de combustible inyectado al cilindro debido a que ingresa siempre una misma cantidad de aire.

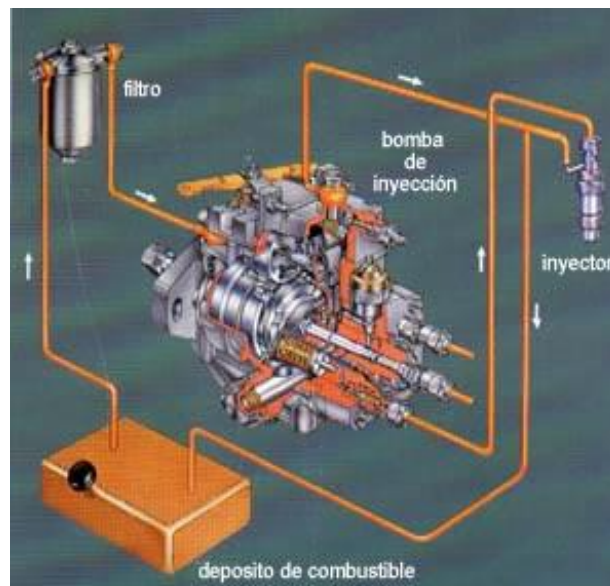


Figura 22. Bomba de inyección rotativa VE

Fuente: Dani Megaboy 2011

2.3.8.2 Inyector de combustible.

Es el encargado de pulverizar el combustible que se introduce en la cámara de combustión, y se distribuye uniformemente en el aire comprimido.



Figura 23. Inyector diesel

Fuente: Bosch 2009

La inyección de combustible con un tiempo de inyección sumamente corto debe iniciarse y terminarse de forma instantánea.

2.3.8.3 Cámara de combustión

Es considerada parte del sistema de inyección de combustible y está diseñada para lograr la mejor combustión.

2.3.8.4 Filtro

Limpia el combustible utilizando elementos filtrantes



Figura 24. Filtro diesel con purgador

Fuente: P. READ Y V.C. REID 2008

Sedimentador de agua, separa el combustible diesel del agua, utilizando al gravedad específica ya que el combustible es mas liviano que el agua, siendo drenado el agua por una llave ubicada en el fondo del sedimentador.

2.3.9 Sistema de Lubricación del Motor Diesel.

El sistema de lubricación de un motor de combustión interna, se encarga de reducir el mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor producida por el rozamiento, y evitar daños por exceso de calor. El funcionamiento del sistema, básicamente es como se describe.

El aceite es aspirado por la bomba desde el cárter a través de un pre filtro o colador destinado a retener las impurezas de tamaño relativamente grande. La bomba envía el aceite a una determinada presión (en función a las revoluciones de motor), por una canalización principal, de las que se derivan otras y conducen a diferentes elementos o partes móviles del motor.

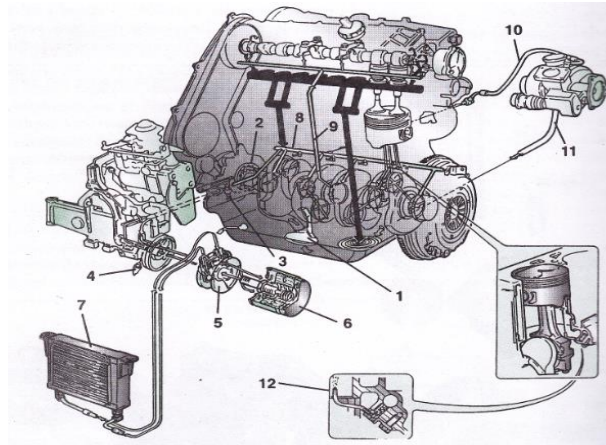


Figura 25. Sistema de Lubricación de un Motor diesel

Fuente: GIL HERMOGENES 2006

1. Trompetín de aspiración con Tamiz.
2. Bomba de aceite.
3. Válvula limitadora de presión.
4. Sensor del testigo de mínima presión de aceite
5. Soporte para el acoplamiento del filtro de aceite de la válvula termostática.
6. Filtro de aceite de cartucho con válvula by- pass de seguridad.
7. Radiador de refrigeración del aceite de motor.
8. Conducto principal de envío de aceite a los distintos órganos.
9. Conducto principal de aceite a los soportes del árbol de distribución.
10. Tubo de envío de aceite al turbo-compresor.
11. Tubo de retorno de aceite al cárter del turbo-compresor.
12. Rociadores.

2.3.9.1 Elementos del Sistema de Lubricación.

Es necesario mencionar ciertas condiciones especiales, que presentan los motores diésel las mismas que son:

Que el diseño de lubricación de los motores de combustión interna (motores diésel y motores a gasolina) poseen un sistema de lubricación similar. Lo que sí es una característica sobresaliente de los motores a diésel es la cantidad de carbono generado en el momento de combustión, de ahí que los filtros, de aceite sean de diseños singulares adecuados para este tipo de motor.

2.3.9.2 El Cárter de Aceite.

Es el recipiente o depósito de aceite del motor, de construcción resistente a posibles impactos, estructuralmente hay dos tipos de cárter, con características constructivas, de diseño y lubricación muy diferentes. Esta disposición se las conoce como “Motores con Cárter Seco y Motores con Cárter Húmedo”

El sistema de lubricación diésel requiere de un enfriador de aceite, ya que la temperatura de trabajo es generalmente elevada, y que las piezas en movimiento se encuentran sometidas a grandes esfuerzos. Es por ello que tenemos diferentes tipos de cárter, en el motor y son:

a.) Cárter Seco.- Cuando el aceite que proviene de los elementos móviles, y a los cuales se ha lubricado, es enviado a un depósito por separado. Este sistema requiere de una bomba adicional que bombea el fluido del cárter al depósito contiguo mientras que, de este depósito adicional es tranquilamente bombeado por la bomba de aceite hacia los elementos móviles a lubricar.

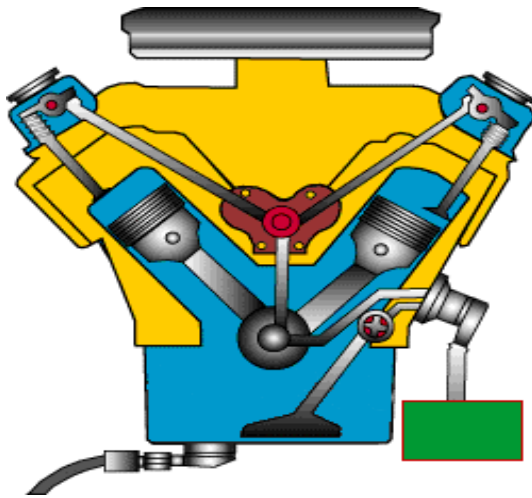


Figura 26. Cárter Seco con tanque adicional de (color verde)

Fuente: P. READ Y V.C. REID 2008

El cárter seco ha sido diseñado para permitir bajar el motor, o aumentar su distancia hacia el suelo, su función principal es evitar la entrada de aire a la bomba de aceite, cuando se desplaza el aceite gracias a la fuerza centrífuga, mejorando la lubricación en relación, a la lubricación que presenta el cárter húmedo, ya que la misma es insuficiente debido a los movimientos bruscos de aceleración, curvas y frenadas.

b.) Cárter Húmedo.- Es cuando el aceite proveniente de los elementos lubricados se deposita en el cárter, el mismo que se encuentra en la parte baja del motor, el cárter húmedo emplea una sola bomba de aceite, la misma que absorbe y envía el aceite, a los elementos a lubricar. El mismo que tiene una dimensión adecuada para contener todo el aceite de lubricación.

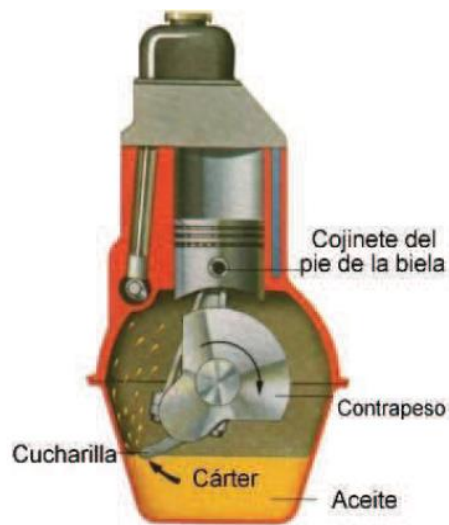


Figura 27. Cárter Húmedo

Fuente: Martínez Isral 2012

2.3.9.3 Bomba de aceite

Aspira el aceite de cárter y lo impulsa a presión por medio de la canalización hacia los elementos a lubricar, la bomba no solo debe asegurar una presión determinada, sino además proporcionar un caudal suficiente. Básicamente en los motores de vehículos industriales se utilizan dos tipos de bombas:



Figura 28. Bomba de aceite del motor Isuzu

Fuente: Alsacia 2012

Bomba de Engranaje.- Constituida por piñones, (que giran libres en su eje), accionados generalmente por el árbol de levas, y utilizado en motores diésel pesados.

Bomba de Rotores Interiores.- utilizado en motores diésel pequeños y es accionada por el cigüeñal constituido por engranajes, una corona, y un piñón central de forma excéntrica.

2.3.9.4 Filtro de Aceite

Elimina las impurezas que están suspendidas en el aceite, y que podrían dañar las piezas, elementos, o superficies en movimiento del interior del motor. Antes que el aceite llegue a la bomba y evitar daños en ella, de las partículas e impurezas que pueda contener el aceite. Podemos distinguir dos tipos de filtrado.

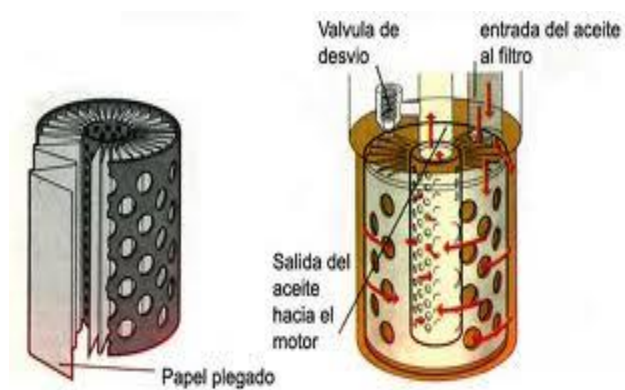


Figura 29. Filtros de Cartucho Recambiable.

Fuente: Martínez Isral 2012

2.3.9.5 Enfriador de aceite

Es un intercambiador de calor, que puede ser de agua-aceite o de aceite-aire, o en algún caso tienen un radiador pequeño que trabaja con agua

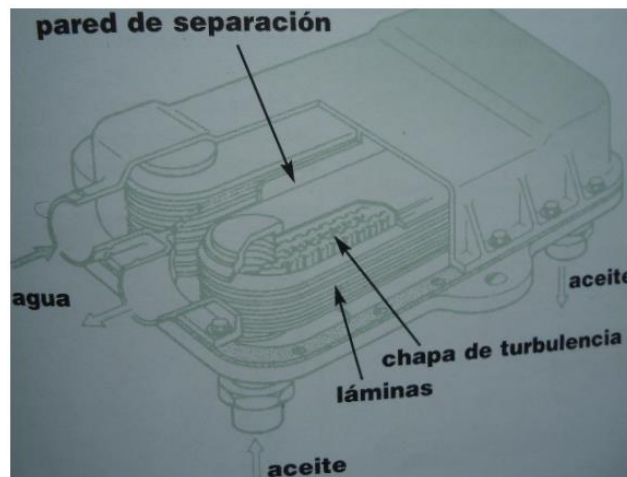


Figura 30. Intercambiador de calor aceite/agua en la Lubricación.

Fuente: GIL HERMOGENES 2006

2.3.10 Lubricantes y Lubricación.

Según P. READ Y V.C. REID. Manual Técnico del Automóvil 2008. **La finalidad de la lubricación es de reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor, que se produce por su rozamiento, esta finalidad se consigue por la interposición, de una fina película de lubricante entre las piezas o superficies metálicas, que pudieran llegar a entrar en contacto, bien sea a presión o por deslizamiento, evitando por ello el desgaste de las piezas del motor.**

Con una buena lubricación, se prolongara la vida útil, y el rendimiento del motor, las funciones principales de la lubricación son:

- Refrigerar todas partes móviles e incluso aquellas a las que no accede el sistema de refrigeración.

- Reducir el coeficiente de rozamiento dinámico.
- Absorber choques entre elementos móviles sometidos a presión.
- Limpiar de los órganos lubricados gracias al arrastre de limalla e impurezas

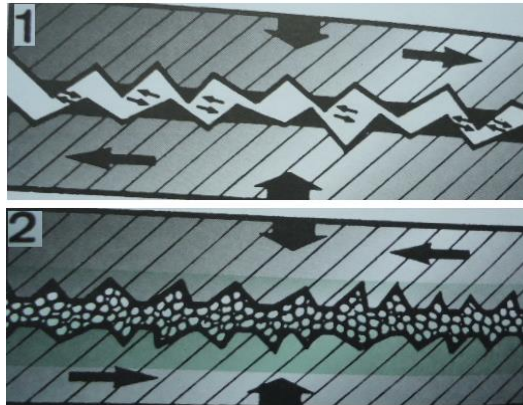


Figura 31. Frotamiento de partes metálicas 1 y con lubricación 2 vistas con microscopio.

Fuente: GIL HERMOGENES, 2006

Se denomina lubricantes a toda sustancia sólida, semisólida, o líquida que puede ser animal o vegetal, mineral o sintético, que se utiliza para reducir el rozamiento entre elementos móviles.

El aceite del motor es un lubricante moderno que está compuesto por dos grandes familias de productos, la base y los aditivos.

- **La base de origen mineral**, se obtiene principalmente del crudo del petróleo, que está compuesta por hidrocarburos, (en su mayoría de hidrogeno, carbono en menor proporción de oxígeno, azufre, y nitrógeno), representada entre el 90% y 80%, del lubricante acabado.

- **Los aceites se obtienen en su base sintética**, por síntesis química como siliconas, poliésteres aromáticos y de ácidos grasos, y derivados del silicio fosfórico, entre otros.

2.3.10.1 Propiedades de los lubricantes

a) Propiedades Físicas.

Color y Fluorescencia que carece de un valor crítico de evolución, ya que los aditivos enmascaran estas propiedades, no existe ninguna relación entre el color y la calidad del lubricante.

Viscosidad que denota la resistencia que presenta el aceite a fluir.

Fluidez es la propiedad contraria a la viscosidad, la cual tiene que ver con el nivel de refinamiento que ha tenido el aceite también llamado aceite fino que es menos denso, es decir fluido.

b) Propiedades Térmicas

Índice de viscosidad, es decir cuando un líquido aumenta la temperatura, y reduce la viscosidad. En los aceites, es indispensable que la viscosidad disminuya lo menos posible, para un adecuado comportamiento del lubricante.

Punto de Inflamación, es la temperatura con la cual el aceite llega a inflamarse, al aplicar una llama, un punto de inflamación alto ayuda a evitar la combustión, y la formación de residuos de carbón.

Punto de Enturbiamiento, es cuando empieza una separación de las sustancias como las parafinas y otras sustancias, que empiezan a

separarse por el aumento de temperatura aumentando el riesgo de obstrucción en el circuito de lubricación.

Punto de Congelación, es cuando el aceite pierde la capacidad de fluir, por lo tanto este punto debe ser lo más bajo posible, atendiendo a las necesidades de la lubricación.

Punto de Anilina, conocida también como la temperatura crítica de disolución, es decir, a la que se mezcla dos partes iguales de aceite y de anilina, el punto de anilina es inversamente proporcional a la cantidad de sustancias aromáticas que se tengan en el aceite.

c) Propiedades Químicas.

- Formación de Espuma, se produce por la agitación enérgica, que forman burbujas de distintos tamaños, por lo cual se obtiene pérdida de aceite.
- Emulsibilidad es la capacidad del aceite en formar una emulsión con el agua en condiciones normales.
- Aeromulsión, es la aparición pequeñísima de burbujas de aire en el aceite, mucho más pequeñas que las que forma la espuma.
- Número de Neutralización, se refiere a la cantidad de ácido necesaria para neutralizar el nivel de ácido básico del lubricante.
- Corrosión del Cobre, determina el nivel de corrosión hacia los materiales blandos, mientras el lubricante está en uso, como ejemplo se tiene los cojinetes anti fricción.

2.3.10.2 Características de los Lubricantes.

El lubricante va estar sometido a elevadas temperaturas y presiones, en el momento en que esté en funcionamiento del motor, el lubricante forma una

película la cual no debe quemarse ni romperse, lo que se consigue utilizando aceites minerales, con sus respectivas características como son:

Tabla 4. Características de los lubricantes

| | |
|----------------------------------|---|
| Viscosidad. | La viscosidad es una característica principal, ya que es la que representa la resistencia que el aceite opone al fluir. |
| Índice de viscosidad. | Es la medida cuando se producen cambios de viscosidad, de un aceite con la temperatura, los aceites se espesan o se enfrían, y se vuelven más delgados cuando se calientan. |
| Lubricación. | Los aceites deben proporcionar una película fluida, entre todas las partes móviles y estacionarias del motor, para reducir la fricción, el calor, y el desgaste, producidos por el contacto metal-metal o el desgaste por corrosión acida, oxidación, y abrasión a los contaminantes arrastrados por el aceite. |
| Gravedad específica. | Es una medida del peso del lubricante por una unidad del volumen, comparado con el peso del agua por unidad de volumen. |
| Número total básico (TBN) | <p>El TBN indica la capacidad de aceite, para contrarrestar y neutralizar los ácidos corrosivos que se producen al interior del motor. Importante para motores diésel de media y alta potencia, ya que el azufre presente en el combustible diésel se transforma durante el proceso de combustión en ácidos altamente corrosivos y perjudiciales para el motor que requieren ser neutralizados.</p> <p>Mientras más alto es el contenido de azufre, más alto debe ser el valor del TBN del aceite lubricante.</p> |

| | |
|---|--|
| Demulsibilidad. | Es la capacidad del aceite para separarse de agua una buena demulsibilidad del aceite permite separar, decantar, drenar agua, logrando así mantener la resistencia de la película lubricante, reducir el desgaste de las bombas y evitar el herrumbre en las partes metálicas del sistema. |
| Punto de congelación | Con una temperatura baja, el aceite se vuelve espeso que no puede fluir, en un motor a veces se debe calentar el aceite del cárter hasta que sea el aceite lo suficiente mente fluido, para permitir el arranque y asegurar una lubricación. |
| Sello. | Debido a las altas presiones los anillos del pistón, necesitan una capa de aceite entre anillo-camisa y anillo-ranura del pistón, para cerrar estas presiones y evitar el escape de los gases de escape. |
| Enfriamiento. | El aceite es responsable del enfriamiento del pistón, por transmisión directa del calor hacia las paredes del cilindro y de allí al sistema de enfriamiento. |
| Control de depósito | Los anillos debe estar libres para trabajar adecuadamente y mantener un buen sellado, por lo tanto se debe evitar la formación de depósitos en los surcos de los anillos y bandas del pistón. |
| Control de depósito en las válvulas. | Algunos aceites con mayor contenido de ceniza tienden a crear depósitos en las válvulas de escape, en algunos servicios de tipo pesado. |
| Control de lodos. | Los lodos y las partículas contaminantes se producen por altas y bajas temperaturas, lo cual no se debe permitir su acumulación. |

| | |
|-------------------------------------|---|
| Protección de los cojinetes. | Los aditivos contrarrestan el ataque de los cojinetes producidos por la descomposición del aceite y los productos corrosivos de la combustión, y ayudan a formar una película protectora. |
| Control de ralladuras. | Las presiones máximas tiene lugar en partes como los mecanismos del tren de válvulas y levas se necesita de aditivos tipo penetrantes o antioxidantes para minimizar este desgaste. |

Fuente: Autores 2012

2.3.10.3 Aditivos

Los aditivos representan entre un 10% a 20% del lubricante y tienen como misión mejorar las características y complementar, para asegurar una buena lubricación.

2.3.10.3.1 Principales aditivos del aceite.

Los principales aditivos del aceite más conocido son:

- Detergentes metálicos
- Dispersantes exentos de ceniza
- Inhibidores de oxidación
- Inhibidores de corrosión antiespumantes
- Defensores de tipo de vertido (cristalización)
- Antiherrumbrantes (impide contacto con H₂O)
- Desmulsificantes (mejoran características naturales)
- Mejoradores de índice de viscosidad

2.3.10.4 Factores que Afectan a la Lubricación.

Los factores que generalmente afectan a la lubricación, de determinan de la siguiente manera.

- Grado de pulimento de las superficies en contacto
- Naturaleza y dureza, de los materiales que se construyen en las superficies de contacto.
- El juego existente en el acoplamiento.

Tabla 5. Factores de la lubricación.

| | |
|--|--|
| La viscosidad del aceite. | A mayor viscosidad más rápidamente se formara la película. |
| La velocidad de rotación | A mayor velocidad más rápidamente se formara la película. |
| Carga sobre los cojinetes | A mayor carga a soportar más fácil será que la película se rompa. |
| Grado de acabado superficial | Cuando las superficies estén finamente acabadas, la película puede ser más delgada o lo contrario. |
| Los diámetros y holguras de los cojinetes. | Son todos ellos factores importantes |
| Alimentación del lubricante. | Debe ser continua y abundante. |

Fuente: Autores 2012

2.3.10.5 Clasificación de los aceites según las normas SAE, API, y Calidad Europea como, CCMC, ACEA.

Los aceites lubricantes han sido clasificados de acuerdo a las normas complementarias, que son la norma SAE, que se basa directamente en las

propiedades relacionadas con la viscosidad del aceite, la norma API cuyo enfoque radica en la calidad del aceite.

a. La Sociedad Americana de Ingenieros del Automóvil (SAE).

Clasifica a los aceites en dos grandes grupos:

En el primer grupo, la viscosidad se mide a temperaturas inferiores a 0 °C, lo que da idea del espesor del aceite en arranque en frío, este grupo comprende cinco clases de viscosidad que son: SAE 5W, SAE 10W, SAE 15W, SAE 20W, SAE 25W. La letra (W) es un distintivo que significa invierno (Winter) , por ejemplo mientras más bajo sea el número, el punto de congelación es mayor, y mientras más alto sea el número el punto de congelación es menor, o sea un SAE 15W, arranque en frío -20°C y un SAE 15W, arranque en frío -15°C.

En el segundo grupo la viscosidad se mide por temperaturas superiores, a los 100°C, con una fluidez de aceite en caliente del motor, se establece cuatro clases de viscosidad que son: SAE 20, SAE 30, SAE 40, y SAE 50.

En estos aceites que cumplen una función, comprendida en cualquiera de los dos grupos, se les denomina aceites mono grados. La combinación de estos aceites, se obtiene los llamados aceites multigrados, por ejemplo: SAE 10W 30, satisface las exigencias del grado SAE 10W, y SAE 30, se puede utilizarlo en una amplia gama de temperaturas ambiente, comprendidas entre (-20°Cy30°C), mientras que separados el SAE 30 no garantiza un arranque en frío y un SAE 10W se volverá excesivamente fluido en caliente.

Los aceites multigrados, se crearon con el fin de que su viscosidad fuese la más adecuada, a las necesidades del funcionamiento del motor, y dentro de la amplia gama de temperaturas a las que estará sometido el motor.

b. El sistema normalizado de American Petroleum Institute (API).

En la actualidad clasifica a los aceite atendiendo a su utilización, utilizando las siglas “C” de comercial, originalmente para motores diésel y “S” de servicio, para motores de gasolina.

En la clasificación comercial se establece cuatro grupos: CA, CB, CC, CD, de los cuales los dos primeros (CA y CB), no se aplican en la actualidad ya que fueron desarrollados en los primeros motores de los años 50.

Tabla 6. Clasificación de los Aceites Norma API.

| Clasificación “C” | API | Utilización |
|------------------------------|------------|--|
| CA y CB | | En los primeros motores de los años 50, ya no se utiliza. |
| CC | | En motores diésel con funcionamiento moderado y fuerte y en motores a gasolina con actividades pesadas. |
| CD | | En motores diésel turbo-alimentados para un control efectivo de desgaste con un funcionamiento muy severo. |
| CE | | En motores diésel sobre-alimentados, con mayor protección frente al pulido de camisas. |
| CF | | En motores diésel de inyección directa, con mejoras de control de depósito, el desgaste y la corrosión de las aleaciones de cobre incluso con combustible con alto de contenido de azufre. |
| CF-2 | | En motores diésel de dos tiempos, eficaces contra la formación de depósitos en los segmentos y cilindros. |

| | |
|--|---|
| CF-4 | En motores diésel con especificaciones especialmente dirigidas a la reducción de emisiones de partículas en los motores diésel. |
| CG-4 | En motores diésel de alta velocidad de trabajos de largo tiempo, indicado para combustibles de bajo contenido de azufre entre, (0,05% y el 0,05%). |
| Clasificación API “S” | Utilización |
| SE y SF | En motores a gasolina de fuerte actividad y turboalimentados. |
| SG | En motores a gasolina, para turismo evita la formación de lodos, protege contra la oxidación, la corrosión, y la formación de depósitos, anti desgaste. Actualmente homologado. |
| SH | En motores de gasolina actuales, con la homologación del SG. Hace suponer una mayor calidad en la lubricación. Con una considerable reducción de combustible. |
| SJ | En motores de gasolina actuales, introducida en 1996, y de utilización en cualquier motor actual de gasolina. |

Fuente: Autores 2012.

Los aceites API “C” CF-4 y CG-4 contribuyen eficazmente a la reducción de emisión de partículas, actualmente homologados además de facilitar el arranque, minimizar los desgastes, minorar la formación de depósitos, y neutralizar adecuadamente los ácidos que se provocan en la combustión de los motores diésel.

Para la clasificación API “S” SG, SH, y SJ, se estiman periodos de cambio de aceite de hasta 15.000 Km, con las especificaciones SH y SJ, además de conseguir reducir los consumos de combustible por su adición de mejoras de la fricción y por ser productos de baja viscosidad. En la actualidad las especificaciones API no utilizan productos que puedan envenenar los catalizadores, utilizando metales de aditamento compatibles con éstos.

c. La clasificación del Comité de Constructores del Mercado Común (CCMC).

En términos legales esta clasificación ya no existe, tiene todavía una gran difusión comercial y se aplican en motores de cilindrada pequeña, en Europa, para motores a gasolina tenemos cinco clasificaciones y cuatro para motores diésel.

Tabla 7. Clasificación de los Aceites (CCMC).

| Clasificación (CCMC) a Diésel | Utilización |
|--------------------------------------|--|
| D1 | En motores diésel en vehículos comerciales y condiciones ligeras de operación. |
| D2 | En motores diésel sobre-alimentados y aspirados en condiciones severas de uso. |
| D3 | En motores diésel sobre-alimentados y aspirados, diseñados para prevenir el pulido de camisas. |

| | |
|---|---|
| PD1 | En motores diésel, aspirados y sobrealimentados |
| | Estas cuatro clasificaciones han dejado de homologarse desde 1990 sustituidas por: |
| D4 | Clasificación que sustituye a la D3 con su misma filosofía. |
| D5 | Clasificación que sustituye a la D4 y equivale a la API CE |
| PD2 | Clasificación que sustituye a la PD1. |
| Clasificación (CCMC) a gasolina. | Utilización. |
| G1 y G2 | En motores de gasolina de uso general, G1 de equivalencia al API SE, y el G2 de equivalencia al API SF. |
| G3 y G4 | En motores de gasolina de baja viscosidad y alta protección a las temperaturas, reduce el consumo de combustible el G3 y el G4 de equivalencia al G2 pero compatible con los elastómeros. |
| G5 | En motores de gasolina con características al G3, G4, compatible con elastómeros, equivalente API SG. |

Fuente: Autores 2012.

d. Clasificación de Calidad Europea (ACEA).

La clasificación distingue tres categorías de aceites para motores de gasolina, para motores diésel y para motores diésel en vehículos de pasajeros.

Tabla 8. Clasificación de los Aceites Según (ACEA).

| Clasificación (ACEA) motores gasolina | Utilización |
|--|---|
| A1 | En motores a gasolina de óptima calidad, estabilidad de cizallamiento sin variación de grado de viscosidad, diseñado para el ahorro de combustible. |
| A2 | En motores de gasolina de uso general, con estabilidad de oxidación equivalente al G5 y al G4. |
| A3 | En motores a gasolina con una calidad mejorada del CCMCG5. |
| Clasificación (ACA) motores Diésel. | Utilización |
| E1 | En motores antiguos diésel aspirados o sobrealimentados con trabajos ligeros, equivalente al CCMCD4. |
| E2 | En motores diésel de calidad estándar de uso general, cumple con protecciones mínimas contra la formación de hollín y de diversos ensayos. |
| E3 | En motores diésel de calidad mejorada, con protección de hollín respecto al E2 y al API-CG4. |
| Clasificación (ACEA) motores Diésel en vehículos de pasajeros | Utilización |
| B1 | En motores diésel de óptima calidad, con una estabilidad de cizallamiento, sin variación del grado de viscosidad, diseñado especialmente |

| | |
|----|--|
| | para mejorar la economía de combustible, y más severo que el CCMCPD2. |
| B2 | En motores diésel de calidad estándar europea para uso general. |
| B3 | En motores diésel de calidad mejorada respecto del B1, más severo en estabilidad al cizallamiento sin variación de grado de viscosidad y mayor control de incremento de viscosidad y desgaste. |

Fuente: Autores 2012.

Los aceites A1 y B1 son denominados “Eco” por ser de baja fricción y contribuir con ello al ahorro de combustible.

2.3.10.5.1 Aceites Sintéticos.

Los aceites se obtienen de la base sintética y se fortifican con aditivos semejantes a los de las bases comunes de aceites de petróleos. Estos aceites forman cadenas de hidrocarburos más fuertes, más resistentes a la oxidación y poseen mayores propiedades lubricantes, con importantes ventajas como:

- Mayor estabilidad de viscosidad sobre un rango más amplio de temperatura de operación.
- Efectos muy reducidos de oxidación.
- Desgaste reducido y capacidad de carga aumentada.
- Pérdidas de evaporización menores.
- Temperaturas menores del aceite del cárter.
- Menor consumo de aceite y menos depósitos en el motor.
- Mayor economía del combustible.

2.3.10.6 Aplicación de Aceites en el Motor Diesel.

Según Salesianos Burgos 2011. **Dependiendo de las condiciones de funcionamiento de un motor, que son muy variables, según el tipo de utilización y la clase de motor., La aplicación del lubricante debe ser adecuada a las condiciones de trabajo, para conseguir un óptimo rendimiento con un mínimo desgaste.**

El trabajo de un motor que funciona durante largos periodos de tiempo en altos regímenes, es más duro que si lo hace en regímenes medios. De igual forma una utilización de recorridos cortos, partiendo de un motor frío en invierno, es más dura que si el motor funciona normalmente en recorridos largos.

Dependiendo del tipo de utilización del motor, se estableció en principio una aplicación de los aceites agrupados en tres tipos:

1. Aceite regular, obtenido de la destilación del petróleo bruto, con un índice de viscosidad bajo y con tendencia a la oxidación.
2. Aceite Premium, contiene aditivos, resistente a la oxidación y a la corrosión para motores que trabajen en condiciones severas normales.
3. Aceite Detergente, posee estabilidad a la oxidación resistencia a corrosión y fundamentalmente propiedades detergentes y despertantes lo que son idóneos para utilizarse en motores a gasolina o diésel que trabajen en condiciones de servicio muy severas su denominación es con las siglas HD, que se añade a la denominación principal. Ejemplo: SAE 30HD.

Los fabricantes de automóviles aconsejan el empleo de un determinado tipo aceite para sus fabricados. En el rodaje del motor suelen emplearse

aceites llamados de “Primera Monta” que contienen aditivos como grafito coloidal, y el molibdeno, que en contacto con las piezas en frotamiento dan un roce más suave.

Cuando el motor ha estado funcionando con un aceite detergente y se quiere utilizar otro tipo, deberá efectuarse un lavado previo con el aceite que se va a emplear seguidamente, teniendo el motor en marcha durante quince minutos, para vaciar a continuación el aceite y poner definitivamente el nuevo

2.3.10.7 Aceites para Economía del Combustible.

Se utiliza aditivos con grafito coloidal, disulfuro de molibdeno, y también hay una tendencia hacia un menor grado de viscosidad, para obtener mayor eficiencia en combustible. El uso extensivo de menores grados de viscosidad, demandar de mejor desempeño antifricción.

2.3.11 Sistema de Enfriamiento

El sistema de enfriamiento sirve para recoger el calor de las partes críticas y mantener el motor a una temperatura conveniente para lograr su máximo rendimiento. Los puntos más calientes que se deben de enfriar constantemente son: cámara de combustión, parte alta del cilindro, cabeza del pistón, válvulas de admisión y de escape y boquilla del inyector. En el interior existen conductos de agua que rodean a los puntos críticos.

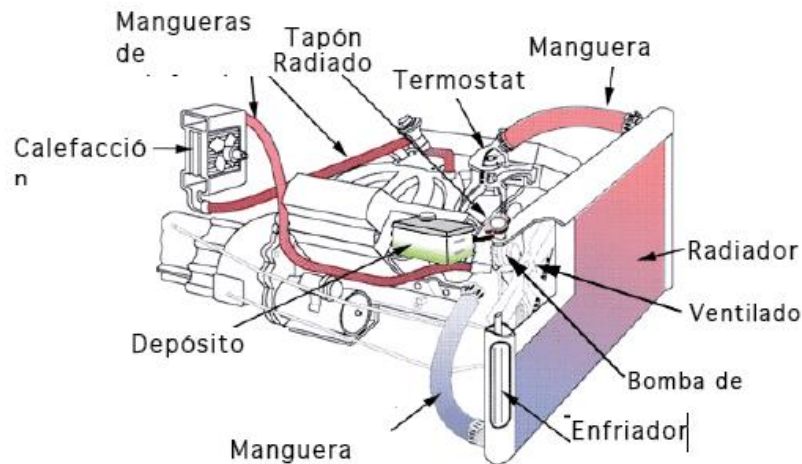


Figura 32. Partes del sistema de enfriamiento

Fuente: Luis Felipe Bolaños 2011

- Radiador: Es el encargado del enfriamiento o evacuación del calor, del agua calentada en el bloque de cilindros va colocado, normalmente en la parte delantera del vehículo.
- Tapón es el encargado de sellar el sistema a una presión específica.
- Mangueras: El refrigerante va desde el radiador hasta el motor a través de una serie de mangueras fuertes y flexibles que puedan tolerar la vibración del motor y el calor intenso.
- Termostato: El termostato es un regulador de temperatura. El termostato ayuda a calentar el motor y a conservar la temperatura del refrigerante y del motor durante la operación. El termostato se abre y se cierra continuamente, a medida que cambia la temperatura de trabajo.
- Bomba de agua: Una bomba de agua es un mecanismo simple que mueve el refrigerante dentro del motor, mientras esté funcionando.
- Ventilador: Se encuentra en la parte delantera del motor, se encarga de extraer el calor del radiador.
- Banda y polea: Impulsa a la bomba de agua. La tensión que debe llevar la banda del motor debe ser adecuada para evitar daño a la bomba de agua y alternador.

- Depósito recuperador: Sirve para guardar el refrigerante, además de ser respiración del sistema de enfriamiento,

2.3.12 Sistema Eléctrico

Es el encargado de proveer energía eléctrica a los circuitos de iluminación como las luces, energía al tablero de control de instrumentos, y de más accesorios del vehículo.

- **Batería** es el acumulador que almacena energía química, para liberar en forma de energía eléctrica, proporcionando al motor de arranque la potencia necesaria para el encendido de motor.
- **Las bujías de precalentamiento** o bujías incandescentes son dispositivos dotados de una resistencia eléctrica y accionados desde la llave del encendido, que se utilizan para facilitar el arranque en frío de los motores, especialmente los Motores Diésel.
- **Alternador** genera la energía necesaria para el encendido de las luces. Utilizado además para cargar la batería.

2.3.13 Emisiones Vehiculares al Ambiente.

Los gases producidos por el encendido del motor, ya sea encendido por chispa, vehículos a gasolina, con un nivel de contaminación del 60% y el encendido por compresión, vehículos a diésel con un nivel de contaminación del 0.9%. Que se encuentran dentro de las principales fuentes contaminantes del aire.

Tabla 9. Principales Gases Contaminantes en Motores a Gasolina y a Diésel.

| | MOTOR A GASOLINA | MOTOR A DIÉSEL |
|---|--------------------------|---------------------------|
| Monóxido de carbono (CO) | Menor que 10% en volumen | Menor que 0,1% en volumen |
| Hidrocarburos (HC) | Menor que 1000 Ppm | Menor que 300 Ppm |
| Óxidos de Nitrógeno (NO _x) | 2000 – 4000 Ppm | 1000 – 4000 Ppm |
| Óxido de Azufre (SO _x) | Hasta el 0,008% | Hasta el 0,03% |
| Material particulado (humo) | 0,01 g/m ³ | 0,5 g/m ³ |

Fuente: Dani Megaboy, 2011

El óxido de nitrógeno (NO_x) se puede controlar tanto en motores a gasolina como en motores a diésel. En los motores a diésel se controla disminuyendo el tiempo, retrasando el encendido, mientras que en los motores a gasolina se controla mediante la recirculación de una cierta cantidad de gases de escape.

El monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) generados por la combustión incompleta del combustible, por lo que algunas partículas de combustible no habrán hecho contacto total con el oxígeno en el aire, y no se quemaran por completo. El hidrogeno del combustible se combinará con el oxígeno del aire, pero el carbono del combustible no se combina con tanta facilidad con el oxígeno. Por lo tanto el oxígeno libre del aire se combina con el aire para formar el agua (H₂O), y el carbono se descarga como humo negro en el tubo de escape. El hidrocarburo, que se produce por una cierta cantidad de aceite, la cual se quema en la cámara de combustión, produce humo de color azul.

El dióxido de azufre (SO_2) es forma mediante el azufre que se encuentra en el combustible, el SO_2 es un gas tóxico incoloro y de mal olor, la oxidación del SO_2 produce trióxidos de azufre, que pueden terminar en ácido sulfúrico, responsable de las partículas de sulfato en las emisiones diésel, teniendo un gran impacto ambiental además de causar las denominadas lluvias ácidas en la tierra.

2.3.14 Propiedades del Diesel.

El diésel y la gasolina son combustibles obtenidos por la destilación del petróleo bruto, los mismos que contienen hidrocarburos de todas las series. Los combustibles diésel tienen ciertas propiedades que los hacen adecuados para ser empleados en motores diésel.

a) Viscosidad: Debe ser baja para una atomización fácil, al pulverizarlo en la cámara de combustión.

b) Punto de inflamación: Es cuando la temperatura aumenta y el combustible empieza a evaporarse, que se inflama de inmediato si hay una chispa o una llama, a 55°C es el punto de inflamación del diésel, lo cual es más seguro para el manejo y el almacenamiento.

c) Temperatura de auto ignición: Es la temperatura a la cual el combustible atomizado se inflama y arde sin la ayuda de una chispa, una baja temperatura de auto ignición significa que el motor arrancara con facilidad, 250°C es la temperatura de auto ignición del diésel.

d) Contenido de azufre: Un contenido de azufre demasiado alto produce excesivo desgaste en los cilindros por la formación de ácidos en el aceite lubricante y el TBN. Además este contribuye significativamente a las emisiones del material particulado (PM). Los combustibles no deben contener más de 0.5% del contenido de azufre.

2.3.14.1 Poder de Encendido del Combustible Diésel.

Según Mariano Rinaldi, 2007. Con un suficiente poder de encendido del diésel, es la condición previa para la combustión normal y antidetonante en el motor diésel, el poder de encendido del combustible es inferior al requerido por el motor. La medida de encendido de un combustible, viene dado por el número de cetano (NC), el diésel normal tiene un NC, comprendido entre 40 y 70. Los efectos de calidad de combustible sobre el motor pueden ser:

a.) Golpeteo Diésel: Un combustible de mala calidad, produce un fuerte golpeteo, con un fuerte impacto sobre los pistones y cojinetes.

b.) Sedimentos en el Motor: Un combustible de mala calidad de encendido, puede producir una formación de sedimentos en las cámaras de combustión, en los segmentos y en los alrededores del pistón.

c.) Arranque: Un combustible de buena calidad, menor resulta la temperatura de arranque eficaz, mientras que la utilización de un combustible de mala calidad dificulta el arranque del motor, con periodos más largos de calentamiento, por lo cual el motor produce humo blanco de escape.

d.) Olor y Homos: El motor en buenas condiciones y un combustible de alta calidad de encendido reduce los gases, olores y humos al mínimo, mientras que la baja calidad agrava estos problemas.

2.3.15 Significado de Mantenimiento.

El significado de mantenimiento generalmente cubre todas las medidas necesarias para la conservación, supervisión, y reparación, de la capacidad de funcionamiento del equipo o máquinas. En muchos lugares estandarizados, mantenimiento es el término general que cubre las tres clases de mantenimiento siguientes como: servicio, inspección, y reparación. Resumiendo brevemente el mantenimiento ya no es solamente la reparación de máquinas y equipos dañados. Hoy es un campo especializado de múltiples aspectos con sus propias reglas, cubriendo una multitud de problemas, porque como resultado de la mecanización y automatización, las máquinas y equipos se están haciendo cada vez más complejas y caras, de tal manera que las demandas técnicas sobre el mantenimiento también aumentan, el equipo y las máquinas se están haciendo cada vez más potentes y exigen disponibilidades mayores.

Además visto desde el aspecto de costo, el significado de mantenimiento se confirma de modo impresionante. Después del costo de energía, los gastos de mantenimiento representan un promedio del 30% de los costos de producción. A la larga la meta final de todas las medidas de mantenimiento es “Asegurar la disponibilidad necesaria de acuerdo con los aspectos económicos, esto es, a un costo mínimo y de acuerdo con los reglamentos de seguridad pertinentes.”

2.3.15.1 Mantenimiento de Motores.

Desde hace mucho tiempo el mantenimiento en equipos en las industrias, es de vital importancia, no solo en reparación de máquinas y equipos dañados, sino que dichos equipos tengan largos periodos de vida útil, sin que su eficiencia se vea afectada.

El mantenimiento automotriz varía según la aplicación que se realice en el vehículo, por lo que existe varias técnicas de mantenimiento relacionadas directamente con el momento en el tiempo en que se realiza el chequeo, los tipos de mantenimiento que existen son:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Proactivo.

2.3.15.1.1 Mantenimiento Correctivo.

En el mantenimiento correctivo es cuando aparece una falla o avería, de forma imprevista en los equipos, máquinas o vehículos, por un mal funcionamiento del mismo o de que tal equipo deje de funcionar, afectando de la siguiente manera:

- Una parada no prevista de los equipos o máquinas.
- Afectación de las actividades productivas.
- La planificación del tiempo y fuera de operación, del equipo es imprevisto.

2.3.15.1.2 Mantenimiento Preventivo.

En este tipo de mantenimiento se detectan los daños antes que ocurran en una máquina, está presupuestado y se efectúa bajo condiciones controladas, el cual presenta las siguientes características:

- Detectar daños antes que ocurran.

- Aumentar la seguridad de operación y disponibilidad de las máquinas.
- Bajar el número de paradas y tiempo de máquinas paradas.
- Bajar los costos de operación y mantenimiento.
- Mejoramiento del diseño y calidad del material

2.3.15.1.3 Mantenimiento Predictivo.

En este tipo de mantenimiento es el cual hay que determinar las técnicas mecánicas y eléctricas reales de la máquina, en funcionamiento adecuado, por lo cual se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes de una máquina. Con un sustento tecnológico, de este mantenimiento agregado al diagnóstico de una máquina, con técnicas de mantenimiento que son:

- Un análisis de vibraciones de la máquina o equipo.
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor prolongado).
- Ferrografía (la precipitación magnética y subsecuente del análisis del aceite).

2.3.15.1.4 Mantenimiento Proactivo.

El mantenimiento proactivo es una técnica enfocada principalmente en la identificación y corrección de las causas que originan la falla de los equipos o máquinas esta técnica implementa soluciones que atacan a las causas de los problemas no a los afectados.

A través de este estudio se pretende disminuir tanto el presupuesto como la necesidad del mantenimiento y reparación, al controlar sus causas que los originan.

2.4 Posicionamiento teórico personal

Primero hay que recordar que los gases se caracterizan por estar constituidos por una materia sin forma y sin volumen específico, que toma la forma de su recipiente contenedor y que suelen ocupar un volumen incluso mayor, que el de dicho recipiente.

Por otro lado, si se desea disminuir el volumen ocupado por una cantidad determinada de gas, la reacción elástica de éste aumenta. Es decir tenemos un aumento de presión, la misma que es el resultado de la compresibilidad de los gases.

Son muy eficientes ya que se producen reacciones de combustión completas, es decir, casi todo el combustible se quema o reacciona por acción de la autoignición, se recuerda que estos motores no usan bujías o chispas, sino que debido a las altas temperaturas y presiones que se alcanzan dentro de la cámara de combustión el combustible sufre de una reacción exotérmica liberando mucho calor, esto expandirá los gases y moverá al pistón.

Bueno, de esta manera, aunque los combustibles fósiles llegaran a terminarse, se podría usar biodiesel, y así el motor diesel seguirá siendo muy importante en cuanto generación de energía, transporte, construcción, etc.

2.5 Glosario de términos

ABS: (Anti Blockier System, o Anti-Lock Brake System). Sistema de antibloqueo de frenos. Es un sistema que evita el bloqueo de las ruedas al frenar. Mediante sensores instalados en cada rueda, monitorea en cada instante de la frenada si una rueda está a punto de bloquearse. De ser así, envía una señal a la ecu, la cual que reduce la presión de frenado sobre esa rueda evitando así el bloqueo. El ABS mejora notablemente la seguridad en los vehículos, ya que reduce al mínimo la posibilidad de pérdida de control en situaciones extremas.

Aerodinámica: trata sobre la resistencia al viento de la carrocería del vehículo, así que la aerodinámica es una base fundamental en el diseño de un vehículo, ya que influye tanto en el aprovechamiento de la potencia desarrollada por el motor como en la estabilidad del vehículo en altas velocidades. La facilidad con la que un automóvil se mueve en la corriente de aire depende de encontrar el coeficiente aerodinámico adecuado que se obtiene con medida experimentales de campo.

ABC: Siglas de «Active Body Control», o control activo de la carrocería. Sistema implementado por Mercedes. Mediante este sistema se suspende el uso de las barras estabilizadoras colocando cilindros hidráulicos en cada rueda del automotor, controlando de esta manera el cabeceo y balanceo de la carrocería.

AHR: (Active Head Restraint). Denominación que se da a los apoyos para la cabeza de los asientos, los cuales absorben parte de la energía del golpe para minimizar el riesgo de lesiones cervicales.

ATF: (Automatic Transmission Fluid), se emplea para referirse en general

a los aceites utilizados en transmisiones automáticas y sistemas de dirección hidráulica.

Alternador: es el elemento encargado de recargar constantemente la batería. La ventaja del alternador es que es más pequeño que su predecesor el dínamo, el problema es que produce corriente alterna, mientras que la batería necesita corriente continua para recargarse, lo que obliga a utilizar un rectificador de corriente.

Compresor: Es un sistema de sobrealimentación que consiste en transferir la energía entre los gases de escape y el aire de alimentación por medio de ondas de presión generadas por un sistema que tiene conexión directa con el cigüeñal, tiene la ventaja de su rapidez de respuesta al tomar energía del motor.

Convertidor de par: Es un mecanismo que se emplea en los cambios automáticos el cual sustituye el embrague. En este sistema se aprovecha la fuerza centrífuga que actúa sobre un fluido (aceite). Se conforma de tres elementos que forman un anillo con forma de donuts, en cuyo interior se encuentra el aceite. Esas partes son: el impulsor, la turbina y el reactor situado en el centro del componente.

Dioxido de carbono: gas producido por la combustión en el motor, su símbolo es CO_2 .

GPS: (Global Positioning System). Es un sistema de navegación y geolocalización que utiliza las señales de tres satélites para, a través de una antena, captar los datos que se reciben del vehículo.

Hidroneumático: se emplea este término para un sistema que se compone de un muelle neumático y un fluido (aceite) para transmitir la fuerza. Estos

elementos se emplean por lo general en la suspensión.

Túnel de viento: Empleado para el diseño de los automóviles aquí se estudia la aerodinámica de un vehículo, no son mas que habitaciones cerradas en las que se pueden probar vehículos en tamaño real o maquetas a escala, simulando condiciones de funcionamiento reales. Se utiliza ventiladores gigantes para generar la cantidad de aire necesaria para realizar las pruebas.

2.6 Matriz categorial

| CONCEPTO | CATEGORÍAS | PARTES | INDICADOR |
|---|--|--|---|
| <p>MOTOR A DIESEL</p> <p>Un motor diésel es aquel en el cual el encendido se produce por auto inflamación de la mezcla. Lo cual posibilita la compresión del aire al interior del cilindro. Por ende, se trata de un motor térmico. En contraste, los motores a gasolina de ciclo Otto, en donde se mezcla el aire y combustible antes de ingresar a la cámara de combustión y la ignición es provocada por medio de una chispa.</p> <p>El motor diésel se origina con el señor Rudolf Diesel, quien en el año 1892, inventó y patentó este tipo de motor. Fue mostrado por primera vez en París en el año 1900, y fue presentado como el primer motor para biocombustibles; ya que se podía utilizar aceite de palma con un 100% de pureza.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Carter superior o bloque | <ul style="list-style-type: none"> - Cilindros - Cigüeñal - Árbol de levas - Cojinetes - Bielas | <p>Mejor control</p> <p>Mayor eficiencia</p> <p>Menores emisiones contaminantes</p> <p>Menor consumo de combustible</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Carter inferior | <ul style="list-style-type: none"> - Carter de aceite - Bomba de aceite | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Cilindros | <ul style="list-style-type: none"> - Segmentos - Pistones - Cámara de combustión - Bulón | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Culata | <ul style="list-style-type: none"> - Bujías - Válvulas - Balancines | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Cigüeñal | <ul style="list-style-type: none"> - Volante - Dámper | |

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

Estará apoyado por la investigación bibliográfica y práctica.

Tipo bibliográfica porque se amplió y profundizó el conocimiento sobre bases de estudios ya realizados y revisión de la literatura conceptual y teórica de los hechos que lo fundamentan científicamente y tecnológico.

Tipo práctica porque se realizó la investigación en un motor diesel isuzu 3000cc por medio del desarmado, reparación y construcción de una estructura para soporte del motor.

3.2 Métodos

Para el presente proyecto se utilizó los siguientes métodos:

Científico.- La investigación estuvo destinada a explicar sobre los motores a diésel cuyos conocimientos y aplicaciones prácticas fueron útiles tanto para docentes como para estudiantes.

Analítico permitió distinguir cada componente del motor Isuzu de 3000cc y revisar cada uno de ellos por separado para así llegar a cumplir los objetivos planteados.

Sintético Es decir, procesando y utilizando unicamente la información necesaria para poder dirigirse claramente a la explicación de manera que sea comprensible para todo a quel que lo requiera.

Inductivo- Deductivo Se partió de una observación de hechos, generalizando lo observado, demostrando las conclusiones y aplicando la lógica para validar éstas.

3.3. Técnicas a emplearse

Para la investigación se utilizó la siguiente técnica:

Observación científica Es un método práctico y tangible ya que permitió apreciar en forma directa las partes y funcionamiento del motor isuzu de 3000cc.

Esta técnica de investigación de campo permitió obtener la información en el campus de la Universidad Técnica del Norte en la FECYT para tener en claro el tipo de conocimiento que tienen los estudiantes del área Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, sobre el motor a diesel Isuzu 3000cc, para luego solucionar los problemas suscitados en la misma.

CAPÍTULO IV

4.- MARCO ADMINISTRATIVO.

4.1. Talento Humano

- Investigadores
- Asesor o tutor

4.2. Recursos Materiales

- Los recursos bibliográficos
- Materiales de oficina
- Cuaderno de notas
- Marcadores
- Papel bond
- Cinta adhesiva

4.3. Recursos Técnicos y Tecnológicos.

- Computadora
- Impresora
- Internet
- Filmadora
- Grabadora
- Infocus

4.4. Cronograma de actividades

| ACTIVIDADES | NOV. | | | | DIC. | | | | ENERO | | | | FEBRERO. | | | | MARZO. | | | | ABRIL. | | | | MAYO. | | | | JUNIO. | | | |
|--------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|----------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Búsqueda de información | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elección de motor diesel | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborar anteproyecto | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizar pruebas | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizar reporte | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Ampliar marco teórico | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Realizar correcciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Realizar reporte final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Defensa tesis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

4.5. Presupuesto

Los recursos materiales serán financiados por nosotros mismos para la adquisición de la base del proyecto como es el motor y también de implementos necesarios.

Egresos

| | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|
| Impresiones y foto copias | 180.00 | \$ |
| Pasajes para movilización | 30.00 | \$ |
| Internet | 25.00 | \$ |
| Anillados, cds | 50.00 | \$ |
| Adquisición de documento de apoyo | 80.00 | \$ |
| Material para la estructura | 250.00 | \$ |
| Compra del motor diesel ISUZU 3000cc. | 2,000 | \$ |
| Kit de reparación del motor | 1,000 | \$ |
| Rectificación del cabezote | 250.00 | \$ |
| Rectificación del cigüeñal | 150.00 | \$ |
| Calibración de inyectores | 70.00 | |
| Asesoría técnica | 100.00 | \$ |
| Instalacion eléctrica | 150.00 | \$ |
| Mas 15% de imprevistos | 100.00 | \$ |
| TOTAL | 4,435.00 | \$ |

CAPÍTULO V

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- La tecnología de inyección directa en el motor a diésel Isuzu 3000cc ofrece increíbles niveles de potencia con menor consumo de combustible y menores gases contaminantes, lo que hoy en día es primordial debido a que vehículos diésel pueden producir cáncer.
- El motor a diésel Isuzu 3000cc con turbo, incrementa el flujo de aire en la cámara de combustión y aumenta la presión aumentando la potencia y torsión (Par), entre un 20% y 40% en motor Isuzu 3000cc, siendo un motor ligero, compacto, utilizado en camionetas, o carros ligeros, arranque en frío rápido, menor ruido.
- La válvula EGR del motor Isuzu 3000cc permite que parte de los gases de escape vuelvan a entrar en la cámara de combustión a través del colector de admisión. Ello se hace para volver a quemar esos gases reduciendo la temperatura de combustión disminuyendo así la emisión de gases contaminantes.
- La elaboración de la estructura del banco didáctico del motor Isuzu 3000cc es confiable ya que se procedió de acuerdo a las especificaciones del motor Isuzu 3000cc y peso propio del mismo, y, práctico para la manipulación de los estudiantes.

5.2 Recomendaciones.

- Se debe tener una limpieza óptima, de los componentes externos e internos del motor Isuzu 3000cc, por lo cual, las impurezas causan ralladuras en los elementos internos (cojinetes, cilindros, cigüeñal).
- En el Sistema de la Distribución se debe observar la sincronización de los ejes, cigüeñal, árbol de leva, y bomba de inyección coincida con sus respectivas marcas de fábrica que existe en cada piñón, para el óptimo funcionamiento del motor Isuzu 3000cc.
- Los pernos del cabezote, bancadas del cigüeñal y tapas de biela se debe torquear con las especificaciones establecidas por el fabricante. Ya que estos elementos son de gran importancia para el motor. Para tener una buena estanqueidad y evitar posibles daños, en el motor Isuzu 3000cc.
- Utilizar la Guía de Prácticas para un correcto desarmado, armado del motor, para obtener un buen funcionamiento de este después de las prácticas.

CAPÍTULO VI

6.- PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1. Título de la propuesta.

“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIESEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADÉMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEÓRICO-PRÁCTICO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.”

6.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La aplicación del trabajo de investigación, trata sobre la construcción de una maqueta de un motor a diesel Isuzu 3000cc como recurso académico para el aprendizaje teórico y práctico, por lo que se considera que la propuesta constituye un instrumento necesario que facilite el estudio aplicando la teoría y la práctica, mejorando el conocimiento de las partes del motor, manipulación y el diseño y la construcción del banco, logrando una estructura segura y confiable en el taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

En la elaboración del banco relaciona la teoría y la práctica servirá, como una herramienta didáctica de práctica, lo que permitirá desarrollar destrezas de los estudiantes, porque tiene como propósito incrementar sus conocimientos, solucionar problemas del sistema, a través del conocimiento de las partes y el funcionamiento de las mismas.

6.3 FUNDAMENTACIÓN

La implementación de un Banco Didáctico del motor a diésel isuzu 3000cc en el taller de práctica de la Universidad Técnica del Norte, representa mejorar el proceso enseñanza de los estudiantes se fundamenta en la idea de que el docente y el estudiante deben estar atentos a los avances de la tecnología sobrepasando el campo teórico y llegar a la práctica en material didáctico funcional y actual de acuerdo a la tecnología a través de la aplicación de métodos técnicos y prácticos.

Es preciso partir del conocimiento básico que el estudiante posee, para luego actualizar nuevos conocimientos, que facilite aprovechar las habilidades, lo que consiste en aprender a poner en práctica los conocimientos y aprender a desempeñarse en el lugar de trabajo futuro.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General.

Construir un banco didáctico motor a diésel Isuzu 3000cc, como recurso académico para el interaprendizaje teórico-práctico en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

6.4.2 Objetivos Específicos.

- a) Dotar de material didáctico al taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.
- b) Capacitación y formación técnica de alto nivel en mecánicos, profesionales y estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz.

- c) Detallar sobre el funcionamiento del Banco didáctico del motor a diésel Isuzu 3000cc.
- d) Crear una estructura segura, confiable que soporte al motor y fácil de moverse en el taller de Mecánica Automotriz

6.5 Ubicación sectorial

La investigación se realizó en el motor Isuzu 3000cc con la construcción de la estructura, en los talleres de la Universidad Técnica del Norte, localizada en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Sector el Olivo Av. 17 de Julio.

6.6. Desarrollo de la Propuesta

6.6.1 Desarmado del motor

6.6.2 Información general.

Motor a diésel marca Isuzu, modelo 4jb1, cilindra de 3000cc.

| | |
|--|---|
| Ítem-Modelo de motor | 4jb1 |
| Tipo de motor | Cuatro ciclos, refrigerado por agua |
| Tipo de cámara de combustión | Inyección directa |
| Tipo de <i>camisa</i> de cilindro | El tipo seco, los cromo chapado, tubo de acero inoxidable |
| Sistema de tren de (tiempo)-distribución | Engranaje conducido |
| No. De cilindros - diámetro de cilindro x recorrido mm (in) | 4 - 93 x 102 (3.66 x 4.02) |
| No. De rines de pistón | Anillos de compresión 2 y1 anillo de aceite |
| desplazamiento total del pistón cm ³ (in ³) | 2,771 (169.0) |
| Relación de compresión (a 1) | 18.2 |
| Presión de compresión kPa (kg/cm ² /psi) | 3,038 (31 / 441) |
| Peso de motor (seco) N (kg/lb) aproximado | 2,245 (229 / 505) |

| | |
|--|------------------------------|
| Orden de inyección de combustible | 1-3-4-2 |
| Tiempo de inyección de combustible deg | BTDC 12 ('91/542A) |
| Tipo de combustible | combustible diesel |
| | |
| Espacio libre de válvulas (en frío) admisión y escape mm(in) | 0.40 (0.016) |
| Espacio libre de válvulas (en caliente) admisión y escape mm(in) | 0.45 (0.018) |
| Abertura de válvulas de admisión de (BTDC) deg | 24.5 |
| Cierre de (ATDC) deg | 55.5 |
| Abertura de válvulas de escape de (BTDC) deg | 54 |
| Aceite del Motor | 10W 30, APIN CD, ACEA B2 B3, |

6.6.3. Proceso de Desarme del Motor

Previo al desarme del motor se necesita adecuar una mesa de trabajo preparar las herramientas adecuadas, una limpieza para mover lodos e impurezas del motor y conseguir recipientes limpios para colocar los pernos piezas sectorizando en orden por ejemplo los pernos del cabezote en un solo recipiente los del cárter en otro recipiente etc.

Primeramente se lava el motor y luego se saca el aceite del motor en un recipiente. Retirar el agua del radiador y desacoplar sus mangueras



Figura 33. Motor Isuzu sin radiador.
Fuente: Autores 2012

6.6.4 Desarme del Cabezote

Para realizar esta práctica se deberá seguir los siguientes pasos:



Figura 34. Desmontaje del cabezote

Fuete: Autores 2012

1. Desacoplar las cañerías que van desde la bomba de combustible hacia los inyectores.

2. Retirar la cañería de retorno de combustible.
3. Retirar las cañerías de agua y de aceite del motor.
4. Retirar las cañerías de refrigeración y lubricación del turbo.
5. Sacar los inyectores.
6. Sacar las bujías de precalentamiento.
7. Retirar la tapa válvulas.
8. Aflojar los pernos del tren de balancines y sacarlo a un recipiente.
9. Después se saca las varillas empujadoras (balancines).
10. Retirar los múltiples de admisión y de escape.
11. Retirar la base del termostato y el termostato.
12. Aflojar los pernos de sujeción del cabezote.
13. Retirar el cabezote del bloque de cilindros, hacia una mesa de trabajo.

Nota: Durante el desmontaje, sea cuidadoso con el tren de balancines los componentes deben ser guardados juntos e identificados de tal forma que puedan ser reinstalados en su forma original.

6.6.5 Bloque De Cilindros



Figura 35. Bloque de cilindros

Fuente: Autores 2012

1. Retirar la polea del cigüeñal
2. Sacar el ventilador

3. Quitar el alternador
4. Retirar el motor de arranque
5. Retirar la bomba de agua.
6. Sacar la tapa de distribución.
7. Girar el cigüeñal hasta que coincidan todos los puntos marcados en los piñones de distribución y realizar marcas extra para asegurar el correcto ensamblaje de las piezas.
8. Retirar el volante del cigüeñal
9. Retirar la placa de la parte trasera del bloque de cilindros
10. Retirar el cárter.
11. Desmontar la bomba de aceite.
12. Retirar el perno del piñón del árbol de levas y sacar el piñón.
13. Extraer el árbol de levas.
14. Desmontar la bomba de combustible.
15. Retirar el enfriador de aceite y el filtro, luego desarmar el enfriador de aceite y verificar que sus válvulas estén en buen estado.
16. Desmontar los pulverizadores de aceite
17. Aflojar los pernos de las tapas de biela y proceder a la extracción de los pistones
18. Aflojar los pernos de las bancadas y retirarlas.
19. Extraer el retén posterior del cigüeñal
20. Retirar el cigüeñal



Figura 36. Componentes internos y externos del motor

Fuente: Autores 2012

Una vez finalizado el proceso de desarme se realiza la limpieza de todas las piezas y componente, y observar cuidadosamente el desgaste de cada pieza. Después de haber observado las piezas desgastadas se cambia por un kit nuevo de reparación, el cabezote y el cigüeñal se le envia a la rectificadora.

6.6.6 Reparación y Armado del motor

Verificar que todas las piezas internas esten libre de impurezas, para evitar una posibles ralladuras. Tener el banco de trabajo perfectamente limpio parar el ensamblaje del motor y el material necesario.

a.- Bloque De Cilindros

Colocar el bloque de cilindros en el banco de trabajo y observar que esté limpio.



Figura 37. Bloque de cilindros
Fuente: Autores 2012

1. Verificar que los pulverizadores de aceite se encuentren en buen estado.



Figura 38. Instalación de pulverizadores de aceite

Fuente: Autores 2012

2. Instalar los pulverizadores de aceite, y colocar aceite en las bancadas del cigüeñal como se observa en la figura.



Figura 39. Montaje del cigüeñal

Fuente: Autores 2012

3. Cortar pedazos de plastigage y colocar en los codos de las bancadas para comprobar el ajuste adecuado, antes de montar el cigüeñal.
4. Tomar el torquimetro y ajustar con 123 libras de fuerza.



Figura 40. Ajuste de la bancada del cigüeñal

Fuente: Autores 2012

5. Aflojar los pernos de bancada, verificar la holgura existente, limpiar el plastigage lubricar con aceite de motor limpio y volver a ajustar (123lbs)



Figura 41. Comprobación de la holgura en la bancada

Fuente: Autores 2012

6. Verificar la luz de los rines en los cilindros

Colocar los rines en el pistón y cruzar los mismos en un orden específico



Figura 42. Mojando los cilindros de aceite

Fuente: Autores 2012

7. Mojar los cilindros con aceite de motor limpio, luego introducir los pistones en los cilindros utilizando prensa rines.



Figura 43. Montaje del pistón en block

Fuente: Autores 2012

8. Utilizar plastigage de color rojo para motores medianos. Colocar trozos de plastigage en los codos de cigüeñal y colocar las tapas de biela.

Tabla 10. Tolerancias del plastigage

| Rojo | |
|------|-----|
| Mm | plg |
| .051 | 2 |
| .076 | 3 |
| .102 | 4 |
| .127 | 5 |
| .152 | 6 |

Fuente: Autores 2012

9. Tomar el torquimetro y ajustar con 65 libras de fuerza.



Figura 44. Lubricación de los codos del cigüeñal

Fuente: Autores 2012

10. Aflojar los pernos de las tapas de biela, verificar la holgura, que es de 0,003 milésimas de pulgada limpiar, lubricar con aceite de motor limpio y volver a ajustar los pernos (65 lbs).
11. Girar el cigüeñal, comprobar que lo haga de manera suave y que el pistón corone correctamente en el punto muerto superior
12. Colocar el retén posterior del cigüeñal.
13. Instalar la tapa de distribución procurando colocar el empaque con silicón para evitar fugas.



Figura 45. Colocación de silicón en la distribución

Fuente: Autores 2012.

14. Colocar el volante de cigüeñal y con el torquimetro apretar con una fuerza de 43 libras.
15. Ensamblar el enfriador de aceite y el filtro.
16. Insertar el árbol de levas y ajustar los pernos de sujeción del mismo.
17. Instalar la bomba de aceite.

17. Se realiza la sincronización de la distribución colocando cada piñón de tal manera que coincidan las señales hechas en el momento del desarme, ajustar el piñón loco de la distribución con una fuerza de 56lbs.
18. Colocar la bomba de combustible.
19. Colocar la bomba de agua.
20. Instalar la polea del cigüeñal y ajustar el perno con una fuerza de 152 libras.
21. Finalmente colocar el cárter, utilizando cemento de contacto para fijar una cara del empaque al mismo, para evitar que el empaque de caucho se mueva en el momento de la unión con el bloque de cilindros, luego se utiliza silicón para fijar el cárter con el bloque. Al ajustar los pernos de sujeción hay que hacerlo sin mucha fuerza debido a que se puede dañar el empaque.
22. Ahora se procede a girar el bloque de cilindros colocando la cara superior lista para asentar el cabezote.

6.6.7 Cabezote

- 1.- Pegar el empaque de cabezote en el bloque de cilindros.
- 2.- Colocar el cabezote en el bloque de cilindros y apretar los pernos con una fuerza de 36 libras.
- 3.- Instalar la toma de agua base del termostato.
- 4.- Seguidamente colocar el múltiple de escape.
- 5.- Instalar el múltiple de admisión.
- 6.- Insertar las varillas empujadoras en sus alojamientos.
- 7.- Colocar el tren de balancines y apretar los pernos cuidadosamente y de manera equitativa.
- 8.- Colocar la tapa válvulas procurando utilizar silicón en el empaque.
- 9.- Insertar las bujías de precalentamiento.
- 10.- Colocar los inyectores

- 11.- Instalar las cañerías de lubricación y refrigeración del turbo.
- 12.- Colocar las cañerías de agua y aceite del motor.
- 13.- Instalar las cañerías de la bomba de combustible hacia los inyectores.
- 14.- Colocar la cañería de retorno de combustible.
- 15.- Colocar el ventilador.
- 16.- Instalar el alternador.
- 17.- Colocar el motor de arranque en su alojamiento.
- 18.- Colocar la banda del alternador y templar de tal forma que no quede ni floja ni ajustada.
- 19.- Instalar el radiador y las mangueras que lo conectan al motor.
- 20.- Calibración de válvulas admisión y escape, se realiza de acuerdo al orden de encendido del motor, con la lámina número 0,40 mm.

Tabla 11. Especificaciones De Pares De Torsión

| TORSIÓN DE LOS PERNOS DEL MOTOR | N.m. (Kg.m/Lb.ft) |
|--|--------------------------|
| Tapa válvulas | 13(1.3/9.4) |
| Tren de valancines | 54(5.5/40) |
| Cabezote | 49(5.0/36) |
| Tapa de bielas | 83(8.5/61) |
| Bancada del cigüeñal | 167(17.0/123) |
| Volante del cigüeñal | 59(6.0/43) |
| Polea del cigüeñal | 206(21/152) |
| Cárter | 19(1.9/14) |
| Distribución del motor. | |
| Piñón de la bomba de inyección | 64(6.5/47) |
| Piñón del árbol de levas | 108(11/80) |
| Piñón loco de la distribución | 76(7.7/56) |

| | |
|---|------------|
| Pernos de Fijación Piezas Especiales | |
| Enfriador de aceite | 29(3.0/22) |
| Bomba de agua | 20(2.0/14) |
| Ventilador | 8(0.8/7) |
| Bomba de aceite | 19(1.9/14) |
| Rociador de aceite | 29(3.0/22) |
| Múltiple de admisión y escape | 26(2.7/20) |
| Bases del Motor | |
| Base izquierda del bloque de cilindros. | 40(4.1/30) |
| Base derecha del bloque de cilindros. | 40(4.1/30) |

Fuente: Autores 2012

6.6.8 Sistema Eléctrico del banco didáctico a diésel.

El sistema eléctrico costa de un tablero de control, con unos tacómetros multifuncionales que nos indica:

- La presión de aceite
- Las revoluciones de giro del motor (RPM)
- La temperatura del motor
- Carga eléctrica de la batería
- Bujías de precalentamiento

Todos estos circuitos estan protegidos por una caja porta fusibles, en caso de que se presente algun cortocircuito, en el motor.

a.- Presión de aceite, representado por un foco testigo que indica la presión de aceite, y un tacómetro que indica el nivel de aceite mínimo y máximo.

b.- Revoluciones de giro del motor, cuenta con un tacómetro comercial, en los motores a diesel las revoluciones van desde 10 a 80 multiplicado por 100.

c.- Temperatura del motor, es un tacómetro que interpreta el rango mínimo y el máximo, de temperatura que se observa cuando la aguja sobrepasa el límite de advertencia que es de color rojo como se observa en la figura.

d.- Carga eléctrica de la batería, representado por un foco testigo en forma de batería el cual se enciende cuando la batería no está trabajando o está en mal estado.

e.- Bujías de precalentamiento nos permiten tener un encendido rápido en el motor, el cual tiene un tiempo de 30 segundos para alcanzar una temperatura de 850 °C.

6.6.8.1 Interruptor de Encendido

Es parte de los accesorios del motor y que facilita el encendido y apagado del motor, trabaja normalmente abierto para cortar el paso de corriente, se instala en el sistema eléctrico el cual se representa en la siguiente figura Caja de Fusibles.

Se instaló para que brinde seguridad al circuito eléctrico, se coloca una caja porta-fusibles pequeña, con el fin de ahorro de espacio, los fusible que se utiliza son de 15 A y 25A.

6.6.9 Desarrollo de la construcción estructural del banco que soportara el motor.

La estructura o chasis que soporta al motor, va a estar sometida a esfuerzos de torsión, debido al torque que se produce cuando el motor Isuzu 3000cc esté funcionamiento, el peso propio del mismo y el efecto de aceleración del motor.

Para la construcción de una estructura confiable se utilizó un programa computarizado estructural llamado SAP 2000 V14, en el cual se creó un modelo preliminar como se observa en la figura.

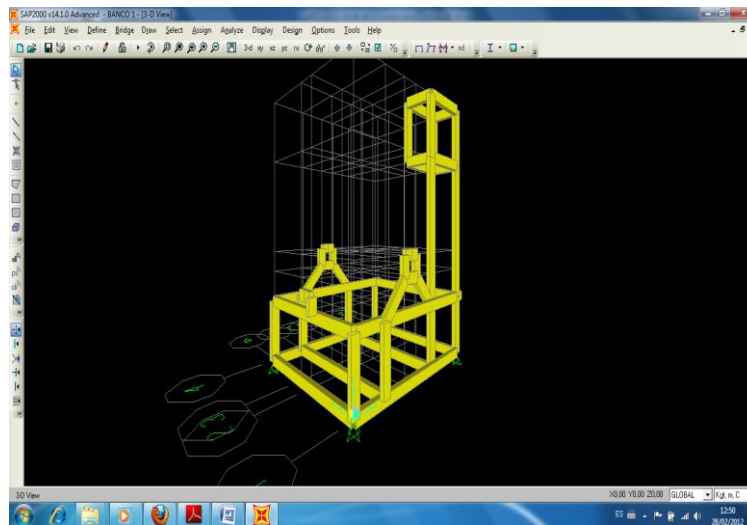


Figura 46. Modelo Preliminar

Fuente: Autores 2012

De acuerdo a los resultados obtenidos por el programa SAP 2000, se procede a la selección del perfil, que es un tubo cuadrado de 50mm y un espesor de 0,5mm.

El sistema de soldadura utilizado es SMAW (Shielding Metal Arc Welding), debido a que la soldadura por arco eléctrico es de fácil transportación y es un proceso muy económico, el electrodo elegido para el presente trabajo es de tipo celulósico E6011.



Figura 47. Cortado y soldado de la estructura

Fuente: Autores 2012

1. Se procedió a cortar con las medidas y a soldar las partes de banco didáctico.



Figura 48. Pulido de la estructura

Fuente: Autores 2012

2. Después de soldado se pulió y se macillo, para que no exista imperfecciones



Figura 49. Macillado estructura

Fuente: Autores 2012

3. Se realiza el fondeado para aplicar la pintura de color azul.



Figura 50 Pintado de la estructura

Fuente: Autores 2012

4. Se pasa la primera mano de pintura.



Figura 51. Pintado

Fuente: Autores 2012

5. Secando las pintura para comenzar a instalar el motor.



Figura 52. Secado

Fuente: Autores 2012

6. Instalando el motor en el banco.



Figura 53. Instalación del motor

Fuente: Autores 2012

7. Realizando las instalaciones eléctricas.



Figura 54. Instalaciones eléctricas

Fuente: Autores 2012

8. Terminado el banco didáctico con el motor Isuzu 3000cc que servirá para los estudiantes realicen sus prácticas.

6.6.10. Amortiguamiento y Elastómeros (cauchos o huelles).

La estructura que va a estar sobre la cimentación maciza, el elemento que hace las veces de amortiguador en el suelo, cuyas propiedades pueden mejorarse utilizando arena o gradúa entre el cimiento y el suelo.

Los aisladores o cauchos son elementos compuestos principalmente por resortes de rigidez relativamente baja, los aisladores hacen posible ubicar el motor sobre una superficie que soporte su peso estático, para aplicaciones donde el control de vibración no es crítico, como en este caso el motor a diesel, se utilizan cauchos como el Neupreno.



Figura 55. Aisladores de caucho utilizado en motores

Fuente: Autores 2012

El Neupreno es un caucho de elevada dureza, que aminora la amplitud de vibración, que se genera por el funcionamiento del motor, en tal virtud se utilizará un par de estos aisladores, que comúnmente son llamados bases y son incorporados de fábrica con sus respectivos pernos de sujeción los cuales estarán sometidos a esfuerzos de corte.

6.6.11. Selección de garruchas o llantas para la estructura.

La estructura se va a sentar en las garruchas o llanta, por lo cual se toma en cuenta el peso total mas los accesorios, de la misma que es, aproximadamente de 280 Kg, y se divide para los puntos de apoyo que son 4, por lo cual el peso de cada llanta que debe soportar es 80 Kg. Sin embargo de las existentes en el mercado se selecciona garruchas de buena calidad y de mucha más capacidad, así cada una de ellas es de 115Kg.

6.7 Consideraciones generales de la propuesta

- Para facilidad de la aplicación de la propuesta que se pone a consideración unidades las cuales abarca actividades de conocimiento del motor a diésel Isuzu 3000cc para mejorar la enseñanza.
- Las actividades pueden ser incluidas en el plan de clase y se encuentran sujetas a modificaciones de acuerdo al grupo de estudiantes o las distintas situaciones donde se desarrolle el proceso educativo.
- Es necesario el compromiso por parte de los docentes en la aplicación de las distintas unidades que deben ser realizados con seriedad, responsabilidad y armonía.

6.8 Bibliografía

1. LUCAS, H. (2007). Seguridad en el Mantenimiento de Vehículos. 2ª edición, Madrid: polígono industrial.
2. BRAND, P. (2009). Manual de Reparación y Mantenimiento Automotriz., Monterrey: LIMUSAISBN S.A...
3. CENGEL, YUNUS A; BOLES, MICHAEL A. (2009). Termodinámica 6ta. Edición. México: Editorial McGraw.
4. CHILTON, H. (2006). Manual de Reparación y mantenimiento de automóviles, camionetas y camiones. Modelos gasolina y diésel. Editorial Océano/ Centrum.
5. BARTSCH, C. (2005). Revolución del motor diésel y desarrollo de la inyección directa. Barcelona: Edición CEAC.
6. GIL, H. (2006). “Manual CEAC del Automóvil”, edición número 1. Barcelona: CEAC, S.A.
7. ALONSO PÉREZ, J. (2009). Técnicas del Automóvil Motores, Barcelona: Alfa omega. Editor. s.a.
8. ALONSO PÉREZ, J. (2009). Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico. 11ª edición, Barcelona: alfa omega. Editor. s.a.
9. TENA SÁNCHEZ, J. (2009). Circuitos Electrotécnicos Básicos. Sistemas de Carga y Arranque. Madrid: CDET S.A.
10. OROVIO, M. (2010). Tecnología del Automóvil. 1ª Edición. Barcelona: CEAC, S.A.

11. ARIAS-PAZ, M. (2008). Manual de Automóviles. 56ª edición, 1ª reimpresión actualizada, modificada y ampliada. Editorial. S.A.
12. P. READ Y V.C. REID. (2008). Manual Técnico del Automóvil. México: Editorial Triviera S.A.
13. Dany MegaBoy. (2011). Tipos de cárter: http://todoautos.com.pe/17/cárterseco_21089.html.
14. Honther, A. (2009). Refrigeración de los Motores [http:// www. Almuro.net. / Sitios / Mecánica / refrigeración](http://www.Almuro.net/Sitios/Mecánica/refrigeración).
15. Burgos, S. (2011). lubricación de los motores <http://www.salesianosburgos/apuntes/autos.comCanada>
16. Martínez, I. (2012) Maquinas Térmicas de Refrigeración <http://maquinarias.blogspot/refrigeracion/sistemas.com.Colombia>
17. Chevrolet, Ecuador. (2012). Tecnología Isuzu serie Nhr. www.chevrolet.com.ec/serieN/camiones.com
18. Solo mantenimiento. (2009) clasificación de los aceites lubricantes [www.solomantenimiento.com/aceites./normaapi/stf%.com](http://www.solomantenimiento.com/aceites/normaapi/stf.com) Argentina
19. Normas SAE API de los aceites. (2012). [www.energyapi/lubricantes/.com_Estados Unidos California](http://www.energyapi/lubricantes.com_Estados Unidos California)
20. Du Pont. (2012). Cauchos y elastómeros fabricantes www.duponelastomeros.com.Japon

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de coherencia

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVO GENERAL |
|---|---|
| <p>¿Cómo se construye un banco didáctico del motor diesel isuzu 3000cc, como recurso académico?</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Construir un banco didáctico motor a diésel Isuzu 3000cc, como recurso académico para mejorar el inter aprendizaje teórico-práctico en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. |
| SUB PROBLEMAS - INTERROGANTES | OBJETIVOS ESPECÍFICOS |
| <p>¿Qué finalidad se busca al elaborar un banco didáctico del motor diesel isuzu 3000cc, como recurso académico?</p> <p>¿Qué tipo de bibliografía existe acerca del motor a diesel?</p> | <p>Realizar una investigación bibliográfica acerca de los motores a diesel, funcionamiento y eficiencia en comparación a los motores a gasolina.</p> <p>Realizar el desarmado, armado y reparación del motor, observando el desgaste de los componentes internos del motor Isuzu 3000cc</p> <p>Crear una guía de prácticas del desarmado y armado del motor a diesel, para desarrollar el conocimiento práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.</p> <p>Construcción de la estructura para el motor, con el programa SAP 2000 V14.</p> |

ANEXO 2

PRUEBA DE OPACIDAD DE GASES DE ESCAPE EN EL MOTOR ISUZU 3000CC

Esta prueba se realizó en los talleres de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, con la colaboración del Ing. Edgar Mena quien con su conocimiento del funcionamiento del opacímetro ayudó a la realización de esta prueba con éxito.

Una vez colocado el equipo en el motor Isuzu de 3000cc y con el motor en funcionamiento se procede a realizar dos pruebas que son:

- Prueba continua
- Test oficial

1.- Prueba Continua; en este procedimiento se acelera el motor aumentando las RPM paulatinamente y en la pantalla del computador se muestra diferentes datos como:

- Rpm del motor
- Porcentaje de opacidad
- Temperatura del motor
- Muestra gráfica de los datos anteriores

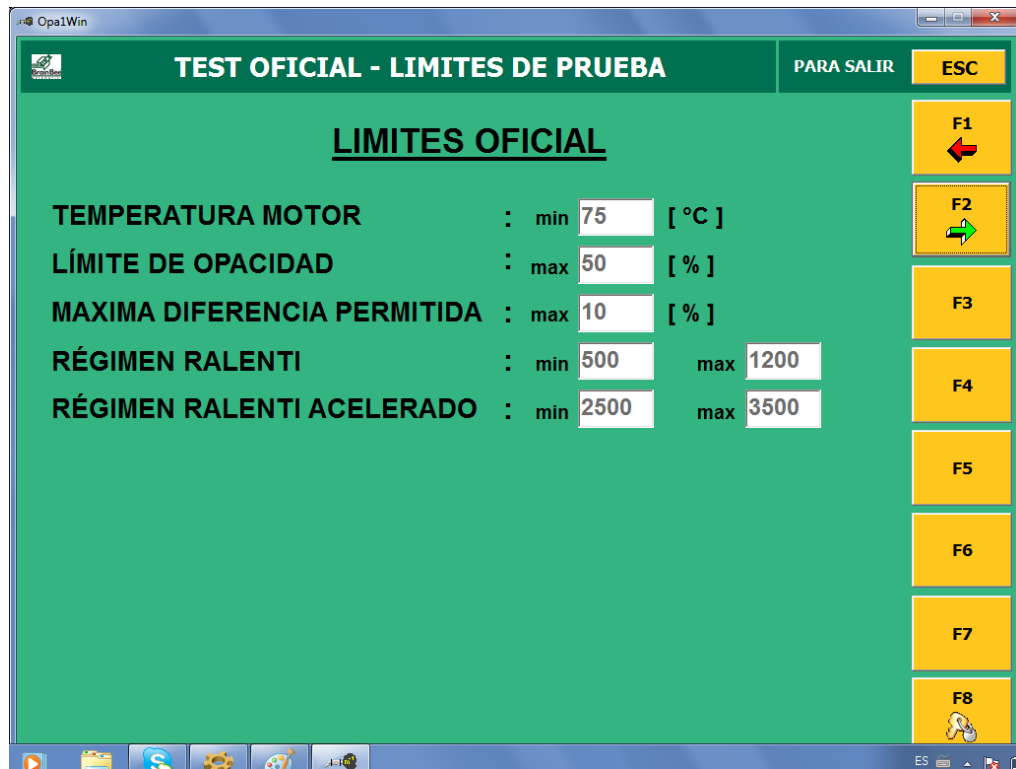


Fuente autores de la tesis



Fuente autores de la tesis

2.- Test Oficial; para esta prueba se ingresa en el programa los datos del motor como son marca, modelo, año de fabricación obteniéndose una tabla oficial de límites permitidos.



Fuente autores de la tesis

En el siguiente paso aparece una pantalla que indica el momento que se debe acelerar el motor acelerar el motor procedimiento que se debe realizar en nueve ocasiones obteniendo al final un valor promedio que indica si el motor pasa o no la prueba de opacidad.



Fuente autores de la tesis

Resultado de la prueba de opacidad.

| | Limite permitido | Motor Isuzu 3000cc |
|------------------------------|------------------|--------------------|
| Diferencia de opacidad % | 10 | 6.4 |
| Valor promedio de opacidad % | 50 | 46.8 |

Fuente autores de la tesis

Este resultado muestra que el motor Isuzu 3000cc se encuentra en perfecto estado de funcionamiento y su nivel de emisiones está dentro de los parámetros establecidos por la ley.



Universidad Técnica del Norte
ACTA ENTREGA - RECEPCIÓN

CLÁUSULA I-

En la ciudad de Ibarra, a los Veinte y Siete días del mes de Junio del año 2012, comparecen:

Los señores estudiantes:

| N° | N2 CÉDULA | NOMBRES |
|----|------------|----------------------------------|
| 1 | 1003238290 | Vásquez Cuamacás Segundo Vicente |
| 2 | 1002965703 | Montesdeoca Simbaña Luis Iván |

Egresados de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz periodo Marzo -Agosto del 2010, en calidad de Donantes de un Motor de un vehículo Isuzu Diesel cuyas características se detallan a continuación y el Ingeniero Carlos Segovia como Coordinador de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

| MOTOR VEHÍCULO ISUZU DIESEL | |
|-----------------------------|--|
| Sistema | Inyección Directa con válvula EGR, turbo alimentación. |
| Modelo | 4JB1 |
| Cilindraje | 3000 |

CLÁUSULA II:

La donación del motor es para uso exclusivo como material didáctico en las prácticas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

A partir de la presente fecha, queda bajo responsabilidad y custodia del Doctor Milton Ramírez Técnico de laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

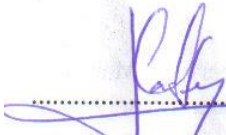
Entregue Conforme:

VÁSQUEZ CUAMACÁS SEGUNDO VICENTE

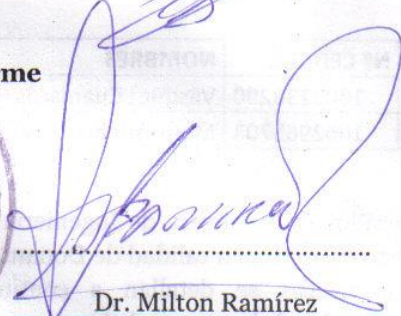
MONTESDEOCA SIMBAÑA LUIS IVÁN



Recibí Conforme



Ing. Carlos Segovia
COORDINADOR DE CARRERA IMA



Dr. Milton Ramírez
TECNICO DE LA CARRERA IMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100296570-3 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Montesdeoca Simbaña Luis Iván | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra, Bola Verde, Vía Santa Rosa. | | |
| EMAIL: | Luchhoms87@hotmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | 2 602-015 | TELÉFONO MÓVIL: | 0987883950 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|--------------------------------|---|
| TÍTULO: | "CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIESEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADEMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEORICO-PRACTICO EN LA CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ". |
| AUTOR (ES): | Montesdeoca Simbaña Luis Iván, Vásquez Cuamacás Segundo Vicente. |
| FECHA: AAAAMMDD | 2012/10/24 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero En Mantenimiento Automotriz |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Carlos Mafla |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Montesdeoca Simbaña Luis Iván, con cédula de identidad Nro. 100296570-3, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 09 día del mes de noviembre del 2012

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Montesdeoca Simbaña Luis Iván
C.C.: 100296570-3

ACEPTACIÓN:

(Firma).....
Nombre: **ING. BETTY CHÁVEZ**
Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Montesdeoca Simbaña Luis Iván, con cédula de identidad Nro. 100296570-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIESEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADEMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEORICO-PRACTICO EN LA CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero En Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

Nombre: Montesdeoca Simbaña Luis Iván

Cédula: 100296570-3

Ibarra, al 09 día del mes de noviembre del 2012



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|--|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100323829-0 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Vásquez Cuamacás Segundo Vicente | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra, Milagro, Limonal y Capulí 1-89 | | |
| EMAIL: | vice_364@hotmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | | TELÉFONO MÓVIL: | 0998775480 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|---|
| TÍTULO: | "CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIESEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADEMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEORICO-PRACTICO EN LA CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ". |
| AUTOR (ES): | Vásquez Cuamacás Segundo Vicente, Montesdeoca Simbaña Luis Iván. |
| FECHA: AAAAMMDD | 2012/10/24 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero en Mantenimiento Automotriz |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Carlos Mafla |

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Vásquez Cuamacás Segundo Vicente, con cédula de identidad Nro, 100323829-0 en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 09 día del mes de noviembre del 2012

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma).....
Nombre: Vásquez Cuamacás Segundo Vicente
C.C.: 100323829-0

(Firma)
Nombre: **ING. BETTY CHÁVEZ**
Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Vásquez Cuamacás Segundo Vicente, con cédula de identidad Nro. 100323829-0, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO MOTOR DIESEL ISUZU 3000cc, COMO RECURSO ACADEMICO PARA EL INTERAPRENDIZAJE TEORICO-PRACTICO EN LA CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ"**. que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

Nombre: Vásquez Cuamacás Segundo Vicente

Cédula: 100323829-0

Ibarra, al 09 día del mes de noviembre del 2012