

**DESARROLLO DE UN BANCO DIDACTICO PARA PRUEBAS DE
LABORATORIO A PARTIR DE UN MOTOR DIESEL CUATRO TIEMPOS Y
CUATRO CILINDROS EN LINEA**

**JONATHAN GIRALDO ARISTIZABAL
ANDERSON FABIAN FLOREZ LANDAZABAL**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
PIEDRECUESTA**

2012

**DESARROLLO DE UN BANCO DIDACTICO PARA PRUEBAS DE
LABORATORIO A PARTIR DE UN MOTOR DIESEL CUATRO TIEMPOS Y
CUATRO CILINDROS EN LINEA**

**JONATHAN GIRALDO ARISTIZABAL
ANDERSON FABIAN FLOREZ LANDAZABAL**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

**Director de Proyecto
Javier Mauricio Castellanos**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
PIEDECUESTA**

2012

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 13 de julio de 2012

A DIOS POR PERMITIRLE A MIS
PADRES BAUDILIO FLOREZ Y ANA
DELIA LANDAZBAL BRINDARME
FORMACION ACADEMICA Y
ESPIRITUAL, POR SU PACIENCIA Y
APORTES EN MI CRECIMIENTO
PERSONAL. A MI HERMANA POR SU
ATENCION, EMPUJE Y ESOS
CONSEJOS AMABLES

Anderson Flórez Landazábal

A MIS PADRES, POR HACER DE MI UNA
MEJOR PERSONA A TRAVÉS DE SU
EJEMPLO DE HONESTIDAD Y
ENTEREZA POR LO QUE SIEMPRE HAN
SIDO UNA GUÍA A LO LARGO DE MI
VIDA Y ESPECIALMENTE A DIOS POR
SER FUENTE DE MOTIVACIÓN EN LOS
MOMENTOS DE ANGUSTIA.

Jonathan Giraldo Aristizabal

AGRADECIMIENTOS

Los realizadores de este proyecto le agradecen a:

El ingeniero Javier Mauricio Castellanos Olarte, por su orientación y disposición para alcanzar los objetivos del proyecto

A la Universidad Pontificia Bolivariana por las instalaciones facilitadas y al personal que en ella labora, en especial al laboratorio de procesos. A Ludwing Casas y Víctor Cuellar por asesorarnos y regalarnos parte de su tiempo durante el desarrollo del proyecto

A nuestros colegas, por su voz de aliento y su colaboración en el montaje del banco de pruebas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	13
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. MARCO TEORICO	16
2.1 Motor Diesel	16
2.2 Pruebas de consumo en motores de Combustión Interna	17
2.3 Temperatura superficial del sistema de Refrigeración	18
2.4 Banco de pruebas	20
2.5 Bancos de prueba industriales y académicos	21
3. METODOLOGIA	24
4. ANALISIS DE ESTRUCTURA EN ANSYS	26
4.1 Geometría de la Estructura	26
4.2 Mallado Ansys	27
4.3 Cargas y soportes	29
5. PRUEBAS	32
5.1 Metodología de las pruebas	32
5.2. Pasos para el desarrollo de la prueba	34
6. HOJA DE CÁLCULOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	36
7. CONCLUSIONES	42
8. RECOMENDACIONES	43
9. ANEXOS	44
9.1 ANEXO A: PLANOS ESTRUCTURA METALICA	44
9.2 ANEXO B: ESQUEMA DEL BANCO CON LOS COMPONENTES DEFINITIVOS	45

9.3 ANEXO B: BANCO DIDACTICO CON LOS COMPONENTES DEFINITIVOS	46
9.4 ANEXO C : MANUAL DE OPERACIÓN C240	48
8.5 ANEXO D: INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE PRUEBAS DE CONSUMO	67
BIBLIOGRAFIA	71

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura Básica del motor Diesel de 4 tiempos	17
Figura. 2 Componentes de un medidor gravimétrico	18
Figura 3. Termografía en el sistema de acople de un motor eléctrico	19
Figura 4. Termómetro infrarrojo de mano	19
Figura 5. Diagrama de Bloques	20
Figura 6. Banco de ensayos con Motor Diesel CM12 Versión 2 [5]	22
Figura 7. Bancos de pruebas para la industria. Ref. [4].	22
Figura 8. Geometría Estructura	26
Figura 9. Mallado Estructura	27
Figura 10. Detalles estadísticos del Mallado	28
Figura 11. Cargas y soportes	29
Figura 12. Deformación total	30
Figura 13. Factor de Seguridad	31
Figura 14. Prueba de consumo de combustible a un régimen determinado de revoluciones	32
Figura 15. Materiales usados para el desarrollo de la pruebas	33
Figura 16. Conexiones eléctricas en el sistema	34
Figura 17. Acondicionamiento de los componentes de medición	35
Figura 18. Representación grafica y linealizada de los datos	39
Figura 19. Representación grafica y linealizada de los datos de la prueba de temperatura de entrada del radiador	40
Figura 20. Representación grafica y linealizada de los datos de temperatura de salida del radiador	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Prueba inicial a 1500 rpm	36
Tabla 2. Prueba a las 1800 rpm	37
Tabla 3. Prueba a 2100 rpm	37
Tabla 4. Prueba Final a 2400 rpm	38
Tabla. 5 Flujo másico promedio de cada prueba tabulado	38
Tabla 6. Temperatura de entrada del radiador	40
Tabla 7. Temperatura de salida del radiador	41

RESUMEN GENERAL

TITULO: DESARROLLO DE UN BANCO DIDACTICO PARA PRUEBAS DE LABORATORIO A PARTIR DE UN MOTOR DIESEL CUATRO TIEMPOS Y CUATRO CILINDROS EN LINEA

AUTORES: Jonathan Giraldo Aristizabal
Anderson Fabián Flórez Landazábal

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: Javier Mauricio Castellanos Olarte

RESUMEN

El estudio del ciclo diesel en las aulas de clase es de gran importancia, pero para complementar el aprendizaje teórico es necesario realizar prácticas de laboratorio con un motor real, ya que con él se puede comprender en totalidad todos los elementos mecánicos y eléctricos necesarios para obtener energía mecánica a partir de la energía química del combustible, máxime si se tiene en cuenta que muchos de los estudiantes nunca han manipulado este tipo de motores.

El proyecto permitió desarrollar un banco de pruebas con un motor diesel de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea, refrigerado por agua, con características muy similares a los que se encuentran en la industria. Con él los estudiantes se familiarizarán con el funcionamiento e identificarán los diferentes elementos mecánicos y eléctricos de esta máquina térmica.

El motor utilizado está soportado en una estructura metálica, que cuenta con tres gavetas y cerradura para guardar componentes del equipo y los elementos necesarios para realizar las prácticas, como herramientas, empaques, probetas, báscula, cronómetro y manual del motor.

PALABRA CLAVES:

Ciclo Diesel, Banco de Pruebas, Energía Mecánica, Motor diesel cuatro tiempos, Cuatro cilindros en línea.

GENERAL SUMMARY

TITLE: TEST BED TO DO LABORATORY TEST WITH A FOUR TIMES DIESEL ENGINE AND FOUR HEAD IN LINE

AUTHOR: Jonathan Giraldo Aristizabal
Anderson Fabian Flórez Landazábal

FACULTY: Faculty of Mechanical Engineering

DIRECTOR: Javier Mauricio Castellanos Olarte

ABSTRACT

It is very important the study of the diesel cycle in the classroom, but to complement this theoretical learning is quite needful do a laboratory test RIG using a real diesel engine, because with this one they can understand all mechanic and electric pieces necessary to get mechanical energy from chemical energy of fuel, all of that having present that most of the student have not handled this kind of engines.

This project allowed develop a test Rig with a 4 cycles, 4 cylinders in line and water cooled diesel engine, whose features are similar to other machines, which can be found in the industry. With this one the students could understand and know how it works and identify all their mechanical and electrical pieces.

The engine is on a metallic structure and got three drawers with padlocks to keep the pieces that are part of the engine and the necessary tools to do the laboratory work.

KEYWORDS:

Diesel Cycle, Test Rig, Mechanic Energy, 4 cycles Diesel Engine, 4 Cylinder in line.

INTRODUCCION

Durante los últimos años el mercado automotriz ha registrado un crecimiento considerable, particularmente en el segmento de las pick ups, vehículos que en su mayoría vienen equipados con motores Diesel. Esto deja entrever la importancia que tiene un profundo conocimiento de esta máquina de combustión interna durante la formación del ingeniero mecánico.

Actualmente los estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga disponen de un banco de motor a gasolina utilizado para complementar la formación teórica recibida en las aulas, pero resta adecuar un banco didáctico con un motor diesel cuatro tiempos para complementar el trabajo experimental teniendo presente que son estos los dos tipos de motores más utilizados en el mundo.

Por consiguiente, se construyó un banco didáctico para laboratorio a partir de un motor diesel cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea, el cual está soportado sobre una estructura metálica que facilita su acceso y manipulación para actividades de arme y desarme, y reconocimiento visual de los elementos que componen el motor. De la misma manera, el banco permite desarrollar pruebas experimentales de consumo de combustible y cuenta con medidores visuales para la lectura de datos de operación y puede acoplar herramientas digitales como el medidor de revoluciones y el termómetro infrarrojo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un banco de pruebas para un motor diesel alternativo de cuatro tiempos y cuatro cilindros para la realización de pruebas experimentales con el objeto de apoyar las actividades académicas de la asignatura motores de combustión interna de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la geometría de la estructura, soportes y gavetas que componen el banco de pruebas mediante el software Solidworks y posteriormente ejecutar un análisis estructural en Ansys. Resultado: Modelo ensamblado, informe del análisis estructural y planos de la estructura, soportes y gavetas. Indicador: Seguirá normas específicas y bibliografía especializada en el tema.
- Construir y ensamblar la estructura metálica, el motor, las gavetas, el radiador, los soportes, la batería y demás elementos necesarios para las conexiones, con base en el diseño previamente concebido. Resultado: Banco de pruebas terminado. Indicador: Se utilizará tubería de acero estructural de perfil cuadrado unida con soldadura eléctrica para fabricar la estructura, el montaje del motor y sus accesorios seguirá información técnica de fabricantes y normas activas.
- Verificar el funcionamiento del motor y el radiador a partir de la lectura de las temperaturas de las mangueras de refrigeración de salida y entrada del motor con un termómetro infrarrojo y de la presión del aceite lubricante con un

manómetro acoplado a una salida de aceite que tiene el motor. Resultado: Se entregará un informe que contenga los datos y las observaciones que se tomaron durante el periodo de prueba. Indicador: Se van a comparar los datos obtenidos con los parámetros de funcionamiento normal de un motor con las mismas características, referenciado en literatura especializada.

- Elaborar un manual de laboratorio para uso de los estudiantes de la asignatura motores de combustión interna en donde se indique detalladamente cómo llevar a cabo las prácticas de arme y desarme del motor y la prueba de consumo de combustible. Resultado: El manual terminado. Indicador: El manual de laboratorio será ilustrativo y se realizara siguiendo pautas técnicas presentes en otras guías de laboratorio de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.

2. MARCO TEORICO

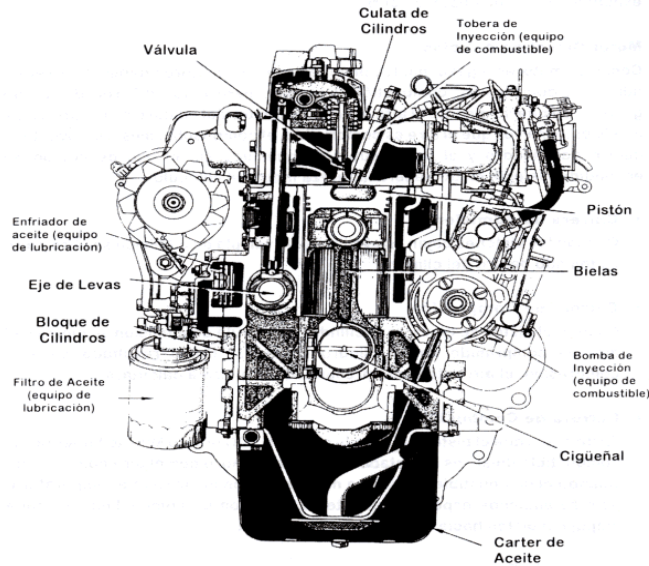
2.1 Motor Diesel

También llamado motor de encendido por compresión. Se caracteriza por utilizar combustibles pesados como el gasóleo cuya mezcla con aire se realiza en el interior de la cámara de combustión, y se inflama al inyectar el combustible sobre el aire calentado por la fuerte compresión. Las Presiones que se producen son muy elevadas y sus componentes han de ser robustos por lo que el número de revoluciones es limitado; la figura 1 muestra un esquema de los componentes básicos del motor diesel.

La clasificación general de esta máquina corresponde a 2 categorías:

1. Diesel rápidos, estos pueden alcanzar las 5500 rpm. La cilindrada unitaria está entre 400 y 600 cm³ por cilindro y se emplean en automóviles y vehículos industriales ligeros. [1].
2. Los Diesel lentos, giran entre 900 rpm y 2000 rpm. Tienen un volumen de hasta 2 litros por cilindro y se montan en camiones, autobuses, locomotoras, barcos y maquinaria pesada. [1].

Figura 1. Estructura Básica del motor Diesel de 4 tiempos



Configuración de Motor Diesel

Fuente: Tomado de [2].

2.2 Pruebas de consumo en motores de Combustión Interna

La medida del gasto de combustible es de interés tanto para conocer el consumo de combustible como para determinar el flujo másico del motor. Esta medida consiste en calcular el tiempo empleado por el motor, funcionando de manera estable, para consumir una determinada cantidad de combustible.

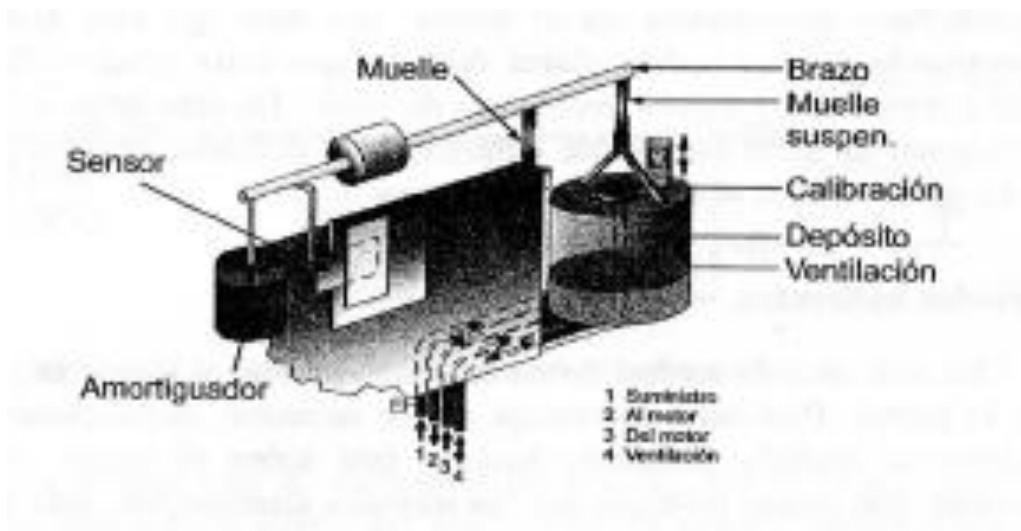
Por tanto, el tiempo de medida deberá ser, por un lado, lo suficientemente largo como para evitar grandes errores de medida y, por otro, lo bastante corto como para garantizar condiciones de funcionamiento estable del motor durante la medida. En motores de combustión interna alternativos, se recomienda un tiempo de medida comprendido entre 30 y 60 segundos.

Para la obtención de este parámetro de funcionamiento del motor se utiliza un método ampliamente difundido conocido como “gravimétrico”.

En el mismo, se determina el tiempo empleado por el motor en consumir una masa conocida de combustible almacenado en el depósito de una balanza de precisión. Aunque esta es la manera más simple de determinar el gasto de combustible. Los instrumentos usados a nivel industrial resultan notablemente costosos por lo que es una alternativa interesante para propósitos académicos.

En la figura 2 se muestra un esquema del principio de funcionamiento de un medidor gravimétrico de combustible. [9].

Figura. 2 Componentes de un medidor gravimétrico



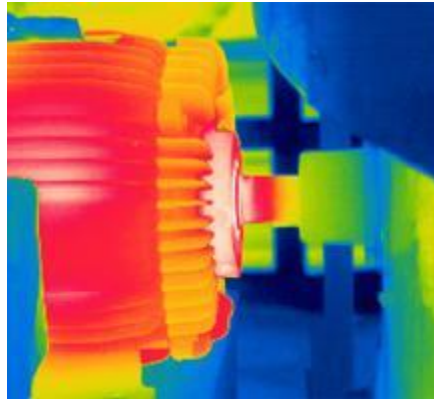
Fuente: Tomado de [9].

2.3 Temperatura superficial del sistema de Refrigeración

La medida superficial de la temperatura puede determinarse empleando técnicas “sin contacto” como la termografía o el empleo de termómetros infrarrojos de mano.

La termografía es una técnica de “sin contacto” que genera imágenes infrarrojas del calor que emiten los objetos, en las cuales se pueden medir su temperatura (Véase figura 3). Los sistemas infrarrojos portátiles (Véase figura 3), pueden convertir la radiación térmica en mapas térmicos visibles [10].

Figura 3. Termografía en el sistema de acople de un motor eléctrico



Fuente: Tomado de [12]

Con los termómetros infrarrojos de mano (Véase figura 4), se puede determinar la temperatura superficial de un punto concreto del sistema lo que ayuda a localizar de forma rápida problemas de lubricación, sobrecargas, cortocircuitos, equipos mal alineados o sobrecalentamientos en los mismos, reduce horas de trabajo y de seguimiento y mejora el rendimiento.

Figura 4. Termómetro infrarrojo de mano



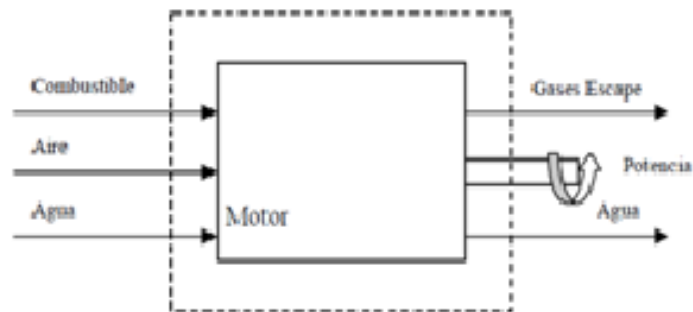
Fuente: Tomada de [13]

Para el sistema de refrigeración en particular, la medida de temperaturas superficiales puede servir para detectar fugas de refrigerante, obstrucciones en el radiador, puntos calientes, agarrotamientos en la bomba de agua y consecuentemente la temperatura de los componentes que integran este sistema que están fallando, se verá incrementada con mucha rapidez antes de un fallo. [10].

2.4 Banco de pruebas

Un banco de pruebas es un sistema formado por una serie de elementos que permiten la simulación del comportamiento de un motor y sus características operativas en unas condiciones controladas, utilizando para ello una serie de instrumentos de control y otros de medida. El modulo de ensayos, como sistema cerrado, tiene el conjunto de entradas y salidas que se muestra en la figura 5. [4].

Figura 5. Diagrama de Bloques



Fuente: Tomada de [4].

Las principales aplicaciones de un banco de pruebas son:

- Producción: se utilizan para verificar los motores después del proceso de fabricación.

- Investigación y desarrollo del motor o de sus componentes: en este caso, se realizan modificaciones con la finalidad de comprobar experimentalmente las mejoras desarrolladas de manera teórica.
- Ensayos de aceptación y homologación de motores: cada motor nuevo ha de ser homologado antes de su comercialización, para verificar que las características técnicas del motor se corresponden realmente con su comportamiento.
- Ensayos de emisiones y consumo: este tipo de ensayos suele realizarse como parte de un conjunto de ensayos en cualquiera de los bancos anteriormente citados.
- Fines docentes: es habitual que los centros de educación dispongan de bancos de ensayos para realizar experimentos y contrastar los conocimientos teóricos con los resultados prácticos [4].

2.5 Bancos de prueba industriales y académicos

Tanto en la industria como en la academia se utilizan bancos de prueba para motores Diesel, sin embargo en la industria estos bancos tienen funciones y configuraciones diferentes a los propuestos en la enseñanza, ya que en la industria se estudia el comportamiento de los motores para establecer que elementos o sistemas operan inadecuadamente, repararlos y ponerlos nuevamente en marcha. Además realizan pruebas para verificar la calidad de los componentes del motor, su desempeño y la calidad de la combustión llevando las máquinas a valores críticos para así analizar su comportamiento. Mientras que los bancos de pruebas académicos están destinados a aportar en la formación didáctica del estudiante por medio de prácticas que permitan relacionar lo teórico con lo experimental, teniendo acceso al motor para identificar sus diferentes elementos y que este también pueda realizar mediciones de los diferentes parámetros que tiene el motor como: temperatura, consumo de combustible, consumo de aire, revoluciones a las que trabaja, presión en los cilindros, etc. [4]

Actualmente existen diferentes tipos de bancos de prueba de motores diesel para la enseñanza, documentados en la literatura y en información comercial.

Figura 6. Banco de ensayos con Motor Diesel CM12 Versión 2



Fuente: Tomada de [5], [7] y [8].

La figura 6, muestra ejemplos de bancos de prueba para motores utilizados en la industria. La imagen superior derecha deja ver un banco de Homologación para vehículos. Por otra parte, la figura 7 muestra un banco un banco I+D del departamento de motores de la E.T.S.E.I.B [4].

Figura 7. Bancos de pruebas para la industria



Fuente: Tomada de [4].

En estos bancos se realizan trabajos experimentales para obtener parámetros operativos del motor con el consumo de combustible, la potencia al freno, la curva de torque versus revoluciones, emisiones específicas del motor, etc. Además, en el caso de los equipos para la enseñanza, permiten tener acceso a los componentes del motor y trabajar directamente sobre ellos.

3. METODOLOGIA

La metodología para el desarrollo de este proyecto se puede describir en los siguientes 6 apartes:

3.1 Compilación de información:

Búsqueda de información acerca de bancos de pruebas que cuentan con motores diesel en el mercado para uso industrial y académico. A partir de ella se establecen las configuraciones básicas de motores diesel, las fuentes de información incluyen artículos, páginas web, libros especializados en el tema.

3.1 Diseño y construcción de la estructura que soportara el Motor y sus componentes:

A partir de las cargas estáticas y dinámicas afectan la estructura se establece un modelo sencillo que evita concentradores de esfuerzos y facilita el acceso a los componentes. El diseño debe incorporar gavetas para almacenar herramientas e instrumentos de medición.

3.3 Montaje del motor y sus componentes

Se realizan cableados eléctricos y pre-ordenamientos del sistema, como la ubicación del motor diesel de 223 kg sobre los soportes establecidos en la etapa de diseño y construcción. A la par se adecuan todos los accesorios necesarios para su funcionamiento y realización de las pruebas.

3.4 Adecuación de los dispositivos de medición

Los dispositivos de medición a utilizar incluyen herramientas como un Tacómetro digital, Termómetro infrarrojo, Vaso precipitado y balanza digital. Estos complementan el sistema para realizar las mediciones que permiten obtener los parámetros de operación del Motor.

3.5 Puesta en marcha del sistema

Inicio de operación del banco de pruebas.

3.6 Recopilación de lecturas de operación

Finalmente, se realiza la obtención y tabulación de datos de funcionamiento y su registro en una hoja de cálculo para su análisis y representación en gráficas ilustrativas.

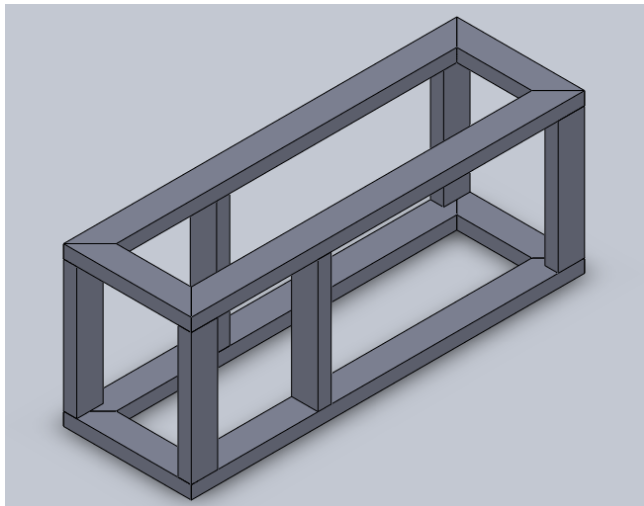
4. ANALISIS DE ESTRUCTURA EN ANSYS

Mediante un análisis estructural de la geometría seleccionada, se determinaron los parámetros necesarios para garantizar la integridad del diseño con el montaje del motor y los elementos requeridos para su operación. Todo esto haciendo uso del software Ansys.

Durante la parametrización de la geometría y para proceder con la simulación, se asumieron adecuadamente cantidades como fuerzas, pesos, soportes y la misma masa de la estructura, cargas que influyen en un análisis estático estructural. Con esto se busca que los resultados que arroje la simulación sean lo más cercanos a la realidad.

4.1 Geometría de la Estructura

Figura 8. Geometría Estructura



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

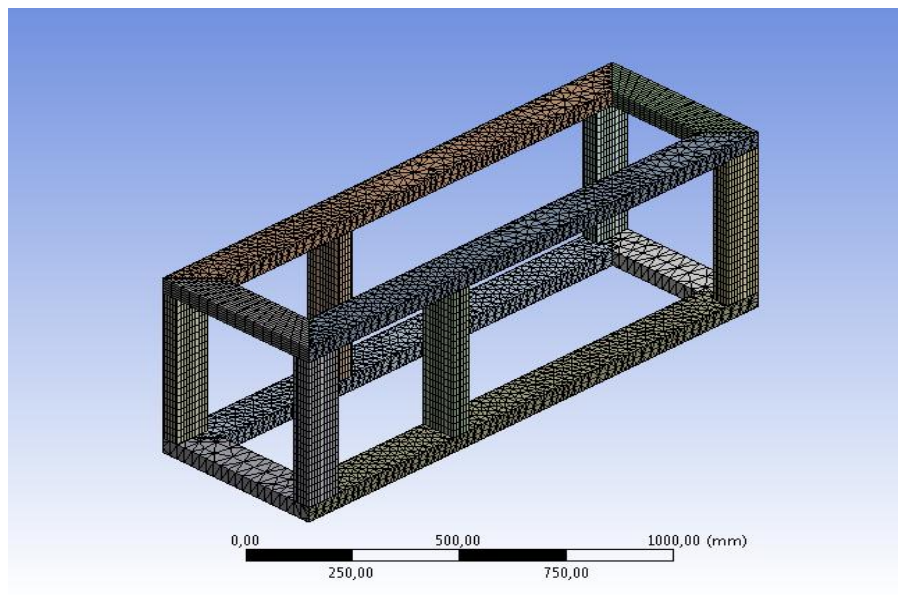
La geometría de la estructura fue diseñada en un software CAD (Solidworks), importada al software CAE para su análisis estructural y de desempeño. (Véase en figuras 8).

Mediante el uso de la herramienta CAD (Design Modeler) se adecuan las áreas sobre las cuales actúan las cargas por acción del motor y los soportes como elementos sustentables de la estructura, todo lo mencionado anteriormente basándose en el método de Imprint face el cual facilita una ubicación exacta donde actuaran la cargas externas.

4.2 Mallado Ansys

El mallado utilizado en la simulación se refinó y suavizó usando la herramienta sizing, obtenido una calidad promedio razonable (Véase figuras 9 y 10) complementado con mapeados sobre las caras donde no se genera un buen mallado por defecto.

Figura 9. Mallado Estructura



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Figura 10. Detalles estadísticos del Mallado

Details of "Mesh" ⌵	
<input type="checkbox"/>	Defaults
Physics Preference	Mechanical
<input type="checkbox"/> Relevance	0
<input type="checkbox"/>	Sizing
<input type="checkbox"/>	Inflation
<input type="checkbox"/>	Advanced
<input type="checkbox"/>	Defeaturing
<input type="checkbox"/>	Statistics
<input type="checkbox"/> Nodes	81489
<input type="checkbox"/> Elements	27885
Mesh Metric	Element Quality
<input type="checkbox"/> Min	7,24206350979563E-02
<input type="checkbox"/> Max	0,868458268541941
<input type="checkbox"/> Average	0,338855501049309
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	9,09812117457535E-02

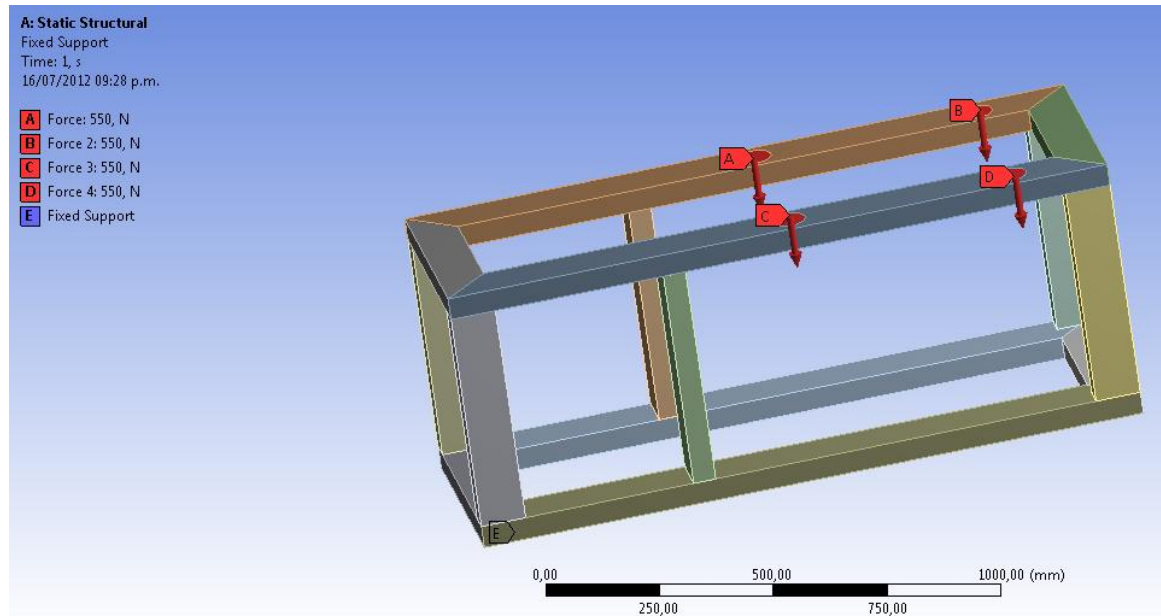
Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

4.3 Cargas y soportes

La aplicación de las cargas y soportes que se utilizan en el análisis estructural de Ansys fueron:

- El Peso de motor distribuido en los 4 puntos sobre los cuales se adecuó (Véase en figura 11), cada uno 56 kg.
- Los 4 soportes fijos en las esquinas de la estructura, representados por los ruedas de apoyo.
- La gravedad que actúa sobre la estructura para que pueda soportarse así misma.

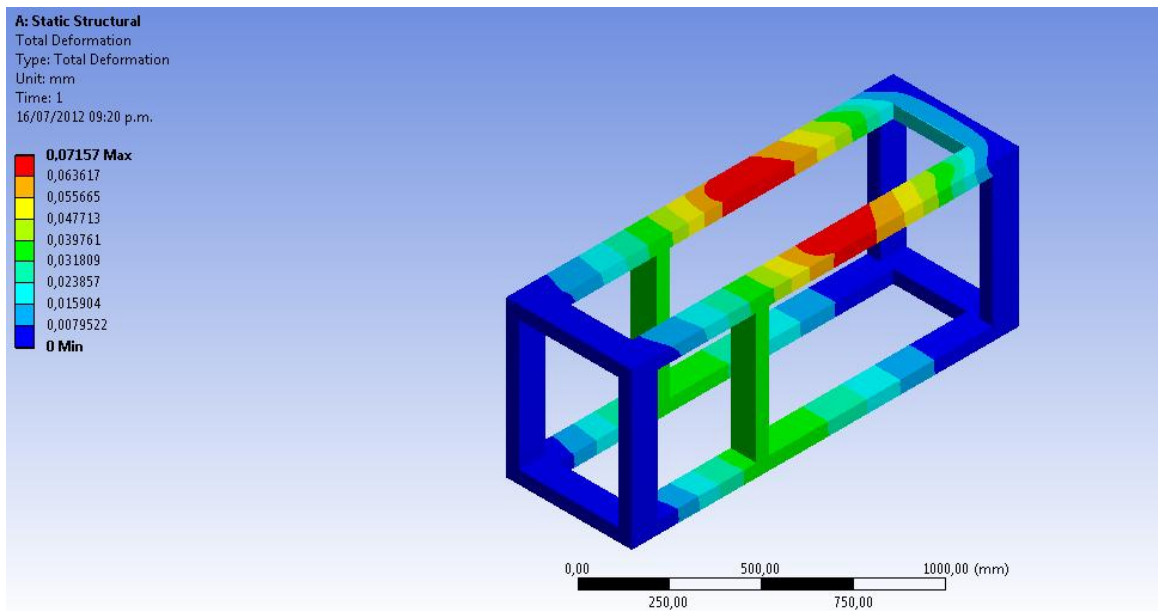
Figura 11. Cargas y soportes



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Las cargas están designadas como etiquetas de color rojo. Sobre cada área de soporte se ejerce una fuerza de 550 Newton, equivalente a una cuarta parte del peso del motor. Cada área está representada por 4 apoyos fijos simbolizados con la etiqueta color morado que físicamente significan las ruedas apoyo que están instaladas. (Véase figura 11).

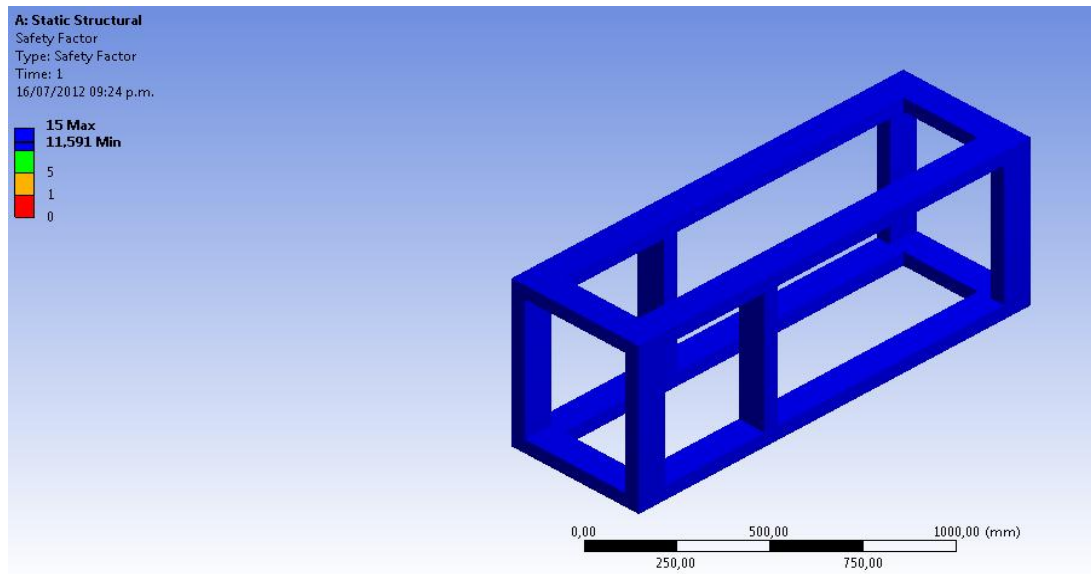
Figura 12. Deformación total



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

A partir de los resultados obtenidos se puede destacar que la zona de mayor deformación se encuentra en las áreas aledañas donde actúan el peso del motor (Véase figura 12), con un valor de 0.07157 mm en la superficie de color rojo y 0 mm en las zonas azules.

Figura 13. Factor de Seguridad



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Como se puede observar en la figura 13 el factor de seguridad es alto teniendo en cuenta la aplicación que va a tener esta estructura, se podría pensar que la geometría está sobredimensionada pero cabe entender que este es un análisis estático y no se tiene en cuenta las vibraciones que produce el motor durante su funcionamiento porque este solo va a trabajar por periodos de tiempo muy cortos que no superaran los seis minutos.

5. PRUEBAS

5.1 Metodología de las pruebas

Las pruebas permitieron obtener las lecturas de consumo y las temperaturas del sistema a partir de ensayos experimentales en un tiempo determinado. Los datos recopilados, se derivan valores de flujo másico y diferencias de Temperatura, que permiten analizar de manera descriptiva el comportamiento del motor.

Cuatro pruebas generales se llevaron a cabo para la adquisición de datos de consumo de combustible a un determinado régimen de operación en revoluciones por minuto (rpm).

En cada ensayo se realizaron tres medidas, cada una durante dos minutos aplicando el método gravimétrico para determinar la cantidad de combustible inicial y final a partir del peso (Véase figura 14). El rango de velocidades que se empleo para cada prueba general va desde las 1500 rpm a las 2400 rpm.

Figura 14. Prueba de consumo de combustible a un régimen determinado de revoluciones



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Previo a los ensayos de consumo y toma de valores de temperatura de operación, fue necesario adecuar el banco de pruebas con las herramientas y disponer de materiales correctos (Véase figura 15) para una evolución estable de la práctica. El propósito es evitar valores desiguales que puedan alterar la medición y resulte incoherente al momento de compararlo con los parámetros de funcionamiento de un motor con las mismas características.

Los materiales utilizados incluyeron: (Fig. 15)

- Tacómetro digital de mano
- Termómetro infrarrojo
- Vaso precipitado
- Balanza digital

Figura 15. Materiales usados para el desarrollo de la pruebas



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

5.2. Pasos para el desarrollo de la prueba

1. Se realizaron las conexiones eléctricas de cada uno de los elementos que componen el motor (Batería, motor de arranque, botón de encendido), bajo el dictamen del manual guía de operación creado para este motor. La figura 16 muestra el cableado eléctrico necesario para encender el motor entre la batería y motor de arranque.

Figura 16. Conexiones eléctricas en el sistema



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

2. Se realizó un cebado previo al encendido del motor para garantizar el suministro continuo de combustible que lo mantenga en funcionamiento.
3. Se instalaron correctamente los componentes electrónicos de medición (Balanza digital, Tacómetro digital), para evitar la aparición de mediciones erróneas que alteraren el desarrollo de la prueba.

Figura 17. Acondicionamiento de los componentes de medición



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

4. Se encendió el motor y se estuvo atento a las lecturas que arrojan los componentes electrónicos durante y después el funcionamiento, como por ejemplo el tacómetro digital de mano (Véase figura 17). Esto garantizó registro adecuado de valores.
5. Se varió manualmente el acelerador para efectuar las cuatro pruebas generales, cada una en un régimen de revoluciones diferentes y se tomó nota de las lecturas conseguidas.
6. Finalizada las pruebas, se procedió al desmonte de los componentes y a la desconexión de los elementos.

6. HOJA DE CÁLCULOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta el registro de los datos obtenidos y los resultados calculados correspondientes a cada una de las revoluciones establecidas. Se trabajo el intervalo entre 1500 rpm y 2400 rpm, con incrementos de 300 rpm por prueba, lo que arrojó un total de 4 pruebas. Cada ensayo tuvo una duración de dos minutos.

Se muestra la forma extendida de la nomenclatura utilizada en las tabulaciones realizadas

P₁: Ensayo numero 1

P_o: Prueba inicial

P₂: Ensayo numero 2

P_f: Prueba Final

P₃: Ensayo numero 3

Tabla 1. Prueba inicial a 1500 rpm

# de Ensayos	P _o (gr)	P _f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio(gr/seg)
P₁	578	515	63	49,66	0,413
P₂	516	476	40		
P₃	476	430	46		

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

P₁: Consumo Diesel P_o - P_f = 63 gr

P₂: Consumo Diesel P_o - P_f = 40 gr

P₃: Consumo Diesel P_o - P_f = 46 gr

Consumo promedio en peso = $\frac{P_1+P_2+P_3}{3} = 49.66$ gr

$$\text{Flujo másico promedio} = \frac{\text{Consumo promedio}}{120 \text{ seg}} = 0.413 \text{ gr/seg}$$

Tabla 2. Prueba a las 1800 rpm

# de Ensayos	P _o (gr)	P _f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio (gr/seg)
P₁	679	635	45	51,89	0,4316
P₂	634	577	57		
P₃	585	531.69	53.49		

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

P₁: Consumo Diesel P_o - P_f = 45 gr

P₂: Consumo Diesel P_o - P_f = 57 gr

P₃: Consumo Diesel P_o - P_f = 53.49 gr

$$\text{Consumo promedio en peso} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} = 51.89 \text{ gr}$$

$$\text{Flujo másico promedio} = \frac{\text{Consumo promedio}}{120 \text{ seg}} = 0.4316 \text{ gr/se}$$

Tabla 3. Prueba a 2100 rpm

# de Ensayos	P _o (gr)	P _f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio (gr/seg)
P₁	512	452	60	49,66	0,413
P₂	675	591	84		
P₃	675	580	95		

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

P₁: Consumo Diesel P_o - P_f = 60 gr

P₂: Consumo Diesel P_o - P_f = 84 gr

P_3 : Consumo Diesel $P_o - P_f = 95$ gr

Consumo promedio en peso = $\frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} = 79.6$ gr

Flujo másico promedio = $\frac{\text{Consumo promedio}}{120 \text{ seg}} = 0.663$ gr/seg

Tabla 4. Prueba Final a 2400 rpm

# de Ensayos	P_o (gr)	P_f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio (gr/seg)
P_1	535	457	78	82	0,683
P_2	631	543	88		
P_3	543	463	80		

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

P_1 : Consumo Diesel $P_o - P_f = 78$ gr

P_2 : Consumo Diesel $P_o - P_f = 88$ gr

P_3 : Consumo Diesel $P_o - P_f = 80$ gr

Consumo promedio en peso = $\frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} = 82$ gr

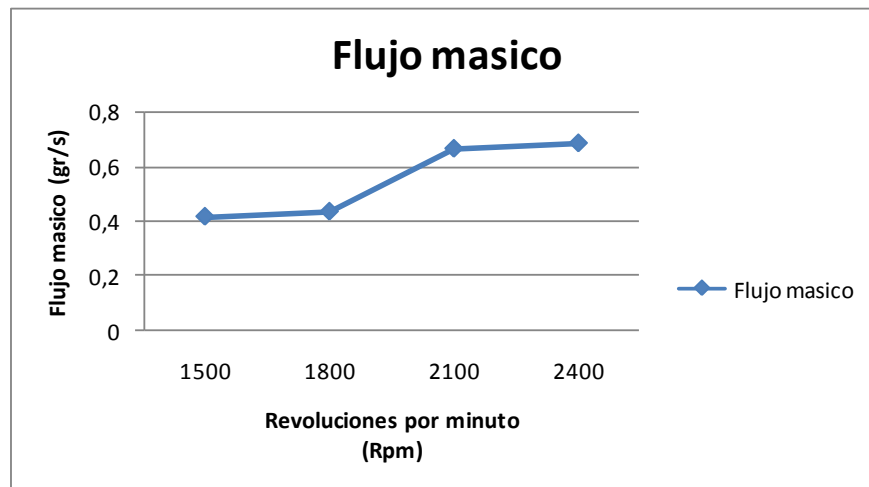
Flujo másico promedio = $\frac{\text{Consumo promedio}}{120 \text{ seg}} = 0.683$ gr/seg

Tabla 5 Flujo másico promedio de cada prueba tabulado

Flujo másico (gr/s)	Rpm
0,413	1500
0,4316	1800
0,663	2100
0,683	2400

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Figura 18. Representación grafica y linealizada de los datos



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Los resultados de la prueba permiten establecer que el consumo de combustible del motor aumenta de una forma moderada en el rango comprendido entre las 1500 rpm y las 1800 rpm. (0.0186 gramos por segundo). Esto obedece a que el motor no tiene ninguna carga externa y aún no actúan factores que aumentan la carga interna como la fricción viscosa.

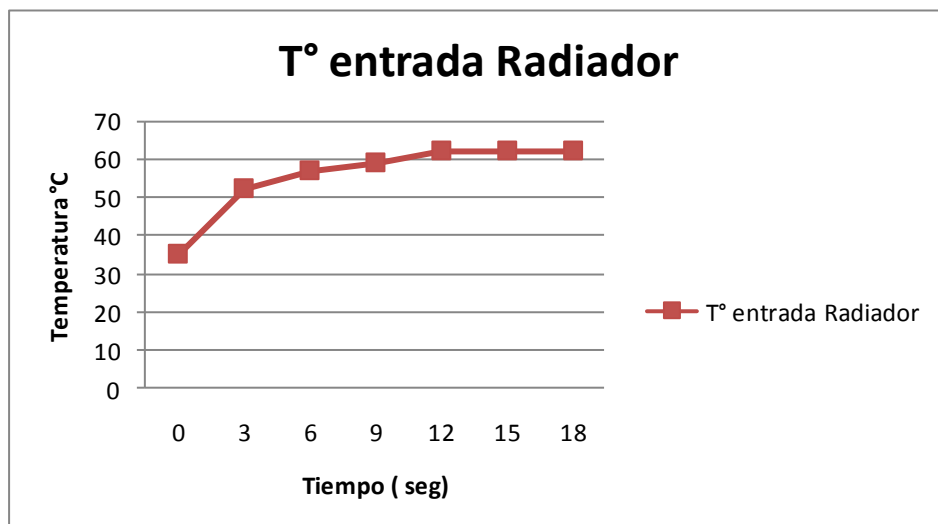
Al aumentar su velocidad de operación desde 1800 rpm a 2100 rpm, se observa un incremento en el consumo de combustible (Véase Fig. 18) en más de un 53% en relación a la medida previa, valor corroborable en la tabla 5, Con una adición de 0.2314 gramos más por segundo. Esto obedece a que las cargas internas (Inercia de la piezas) del motor aumentan considerablemente a este régimen de revoluciones y parte del combustible inyectado es utilizado para vencer la fricción viscosa y demás cargas internas porque el motor alcanza su Torque máximo a las 2000 rpm, dato que puede ser observado en el Manual de operaciones.

Tabla 6. Temperatura de entrada del radiador

Tiempo	T° entrada Radiador
0	35
3	52
6	57
9	59
12	62
15	62
18	62

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Figura 19. Representación grafica y linealizada de los datos de la prueba de temperatura de entrada del radiador



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Las figuras 19 y 20 permiten evidenciar que el radiador que hace parte del sistema mantuvo una temperatura relativamente constante de operación en un intervalo de

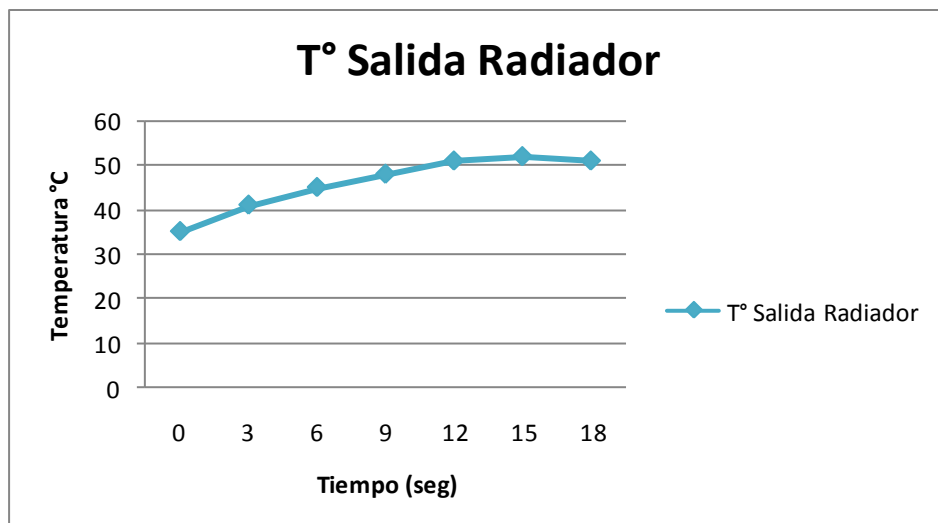
seis minutos de funcionamiento. las temperaturas promedio superficiales de la región de entrada y la región de salida fueron 65 y 55 °C respectivamente (Véase tabla 6 y 7) , lo que claramente evidencia que los componentes del motor se mantienen dentro de los rangos seguros de operación definidos por el fabricante.

Tabla 7. Temperatura de salida del radiador

Tiempo	T° Salida Radiador
0	35
3	41
6	45
9	48
12	51
15	52
18	51

Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

Figura 20. Representación grafica y linealizada de los datos de temperatura de salida del radiador



Fuente: Jonathan Giraldo y Anderson Flórez

6. CONCLUSIONES

El desarrollo del banco didáctico con un motor diesel cuatro tiempo y cuatro cilindros en línea, además de cumplir con fines académicos en el área de las máquinas de combustión interna, promueve también la realización de investigaciones en el área de estudio y la profundización de los conceptos teóricos adquiridos en las aulas de clase.

Los resultados de la simulación muestran que la geometría seleccionada es adecuada para las necesidades del banco, sin embargo son solamente aproximados ya que aspectos críticos como el mallado en Ansys influyen de manera importante; incluso el uso de un gran número de nodos para mejorar los resultados repercuten en la necesidad de una buena capacidad de cómputo.

El banco de pruebas fue desarrollado para permitir la conexión de un dinamómetro al eje del cigüeñal, con el objeto de levantar las curvas de desempeño del motor (Potencia y torque) en el rango de revoluciones en el que opera. Esto además de posibilitar el reconocimiento práctico de los estudiantes de Ingeniería mecánica, permitirá comparar los resultados con los datos suministrados por el fabricante, con lo que se podrá plantear frentes de error y los factores influyentes durante la prueba.

Gracias a la incorporación de instrumentos adecuados para la medición de emisiones del motor, el banco también podrá permitir el estudio del impacto y viabilidad que tienen nuevos combustibles alternativos cuando se usan en motores de encendido por compresión.

En beneficio de mejores experiencias prácticas es necesario hacer uso de un software y sensores que realicen la adquisición y manejo automático de los datos durante las pruebas experimentales.

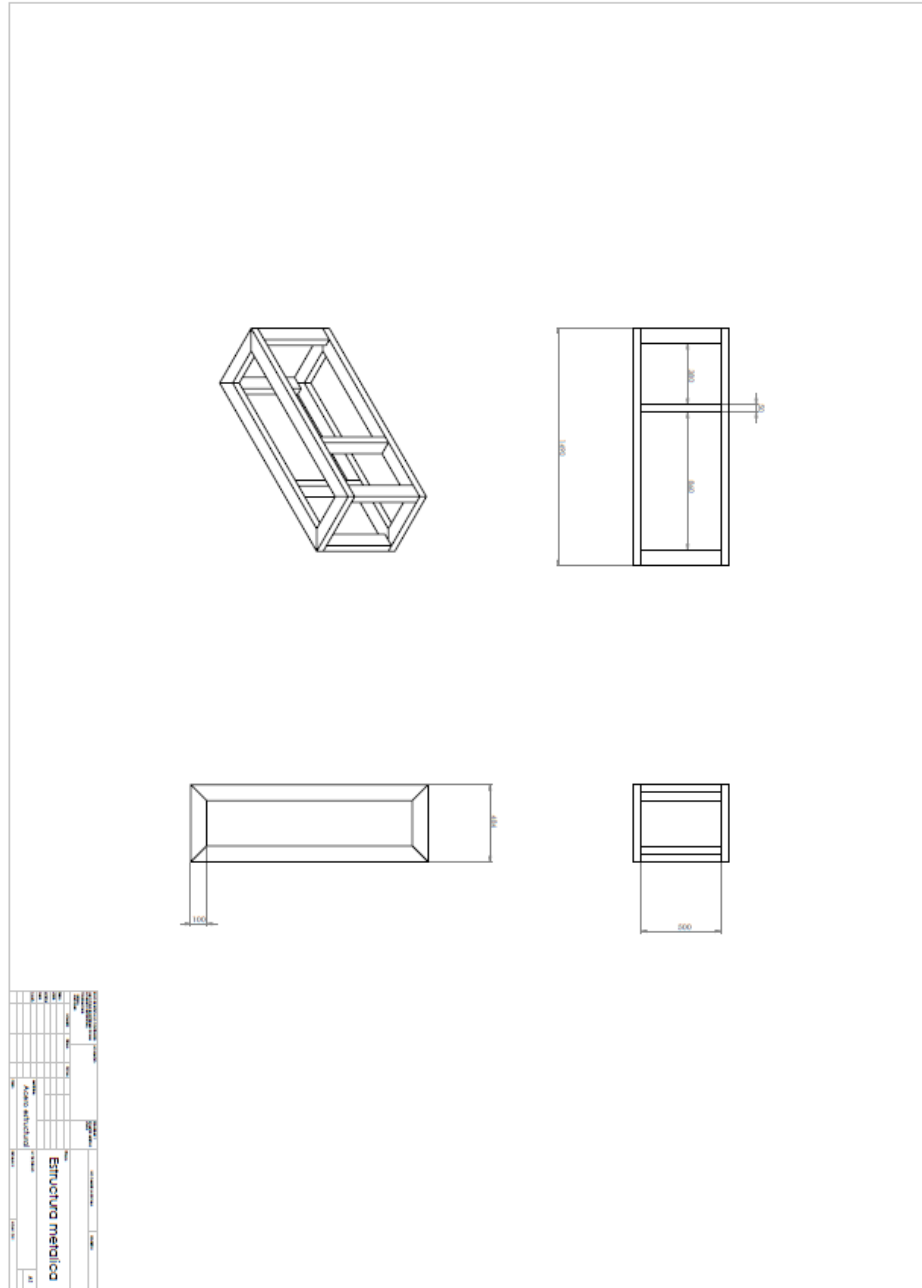
7. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener presente las medidas preventivas mencionadas en el manual de operación (Véase Anexo C) para facilitar la operacionalidad, evitando daños y desgastes prematuros del motor.

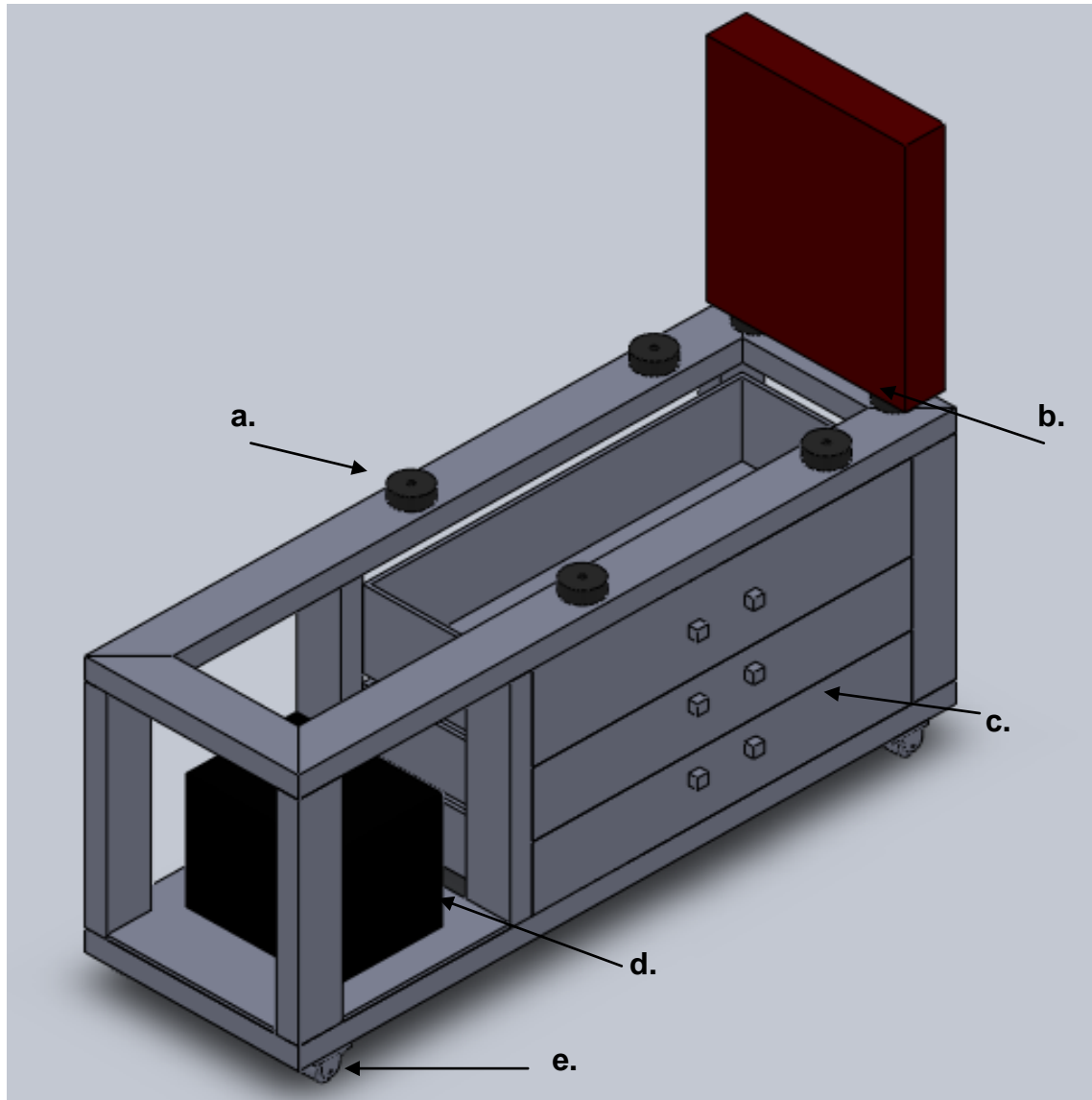
La medida de temperatura en muchos de los procesos del motor fue quizás la labor más imprecisa, ya que fue imposible garantizar un estado de equilibrio entre el medio y el banco de pruebas, en consecuencia se recomienda ubicar el banco en un aula aislada de radiaciones y vientos, para así obtener unas lecturas sin alteraciones ambientales.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO A: PLANOS ESTRUCTURA METALICA

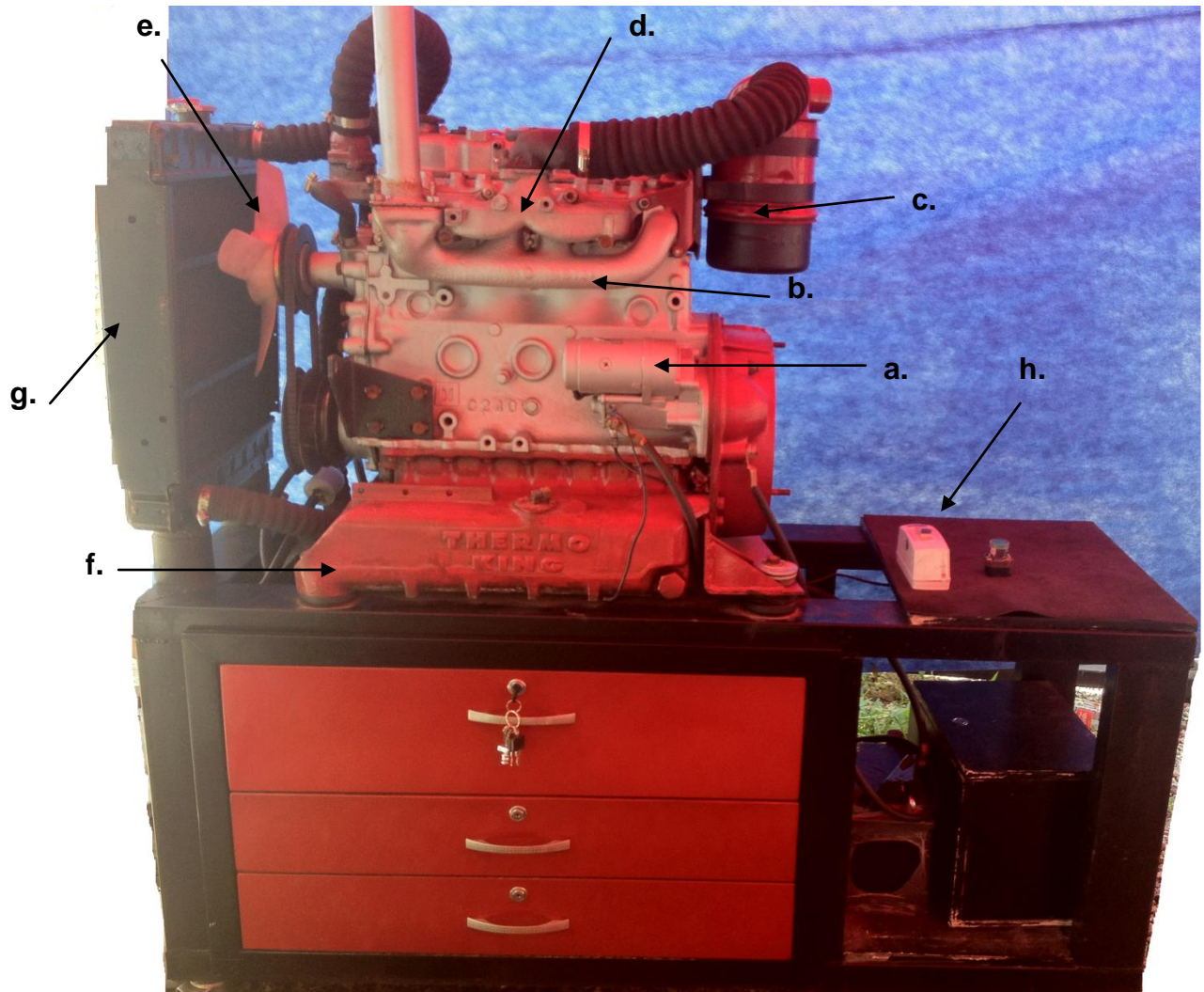


8.2 ANEXO B: ESQUEMA DEL BANCO CON LOS COMPONENTES DEFINITIVOS

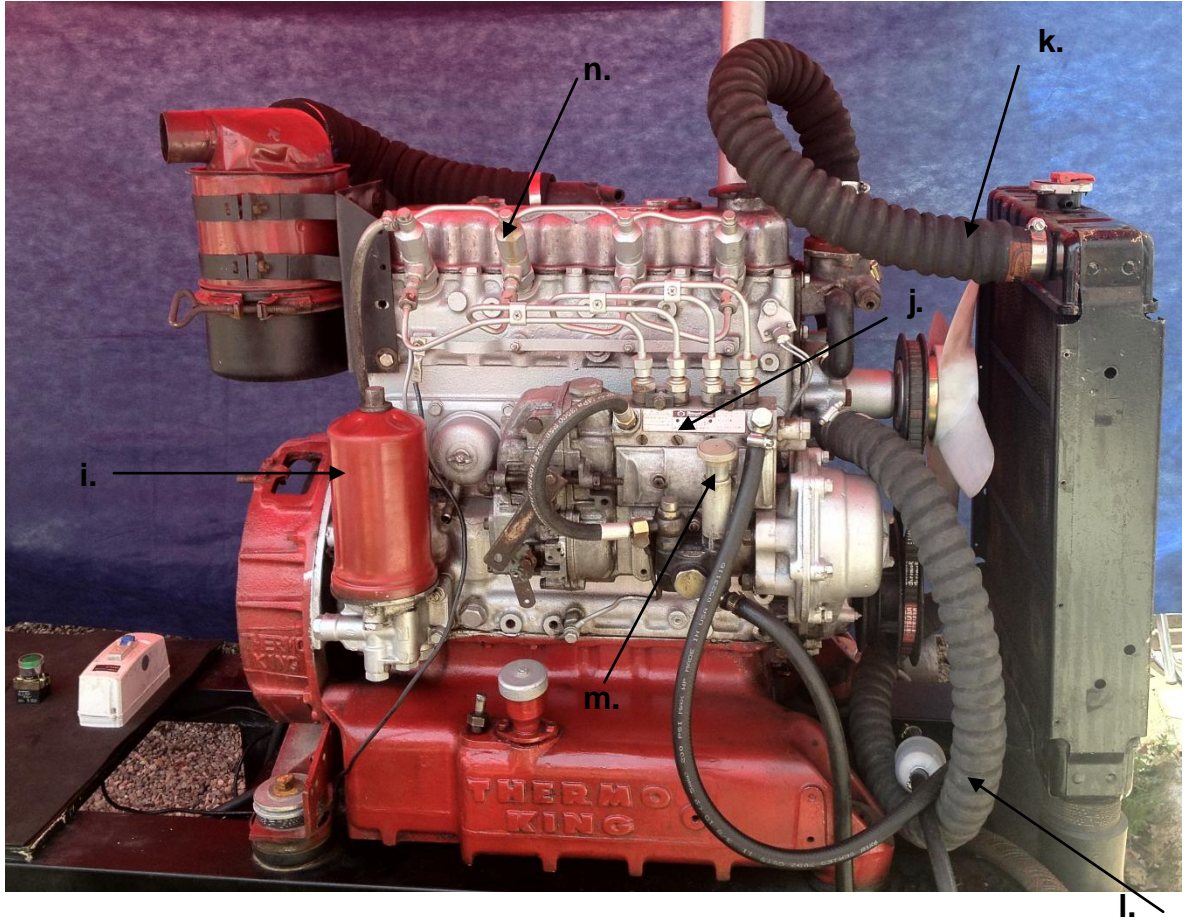


- a. Soportes del Motor
- b. Soportes del Radiador
- c. Cajones
- d. Cajón de batería
- e. Ruedas de apoyo

8.3 ANEXO B: BANCO DIDACTICO CON LOS COMPONENTES DEFINITIVOS



- a. Motor de arranque
- b. Sistema de escape
- c. Filtro de aire
- d. Sistema de admisión
- e. Ventilador
- f. Carter
- g. Radiador
- h. Relé de temperatura



- i. Filtro de aceite
- j. Bomba de Inyección
- k. Línea de Entrada al radiador
- l. Línea de Salida del radiador
- m. Mango de accionamiento
- n. Inyectores

8.4 ANEXO C : MANUAL DE OPERACIÓN C240

Manual de Operación

Isuzu 2.4 Diesel
OHV 8v

Modelo
C 240

PROLOGO

Eventualmente toda herramienta con fines didácticos requiere de una guía de operación, por lo tanto este manual proveerá información de tipo académico, el cual afianzara al estudiante al momento de interactuar por primera vez con un motor evitando así perjuicios sobre quien lo opera, siempre y cuando practique de la mano con la guía.

Este manual provee el manejo, descripción del funcionamiento y pautas de mantenimiento para conservar en operación al motor. Este fue rehabilitado y adecuado para una fácil manipulación, además se adjunta un manual ilustrado como referencia, si el estudiante desea desarmarlo y armarlo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<i>INFORMACION GENERAL</i>	51
<i>MOTOR ISUZU 2.4 DIESEL 8v</i>	58
<i>SISTEMA DE ENCENDIDO</i>	59
<i>SISTEMA DE INYECCION</i>	61
<i>SISTEMA DE REFRIGERACION</i>	63

INFORMACION GENERAL

Tabla de Contenido

	Pág.
<i>INSTRUCCIONES GENERALES</i>	52
<i>DIMENSIONES Y APARIENCIA</i>	53
<i>DATOS PRINCIPALES Y ESPECIFICACIONES</i>	55

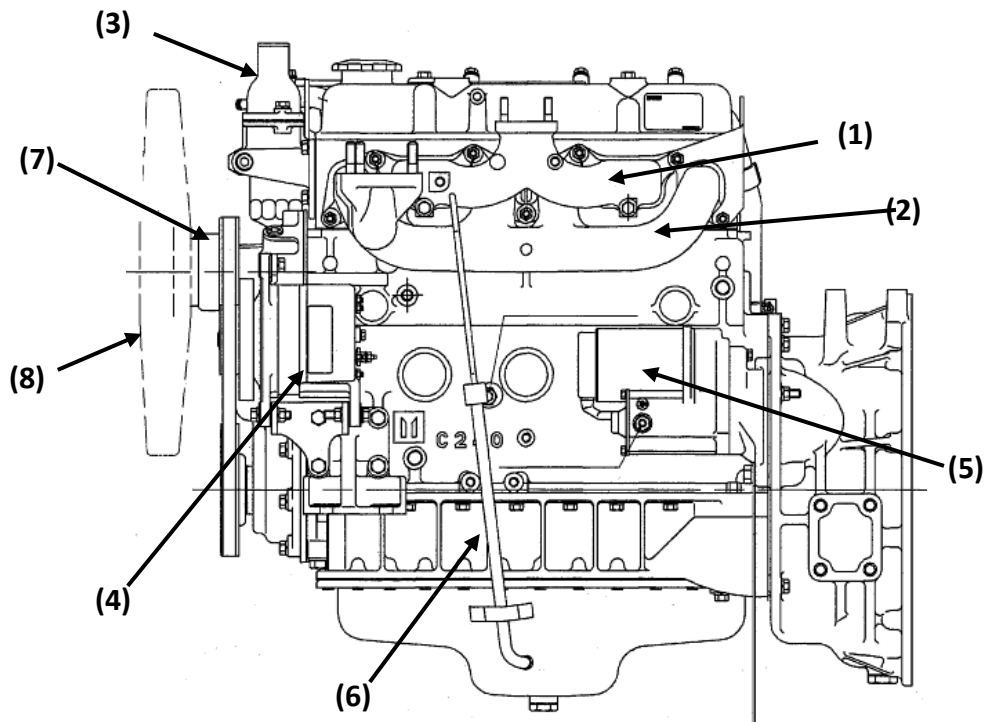
INSTRUCCIONES GENERALES

1. Antes de desempeñar cualquier servicio de operación con el motor montado, desconectar el cable de tierra de la batería. Esto reducirá el chance a daño debido a un corto circuito
2. Usar siempre las herramientas apropiadas de trabajo o herramientas para trabajar manualmente
3. No re usar pines, empaques, O-rings, tuercas y arandelas de seguridad. Descártelas después de haber sido removidas y replácelas por unas nuevas
4. Siempre mantenga las piezas desmontadas en ordenadas en grupos. Esto asegura un ligero proceso de ensamble y sin problemas.
5. Todas las piezas deberían ser cuidadosamente limpiadas antes de cualquier operación o ensamble.
6. Superficies rotantes y corredizas deben ser lubricadas en proceso de re ensamble.
7. Si es necesario, utilizar sellador en las juntas para evitar fugas
8. Por último revise su trabajo antes de dar inicio a la operación de la maquina

DIMENSIONES Y APARIENCIA

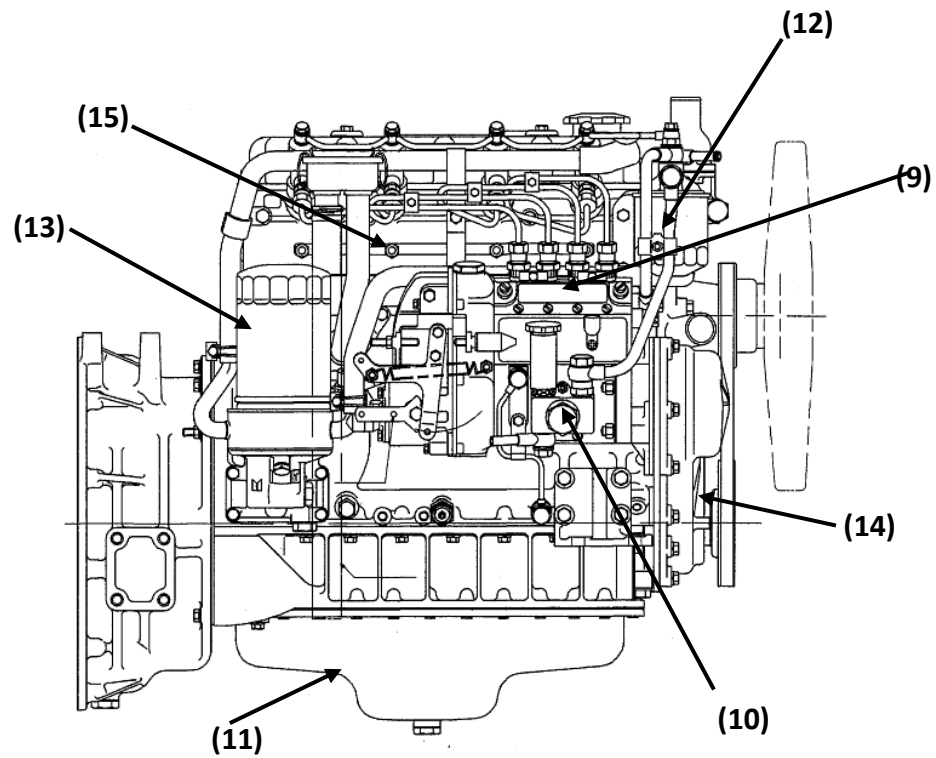
Isuzu C240 Diesel

1. Vista lateral Derecha



1. Múltiple de Admisión
2. Múltiple de Escape
3. Tubo de salida de agua y termostato
4. Alternador
5. Motor de Arranque
6. Medidor de Nivel de Aceite
7. Polea del ventilador
8. Ventilador

2. Vista lateral Izquierda



- 9. Bomba de inyección
- 10. Boba de alimentación
- 11. Carter o depósito de aceite
- 12. Filtro de Combustible
- 13. Filtro de aceite
- 14. Correa del ventilador
- 15. Resistencias calefactoras

DATOS PRINCIPALES Y ESPECIFICACIONES

Especificaciones

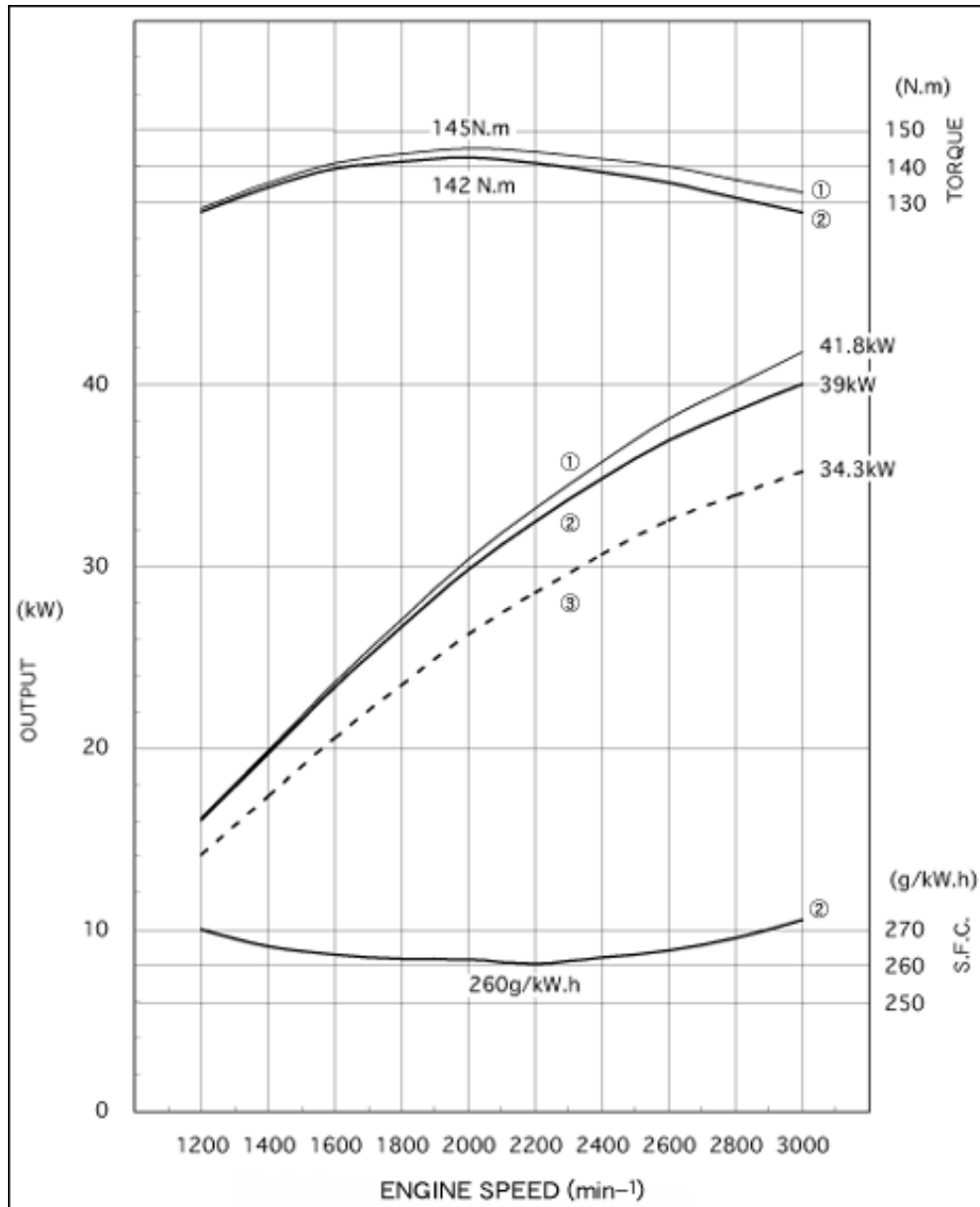
Las siguientes especificaciones se obtuvieron de la página web del fabricante

Modelo del Motor	C240
Características del motor	4 Tiempos , refrigerado por agua , Disposición de cilindros en línea
Tipo de Aspiración	Aspiración natural
Tipo de Inyección	Indirecta
Numero de Cilindros	4
Diámetro x Carrera (mm)	86x102
Desplazamiento (cm3)	2369
Radio de Compresión	20:1
Dimensiones (mm)	
Longitud	800
Profundidad	529
Altura	694
Peso al vacío	223
Desempeño neto	
Potencia Nominal (hp/rpm)	52.2 / 3000
Max. Torque Nm	142

CARACTERISTICAS PRINCIPALES	
Alternador	12V – 35A
Voltaje regulador	12V
Encendido	12V -2KW Reductor
Salida del Exhosto	Lateral
Carter de Aceite	Paralelo a la base

C240	Standard	Auxiliares
Curva 1	SAE 1995 Gross	Ventilador, Aire limpio, Exhosto
Curva 2	ISO 3046	Ventilador, Aire limpio
Curva 3	ISO 3046	Exhosto

Los Estándares de la tabla son medidas adoptadas con fines de conocer la operacionalidad del equipo bajo regímenes establecidos por las entidades para evitar excesos y así encontrar datos que faciliten una clara comprensión de la maquinas. Se aplican auxiliares para entender la variación del desempeño de acuerdo a las condiciones de operación Abarca maquinas de uso terrestre



http://www.isuzu.co.jp/world/product/industrial/j_per01.html

Isuzu Industrial Diesel Engine Serial Number Location

Isuzu Model Designation	Serial Number Location
2CA1 3CA1 3CB1 3CD1 3CE1	Left side, lower center of block between front engine mount and starter.
3YA1 3YC1	Right side of block above injection pump.
2KC1 - QT-15 3KC1 - QT-23 3KR1 - QT-35	Right front, on injection pump mounting flange.
2AB1 - QD-27 3AB1 - QD-40	Right front, top part of block.
3LA1 3LB1 3LD1 / 2 4LB1 4LC1 4LE1 / 2	Right front, top part of cylinder block. Between the first injection pump and front cover.
C240 - QD-60	Left front, top part of cylinder block.
4JA1 - QD-63 4JB1 - QD-70 4JC1 - QD-55 4JG1 / 2 4JJ1	Left rear, top part of cylinder block.
4BB1 - QD-90 4BC2 - QD-85 4BD1 - QD-100 4BG1	Left front, top part of cylinder block.
6BB1 - QD-130 6BD1 - QD-145 6BF1 6BG1 - QD-165	Left front, lower part of cylinder block.
4HK1	Right center, lower part of cylinder block.
6HK1	Right front, top part of cylinder block below number one exhaust port.
6SA1 - QD-170	Left rear, top part of cylinder block.
6SD1 - QD-195	Left center, lower part of cylinder block.
6UZ1	Left center, lower part of cylinder block.
E120 - QD-200 6RB1 - QD-250	Right side of cylinder block, below injection pump and to the rear of the filter.
6WG1	Left front, top part of cylinder block in front of injection pump.

Ubicación del Número de Serie en el motor, con su respectivo modelo designado



MOTOR ISUZU 2.4 DIESEL 8v



BANCO DIDACTICO CON UN MOTOR DIESEL CUATRO TIEMPOS

Dicho banco será un conjunto de sistemas eléctricos y mecánicos, en donde una estructura metálica compuesta de cajones para un fácil acceso y trabajo, soportara el motor como unidad y los sistemas que son parte esencial al momento de poner el conjunto en marcha. Este banco será parte de la Universidad con fines didácticos y complementara el aprendizaje teórico adquirido en las aulas de clase

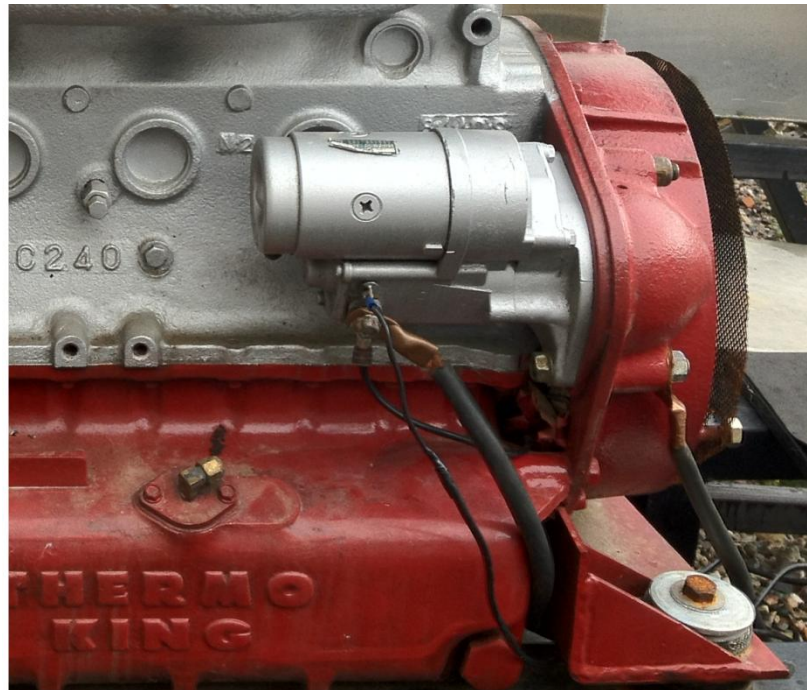
SISTEMA DE ENCENDIDO

Tabla de contenido

Contenido	Página
Funcionamiento	12
Operación	13
Mantenimiento en el sistema	14

Sistema de encendido

Este sistema está principalmente conformado por un motor de arranque que se alimenta de energía proveniente de la batería creando así un campo magnético que genera un movimiento mecánico a un engranaje. Su finalidad es generar un torque inicial capaz de vencer la resistencia viscosa del aceite del motor y lograr comprimir la mezcla aire-combustible para poner en marcha el motor. Esto es posible a través de un acople instalado desde el motor de arranque hasta el eje del motor cigüeñal.



Previo a oprimir el botón de encendido, es necesario accionar el relé que activa y eleva la temperatura de las resistencias calefactoras ubicadas en la parte posterior del motor (Véase en Vista lateral izquierda), cuya funcionalidad se lleva a cabo dentro de la cámara de combustión y es la de vaporizar el combustible para así generar combustión



Dicho relé se encuentra conectado de la siguiente forma: Un cable proveniente del solenoide del motor de arranque conector positivo y otro del Relé hacia la lamina en común de las resistencias calefactoras

Del motor de arranque se despliegan dos cables: Uno que va hacia el conector positivo de la batería y otro que esta adherido a este como puente y su conexión termina en el botón de encendido y el conector de la batera que hará tierra

Mantenimiento preventivo

Asegurarse que las conexiones y el estado de los cableados estén intactos, sin ninguna señal deterioro.

Corroborar utilizando un voltímetro que la batería está generando el voltaje necesario. Conecte el voltímetro a los dos terminales de la batería, este debe arrojar una lectura de por lo menos 12 V si no es así cargar o reemplazar

Evitar arranque prolongados y muy seguidos así se evita un desgaste prematuro de las escobillas o carbones que trabajan por rose para generar el movimiento mecánico. En eventos donde se presenten chasquidos al momento de dar encendido resulta por desgaste o algún corto presentado en el sistema.

SISTEMA DE INYECCIÓN

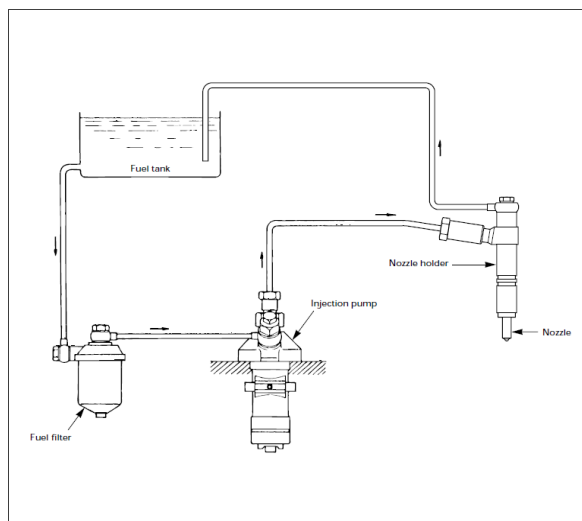
Tabla de contenido

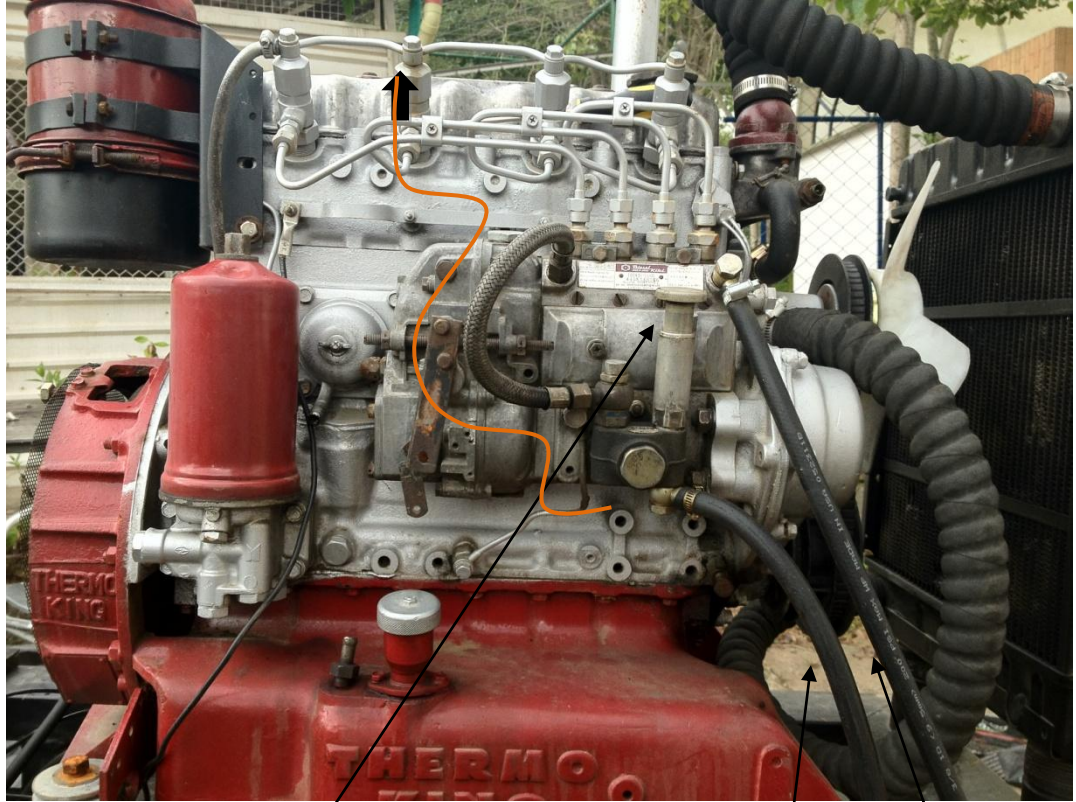
Contenido	Página
Funcionamiento	15
Operación	16
Mantenimiento en el sistema	17

Sistema de Inyección

En el sistema de inyección, la bomba resulta ser la pieza fundamental, cuya finalidad es la de ser capaz de dosificar y elevar la presión a los valores necesarios para la inyección y en el momento preciso

Para llevar a cabo la función anteriormente mencionada, la bomba se encuentra acoplada a la salida del motor por medio de un acople flexible (Verificar) teniendo así presente las condiciones de operación del motor y las necesidades. Ensamblada en esta, se encuentra una bomba de alimentación (Trasiego) que alimenta de combustible a la bomba de inyección a niveles superiores a las necesidades del motor, por esta razón el sistema cuenta con un regulador de presión que envía la medida exacta a través de unos conductos de alta presión, llegando así a los inyectores. La cantidad restante vuelve por la línea de retorno a tanque





Mango de accionamiento

Línea de alimentación

Línea de retorno

Inicialmente es necesario proveer combustible al sistema para desplazar el aire que está dentro de este (Mangueras y tuberías de inyección) factor que retarda la ignición, este paso es también llamado cebado del sistema. Esto se lleva a cabo manualmente, accionando el mango de accionamiento manual de cebado hasta que este se endurezca y por el se presente un derrame leve de combustible el cual se puede apreciar a simple vista, esto significa que el sistema está cebado y lleno de fluido incompresible.

La línea naranja muestra cómo el combustible corre a lo largo del sistema, partiendo desde la línea de alimentación hasta llegar a los inyectores demarcados en la fotografía con una flecha negra. Pasando por la bomba de trasiego – Bomba de inyección donde se eleva la presión al combustible – Tubería de inyección y finalizando en los inyectores.

Una de las funciones de la bomba de trasiego es alimentar a la bomba de inyección de combustible, pero parte de este líquido no es transportado por la bomba por ende internamente la bomba de inyección consta de una válvula de presión que ese líquido que queda fuera de servicio pase a la línea de retorno y vuelva así al tanque de combustible

Mantenimiento preventivo

En el circuito de inyección de motores de encendido por compresión los elementos más susceptibles de mantenimiento periódico son los inyectores, la bomba y los filtros primarios.

El mantenimiento preventivo de los inyectores, depende del mantenimiento predictivo que se realice. El monitorizado de síntomas como la potencia, consumo de combustible, emisión de humos, contaminación del aceite, presión máxima de inyección, puede orientar sobre el momento óptimo de efectuar las operaciones de calibración y limpieza. Por otra parte, la evolución en las calidades del combustible y los filtros han propiciado unos intervalos de mantenimiento mayores.

Para el reglaje y ajuste de la bomba, se desmonta y se instala en un banco de pruebas, se verifican las holguras, se ajustan los caudales establecidos, se regla el regulador y se verifica convenientemente el calado

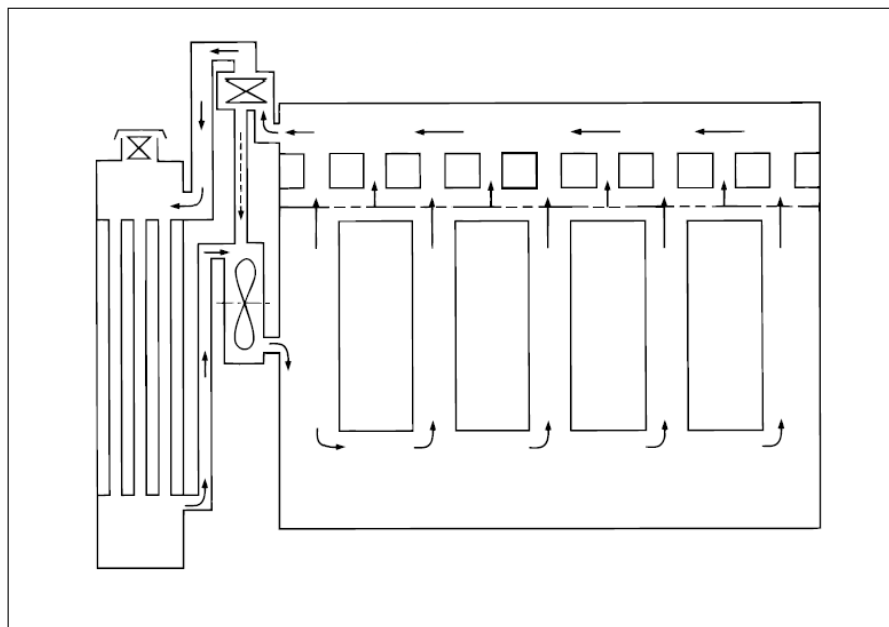
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Tabla de contenido

Contenido	
Funcionamiento	Pagina 18
Operación	19
Mantenimiento en el sistema	20

Sistema de refrigeración

La combustión, mezcla de aire-combustible en los cilindros genera calor y gran porcentaje de ese calor producto de altas presiones para lograr trabajo mecánico no se convierte en trabajo útil, por lo tanto resulta necesario removerlo para conservar las piezas y evitar atoramientos



Partiendo de un depósito de refrigerante o vaso expansión que es donde se almacena el refrigerante, el cual resulta ser una mezcla de agua con aditivos y anticongelantes, aditivos para evitar corrosiones en el sistema internamente y anticongelantes en caso de que vaya a funcionar a bajas temperaturas. Este es distribuido por las zonas a refrigerar por medio de la bomba que se halla instalada en el bloque del motor y es movida directamente por la polea del cigüeñal. Dicha

bomba aspira el agua del radiador y la hace circular por el interior del bloque y la culata para refrigerar los cilindros y la cámara de combustión a través de pasajes que existen dentro del motor.

El líquido que gana calor vuelve por la línea de retorno a la parte superior del radiador. Este elemento conformado por dos depósitos, uno superior y otro inferior, unidos entre sí por una serie de tubos finos rodeados por numerosas aletas de refrigeración aumentan la superficie radiante de calor y tanto los tubos y aletas como los paneles se fabrican en aleación ligera generalmente de latón, facilitando, con su mayor conductibilidad térmica, la rápida evacuación de calor a la atmósfera, retirando así el calor ganado en los pasajes dentro del motor eso de forma natural.

Otro modo de retirar calor al refrigerante es por medio de un ventilador cuyo diseño de aspas comúnmente es inclinado resultando así conveniente para el paso de aire a través del radiador, este acoplado a la polea de la bomba participa en el sistema en base a una señal enviada por un termostato, lo que significa que si la temperatura del motor no supera la temperatura de régimen permanece cerrada, re circulando el agua solamente por el motor, de superar la temperatura de régimen la válvula abre y permite la circulación del agua a través del radiador.

Básicamente es la bomba de circulación, el corazón del sistema porque que mantiene el flujo de refrigerante a través de todos los componentes para mejorar el intercambio y mantener la temperatura de operación del motor dentro de un rango aceptable, eso de acuerdo a las especificaciones del fabricante y así se evita atoramientos

Medidas preventivas para conservar la maquina en operación

Para verificar que el sistema funciona bien, se dispondrá de un termómetro infrarrojo que entregara lectura instantánea de las temperaturas de entrada y salida del radiador

Temperaturas anormales pueden indicar dos cosas:

- a. Hay una falla en el sistema de refrigeración, por ejemplo falta de fluido refrigerante
- b. Hay una falla o defecto en una parte o en todo el motor

Para que este sistema funcione es primordial controlar periódicamente el correcto nivel del fluido refrigerante; que el radiador esté libre de incrustaciones que obturen los canales de circulación del fluido y del aire por el exterior y que la bomba de accionamiento este en buen estado y funcionando correctamente.

Los cuidados pueden abarcar desde un buen mantenimiento, rellenar fluido refrigerante y limpieza del radiador, hasta reparaciones con el reemplazo de componentes dañados como bomba de agua, radiador, mangueras y conexiones

A la hora del cambio o adición de líquido refrigerante al motor deberán tenerse en cuenta los siguientes consejos generales:

- Abrir el vehículo con el motor frío, pues en caliente y al estar presurizado, podría escapar vapor con el riesgo de producir quemadura a la persona que quite el tapón
- No llenar el motor caliente con líquido frío, pues podrían producirse, debido al choque térmico, cambios de las propiedades mecánicas a incluso agrietamientos de algunos elementos.

8.5 ANEXO D: INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE PRUEBAS DE CONSUMO

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Procedimiento de pruebas de consumo del banco a partir de un motor Diesel	Elaborado por: Jonathan Giraldo Anderson Flórez
---	---	--

1. TITULO

Procedimiento de pruebas de consumo del banco a partir de un motor Diesel cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea.

1.1 INTRODUCCION

Este manual ha sido dispuesto para que usted conozca cómo llevar a cabo las pruebas de consumo y su respectiva obtención de valores relacionados con el ensayo bajo el método de gravimetría y mediante el uso de los instrumentos de medición adecuados evitando valores desiguales que puedan alterar la medición.

Por lo tanto resulta conveniente seguir la metodología que se presentara a continuación para garantizar un ensayo seguro:

1.2 PROCEDIMIENTO

- Adecuar el banco de pruebas con las herramientas de medición (Balanza de precisión, Vaso precipitado) al costado, exactamente donde se encuentran ubicadas las líneas de alimentación y retorno de combustible del sistema para así facilitar su acceso y manipulación.

- Llenar el vaso precipitado de Diesel e introducir en el las mangueras de alimentación y retorno de combustible, y proceder a tomar el dato que entrega la balanza. Esa lectura será el valor inicial antes de poner en funcionamiento el motor.
- Realizar un cebado previo al encendido del motor para permitir el suministro continuo de combustible para que lo mantenga en funcionamiento. Este se realiza manoteando el mango de accionamiento de la bomba de alimentación. En un inicio, el sistema esta vacio y el accionarlo resultara ligero hasta un determinado punto en que este se llena completamente de combustible y se manifiesta cuando el líquido se rebosa por el mango de accionamiento.



- Encender el motor, estableciendo un régimen de velocidad de operación y un tiempo de funcionamiento para adquirir un valor final y así aplicar el método de gravimetría para obtener un dato final que en últimas será el consumo de combustible en los parámetros preestablecidos
- Variar manualmente el acelerador para efectuar las pruebas consideradas a diferentes regímenes de revoluciones.

FORMATOS PRUEBAS DE CONSUMO

Prueba a 1500 rpm

# de Ensayos	P_o (gr)	P_f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio(gr/seg)
P₁					
P₂					
P₃					

Prueba a las 1800 rpm

# de Ensayos	P_o (gr)	P_f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio(gr/seg)
P₁					
P₂					
P₃					

Prueba a las 2100 rpm

# de Ensayos	P_o (gr)	P_f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio(gr/seg)
P₁					
P₂					
P₃					

Prueba a las 2400 rpm

# de Ensayos	P_o (gr)	P_f (gr)	Consumo ACPM (gr)	Consumo Promedio (gr)	Flujo Másico Promedio(gr/seg)
P₁					
P₂					
P₃					

BIBLIOGRAFIA

[1] Santiago Sanz Acebes. Mantenimiento de vehículos autopropulsados [en línea]. Madrid.: Editex. 2007. Disponible en:

http://books.google.com/books?id=jrwSvhtlVhkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

[2] Pulkrabek, w. w. *Engineering fundamentals of the internal combustion engine*. 1a.ed. United states of american: Pearson. 2004 .

[3] Universidad nacional de Colombia. Dirección nacional de servicios académicos virtuales. Disponible en:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/General/06_FactoryConsumo.htm >. Fecha de consulta 23 de octubre del 2011.

[4] García Pamplona, Jesús. Diseño de una sala de pruebas para motores alternativos de combustión interna. Trabajo de grado (ingeniero industrial). Barcelona: Escuela técnica superior, Facultad de ingeniería industrial. 2007. 100p.

[5] Banco de Ensayos con Motor Diesel CM12 - Versión 2.Armfield. Disponible en: <http://www.discoverarmfield.co.uk/data/esp/cm12/?js=enabled> fecha de consulta 24 de octubre del 2011.

[6] Alibaba. Autopartes (piezas de automóviles, partes de automóviles) herramienta de enseñanza. Disponible en: <http://spanish.alibaba.com/products/auto-parts-car-parts-automobile-parts-teaching-tool-301625669.html> fecha de consulta 24 de octubre del 2011.

[7] Cussontechnology. Base de ensayos de motores automóviles para los técnicos. Disponible en: www.cussons.co.uk fecha de consulta 24 de octubre del 2011.

[8] Automoción. Motor diesel common-rail modelo mtmoteur-d. Disponible en:
<<http://fichas.prodel.es/automocion/7.1%20MOTOR%20DIESEL%20CONMON%20ORAIL.pdf>> fecha de consulta 24 de octubre del 2011.

[9] Vicente Macian, Jorge Pedro, Bernardo Tormos, Pablo Olmeda, Alfa omega. Practica de Motores de combustión Interna, Universidad Politécnica de Valencia. 1era Edición Septiembre 2005

[10] Ruiz, Bermúdez, Broatch, Climent, López, Serrano, Alfa omega Grupo Editor. Mantenimiento de motores Diesel, Universidad Politécnica de Valencia. 1era Edición Septiembre 2005

[11] John B Heywood. Internal Combustion Engine Fundamentals. 1era Edition 1988. Mc graw Hill

[12] Una introducción a la termografía de infrarrojos para aplicaciones mecánicas
Disponible en:
<<http://todoproductividad.blogspot.com/2009/11/una-introduccion-la-termografia-de.html>> fecha de consulta 12 de junio del 2012.

[13] Disponible en:
:<<http://www.solostocks.com/ventaproductos/electronica/general/herramientas/termometro-rapido-infrarrojo-compacto-con-doble-laser-6379801>> fecha de consulta 12 de junio del 2012.

