



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACION HUMANAS Y
TECNOLOGIAS

TÍTULO

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DEL MOTOR CATERPILLAR 3406 PARA APLICAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO 2014-2015”.

Trabajo presentado como requisito para la obtención de Título de Licenciado en Ciencias de la Educación, especialidad Mecánica Industrial Automotriz.

Autor:

MONAR MANZANO DIEGO HERNÁN

Director:

ING. PAULO HERRERA

Riobamba – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN DE TUTORÍA

Ingeniero

Paulo Herrera

TUTOR DE TESIS Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.

Certifica:

Que el presente trabajo: “ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DEL MOTOR CATERPILLAR 3406 PARA APLICAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO 2014-2015”, de autoría del señor Monar Manzano Diego Hernán, ha sido dirigido y revisado durante todo el proceso de investigación, cumple con todos los requisitos metodológicos y los requerimientos esenciales exigidos por las normas generales para la graduación, por lo cual, autorizo dicha presentación para su evaluación y calificación correspondiente.

Riobamba, mayo del 2016

Ing. Paulo Herrera

TUTOR

HOJA DE APROBACIÓN POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD
MECÁNICA INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ.**

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DEL MOTOR CATERPILLAR 3406 PARA APLICAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO 2014-2015”.

Trabajo de tesis de Licenciatura en Mecánica Industrial Automotriz, aprobado en nombre de la Universidad Nacional de Chimborazo por el siguiente jurado examinador.

Edgar Ulanga
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

[Signature]
.....

PAULO HERRERA
TUTOR DE TESIS

[Signature]
.....

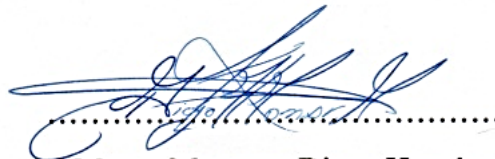
Iván Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

[Signature]
.....

NOTA FINAL: _____

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DEL MOTOR CATERPILLAR 3406 PARA APLICAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO 2014-2015”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad y fruto de mi trabajo de Grado y los derechos le corresponden a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Monar Manzano Diego Hernán
C.I. N° 0604537191

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis de Investigación a Dios por brindarme la salud, sabiduría y fortaleza para alcanzar este objetivo.

A mis Padres por su amor y apoyo incondicional, por enseñarme que con trabajo, esfuerzo y constancia se pueden lograr las metas propuestas.

A mi hermano, por su apoyo y confianza.

Diego Hernán

AGRADECIMIENTO

Esencialmente doy gracias a Dios el “Todo Poderoso”, por brindarme la existencia en la Tierra y por la oportunidad para alcanzar los triunfos y éxitos propuestos.

A los Directivos y Docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo por la desinteresada colaboración y proporcionar datos e información.

A todos los familiares y amigos, que me prestaron su apoyo material, moral e intelectual, para el éxito y desarrollo de la presente tesis, así como su colaboración y amistad.

Finalmente, al Ing. Paulo Herrera, maestro y amigo, por compartir sus sabios consejos, preparación académica, experiencia, capacidad y esfuerzo para culminar este trabajo exitosamente.

Diego Hernán

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	PAG.
PORTADA	
CERTIFICACIÓN DE TUTORÍA	I
MIEMBROS DEL TRIBUNAL	II
AUTORÍA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
RESUMEN	XI
SUMMARY	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	
MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación e Importancia	2
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Fundamentos Científicos	5
2.2.1. Fundamentación Filosófica	5
2.2.2. Fundamentación Psicológica	5
2.2.3. Fundamentación Pedagógica	6

2.2.4.	Fundamentación Epistemológica	6
2.2.5.	Fundamentación Axiológica	6
2.2.6.	Fundamentación Legal	7
2.3.	Fundamentación Teórica	8
2.3.1.	Manual	8
2.3.1.1.	Manual Técnico	10
2.3.1.2.	Manual Técnico de mecánica	13
2.3.2.	Enseñanza	14
2.3.3.	Aprendizaje	14
2.3.4.	El motor Caterpillar 3406	16
2.3.4.1.	Sistema de Inyección de combustible	16
2.3.4.2.	Sistema de refrigeración del motor	17
2.3.4.3.	Sistema de lubricación	18
2.3.4.4.	Partes del motor	19
2.4.	Definición de términos básicos	22
2.5.	Hipótesis de la Investigación	24
2.6.	Variables	24
2.6.1.	Variable Independiente	24
2.6.2.	Variable Dependiente	24

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO	27	
3.1.	Diseño de la investigación	27
3.2.	Tipo de investigación	27
3.3.	Método Científico	28
	Método Inductivo - Deductivo	28
3.4.	Población y muestra	28
3.4.1.	Población	28
3.4.2.	Muestra	29
3.5.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	29
3.6.	Técnicas de procesamiento de datos	30

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERTRETACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1. Análisis e interpretación de las encuestas a estudiantes	33
4.2. Análisis e interpretación de las encuestas a docentes	43
4.3. Comprobación de Hipótesis	48

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones	49
5.2. Recomendaciones	50
- Bibliografía general	51
- Webgrafía	53
- Anexos	54
01 Manual Técnico	
02 Encuesta a estudiantes	
03 Encuesta a docentes	

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PAG.
Cuadro N° 1 Identifica el cigüeñal	33
Cuadro N° 2 Biela transporta carga de encendido	34
Cuadro N° 3 Pistón posee 3 anillos de compresión	35
Cuadro N° 4 Sincronización de inyección optimiza rendimiento del motor	36
Cuadro N° 5 Árbol de levas controla el flujo de aceite	37
Cuadro N° 6 Combustión de motor depende de tipo de combustible	38
Cuadro N° 7 La bomba de agua consta de rodete con paletas curvas	39
Cuadro N° 8 Se debe probar termostato durante el mantenimiento del enfriamiento	40
Cuadro N° 9 Muñones de cojinetes tienen agujeros para reducir peso de cigüeñal	41
Cuadro N° 10 Se quitan tapas de válvulas para llegar a sus componentes	42
Cuadro N° 11 Manual útil para dirigir actividades	43
Cuadro N° 12 Contenidos de asignatura Motores deben ser aplicados en la práctica	44
Cuadro N° 13 Asignatura Motores prepara al estudiante para el campo laboral	45
Cuadro N° 14 Contenido conduce a el mantenimiento	46
Cuadro N° 15 Necesario contar con guía de motores a diésel	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PAG.
Gráfico N° 1 Identifica el cigüeñal	33
Gráfico N° 2 Biela transporta carga de encendido	34
Gráfico N° 3 Pistón posee 3 anillos de compresión	35
Gráfico N° 4 Sincronización de inyección optimiza rendimiento del motor	36
Gráfico N° 5 Árbol de levas controla el flujo de aceite	37
Gráfico N° 6 Combustión de motor depende de tipo de combustible	38
Gráfico N° 7 La bomba de agua consta de rodete con paletas curvas	39
Gráfico N° 8 Se debe probar termostato durante el mantenimiento del enfriamiento	40
Gráfico N° 9 Muñones de cojinetes tienen agujeros para reducir peso de cigüeñal	41
Gráfico N° 10 Se quitan tapas de válvulas para llegar a sus componentes	42
Gráfico N° 11 Manual útil para dirigir actividades	43
Gráfico N° 12 Contenidos de asignatura Motores deben ser aplicados en la práctica	44
Gráfico N° 13 Asignatura Motores prepara al estudiante para el campo laboral	45
Gráfico N° 14 Contenido conduce a el mantenimiento	46
Gráfico N° 15 Necesario contar con guía de motores a diésel	47



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACION HUMANAS Y
TECNOLOGIAS**

TÍTULO

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DEL MOTOR CATERPILLAR 3406 PARA APLICAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO 2014-2015”.

Resumen

Durante la formación profesional, es necesario tener un aprendizaje significativo, relacionando permanentemente y cuando sean necesario los conocimientos teóricos con la ejecución o con la práctica, en particular cuando la asignatura es técnica, tal es el caso de los motores a diésel. Los conocimientos emitidos por el docente no son suficientes cuando no hay los elementos necesarios como herramientas, instrumentos y materiales modernos, que contribuyan a la formación integral del estudiante, presentando un déficit al momento de realizar mantenimiento, tal es el caso de los motores a diésel que actualmente presentan los vehículos. La Escuela Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, ha sido objeto de investigación, al no contar con material de apoyo de enseñanza – aprendizaje y para realizar el mantenimiento de motores a diésel, en particular de los Caterpillar 3406, por cuanto, son motores de producción actual con diseño y tecnología de última generación. Como antecedente de la problemática, la investigación tuvo como objetivo principal, elaborar un manual técnico del motor Caterpillar 3406 para contribuir al proceso de enseñanza – aprendizaje; planteándose la hipótesis: La elaboración de un manual técnico del motor Caterpillar 3406 mejora la enseñanza – aprendizaje, comprobándose la misma, en base a los datos obtenidos de la encuesta a los docentes y estudiantes aplicado para el efecto, concluyéndose que se requiere contar con material de apoyo, para lo cual, se ultima elaborar un manual técnico “MOTORES A DIÉSEL CATERPILLAR 3406” dirigido a los docentes y estudiantes, con el propósito de brindar un documento de investigación.

SUMMARY

During professional training, it's necessary that you have a meaningful learning, linking permanently and when needed the skills with the execution or practice, particularly when the subject is technical, such is the case of diesel engines. The knowledge issued by the teacher are enough when there is no necessary elements as tools, instruments and modern materials that contributing to the formation of the student, presenting a deficit when performing maintenance, such is the case of diesel engines currently presenting the vehicles. La Escuela Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo of the city of Riobamba, has been under investigation, by not having support of teaching – learning material and for maintenance of diesel, in particular of the Caterpillar 3406 engines, because they are engines of contemporary design and cutting-edge technology. As background of the problem, the research had as main objective, develop a technical manual engine Caterpillar 3406 to contribute to the process of teaching - learning; considering the hypothesis: the elaboration of a technical manual engine Caterpillar 3406, enhances the teaching - learning, checking it, based on the data obtained from the survey of teachers and students applied for effect , concluding that requires having supporting material, for which, it is last to develop a technical manual " DIESEL ENGINES CATERPILLAR 3406 " aimed at teachers and students, with the purpose of providing a research paper



Mgs. Myriam Trujillo B.
DELEGADA DEL CENTRO DE IDIOMAS



INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los motores diésel siempre se han visto como motores ruidosos, olorosos, de poca potencia y de uso exclusivo para camiones, taxis y camionetas. Los motores diésel y sus controles en el sistema de inyección se han vuelto más refinados, y la década de los 80 ha visto este cambio de situación.

La principal ventaja de los motores diésel sobre los motores a nafta (gasolina) es su menor costo de funcionamiento. Esto es debido a la mayor eficiencia del alto índice de compresión del motor diésel y por el menor precio del combustible diésel. A pesar de que el precio es variable, la ventaja de tener un auto diésel se reducirá levemente si vive en un lugar donde el precio del diésel es alto. Los intervalos de mantenimiento son a menudo más largos también, pero muchos modelos diésel requieren cambios de aceite más frecuentes que los de gasolina.

CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL.- En este capítulo se trabajó desarrollando el Planteamiento del Problema, Formulación del Problema, Objetivos tanto general como específicos y la Justificación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.- Se desarrollan las distintas fundamentaciones, así como también, los temas seleccionados de las variables con sus respectivos subtemas que sustentan la investigación.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.- Se halla la metodología con su modalidad de investigación, se identifica población y muestra; Operacionalización de las variables, técnicas de recolección de la información.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.- hace referencia a los datos obtenidos con sus respectivas Cuadros y gráficos, donde se realiza el análisis, descripción y explicación.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- Este capítulo aborda las conclusiones a las que se ha llegado luego del proceso investigativo y a la vez se dan propuestas o recomendaciones viables.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA ALTERNATIVA.- Se desarrolló la alternativa de solución al problema planteado, teniendo como resultado la elaboración de un Manual Técnico de Mantenimiento de Motores a Diésel Caterpillar, el mismo que permitirá fortalecer la reparación de motores a diésel.

Finalmente, se indica la BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA con referencias que permitieron recopilar información fundamental para el desarrollo del trabajo investigativo.

En los ANEXOS se adjuntan los instrumentos recopilados para la recopilación de información, y evidencias del trabajo plasmado en fotografías.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el mundo, en nuestro país y en especial en nuestra ciudad, tenemos vehículos con modernos motores a diésel, con varios elementos o sensores de nueva tecnología o lo que es lo mismo de nueva generación.

Durante la formación profesional, es necesario tener un aprendizaje significativo, relacionando permanentemente y cuando sean necesario los conocimientos teóricos con la ejecución o con la práctica, en particular cuando la asignatura es técnica, tal es el caso de los motores a diésel.

La principal ventaja de los motores diésel, comparados con los motores a gasolina, estriba en su menor consumo de combustible. Debido a la constante ganancia de mercado de los motores diésel en turismos desde los años 1990 (en muchos países europeos ya supera la mitad), el precio del combustible ha superado a la gasolina debido al aumento de la demanda. Este hecho ha generado grandes problemas a los tradicionales consumidores de gasóleo, como transportistas, o agricultores. En automoción, las desventajas iniciales de estos motores (principalmente precio, costos de mantenimiento y prestaciones) se están reduciendo debido a mejoras como la inyección electrónica y el turbo compresor. No obstante, la adopción de la precámara para los motores de automoción, con la que se consiguen prestaciones semejantes a los motores de gasolina, presenta el inconveniente de incrementar el consumo, con lo que la principal ventaja de estos motores prácticamente desaparece.

Teniendo en cuenta la competitividad de los profesionales que existen hoy en día, no es permisible que un estudiante no cuente con la información necesaria, veraz y actual sobre motores a diésel y satisfacer sus deseos de aprender, y para formarse eficazmente referente a las tecnologías vigentes y poder llevarlo a la práctica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo contribuye un manual técnico del motor Caterpillar 3406 en la enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período 2014 – 2015?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un manual técnico del motor Caterpillar 3406 para contribuir al proceso de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período 2014 – 2015.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Señalar los componentes que controlan el motor Caterpillar 3406.
- 2) Conceptualizar los elementos que controlan el motor Caterpillar 3406.
- 3) Diseñar un Manual Técnico de motores a diésel Caterpillar 3406.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

Con la aspiración de afianzar el aprendizaje de Técnicas de Motores a Diésel en los estudiantes de licenciatura Industrial Automotriz, se requiere de un diagnóstico, objetivo que revele la situación actual del proceso enseñanza – aprendizaje. Se debe de identificar las estrategias, información y metodologías aplicadas en el proceso educativo y formativo referente a los motores a diésel, esto constituye el paso inicial

para plantear alternativas de solución, en cuyo propósito se inscribe la carrera técnica automotriz con la implementación de este proyecto.

Luego de analizar los aspectos indicados en la carrera de Mecánica Automotriz, se presume que la información técnica juega un papel importante en el proceso educativo, por lo tanto, es importante conocer parte de la formación que se aplica en el Área Técnica, tendiente a conocer a cabalidad el funcionamiento y partes de los motores a diésel.

El motor Caterpillar a diésel es un mecanismo que está siendo utilizado por las marcas de vehículos, pesados tales como Gmc, Ford, Freightliner, Internacional, entre otros; y los estudiantes de licenciatura Industrial Automotriz tienen la oportunidad de fortalecer sus conocimientos teóricos al contar con información técnica que puede proporcionarle una guía para llevar los mismos a la práctica en el taller, como complemento a la falta de recursos didácticos como el mismo motor y el vehículo en general que no existen en los talleres de la UNACH.

Los beneficiarios serán los estudiantes de licenciatura Industrial Automotriz, puesto que, la guía proporcionará información actualizada y técnica sobre los motores Caterpillar creando interés, comprensión, razonamiento y criticidad en los contenidos o temas motivo de enseñanza.

En la vida todo se reduce a la solución de problemas y si aceptamos el hecho de que educar es preparar al ser humano para la vida, la utilización de una guía con información técnica y actualizada sobre motores Caterpillar, es un eje fundamental en el proceso de enseñanza – aprendizaje que contribuye de manera directa al funcionamiento y mantenimiento de los mismos.

Este proyecto es factible, porque se posee información detallada de los motores Caterpillar 3406 para ser proporcionada a los señores estudiantes durante su proceso formativo y aplicada al funcionamiento y mantenimiento de motores que actualmente existe en el medio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Revisando investigaciones y tesis presentadas en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo, existen trabajos investigativos cuyos temas son:

“DETERMINACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE INYECTORES DE LOS MOTORES DIESEL, MARCA MITSUBISHI MODELO 200-2009 A REALIZARSE EN EL PERÍODO 2009-2010; presentada por LLAMUCA DARWIN y MOROCHO ÁNGEL en el año 2011.

“DISEÑO DE UN MANUAL TÉCNICO DE MOTOR CUMMINS ISX, PARA APLICAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN MECÁNICA INDUSTRIAL/AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO PERÍODO 2015”; presentada por Torres Cevallos Diego Lenin y Reinoso García José Fernando.

Existen otros estudios sobre Motores a Diésel relacionados con el mantenimiento y otros aspectos, pero que no tienen una relación directa al tema planteado.

2.2. FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS

2.2.1. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Este proyecto se fundamenta en el enfoque filosófico del desarrollo humano y reconstrucción histórica social crítica activa, cuyos principios están centrados en el hombre y sus motivaciones externas e internas, los mismos que determinan su comportamiento frente al aprendizaje y sus relaciones psicosociales y psicomotrices de orden al desarrollo personal, éxito o fracaso.

El proceso de enseñanza – aprendizaje en lo que respecta a las áreas técnicas viene relacionado con aspectos técnicos, tecnológicos y sociales; determinantes que permiten planear y programar el desarrollo de la capacidad del estudiante en lo referente a las habilidades y destrezas, respetando su individualidad y etapa de aprendizaje para lograr una intervención educativa que desarrolle al futuro profesional de una forma integral.

2.2.2. FUNDAMENTACIÓN PSICOLÓGICA

Sigmund Freud manifiesta que, el desarrollo de una persona sucede en una secuencia de etapas que todos los individuos pasan en el mismo orden pero no necesariamente a la misma edad (Sally & Papalia, 1984)

Todo proceso de enseñanza será como un motor impulsor en el desarrollo, favoreciendo su propio desarrollo futuro en el instante en que las exigencias aparecidas se encuentren en el proceso de enseñanza – aprendizaje, apropiándose del conocimiento necesario para asegurar la transformación continua y sostenible que se requiere para ser puesto en lo posterior y más aún en la vida de práctica o en la etapa laboral.

2.2.3. FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA

La pedagogía adopta sus postulados, atendiendo a que el propósito común es el desarrollo pleno del individuo en cada momento evolutivo, apropiándose del conocimiento de manera significativa y comprensiva. (Zuburía, M. 1984)

El objetivo de este postulado se da con el fin de desarrollar capacidades cognitivas y creativas a partir del razonamiento, lo que lleva a centrar la actividad partiendo de la concepción del desarrollo de las distintas intervenciones procesuales y metódicas en el ámbito educativo.

2.2.4. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

Actualmente, se puede aseverar que casi todas las manifestaciones del universo son expresiones del cambio; pudiendo ser simples o complejos. Es por esta razón que una de las metas que debe proponer la educación es la de desarrollar en los estudiantes las competencias y habilidades psico-motoras necesarias para entender y controlar el mundo cambiante en que vivimos” (STEWART, 1998)

Dentro de la educación hay una aceptación, en que la multiplicidad de métodos, procedimientos, actividades y núcleos teórico-metodológicos que la sustentan, está anegada y cimentada en el desarrollo de las potencialidades como el lenguaje, conocimiento del cuerpo, proceso muscular, neurológico, técnico y tecnológico, etc., para crecer personalmente como un cambio educativo, agente causal o resultante de modificaciones aptitudinales y actitudinales.

2.2.5. FUNDAMENTACIÓN AXIOLÓGICA

El estudio de los valores, se refiere a la importancia, preferencia y selección que se le atribuye a una cosa. Existen valores, morales, estéticos, educativos, sociales y económicos. Para Platón los valores son realidades eternas que los seres humanos descubrimos a través del intelecto. (Scheler, M. 2010)

En el trabajo educativo y en especial en el técnico, es complejo la formación de valores, es así que se debe buscar caminos para aplicar el proceso, sin exagerar en las palabras y las órdenes, y llegar adecuadamente a los estudiantes, en donde se compartan motivaciones, reflexiones, necesidades, repeticiones y errores. Modificación actual de la variabilidad axiológica, o sea, el cambio que se produce en cualquier dimensión del proceso pedagógico, que engendra ineluctablemente una variación generando modificaciones en la naturaleza del sistema educativo, que dentro de éste deben estar implícitos los valores.

2.2.6. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA

El art. 26: dice “La educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado”

Art. 27: La educación se centrará en el ser humano y garantizará el desarrollo holístico en el marco del respeto a los derechos humanos.

El Estado ecuatoriano tiene expreso en la Constitución, los principios y objetivos fundamentales. Entre uno de los literales manifiesta: El SERVICIO A LOS INTERESES PERMANENTES DE LA COMUNIDAD NACIONAL, en lo correspondiente a sus aspiraciones y cultura.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. MANUAL

Un manual es: "un documento que contiene en forma ordenada y sistemática, información y/o instrucciones sobre la historia, organización, política y procedimiento de una empresa, que se consideran necesarios para la mejor ejecución del trabajo". (Kraus, M. 2010)

Manual es "Un registro inscrito de información e instrucciones que conciernen al empleado y pueden ser utilizados para orientar los esfuerzos de un empleado en una empresa". (Terry G.R. 2012)

De acuerdo con las definiciones, un manual es un instrumento de control sobre la participación del personal, que ofrece la posibilidad de dar una forma definida a la estructura organizacional del departamento, área, empresa, procesos mecánicos o técnicos. Sin embargo un manual es un documento en el que se encuentra de manera sistemática, las instrucciones, bases y procedimientos para ejecutar una actividad de manera eficiente.

Un manual es una publicación que contiene aspectos principales de una materia. Es decir, es una guía que ayuda a entender el funcionamiento de algo, o bien que educa a sus lectores acerca de un tema de forma ordenada y concisa. Así mismo, se puede indicar que usuario es, por otra parte, la persona que usa ordinariamente algo o que es destinataria de un producto o de un servicio.

Estas dos definiciones permiten comprender el significado de un manual de usuario. Este tipo de publicaciones brinda las instrucciones necesarias para que un usuario pueda utilizar un determinado producto o servicio. Por ejemplo, si el manual de usuario está referido a un teléfono móvil (celular), incluirá los conceptos y las guías necesarias para su utilización, detallando las funciones de sus teclas, las opciones disponibles a través de los diferentes menús, etc.

Un manual de usuario es, por lo tanto, un documento de comunicación técnica que busca brindar asistencia a los sujetos que usan un sistema. Más allá de su especificidad, los autores de los manuales intentan apelar a un lenguaje ameno y simple para llegar a la mayor cantidad posible de receptores.

Dada su complejidad, todos los productos electrónicos o informáticos suelen contar con su propio manual de usuario. Los artículos más simples (como una pelota o una mesa) no requieren de explicaciones para que los consumidores sepan cómo utilizarlos.

Los manuales de usuarios suelen estar escritos en diversos idiomas y contar tanto con textos como con imágenes. De esta forma se facilita la comprensión de los conceptos. Los diagramas y esquemas también son habituales.

Una estructura frecuente de los manuales de usuario incluye una introducción al producto en cuestión, un índice con los contenidos del manual, la guía en sí misma, una sección de problemas frecuentes y su forma de solucionarlos, los datos de contacto y un glosario.

En muchos casos, las traducciones de los manuales de usuario suelen ser poco confiables, dejando en evidencia que el documento original fue escrito en un idioma diferente. En parte, este problema puede ser justificable si se tiene en cuenta que ciertas tecnologías reciben un nombre específico en su país de origen que encierra una serie de elementos culturales y lingüísticos muy difíciles de adaptar a otras lenguas. En la actualidad, dada la masificación de Internet y de productos tales como los smartphones (ejemplos en sí mismos de un nombre en un idioma extranjero), es raro que alguien se sienta abrumado por términos como “email”, “home” o “touch”; sin embargo, dos décadas atrás, la realidad era muy distinta.

Los manuales de usuario sufren de un fenómeno muy particular, que tiene matices cómicos a la vez que finales trágicos: muy poca gente la consulta. Por lo general, la

decisión de no leer un manual está íntimamente relacionada con la personalidad, con el tipo de persona, y no se da espontáneamente; en otras palabras, existen quienes nunca lo hacen y quienes no acaban de desenvolver el producto hasta que no han estudiado sus funciones de la a a la z.

Si bien hay muchos dispositivos que exigen muy poca intuición por parte del usuario para ser comprendidos y aprovechados, no todos gozamos de esa predisposición a nivel intelectual; por otro lado, existen determinadas funciones que, por diferentes motivos, no saltan a la vista y requieren de la información específica para ser descubiertas.

La redacción de un manual tiene varios objetivos, y uno de ellos es advertir a los consumidores de las limitaciones de los productos para evitar quejas por fallos que podrían haber sido evitados. Y es ésta la razón por la cual todos deberíamos invertir los escasos minutos necesarios para interiorizarnos acerca de los artículos que adquirimos; la consecuencia de actuar impacientemente puede ser una espera de largas semanas, hasta que los técnicos oficiales reparen nuestros dispositivos, o bien nos envíen uno de repuesto, probablemente usado.

2.3.1.1. MANUAL TÉCNICO

Concepto

Un manual técnico es aquel que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área.

La documentación de proyectos es importante para identificar fácilmente los aspectos y características que forman parte de un proyecto. Una adecuada documentación le proporciona identidad y "personalidad" a un proyecto, de manera que los usuarios responsables del mismo podrán reconocer más fácilmente las ventajas y desventajas, características y funcionalidades, funciones y ventajas, así como costos y beneficios que impliquen el desarrollo del proyecto, (Reid, 2013)

Estructura del documento - MANUAL TÉCNICO

1	PORTADA
2	ÍNDICE
3	INTRODUCCIÓN <ul style="list-style-type: none">- Objetivo General- Objetivos Específicos- Antecedentes de la propuesta- Justificación- Fundamentación
4	CONTENIDO TEÓRICO <ul style="list-style-type: none">- Estructura- Componentes- Funcionamiento- Matriz de sistemas- Matriz de funcionamiento- Áreas de aplicación
5	BIBLIOGRAFÍA

1. Portada

Es un diseño de gráfico visual que bosqueja la idea del contenido y de los principios que tiene la guía, así como su nombre y del autor.

2. Índice

Relación de los capítulos y páginas correspondientes que forman parte del documento

3. Introducción.

Se debe presentar una breve descripción del sistema desarrollado, que contemple el ámbito abarcado, cuál es su función principal y un detalle de las funciones macros o partes que lo componen. Puede incluir un mensaje de la máxima autoridad de las áreas comprendidas en el manual.

3.1. Objetivo general del sistema

Se debe de describir el objetivo general del sistema.

3.2. Objetivos específicos

Se deben describir brevemente los objetivos específicos que se cumplieron con el desarrollo del sistema.

4. Contenido Teórico

- Estructura

Describe como está compuesto la guía o manual.

- Componentes

Se anotan las partes del contenido del tema.

- Funcionamiento

Se anota el proceso de funcionamiento del tema o de los componentes que se trata en el manual.

- Descripción de campos

Se indican la utilidad y la secuencia de los sistemas o de los programas en conjunto que dan lugar a un adecuado funcionamiento.

- Matriz de sistemas
- Matriz de funcionamiento

- Áreas de aplicación

5. Bibliografía.

Para iniciar los trabajos que conducen a la integración de un manual, es indispensable prever que no queda diluida la responsabilidad de la conducción de las acciones en diversas personas, sino que debe designarse a un coordinador, auxiliado por un equipo técnico, al que se le debe encomendar la conducción del proyecto en sus fases de diseño, implantación y actualización. De esta manera se logra homogeneidad en el contenido y presentación de la información. Por lo que respecta a las características del equipo técnico, es conveniente que sea personal con un buen manejo de las relaciones humanas y que conozca a la organización en lo que concierne a sus objetivos, estructura, funciones y personal. Para este tipo de trabajo, una organización puede nombrar a la persona que tenga los conocimientos y la experiencia necesarios para llevarlo a cabo. Por la naturaleza de sus funciones puede encargarlo al titular del área específica. Asimismo, puede contratar los servicios de consultores externos.

2.3.1.2. MANUAL TÉCNICO DE MECÁNICA

Es el libro más completo, didáctico y práctico en español que incluye el estudio de todos los componentes del automóvil: mecánica, electricidad, chapa, pintura, carburación, suspensión, frenos, ABS, ESP, dirección, climatización, airbags, seguridad, neumáticos, lubricación, motores de gasolina y diésel, averías, reparaciones, vehículos híbridos y eléctricos, etc. Contiene dibujos e ilustraciones de gran calidad y grandes dimensiones para la comprensión y desarrollo del aprendizaje. Es un libro asequible a profesionales, estudiantes, para cursos de formación y para toda persona interesada en el funcionamiento del automóvil, (Reid, 2013)

El manual técnico es un libro ha sido elaborado como respuesta al deseo de ofrecer un manual que explique el funcionamiento del automóvil de forma amena, sencilla y que no precise conocimientos técnicos previos por parte del usuario. Ofrece un compendio de la tecnología del automóvil absolutamente didáctico que explica cómo funciona cada uno de sus elementos y la relación que existe entre ellos. Las explicaciones ofrecen una información intencionadamente intuitiva para cada tema y se apoyan en un gran número de esquemas e imágenes a todo color que facilitan la comprensión y amenizan el aprendizaje. (Astudillo, 2010)

2.3.2. ENSEÑANZA

Es el proceso mediante el cual se comunica o transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia.

La enseñanza es la acción y efecto de enseñar (instruir, adoctrinar y amaestrar con reglas o preceptos). Se trata del sistema y método de dar instrucción, formado por el conjunto de conocimientos, principios e ideas que se enseñan a alguien. (Gimeno, Sacristán José. 1992)

La enseñanza como traspaso de conocimientos se fundamenta en la percepción, de la oratoria y la escritura. La manifestación y la expresión del docente, el apoyo en textos y las técnicas de participación, deben juntarse al debate entre los estudiantes para concretar un verdadero proceso de enseñanza.

2.3.3. APRENDIZAJE

Puede definirse como un cambio relativamente permanente de la conducta, debido a la experiencia, que no puede explicarse por un sistema transitorio del organismo, por la maduración o por tendencias de respuestas innatas.

Tomado el concepto de las teorías Cognitivas - asumen el aprendizaje como la construcción o reestructuración del conocimiento por parte del que aprende en la

dimensión del sujeto productivo y dinámico. Asumen además que el cambio conceptual o de paradigmas se origina desde el interior del sujeto que aprende, no se suministra desde afuera, como lo supone el conductismo. En función de esa organización cognitiva interna, el sujeto interpreta la realidad, proyectando sobre ella los significados que va construyendo. (Pozo, J. 2006)

Resulta improbable llegar a cumplir los elevados objetivos del Sistema de Educación, por cuanto se deben cumplir formas organizativas y métodos que conducen al formalismo, al esquematismo, a la rutina y con ello al aprendizaje netamente reproductivo y repetitivo. La formación de la personalidad desarrollada multilateralmente solo puede lograrse si se aplican métodos y formas organizativas de enseñanza que promuevan al desarrollo de la independencia cognoscitiva y las capacidades creadoras individuales.

2.3.3.1. EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Enseñanza y aprendizaje forman parte de un único proceso que tiene como fin la formación del estudiante. (HERNANDEZ, J. 1999)

La referencia etimológica del término enseñar puede servir de apoyo inicial: enseñar es señalar algo a alguien. No es enseñar cualquier cosa; es mostrar lo que se desconoce.

Esto implica que hay un sujeto que conoce (el que puede enseñar), y otro que desconoce (el que puede aprender). El que puede enseñar, quiere enseñar y sabe enseñar (el profesor); El que puede aprender quiere y sabe aprender (el alumno). Ha de existir pues una disposición por parte de alumno y profesor.

Aparte de estos agentes, están los contenidos, esto es, lo que se quiere enseñar o aprender (elementos curriculares) y los procedimientos o instrumentos para enseñarlos o aprenderlos (medios).

Cuando se enseña algo es para conseguir alguna meta (objetivos). Por otro lado, el acto de enseñar y aprender acontece en un marco determinado por ciertas condiciones físicas, sociales y culturales (contexto).

2.3.4. EL MOTOR CATERPILLAR 3406

El Caterpillar 3406 es un motor a inyección de diésel de seis cilindros en línea usado en un amplio rango de aplicaciones de equipo de trabajo pesado. Este motor está diseñado para resistir el uso y el desgaste en altos niveles de calor gracias a un turbo pos-enfriador y válvulas de admisión/escape resistentes que giran tres grados con cada carga para asegurar un apropiado asentamiento de válvulas y buena distribución de calor. El 3406 está considerado como uno de los motores de Cat de tamaño medio según su potencia de salida, número de cilindros y peso. (<https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406>}&b, 2010)

2.3.4.1. SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

El sistema de inyección del motor Caterpillar es uno de los más efectivos, ya que incorporan varios elementos y accesorios modernos que garantizan un óptimo rendimiento en el motor a diésel, como por ejemplo:

La bomba de transferencia, toma el combustible del tanque y la envía por medio de los filtros de combustibles, separadores de agua y presuriza el combustible de 60 a 125 psi que es la presión que ingresa a la bomba de inyección.

La presión de inyección es de 30000 psi y tiene un control exacto en la distribución de combustible, lo que mejora el rendimiento del combustible y reduce las emisiones del escape.

(<https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406>)

COMBUSTIBLE:

La palabra “diésel” (también es apropiada la escritura disel, tal y como se indica en la última Ortografía académica publicada) se deriva del nombre del inventor alemán Rudolf Christian Karl Diesel que en 1892 inventó el motor diésel. Al principio consideró que el combustible idóneo para su motor era carbón en polvo, pero al intentar inyectarlo en los cilindros causó una explosión que destrozó el prototipo. Después probó con aceites vegetales y tuvo éxito usando aceite de cacahuete. Finalmente Diésel consiguió un producto estable a partir del refinado del petróleo produciendo lo que hoy conocemos como gasóleo.

Por otro lado, las calderas de calefacción empezaron a emplear otro derivado del petróleo llamado fuelóleo (hidrocarburo) de cadena más larga que el gasóleo) que, con el tiempo se demostró era contaminante, por su relativamente alto contenido en azufre, poco a poco, fue prohibiéndose su uso (hasta llegar a su prohibición en muchos países), cambiándolo por el gasóleo. Si en principio era aceptable la palabra diésel para denominar este combustible, su uso para la calefacción, que no tiene nada que ver con el inventor del motor, hace que los nombres más apropiados sean los de gasóleo o gasoil.

(<https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406>}&biw=1366&bih=635, 2014)

2.3.4.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR

El motor Caterpillar 3406 tiene varios sistemas de refrigeración, ya que el mismo está diseñado para trabajos de larga duración por lo cual puede estar encendido durante horas, días, semanas, sin temor a un recalentamiento o a una mala función del motor, siempre y cuando el mantenimiento sea el adecuado y al hodómetro que corresponde, podemos encontrar varios elementos de enfriamiento como se puede encontrar el sistema de: (www.google.com.ec, 2014)

AFTERCOOLER

Es un intercambiador de calor, está ubicado después del turbo. El aire que es impulsado por el turbo ingresa al aftercooler. Este método es utilizado también para pasar enfriando la parte superior del motor, este motor no cuenta con colector de admisión, todo el trabajo del colector lo realiza el aftercooler que tiene comunicación directa con los orificios de admisión, también almacena el aire que se necesita hasta cuando las válvulas de admisión se abren y deja pasar el aire al interior de la cámara de combustión.

ENFRIADOR DE ACEITE:

El sistema de enfriador de aceite nos permite mantener en una temperatura adecuada de trabajo del aceite de lubricación gracias a la bomba de agua, la cual cuando se activa deja pasar agua por medio de una serie de tubos de cobre, el aceite que se encuentra en la unión del enfriador y de los filtros de aceite es enfriado por el paso del agua que a su vez ingresa al motor a enfriar el blok de cilindros, para luego ser enviado al radiador con el calor excedente del blok y del enfriador de aceite.

TURBO CARGADOR:

Un turbocompresor o también llamado turbo es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje, al compresor centrífugo para comprimir gases y enviar el aire que va a ingresar al aftercooler.

2.3.4.3. SISTEMA DE LUBRICACIÓN:

El sistema de lubricación del motor Caterpillar 3406 se encarga de suministrar constantemente aceite a todas las partes móviles del motor, gracias al correcto funcionamiento encontramos menor desgaste y mayor durabilidad.

Gracias a su bomba de aceite que es accionada por medios de engranajes desde el cigüeñal, hace recircular el aceite y a su vez por medio de chispeadores lubricar

las partes internas móviles del motor, llegando así hasta el turbo compresor para lubricar los ejes móviles de las centrifugas; en la parte superior del aftercooler encontramos unos respiraderos que nos permiten salga parte de aire caliente, pero retiene el aceite así evitando pérdidas considerables en la cantidad de lubricante del motor.

2.3.4.4. PARTES PRINCIPALES DEL MOTOR

BLOQUE

Es la estructura básica del motor, en el mismo van alojados los cilindros, cigüeñal, árbol de levas, etc. Todas las demás partes del motor se montan en él. Generalmente son de fundición de hierro o aluminio. Pueden llevar los cilindros en línea o en forma de V. Lleva una serie de aberturas o alojamientos donde se insertan los cilindros, varillas de empuje del mecanismo de válvulas, conductos del refrigerante, los ejes de levas, apoyos de los cojinetes de bancada y en la parte superior lleva unos taladros donde se sujeta el conjunto de culata.

CIGÜEÑAL

Es el componente mecánico que cambia el movimiento alternativo en movimiento rotativo. Esta montado en el bloque en los cojinetes principales los cuales están lubricados.

El cigüeñal se puede considerar como una serie de pequeñas manivelas, una por cada pistón. El radio del cigüeñal determina la distancia que la biela y el pistón puede moverse. Dos veces este radio es la carrera del pistón.

CULATA

Es el elemento del motor que cierra los cilindros por la parte superior. Pueden ser de fundición de hierro o aluminio. Sirve de soporte para otros elementos del motor

como son: Válvulas, balancines, inyectores, etc. Lleva los orificios de los tornillos de apriete entre la culata y el bloque, además de los de entrada de aire por las válvulas de admisión, salida de gases por las válvulas de escape, entrada de combustible por los inyectores, paso de varillas de empujadores del árbol de balancines, pasos de agua entre el bloque y la culata para refrigerar, etc.

Entre la culata y el bloque del motor se monta una junta que queda prensada entre las dos a la que llamamos habitualmente junta de culata.

PISTONES

Es un embolo cilíndrico que sube y baja deslizándose por el interior de un cilindro del motor. Son generalmente de aluminio, cada uno tiene por lo general de dos a cuatro segmentos. El segmento superior es el de compresión, diseñado para evitar fugas de gases.

El segmento inferior es el de engrase y está diseñado para limpiar las paredes del cilindro de aceite cuando el pistón realiza su carrera descendente. Cualquier otro segmento puede ser de compresión o de engrase, dependiendo del diseño del fabricante, llevan en su centro un bulón que sirve de unión entre el pistón y la biela.

CAMISAS

Son los cilindros por cuyo interior circulan los pistones. Suelen ser de hierro fundido y tienen la superficie interior endurecida por inducción y pulida.

Normalmente suelen ser intercambiables para poder reconstruir el motor colocando unas nuevas, aunque en algunos casos pueden venir mecanizadas directamente en el bloque en cuyo caso su reparación es más complicada. Las camisas recambiables cuando son de tipo húmedo, es decir en motores refrigerados por líquido, suelen tener unas ranuras en el fondo donde insertar unos

anillos tóricos de goma para cerrar las cámaras de refrigeración, y en su parte superior una pestaña que se inserta en un rebaje del bloque para asegurar su perfecto asentamiento.

BIELAS

Las bielas son las que conectan el pistón y el cigüeñal, transmitiendo la fuerza de uno al otro. Tienen dos casquillos para poder girar libremente alrededor del cigüeñal y del bulón que las conecta al pistón. La biela debe absorber las fuerzas dinámicas necesarias para poner el pistón en movimiento y pararlo al principio y final de cada carrera. Asimismo la biela transmite la fuerza generada en la carrera de explosión al cigüeñal.

VÁLVULAS

Las válvulas abren y cierran las lumbreras de admisión y escape en el momento oportuno de cada ciclo. La de admisión suele ser de mayor tamaño que la de escape.

ENGRANAJES DE DISTRIBUCIÓN

Conduce los accesorios y mantienen la rotación del cigüeñal, árbol de levas, eje de leva de la bomba de inyección ejes compensadores en la relación correcta de desmultiplicación. El engranaje del cigüeñal es el engranaje motriz para todos los demás que componen el tren de distribución, por lo que deben de estar sincronizados entre sí, de forma que coincidan las marcas que llevan cada uno de ellos.

BOMBA DE ACEITE

Está localizada en el fondo del motor en el cárter del aceite. Su misión es bombear aceite para lubricar cojinetes y partes móviles del motor. La bomba es mandada por un engranaje, desde el eje de levas hace circular el aceite a través de pequeños conductos en el bloque.

El flujo principal del aceite es para el cigüeñal, que tiene unos taladros que dirigen el lubricante a los cojinetes de biela y a los cojinetes principales. Aceite lubricante es también salpicado sobre las paredes del cilindro por debajo del pistón.

BOMBA DE AGUA

Es la encargada, en los motores refrigerados por líquido, de hacer circular el refrigerante a través del bloque del motor, culata, radiador etc.

La circulación de refrigerante a través del radiador trasfiere el calor del motor al aire que circula entre las celdas del radiador. Un ventilador movido por el propio motor hace circular el aire a través del radiador.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Aprender: Conocer las cosas de una manera general.

Aprendizaje: Es el proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción y la observación. Cambio formativo que se produce en el acto didáctico y que afecta a aspectos globales del alumno (cognitivos, afectivos y sociales).

Biela: En un motor alternativo, pieza que une el pistón al cigüeñal.

Cojinete: Pieza o conjunto de piezas en que se apoya y gira el eje de un mecanismo.

Conocimiento: El conocimiento es un conjunto de información almacenada mediante la experiencia o el aprendizaje o a través de la introspección. En el sentido más amplio del término, se trata de una posesión de múltiples datos interrelacionados que, al ser tomados por sí solos, poseen un menor valor cualitativo.

Contenido: Resumen de la cultura académica que compone el programa educativo de cada materia. Lo que se pretende enseñar. Existen tres tipos de contenidos: conceptuales, actitudinales (hábitos, valores, normas) y procedimentales.

Engranar: Dicho de dos ruedas dentadas: Encajar entre sí.

Enseñar: Acto por el cual el docente muestra algo a los escolares, implica un aprendizaje. Su plural enseñanza significa el conjunto de disciplinas o materias propias de la organización docente.

Habilidad: Capacidad, inteligencia y disposición para una cosa.

Información: La información es un fenómeno que proporciona significado o sentido a las cosas. En sentido general, la información es un conjunto organizado de datos procesados, que constituyen un mensaje sobre un determinado ente o fenómeno. Los datos se perciben, se integran y generan la información necesaria para producir el conocimiento que es el que finalmente permite tomar decisiones para realizar las acciones cotidianas que aseguran la existencia.

Mantenimiento: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Manual: Libro en que se compendia lo más sustancial de una materia.

Mecánica: Persona dedicada al manejo y arreglo de las máquinas.

Moderno: Pertenciente o relativo al tiempo de quien habla o a una época reciente.

Motor: Máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía.

Motor Diésel: El motor diésel es una máquina térmica que tiene combustión interna, que transforma la energía calorífica de un combustible a energía de movimiento gracias a que se produce por el autoencendido del combustible debido a altas temperaturas derivadas de la compresión del aire en el interior del cilindro.

Práctica: Ejercicio que bajo la dirección de un maestro y por cierto tiempo tienen que hacer algunos para habilitarse y poder ejercer públicamente su profesión.

Proceso: Conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado.

Taller: Lugar en que se trabaja una obra de manos.

Técnico: Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte.

Variable: Característica o atributo que puede tomar diferentes valores o expresarse en categorías; dicho de otro modo entidad que puede ser medida.

2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La elaboración de un manual técnico del motor Caterpillar 3406 mejora la enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período 2014 – 2015.

2.6. VARIABLES

2.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Manual Técnico

2.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Proceso de Enseñanza - Aprendizaje

2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

Variable Independiente: Manual Técnico

CONCEPTO OPERACIONABLE	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	RANGO		TÉCNICAS E INSTRUMENTO
				Si	No	
Es un documento que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área.	(Kraus, M. 2010), Indica que: es un documento que contiene en forma ordenada y sistemática, información y/o instrucciones sobre la historia, organización, política y procedimiento, que se consideran necesarios para la mejor ejecución del trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> - Información - Forma ordenada - Procedimientos - Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> Contenidos limitados Encaminar y dirigir Secuenciales Sistemática 			Técnicas: Encuesta, Instrumentos: Cuestionario

Variable Dependiente: Proceso de Enseñanza – Aprendizaje

CONCEPTO OPERACIONABLE	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	RANGO		TÉCNICAS E INSTRUMENTO
				Si	No	
(HERNANDEZ, J. 1999), expresa: Forman parte de un único proceso que tiene como fin la formación del estudiante.	(Gimeno, Sacristán José. 1992) Manifiesta que se trata del sistema y método de dar instrucción, formado por el conjunto de conocimientos, principios e ideas que se enseñan a alguien.	- Métodos - Sistema - Instrucción - Formación - Conocimiento - Enseñanza	Procesos ordenados Conjunto de principios Conjunto de reglas Acción de formar Entendimiento Método instruccional			Técnicas: Encuesta, Instrumentos: Cuestionario

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación estuvo de acuerdo con el siguiente diseño:

Investigación de Campo: Ya que se investigó y analizó en el mismo lugar de los hechos la elaboración de un manual técnico de motores a diésel y su incidencia en el proceso de enseñanza - aprendizaje; además, porque se relacionó directamente con los actores inmersos en la problemática.

Investigación Documental – Bibliográfica: Por cuanto, se basó en documentos existentes en los archivos de la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo y en bibliografía que hace referencia al tema.

El tema de Investigación se encuentra dentro del paradigma Crítico – Propositivo, porque se diagnosticó y analizó el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación avanzó hasta el nivel asociativo de variables y los tipos que se utilizan en el tema son:

- **Exploratorio**, ya que se indagó, sondeó y preguntó sobre las causas del problema, es decir, el manual técnico de motores Caterpillar y la relación que tiene con el proceso de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz.

- **Descriptivo**, porque se realizó encuestas a los docentes y estudiantes de la carrera de Mecánica Industrial Automotriz.
- **Explicativo**, ya que se realizó una relación entre variables y se descubrió la causa del problema y se correlacionaron las mismas.

3.3. MÉTODO CIENTÍFICO

En la investigación propuesta se utilizó los métodos inductivo y deductivo para determinar las posibles causas y solución a la elaboración del manual técnico sobre motores Caterpillar y el proceso de enseñanza – aprendizaje de Geometría Analítica para los estudiantes de la carrera de Mecánica Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo.

3.3.1. Método Inductivo – Deductivo

Se realizó la investigación mediante la utilización de técnicas como las encuestas y entrevistas para conocer la situación didáctica respecto al proceso de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz, partiendo de datos particulares o de los generales.

Además, se empleó el método analítico-sintético, porque se desglosaron los aspectos principales de las variables, que tienen que ver con la elaboración del manual técnico de motores Caterpillar y el proceso de enseñanza – aprendizaje que tiene lugar en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz, con la finalidad de promover cambios actitudinales educativos.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

El presente estudio se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo a los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz.

La carrera de Licenciatura Industrial Automotriz, cuenta con una población de 5 estudiantes y 3 docentes del Área Técnica que está distribuida de la siguiente manera.

CUADRO N° 01		
ESTRATO	FRECUENCIA %	
Estudiantes	5	62.50
Docentes	3	37.50
Total:	8	100.00

Fuente: Archivos Secretaria de la UNACH

Elaborado por: Diego Monar Manzano

3.4.2 MUESTRA

No fue necesario obtener muestra por ser la población pequeña y manejable para el desarrollo de la investigación.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS

Encuesta

Se aplicaron encuestas, ya que contribuyen a la obtención de la información, para conocer diferentes formas de pensar y las opiniones de acuerdo a las vivencias de cada uno de los encuestados y del problema a investigar.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados para adquirir una información clara y precisa fueron: el Cuestionario que se lo efectuó para los estudiantes y docentes motivo de encuesta.

3.6. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

En la obtención de datos, para averiguar las variables de estudio y los valores de los indicadores, índice y rango, el instrumento empleado es el cuestionario, el cual se aplicó a estudiantes y docentes que proporcionarán información fiable para sustentar la investigación.

Para el desarrollo de la investigación, se realizó consultas bibliográficas, las mismas que se detallan en la bibliografía.

Los cuestionarios, luego de ser aplicados, dieron datos concretos para poder comprobar las interrogantes y se lo realizó de la siguiente manera:

- Los datos recogidos, fueron revisados para determinar los cuestionarios contestados correctamente.
- En caso de cuestionarios contestados incorrectamente, se procuró realizar una nueva encuesta. Al persistir la incorrección, se descartaron.
- Se tabularon los datos de los cuestionarios en forma cuantitativa, de acuerdo a las variables e hipótesis planteada.
- Los resultados, fueron representados gráficamente.
- Los resultados obtenidos, se los interpretó en forma cualitativa.
- La hipótesis, estuvo sujeta a comprobación.
- Finalmente, se establecieron las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

TABULACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA A ESTUDIANTES

N°	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS	
		SI	NO
1	¿Identifica el cigüeñal de acuerdo a su color, composición y forma como parte del motor Caterpillar 3406?	1	4
2	¿La biela del motor Caterpillar 3406 tiene mayor capacidad para transportar la carga del encendido?	-	5
3	¿El pistón del motor Caterpillar 3409 posee tres anillos de compresión?	2	3
4	¿La sincronización de la inyección optimiza el rendimiento y arranque del motor?	1	4
5	¿El árbol de levas controla el flujo del aceite en el mecanismo de sincronización?	4	1
6	¿La combustión del motor depende del tipo de combustible que se utilice?	5	-
7	¿En el motor a diésel Caterpillar, la bomba de agua consta de un rodete con paletas curvas dentro de una caja?	2	3
8	¿Se debe probar el termostato durante el mantenimiento del sistema de enfriamiento, y reemplazarse si es necesario?	1	4
9	¿En los motores a diésel Caterpillar, ciertos muñones de cojinetes de biela tienen agujeros de aligeramiento para reducir el peso del cigüeñal y ayudar a equilibrar el cigüeñal?	2	3
10	¿Se deben quitar las tapas de las válvulas para llegar a los componentes del tren de válvulas?	3	2

Elaborado por: Diego Monar Manzano

TABULACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA A DOCENTES

N°	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS	
		SI	NO
1	¿Cree usted que un manual técnico es útil para encaminar y dirigir las actividades prácticas?	2	1
2	¿Los contenidos de la asignatura de Motores Diésel, deben ser un conjunto de principios que puedan ser aplicados a la práctica?	3	-
3	¿La asignatura de Motores Diésel tiene el objetivo de formar al estudiante y prepararlo para la práctica laboral?	3	-
4	¿El contenido teórico de la asignatura Motores conduce a un entendimiento para realizar el mantenimiento de motores a diésel?	2	1
5	¿Considera necesario en la enseñanza contar con una guía sobre motores a diésel que contribuya a su desempeño práctico y laboral?	3	0

Elaborado por: Diego Monar Manzano

4.1. RESPECTO A LAS ENCUESTAS A ESTUDIANTES

Ítem 1

¿Identifica el cigüeñal de acuerdo a su color, composición y forma como parte del motor Caterpillar 3406?

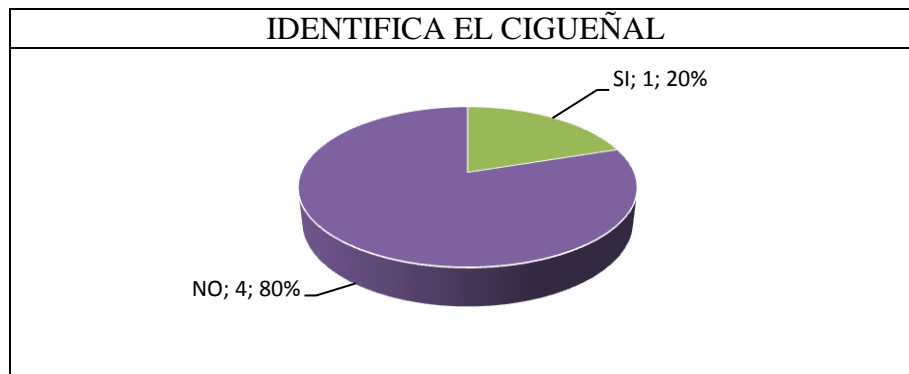
CUADRO N° 01

IDENTIFICA EL CIGUEÑAL			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	1	4	5
PORCENTAJE	20,00	80,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 01



Fuente: Cuadro N° 1

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

De acuerdo al análisis efectuado de la recopilación de datos obtenidos de la encuesta a los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo, el 20% identifica el cigüeñal de acuerdo a su color, composición y forma como parte del motor Caterpillar 3406, en tanto, que mayoritariamente el 80% restante, manifiesta que no.

Interpretación

El gráfico indica que, el cigüeñal del motor Caterpillar 3406 tiene un color característico, composición y forma, requiriéndose mayor conocimiento para su correcta identificación.

Ítem 2

¿La biela del motor Caterpillar 3406 tiene mayor capacidad para transportar la carga del encendido?

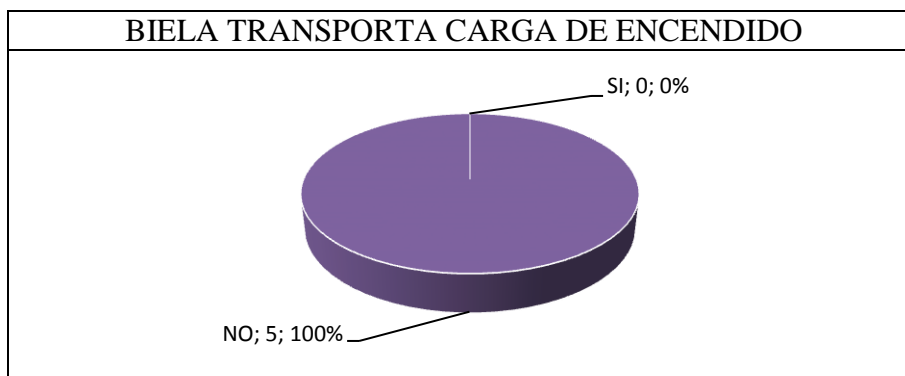
CUADRO N° 02

BIELA TRANSPORTA CARGA DE ENCENDIDO			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	0	5	5
PORCENTAJE	0,00	100,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 02



Fuente: Cuadro N° 2

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

Luego del análisis de los datos recopilados de las encuestas, 5 estudiantes que corresponde al 100%, no sabe que la biela del motor Caterpillar 3406 tiene mayor capacidad para transportar la carga del encendido.

Interpretación

De acuerdo al gráfico se deduce la necesidad de ampliar la información y la ejecución práctica sobre el motor Caterpillar 3406 y contribuir al conocimiento cuando se trata del mantenimiento de motores a diésel.

Ítem 3

¿El pistón del motor Caterpillar 3409 posee tres anillos de compresión?

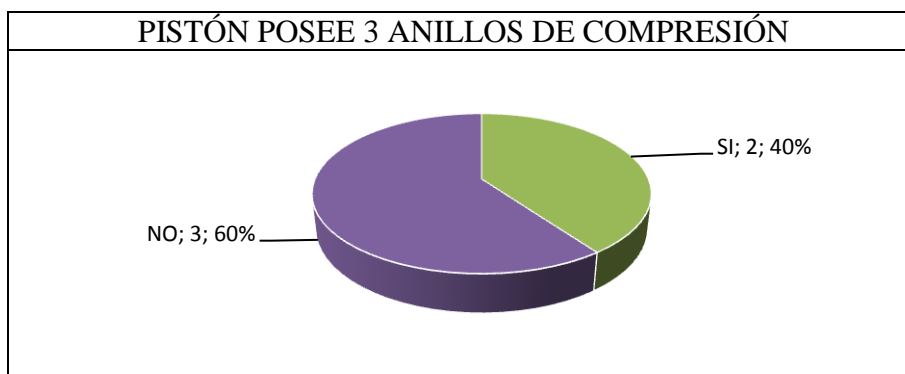
CUADRO N° 03

PISTÓN POSEE 3 ANILLOS DE COMPRESIÓN			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	2	3	5
PORCENTAJE	40,00	60,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a docentes estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 03



Fuente: Cuadro N° 3

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

El 40% de los estudiantes encuestados manifiestan que el pistón del motor Caterpillar 3409 posee tres anillos de compresión, mientras que, el 60% restante considera que no o desconoce si posee anillos de compresión.

Interpretación

Analizando el gráfico, se deduce que mayoritariamente los estudiantes desconocen no saben con certeza o desconocen los elementos que conforman el pistón del motor Caterpillar 3409.

Ítem 4

¿La sincronización de la inyección optimiza el rendimiento y arranque del motor?

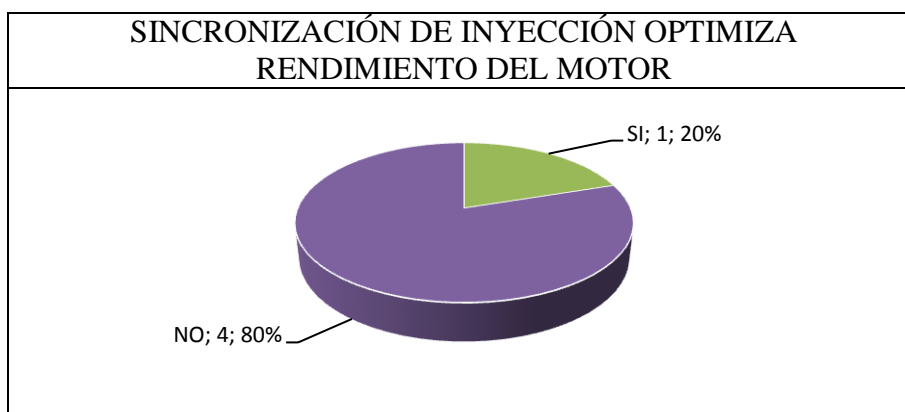
CUADRO N° 04

SINCRONIZACIÓN DE INYECCIÓN OPTIMIZA RENDIMIENTO DEL MOTOR			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	1	4	5
PORCENTAJE	20,00	80,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 04



Fuente: Cuadro N° 4

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

En base al análisis efectuado de los datos obtenidos en la encuesta a estudiantes, se menciona que el 20% cree que la sincronización de la inyección optimiza el rendimiento y arranque del motor, mientras que el 80% expresa que no.

Interpretación

El gráfico indica que, un porcentaje mayoritario tiene claramente identificado que la correcta sincronización que se le dé a la inyección mejora el rendimiento y arranque del motor a diésel.

Ítem 5

¿El árbol de levas controla el flujo del aceite en el mecanismo de sincronización?

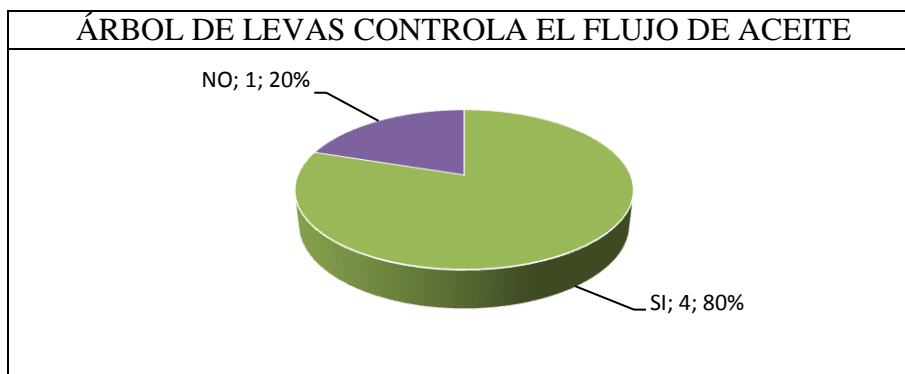
CUADRO N° 05

ÁRBOL DE LEVAS CONTROLA EL FLUJO DE ACEITE			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	4	1	5
PORCENTAJE	80,00	20,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 05



Fuente: Cuadro N° 5

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

De acuerdo al análisis efectuado a los datos obtenidos en la encuesta aplicada a estudiantes, se exterioriza que el 80% considera que el árbol de levas controla el flujo del aceite en el mecanismo de sincronización y el 20% restante estipula que no.

Interpretación

De acuerdo al gráfico se deduce que la asignatura de Motores, requiere de procesos prácticos sobre el árbol de levas y mecanismos de sincronización para su aprendizaje y mantenimiento.

Ítem 6

¿La combustión del motor depende del tipo de combustible que se utilice?

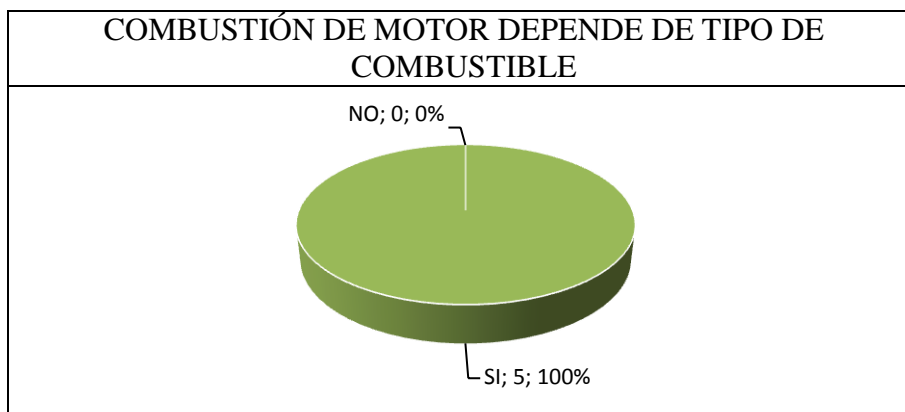
CUADRO N° 06

COMBUSTIÓN DE MOTOR DEPENDE DE TIPO DE COMBUSTIBLE			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	5	0	5
PORCENTAJE	100,00	0,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 06



Fuente: Cuadro N° 6

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

El 100% de los estudiantes encuestados, manifiestan que la combustión del motor depende del tipo de combustible que se utilice.

Interpretación

De acuerdo al gráfico se deduce que en un porcentaje mayoritario reconoce la importancia y trascendencia que tiene el tipo de combustibles que se utilice en los Motores Diésel, puesto que de este depende la combustión que se efectúe para su funcionamiento.

Ítem 7

¿En el motor a diésel Caterpillar, la bomba de agua consta de un rodete con paletas curvas dentro de una caja?

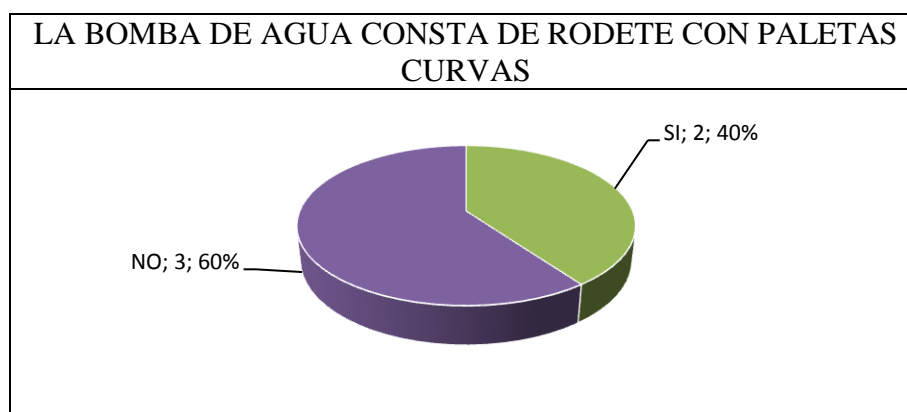
CUADRO N° 07

LA BOMBA DE AGUA CONSTA DE RODETE CON PALETAS CURVAS			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	2	3	5
PORCENTAJE	40,00	60,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 07



Fuente: Cuadro N° 7

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

De acuerdo al análisis efectuado de la recopilación de datos obtenidos de la encuesta a los estudiantes, el 40% menciona que en el motor a diésel Caterpillar, la bomba de agua consta de un rodete con paletas curvas dentro de una caja, en tanto que, el 60% restante no conoce.

Interpretación

El gráfico indica que, mayoritariamente se desconoce partes internas del motor a diésel, de sus componentes y de los procesos que realizan los mismos, tal es el caso que no identifican el rodete con paletas curvas en la bomba de agua.

Ítem 8

¿Se debe probar el termostato durante el mantenimiento del sistema de enfriamiento, y reemplazarse si es necesario?

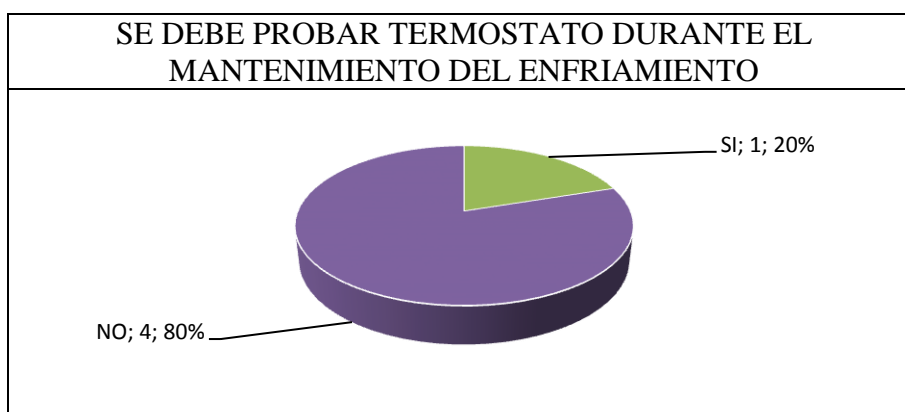
CUADRO N° 08

SE DEBE PROBAR TERMOSTATO DURANTE EL MANTENIMIENTO DEL ENFRIAMIENTO			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	1	4	5
PORCENTAJE	20,00	80,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 08



Fuente: Cuadro N° 8

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

Luego de realizar el análisis estadístico, el 20% indica que se debe probar el termostato durante el mantenimiento del sistema de enfriamiento, y reemplazarse si es necesario, en tanto, que el 80% restante que no.

Interpretación

Del gráfico se deduce que mayoritariamente desconocen aspectos prácticos sobre los sistemas del motor a diésel, siendo necesario que el estudiante tenga amplia información para desarrollarse eficientemente en el campo laboral.

Ítem 9

¿En los motores a diésel Caterpillar, ciertos muñones de cojinetes de biela tienen agujeros de aligeramiento para reducir el peso del cigüeñal y ayudar a equilibrar el cigüeñal?

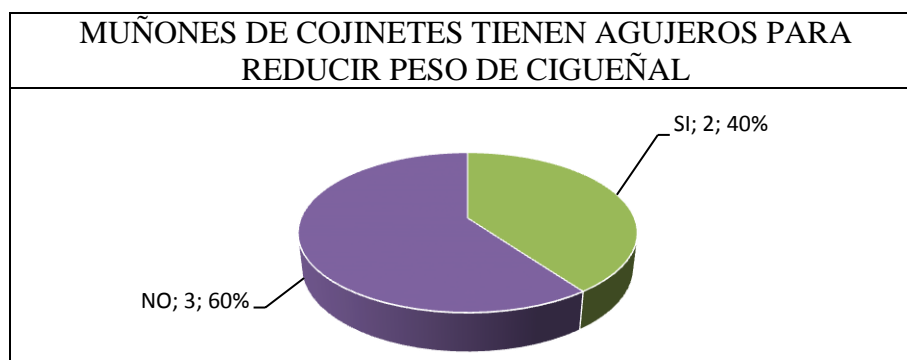
CUADRO N° 09

MUÑONES DE COJINETES TIENEN AGUJEROS PARA REDUCIR PESO DE CIGUEÑAL			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	2	3	5
PORCENTAJE	40,00	60,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 09



Fuente: Cuadro N° 9

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

El 40% de los estudiantes encuestados creen que en los motores a diésel Caterpillar, ciertos muñones de cojinetes de biela tienen agujeros de aligeramiento para reducir el peso del cigüeñal y ayudar a equilibrar el cigüeñal, mientras que el 60% indica que no.

Interpretación

En base al gráfico se deduce que la falta de práctica y contacto visual con los elementos que conforman los motores a diésel dificultan el reconocimiento de las partes, funcionamiento y el mantenimiento de motores.

Ítem 10

¿Se deben quitar las tapas de las válvulas para llegar a los componentes del tren de válvulas?

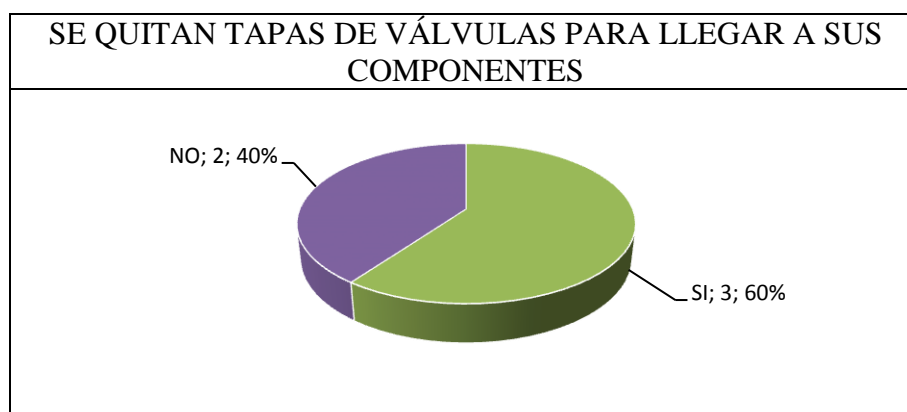
CUADRO N° 10

SE QUITAN TAPAS DE VÁLVULAS PARA LLEGAR A SUS COMPONENTES			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	3	2	5
PORCENTAJE	60,00	40,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 10



Fuente: Cuadro N° 10

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas a los estudiantes de la especialidad Industrial Automotriz, se puede indicar que el 60% consideran que se deben quitar las tapas de las válvulas para llegar a los componentes del tren de válvulas y el 40% restante que no.

Interpretación

Interpretando el gráfico, se puede deducir la necesidad de contar con algún recurso escrito sobre motores a diésel como un material de apoyo a lo práctico y más que todo cuando se refiere a mantenimiento.

4.2. RESPECTO A LA ENTREVISTA A DOCENTES

Ítem 1

¿Cree usted que un manual técnico es útil para encaminar y dirigir las actividades prácticas?

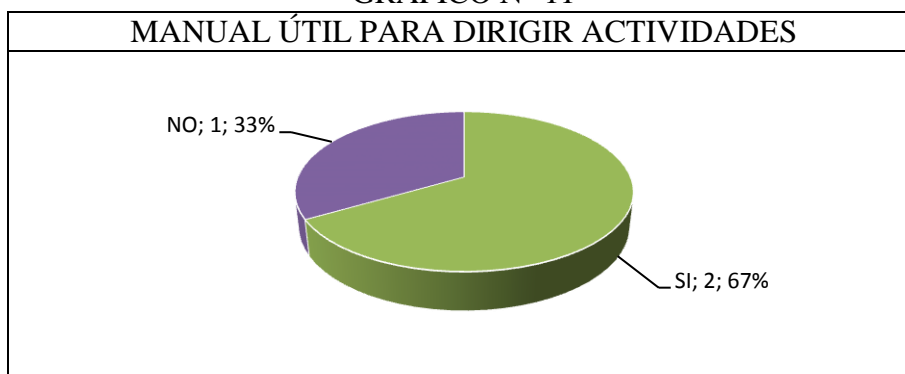
CUADRO N° 11

MANUAL ÚTIL PARA DIRIGIR ACTIVIDADES			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	2	1	3
PORCENTAJE	66,67	33,33	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a docentes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 11



Fuente: Cuadro N° 11

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

Luego del análisis de los datos recopilados de las encuestas, 2 docentes que corresponde al 66.67%, creen que un manual técnico es útil para encaminar y dirigir determinada actividad, el docente restante equivalente al 33.33% manifiesta que no.

Interpretación

De acuerdo al gráfico se deduce la necesidad de contar con un manual o una guía técnica que contribuya al proceso de enseñanza cuando se trata del mantenimiento de motores a diésel.

Ítem 2

¿Los contenidos de la asignatura de Motores Diésel, deben ser un conjunto de principios que puedan ser aplicados a la práctica?

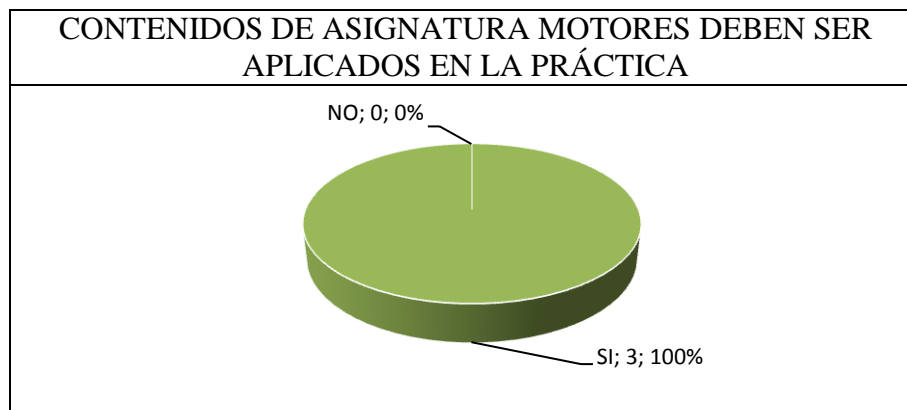
CUADRO N° 12

CONTENIDOS DE ASIGNATURA MOTORES DEBEN SER APLICADOS EN LA PRÁCTICA			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	3	0	3
PORCENTAJE	100,00	0,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a docentes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 12



Fuente: Cuadro N° 12

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

El 100% de los docentes encuestados, manifiestan que los contenidos de la asignatura de Motores Diésel, deben ser un conjunto de principios que puedan ser aplicados a la práctica.

Interpretación

De acuerdo al gráfico se deduce que mayoritariamente se identifica la importancia y trascendencia que tienen los contenidos de la asignatura de Motores Diésel como un conjunto de principios que pueden y deben ser aplicados en la práctica por los estudiantes.

Ítem 3

¿La asignatura de Motores Diésel tiene el objetivo de formar al estudiante y prepararlo para la práctica laboral?

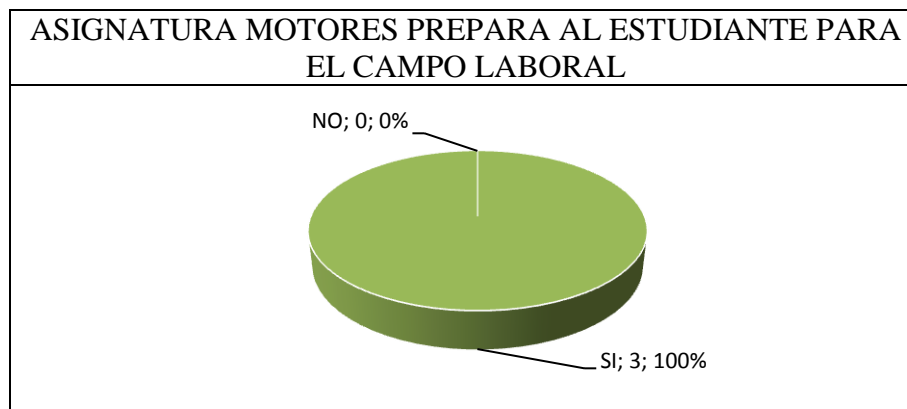
CUADRO N° 13

ASIGNATURA MOTORES PREPARA AL ESTUDIANTE PARA EL CAMPO LABORAL			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	3	0	3
PORCENTAJE	100,00	0,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 13



Fuente: Cuadro N° 13

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

Luego de realizar el análisis estadístico, el 100% de los docentes manifiestan que la asignatura de Motores Diésel tiene el objetivo de formar al estudiante y prepararlo para la práctica laboral.

Interpretación

Del gráfico se deduce que la asignatura de Motores Diésel debe tener su fundamentación teórica cimentada en aspectos técnicos y prácticos, con la finalidad que el estudiante esté en capacidad de manifestar los conocimientos adquiridos y desarrollarse en el campo laboral.

Ítem 4

¿El contenido teórico de la asignatura Motores conduce a un entendimiento para realizar el mantenimiento de motores a diésel?

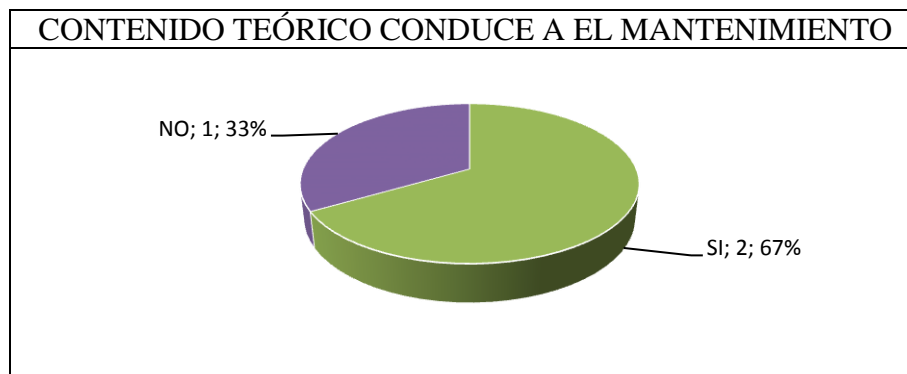
CUADRO N° 14

CONTENIDO TEÓRICO CONDUCE A EL MANTENIMIENTO			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	2	1	3
PORCENTAJE	66,67	33,33	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a docentes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 14



Fuente: Cuadro N° 14

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

El 66.67% de los docentes encuestados, consideran que el contenido teórico de la asignatura Motores conduce a un entendimiento para realizar el mantenimiento de motores a diésel, mientras que el 33.33% indica que no.

Interpretación

En base al gráfico se deduce que el o los contenidos teóricos de la asignatura de Motores tienen como finalidad un entendimiento y enfoque que conducen al estudiante a realizar mantenimiento de motores a diésel.

Ítem 5

¿Considera necesario en la enseñanza contar con una guía sobre motores a diésel que contribuya a su desempeño práctico y laboral?

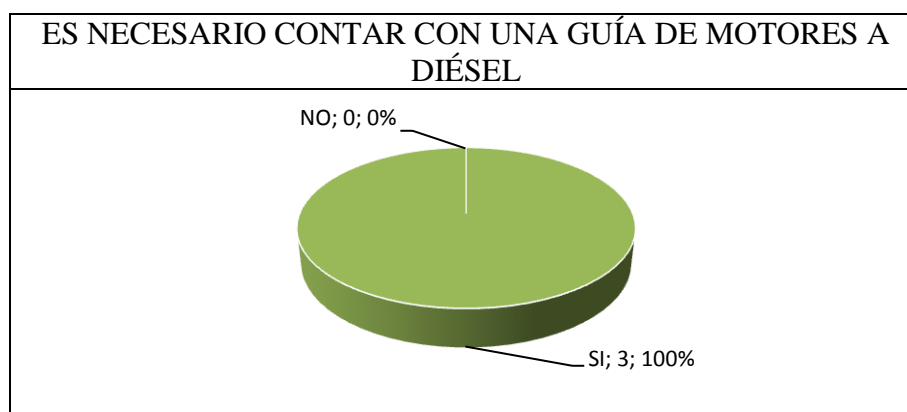
CUADRO N° 15

ES NECESARIO CONTAR CON UNA GUÍA DE MOTORES A DIÉSEL			
ALTERNATIVAS	SI	NO	TOTAL
FRECUENCIA	3	0	3
PORCENTAJE	100,00	0,00	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a docentes

Elaborado por: Diego Monar Manzano

GRÁFICO N° 15



Fuente: Cuadro N° 15

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Análisis

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas a docentes, se puede indicar que el 100% consideran que es necesario en la enseñanza contar con una guía sobre motores a diésel que contribuya a su desempeño práctico y laboral.

Interpretación

Interpretando el gráfico, se puede deducir la necesidad de contar con una guía sobre motores a diésel como material de apoyo a la enseñanza práctica y más que todo cuando se refiere a mantenimiento de motores a diésel.

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Con los resultados obtenidos al aplicar las encuestas a estudiantes y docentes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo respecto al requerimiento de un Manual Técnico del motor Caterpillar 3406 relacionado a la enseñanza – aprendizaje, se puede mencionar que un promedio de 17 calificaciones cualitativas, equivalente al **85.00%** expresan que si se requiere de un manual técnico y el **15.00%** que no. Es apreciable que mayoritariamente se requiere contar con un Manual Técnico del motor Caterpillar 3406 para el proceso de enseñanza – aprendizaje en la Escuela de Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo.

En base a la tabulación, procesamiento e interpretación de los datos recopilados con los instrumentos de investigación (encuestas) aplicados a docentes y de la Escuela de Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo, se concluye, se comprueba, acepta y afirma que “La elaboración de un manual técnico del motor Caterpillar 3406 mejora la enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Licenciatura Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período 2014 – 2015”.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1) La asignatura de Motores Diésel es importante por cuanto se puede conocer todo lo referentes a los motores a diésel y dentro de éstos los componentes que controlan el motor Caterpillar 3406.
- 2) La enseñanza de los docentes de la Escuela Industrial Automotriz permite que el estudiante pueda conceptualizar los elementos que controlan el motor Caterpillar 3406 de manera eficiente, pero el transcurrir del tiempo hace que se olviden los mismos.
- 3) Los resultados de las encuestas aplicadas a docentes y estudiantes inducen a la necesidad de diseñar un Manual Técnico de motores a diésel Caterpillar 3406 como un material de apoyo para recordar elementos y componentes que contribuyan a un eficiente mantenimiento de los motores.

5.2. Recomendaciones

- 1) Contribuir al proceso de enseñanza – aprendizaje para que los estudiantes estén en capacidad de señalar los componentes que controlan el motor Caterpillar 3406 al finalizar su aprobación.
- 2) Implementar la práctica frecuente para que el estudiante recuerde conceptos de los elementos que controlan el motor Caterpillar 3406 de manera eficiente.
- 3) Elaborar un Manual Técnico de motores a diésel Caterpillar 3406 como un material de apoyo para recordar elementos y componentes que contribuyan a un eficiente diagnóstico y mantenimiento de los motores a diésel.

BIBLIOGRAFÍA

Astudillo, M. O. (2010). Tecnología del Automovil. España: ambediciones.

Ausubel O.P. Et al. (1991): Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas, México.

Chrobak, R. (1998): Metodologías para lograr aprendizaje significativo. Imprenta Universitaria “Malvinas Argentinas”. Argentina.

DRAE. (2001). Diccionario de la lengua española. MADRID.

Enciclopedia Oceano. (1998). Cursos de Orientación Familiar. España: Oceano.

Gallego, R. (1999) Competencias cognoscitivas. Un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico. Aula Abierta. Cooperativa Editorial Magisterio. Colombia.

Galperin, P. Ya. (1986): Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. En: Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades. Editorial. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, pp. 114-118.

Gené, A. (1991): Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos.

Gimeno, Sacristán José. (2002). Educar y convivir en la cultura global. Editorial Morata de Madrid.

González, Alicia (2004). Didáctica de la enseñanza aprendizaje. Colecciones Humanidades de España.

Medina, Rubio. (1998): Actividad-Conciencia-Personalidad. Editorial. Pueblo y Educación, La Habana.

Novak J.D. y D. Gowin (1988): Aprendiendo a aprender. Barcelona. Martínez de Roca Editores.

Pam Shriller & Rossana, Joan. (2006). 500 actividades para el currículo. NARCEA, S.A. EDICIONES. Madrid.

Piaget, J. (1985): Seis estudios de psicología. Barcelona. Planeta-Agostini.

Pozo, Juan. (2006). Teorías cognitivas del aprendizaje. Editorial Morata de Madrid.

Reid, P. R. (2013). manual del automovil y transportes. Madrid: anvediciones

Sally, D. P., & Papalia, D. (1984). *Psicología*. Madrid: McGraw-Hill.

Sanchez, C. (2013). *Diccionario ideológico de la lengua española*. Barcelona : Gustavo Gill.

Torres, Rosa (2000). *¿Qué es necesario aprender? Necesidades básicas de aprendizaje*. Editorial LIBRESA. Quito

Vigostky, L.S. (1999): *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. Editorial Científico Técnica, La Habana

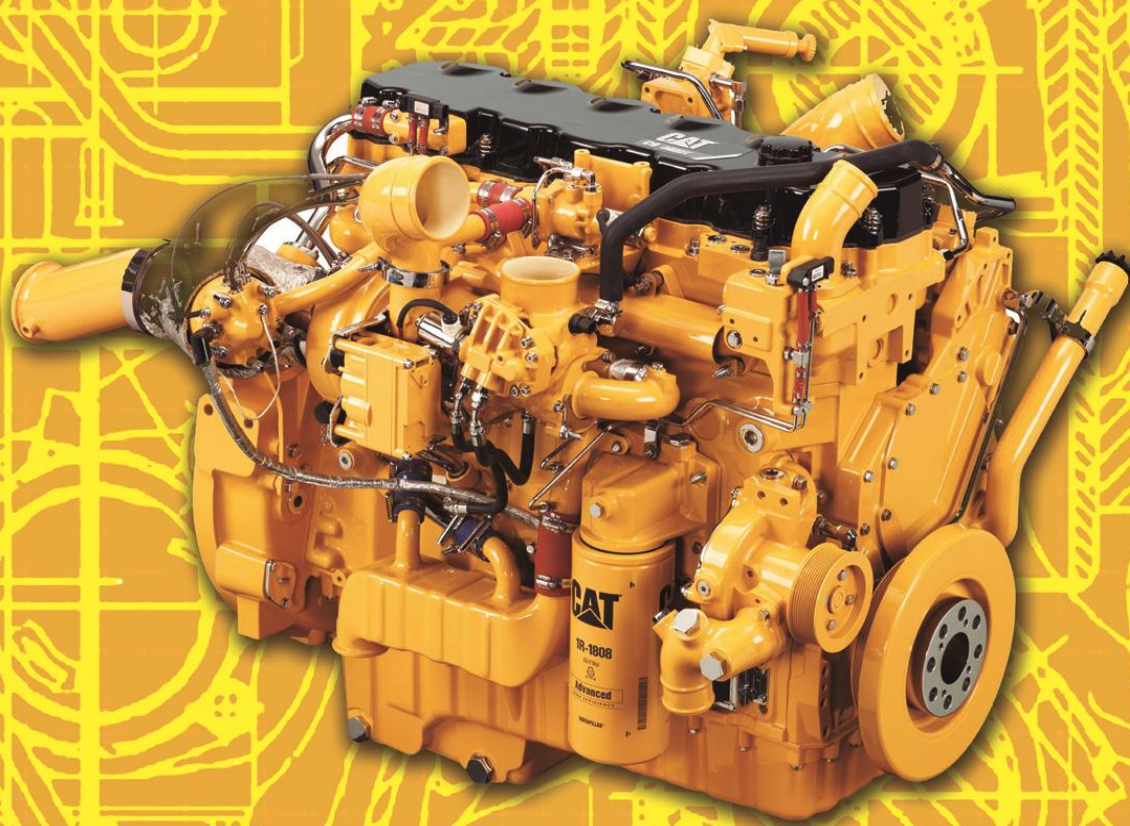
WEBGRAFÍA

- GOOGLE. (s.f.). LUBRICACION DIESEL CAT. En M. DIESEL, MUNDO DIESEL (págs. <https://es.scribd.com/doc/214436302/Manual-Sistema-Lubricacion-Motor-Aceite-Lubricante>).
- <https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&b>. (2010). GENERALIDADES CATERPILLAR. En http://www.ehowenespanol.com/especificaciones-del-cat-3406-info_145663/.
- <https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&biw=1366&bih=635>. (2014). MUNDO DEL MOTOR DIESEL. En [http://es.wikipedia.org/wiki/Diesel,HISTORIA DEL GASOLEO](http://es.wikipedia.org/wiki/Diesel,HISTORIA_DEL_GASOLEO) .
- <https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&biw=1366&bih=635&sourc>. (2011). SISTEMAS DE LUBRICACION MOTOR CATERPILLAR 3406. En [https://es.scribd.com/doc/72764567/3-Sistema-de-Lubricacion-y-Aceite-Lubricante, SISTEMAS DE LUBRICACION](https://es.scribd.com/doc/72764567/3-Sistema-de-Lubricacion-y-Aceite-Lubricante,SISTEMAS_DE_LUBRICACION) .
- http://www.todomotores.cl/competicion/mezcla_combustible.htm
- <ps://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&biw=13>. (2014). HISTORIA DEL MOTOR DIESEL . En [http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_diesel, HISTORIA DEL MOTOR DIESEL](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_diesel,HISTORIA_DEL_MOTOR_DIESEL).
- <www.google.com.ec>. (2014). REFRIGERACION DIESEL . En [http://www.buenastareas.com/materias/sistema-de-refrigeracion-motor-caterpillar/0, SISTEMA DE REFRIGERACION CAT](http://www.buenastareas.com/materias/sistema-de-refrigeracion-motor-caterpillar/0,SISTEMA_DE_REFRIGERACION_CAT) .



MANUAL TÉCNICO

“MOTORES A DIÉSEL CATERPILLAR 3406”



Autor
Diego H. Monar Manzano

Coautor
Ing. Paulo Herrera

2016

MANUAL TÉCNICO

Tema

“MOTORES A DIÉSEL CATERPILLAR 3406” COMO MATERIAL DE APOYO PARA EL DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO DE MOTORES A DIÉSEL.

PRESENTACIÓN

Antes de empezar a describir los sistemas de inyección diésel de última generación, es conveniente dar un pequeño repaso a los conceptos básicos de funcionamiento del motor diésel, ya que este no ha cambiado mucho a pesar de la evolución de los sistemas de inyección.

El motor diésel comenzó a desarrollarse a principios del pasado siglo y fue el actual fabricante de camiones MAN quien en 1923 lo utilizó por primera vez en automoción para mover sus camiones. El motor diésel es uno de los tipos de motor de combustión interna, cuyo consumo específico muy bajo y el uso de un combustible habitualmente más barato y menos peligroso que la gasolina le han situado en un lugar privilegiado.

Para que sea un manual verdaderamente técnico, se debe contar con instrucciones sobre los componentes, los sistemas que posee, el uso y mantenimiento que debe darse al motor a diésel Caterpillar 3604, por cuanto, del correcto uso y aplicación metódica del mantenimiento dependerá la duración y el funcionamiento.

El operador que se ocupa de la instalación y del mantenimiento del motor tiene que estar en capacidad para realizar en forma eficaz el diagnóstico, la reparación y el servicio del motor Caterpillar 3604, por lo tanto, es necesario tener un conocimiento completo de los principios de operación y de la construcción de los motores diésel.

ÍNDICE

PORTADA	
TEMA	1
PRESENTACIÓN	2
ÍNDICE	3
OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
ANTECEDENTES	5
JUSTIFICACIÓN	6
FUNDAMENTACIÓN	7
DESARROLLO DE CONTENIDOS	8
INTRODUCCIÓN AL MOTOR A DIÉSEL	8
EL MOTOR CATERPILLAR 3406	11
TECNOLOGÍA CATERPILLAR	12
BENEFICIOS Y CARACTERÍSTICAS	15
PARTES DEL MOTOR CATERPILLAR 3406	16
ESPECIFICACIONES DE TORQUE DEL MOTOR CAT	18
ESTRUCTURA	19
UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES	29
SISTEMAS DEL MOTOR CATERPILLAR 3406	56
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	56
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	68
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	91
SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICO	105
SISTEMA DE ARRANQUE	115
CUADROS DE DIAGNÓSTICO	120
BIBLIOGRAFÍA	125
WEBGRAFÍA	125

OBJETIVOS

Objetivo General

Aportar mediante el Manual técnico “Motores a diésel Caterpillar 3406” al diagnóstico y mantenimiento de motores a diésel.

Objetivos Específicos

- Identificar los componentes del motor a diésel Caterpillar 3406.
- Conocer los mecanismos de funcionamiento de los motores a diésel Caterpillar 3406.
- Mejorar el diagnóstico y mantenimiento de motores a diésel Caterpillar 3406.

ANTECEDENTES

La Escuela Industrial Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, ha sido objeto de investigación, al encontrarse en constante innovación en materia de didáctica sobre el mantenimiento de motores a diésel, en particular de los Caterpillar 3406, por cuanto, son motores de producción actual con diseño y tecnología de última generación.

La Universidad Nacional de Chimborazo, caracterizada por su eficiencia en formar y brindar a la sociedad profesionales autosuficientes de alto nivel educativo capaces de insertarse en el campo laboral de manera inmediata, desempeñándose eficientemente, hoy considera necesario consensuar con los maestros de la Escuela Industrial Automotriz, la importancia de contar con un manual técnico como material de apoyo que fortalezca el proceso de enseñanza – aprendizaje en referencia a la asignatura de Motores, mismos que se encuentran en constante adelanto tecnológico siendo más frecuentes estos motores en el mercado local y nacional.

JUSTIFICACIÓN

Para realizar en forma eficaz el diagnóstico, la reparación y el servicio del motor a diésel, es necesario tener un conocimiento completo de los principios de operación y de la construcción de los motores diésel. La globalización exige una serie de actualizaciones técnicas y tecnológicas entre los principios teóricos y prácticos, donde aspectos de conocimiento y servicio eficaz deben ser las actividades fundamentales que se pongan de manifiesto en los estudiantes, egresados y profesionales de Industria Automotriz.

En base a los resultados y el análisis cualitativo y cuantitativo del trabajo investigativo, se concluye la necesidad de elaborar un Manual Técnico de Motores a diésel Caterpillar 3406 dirigido a estudiantes y docentes, con la finalidad de lograr cambios aptitudinales y actitudinales, y de esta manera desarrollar la aplicabilidad práctica para realizar un diagnóstico, reparación y servicio técnico eficientemente y profesional.

FUNDAMENTACIÓN

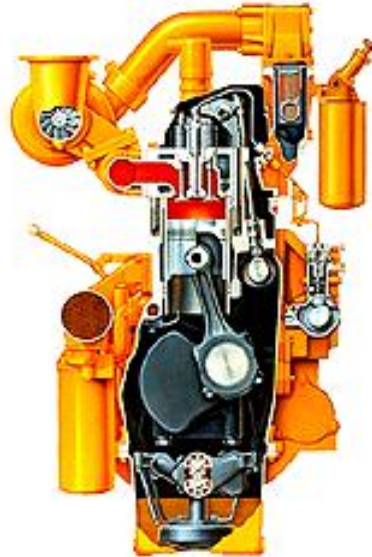
Antes de empezar a trabajar, el técnico o profesional tiene que conocer perfectamente la posición de funcionamiento de todos los mandos y las características del motor; saber comprobar todos los dispositivos de seguridad del motor; por lo tanto, se requiere conocimientos previos del motor a diésel, identificar plenamente sus componentes y saber el sistema o mecanismos del mismo, así se evitará la pérdida de tiempo y errores en el mantenimiento.

Así mismo, las actividades que debe desarrollar el profesional de mantenimiento se centrarán a aspectos de carácter técnico, comprobando el correcto funcionamiento de los sistemas y el perfecto estado de los componentes del motor a diésel.

El presente trabajo tiene como propósito, proporcionar información técnica a personas que se dedican al mantenimiento de vehículos a diésel para que realice una adecuada práctica en la revisión e identificación de los componentes del motor diésel y explicar sus principios de operación; así como, repararlo en caso de desperfecto, logrando cambiar piezas deterioradas o ajustándolas de manera idónea para un perfecto funcionamiento del motor.

DESARROLLO

INTRODUCCIÓN AL MOTOR A DIÉSEL



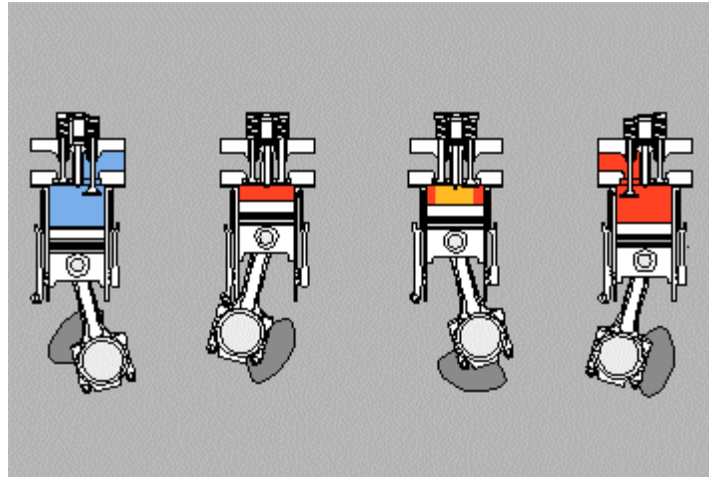
El motor diésel es un motor térmico que tiene combustión interna que se produce por el autoencendido del combustible debido a altas temperaturas derivadas de la compresión del aire en el interior del cilindro, según el principio del ciclo diésel, un motor diésel funciona mediante la ignición (encendido) del combustible al ser inyectado 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, sin necesidad de chispa como en los motores de gasolina. Esta es llamada auto inflamación

TIEMPOS DEL MOTOR DIÉSEL:

Los tiempos en un motor diésel son: admisión compresión, inyección o explosión y escape, teniendo en cuenta que se diferencia de un motor a gasolina en el tiempo de inyección con el de explosión producido por la chispa de la bujía en el motor a gasolina.

Probablemente la diferencia más evidente entre los motores diésel y los motores de gasolina es que los motores diésel no requieren chispa para el encendido.

En vez de eso, el aire es comprimido a una relación tan alta que el aire de la cámara de combustión se calienta lo suficiente como para inflamar el combustible.



Tiempo de admisión:

El ciclo empieza con el tiempo de admisión. Primero, se abre la válvula de admisión. Simultáneamente, el pistón pasa a la posición de punto muerto inferior, o PMI.

Tiempo de compresión:

Durante el tiempo de compresión, se cierra la válvula, sellando la cámara de combustión. El pistón se mueve hacia arriba, hasta su punto más alto en la camisa del cilindro, llamado punto muerto superior o PMS. El aire atrapado está comprimido y muy caliente.

La cantidad de aire comprimido se denomina relación de compresión. La mayoría de los motores diésel tienen una relación de compresión comprendida entre 13 y 1 y 20 y 1. El cigüeñal ha girado 360 grados o una vuelta completa.

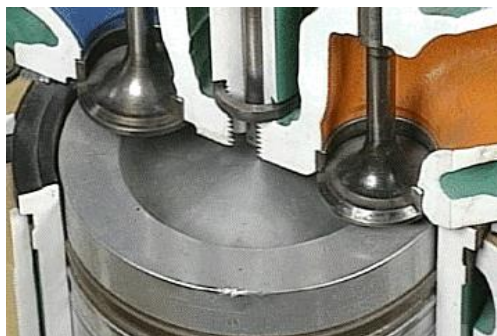
Tiempo de combustión:

El combustible diésel se inyecta cerca del final de la carrera de compresión. Esto produce la combustión y da comienzo al tiempo de combustión. Las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas para sellar la cámara de combustión. La fuerza de la combustión empuja el pistón hacia abajo, lo que hace que la biela haga girar el cigüeñal otros 180 grados. El cigüeñal ha girado una vuelta y media desde que empezó el ciclo.

Tiempo de escape:

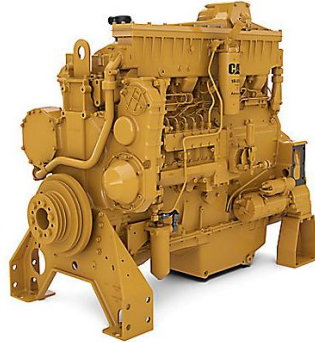
El tiempo de escape es el tiempo final de ciclo. Durante el tiempo de escape se abre la válvula de escape a medida que el pistón se mueve hacia arriba, obligando a los gases quemados a salir del cilindro. En el PMS, se cierra la válvula de escape y se abre la válvula de admisión, y el ciclo vuelve a empezar. La biela hace girar el cigüeñal otros 180 grados. El cigüeñal ha girado dos vueltas al completar el ciclo.

Ciclo de cuatro tiempos:



Al final del tiempo de escape se completa todo el proceso. Durante este tiempo, el cigüeñal ha completado dos giros de 360 grados. En conjunto, los tiempos de admisión, compresión, combustión y escape se denominan ciclo... de ahí viene el nombre de "ciclo de cuatro tiempos". Los motores Cat usan el ciclo de cuatro tiempos, y el ciclo se repite una y otra vez siempre que el motor esté en marcha.

EL MOTOR DIÉSEL CATERPILLAR 3406



CLASIFICACIÓN DE POTENCIA

Potencia mínima	280.0 bkW
Máxima potencia	347.0 bkW
Frecuencia	1800-2100 rev/min

GENERALIDADES

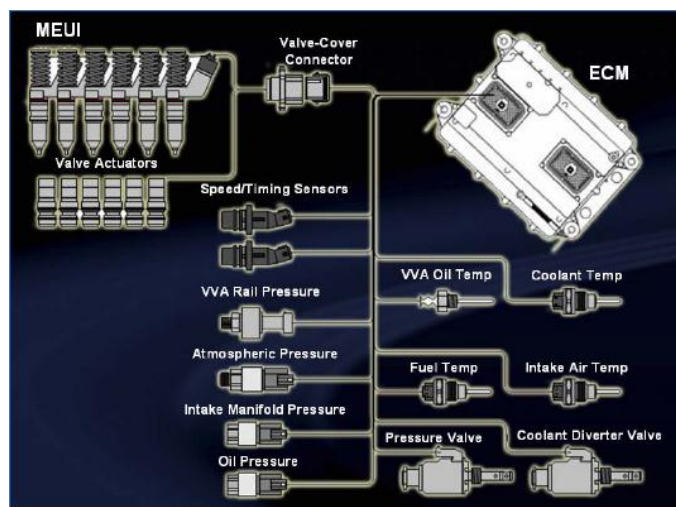
Configuración del motor	Diésel, 6 cilindros en línea
Tiempos	4
Calibre	137,2 mm (5,4 pulg)
Carrera	165,1mm (6,5 pulg)
Cilindrada	14,64 L (893,39 pulg ³)
Relación de compresión	14.5: 1
Rotación (desde el extremo del volante)	Hacia la izquierda
Sistema de lubricación (llenado)	34,1 L (36qt)

DIMENSIONES DEL MOTOR

Longitud	1660 mm (65,35 pulg)
Anchura	906 mm (35,67 pulg)
Altura	1335 mm (52,56 pulg)
Peso: seco neto (motor)	1300 kg (2866 lb)

TECNOLOGÍA CATERPILLAR

La tecnología ACERT es un nuevo sistema que reduce las emisiones en el punto de combustión. La tecnología aprovecha la experiencia que Caterpillar tiene en cuatro sistemas básicos: combustible, aire, electrónica y pos tratamiento. Es un sistema exclusivo y revolucionario que permite a los motores Caterpillar cumplir las regulaciones actuales sobre emisiones y que establece los fundamentos para cumplir los requisitos más exigentes de mañana.



Sistema de administración de aire: Al usar turbocompresores para forzar la entrada de aire frío y limpio en la cámara de combustión y utilizar sistemas electrónicos para controlar el volumen de aire necesario para diferentes cargas y velocidades, se consigue una combustión completa. Los resultados son la mejora de respuesta del motor, mayor economía de consumo y mejor rendimiento.

Sistema de combustible: Uno de los dos sistemas de combustible patentados —el sistema de combustible HEUI y el MEUI— se utiliza en los motores con tecnología ACERT (C7 y superior). Se inyectan pequeñas dosis múltiples de combustible en la cámara de combustión en el momento apropiado para conseguir una mejor economía de consumo y menores emisiones. El módulo de control electrónico (ECM) determina la cantidad de combustible inyectada y la

sincronización.

Electrónica avanzada: El avanzado paquete electrónico CAT que se usa en los motores con tecnología ACERT integra los sistemas para conseguir la reducción de emisiones, manteniendo al mismo tiempo un excelente rendimiento y economía de consumo.

Pos tratamiento: Mientras que los sistemas de combustible y aire administran los procesos para reducir la emisión de óxido de nitrógeno, en algunos casos, es necesario el uso de tecnología adicional para la reducción de partículas. Para reducir la particulación en el escape del silenciador se utiliza un catalizador de oxidación diésel. Esta tecnología de pos tratamiento se utiliza en la actualidad en los mercados de productos de obra con planes para su posible introducción en los mercados de productos de carretera durante la Fase 4 de regulaciones.

Caterpillar ha sido un líder en el diseño y la fabricación de motores diésel desde 1931, impulsado por sus necesidades específicas, para presentar innovaciones importantes en la tecnología diésel incluyendo:



El primer uso de la turbo alimentación en la producción motores, máquinas y camiones.



Unidad ADEM UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECU)

La tecnología ACERT está construido sobre una refinada combinación de tecnologías que ya tiene visto millones de horas en el trabajo. El más importante es el A4 ECU. Dirige el combustible, inyectores de combustible para entregar con increíble precisión, permite velocidades de motor y personalizadas niveles de reposo para aplicaciones específicas, y ofrece capacidades de diagnóstico avanzadas para servicio y de resolución de problemas.



INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE PRECISIÓN: (hidráulicamente y Accionados mecánicamente, electrónicamente controlada La unidad del inyector)
El desarrollo de la tecnología ACERT comenzó con la búsqueda de una mejor manera de reducir emisiones de los motores diésel, y culminó en un avance revolucionario diseño del motor que quema el combustible con mayor precisión que nunca. Las temperaturas de combustión más bajas reducen emisiones y prolongar la vida de las plataformas más ligeras, más densidad de potencia del motor. También varía el tiempo de inyección en base a factores como la carga del motor y la velocidad para una óptima rendimiento en una amplia gama de condiciones de funcionamiento.



Tecnología ACERT CAT es un motor diésel revolucionario, mejora del motor en general el rendimiento y reducir las emisiones. Los motores Cat con tecnología ACERT son verdaderamente revolucionario, pero siguen siendo sorprendentemente familiar. No hay complejos, nuevos sistemas de complemento. De hecho, conservan la mayor parte del núcleo hierro y rutinas de servicio de sus predecesores. Los nuevos componentes incluyen flujo cruzado culatas para la mejora de la eficiencia del flujo de aire, pistones totalmente de acero más fuertes, y la ausencia de fugas nueva conectores. Plataformas de motores turboalimentados utilizan turbo compresores válvula de descarga para una rápida la respuesta y la fiabilidad a largo plazo. Los motores cumplen con las normas de emisión aplicables

BENEFICIOS Y CARACTERÍSTICAS

EMISIONES

Clasificación sin certificación. Disponible para áreas sin regulación internacional.

POTENCIA FIABLE, SILENCIOSA Y DURADERA

Los excepcionales procesos y capacidad de fabricación, junto con los contrastados diseños del motor garantizan la fiabilidad, el funcionamiento silencioso y muchas horas de vida útil productiva.

CALIDAD

Cada motor Cat se fabrica según unos estrictos estándares de calidad para garantizar la satisfacción del cliente.

POTENCIA FIABLE, SILENCIOSA Y DURADERA

Los excepcionales procesos y capacidad de fabricación, junto con los contrastados diseños del motor garantizan fiabilidad, funcionamiento silencioso y muchas horas de vida útil productiva.

EFICIENCIA DEL COMBUSTIBLE

Consumo de combustible optimizado para adaptarse a los ciclos de funcionamiento de una amplia gama de equipos y aplicaciones, al mismo tiempo que se mantienen unos costes de operación bajos.

AMPLIA GAMA DE APLICACIONES

Gama líder del sector de clasificaciones configurables en fábrica y opciones para aplicaciones agrícolas, de manipulación de materiales, construcción, minería, asistencia en tierra para aviones y otras aplicaciones industriales.

PARTES DEL MOTOR CATERPILLAR 3406

PARTES MÓVILES

El funcionamiento conjunto de los componentes transforma el movimiento alternativo en Movimiento giratorio.

Cuando se produce la combustión, se produce un movimiento del pistón y de la biela de arriba a abajo llamado alternativo. La biela hace girar el cigüeñal, que convierte el movimiento alternativo en un movimiento circular llamado movimiento giratorio.

Esta es la forma en que el motor transforma el calor de la combustión en energía útil formado por una serie de elementos sometidos, durante su funcionamiento, a grandes esfuerzos y altas temperaturas.

- Válvulas
- Árbol de levas
- Biela
- Cigüeñal
- Volante del motor
- Segmentos del pistón

- Piñón de arrastre de la bomba de aceite
- Bomba de aceite
- Bomba de agua
- Ejes de balancines
- Alternador
- Motor de arranque
- Turbo compresor

PARTES FIJAS DEL MOTOR CATERPILLAR 3406

Las partes fijas del motor son aquellas que tienen como propósito de albergar a las partes móviles, siendo tres secciones del motor que se encuentran siempre fijos y en su interior se desplazan en movimiento constante, por lo que las partes fijas se convierten en el apoyo vital para el funcionamiento óptimo del motor:

Bloque de cilindros, Cabezote de cilindros, Carter de aceite

SISTEMAS DEL MOTOR CATERPILLAR 3406

- SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE/ESCAPE
- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
- SISTEMA DE COMBUSTIBLE
- SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA
- SISTEMA DE LUBRICACIÓN
- SISTEMA DE ARRANQUE

ESPECIFICACIONES DE TORQUE DE UN MOTOR CAT 3406

El motor Caterpillar 3406 tiene mantenimiento programado regularmente debe realizar con el fin de mantenerlo en buenas condiciones de funcionamiento. Gran parte de este mantenimiento que requieren las aplicaciones específicas de torque, como quitar el inyector, debe ocurrir a 100.000 millas o 2.000 horas de servicio. Cada motor tiene un propósito único y requisitos de mantenimiento únicos.

Según sus especificaciones, el motor 3406 puede producir en cualquier lugar entre 250 caballos de fuerza a 1,600 rpm y 550 caballos de fuerza a 2.100 rpm. Puede producir entre 1.000 libras-pie de torque a 1,200 rpm y 1,850 libras-pie de torque a 1.200 rpm. En este contexto, el par se refiere a la cantidad total de trabajo que el motor 3406 puede hacer, mientras que la potencia es una medida de la rapidez con la que el motor puede llevar a cabo ese trabajo en función del ritmo.

Puente Torque de ajuste

Cada 100.000 millas o 2.000 horas de servicio, el motor 3406 requerirá un ajuste de puente. Este mantenimiento debe ocurrir sólo después de que las válvulas han sido baja o cualquier otra reacondicionamiento de la culata se ha completado. Después de completar los pasos necesarios, se debe mantener el tornillo de ajuste en su posición y apriete la tuerca de seguridad del componente a 22 libras-pie de torque.

Inyector Torque

Al retirar, limpiar y volver a instalar el inyector de combustible, que debe producirse cada 100.000 millas o 2.000 horas de servicio, usted debe apretar las tuercas de retención a 55 libras-pie de torque. Exagerada o-apretar las tuercas podrían resultar en la boquilla de combustible o fallo de motor.

Identificación

Puede identificar su motor y sus requisitos específicos por su número de serie. Estos números indican el tamaño del motor y los detalles específicos. Por

ejemplo, un número de serie 2EK indica que el motor es un motor 3406B, y un número de serie 5KJ indica un motor de 3406C. Verifique los números de serie de su motor con su manual de mantenimiento para asegurar que las especificaciones de torque que debe seguir son los correctos para su motor.

ESTRUCTURA

Bloque de motor

El bloque de motor es uno de los principales componentes del motor diésel que requiere máxima resistencia. Para suministrar esta resistencia, el bloque se funde a precisión, usando una combinación de aleaciones especiales.



Fig. 1 - Bloque de motor

Culata

El diseño de la culata le brinda una excelente resistencia estructural y rigidez. Pruebas rigurosas de choque de ciclo térmico profundo aseguran larga duración y proveen culatas con mayor resistencia a las fisuras.

La plancha espaciadora de aluminio o de acero usada entre la culata y el bloque elimina la necesidad de abocardados profundos en el bloque que, de otro modo reducirían la integridad estructural del bloque y lo dejarían propenso a la fisura.



Fig. 2 - Culata

Cigüeñal del Motor 3406

El cigüeñal es una pieza forjada de acero al carbón, templada en su totalidad. Algunos otros fabricantes de motores diésel hacen sólo el templado de los muñones y ángulos del cigüeñal usando el método de inducción. Este proceso puede dejar tensiones inadecuadas en el límite entre las áreas templadas y las no templadas. El proceso de templado total de la superficie del cigüeñal patentado por Caterpillar provee un cigüeñal más resistente y de mayor duración. Con la superficie del cigüeñal templada en su totalidad, se reduce el riesgo de que el cigüeñal se fisure.



Fig. 3 - Cigüeñal del Motor 3406B

Cigüeñal del Motor 3406

En el Motor 3406, el tamaño de los cojinetes de biela se ha incrementado significativamente (en un área de 19%). Estos cojinetes más anchos permiten extender la carga sobre un área superficial más grande, lo cual disminuye dramáticamente la carga sobre el cojinete y prolonga así su vida útil. En la figura se muestra un cojinete de biela anterior en un cigüeñal nuevo del Motor 3406,

donde se ve claramente la mayor área del nuevo cojinete. Este cambio además aumenta el grosor de la película de aceite en 50% y permite que el Motor 3406C tenga la mayor capacidad de cojinete de biela en motores de este tipo y elimina así los cojinetes de rodillos que sólo tienen la mitad de la vida útil en comparación con el nuevo cojinete.



Fig. 4 - Cigüeñal del Motor 3406C

Bielas

Las bielas de aleación de acero y boro forjado, templadas y sometidas a disparo granallado, brindan un mayor alivio de las tensiones de esfuerzo. El diseño de bordes biselados provee una mayor área de contacto entre el pasador y el cilindro durante la carrera de potencia.

El resultado es mayor resistencia y duración del pistón y del conjunto de la biela.

En el nuevo Motor 3406C la biela es más grande y resistente, e incluye un cojinete de biela más grande. En efecto, en los motores para servicio pesado de su clase, el cojinete de biela del Motor 3406C es el que tiene mayor capacidad de transportar carga. Al distribuir la carga del encendido sobre una mayor área superficial, mejoran la capacidad de transporte de carga, la fiabilidad del cojinete y la vida útil en todas las clasificaciones del motor.



Fig. 5 - Bielas

Pistones

Los pistones son piezas decisivas en el diseño, vida útil y rendimiento general del motor. El pistón de tres anillos del Motor 3406B Caterpillar es una pieza forjada de aleación de aluminio, con una banda forjada de hierro-níquel para los anillos de compresión. La banda de hierro-níquel da mayor dureza y resistencia al desgaste de las ranuras.

El diseño del pistón de tres anillos suministra una excelente compresión y control de aceite, lo cual reduce la fricción y la generación de calor. Esto resulta en una vida más larga del pistón, anillos y camisas, y reduce los costos de reacondicionamiento general del motor.

Los anillos del pistón se fabrican de hierro nodular que brindan mayor resistencia y duración. El anillo del aceite y el anillo intermedio son cromados, mientras que el anillo superior tiene una capa de plasma. Ambos tipos de anillos tienen excelentes propiedades de resistencia al desgaste y al rayado.



Fig. 6 - Pistones

Camisas

Las camisas se fabrican con una aleación de hierro y molibdeno forjado, que la proveen de un margen extra de dureza. En la superficie interna de la camisa, templada por inducción, se imprime un diseño de patrón transversal que ayuda al control de aceite. Los sellos anulares sellan la camisa con la cavidad del refrigerante del bloque. Una banda de la camisa sella la parte superior. Como el motor es rígido, estos sellos permanecen en su ubicación y suministran un excelente sellado de la camisa.



Fig. 7 - Camisas

Válvulas

Las válvulas de admisión y escape del Motor 3406B son de alta resistencia para permitir una larga vida útil. Se usan tres materiales en las válvulas de escape. El vástago se fabrica de acero inoxidable templado. Una aleación especial se usa en las cabezas para proveer resistencia a altas temperaturas. Las caras de los asientos se fabrican de estelita para dar resistencia al desgaste por alta temperatura. Las cabezas y los vástagos de las válvulas de admisión son de acero inoxidable templado, para proveer mayor resistencia al desgaste.



Fig. 8 - Válvulas

Insertos de asiento de válvula

Si se desgastan o se dañan los asientos de válvula, los insertos de asiento de válvula se deben reemplazar. Los insertos de la válvula de admisión se fabrican con aleaciones de acero inoxidable, y los de la válvula de escape, con aleaciones a base de níquel.

Cada válvula posee un rotador que mueve la cara de la válvula tres grados con relación a su asiento durante un ciclo completo del motor.

Esto asegura un desgaste uniforme que permite una vida más larga de la válvula y ayuda a evitar que las válvulas se quemen.

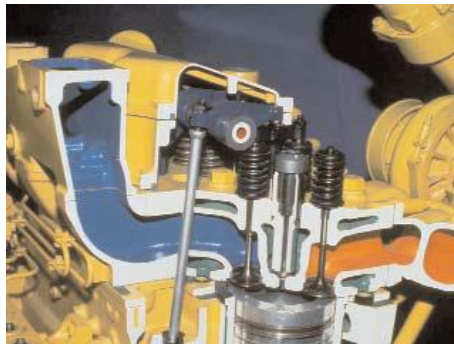


Fig. 9 - Insertos de asiento de válvula

Árbol de levas

El árbol de levas se fabrica de una aleación de acero especial, forjado y templado para dar mayor seguridad y duración. El engranaje del árbol de levas se calienta y se prensa durante la instalación.



Fig. 10 - Árbol de levas

Retardador BrakeSaver

El Motor 3406 tiene un retardador hidráulico BrakeSaver optativo que suministra un frenado eficiente, silencioso y suave del vehículo. El retardador BrakeSaver desarrolla una capacidad de retardación de 360 HP y mantiene la temperatura normal del motor en descensos prolongados. La operación del retardador hidráulico BrakeSaver suministra un engrane suave y gradual, lo cual reduce el riesgo de patinaje o coleo del vehículo.

Al aliviar los frenos de servicio del desgaste severo causado por el frenado en los descensos prolongados, el retardador BrakeSaver prolonga la vida útil del revestimiento de los frenos, tambor y neumáticos, y reduce costos.



Fig. 11 - Retardador BrakeSaver

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

En el motor 3406 se usa un sistema de combustible de alta presión de inyección directa con bomba helicoidal. El sistema es muy eficiente ya que permite una corta duración de la inyección y una pulverización excelente del combustible, lo que da como resultado bajas emisiones y mayor economía de combustible.



Fig. 12 - Sistema de combustible

Inyector de combustible

Los inyectores de combustible pueden reemplazarse en el campo. La punta de seis orificios pulveriza el combustible de presión alta en la cámara de combustión, lo cual permite así una completa y eficiente combustión.



Fig. 13 - Inyector de combustible

Bomba de inyección de combustible

Las bombas de combustible individuales de tipo helicoidal para cada cilindro no requieren balanceo y mantienen la eficiencia de combustible sin necesidad de ajustes periódicos.



Fig. 14 - Bomba de inyección de combustible

Avance de la sincronización de inyección de resorte/hidráulico

El mecanismo de avance de sincronización de la inyección sensible a la velocidad del motor optimiza el rendimiento y el arranque del motor. En los primeros

Motores 3406B se usaba un sistema de resorte/hidráulico. Con el aumento de la velocidad del motor, el avance de la sincronización de la inyección se hace en forma hidráulica usando el aceite del motor. A medida que la velocidad se reduce, un resorte grande empuja el mecanismo de sincronización hacia la posición de retardación. El sistema resorte/hidráulico tiene una capacidad de avance de sincronización de nueve grados.



Fig. 15 - Avance de la sincronización de inyección de resorte/hidráulico

Avance de la sincronización de inyección hidráulica

Se introdujo un avance de la sincronización de inyección hidráulica doble en los Motores 3406B, Serie 4MG3600 y siguientes. En este sistema el avance y el retraso del mecanismo de avance de la sincronización se hacen de forma hidráulica usando el aceite del motor. Una válvula de carrete accionada por contrapesos controla el flujo de aceite en el mecanismo de sincronización. Este sistema, completamente hidráulico, tiene una capacidad de avance de sincronización de inyección de 12 grados.



Fig. 16 - Avance de la sincronización de inyección hidráulica

Regulador

El Motor 3406 Caterpillar se caracteriza por tener un regulador de gama plena. El regulador de accionamiento hidráulico mantiene prácticamente constante la velocidad sobre un terreno ondulado, en forma similar al control de la velocidad automática de los automóviles. Esto reduce los cambios de velocidad y de aceleración, lo que da como resultado mejoras en el tiempo de viaje y menos fatiga del conductor.

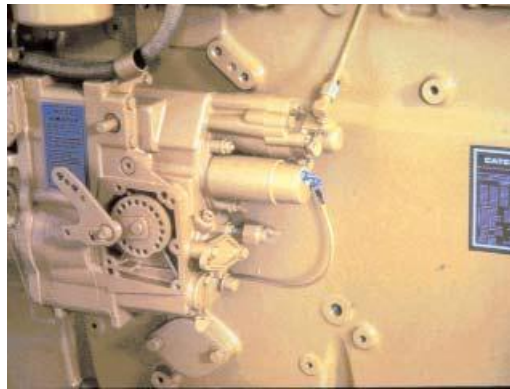


Fig. 17 - Regulador

Turbocompresor

El rendimiento de los turbocompresores del Motor 3406B se ajusta a las diferentes clasificaciones de potencia. Su diseño de inercia baja reacciona rápidamente a las demandas de carga, mientras suministra potencia nominal plena en los límites apropiados de altitud para la aplicación del motor, lo que significa mejoras en la eficiencia de la combustión y mayor trabajo útil por galón de combustible.



Fig. 18 - Turbocompresor

UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES

Algunas piezas ubicadas en la parte delantera del motor son:

- Tapa de mando del compresor de aire
- Tapa del avance de la sincronización
- Amortiguador de vibración
- Bomba de refrigerante



Fig. 19 - Ubicación de los componentes del motor

En el lado derecho del motor se encuentran las siguientes piezas:

- Turbocompresor
- Múltiple de escape
- Filtro de aceite
- Enfriador de aceite
- Conjunto del respiradero y tubo



Fig. 20 - Ubicación de los componentes del motor

Ubicados al lado izquierdo del motor están:

- Compresor de aire
- Tuberías de inyección
- Bomba de cebado manual
- Ubicación del motor de arranque
- Filtro de combustible
- Bomba de transferencia de combustible
- Bomba de inyección de combustible

Dependiendo de la aplicación del motor, puede haber una disposición diferente para el filtro de combustible y la bomba de cebado. En algunos motores también puede haber un posenfriador.

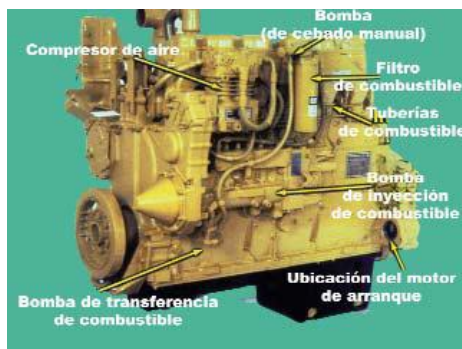


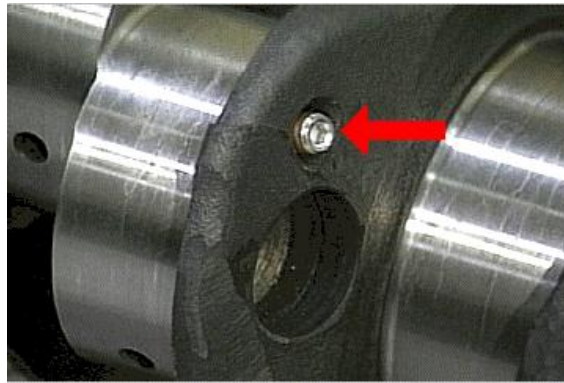
Fig. 21 - Ubicación de los componentes del motor

Enfriador de aceite de la transmisión

Si se usa, el enfriador de aceite de la transmisión está instalado en el lado derecho del motor.



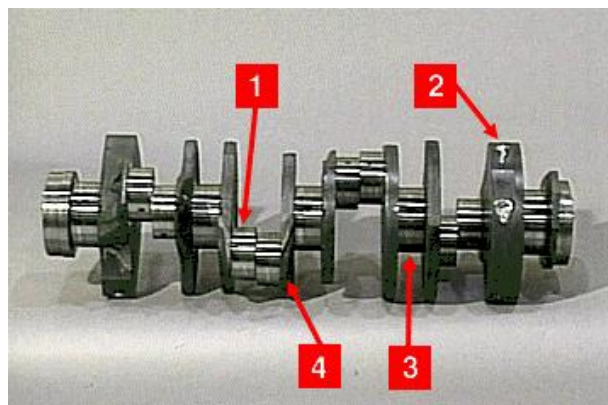
Fig. 22 - Enfriador de aceite de la transmisión



Cigüeñal.

El cigüeñal transforma el movimiento alternativo del pistón en un movimiento giratorio usado para efectuar trabajo. El cigüeñal consta de muchas piezas.

- 1.- Muñones de cojinetes de biela.
- 2.- Contrapesas.
- 3.- Muñones de cojinetes de bancada.
- 4.- Nervadura.



Diseño del cigüeñal:

Los cigüeñales para los motores en línea generalmente sólo tienen un muñón de cojinetes de biela por cada cilindro mientras que los motores en "V" comparten un solo muñón de cojinetes de biela entre dos cilindros.

Muñones de cojinetes de biela:

Los muñones de los cojinetes de biela determinan la posición de los pistones. Cuando los muñones están arriba, los pistones están en el punto muerto superior. Cuando los muñones están abajo, los pistones están en el punto muerto inferior. El orden de encendido del motor determina el momento en que cada muñón de cojinete de biela llega al punto muerto superior.

Agujeros de aligeramiento:

Ciertos muñones de cojinetes de biela tienen agujeros de aligeramiento para reducir el peso del cigüeñal y ayudar a equilibrar el cigüeñal.

Conductos de aceite:**Tapón del conducto de aceite:**

Los conductos perforados de aceite están taponados en un extremo por un tapón cóncavo o un tornillo de ajuste.

Nervadura:

Los muñones de los cojinetes de bancada y los muñones de los cojinetes de biela están sujetos por medio de nervaduras. El radio entre la nervadura y el muñón se denomina curva de unión cóncava.

Contrapesas:

Ciertas nervaduras tienen contrapesas para equilibrar el cigüeñal. Estas contrapesas pueden formar parte del forjado del cigüeñal o en ciertos casos están empernadas.



Muñones de los cojinetes de bancada:

Muñones de los cojinetes de bancada de empuje:

Éste es un muñón de cojinete de bancada de empuje. Es uno de los muñones de los cojinetes de bancada. Su nervadura tiene flancos pulidos anchos. Funciona con el cojinete de bancada de empuje para limitar el movimiento hacia adelante y hacia atrás del cigüeñal llamado juego longitudinal.

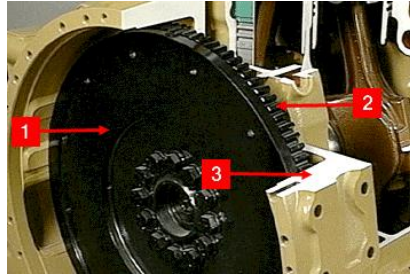
Orificios de los cojinetes de bancada:

El cigüeñal gira dentro de los cojinetes de bancada, que están bien sujetos en orificios ubicados en la parte inferior del bloque.

Casquillos de los cojinetes de bancada:

Cada cojinete de bancada está compuesto por dos mitades llamadas casquillos. La mitad de casquillo inferior encaja en la tapa del cojinete de bancada, y la mitad de

casquillo superior encaja en el orificio del cojinete de bancada del bloque. Por lo general, la mitad de casquillo inferior soporta más carga y se desgasta más rápido.



Conjuntos de cojinete de bancada:

Los conjuntos de cojinetes de bancada consisten en los orificios de los cojinetes de bancada del bloque del motor, las tapas de los cojinetes de bancada, que están sujetas por medio de pernos o espárragos, y los cojinetes de bancada propios.

Lubricación de los cojinetes:

Las mitades superiores de los cojinetes de bancada tienen un orificio de engrase y, normalmente, una ranura, de modo que el aceite lubricante se alimente continuamente por el orificio de engrase del muñón del cojinete de bancada.

Cojinetes de bancada de empuje:

Hay dos tipos de cojinetes de bancada de empuje:

- 1.-Los cojinetes de casquillo dividido constan de dos piezas.
- 2.-Los cojinetes de empuje con pestaña son sólo una pieza.

Juego longitudinal:

El cojinete de bancada de empuje funciona con un cojinete de empuje para reducir el mínimo el movimiento hacia adelante y hacia atrás del cigüeñal dentro del bloque. Este movimiento se llama juego longitudinal.

Conjunto de volante.

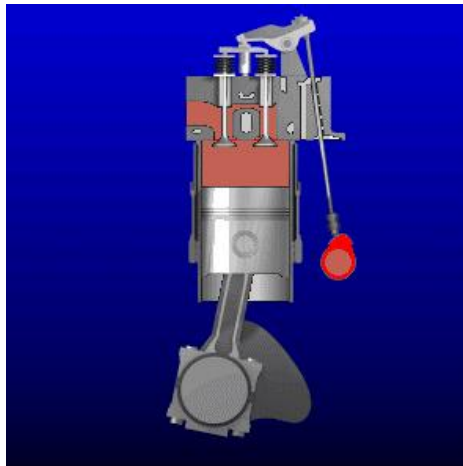
El conjunto de volante consta de lo siguiente:

- 1.- Volante.
- 2.- Corona.
- 3.- Caja de volante.

Volante:

El volante esté empernado a la parte trasera del cigüeñal en la caja del volante.

El cigüeñal hace girar el volante durante el tiempo de combustión, y el momento del volante mantiene el cigüeñal girando de manera uniforme durante los tiempos de admisión, compresión y escape.



Corona:

La corona, que está ubicada alrededor del volante, se usa para arrancar el motor.

Finalidad del volante:

El volante realiza tres funciones:

- 1.- Almacena energía para ganar momento entre tiempos de combustión.
- 2.- Hace que la velocidad del cigüeñal sea uniforme.
- 3.- Transmite potencia a una máquina, al convertidor de par o a otra carga.

Amortiguador de vibraciones.

En la parte delantera del cigüeñal puede haber un amortiguador de vibraciones. Los amortiguadores controlan las vibraciones de torsión o giro del cigüeñal.

Un amortiguador se asemeja a un volante en miniatura que está encajado a presión o empernado a la parte delantera del cigüeñal.

Tipos de amortiguadores de vibraciones:

Existen dos diseños básicos de amortiguadores de vibraciones: amortiguador de goma y amortiguador viscoso.

Los amortiguadores de vibraciones de goma (izquierda) usan goma densa para absorber las vibraciones.

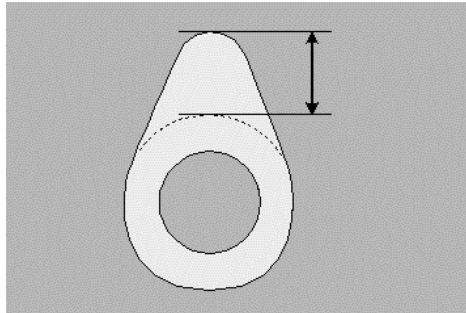
Los amortiguadores viscosos (derecha) usan aceite pesado para absorber las vibraciones.

Árbol de levas.

El árbol de levas es impulsado por un engranaje en el cigüeñal. A medida que gira el árbol de levas, giran los lóbulos de las levas. Los componentes del tren de válvulas conectados al árbol de levas siguen el movimiento hacia arriba y hacia abajo. Cuando la punta del lóbulo mira hacia arriba, la válvula está completamente abierta. El árbol de levas gira a un medio de la velocidad del cigüeñal, de modo que las válvulas se abren y se cierran en el momento correcto durante el ciclo de cuatro tiempos.

Componentes del árbol de levas:

La finalidad del árbol de levas es controlar la operación de las válvulas de admisión y escape. Todos los árboles de levas tienen (1) muñones de cojinetes y



(2) lóbulos.

Lóbulos del árbol de levas:

Las válvulas de (1) admisión y (2) escape son operadas por lóbulos separados para cada cilindro. Algunas levas tienen (3) lóbulos de inyección de combustible que operan los inyectores. Éstos controlan el momento en que se inyecta el combustible en el cilindro.

Partes del lóbulo de una leva:

Los lóbulos constan de tres partes principales:

- 1.- Círculo de base.
- 2.- Rampas.
- 3.- Punta.

Alzada de las levas:

La distancia del diámetro del círculo de la base a la parte superior de la punta se llama alzada. La alzada de las levas determina cuánto se abren las válvulas.

Forma de los lóbulos de las levas:

La forma de las rampas de apertura y cierre determina la rapidez con que se abren y se cierran las válvulas.

La forma de la punta determina el tiempo que está abierta completamente la válvula.

- 1.- Apertura rápida.
- 2.- Período de apertura largo.
- 3.- Cierre rápido.
- 4.- Cierre lento.

Cojinetes de árbol de levas:

Los muñones del árbol de levas giran en los cojinetes del árbol de levas. Los cojinetes del árbol de levas están encajados a presión en los orificios del bloque



del motor. Contienen un agujero de engrase alineado con un conducto de aceite en el bloque.

Levantaválvulas.

En cada uno de los lóbulos del árbol de levas hay apoyado un levantaválvulas o seguidor de levas. A medida que gira el árbol de levas, el levantaválvulas sigue la forma del lóbulo. El levantaválvulas transmite el movimiento del árbol de levas a la varilla de empuje. La varilla de empuje transmite ese movimiento al balancín para abrir y cerrar la válvula.

Tipos de levantaválvulas:

Hay dos clases de levantaválvulas, seguidores de patín (derecha) y seguidores de rodillo.

Seguidores de rodillo:

Los seguidores de rodillo tienen un rodillo de acero endurecido que rueda sobre el lóbulo del árbol de levas.

Movimiento de los seguidores de rodillos:

Los seguidores de rodillo se deslizan hacia arriba y hacia abajo en orificios del bloque del motor y se mantienen alineados por medio de abrazaderas especiales.

Seguidor de patín:

Los seguidores de patín normalmente son piezas de fundición de una pieza con una cara de desgaste que hace contacto con el lóbulo.

Movimiento del seguidor de patín:

Los seguidores de patín se deslizan hacia arriba y hacia abajo en orificios del bloque del motor. Estos seguidores giran lentamente con el motor en marcha.

Piezas reemplazables.

Ciertos componentes muy susceptibles al desgaste están diseñados para ser reemplazados. Entre éstos se incluyen los siguientes: camisa de cilindro, anillos de pistón, cojinetes de bancada y cojinetes de biela.

Camisas de cilindro:

Debido a las temperaturas y a las presiones extremas generadas por la combustión, las camisas de los cilindros son desgastadas por los pistones y anillos y están diseñadas para ser reemplazadas.

Anillos de pistón:

Debido a las altas temperaturas de combustión y al movimiento constante, los anillos de pistón se desgastan con el tiempo, y están diseñados para ser reemplazados según sea necesario.

Cojinetes de bancada:

Los cojinetes de bancada se desgastan más rápido que el cigüeñal porque están hechos de metal más blando. Por lo tanto, los cojinetes están diseñados para ser reemplazados cuando sea necesario.

Cojinetes de biela:

Los cojinetes de biela se desgastan más rápido que el cigüeñal porque están hechos de metal más blando. Por lo tanto, los cojinetes están diseñados para ser reemplazados cuando sea necesario.

Conjunto de culata:

En este segmento, trataremos de los componentes de la culata y de la función de cada componente.

También trataremos de la forma en que opera un motor de árbol de levas superpuesto y la forma en que el tren de válvulas difiere de un motor de varillas de empuje.

Conjunto de culata:

La culata y sus componentes están diseñados para asegurarse de que se abran y se cierren las válvulas, y de que el combustible se inyecte en el momento apropiado para lograr un rendimiento máximo del motor.

Conjunto del tren de válvulas:

El conjunto de tren de válvulas incluye:

- 1.- Culata.
- 2.- Tapa de las válvulas.
- 3.- Puentes.
- 4.- Conjuntos de resortes de válvula.
- 5.- Guías de válvula.
- 6.- Casquillos de válvula (asientos).
- 7.- Válvulas.
- 8.- Balancines.

Culata:

La culata es una pieza de fundición separada que sella la parte superior del bloque del motor y sujeta las válvulas, el inyector o la cámara de precombustión en su lugar.

También contiene el tren de válvulas, ciertos componentes del sistema de combustible y conductos de agua para enfriar las piezas.

Empaquetadura y placa espaciadora:

La culata (1) está asentada en el bloque del motor con empaquetaduras (2), una placa espaciadora (3) y pernos o espárragos.

Piezas de fundición de la culata:

Dependiendo del diseño del motor, la culata puede ser de una sola pieza de fundición que cubre la parte superior del bloque, o de varias piezas de fundición que cubren uno o más cilindros cada una.

Tapas de las válvulas:

Las tapas de las válvulas encajan en la parte de arriba de la culata y la sellan. Muchos motores tienen más de una tapa de válvulas.

Desmontaje de la tapa de las válvulas:

Se deben quitar las tapas de las válvulas para llegar a los componentes del tren de válvulas.

Balancines:

Los balancines conectan las válvulas con el árbol de levas, y convierten el movimiento giratorio del árbol de levas en un movimiento alternativo en las válvulas. A medida que la varilla de empuje del bloque empuja hacia arriba un extremo del balancín, pivota en el eje del balancín y empuja hacia abajo el mecanismo de la válvula haciendo que se abra.

A medida que gira el árbol de levas, la varilla de empuje baja, y la fuerza del resorte de la válvula cierra la misma. Hay un balancín separado para las válvulas de admisión y escape de cada cilindro.

Componentes de los balancines:

Un balancín consta de lo siguiente:

- 1.- Tornillo de ajuste - Ajusta la luz de las válvulas.
- 2.- Tuerca de traba - Traba el tornillo para mantener la luz.
- 3.- Asiento de desgaste - Inserto endurecido para impedir el desgaste del balancín.
- 4.- Buje del eje de los balancines - Proporciona un apoyo entre el balancín y el eje.

Luz de las válvulas:

El balancín pivota en un eje que normalmente está sujeto a la culata. Cuando el lóbulo de la leva empieza a mover la varilla de empuje hacia arriba, normalmente hay una pequeña separación u holgura entre el balancín y el puente de las válvulas que asegura que la válvula pueda cerrarse completamente. Esto es la luz de las válvulas y es uno de los ajustes más críticos que debe hacerse en el tren de las válvulas.

Puentes:

Los puentes se usan si el cilindro tiene múltiples válvulas de admisión y escape. En estos motores, el conjunto de puente transmite el movimiento de los balancines a todas las válvulas de admisión o escape de un cilindro simultáneamente.

Componentes del puente:

- 1.- Asiento de desgaste - Reduce el desgaste del puente.
- 2.- Tornillo de ajuste - Compensa las diferencias de altura de los vástagos de las válvulas.
- 3.- Tuerca de traba - Ajusta el tornillo de ajuste.
- 4.- Calibre - Se mueve sobre el pasador guía.

Clavijas del puente:

Los puentes encajan en unas clavijas. Las clavijas de los puentes encajan en orificios de la culata.

Válvulas:

Las válvulas controlan el flujo de aire y de los gases de escape por la cámara de combustión.

Cuando se abre la válvula de admisión, entra aire en la cámara de combustión. Cuando se abre la válvula de escape, los gases de escape salen de la cámara de combustión.

Componentes de las válvulas:

- 1.- Ranuras de cazoleta - Lugar donde las cazoletas agarran el vástago de la válvula para sujetar el resorte.

- 2.- Vástago de la válvula - Prolonga la longitud de la válvula, se mueve dentro de la guía de la válvula.
- 3.- Filete de válvula - Une la cabeza de la válvulas con el vástago.
- 4.- Asiento de la válvula - Tiene una superficie endurecida que reduce el desgaste y sella la cámara de combustión.
- 5.- Cara de la válvula - Parte plana de la válvula.

Casquillos de válvula:

Para sellar completamente la cámara de combustión, todas las válvulas tienen un casquillo ubicado en la cabeza del cilindro. Cuando se cierra la válvula, el asiento de la misma hace contacto con el casquillo de la válvula.

En la mayoría de los motores, los casquillos de las válvulas son reemplazables.

Guías de válvula:

Las válvulas se mueven hacia arriba y hacia abajo dentro de guías de válvula montadas en la cabeza del cilindro. Las guías de válvula mantienen las válvulas moviéndose en línea recta. El vástago de la válvula se prolonga fuera de la guía encima de la cabeza del cilindro.

Conjunto de resorte de válvula:

Los resortes de las válvulas mantienen las válvulas cerradas. Los resortes de las válvulas encajan en las válvulas.

Los resortes de las válvulas se mantienen en posición por medio de una combinación de cazoletas (1) y un retenedor (2) o rotador.

Retenedores de válvula:

Los retenedores o rotadores encajan en el extremo del vástago de la válvula. Los retenedores traban las cazoletas en las ranuras de la válvula, y proporcionan un asiento contra el que hace fuerza el resorte de la válvula.

Rotadores de válvula:

Los rotadores de válvula giran la válvula para impedir desgastes excesivos en un lugar.

Componentes de desgaste principales:

Las válvulas, los casquillos de las válvulas y las guías de las válvulas son los que más se desgastan debido a las altas temperaturas y presiones de combustión. Todos los componentes son reemplazables.

Boquillas de combustible:

Las boquillas o los inyectores de combustible también están ubicados en la culata. Las boquillas encajan entre las válvulas.

Soporte de boquilla de combustible:

Las boquillas de combustible se mantienen en posición por medio de un manguito, arandelas, adaptadores y cazoletas.

Diseño de los trenes de válvulas:

Los distintos modelos de motor usan trenes de válvulas de distinto diseño.

- 1.- Motor de varillas de empuje.
- 2.- Motor de árbol de levas superpuesto.
- 3.- Motor de árbol de levas en la culata.

Motores de varillas de empuje:

Los motores que usan árbol de levas, levantaválvulas, varillas de empuje y balancín se denominan motores de "varillas de empuje".

Motores de árbol de levas superpuesto:

Los motores de árbol de levas superpuesto tienen un árbol de levas en la culata y levantaválvulas conectados a la parte superior del vástago de la válvula. A medida que gira el lóbulo de la leva, el levantaválvulas sigue el movimiento y abre la válvula. Al seguir girando la leva, el resorte de la válvula obliga a que se cierre la válvula.

Los motores de árbol de levas superpuesto no requieren varillas de empuje.

Motores con el árbol de levas en la culata:

En este motor el árbol de levas está en la culata. Los balancines se mueven en los lóbulos. A medida que gira el árbol de levas, los balancines empujan y abren las válvulas.

Conjunto de tren de engranajes:

El conjunto de tren de engranajes es una serie de engranajes que transfieren la potencia del cigüeñal a otros componentes principales del motor. Los trenes de engranajes pueden estar ubicados en la parte delantera y trasera del motor. El tren de engranajes mostrado aquí está ubicado en la parte delantera del motor entre la placa de refuerzo y la caja de los engranajes de sincronización.

Finalidad del tren de engranajes:

El tren de engranajes sincroniza todos los componentes del motor, de modo que funcionen juntos durante cada tiempo del ciclo de combustión.

Componentes del tren de engranajes:

Los componentes de un tren de engranajes típico son:

- 1.- Engranaje del cigüeñal.
- 2.- Engranaje loco.
- 3.- Engranaje del árbol de levas.
- 4.- Engranaje de la bomba inyectora.
- 5.- Engranaje de la bomba de aceite.
- 6.- Engranaje de la bomba de agua.
- 7.- Engranaje del compresor de aire.

Marcas de sincronización:

Las marcas de sincronización se usan para alinear los engranajes y ayudar a asegurar una sincronización apropiada.

Engranaje del cigüeñal:

El engranaje del cigüeñal está montado en el cigüeñal. A medida que gira el cigüeñal, también gira el engranaje. Todos los demás componentes están sincronizados y son impulsados por el cigüeñal y el engranaje del cigüeñal.

Engranaje loco:

El engranaje loco mantiene girando el engranaje del árbol de levas en el mismo sentido que el engranaje del cigüeñal. Las relaciones de engranajes aseguran que el árbol de levas gira a $1/2$ de la velocidad del cigüeñal.

Engranaje del árbol de levas:

El engranaje del árbol de levas se engrana con el engranaje loco. Gira a un medio de la velocidad del cigüeñal para asegurar la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape en el tiempo adecuado.

Engranaje de la bomba de combustible:

El engranaje de la bomba de combustible está impulsado por el engranaje del árbol de levas. Como ambos engranajes son del mismo tamaño, ambos giran a la misma velocidad. El engranaje de la bomba de combustible hace girar el árbol de levas de la bomba de combustible, que funciona con los componentes del sistema de combustible para suministrar combustible al motor en el momento adecuado.

Engranaje de equilibrio:

Ciertos modelos de motor usan ejes de equilibrio. Los ejes son impulsados por el cigüeñal. En este ejemplo, hay un eje de equilibrio a cada lado del motor. El eje de equilibrio elimina las vibraciones excesivas del cigüeñal.

Conjunto de eje y engranaje de equilibrio:

Éste es un ejemplo de un conjunto de eje y engranaje de equilibrio.

Engranaje de la bomba de aceite:

El engranaje de la bomba de aceite es impulsado por el engranaje del cigüeñal. La bomba de aceite hace circular el aceite por todo el motor.

Engranaje de la bomba de agua:

La bomba de agua es impulsada por el engranaje de la bomba de agua y hace circular refrigerante por todo el motor. El engranaje de la bomba de agua es impulsado normalmente a la misma velocidad que el cigüeñal.

Engranaje del compresor de aire:

Ciertos motores usan un compresor de aire para suministrar aire a los frenos y a otros componentes.

El compresor de aire es impulsado por engranajes del tren de engranajes. El engranaje del compresor de aire se engrana con los engranajes locos y gira a la velocidad recomendada por el fabricante.

Conjunto de polea:

Un conjunto de polea conectado al cigüeñal impulsa otros componentes como ventiladores o alternadores.

Caja de los engranajes de sincronización:

Todos los engranajes de sincronización están protegidos por una caja. Esta caja de los engranajes de sincronización sella la parte delantera del bloque del motor.

Conjunto de culata:

La culata y sus componentes están diseñados para asegurarse de que se abran y se cierren las válvulas, y de que el combustible se inyecte en el momento apropiado para lograr un rendimiento máximo del motor.



Conjunto del tren de válvulas:

El conjunto de tren de válvulas incluye:

- 1.- Culata.
- 2.- Tapa de las válvulas.
- 3.- Puentes.
- 4.- Conjuntos de resortes de válvula.
- 5.- Guías de válvula.
- 6.- Casquillos de válvula (asientos).
- 7.- Válvulas.
- 8.- Balancines.

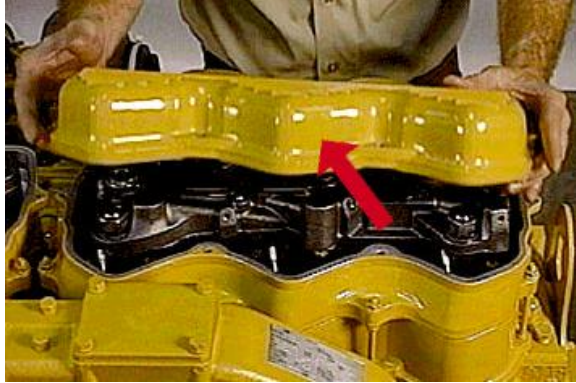
Culata:

La culata es una pieza de fundición separada que sella la parte superior del bloque del motor y sujeta las válvulas, el inyector o la cámara de pre combustión en su lugar.

También contiene el tren de válvulas, ciertos componentes del sistema de combustible y conductos de agua para enfriar las piezas.

Empaquetadura y placa espaciadora:

La culata (1) está asentada en el bloque del motor con empaquetaduras (2), una placa espaciadora (3) y pernos o espárragos.



Piezas de fundición de la culata:

Dependiendo del diseño del motor, la culata puede ser de una sola pieza de fundición que cubre la parte superior del bloque, o de varias piezas de fundición que cubren uno o más cilindros cada una.

Las tapa de las válvulas encajan en la parte de arriba de la culata y la sellan. Muchos motores tienen más de una tapa de válvulas.

Desmontaje de la tapa de las válvulas:

Se deben quitar las tapas de las válvulas para llegar a los componentes del tren de válvulas.

Balancines:

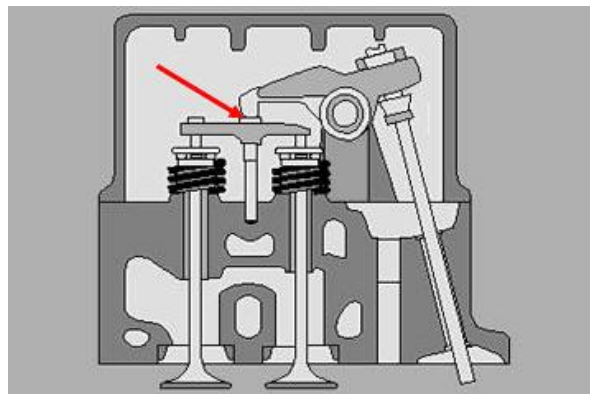
Los balancines conectan las válvulas con el árbol de levas, y convierten el movimiento giratorio del árbol de levas en un movimiento alternativo en las válvulas. A medida que la varilla de empuje del bloque empuja hacia arriba un extremo del balancín, pivota en el eje del balancín y empuja hacia abajo el mecanismo de la válvula haciendo que se abra.

A medida que gira el árbol de levas, la varilla de empuje baja, y la fuerza del resorte de la válvula cierra la misma. Hay un balancín separado para las válvulas de admisión y escape de cada cilindro.

Componentes de los balancines:

Un balancín consta de lo siguiente:

- 1.-Tornillo de ajuste - Ajusta la luz de las válvulas.
- 2.-Tuerca de traba - Traba el tornillo para mantener la luz.
- 3.-Asiento de desgaste - Inserto endurecido para impedir el desgaste del balancín.
- 4.-Buje del eje de los balancines - Proporciona un apoyo entre el balancín y el eje.



El balancín pivota en un eje que normalmente está sujeto a la culata. Cuando el lóbulo de la leva empieza a mover la varilla de empuje hacia arriba, normalmente hay una pequeña separación u holgura entre el balancín y el puente de las válvulas que asegura que la válvula pueda cerrarse completamente. Esto es la luz de las válvulas y es uno de los ajustes más críticos que debe hacerse en el tren de las válvulas.

Puentes:

Los puentes se usan si el cilindro tiene múltiples válvulas de admisión y escape. En estos motores, el conjunto de puente transmite el movimiento de los balancines a todas las válvulas de admisión o escape de un cilindro simultáneamente.

Componentes del puente:

- 1) Asiento de desgaste – Reduce el desgaste del puente.
- 2) Tornillo de ajuste – Compensa las diferencias de altura de los vástagos de las válvulas.
- 3) Tuerca de traba - Ajusta el tornillo de ajuste.
- 4) Calibre - Se mueve sobre el pasador guía.

Clavijas del puente:

Los puentes encajan en unas clavijas. Las clavijas de los puentes encajan en orificios de la culata.



Válvulas:

Las válvulas controlan el flujo de aire y de los gases de escape por la cámara de combustión.

Cuando se abre la válvula de admisión, entra aire en la cámara de combustión. Cuando se abre la válvula de escape, los gases de escape salen de la cámara de combustión.

Componentes de las válvulas:

- 1) Ranuras de cazoleta - Lugar donde las cazoletas agarran el vástago de la válvula para sujetar el resorte.
- 2) Vástago de la válvula - Prolonga la longitud de la válvula, se mueve dentro de la guía de la válvula.
- 3) Filete de válvula - Une la cabeza de la válvulas con el vástago.
- 4) Asiento de la válvula - Tiene una superficie endurecida que reduce el desgaste y sella la cámara de combustión.
- 5) Cara de la válvula - Parte plana de la válvula.

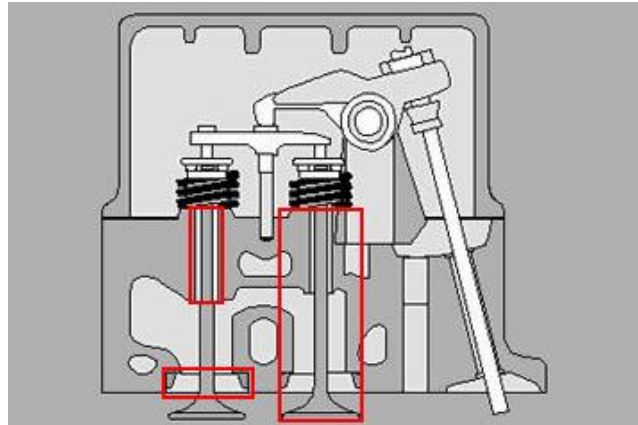
Casquillos de válvula:

Para sellar completamente la cámara de combustión, todas las válvulas tienen un casquillo ubicado en la cabeza del cilindro. Cuando se cierra la válvula, el asiento de la misma hace contacto con el casquillo de la válvula.

En la mayoría de los motores, los casquillos de las válvulas son reemplazables.

Guías de válvula:

Las válvulas se mueven hacia arriba y hacia abajo dentro de guías de válvula montadas en la cabeza del cilindro. Las guías de válvula mantienen las válvulas moviéndose en línea recta. El vástago de la válvula se prolonga fuera de la guía encima de la cabeza del cilindro.



Conjunto de resorte de válvula:

Los resortes de las válvulas mantienen las válvulas cerradas. Los resortes de las válvulas encajan en las válvulas.

Los resortes de las válvulas se mantienen en posición por medio de una combinación de cazoletas y un retenedor o rotador.

Retenedores de válvula:

Los retenedores o rotadores encajan en el extremo del vástago de la válvula. Los retenedores traban las cazoletas en las ranuras de la válvula, y proporcionan un asiento contra el que hace fuerza el resorte de la válvula.

Rotadores de válvula:

Los rotadores de válvula giran la válvula para impedir desgastes excesivos en un lugar.

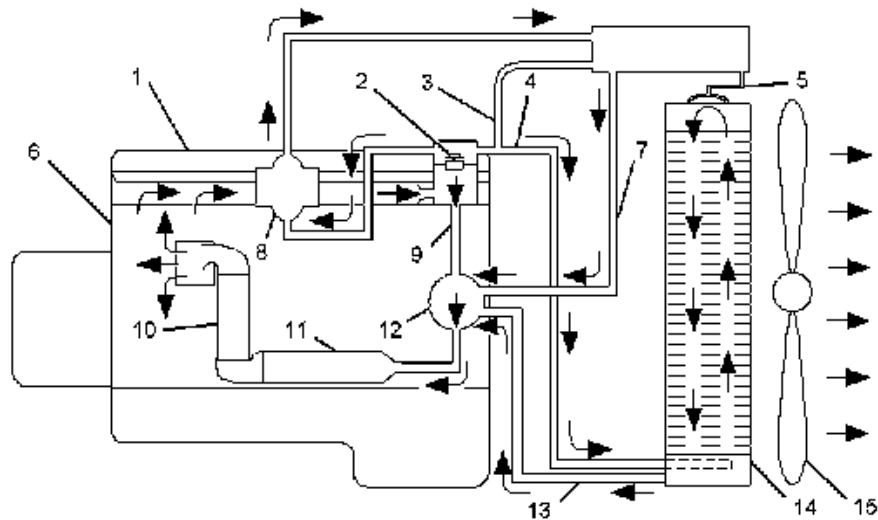
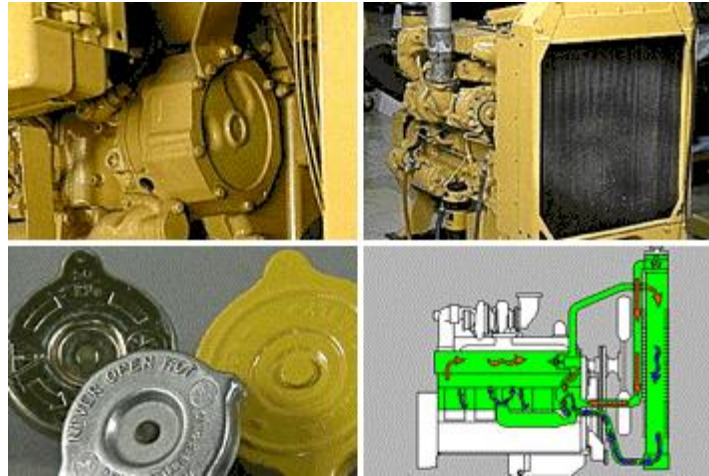


Componentes de desgaste principales:

Las válvulas, los casquillos de las válvulas y las guías de las válvulas son los que más se desgastan debido a las altas temperaturas y presiones de combustión. Todos los componentes son reemplazables.

SISTEMAS DEL MOTOR CATERPILLAR 3406

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



Sistema de enfriamiento para un motor caliente (ejemplo típico)

- (1) Culata de cilindro
- (2) Regulador del termostato del agua
- (3) Tuberías de ventilación
- (4) Manguera de salida (tubería de admisión del radiador)
- (5) Tubería de ventilación
- (6) Bloque de motor
- (7) Tubería de derivación
- (8) Turbocompresor
- (9) Tubo de derivación
- (10) Enfriador de aceite del tren de fuerza

- (11) Enfriador de aceite del motor
- (12) Bomba del agua de las camisas
- (13) Salida del radiador
- (14) Radiador
- (15) Ventilador proporcional a la demanda

Este motor está equipado con un sistema de enfriamiento a presión que utiliza una tubería de derivación. Un sistema de enfriamiento a presión tiene dos ventajas: Primero, el sistema de enfriamiento se puede operar de forma segura a una temperatura más alta que la del punto de ebullición del agua. A continuación, se impide la cavitación en la bomba de agua. Un sistema de enfriamiento presurizado evita que se formen burbujas de aire o de vapor en el sistema de enfriamiento.

Algunos motores están equipados con un Sistema de Enfriamiento Modular Avanzado (AMOCS) para la disipación del calor. Este radiador consta de varios de los núcleos del AMOCS con diseño modular. Con este diseño, el refrigerante fluye desde el tanque inferior del núcleo hacia el tanque superior y de regreso al tanque inferior. Este diseño maximiza el efecto de enfriamiento del radiador en un espacio más pequeño.

Durante la operación del motor, la bomba de agua de las camisas (12) hace circular la mayor parte del refrigerante del radiador (14) en el enfriador de aceite del motor (11). El refrigerante fluye entonces desde el enfriador de aceite del motor hacia el enfriador de aceite del tren de fuerza (10). Los enfriadores de aceite transfieren eficazmente el calor del aceite al refrigerante. Esto ayuda a regular la temperatura del aceite en el motor y el tren de fuerza.

El refrigerante del enfriador de aceite del tren de fuerza ingresa en el bloque de motor (6) a través de un sombrerete y un codo. El refrigerante circula por toda el área de las camisas de agua del bloque de motor. El refrigerante fluye alrededor de las camisas del cilindro, a través de los conductores de refrigerante e ingresa en la culata de cilindro (1).

Los conductores de refrigerante que están en la culata de cilindro envían el flujo de refrigerante alrededor de los conductos de válvula y los orificios de escape moldeados en la culata de cilindros. El refrigerante fluye entonces a la parte delantera de la culata de cilindro. En este punto, el termostato del agua (2) controla el sentido del flujo de refrigerante.

El termostato del agua está cerrado cuando el motor está frío. El refrigerante fluye a través de la caja del regulador y el tubo de derivación (9) de regreso a la bomba de agua de las camisas. Si se restringe la cantidad de flujo que se dirige a través del radiador, se ayuda a calentar rápidamente el motor.

Si el refrigerante está a temperatura normal de operación, el termostato del agua se abre y el refrigerante fluye hacia el radiador a través de la manguera de salida (4). Mientras fluye el refrigerante a través del radiador, el calor del refrigerante se transfiere al aire que se fuerza en las aletas del radiador. El ventilador proporcional a la demanda (15) (si tiene), produce el flujo de aire a través del radiador. El ventilador proporcional a la demanda es un ventilador impulsado hidráulicamente. El Módulo de Control Electrónico (ECM) del motor controla el ventilador. El refrigerante sale del radiador a través de la salida del radiador (13) y fluye de regreso hacia la bomba de agua de las camisas.

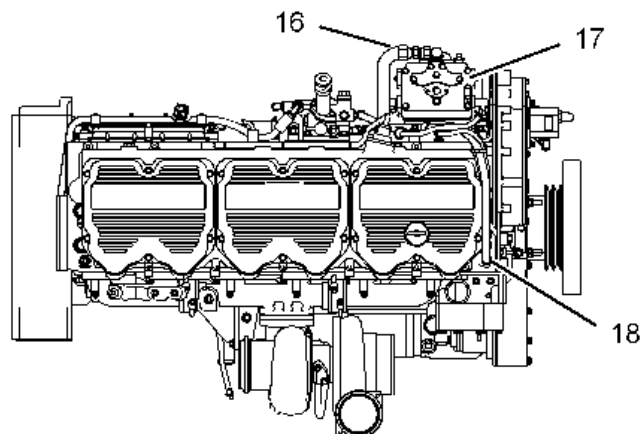
Nota: El termostato del agua es una parte importante del sistema de enfriamiento. El termostato del agua se usa para dividir el flujo del refrigerante entre el radiador y el tubo de derivación. Esto mantiene el motor a la temperatura correcta durante todas las condiciones de operación. Si el termostato del agua no está instalado en el sistema, no hay ninguna regulación del flujo de refrigerante a través del radiador. Esto puede causar una condición de recalentamiento o una condición de exceso de enfriamiento durante la operación del motor. Ambas condiciones acortan la vida útil del motor.

La tubería de derivación (7) provee varias ventajas para este tipo de sistema de enfriamiento. La tubería de derivación proporciona una presión positiva del

refrigerante en la admisión de la bomba de agua, lo que impide su cavitación. Un flujo pequeño de refrigerante fluye constantemente a través de la tubería de derivación hacia la admisión de la bomba de agua de las camisas. Las tuberías de ventilación (3) proporcionan orificios de purga para el motor. La tubería de ventilación (5) proporciona un orificio de purga para el radiador. Un flujo continuo de refrigerante a través de la tubería de derivación asegura que una cantidad pequeña de refrigerante circule continuamente a través de las tuberías de ventilación. Esta circulación a través de las tuberías de ventilación permite que el aire atrapado se quite del sistema mientras el motor está en operación. Las tuberías de ventilación proporcionan también puntos de purga del sistema mientras el sistema se llena con refrigerante.

El refrigerante para el turbocompresor (8) viene de un punto de conexión que está en la caja del termostato del agua. Este punto de conexión permite que el refrigerante circule solamente a través del turbocompresor cuando el termostato del agua está abierto. El refrigerante fluye a través de una manguera hacia el cartucho del turbocompresor. El refrigerante se usa para enfriar el cartucho del turbocompresor.

REFRIGERANTE PARA EL COPRESOR DE AIRE



Flujo de refrigerante en un compresor de aire (ejemplo típico)

(16)Manguera de admisión

(17) Compresor de aire

(18) Manguera de salida

El refrigerante para el compresor de aire (17) viene del bloque de motor a través de la manguera de admisión (16). El refrigerante fluye desde el compresor de aire, a través de la manguera de salida (18) y de regreso hacia la parte delantera de la culata de cilindro.

Finalidad de un Sistema de Enfriamiento

El sistema de enfriamiento de un motor sirve para mantener las temperaturas del motor a un nivel adecuado. Si falla el sistema de enfriamiento, se pueden producir daños considerables en el motor.

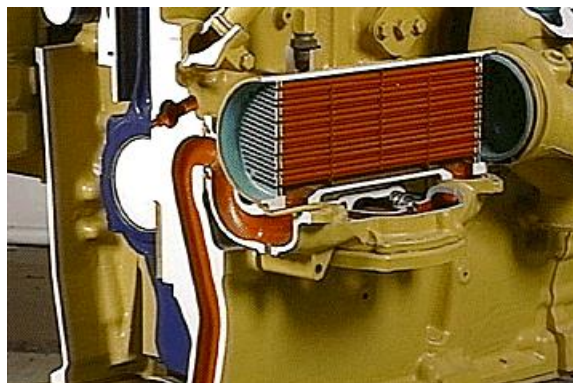
Principio de Operación

El sistema de enfriamiento hace circular refrigerante por todo el motor para eliminar el calor producido por la combustión y la fricción. Hace uso del principio de transferencia térmica para realizar su función.

Componentes de un sistema de enfriamiento

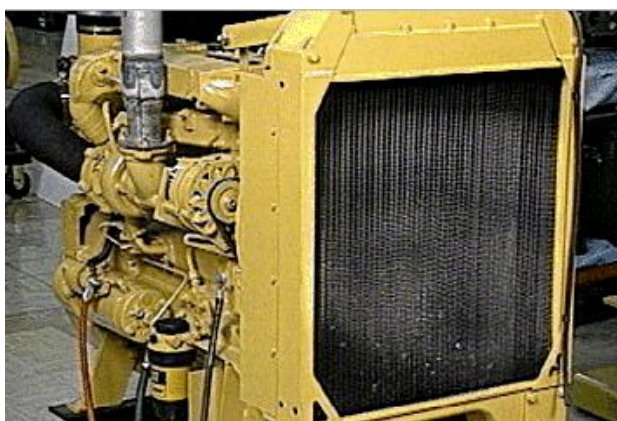
Los componentes principales de un sistema de enfriamiento son una bomba de agua, un enfriador de aceite, conductos que atraviesan el bloque del motor y la culata, un termostato con caja, un radiador, una tapa de presión y mangueras y tuberías de conexión.

Además, dispone de un ventilador, normalmente impulsado por correas, ubicado junto al radiador para aumentar el flujo de aire y mejorar la transferencia térmica.



Bomba de agua

La bomba de agua consta de un rodete con paletas curvas dentro de una caja. A medida que gira el rodete, la curva de las paletas lanza el agua hacia el exterior, hacia el orificio de salida formado por la caja. Está montada en la parte delantera del bloque.



El aceite va del orificio de salida de la bomba de agua al enfriador de aceite. Los enfriadores de aceite consisten en un haz de tubos dentro de una caja. El enfriador de aceite elimina el calor del aceite lubricante, lo que conserva las propiedades de lubricación del aceite.

Posenfriador

El refrigerante circula del enfriador de aceite al bloque del motor o, si el motor está equipado con un turbocompresor, puede pasar a un pos enfriador. Ciertos motores turbo comprimidos usan un pos enfriador para el agua de las camisas. Si es así el refrigerante pasa a continuación a dicho aparato.

El pos enfriador elimina el calor del aire de admisión. En un pos enfriador del agua de las camisas, el sistema de enfriamiento elimina el calor del aire. El pos enfriador tiene una construcción similar a la de un radiador, con tubos y aletas. El

aire comprimido calentado procedente del turbocompresor pasa por encima de las aletas y transfiere calor al refrigerante en los tubos.

Camisa de agua

El refrigerante, procedente del enfriador de aceite o pos enfriador, pasa al bloque del motor y circula alrededor de las camisas de los cilindros, eliminando el calor procedente de los pistones, anillos y camisas. Estas cavidades se denominan camisas de agua.

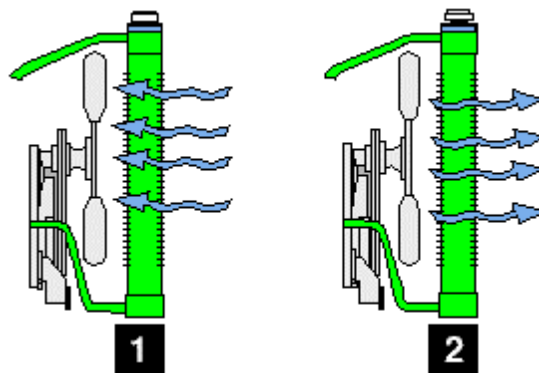
Culata

El refrigerante pasa de los conductos del bloque del motor a la culata, absorbiendo el calor de los asientos de las guías de las válvulas.

Termostato

Una vez que salga de la culata, el refrigerante entra en la caja del termostato. El termostato está montado dentro de la caja.

El termostato hace de "policía de tráfico" del sistema de enfriamiento. La función del termostato es mantener una gama apropiada de temperaturas de operación. Para hacer esto, el termostato deriva el flujo de refrigerante por el radiador, o por un tubo de derivación y lo envía de vuelta a la bomba de agua.



Cómo funciona el termostato

Cuando el motor está frío, el termostato está cerrado. El refrigerante vuelve a la bomba, sin pasar por cada una de las tapas.

Pruebas del termostato

Se debe probar el termostato durante el mantenimiento del sistema de enfriamiento, y reemplazarse si es necesario. Las temperaturas de apertura están estampadas en el termostato. Si hay que reemplazar el termostato, asegúrese de usar el recomendado para el motor, o de lo contrario el sistema no funcionará de forma apropiada.

Radiador

Si se abre el termostato, el refrigerante circula por tubos o mangueras hasta la parte de arriba del radiador. Hasta ese momento, el refrigerante ha estado absorbiendo calor de todas las piezas del motor. El radiador es la situación opuesta. El refrigerante transfiere calor a la atmósfera, que está más fría.

Cómo funciona el radiador

En el radiador, el refrigerante circula de arriba a abajo. Los tubos y aletas funcionan juntos para disipar el calor. Los radiadores están montados normalmente donde el flujo de aire es máximo y la transferencia de calor es mejor.

Tapa del radiador

Los radiadores también tienen tapas de presión. La tapa determina la presión existente en el sistema de enfriamiento durante la operación. Los sistemas de enfriamiento a presión permiten prevenir la ebullición del agua a mayores

altitudes. Al subir por encima del nivel del mar, desciende la temperatura de ebullición. Si el sistema de enfriamiento no estaba a presión, el refrigerante puede hervir, produciendo daños considerables en el motor.

Cómo funciona la tapa del radiador

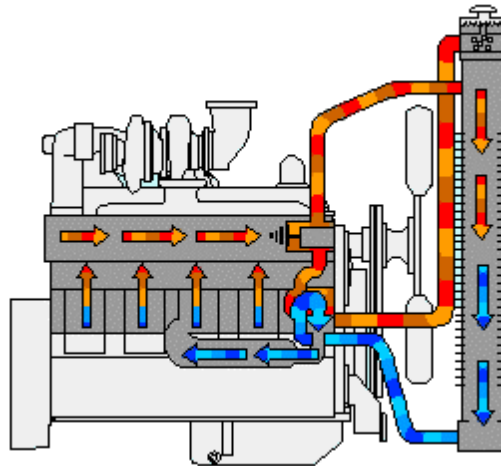
La tapa del radiador mantiene la presión en el sistema de enfriamiento por medio de dos válvulas.

Si la diferencia entre la presión del sistema de enfriamiento y la presión atmosférica exceda la presión de apertura de la tapa, se abre la válvula de salida. Esto deja escapar una pequeña cantidad de aire, reduciéndose la presión en el sistema. El sistema se estabiliza. Al parar el motor y empezarse a enfriar, la presión dentro del sistema de enfriamiento disminuye por debajo de la presión atmosférica. La válvula de entrada de la tapa se abre, dejando pasar aire al radiador. Esto iguala y estabiliza las dos presiones.

Presión nominal de la tapa del radiador

Prueba de una tapa

La presión de la tapa debe probarse durante el mantenimiento del sistema, y reemplazarse si es necesario.



Ventiladores

La transferencia térmica a través del radiador viene ayudada por un ventilador. Los ventiladores aumentan el flujo de aire que pasa por las aletas y los tubos del radiador.

Tipos de ventiladores

Los ventiladores pueden ser de dos tipos: de succión y sopladores. Los ventiladores de succión (1) extraen aire por el radiador, y los ventiladores sopladores impulsan aire por el radiador.

Correas de ventilador

Ciertos motores usan correas para impulsar el ventilador, la bomba de agua u otros componentes.

Tensión de las correas

Si las correas del ventilador están poco tensas, puede disminuir la velocidad del ventilador. Esto disminuye el flujo de aire a través del radiador, y reduce la capacidad de enfriamiento total del sistema.

Sistemas de enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento están modificados a menudo para cumplir con la necesidad especial de la aplicación del motor.

Escape enfriado por agua

A veces se añade un múltiple de escape enfriado por agua a un sistema de enfriamiento para enfriar el gas de escape al ser expulsado. En motores marinos, se usa un escape enfriado por agua para mantener más fríos los espacios alrededor del motor. En un múltiple de escape enfriado por agua, el refrigerante circula por una caja que rodea los conductos de los gases de escape.

Elemento acondicionador de refrigerante

La opción que puede haber presente en ciertos sistemas de enfriamiento es un elemento acondicionador de refrigerante. Se puede conectar en paralelo un elemento acondicionador de inhibidores de corrosión en el mismo y se disuelven en el sistema de enfriamiento durante la operación.



Camiones de transporte por carretera

En los camiones de transporte por carretera, los motores cambian de velocidad con frecuencia. Como la bomba de agua está impulsada por engranajes, esto significa que el flujo de agua por el sistema también cambia de velocidad. El sistema de enfriamiento ha sido modificado para satisfacer estas condiciones. Además de una bomba de agua, enfriador de aceite, conductos de refrigerante, termostato, radiador y tapa, ventilador y mangueras de conexión, los sistemas de los camiones tienen una tubería de derivación (1) adicional que une la parte superior del radiador con la bomba de agua. La tubería de derivación protege la bomba de agua contra los daños.

Tubería de derivación

A medida que el camión cambia de velocidad, la bomba de agua impulsada por engranaje cambia de velocidad. Sin embargo, el flujo de refrigerante no cambia de velocidad tan rápidamente, lo cual causa una diferencia de presión en la bomba de agua. La tubería de derivación proporciona agua suficiente al lado de entrada de la bomba de agua para mantener la presión e impedir la ebullición del refrigerante.

Erosión por cavitación

El agua del lado de entrada de la bomba puede hervir debido a que la presión es reducida. La presión se restablece en el lado de salida de la bomba. Esto provoca

la implosión de las burbujas de vapor. Al reventarse las burbujas producen erosión por cavitación en la bomba de agua.

Sistema de enfriamiento de la quilla

Los componentes de un sistema de enfriamiento de la quilla incluyen los mismos componentes de un sistema convencional. Existe una bomba de agua, conductos de refrigerante y un tanque de compensación o expansión que contiene el termostato. En vez de un radiador, el refrigerante circula por un enfriador de la quilla.

El enfriador de la quilla consiste en una serie de serpentines puede formar parte integral del casco del barco, o montarse en canales y soldarse al casco. El refrigerante pasa del tanque de expansión (1) a la bomba de agua (2), atravesando el motor y el serpentín de enfriamiento de la quilla (3), donde el agua de mar enfría el fluido.

Intercambiador de calor

El sistema de enfriamiento del intercambiador de calor incluye una bomba de agua, conductos de refrigerante para el motor, un múltiple de escape enfriado por agua y un tanque de expansión o compensación que contiene un termostato. También hay un intercambiador de calor. El sistema de agua natural tiene una bomba de agua natural, y tubos y mangueras que transportan el agua de mar a la bomba y al intercambiador de calor. El intercambiador de calor básicamente es una caja hueca llena de tubos. El refrigerante del motor circula por los tubos. Los tubos están rodeados por agua de mar. El agua de mar absorbe el calor del refrigerante.

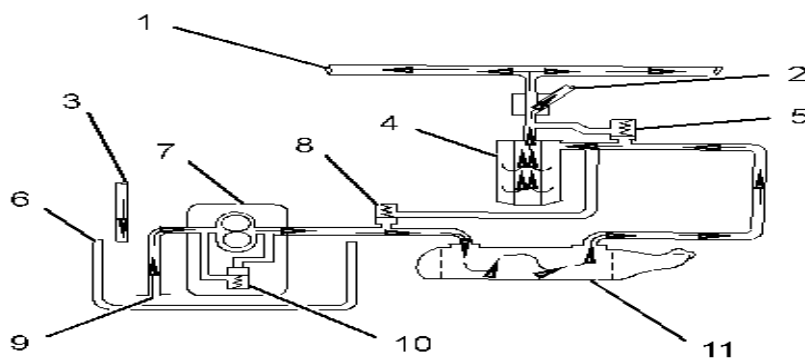
SISTEMA DE LUBRICACIÓN



El sistema de lubricación tiene los siguientes componentes:

- Colector de aceite
- Bomba de aceite
- Enfriador de aceite
- Filtro de aceite
- Tuberías de aceite del turbocompresor
- Conductos de aceite para el bloque de motor

FLUJO DE ACEITE A TRAVÉS DEL FILTRO DEL ACEITE Y DEL ENFRIADOR DEL ACEITE



- (1) Múltiple de aceite
(2) Tubería de suministro de aceite

- (3) Tubería de retorno de aceite
- (4) Filtro de aceite
- (5) Válvula de derivación del filtro de aceite
- (6) Colector de aceite
- (7) Bomba de aceite
- (8) Válvula de derivación del enfriador de aceite
- (9) Líneas de succión
- (10) Válvula de derivación de la bomba de aceite
- (11) Enfriador de aceite

Cuando el motor está caliente, el aceite se extrae del colector de aceite (6), a través de las tuberías de succión (9) a la bomba de aceite (7). La bomba de aceite empuja el aceite caliente a través del enfriador de aceite (11). El aceite se envía después al filtro del aceite (4). El aceite del filtro del aceite se envía al colector de aceite (1) del bloque de motor y a la tubería de suministro de aceite (2) del turbocompresor. El aceite del turbocompresor regresa a través de la tubería de retorno de aceite (3) al colector de aceite.

Cuando el motor está frío, el aceite se extrae del colector de aceite (6), a través de las tuberías de succión (9) a la bomba de aceite (7). Cuando el aceite está frío, una presión diferencial del aceite en las válvulas de derivación causa que las válvulas de derivación se abran. Estas válvulas de derivación proporcionan entonces lubricación inmediata a todos los componentes del motor cuando el aceite frío con alta viscosidad causa una restricción del flujo de aceite a través del enfriador de aceite (11) y el filtro del aceite (4). La bomba de aceite empuja entonces el aceite frío a través de la válvula de derivación (8) del enfriador de aceite y a través de la válvula de derivación (5) del filtro del aceite. El aceite pasa después al colector de aceite (1) en el bloque de motor y a la tubería de suministro (2) del turbocompresor. El aceite del turbocompresor regresa a través de la tubería de retorno de aceite (3) al colector de aceite.

Cuando el aceite está caliente, un diferencial de presión de aceite en las válvulas de derivación, hace que las válvulas de derivación se cierren. Este diferencial continúa el flujo normal de aceite a través del enfriador de aceite y el filtro de aceite.

Las válvulas de derivación también se abren si hay una restricción en el enfriador del aceite o en el filtro del aceite. Esto impide que la restricción de un filtro o de un enfriador del aceite detenga la lubricación del motor. La válvula de derivación de la bomba de aceite (10) limita la presión del sistema.

FLUJO DE ACEITE EN EL MOTOR

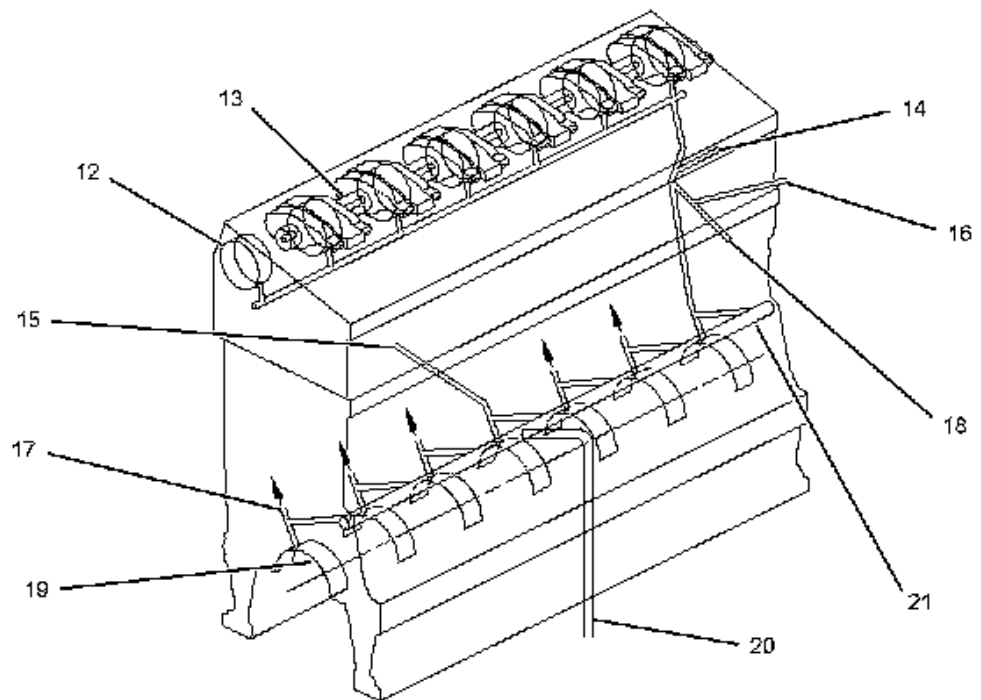


Diagrama del flujo de aceite del motor

- (12) Muñones de los cojinetes del árbol de levas
- (13) Eje de balancines
- (14) Conducto de aceite al engranaje loco ajustable
- (15) Conducto de aceite al compresor de aire
- (16) Conducto de aceite al eje corto del engranaje loco fijo
- (17) Boquilla de enfriamiento de pistón
- (18) Conducto de aceite al tren de engranaje loco
- (19) Cojinetes de bancada del cigüeñal
- (20) Conducto de aceite desde el filtro
- (21) Múltiple de aceite

El aceite del colector del aceite (21) se envía bajo presión, a través de conductos perforados a los cojinetes de bancada del cigüeñal (19). El aceite circula a través de los agujeros perforados del cigüeñal. Este aceite lubrica los cojinetes de biela. Una cantidad pequeña de aceite se envía a las boquillas de enfriamiento de pistón (17). Las boquillas de enfriamiento de pistón rocían aceite en el lado inferior de los pistones.

El aceite atraviesa los conductos de la caja del engranaje de sincronización y del engranaje de impulsión del accesorio. Este aceite fluye al compresor de aire a través del conducto de aceite (15). El conducto de aceite (14) proporciona aceite al engranaje loco ajustable. El conducto de aceite (16) proporciona aceite al engranaje loco fijo. El conducto de aceite (18) proporciona aceite al tren de engranaje. El aceite fluye a través de un conducto en los ejes de los engranajes.

Hay una válvula de control de presión de la bomba de aceite. Esta válvula controla la presión del aceite que fluye de la bomba de aceite.

El conducto de aceite (19) proporciona lubricación al sello trasero de cigüeñal. Esto asegura una vida prolongada para el sello de cigüeñal trasero.

El aceite pasa a la culata a través de una espiga guía hueca en la superficie superior del bloque de motor. El aceite se desplaza a los muñones de cojinete de árbol de levas (12) y a los tres soportes de los ejes centrales del balancín por los conductos perforados en la culata de cilindros. Los soportes lubrican cada eje de balancín. El aceite fluye a los bujes del balancín del inyector de combustible a través de los agujeros en el eje del balancín (13). Este mismo aceite lubrica la válvula y los rodillos. El aceite atraviesa los conductos perforados de los balancines. Este aceite lubrica el rodillo, el puente de las válvulas y las superficies de contacto del accionador del inyector unitario. Salpicar lubricación se utiliza para lubricar los otros componentes del sistema de válvulas.

El exceso de aceite regresa al colector de aceite del motor.

La finalidad principal del sistema de lubricación es hacer circular el aceite por todo el motor. El aceite limpia, enfría y protege las piezas móviles del motor contra el desgaste.

Componentes del sistema de lubricación:

El sistema de lubricación consta de (1) un colector o sumidero de aceite, (2) una campana de succión, (3) una bomba de aceite, (4) una válvula de alivio de presión, (5) un filtro de aceite con una válvula de derivación, (6) un enfriador de aceite de motor con una válvula de derivación, (7) una canalización de aceite principal, (8)

surtidores de enfriamiento de pistones, (9) un respiradero del cárter, tuberías y tubos de conexión, y el aceite mismo.

Colector de aceite:

El colector o el sumidero de aceite se comportan como un depósito para el aceite del motor.

El colector de aceite también disipa el calor del aceite a la atmosfera.

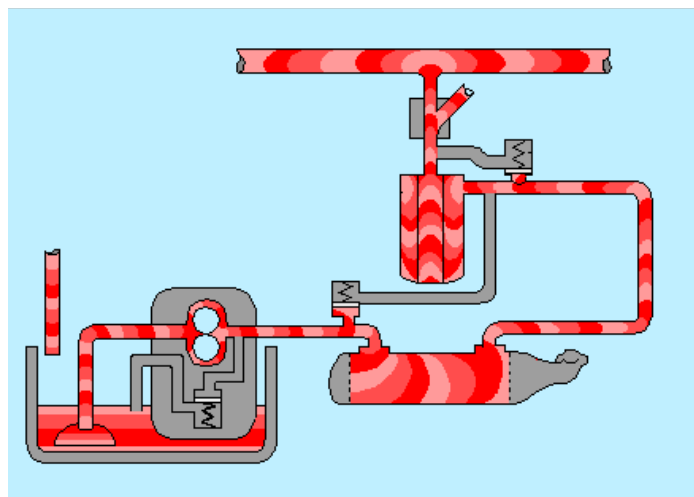
Campana de succión y rejilla de entrada:

Del colector de aceite, el aceite atraviesa la rejilla de entrada y pasa a la campana de succión.

La rejilla de entrada impide la entrada de piezas grandes en el sistema de aceite.

La campana de succión transporta aceite a la bomba de aceite.

Bomba de aceite y válvula de alivio:



La bomba de aceite produce flujo, que hace circular el aceite por todo el motor.

La bomba de aceite está ubicada en el colector de aceite o en sus proximidades. La bomba es impulsada por el cigüeñal a través de un engranaje de bomba de aceite.

La válvula de alivio de presión está ubicada normalmente cerca de la bomba de aceite.

La válvula de alivio protege el sistema de lubricación contra las presiones elevadas.

Enfriador de aceite y válvula de derivación:

El aceite atraviesa el enfriador de aceite procedente de la bomba de aceite. Los enfriadores de aceite eliminan el calor del aceite.

El aceite llena la caja del enfriador de aceite. Dentro de la caja hay tubos que transportan refrigerante de motor. El calor se transfiere del aceite al refrigerante.

El enfriador de aceite también tiene una válvula de derivación.

Filtro de aceite y válvula de derivación:

El aceite circula del enfriador de aceite al filtro de aceite. Los sistemas de lubricación pueden usar uno o más filtros de aceite, dependiendo del diseño.

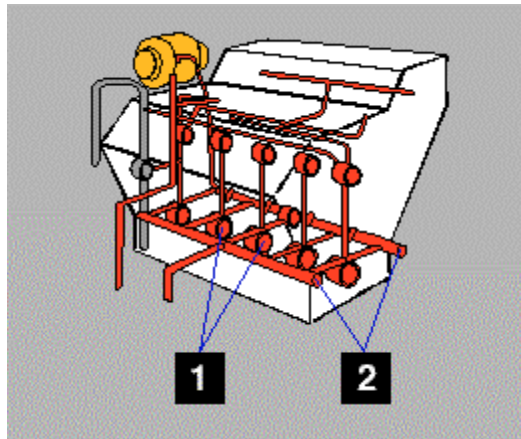
Los filtros eliminan los residuos y las partículas de metal del aceite.

Los filtros usan también válvulas de derivación.

SISTEMA DE FILTRACIÓN DE FLUJO COMPLETO

En un sistema de filtración de flujo completo, el 100% del aceite atraviesa el filtro. Estos sistemas deben tener una válvula de derivación.

Sistema de filtración de derivación:



El sistema de filtración de derivación usa dos filtros de aceite. El 90% del aceite atraviesa el filtro normal y el 10% atraviesa el filtro de derivación.

Normalmente el filtro de derivación está tejido de forma más apretada, para atrapar partículas extremadamente pequeñas.

Los sistemas de filtración de derivación también usan válvulas de derivación.

- 1.-Filtro primario (normal).
- 2.-Filtro de derivación.
- 3.-Bomba de aceite.
- 4.-Motor o componente.

Canalización de aceite:

En ciertos motores turbo comprimidos, el aceite pasa del filtro al turbocompresor por una tubería de entrada. El aceite vuelve al colector de aceite por una tubería de salida.

En otros motores, el aceite limpio sale de los filtros de aceite y entra en la canalización de aceite principal.

La canalización de aceite principal está ubicada en el bloque. Éste es el conducto de aceite primario a través del bloque.

Flujo de aceite:

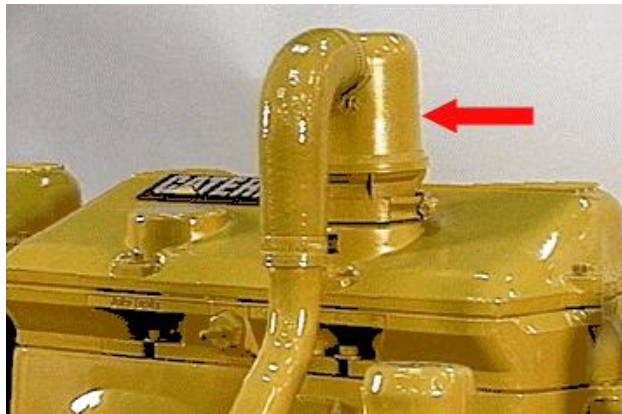
- 1.-Salida.
- 2.-Entrada.

Cojinetes:

El aceite circula desde la canalización al cigüeñal, que a continuación lubrica los cojinetes de bancada y de las bielas.

- 1.-Cojinetes de bancada del cigüeñal.
- 2.-Múltiple de aceite.

Conductos de aceite perforados:



Los cigüeñales Caterpillar tienen conductos de aceite perforados que suministran aceite a los cojinetes de biela y bancada.

Lubricación de las paredes de los cilindros:

El aceite llega a las paredes de los cilindros al salir proyectado de los cojinetes de las bielas y salpicarse en la parte inferior de la cabeza del pistón.

Cómo se crea presión de aceite: inyectora, la unidad de avance de sincronización y otros componentes accesorios. El aceite se drena de vuelta al colector de aceite a través de conductos.

Las tuberías de aceite, los conductos y los cojinetes limitan el flujo de aceite, que crea una presión de aceite. La mayor parte de la presión del sistema de aceite es creada por los cojinetes de bancada. La lectura de la presión de aceite en el indicador es consecuencia de esta restricción normal.

Surtidores de enfriamiento de los pistones:

Los surtidores de enfriamiento de los pistones pulverizan aceite en la parte inferior de cada pistón, y contribuyen a la lubricación de las paredes de los cilindros.

Respiradero del cigüeñal:

Los respiraderos del cárter ventean los gases de combustión que se fugan por los anillos de los pistones.

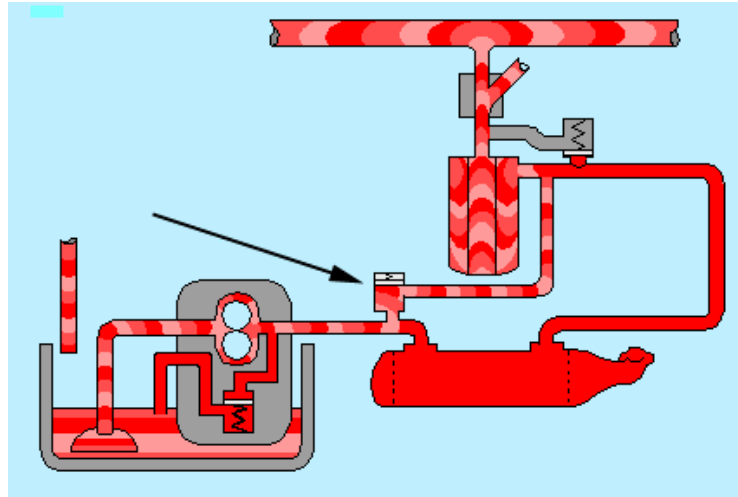
Esto mantiene presiones estables dentro del cárter.

Los respiraderos a menudo están montados encima del motor.

Esto iguala a la presión dentro del cárter del motor con la presión en el exterior y deja que el aceite se drene de vuelta al colector de aceite.

Filtro de aceite

En el sistema de lubricación, el filtro de aceite es lo que requiere más mantenimiento. Se ensucia y, si no se efectúa su mantenimiento apropiado, puede causar problemas del sistema de lubricación.



Válvulas de derivación y de alivio:

Los sistemas de lubricación usan varias válvulas de derivación y alivio para proteger el motor. Las bombas de aceite (1) usan válvulas de alivio de presión (2), mientras que los enfriadores de aceite (3) y los filtros de revés del mismo.

Válvula de alivio de presión:

La válvula de alivio de presión está ubicada normalmente cerca de la bomba de aceite. La válvula de alivio normalmente es una válvula accionada por resorte. La válvula de alivio se abre cuando las presiones del sistema exceden la fuerza del resorte de la válvula. Siempre y cuando la presión sea alta, la válvula permanece abierta.

Cuando se abre la válvula de alivio, parte del aceite se drena de vuelta al colector de aceite. Cuando la presión de aceite desciende por debajo de la fuerza de apertura del resorte de la válvula, la válvula se cierra.

Válvula de derivación del enfriador de aceite:

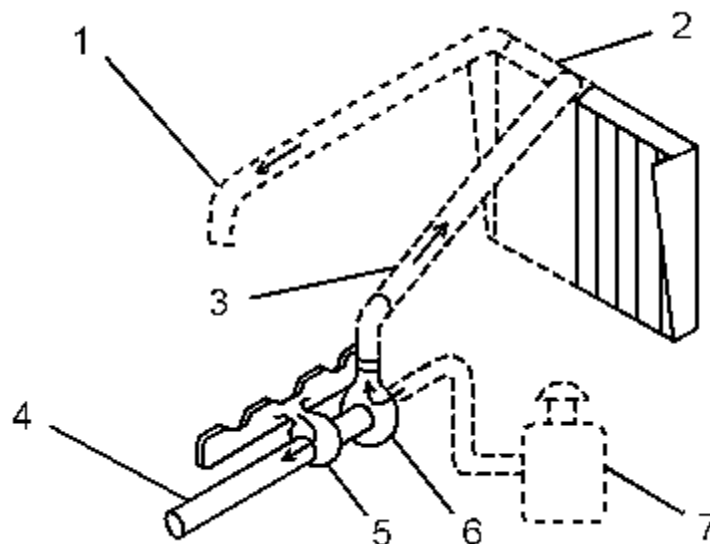
La válvula de derivación del enfriador de aceite es una válvula direccional que se abre cuando la diferencia de presión en el enfriador de aceite es mayor que la

fuerza de apertura deseada para abrir la válvula. Cuando se abre la válvula, el aceite se desvía al enfriador de aceite. Esto asegura que parte del aceite alcance las piezas vitales del motor incluso si hay un problema en el enfriador de aceite. Cuando el aceite está frío, tal vez no fluya bien. Esto abriría la válvula. La válvula de derivación del enfriador de aceite a menudo forma parte del enfriador de aceite.

Válvula de derivación del filtro de aceite:

La válvula de derivación del filtro de aceite es una válvula direccional que se abre cuando la diferencia de presión en el filtro de aceite excede la fuerza de apertura del resorte de la válvula. Si el aceite es espeso, como al arrancar el motor, o si el filtro está atascado, se abre la válvula de derivación del filtro. El aceite se desvía alrededor del filtro, lo que asegura que parte del aceite alcance siempre los cojinetes y otros componentes del motor. Esto protege el motor contra los daños causados por el agotamiento de aceite.

SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE/ESCAPE.



Sistema básico de admisión de aire y de escape

(1) Enfriador del Sistema de Reducción de Óxidos de Nitrógeno (NRS)

(2) Múltiple de escape

- (3) Pos enfriador
- (4) Salida del escape
- (5) Rueda de turbina
- (6) Rueda del compresor
- (7) Admisión de aire
- (8) Válvulas de admisión(9) Válvulas de escape

Los componentes del sistema de escape y de admisión de aire controlan la calidad y la cantidad de aire disponible para la combustión. El sistema de escape y de admisión de aire consta de los siguientes componentes:

- Filtro de aire
- DOC
- NRS
- Turbocompresor
- Pos enfriador
- Culata de cilindro
- Válvulas y componentes del sistema de válvulas
- Pistón y cilindro
- Múltiple de admisión
- Múltiple de escape

El aire de admisión atraviesa el filtro de aire e ingresa a la admisión de aire del compresor del turbocompresor (6). Se usa un turbocompresor para aumentar el flujo de aire en el motor. Este aumento del flujo de aire presuriza el suministro de aire de combustión del motor. La presión del aire de admisión permite comprimir un mayor volumen de aire en el cilindro. Esta compresión del aire de admisión se denomina refuerzo del motor.

La compresión del aire hace que la temperatura del aire aumente a aproximadamente 204 °C (400 °F). A medida que el aire fluye por el pos enfriador, la temperatura del aire comprimido baja hasta aproximadamente 46 °C

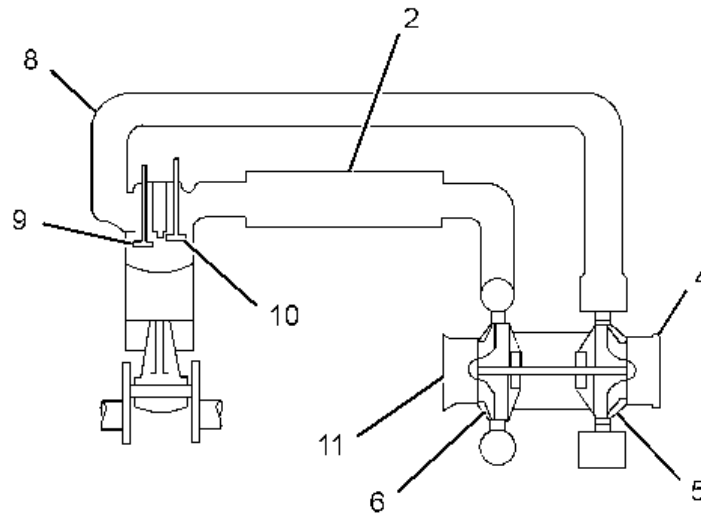
(115 °F). El pos enfriador utiliza un intercambiador de calor para enfriar el aire de admisión. El enfriamiento del aire de admisión hace que el aire se haga más denso. La compresión y el enfriamiento del aire de admisión aumentan la eficiencia de combustión del motor. Esto también aumenta la potencia de salida del motor.

El aire ingresa al múltiple de admisión desde el pos enfriador. Las válvulas de admisión (8) controlan el flujo de aire del múltiple de admisión hacia los cilindros. Hay dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape (9) para cada cilindro. Las válvulas de admisión se abren en la posición central superior del pistón. Cuando se abren las válvulas de admisión, el aire comprimido frío ingresa al cilindro a través de los orificios de admisión. Las válvulas de admisión se cierran a medida que el pistón alcanza la posición central inferior. A esto se le llama la carrera de admisión del motor. A medida que el pistón comienza a desplazarse hacia la posición central superior en la carrera de compresión, el aire del cilindro se comprime a alta temperatura. Cuando el pistón esté cerca del final de la carrera de compresión, el combustible se inyecta en el cilindro y se mezcla con el aire comprimido. Esto hace que se inicie la combustión en el cilindro. Una vez que se haya iniciado la combustión, la fuerza de combustión empuja el pistón hacia la posición central inferior. A esto se le llama carrera de potencia. Las válvulas de escape se abren cuando el pistón se mueve hacia la posición central inferior y los gases de escape se oprimen por el orificio de escape e ingresan al múltiple de escape (2) a medida que el pistón se desplaza hacia el punto central superior de la carrera de escape. Las válvulas de escape se cierran y el ciclo comienza otra vez. El ciclo completo consta de cuatro carreras:

- Admisión
- Compresión
- Potencia
- Escape

Los gases de escape del cilindro se fuerzan a ingresar al múltiple de escape (2). El flujo de gases de escape del múltiple de escape ingresa por el lado de la turbina del turbocompresor. El flujo del gas de escape y el calor del gas de escape hacen girar la rueda de turbina (5). La rueda de turbina está conectada al eje que impulsa la rueda del compresor. Los gases de escape de la rueda de turbina salen después por el turbocompresor.

Turbocompresor



Turbocompresor enfriado por agua

- (10) Admisión del compresor
- (11) Caja del compresor
- (12) Rueda del compresor
- (13) Cojinete de eje
- (14) Orificio de admisión de aceite
- (15) Cojinete de eje
- (16) Caja de la turbina
- (17) Hélice pequeña
- (18) Cámara de la válvula de equilibrio de escape
- (19) Hélice grande
- (20) Rueda de turbina
- (21) Salida de la turbina

(22) Orificio de salida de aceite

Todo el aire que entra en el motor atraviesa el compresor del turbocompresor. Todos los gases de escape procedentes del motor pasan a través de la turbina del turbocompresor.

El gas de escape ingresa al turbocompresor a través de la admisión de la turbina. El flujo de los gases de escape empuja las hojas de la rueda de turbina (20) y sale por la salida de la turbina (21). La caja de la turbina tiene un diseño asimétrico. Este diseño permite que el turbocompresor utilice eficientemente la energía calórica de dos volúmenes diferentes de gas de escape que provienen del múltiple de escape delantero y del múltiple de escape trasero.

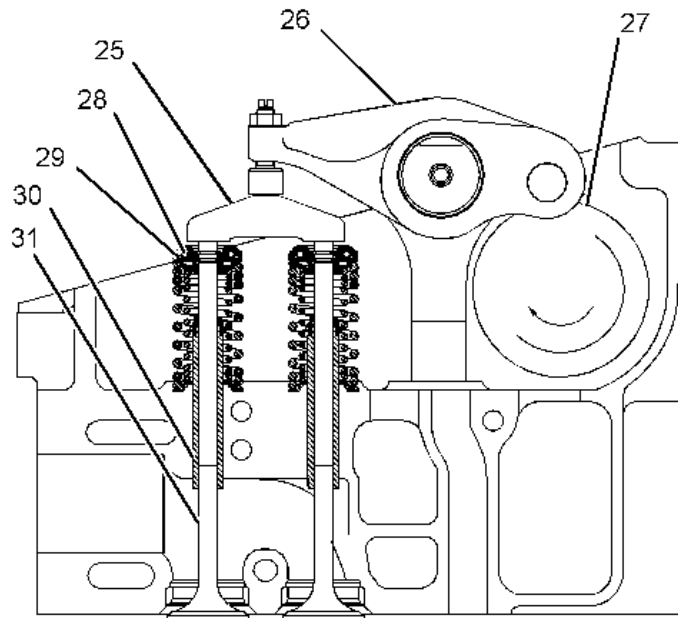
La válvula de solenoide de equilibrio de escape controla la válvula de equilibrio de escape. El Módulo de Control Electrónico (ECM) controla electrónicamente el solenoide de la válvula de equilibrio de escape. Cuando la válvula de equilibrio está en la posición abierta, disminuye la velocidad del gas de escape en la hélice pequeña. Esto equilibra las presiones en las paletas del turbocompresor y evita el exceso de velocidad del turbocompresor. Cuando la válvula de equilibrio de escape está en la posición cerrada, la presión de las dos hélices es desigual. Esto se debe a una mayor contrapresión en la hélice más pequeña y a una menor contrapresión en la hélice más grande. La rueda de turbina está conectada a la rueda del compresor (12) por medio de un eje.

A medida que gira la rueda del compresor, se crea un vacío en la caja del compresor del turbocompresor (11). El aire se succiona a través de los filtros de aire e ingresa a la caja del compresor por la admisión del compresor (10). Las paletas del rodete están integradas a la rueda del compresor. Las paletas se usan para comprimir el aire que ingresa. El aire comprimido se dirige a la salida del compresor del turbocompresor e ingresa a la tubería de admisión. El aire se dirige después hacia el lado de admisión del motor. Se crea una presión de refuerzo a medida que el flujo producido por la rueda del compresor exceda las necesidades

del motor. Esto produce una presión positiva del múltiple de admisión que excede la presión atmosférica. La mayor presión permite que el motor quemé más combustible durante la combustión. Mediante una eficiencia de combustible óptima, esta estrategia permite que el motor produzca más potencia y menores niveles de emisiones.

Cuando se abre el acelerador, se inyecta más combustible en los cilindros. La combustión de este combustible adicional produce un mayor flujo de gases de escape y una temperatura más alta de los gases de escape. El flujo adicional y la mayor temperatura del escape hacen que las ruedas de turbina y del compresor del turbocompresor giren más rápido. A medida que la rueda del compresor gira más rápido, el flujo de aire en el sistema de admisión de aire produce un aumento en la presión del múltiple de admisión. Esta mayor presión de aire permite que el motor quemé una cantidad adicional de combustible con mayor eficiencia.

Componentes del sistema de válvulas



Componentes del sistema de válvulas

(23) Balancín

- (24) Tornillo de ajuste de válvula
- (25) Eje de balancín
- (26) Seguidor del árbol de levas
- (27) Árbol de levas
- (28) Puente de válvulas
- (29) Rotador de válvula
- (30) Resorte de válvula
- (31) Válvula
- (32) Asiento de válvula

El tren de válvulas controla el flujo del aire de admisión que ingresa a los cilindros, y el flujo de gases de escape que sale de los cilindros durante la operación del motor. Los lóbulos maquinados del árbol de levas (27) controlan los siguientes aspectos de la función de las válvulas:

- Altura del levantamiento de las válvulas
- Sincronización del levantamiento de las válvulas
- Duración del levantamiento de las válvulas

El engranaje del cigüeñal impulsa el engranaje del árbol de levas mediante un engranaje loco. El árbol de levas debe sincronizarse con el cigüeñal para obtener la relación correcta entre la posición del pistón y la posición de la válvula.

El árbol de levas tiene tres lóbulos de leva para cada cilindro. Un lóbulo del árbol de levas opera las válvulas de admisión. Un lóbulo del árbol de levas opera las válvulas de escape. También hay un lóbulo del árbol de levas que opera el inyector unitario. Los seguidores del árbol de levas (26) ruedan contra la superficie de los lóbulos del árbol de levas. Los seguidores se usan para transferir el levantamiento maquinado en el lóbulo del árbol de levas al balancín (23).

Los lóbulos del árbol de levas levantan el seguidor del árbol de levas del balancín que acciona las válvulas (31). A medida que el lóbulo del árbol de levas levanta el

seguidor, el balancín pivota en el eje del balancín (25). Esto aplica la acción de levantamiento al puente de válvulas (28). El puente de válvulas se usa para transferir el levantamiento del balancín a las válvulas. El tornillo de ajuste de la válvula (24) se usa para ajustar el juego de válvulas.

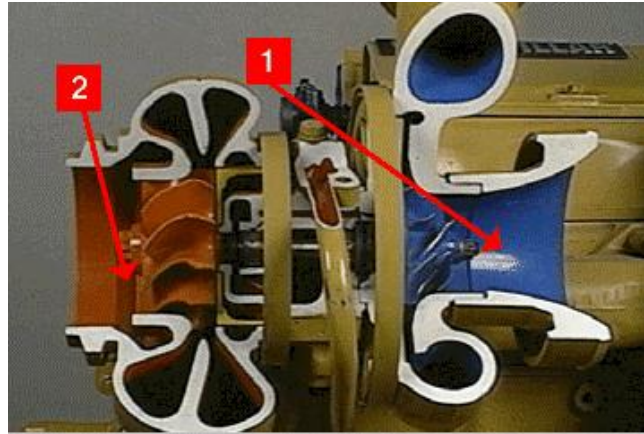
Cada cilindro tiene dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape. Se usan resortes de válvula (30) para sujetar las válvulas en la posición cerrada cuando el levantamiento no se transfiere desde el lóbulo del árbol de levas. Los resortes proporcionan la fuerza en la válvula para asegurarse de que las válvulas se cierren a rpm altas y a presiones de refuerzo elevadas.

Los rotadores de válvulas (29) hacen que las válvulas roten mientras el motor está en funcionamiento. La rotación de las válvulas impide que las válvulas se quemen al cambiar constantemente el área de contacto de la cara de la válvula y el asiento de la válvula (32). La rotación prolonga la vida útil de servicio de las válvulas

Componentes del sistema de admisión de aire/escape

Un sistema de admisión/escape común incluye un ante filtro, un filtro de aire, un turbocompresor, un múltiple de escape, un tubo vertical de escape, un silenciador y tuberías de conexión.

Para efectuar el servicio y localizar y reparar las fallas de un sistema de aire en un motor, es importante entender el flujo de aire que atraviesa el sistema y la función de cada uno de los componentes. También es importante saber cómo son los componentes y cómo funcionan.



Ante filtros

Los ante filtros se usan a menudo en los sistemas de aire de los motores diésel. El ante filtro elimina los contaminantes más pesados y más grandes suspendidos en el aire. El aire limpio es crítico para obtener un rendimiento máximo del motor. La suciedad puede desgastar y dañar los componentes del motor.

Filtro de aire

El aire sale del ante filtro y entra en el filtro de aire. El filtro de aire impide la entrada de polvo y partículas más pequeñas en el motor. La caja del filtro de aire sujeta el elemento del filtro.

Turbocompresor

El aire pasa al turbocompresor procedente del filtro de aire. Los turbocompresores:

1. Ayudan a mantener la potencia a altitudes elevadas.
2. Aumentan la potencia.

Los turbocompresores suministran más aire al motor, permitiendo que se quemara más combustible.

Diseño del turbocompresor

Un turbocompresor consta de dos partes:

1. Lado de admisión de aire o compresor.
2. Lado de escape o turbina.

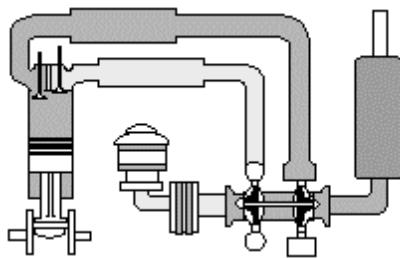
Los gases de escape procedentes del múltiple de escape hacen girar la turbina de escape del turbocompresor.

Cómo funcionan los turbocompresores

Los gases de escape hacen girar el lado de la turbina. Como las ruedas del compresor y de la turbina están en el mismo eje, el compresor también gira. Cuanto más rápido gira el compresor, más aire se comprime en el sistema de aire, aumentando la presión y la densidad del aire. El aumento de presión del aire se denomina presión de refuerzo (boost).

Válvula de derivación de los gases de escape

Las válvulas de derivación de los gases de escape forman parte de los turbocompresores. Si la presión de refuerzo es mayor que la presión recomendada, la válvula se abre para expulsar los gases de escape alrededor de la turbina. El flujo reducido de los gases de escape disminuye la velocidad de la turbina y del compresor, controlando la presión de refuerzo.



Los turbocompresores calientan el aire

El turbocompresor suministra más aire para mejorar la combustión. A medida que se comprime el aire, se calienta y se expande, disminuyendo su densidad.

Esto significa que tal vez no haya suficiente aire para producir una buena combustión para unos ajustes de combustible más elevados. la mayoría de los motores turbo comprimidos usan un pos enfriador para reducir la temperatura del aire de admisión

Pos enfriador

Los turbocompresores aumentan la temperatura del aire de admisión a unos 300°F. El aire de admisión caliente es menos denso. El pos enfriador elimina el calor del aire de admisión.

Ventaja de un pos enfriador

A medida que se enfría el aire, se hace más denso. Esto significa que hay más aire comprimido en cada cilindro.

Los pos enfriadores se llaman así porque enfrían el aire después de atravesar un turbocompresor.

Ciertos pos enfriadores están ubicados entre el turbocompresor y el múltiple de admisión. Otros se encuentran en el interior del múltiple de admisión.

Múltiple de admisión

Del pos enfriador, el aire pasa al múltiple de admisión y a las lumbreras de las válvulas de admisión de cada cilindro. El múltiple de admisión está montado en la culata.

Múltiple de escape

El aire entra en la cámara de combustión donde se quema. Los gases de combustión salen de las lumbreras de escape y entran en el múltiple de escape. El múltiple de escape está montado en la culata y encaja sobre los orificios de escape.

Silenciador

Los gases de escape, procedentes del turbocompresor, atraviesan el silenciador y la tubería vertical de escape. El silenciador amortigua el ruido de los gases de escape y hace que la máquina sea más silenciosa.

Tubo vertical de escape

Después de que los gases de escape atraviesan el silenciador, entran en el tubo vertical de escape.

El tubo vertical de escape expulsa los gases de escape en dirección opuesta al operador. Los gases de escape pasan a la atmósfera desde el tubo vertical.

Tipos de sistemas de admisión de aire

Hay varios tipos de sistemas de admisión de aire:

1. Aspiración natural (NA)
2. Turbo comprimido (T)

Sistema de aspiración natural

Los sistemas de admisión de aire que no tiene ni turbocompresor ni pos enfriador se llaman sistemas de "aspiración natural". También se conocen como sistemas de admisión "NA".

Sistema turbo comprimido

Ciertos sistemas de admisión de aire/escape disponen de turbocompresores pero no tienen pos enfriadores. Estos se llaman sistemas turbo comprimidos o "T".

Sistema turbo comprimido y pos enfriado

Uno de los sistemas de admisión de aire más comunes es el "sistema turbo comprimido y pos enfriado".

Este tipo de sistema también se denomina "TA". Los sistemas TA tienen un turbocompresor y un pos enfriador. Se pueden usar distintos tipos de pos enfriadores.

Sistemas posenfriados

Hay varios tipos de sistemas pos enfriados: (1) pos enfriamiento por agua de las camisas, (2) pos enfriado aire a aire, y (3) pos enfriador de circuito independiente.

Sistema de posenfriador por agua de las camisas

Un sistema con pos enfriador por agua de las camisas, o JWAC, usa refrigerante de motor para enfriar el aire de admisión. La caja del pos enfriador cabe dentro del múltiple de admisión. El refrigerante del motor circula y elimina el calor del aire de admisión antes de llegar al múltiple de admisión. Los sistemas JWAC se usan en muchas aplicaciones móviles.

Sistema de pos enfriador aire a aire (ATAAC)

Ciertos sistemas de admisión de aire usan aire exterior para enfriar el aire de admisión. Este sistema se llama "con pos enfriador de aire a aire", o "ATAAC". El pos enfriador se parece a un pequeño radiador montado en la parte delantera del radiador de refrigerante. El aire del ambiente pasa por el pos enfriador, enfriando el aire de admisión templado.

Sistema con posenfriador independiente (SCAC)

Los sistemas "con pos enfriador de circuito independiente" o SCAC son los más comunes en las aplicaciones marinas. El agua enfría el aire de admisión, pero los sistemas SCAC y de enfriamiento del motor son separados. Un sistema SCAC dispone de su propio intercambiador de calor, bomba y agua de suministro.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

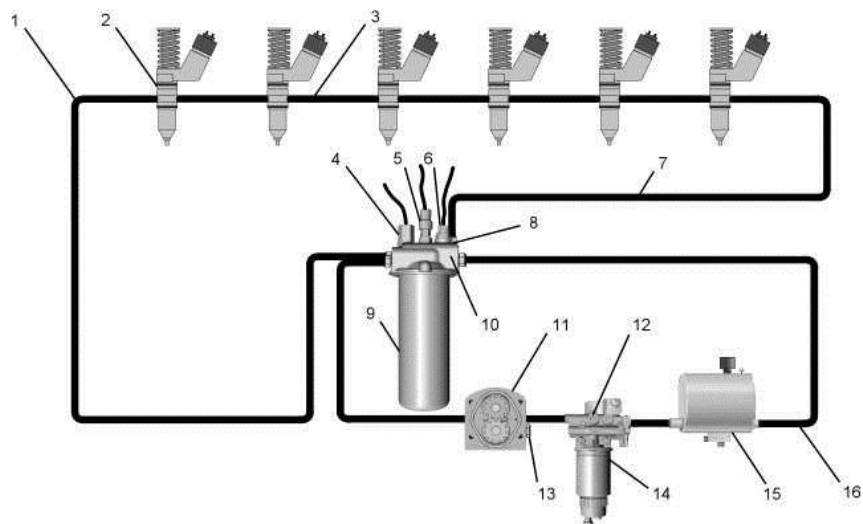


Diagrama del sistema de combustible (ejemplo típico)

- (1) Tubería de suministro de combustible
- (2) Inyectores unitarios
- (3) Conducto de combustible (colector del combustible)

- (4) Interruptor de presión diferencial (combustible)
- (5) Detector de presión de combustible
- (6) Sensor de temperatura del combustible
- (7) Tubería de retorno de combustible
- (8) Válvula reguladora de presión
- (9) Filtro secundario de combustible
- (10) Base del filtro de combustible
- (11) Bomba de transferencia de combustible
- (12) Bomba de cebado de combustible eléctrica
- (13) Válvula de alivio de presión
- (14) Filtro primario de combustible
- (15) Tanque de combustible(16) Línea de retorno de combustible al tanque

El circuito de suministro de combustible es un diseño convencional para motores diésel con inyectores unitarios. El sistema consta de los siguientes componentes principales que se utilizan para entregar combustible a baja presión a los inyectores unitarios:

Tanque de combustible - El tanque de combustible se utiliza para almacenar el combustible.

Bomba de cebado de combustible - La bomba de cebado de combustible se utiliza para descargar el aire del sistema de combustible. A medida que se purga el aire, el sistema se llena con combustible.

Filtro de combustible - El filtro de combustible se utiliza para eliminar los materiales abrasivos y las sustancias contaminantes del sistema de combustible.

Tuberías de suministro y tuberías de retorno - Las tuberías de suministro y las tuberías de retorno se utilizan para entregar el combustible a los diferentes componentes.

El propósito del circuito de suministro de combustible de baja presión es suministrar combustible filtrado a los inyectores de combustible en un régimen

constante y a una presión constante. El sistema de combustible se utiliza también para enfriar componentes como el ECM y los inyectores de combustible.

Una vez que los inyectores reciben el combustible a baja presión, se presuriza otra vez el combustible antes de inyectarlo en el cilindro.

El inyector unitario usa la energía mecánica proporcionada por el árbol de levas para obtener las presiones que pueden ser mayores que 200.000 kPa (30.000 lb/pulg²).

El ECM administra el control de la entrega de combustible. El ECM reúne datos de varios de los sistemas del motor y los procesa para administrar estos aspectos del control de la inyección de combustible:

- Sincronización de la inyección
- Avance de la sincronización de la inyección de combustible
- Duración del ciclo de inyección
- Estado de la modalidad fría del motor

El sistema mecánico y electrónico del combustible depende de una gran cantidad de datos de los otros sistemas del motor. Los datos acumulados por el ECM se utilizan para proporcionar el rendimiento óptimo del motor.

CIRCUITO DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE BAJA PRESIÓN

El flujo de combustible a través del sistema empieza en el tanque de combustible (15). El combustible se extrae del tanque por la bomba de transferencia de combustible (11). El combustible se extrae a través de la bomba eléctrica de cebado de combustible (12). La bomba eléctrica de cebado de combustible se usa para purgar aire del sistema de combustible. Mientras se purga el aire, el sistema se llena con combustible. Este conjunto incorpora el filtro primario del

combustible (14) que quita los escombros grandes y el agua del combustible. El filtro primario del combustible es un filtro de diez micrones.

La bomba de transferencia de combustible incorpora una válvula de retención que permite que el combustible fluya alrededor de los engranajes de la bomba durante el cebado del sistema de combustible. La bomba de transferencia de combustible incorpora también una válvula de alivio de presión (13). Se utiliza la válvula de alivio de presión para proteger el sistema de combustible contra la presión extrema. La bomba de transferencia de combustible está diseñada para producir un flujo de combustible excesivo a través del sistema. El sistema utiliza el flujo de combustible excesivo para enfriar los componentes del sistema. El flujo excesivo de combustible purga también cualquier aire del sistema durante la operación. El aire que pueda quedar atrapado en el sistema de combustible puede ocasionar cavitación lo cual puede dañar los componentes del inyector unitario.

El combustible se desplaza de la bomba de transferencia de combustible a la base del filtro del combustible (10). El sensor de temperatura del combustible (6) está instalado en la base del filtro del combustible. Este sensor detecta la temperatura del combustible para el Módulo de control electrónico (ECM). Una señal eléctrica que representa la temperatura del combustible se envía al ECM para procesar. El sensor de la presión del combustible (5) está también instalado en la base del filtro. Este sensor detecta la presión de combustible para el ECM. Una señal eléctrica que representa la presión de combustible se envía también al ECM para procesar. El interruptor de presión diferencial (4) está también instalado en la base del filtro del combustible. El interruptor de presión diferencial se usa para advertir al operador en caso de que el filtro secundario de combustible (9) se tapone. El filtro secundario de combustible es un filtro de dos micrones que quita material abrasivo del combustible. El combustible fluye a través de un filtro de combustible (6) de dos micrones. El combustible filtrado sale entonces por la base del filtro del combustible.

Nota: Si se instala un ECM enfriado por combustible en el motor, el combustible se bombea dentro del ECM. El combustible se desplaza a través de los conductos perforados de la caja del ECM para enfriar los sistemas electrónicos del módulo de control.

Nota: En algunas aplicaciones, puede haber una bomba de cebado de combustible manual en la base del filtro del combustible.

El combustible se transfiere por las tuberías de suministro de combustible (1) al conducto de combustible (3) en la culata de cilindros. Solamente una porción del combustible que se suministra a los inyectores de combustible se utiliza para la operación del motor.

El combustible que no utiliza el motor se proporciona para propósitos de enfriamiento. Este combustible no utilizado se descarga en los conductos de retorno del combustible. El combustible se devuelve al tanque de combustible por las tuberías de retorno de combustible (7) y (16). Existe un flujo continuo de combustible dentro del sistema de combustible de baja presión.

La válvula reguladora de presión (8) está ubicada en la base del filtro del combustible. La válvula reguladora de presión permite que el sistema de combustible de baja presión mantenga una presión constante. También hay una lumbrera de control de flujo ubicada en el retorno de combustible. La lumbrera de control de flujo mantiene una contrapresión constante del sistema. La lumbrera permite un flujo constante del combustible a través del sistema. Esto evita el calentamiento excesivo del combustible.

Nota: En algunas aplicaciones, el filtro primario del combustible y el filtro secundario de combustible están instalados cerca del tanque de suministro de combustible. Esta ubicación puede estar lejos del motor. La válvula reguladora de presión estará ubicada en un bloque de distribución que está montado en el motor.

Durante la operación del motor, los inyectores de combustible (2) reciben combustible del sistema de combustible de baja presión. El inyector presuriza el combustible a alta presión. El combustible se inyecta entonces en el cilindro. El exceso de combustible vuelve al tanque. Para una explicación completa sobre el proceso de inyección, refiérase a Operación de sistemas, "Inyector unitario".

CALENTADORES DEL COMBUSTIBLE

Los calentadores del combustible ayudan a evitar la obstrucción de los filtros de combustible en tiempos fríos. Este taponamiento se debe a la formación de ceras. En condiciones de ambiente frío, el motor frío no disipa suficiente calor en el sistema de combustible para evitar la formación de ceras. Los calentadores sin control termostático pueden calentar el combustible en exceso de los 65°C (149°F). Las temperaturas excesivas en el sistema de combustible reducen drásticamente la eficiencia del motor. Las altas temperaturas del combustible afectan también la fiabilidad del sistema de combustible.

Nota: Nunca utilice calentadores de combustible sin algún tipo de termostato. Asegúrese de que los calentadores del combustible se apaguen durante condiciones de ambiente cálido.

Controles electrónicos

Hay dos componentes principales del sistema de control electrónico que son necesarios para proporcionar control de los inyectores unitarios electromecánicos:

- El ECM
- El módulo de personalidad (almacenamiento para el archivo Flash del ECM)

El ECM es la computadora que se utiliza para proporcionar control para todos los aspectos de la operación del motor. El módulo de personalidad contiene el software que define las características del control del motor. El módulo de

personalidad contiene los mapas de operación. Los mapas de operación definen las siguientes características del motor:

- Potencia de motor
- Curvas de par
- Velocidad del motor (rpm)
- Otras características

El ECM, el módulo de personalidad, los sensores del motor y los inyectores unitarios trabajan juntos para controlar el motor. Ninguno de los cuatro puede controlar el motor por separado.

El ECM mantiene la velocidad deseada del motor detectando la velocidad real del motor. El ECM calcula la cantidad de combustible que es necesario inyectar para obtener la velocidad deseada del motor.

INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

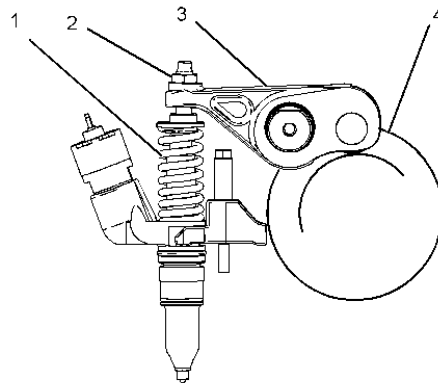
El ECM controla la cantidad de combustible que se inyecta variando la señal a cada uno de los inyectores unitarios. Los inyectores unitarios inyectan el combustible solamente mientras se energiza el solenoide del inyector unitario. El ECM envía una señal de 105 voltios al solenoide para energizar el solenoide del inyector. El ECM controla la sincronización de la inyección mediante el control de la sincronización de la señal de 105 voltios. El ECM controla la cantidad de combustible que se inyecta mediante el control de la duración de la señal de 105 voltios.

El ECM establece algunos límites en cuanto a la cantidad de combustible que se puede inyectar. La posición del control de la relación de combustible (FRC) es un límite basado en la presión de refuerzo para controlar la mezcla de combustible y aire para el control de las emisiones. Cuando el ECM detecta un aumento de la

presión de refuerzo, aumenta la posición del control de la relación de combustible. La posición nominal del combustible es un límite basado en la clasificación de potencia del motor. La posición nominal del combustible es semejante a los topes de cremallera y el resorte de par en un motor regulado mecánicamente. La posición nominal del combustible proporciona la potencia de motor y las curvas de par para una familia específica de motores. La posición nominal del combustible proporciona la potencia de motor y las curvas de par para una clasificación específica de potencia. La fábrica programa los límites en el módulo de personalidad. Los límites no se pueden programar en el campo.

La sincronización de la inyección depende de los siguientes parámetros del motor: velocidad del motor, carga del motor y otros datos del motor. El ECM detecta el punto muerto superior del cilindro número uno a partir de la señal proporcionada por los sensores de velocidad/sincronización del motor. El ECM decide cuándo debe ocurrir la inyección con relación a esta posición de punto muerto superior. El ECM proporciona la señal al inyector unitario en el momento deseado.

Mecanismo del inyector unitario

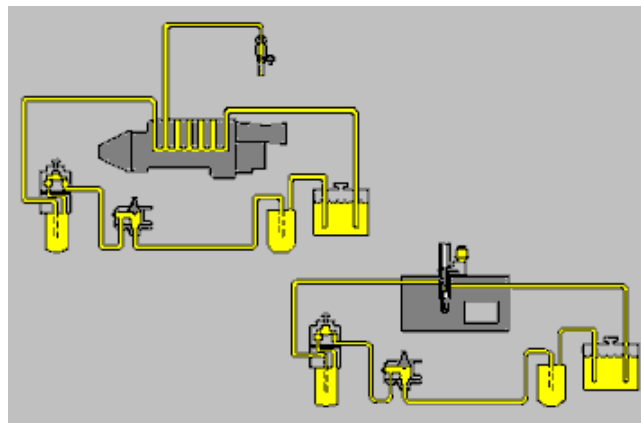


Mecanismo de inyector unitario típico

- (1) Inyector unitario
- (2) Tuerca de ajuste
- (3) Conjunto de balancín

(4) Árbol de levas

El mecanismo del inyector unitario proporciona la fuerza descendente necesaria para presurizar el combustible en el inyector unitario. Cuando se recibe una señal del ECM, el inyector unitario (1) inyecta el combustible presurizado en la cámara de combustión. Un engranaje loco, impulsado por el tren delantero del engranaje del cigüeñal, impulsa el engranaje del árbol de levas. Los engranajes del tren delantero que están sincronizados tienen que estar alineados para así proporcionar la relación correcta entre el pistón y el movimiento de la válvula. Durante el armado del tren de engranajes delanteros, se debe tomar el cuidado de alinear correctamente las marcas de sincronización de los engranajes. El árbol de levas tiene tres lóbulos de leva para cada cilindro. Dos lóbulos operan las válvulas de admisión y de escape y uno opera el mecanismo del inyector unitario. La fuerza se transfiere desde el lóbulo del inyector unitario en el árbol de levas (4) a través del conjunto de balancín (3) hasta la parte superior del inyector unitario. La tuerca de ajuste (2) permite regular el ajuste del inyector unitario. Para el ajuste correcto del inyector unitario, refiérase a Pruebas y ajustes, "Inyector unitario electrónico - Ajustar".



Finalidad de un sistema de combustible:

La cantidad de combustible que consume un motor está relacionada directamente con la cantidad de potencia y el par motor necesarios. En general, cuanto más combustible llegue a un motor, mayor será el par motor disponible en el volante.

El sistema de combustible suministra combustible limpio, en el momento adecuado y en la cantidad adecuada, para satisfacer la demanda de potencia.

Los componentes del sistema de combustible hacen corresponder el suministro de combustible con la demanda de potencia del motor alternando la cantidad de combustible inyectada, y el momento de la inyección. Estas funciones son manipuladas por la bomba inyectora.

Existen dos grandes categorías de sistemas de combustible, el sistema de bomba y tuberías, y el sistema de inyectores electrónicos.

Bomba y tuberías:

Un sistema de bomba y tuberías consta de lo siguiente:

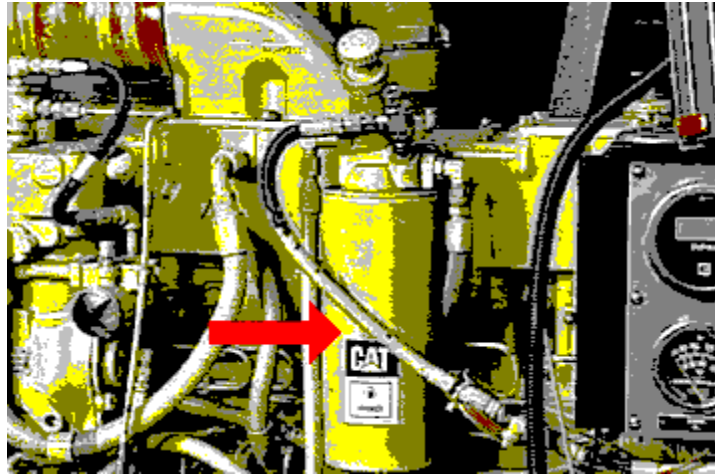
- 1.-Tanque de combustible.
- 2.-Filtros de combustible.
- 3.-Bomba de transferencia.
- 4.-Bomba inyectora.
- 5.-Regulador.
- 6.-Mecanismo de avance de sincronización.
- 7.-Control de la relación de combustible.
- 8.-Tuberías de combustible de alta presión.
- 9.-Tuberías de combustible de baja presión.
- 10.-Boquillas.
- 11.-Una tubería de retorno.

Tanque de combustible:

El tanque de combustible almacena combustible.

Los tanques de combustible pueden ser de distintos tamaños.

Los tanques de combustible pueden estar en varios lugares dependiendo de su aplicación.



Flujo de combustible:

El combustible empieza a circular al girar la llave para arrancar el motor.

Al girar la llave, se activa un solenoide que permite la circulación de combustible de la bomba de transferencia a la bomba inyectora.

Filtro principal de combustible:

La bomba de transferencia de combustible extrae combustible del tanque, a través del filtro de combustible.

El filtro de combustible principal elimina partículas grandes del combustible.

Separador de agua:

Ciertos sistemas de combustible disponen también de un separador de agua.

El separador de agua permite el asentamiento del agua condensada o atrapada.

La presencia de agua en el combustible puede causar daños importantes en el motor.

Bomba de transferencia de combustible:

El combustible entra en la bomba de transferencia procedente del filtro primario.

La bomba de transferencia suministra flujo por la parte de baja presión del sistema de combustible.

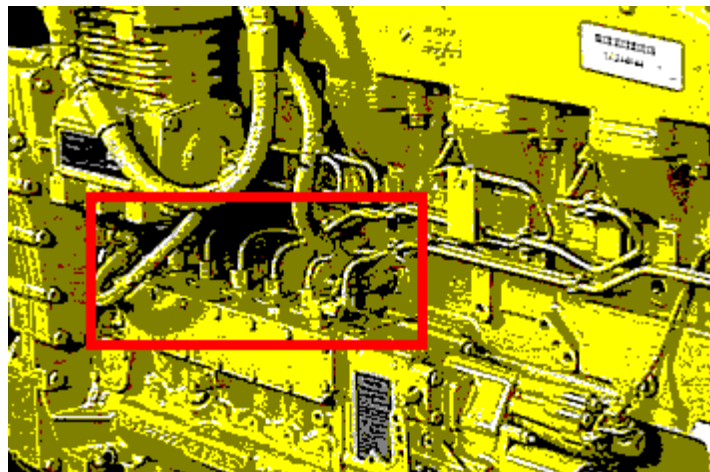
La finalidad principal de la bomba de transferencia de combustible es mantener un suministro adecuado de combustible limpio en la bomba inyectora.

Filtro de combustible final:

El combustible sale de la bomba de transferencia de combustible y entra en el filtro de combustible secundario o final.

Este filtro elimina partículas y contaminantes diminutos del combustible, que pueden dañar las boquillas o taponar los inyectores.

Los filtros finales están ubicados entre la bomba de transferencia y la caja de la bomba inyectora.



Los filtros de combustible no tienen válvulas de derivación:

A diferencia de los filtros de aceite, los filtros de combustible no tienen válvula de derivación.

Si se atascan los filtros, el combustible deja de fluir y el motor no funciona. Esto protege el motor contra el combustible sucio.

Cebado de la bomba:

La mayoría de los filtros de combustible disponen de una bomba de cebado de combustible en la base.

Se puede usar la bomba para cebar el sistema si se ha quitado la caja de la bomba de combustible para una tarea de servicio importante.

La bomba también se usa para cebar el sistema de combustible después de cambiar el filtro de combustible.

Caja de la bomba inyectora:

El combustible sale del filtro final y pasa a la canalización de combustible dentro de la caja de la bomba inyectora.

Las bombas de la caja miden y someten el combustible a presión.

Existe una unidad de avance de sincronización, un regulador mecánico y un control de relación de combustible conectado a la caja.

Tuberías de combustible de alta presión:

En los sistemas de bomba y tuberías, las tuberías de combustible de alta presión hechas de acero conectan la bomba inyectoras con las boquillas.

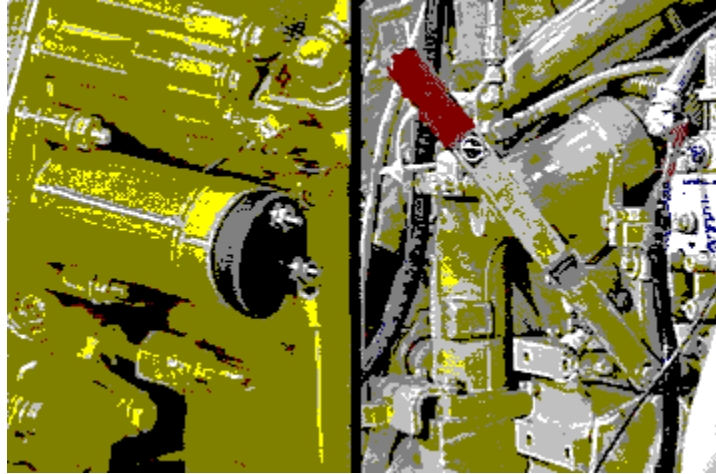
El lado de alta presión del sistema de combustible consta de tuberías de alta presión y boquillas.

Por las tuberías de combustible de alta presión circulan cantidades adecuadas de combustible a presión hasta las boquillas de combustible.

Boquilla:

El combustible circula por tuberías de combustible de alta presión hasta los inyectores.

Las boquillas están ubicadas en la culata.



Cómo funcionan las boquillas:

Las boquillas disponen de válvulas que se abren cuando la presión de combustible es suficientemente alta. Cuando se abre la válvula, el combustible se atomiza y se pulveriza en la cámara de combustión. Al final de la inyección, se produce una caída rápida de presión que cierra la válvula.

Tubería de retorno de combustible:

Se dispone de más combustible en la caja de la bomba inyectora que la que puede usar el motor.

La tubería de retorno:

- 1.-Dirige el exceso de combustible de vuelta al tanque.
- 2.-Enfría el combustible manteniéndolo en movimiento.

Dispositivo de corte de combustible:

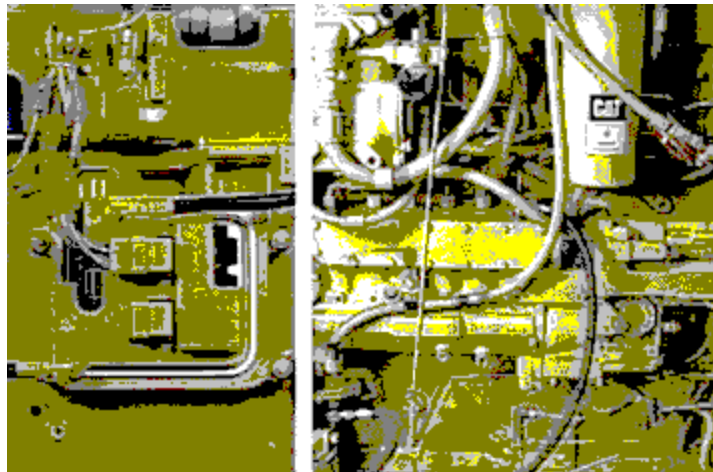
Todos los sistemas de combustible disponen de métodos electrónicos o manuales para cortar el suministro de combustible.

SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICO

Los sistemas de inyección electrónicos (EUI) usan algunos de los mismos componentes que el sistema de bomba y tuberías. Los sistemas EUI usan

- (1) un tanque de combustible
- (2) un filtro de combustible primario,
- (3) una bomba de transferencia de combustible,
- (4) un filtro de combustible final y
- (5) una tubería de retorno.

La bomba inyectora es el punto en que los sistemas EUI difieren de los sistemas de bomba y tuberías.



Múltiple de combustible:

El combustible sale del filtro de combustible final y entra en el múltiple de combustible.

El múltiple de combustible normalmente forma parte del bloque del motor. El múltiple está lleno de combustible.

Inyector electrónico:

Los inyectores electrónicos están montados en la culata.

El combustible del múltiple entra en el inyector, que mide, somete a presión e inyecta el combustible.

Los inyectores electrónicos pueden reconocerse por el solenoide conectado cerca de la parte superior.

Módulo de control electrónico:

En un sistema de inyección electrónico, el regulador mecánico, el avance de sincronización y el control de la relación de combustible son reemplazados por componentes electrónicos.

Los sistemas EUI usan un módulo de control electrónico (ECM) para contener algunos de los componentes electrónicos e información de programación.

Diseño de la cámara de combustión:

El diseño de la cámara de combustión afecta la eficiencia del combustible y el rendimiento del motor. El diseño del pistón y el método usado para inyectar combustible en el cilindro determinan la rapidez con que el combustible se quema por completo.

Avance de sincronización:

A medida que cambian la carga y la velocidad del motor, se debe inyectar combustible en momentos diferentes para mantener el tiempo apropiado para la combustión. A medida que aumenta la velocidad del motor, el combustible debe inyectarse antes. Esto es el “avance de sincronización”. A medida que disminuye la velocidad del motor, el combustible debe inyectarse más adelante.



Unidad de avance de sincronización:

La unidad de avance de sincronización “avanza” o “retrasa” la inyección de combustible alternando el giro del árbol de levas de la bomba de combustible.

La sincronización de la inyección de combustible puede avanzarse o retrasarse.

La sincronización de avance significa que el combustible se inyecta antes.

La sincronización de retraso significa que el combustible se inyecta más adelante.

Control de la relación de combustible:

El sistema de combustible no puede operar aislado de otros sistemas del motor. En particular, el sistema de admisión de aire es crítico. El combustible no se quema completamente a menos que haya suficiente aire.

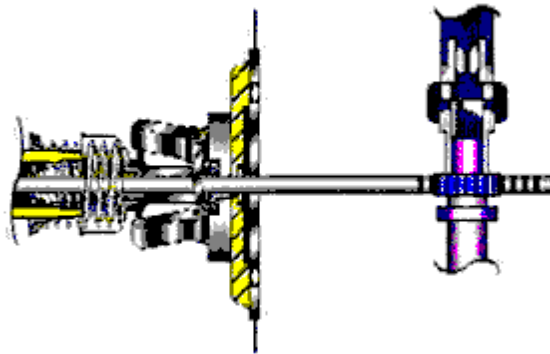
El control de la relación de combustible asegura que haya la cantidad apropiada de combustible inyectada para la cantidad de aire presente en el cilindro. Detecta la presión de refuerzo, y “anulará” la acción del regulador para impedir que se inyecte un exceso de combustible. Esto puede ayudar a controlar las emisiones y mejorar la eficiencia de combustible.

Sistemas de inyección electrónicos:

En un sistema EUI, la cremallera, el regulador mecánico, el avance de sincronización y el control de la relación de combustible son reemplazados por el módulo de control electrónico (ECM) y varios solenoides o sensores.

Rueda de sincronización y sensor:

En lugar de un mecanismo de avance de sincronización, hay una rueda de sincronización y un sensor que vigilan electrónicamente la velocidad del motor.



Componentes electrónicos del sistema EUI:

Todas las funciones realizadas por las unidades mecánicas se controlan electrónicamente, dando una mayor precisión y fiabilidad.

El ECM detecta la velocidad y la carga del motor y ajusta automáticamente la sincronización y la duración.

Ventajas de la inyección:

Ventajas de la inyección:

- 1.-Mayores presiones de inyección.
- 2.-Rociado uniforme.
- 3.-Mejor atomización del combustible.
- 4.-Mejor combustión.

6.-Menores emisiones.

7.-Mayor fiabilidad.

Condiciones de operación:

Hasta este momento hemos tratado sobre los diversos componentes de la bomba inyectora y la forma en que funcionan la unidad de avance de sincronización y el regulador para ajustar la ventana de quemado.

Fijémonos ahora en cómo funcionan juntos durante la operación del motor.

Sistema de combustible durante la operación del motor:

Durante la operación real, el motor normalmente funciona bajo carga. El regulador determina cuáles son las RPM correctas del motor para la carga aplicada y mueve la cremallera a la posición de SUMINSTRO DE COMBUSTIBLE o CORTE DE COMBUSTIBLE para establecer las RPM adecuadas.

El mecanismo de avance de sincronización detecta el aumento o la disminución de las RPM y varía la sincronización de la inyección para empezar la ventana de quemado en la posición correcta.

Velocidad baja en vacío:

La velocidad baja en vacío es la mínima velocidad a la que se permite que funcione el motor sin carga.

Las bombas inyectoras están colocadas de modo que se suministren cantidades mínimas de combustible al motor.

Velocidad nominal:

Todos los motores diésel tienen una clasificación llamada plena carga a la velocidad nominal.

Éstas son las RPM a las que el motor suministra una potencia nominal a plena carga.

El motor funciona bajo carga, y las pesas y los resortes del regulador están estabilizados para proporcionar unas RPM constantes.

Exceso de velocidad:

A veces los motores son operados de tal forma que las RPM son superiores a las RPM altas en vacío.

El regulador corta el suministro de combustible pero el motor sigue excediendo la velocidad alta en vacío.

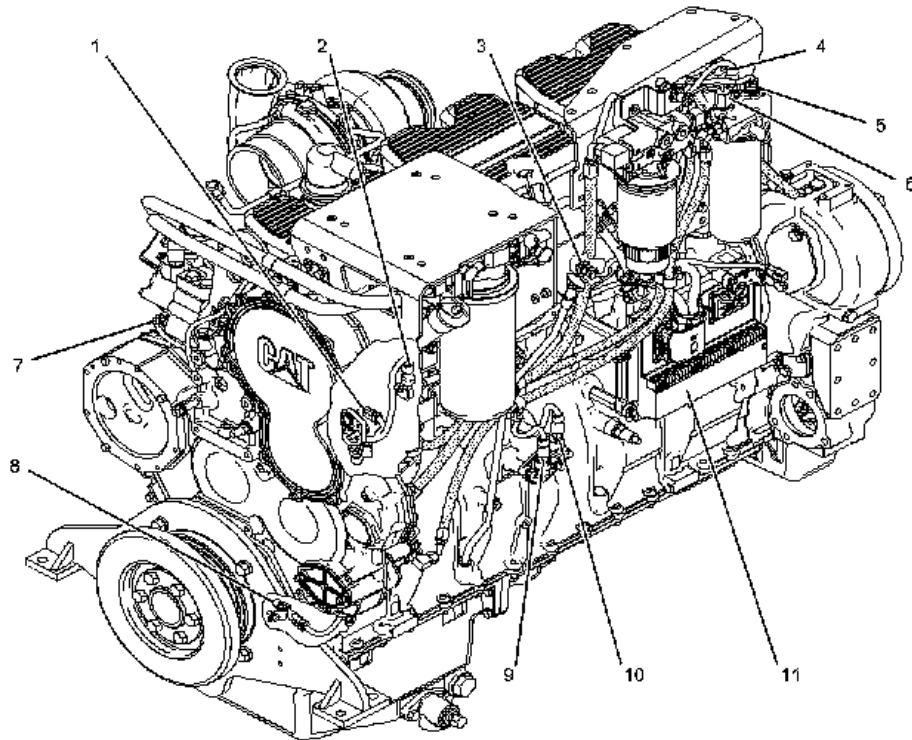
Esto se llama velocidad excesiva o embalamiento y normalmente es consecuencia de un error del operador.

Sobrecarga del motor:

A veces los motores están muy cargados, y aun cuando el regulador mueva la cremallera hasta la posición de SUMINISTRO COMPLETO DE COMBUSTIBLE, las RPM del motor no aumentan. Esta operación se denomina operación de sobrecarga del motor.

En estas circunstancias, el regulador no puede igualar los requisitos de potencia, ya que se dispone de más combustible.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

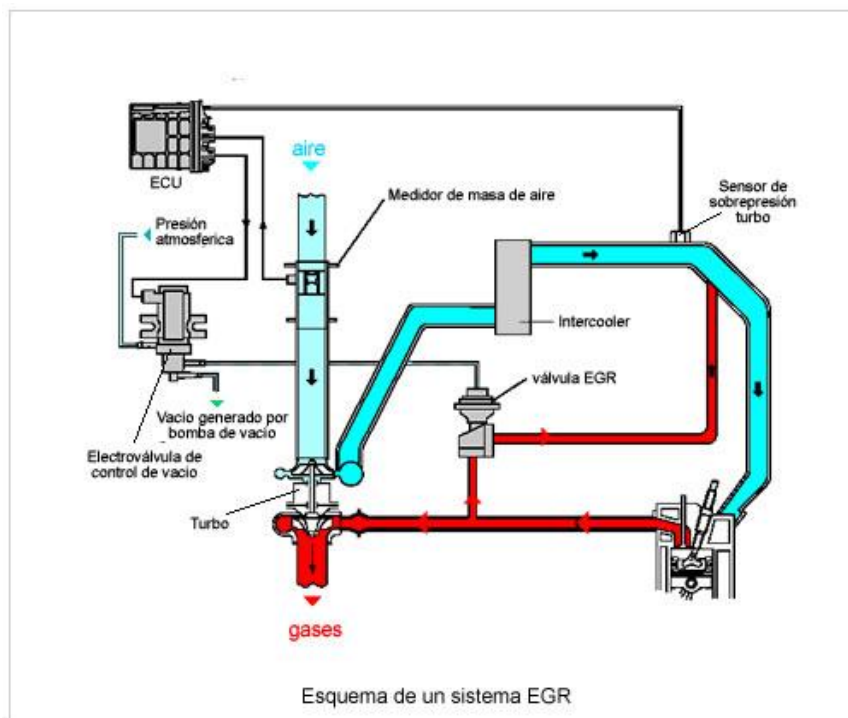


- (1) Sensor secundario de velocidad/sincronización
- (2) Sensor de la presión de refuerzo
- (3) Sensor de temperatura del aire de admisión
- (4) Sensor de la presión de combustible
- (5) Sensor de la temperatura del combustible
- (6) Interruptor de presión diferencial (combustible)
- (7) Sensor de temperatura del refrigerante
- (8) Sensor primario de velocidad/sincronización
- (9) Sensor de la presión atmosférica
- (10) Sensor de la presión de aceite del motor
- (11) Módulo de Control Electrónico (ECM)

El sistema de control electrónico está diseñado integralmente en el sistema de combustible del motor y el sistema de admisión de aire y de escape del motor para controlar electrónicamente la entrega de combustible y la sincronización de la inyección. El sistema de control electrónico permite mejorar la sincronización y la relación de combustible/aire en comparación con los motores mecánicos

convencionales. El sensor principal de velocidad/sincronización es un sensor de posición del cigüeñal, y el sensor secundario de velocidad/sincronización es un sensor de posición del árbol de levas. La sincronización de la inyección se logra por el control preciso del tiempo de encendido, y la velocidad (rpm) del motor se controla ajustando la duración del encendido. El Módulo de control electrónico (ECM) energiza el solenoide que está en el inyector unitario para arrancar la inyección de combustible. El ECM desenergiza los solenoides del inyector unitario para parar la inyección de combustible.

SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE E.G.R (EXHAUST GAS RECIRCULATION)



El avanzado paquete electrónico CAT que se usa en los motores con tecnología ACERT integra los sistemas para conseguir la reducción de emisiones, manteniendo al mismo tiempo un excelente rendimiento y economía de consumo.

Para reducir los niveles de emisiones de gases de escape, el control electrónico de la inyección y el enfriamiento del aire de admisión o intercooler ya no son

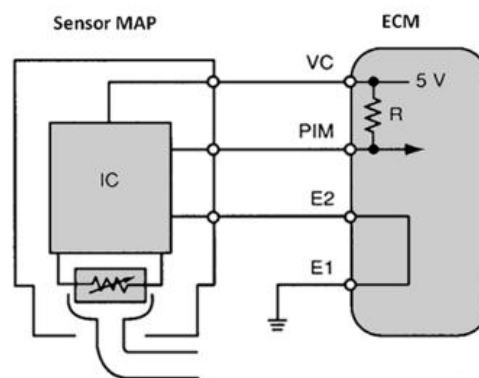
suficientes: el sistema tiene el propósito de introducir una parte de los gases de escape en el interior del cilindro.

Cuando debe activarse el sistema EGR y cuál es la cantidad de gases de escape que deben ser enviados al colector de admisión, es calculado por la ECU, teniendo en cuenta:

- el régimen motor (R.P.M.)
- el caudal de combustible inyectado
- el caudal de aire aspirado
- la temperatura del motor
- la presión atmosférica reinante.

Normalmente el sistema EGR solamente está activado a una carga parcial y temperatura normal del motor, nunca con el motor frío o en aceleraciones.

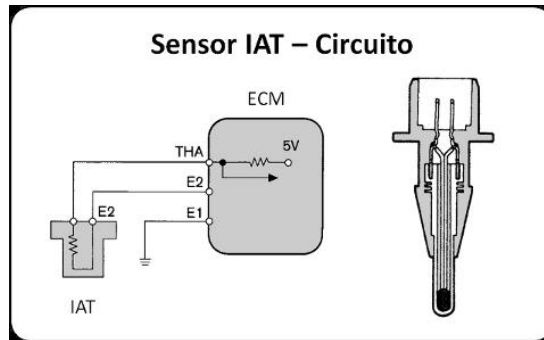
SENSOR DE PRESIÓN DE ADMISIÓN



Conocido también como **MAP** por sus siglas en inglés (**M**anifold **A**bsolute **P**resion), este sensor se encuentra en la parte externa del motor, en el colector de admisión y antes de las entradas al block de cilindros presentándose en algunos casos integrado al calculador.

Su objetivo radica en proporcionar una señal proporcional a la presión existente en la tubería de admisión con respecto a la presión atmosférica, midiendo la presión absoluta existente en el colector de admisión antes de la entrada al block de cilindros.

SENSOR DE TEMPERATURA DE ADMISIÓN



El sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) permite a la computadora corregir el tiempo de inyección con base en la densidad del aire que entra a las cámaras de combustión. Dependiendo de la temperatura del aire, será la cantidad de oxígeno que entra y la computadora tiene que regular la cantidad de gasolina para corregir el punto estequiométrico. Normalmente el sensor se localiza en la parte posterior del pleno de admisión.

El IAT se utiliza para la detección de la temperatura ambiente en un arranque en frío y la temperatura del aire de admisión mientras el motor calienta el aire entrante.

SENSOR DE POSICIONAMIENTO DEL CIGÜEÑAL (CKP)



Este sensor reporta el número y secuencias de las ranuras hechas en el plato del convertidor de torsión para que junto con el dato del sensor del árbol del levas

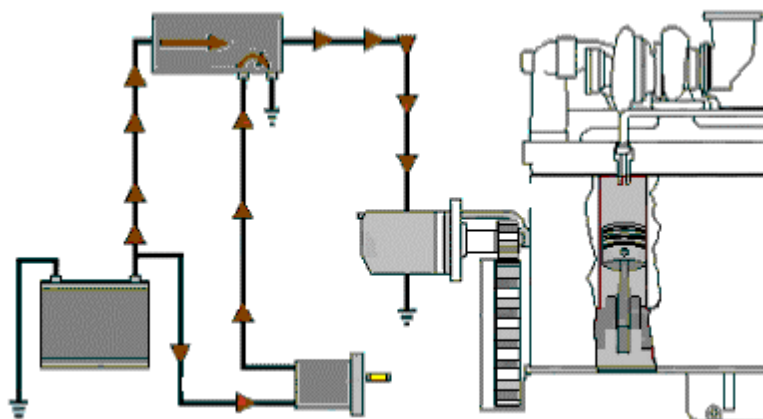
(CMP), la computadora ubique la posición del cilindro no. 1, y la generación de chispa e inyección pueda ser sincronizada con el motor. Este sensor está localizado atrás del motor del lado derecho.

SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS (CMP)



Este sensor lee las ranuras hechas en el engrane del eje de levas para que la computadora identifique la posición de los cilindros y sincronice la activación secuencial de los inyectores. La computadora utiliza los datos de los sensores CKP y CMP para determinar la sincronización de la chispa y de los inyectores. Este sensor está ubicado al frente del motor atrás de la tapa de tiempos. El sensor CKP y CMP pueden tener 2 puntas (una señal de referencia REF y un voltaje; la tierra es el cuerpo del sensor) o 3 puntas (una señal de referencia, el voltaje y la tierra).

SISTEMA DE ARRANQUE



El Módulo de control electrónico (ECM) proporciona automáticamente la cantidad correcta de combustible necesaria para arrancar el motor. El acelerador no debe pisarse mientras se hace girar el motor. Si el motor no arranca en 30 segundos, se debe soltar el interruptor del motor de arranque. Se debe dejar que el motor de arranque se enfríe durante dos minutos antes de volver a usarse.

"Estrategia de arranque en frío"

El ECM establece la estrategia de arranque en frío cuando la temperatura del refrigerante está por debajo de los 18°C (64°F).

Cuando se activa la estrategia de arranque en frío, las rpm de velocidad baja en vacío se aumentan a 1.000 rpm y se limita la potencia del motor.

Se desactiva la modalidad de operación en frío cuando se cumple una de las siguientes condiciones:

- La temperatura del refrigerante alcanza los 18°C (64°F).
- El motor ha estado funcionando durante catorce minutos.

La operación de la modalidad en frío varía la cantidad de combustible inyectado para la limpieza del humo blanco. La operación de la modalidad en frío también varía la sincronización para la limpieza del humo blanco. La temperatura de operación del motor se alcanza normalmente antes de completar la inspección general. El motor trabaja en vacío, a la velocidad baja en vacío programada, para poder encajar una marcha.

Después de completar la modalidad en frío, el motor debe operar a unas rpm bajas hasta que se alcance la temperatura de operación normal. El motor alcanza la temperatura normal de operación más rápidamente cuando se opera a bajas rpm y baja demanda de potencia.

"Estrategia de marcha en vacío elevada del motor en frío"

Debido a las aplicaciones individuales, es posible que el motor no tenga la "estrategia de marcha en vacío elevada del motor en frío".

Si el tiempo está más frío, el ECM puede utilizar la "Estrategia de motor fresco y velocidad elevada en vacío". Se activa esta estrategia cuando se satisfacen las condiciones siguientes:

- La temperatura del refrigerante del motor es de menos de 70°C (158°F).
- El freno de estacionamiento está en la posición CONECTADA.
- La transmisión está en la posición NEUTRAL.
- El interruptor de aceleración se fija a la posición VELOCIDAD BAJA EN VACIO.

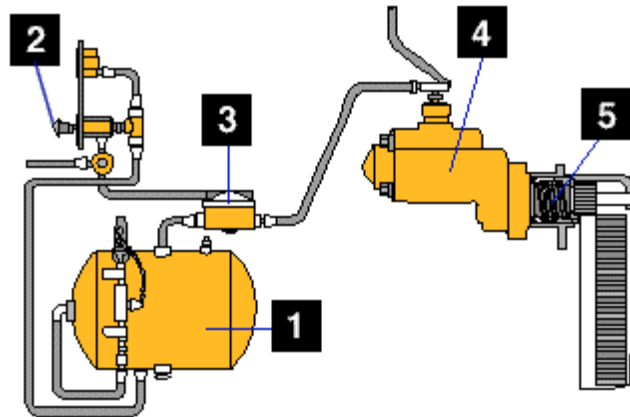
Si se satisfacen todas las condiciones anteriores, el ECM aumenta la velocidad baja en vacío del motor a 1.100 rpm hasta que una de la condición ya no sea cierta.

Sistema de arranque eléctrico

Un sistema de arranque eléctrico tiene:

1. Baterías.
2. Motor de arranque con un interruptor de solenoide.
3. Interruptor del motor de arranque.
4. Conexiones y cables.

Cómo funciona un sistema de arranque Eléctrico



Cuando la llave del interruptor de arranque está en la posición de encendido, la batería suministra energía eléctrica a los componentes en el sistema de arranque. El motor de arranque convierte la energía eléctrica en mecánica. También puede haber un interruptor principal, que desconecta las baterías, o un interruptor en neutral, que impide el cierre de los circuitos de arranque cuando la transmisión está en una marcha.

1. Baterías.
2. Motor de arranque con un interruptor de solenoide.
3. Interruptor de arranque accionado por llave de contacto.
4. Conexiones y cables.
5. Interruptor principal.
6. Conector.

Sistema de arranque neumático

Un sistema de arranque neumático consta de:

1. Tanque de aire.
2. Válvula de pulsador.
3. Válvula de relé.
4. Motor de giro.
5. Piñón.

Cómo funciona un sistema de arranque neumático

Un sistema de arranque neumático usa aire comprimido para hacer funcionar el motor de giro.

Tiene una velocidad de arranque mayor que los sistemas de arranque eléctricos. Los sistemas neumáticos son comunes en los camiones de transporte por carretera. La desventaja de un sistema neumático es que sólo se dispone de uno o dos intentos antes de agotar el suministro de aire.

Tanque de aire

El tanque de aire contiene el aire comprimido. Las válvulas de control o de relé se abren y se cierran, dejando pasar aire al motor de arranque.

Válvula de pulsador

Hay una válvula de pulsador que inicia el flujo de aire al diafragma de la válvula de relé.

Válvula de relé

A la válvula de relé se abre, enviando aire del tanque de aire al motor de arranque.

Motor de arranque

El aire comprimido entra en el motor de arranque, haciéndolo girar.

Piñón

El aire también se dirige a un servo, que engrana el piñón con la corona, haciéndola girar.

CUADROS DE DIAGNÓSTICO DEL MOTOR CATERPILLAR 3406

DIAGNÓSTICO DEL MOTOR

CONDICIÓN	CAUSA POSIBLE
El motor ratea o funciona en forma irregular	<ol style="list-style-type: none"> 1. La presión del combustible es baja 2. Hay aire en el sistema de combustible 3. Fuga o rotura en la tubería de combustible entre la bomba de inyección de combustible y el inyector de combustible 4. Juego erróneo de válvula 5. Defecto en inyector(es) de inyección de combustible o en bomba(s) de inyección de combustible 6. Sincronización errónea de inyección de combustible 7. Varilla levantaválvulas doblada o rota 8. Combustible con "punto de enturbiamiento" mayor que la temperatura atmosférica
Calado a rpm bajas	<ol style="list-style-type: none"> 1. La presión del combustible es baja 2. Revoluciones por minuto en vacío demasiado bajas 3. Defecto en inyector(es) de combustible 4. Accesorios del motor 5. Defecto en bomba(s) de inyección de combustible
Cambios repentinos en la velocidad del motor (rpm)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla del regulador o de la bomba de inyección de combustible
Potencia insuficiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Combustible de calidad deficiente 2. Presión del combustible demasiado baja 3. Fugas en el sistema de entrada de aire 4. Varillaje del regulador 5. Ajuste erróneo de válvula 6. Defecto en inyector(es) de combustible o en bomba(s) de inyección de combustible 7. Sincronización errónea de inyección de combustible 8. Valor de cremallera de inyección demasiado baja 9. Control de relación de aire-combustible 10. Falla del turbocompresor (presión de refuerzo baja)
Demasiada vibración	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tuerca o perno sueltos para polea o amortiguador 2. Hay un defecto en polea o en amortiguador 3. Soportes del motor sueltos, desgastados o con defecto 4. Motor ratea o funciona en forma irregular 5. Hoja de ventilador en desequilibrio
Ruido de combustión alto (sonido)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Combustible deficiente 2. Defecto en inyector de combustible 3. Defecto en bomba(s) de inyección de combustible 4. Sincronización errónea de inyección de combustible
Ruido en tren de válvulas (sonido seco)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daño en resorte(s) de válvula, trabas, o levantaválvulas roto o desgastado 2. Lubricación insuficiente 3. Ajuste de válvula demasiado flojo
Aceite en sistema de refrigeración	<ol style="list-style-type: none"> 1. Defecto en núcleo del enfriador de aceite del motor o en enfriador de aceite de la transmisión 2. Defecto en empaquetadura de la plancha espaciadora 3. Falla de empaquetadura de la culata
Ruido mecánico (golpe) en el motor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla de cojinetes de biela 2. Engranajes de sincronización dañados 3. Cigüeñal dañado 4. Defecto en accesorio

CONDICIÓN	CAUSA POSIBLE
Consumo de combustible demasiado alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fugas en sistema de combustible 2. Ruido de combustible y combustión (golpe) 3.
Ruido alto en tren de válvulas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daño en resorte(s) de válvula 2. Daño en árbol de levas 3. Daño en levantaválvulas 4. Daño en puente de válvulas o en espiga de puente 5. Válvulas con ajuste demasiado flojo
Juego excesivo de la válvula	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricación insuficiente 2. Balancín de válvulas desgastado en la superficie que hace contacto con el puente 3. Puente o espiga de puente de válvula desgastado 4. Extremo del vástago de válvula desgastado 5. Varillas de empuje desgastadas 6. Levantaválvulas rotos o desgastados 7. Lóbulos de árbol de levas desgastados
Aceite en sistema de escape	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demasiado aceite en compartimiento de la válvula 2. Guías de válvulas desgastadas 3. Anillos de pistones desgastados
Poco o ningún juego de válvula	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asiento de válvula o cara de válvula desgastados
El motor tiene desgaste prematuro	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suciedad en aceite de lubricación 2. Fugas en entrada de aire 3. Fuga de combustible que pasa al aceite de lubricación 4. Refrigerante en aceite

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

PROBLEMA	CAUSAS POSIBLES	
Presión baja del aceite	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de aceite bajo o alto del cárter - Medidor defectuoso - Aceite caliente - Dilución del combustible - Enfriador de aceite obstruido - Fuga de aire en el lado de suministro de la bomba - Engranajes de la bomba desgastados - Reciclador suelto o faltante 	<ul style="list-style-type: none"> - Varilla de medición incorrecta - Filtro de aceite obstruido - Viscosidad de aceite demasiado baja - Velocidad de la bomba de aceite baja - Rejilla de admisión del tubo de suministro obstruida - Válvula de alivio atascada en posic. abierta - Cojinetes desgastados - Lectura en ubicación errónea
Presión alta del aceite	<ul style="list-style-type: none"> - Válv. de alivio atascada en pos. cerrada - Viscosidad del aceite demasiado alta 	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor defectuoso - Lectura en ubicación errónea
Consumo excesivo de aceite	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas - Viscosidad del aceite demasiado baja - Guías de válvula desgastadas - Sellos de turbo defectuosos - Nivel de aceite alto 	<ul style="list-style-type: none"> - Respiradero del cárter taponado - Motor sobrecargado - Anillos y camisas desgastados - Cárter sobrellenado

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

PROBLEMA	CAUSAS POSIBLES	
Recalentamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor de temperatura de refrigerante defectuoso - Sobrecarga del motor - Radiador taponado, refrigerante o aire lateral - Regulador de temperatura defectuoso - Ventilador o cubierta protectora defectuosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel bajo de refrigerante - Otros componentes generadores de calor - Restricción del flujo de refrigerante - Poleas y correas defectuosas
Pérdida de refrigerante	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas del motor, internas o externas - Radiador o tapa defectuosa de mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas por mangueras o conexiones
Enfriamiento excesivo	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura baja del aire ambiente - Reguladores de temperatura abiertos o en derivación 	<ul style="list-style-type: none"> - Carga luminicas - Medidor de temperatura del refrigerante defectuoso

Refrigerante en el aceite de lubricación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla en el núcleo del enfriador del aceite del motor 2. Falla en la empaquetadura de la culata o en los sellos de agua 3. Fisura o defecto en culata 4. Fisura o defecto en bloque de motor 5. Falla en sellos de la camisa 6. Fisura o defecto en cartucho de turbocompresor
Demasiado humo negro o gris	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aire insuficiente para combustión 2. Inyector(es) de combustible dañado(s) 3. Sincronización errónea de inyección de combustible 4. Defecto en control de relación de aire-combustible
Demasiado humo blanco o azul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demasiado aceite de lubricación en el motor 2. Motor ratea o funciona en forma irregular 3. Sincronización errónea de inyección de combustible 4. Guías de válvulas desgastadas 5. Anillos de pistones desgastados 6. Falla del sello de aceite del turbocompresor 7. Refrigerante en sistema de combustión

CONDICIÓN	CAUSA POSIBLE
El motor tiene presión de aceite baja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filtro de aceite o enfriador de aceite sucios 2. Combustible diesel o agua en el aceite 3. Demasiado espacio libre entre el eje de balancines y balancines de válvulas 4. Tubo de succión de la bomba de aceite con defecto 5. La válvula de alivio de la bomba de aceite no funciona correctamente 6. La bomba de aceite está desgastada o tiene algún defecto 7. Demasiado espacio libre entre el cigüeñal y los cojinetes del cigüeñal 8. Demasiado espacio libre entre el árbol de levas y los cojinetes del árbol de levas 9. Defecto en el medidor de la presión de aceite 10. Demasiado espacio libre del cojinete del engranaje de la rueda loca
El motor usa demasiado aceite	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demasiado aceite en el motor 2. Fugas de aceite 3. La temperatura de aceite es demasiado alta 4. Demasiado aceite en el compartimiento de la válvula 5. Guías de válvula desgastadas 6. Anillos de pistón y cilindros desgastados 7. Falla de sellos anulares en el turbocompresor

El refrigerante del motor está demasiado caliente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Restricción al flujo de refrigerante a través de los tubos del núcleo del radiador 2. Restricción al flujo de aire a través del radiador 3. Velocidad de ventilador baja 4. Insuficiente refrigerante en el sistema 5. La válvula de alivio de presión tiene un defecto 6. Gases de combustión en el refrigerante 7. Defecto en los termostatos del agua o el medidor de temperatura 8. La bomba de agua tiene un defecto 9. Demasiada carga en el sistema 10. Sincronización errónea de la inyección de combustible 11. El convertidor de par o la transmisión no operan correctamente 12. Carga excesiva del motor
La temperatura del escape es demasiado alta	<ol style="list-style-type: none"> 1. La entrada de aire o el sistema de escape tienen una restricción 2. Sincronización errónea de la inyección de combustible 3. Presión de refuerzo baja 4. Carga excesiva del motor

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

PROBLEMA	CAUSAS POSIBLES
	Falta de combustible
Potencia baja	<p>API alto del combustible Presión baja de combustible causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drenaje del tanque taponado - Restricción en la tubería de suministro de combustible - Filtro primario taponado (si está equipado) - Filtro secundario taponado - Falla de la válvula de alivio (si está equipado con bomba de transferencia de engranajes) - Falla en la bomba de transferencia <p>Agua o aire en el combustible Varillaje doblado o ajustado incorrectamente Falla del control de relación de combustible Ajuste incorrecto de entrega de combustible Punto de control incorrecto Problemas de sincronización Sobrecarga Operación inadecuada de los calentadores de combustible - aceite demasiado caliente Gran altura Alta carga debida a accesorios</p>
Consumo alto de combustible	<p>API alto del combustible Ajuste de entrega de combustible incorrecto Punto de control incorrecto Sincronización inadecuada Velocidad en vacío muy alta Filtro de aire sucio Operación sin termostato Técnicas de cambios incorrectas Tren de fuerza que no corresponde - funciona el motor a rpm ineficientes Manejo de camión a velocidades altas en autopista</p>

BIBLIOGRAFÍA

Astudillo, M. O. (2010). Tecnología del Automovil. España: ambediciones.

Reid, P. R. (2013). manual del automovil y transportes. Madrid: anvediciones

Sanchez, C. (2013). Diccionario ideologico de la lengua española. Barcelona : Gustavo Gill.

WEBGRAFÍA

- GOOGLE. (s.f.). LUBRICACION DIESEL CAT. En M. DIESEL, MUNDO DIESEL (págs. <https://es.scribd.com/doc/214436302/Manual-Sistema-Lubricacion-Motor-Aceite-Lubricante>).
- <https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&b>. (2010). GENERALIDADES CATERPILLAR. En http://www.ehowenespanol.com/especificaciones-del-cat-3406-info_145663/.
- <https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&biw=1366&bih=635>. (2014). MUNDO DEL MOTOR DIESEL. En <http://es.wikipedia.org/wiki/Diesel>, HISTORIA DEL GASOLEO .
- <https://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&biw=1366&bih=635&sourc>. (2011). SISTEMAS DE LUBRICACION MOTOR CATERPILLAR 3406. En <https://es.scribd.com/doc/72764567/3-Sistema-de-Lubricacion-y-Aceite-Lubricante>, SISTEMAS DE LUBRICACION .
- <ps://www.google.com.ec/search?q=SISTEMA+DE+LUBRICACION+DEL+CATERPILLAR+3406}&biw=13>. (2014). HISTORIA DEL MOTOR DIESEL . En http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_diesel, HISTORIA DEL MOTOR DIESEL.
- www.google.com.ec. (2014). REFRIGERACION DIESEL . En <http://www.buenastareas.com/materias/sistema-de-refrigeracion-motor-caterpillar/0>, SISTEMA DE REFRIGERACION CAT .
- <http://www.automotriz.bizcochescars-trucks-autosother-autos115782.html>

TEST PARA ESTUDIANTES

OBJETIVO: Identificar el grado de conocimientos sobre el motor Caterpillar 3406.

Señor (a):

Se solicita muy comedidamente responder al siguiente cuestionario colocando una X en el casillero que estime conveniente.

N°	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS	
		SI	NO
1	¿Identifica el cigüeñal de acuerdo a su color, composición y forma como parte del motor Caterpillar 3406?		
2	¿La biela del motor Caterpillar 3406 tiene mayor capacidad para transportar la carga del encendido?		
3	¿El pistón del motor Caterpillar 3409 posee tres anillos de compresión?		
4	¿La sincronización de la inyección optimiza el rendimiento y arranque del motor?		
5	¿El árbol de levas controla el flujo del aceite en el mecanismo de sincronización?		
6	¿La combustión del motor depende del tipo de combustible que se utilice?		
7	¿En el motor a diésel Caterpillar, la bomba de agua consta de un rodete con paletas curvas dentro de una caja?		
8	¿Se debe probar el termostato durante el mantenimiento del sistema de enfriamiento, y reemplazarse si es necesario?		
9	¿En los motores a diésel Caterpillar, ciertos muñones de cojinetes de biela tienen agujeros de aligeramiento para reducir el peso del cigüeñal y ayudar a equilibrar el cigüeñal?		
10	¿Se deben quitar las tapas de las válvulas para llegar a los componentes del tren de válvulas?		

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Gracias por su colaboración

OBJETIVO: Conocer el proceso de enseñanza – aprendizaje de motores a diésel referente a la teoría y práctica de contenidos.

Señor (a):

Se solicita muy comedidamente responder al siguiente cuestionario colocando una X en el casillero que estime conveniente, el mismo permitirá conocer parte del Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de Motores a Diésel.

N°	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS	
		SI	NO
1	¿Cree usted que un manual técnico es útil para encaminar y dirigir las actividades prácticas?		
2	¿Los contenidos de la asignatura de Motores Diésel, deben ser un conjunto de principios que puedan ser aplicados a la práctica?		
3	¿La asignatura de Motores Diésel tiene el objetivo de formar al estudiante y prepararlo para la práctica laboral?		
4	¿El contenido teórico de la asignatura Motores conduce a un entendimiento para realizar el mantenimiento de motores a diésel?		
5	¿Considera necesario en la enseñanza contar con una guía sobre motores a diésel que contribuya a su desempeño práctico y laboral?		

Elaborado por: Diego Monar Manzano

Gracias por su colaboración