

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**“DISEÑO DE UN MOTOR SECCIONADO Y ELABORACIÓN DE GUÍAS
TEÓRICAS, PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
LATINOAMERICANA”**

PARA OPTAR AL GRADO DE

INGENIERO MECÁNICO

PRESENTADO POR:

Br. Gerardo Argedis Osorio Ayala

Br. Neris Enrique Aguilar Montoya

SANTA TECLA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

JULIO 2021.



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS

RECTOR

ING. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA.

VICE-RECTOR

ING. ROOSEVELT ADOLFO OSORIO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS MAURICIO MOLINA RENDEROS

FISCAL.

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. OBDULIO ADALBERTO CALVO

DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA

SANTA TECLA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

JULIO 2021.



ASESOR

Ing. Obdulio Adalberto Calvo

JURADO EVALUADOR

Ing. José Benjamín Castro Chávez

Ing. Saúl Ernesto Escamilla Domínguez

Ing. José Raúl Anzora González

SANTA TECLA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

JULIO 2021.

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA
SANTA TECLA
ACTA DE CALIFICACIÓN DEL TRABAJO
DE GRADUACIÓN

ACTA No. DOS MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO.

A las diecisiete horas y treinta minutos, del día viernes veintidós de enero de dos mil veintiuno. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por GERARDO ARGEDIS OSORIO AYALA, en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO DE UN MOTOR SECCIONADO Y ELABORACIÓN DE GUÍAS TEÓRICAS, PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la defensa oral del trabajo.

De acuerdo a los resultados en dicha defensa, este tribunal examinador acuerda dar por Aprobado con una calificación de SIETE PUNTO TRES (7.3), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO MECANICO.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. JOSE BENJAMIN CASTRO CHAVEZ.



ING. SAUL ERNESTO ESCAMILLA DOMINGUEZ.



ING. JOSE RAUL ANZORA GONZALEZ.



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA
SANTA TECLA
ACTA DE CALIFICACIÓN DEL TRABAJO
DE GRADUACIÓN

ACTA No. DOS MIL NOVECIENTOS VEINTISEIS.

A las diecisiete horas y treinta minutos, del día viernes veintidós de enero de dos mil veintiuno. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por NERIS ENRIQUE AGUILAR MONTOYA, en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO DE UN MOTOR SECCIONADO Y ELABORACIÓN DE GUIAS TEORICAS, PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE LABORATORIO EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la defensa oral del trabajo.

De acuerdo a los resultados en dicha defensa, este tribunal examinador acuerda dar por Aprobado con una calificación de SIETE PUNTO TRES (7.3), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO MECANICO.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



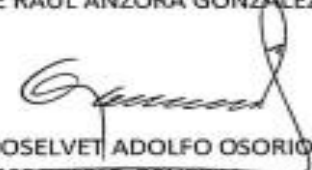
ING. JOSE BENJAMIN CASTRO CHAVEZ.



ING. SAUL ERNESTO ESCAMILLA DOMINGUEZ.



ING. JOSE RAUL ANZORA GONZALEZ.



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



AGRADECIMIENTOS

A Dios gracias por permitirme sonreír nuevamente ante un nuevo logro, esto es el resultado de su infinita misericordia y amor. Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y agradezco a Dios por todas las oportunidades de crecer en mi formación profesional.

A mi esposa e hijos: por soportar mi ausencia y nuestras limitaciones para lograr este objetivo que nos beneficiará como familia.

A mis padres por haberme brindado la vida, inculcado valores y haberme brindado la formación técnica con la que hasta la actualidad sustento mis necesidades.

A mis hermanos por haberme brindado conocimientos básicos al inicio de mi carrera, lo cual me brindo un nuevo aliento para no desistir en el logro de mi objetivo.

A la familia de mi esposa: por haberme brindado apoyo durante la realización de mis estudios.

Un especial agradecimiento al Ing. Obdulio Calvo por la asesoría brindada y por la paciencia en cuanto al tiempo, debido a nuestro rubro de trabajo y durante la emergencia nacional durante tiempos de crisis.

AGRADECIMIENTO.

Rindo mi agradecimiento al único ser que hace posible lo imposible, El Eterno Dios quien a lo largo de este camino estuvo a mi lado dándome la fuerza necesaria para lograr mi meta. A jehová sea la gloria, honra y honor.

Tuve la bendición de tener un padre terrenal, un señor en apariencia de semblante duro y rudeza pero que se esforzó por darme lo que necesitaba durante mis inicios de estudio, ese sacrificio que realizó con ingenio y responsabilidad en tiempos atrás, ahora se reflejan con éxito en esta meta cumplida. A la persona que me llevo en su vientre y que es la encargada de mi existencia después de Dios, una persona sencilla pero que de una u otra forma es parte de este éxito en mi vida.

En mi caminar tuve amigos y compañeros con quienes hicimos defensas de trabajo y es de reconocer que ellos también forman parte del éxito.

Al personal docente de la Universidad Técnica Latinoamericana quienes aportaron y compartieron sus conocimientos en cada una de las materias del pensum, me dieron las herramientas necesarias para salir a la vida profesional, al personal administrativo que también fueron parte del proceso de los ciclos cursados, al catedrático responsable de la preparación de esta tesis.

Es difícil a veces expresar el agradecimiento con palabras, solo sé que sin todos ellos este gran paso no hubiese sido posible.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	CAPITULO I.....	2
2.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1.1	TEMA.....	3
2.1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.1.4	IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.	3
2.1.5	JUSTIFICACIÓN.	4
2.1.6	ALCANCE DEL PROYECTO.	4
2.1.7	LIMITANTES.	4
2.1.8	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.2	OBJETIVOS.....	5
2.2.1	OBJETIVO GENERAL	5
2.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
3	CAPITULO II.....	6
3.1	TEORIA BÁSICA SOBRE LOS FUNDAMENTOS CONCEPTUALES.	7
3.1.1	LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	7
3.1.2	CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	7
3.1.3	COMPONENTES DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.	8
3.1.4	SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR.....	23
4	CAPITULO III.....	38
4.1	SECCIONAMIENTO	39
5	CAPITULO IV	51
5.1	GUÍAS DELABORATORIO	52
6	CAPITULO V.....	81
6.1	CONCLUSIONES.....	81
6.2	RECOMENDACIONES.....	82
6.3	BIBLIOGRAFIA.....	83
6.4	ANEXOS.....	84

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto muestra los diferentes componentes que integra un motor de combustión interna basado en el principio de funcionamiento de Rudolf Diésel, así como la función secuencial que cada uno ejerce para que se produzca el par de fuerza necesario para ponerlo en marcha. Es importante reconocer que con un proyecto de tal magnitud se tendrá más oportunidad de aumentar los conocimientos en cuanto a motores de combustión, para los futuros profesionales de la Universidad Técnica Latinoamericana, debido a que se darán a conocer las guías teóricas que se pueden aplicar en las diferentes prácticas de laboratorios de motores de combustión, además se tendrá la facilidad de identificar de una forma práctica y real la forma de operación de los componentes, por lo proporcionará un motor de combustión con sus partes seccionadas, lo que facilitará dicha visualización, también, se dispondrá en un banco para facilitar prácticas de ensamble de los componentes.

En la materia de motores de combustión interna se hace difícil desarrollar correctamente las prácticas de laboratorio sin la base que mencione los lineamientos, principios de funcionamientos y los conceptos de reparación de los motores Diésel, es por ello la importancia de proporcionar las guías teóricas como un refuerzo en el estudio de este tipo de motores. Por otro lado, se dan a conocer los factores que pueden afectar la operación correcta y acortar el tiempo de vida útil de los componentes de un motor de combustión interna con combustible Diésel.

2 CAPITULO I

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1.1 TEMA.

Diseño de un motor seccionado y elaboración de guías teóricas, para la realización de prácticas de laboratorio en motores de combustión interna de la Universidad Técnica Latinoamericana.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

A nivel nacional, gran parte de la población estudiantil de la carrera de Ingeniería Mecánica ha carecido de herramientas y material didáctico a lo largo de su proceso de formación, Lo cual crea un desconocimiento de las aplicaciones reales en el funcionamiento de los equipos; además, representa dificultad para los futuros profesionales en cuanto a la comprensión y búsqueda de soluciones dentro del ámbito laboral. A nivel general, la industria tiene dentro de sus procesos productivos motores de combustión interna.

2.1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿De qué manera en la Universidad Técnica Latinoamericana, como formadores de futuros profesionales en la carrera de ingeniería mecánica, debe fortalecer el conocimiento teórico y práctico en cuanto al funcionamiento de los motores de combustión interna y sus principales generalidades?

2.1.4 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente, el conocimiento académico debe tener una correlación entre la práctica y la teoría, esta investigación servirá como aporte didáctico para los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecánica, para contribuir a alcanzar parte de los objetivos de la Universidad.

2.1.5 JUSTIFICACIÓN.

El estudio sobre el funcionamiento de un motor de combustión interna ayudará a comprender de manera integral y general dicho tema. En el ámbito industrial los conocimientos de los profesionales se ponen a prueba en cada paso de su formación. Por ello, la formación universitaria representa la principal fuente de conocimiento y la base principal para el desenvolvimiento del estudiante y futuro profesional. Esta última formación ayudará a fundamentar habilidades específicas para ser aplicadas en campo.

2.1.6 ALCANCE DEL PROYECTO.

Diseño del seccionamiento de manera estratégica de un Motor de Combustión Interna (MCI) y elaboración de guías de laboratorio teórico-práctico, para realizar demostraciones del principio de funcionamiento de las partes y de los sistemas que lo componen. Lo anterior facilitará el estudio y comprensión de los principios de funcionamiento, así mismo se estará fortaleciendo no solamente el laboratorio de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica Latinoamericana; sino también, el campo de conocimiento de los nuevos estudiantes.

2.1.7 LIMITANTES.

Las siguientes limitaciones restringirían el proyecto:

1. Como el motor estará sin alimentación de combustible, no será posible ponerlo en marcha, por lo cual las guías de laboratorio no cubrirán la totalidad del contenido de la asignatura, por ejemplo, todas las pruebas en las que se requiere el motor funcionando.
2. Las limitaciones del presupuesto en la realización de este proyecto obligan a elaborar solamente seis guías de laboratorio.

2.1.8 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

Fortalecer el contenido curricular actual de la asignatura de Motores de Combustión Interna de la Universidad Técnica Latinoamericana, mediante la implementación de guías para el desarrollo de prácticas en motor diésel.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Facilitar el estudio y la comprensión del funcionamiento de los elementos y sistemas que conforman el motor de combustión interna, mediante la demostración en un motor seccionado.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Demostrar cómo están contruidos los componentes que conforman el motor de combustión interna y la función que éstos realizan.
2. Estudiar las partes de un motor de combustión interna y su interacción entre sí, así como los diferentes sistemas que lo conforman.

3 CAPITULO II

3.1 TEORIA BÁSICA SOBRE LOS FUNDAMENTOS CONCEPTUALES.

3.1.1 LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Su función es dar un enfoque práctico de la teoría recibida dentro del curso, buscando así un complemento entre la teoría y los problemas prácticos que enfrenta el ingeniero actualmente; teniendo la necesidad de realizar un diagnóstico y brindar un análisis de la posible falla en un motor de combustión interna y poder determinar una solución a los problemas con base en el conocimiento adquirido sobre el funcionamiento de cada componente.

El laboratorio de motores está conformado por seis prácticas con el objetivo de afinar los puntos teóricos recibidos y aclarar cualquier duda que se presente, para lo cual se investiga y se profundiza sobre la tecnología de un motor, brindando al estudiante una formación competente y adiestramientos claves para ejercerlos dentro de la industria.

3.1.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

El motor de combustión interna posee un conjunto de componentes que convierten la energía química de los combustibles en energía térmica por medio de la combustión, provocando una expansión de los gases dentro del cilindro y transformando la energía térmica en energía mecánica. Existen motores de combustión interna de dos tipos: el motor cíclico Otto y el Diésel.

El motor cíclico Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina que se emplea en automoción y aeronáutica.

El motor Diésel, llamado así en honor del ingeniero alemán Rudolf Diésel, funciona con un principio diferente y suele consumir diésel. En la industria se emplea en instalaciones

generadoras de electricidad, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y algunos automóviles.

Tanto los motores Otto como los motores Diésel se fabrican en modelos de dos y cuatro tiempos.

3.1.3 COMPONENTES DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

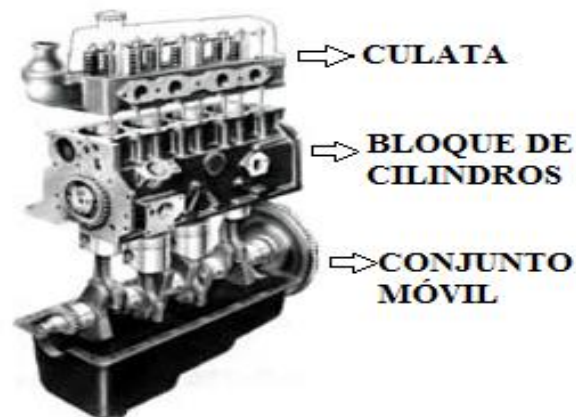


Figura 1: Componentes principales de un motor de combustión interna.

3.1.3.1 CULATA.

Parte del motor que cierra los cilindros por su lado superior y en correspondencia en la cual suelen ir colocadas las válvulas de admisión y de escape, la forma y las características de la culata siempre han ido ligadas a la evolución de los motores y han venido condicionadas por el tipo de distribución y por la forma de la cámara de combustión.

En ella vienen conductos de refrigeración y de lubricación, para absorber el calor de la combustión y lubricar los elementos móviles.

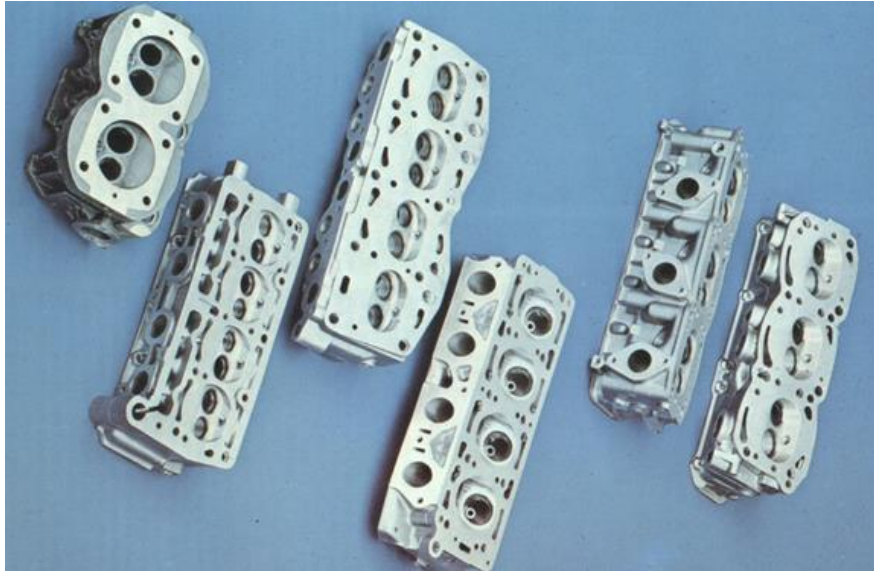


Figura 2: Diseño de culatas.

Las culatas se construyen tanto de fundición de hierro, como de aleación de aluminio. En los motores más modernos se prefieren generalmente las aleaciones ligeras, debido a la notable ventaja en términos de reducción de peso y a las inmejorables características de fusibilidad y disipación del calor.

Los soportes de la distribución se obtienen mediante fusión a presión, que permite realizar piezas con acabados óptimos y de paredes delgadas.

Partes que conforman la culata:

- a) Asiento de válvula.
- b) Guías de válvula.
- c) Espárragos para fijación de culata.
- d) Válvulas de admisión y escape.
- e) Resortes de válvulas.
- f) Platos y Cuñeros.
- g) Sellos de válvulas.
- h) Árbol de levas.
- i) Balancín.
- j) Varilla de empuje.
- k) Empujador de Válvula.

- a) **Asiento de válvula:** El asiento es la parte del motor en donde las válvulas reposan cuando se cierran, los asientos están ubicados en las cámaras de combustión, existen de dos tipos:
- Asientos fijos.
 - Asientos removibles o postizos.

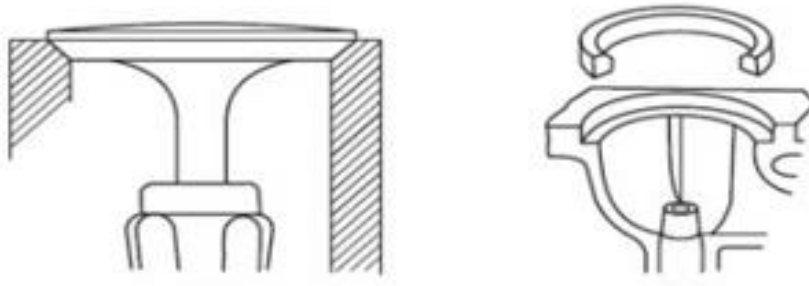


Figura 3: Asientos fijos y Removibles.

- b) **Guías de válvula:** Las guías son casquillos en forma alargada, introducidos en los agujeros de la culata, dentro de las cuales se deslizan las válvulas. Las guías son generalmente de forma cónica en la parte superior, lo que está determinado por la necesidad de evitar la acumulación de aceite, que puede infiltrarse en los ductos de admisión o de escape. Las guías generalmente están fabricadas en bronce, hierro fundido u otro metal de menor dureza que el de las válvulas, por lo general están hechas de acero.



Figura 4: Diseño de guías de válvulas.

Tornillos para fijación de culata: los tornillos sirven para asegurar la culata sobre bloque del motor, Puede considerarse que una de las uniones más importantes del conjunto, son los tornillos de la culata los que permiten la unión mecánica de la misma, sujetando el empaque de la culata entre ambas partes a modo de elemento de estanqueidad.

c) **Válvulas de admisión y escape:** Las válvulas de los motores de combustión interna son los elementos encargados de abrir y cerrar los conductos por donde entra la mezcla cuando se trata de motores a gasolina y aire cuando son motores Diésel. Las válvulas de admisión son siempre más grandes que las de escape, porque es más difícil introducir el aire en el cilindro que sacar los gases quemados, para el caso de los gases de escape los cuales son evacuados del cilindro por medio del desplazamiento del pistón desde el PMI hacia el PMS, dicho desplazamiento se logra aprovechando la inercia del cigüeñal por la expansión producida en los otros cilindros. En algunos casos las válvulas de escape van huecas y rellenas de sodio para mejorar la refrigeración. Las válvulas de admisión se hacen de una aleación de acero al cromo-níquel y de tungsteno.



Figura 5: Diseño de válvulas de admisión y escape.

d) **Resortes de válvulas:** Es un elemento mecánico, sometido a esfuerzos de torsión, encargado de absorber las fuerzas de inercia provocadas por las aceleraciones del árbol de levas, copiando fielmente la ley de apertura y cierre de las válvulas. El resorte de válvulas comprende uno de los elementos más importantes de un motor por su gran requerimiento mecánico. Debido a la gran capacidad de deformación que deben soportar

los resortes, es necesario que para su fabricación se empleen aquellos tipos de aceros que puedan ofrecer una gran elasticidad, como son los aceros al carbono, aceros al silicio, aceros al cromo-vanadio, aceros al cromo-silicio, etc.

En algunas otras aplicaciones especiales es posible utilizar otros materiales para la fabricación de resortes, además del acero, como son el titanio.

Los resortes de válvulas tienen que desempeñar varias funciones:

- i. Volver la válvula sobre su asiento.
- ii. Asegurar el cierre hermético de la válvula.
- iii. Absorber las fuerzas de inercia.
- iv. Asegurar la ausencia de juego entre la leva y el elemento de contacto (botador, rodillo, etc.)
- v. Vencer los rozamientos.



Figura 6: Resortes, cuñeros y platos de válvulas.

- f) Platos y Cuñeros:** Generalmente los cuñeros son de acero inoxidable y se ubican en la parte superior del muelle, son los encargados de ejercer presión sobre los resortes para mantener la tensión necesaria para mantener las válvulas cerradas, está acoplado a la cola de cada válvula, siendo asegurados por los cuñeros.

Los cuñeros generalmente son de acero y se ubican entre los platillos y la cola de la válvula, son los encargados de asegurar el acoplamiento entre estos dos elementos, para que las válvulas cumplan con su función correspondiente en su asiento.

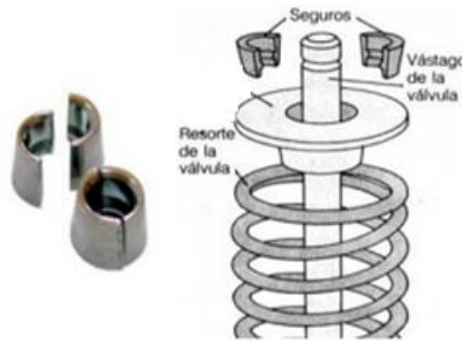


Figura 7: Armado de platillos, cuñeros y resortes de válvulas.

- g) Sellos de válvulas:** Los sellos de vástago de válvula son dispositivos que proporcionan un caudal de aceite determinado, a la interfaz del vástago de la válvula de un motor de combustión interna, con el objetivo de lubricar la guía de la válvula. Los sellos de válvulas de esta forma controlan la lubricación de las válvulas a medida que se deslizan en sus guías. Si el motor está en buenas condiciones mecánicas, se reducirá hasta en 70% el consumo de aceite es recomendable utilizar sellos de válvulas de diseño y materiales de alta calidad para evitar, costosas reparaciones posteriores.

El sello está sujeto a la guía y acciona sobre el vástago de la válvula, proporcionando la adecuada lubricación que evitará el desgaste prematuro de las partes y el exceso del fluido a la cámara de combustión, que a su vez provocaría un aumento del consumo de aceite y una alta emisión de humos contaminantes.

Los sellos de válvula generalmente son fabricados en VITON, un material con características especiales que lo hacen el más indicado para este tipo de aplicaciones; por su alta resistencia al calor, a la dilatación excesiva y a los solventes.



Figura 8: Sellos de válvulas.

h) Árbol de levas: Un árbol de levas tiene la función de activar diferentes mecanismos durante una secuencia de intervalos, en este caso el eje que sitúa diferentes levas activas las válvulas, lo cual funge como un temporizador mecánico cíclico que hace que las válvulas se abran en el momento que corresponde según el tiempo de cada motor. Las válvulas (admisión y escape) son activadas a fin de ingresar la mezcla y expulsar los gases resultantes del proceso de combustión. Estos elementos deben presentar una alta resistencia mecánica debido a su acción y trabajo.

Está construido de acero de cementación, templado y rectificado. En motores más modernos, es de fundición al níquel-cromo-molibdeno, con excéntricos templados en el momento de la fundición (fundición en coquilla).



Figura 9: Árbol de levas.

- i) **Balancín:** El balancín tiene como función empujar las válvulas de admisión y escape para que se abran en el momento adecuado, facilitando la sincronización de los tiempos en un motor de combustión interna. El balancín, a su vez, es accionado por un empujador movido por el árbol de levas. En resumen, son palancas que transmiten el movimiento de las levas a las válvulas.



Figura 10: Juego de balancines.

En unos casos el eje de giro de los balancines puede estar en su centro, y en otros puede estar en un extremo de la palanca. En el primer caso se denominan balancines basculantes y en el segundo balancines oscilantes.

- i. El tipo de balancín basculante es el normalmente utilizado cuando el árbol de levas se sitúa en el bloque del motor.
- ii. El tipo de balancín oscilante o semi-balancín se emplean cuando el árbol de levas se sitúa en la culata de los cilindros.

Éstos se fabrican de acero, mediante fundición y su conjunto va montado sobre un eje denominado eje de balancines, de forma que cada balancín lleva un cojinete antifricción o un rodamiento de agujas para facilitar el movimiento basculante del mismo y reducir el desgaste por rozamiento. En algunos motores es de chapa de acero estampada y pivote sobre una rótula.

j) **Varillas de empuje:** Se trata de la varilla encargada de abrir las válvulas mediante un balancín, el árbol de levas empuja un taque que a su vez hace subir la varilla en cuestión, esta impulsa un balancín y abre las válvulas de admisión y escape. Esto es en motores que no disponen de taques hidráulicos y no tienen el árbol de levas en la culata, ya que estos motores carecen de las mencionadas varillas empujadoras.



Figura 11: varillas de empuje.

Dado que el tren de válvulas debe trabajar bajo cargas frecuentemente en miles de revoluciones por minuto, el peso y la rigidez de los componentes pueden afectar a la potencia y el rendimiento del motor. Por lo tanto, los fabricantes de motores han buscado nuevos y mejores materiales a utilizar en la selección de varillas, los cuales pueden ser:

El acero: es el material más común utilizado para la construcción de la varilla de empuje. Muchos fabricantes hacen uso de acero de alto carbono. Esto puede ser suficiente cuando las acciones de los muelles de las válvulas se utilizan a bajas revoluciones. Sin embargo, cuando los resortes de válvula más duros son introducidos para aplicaciones de alto rendimiento, o RPM son más altos, es necesario algo más fuerte. Muchos fabricantes de equipos originales utilizan el acero al cromo molibdeno que hace que una varilla de empuje sea mucho más fuerte y más rígida.

Aluminio: El aluminio es más ligero que el acero o sus aleaciones y también es más suave. Se puede utilizar para construir varillas de empuje en diámetros que son mayores que los tamaños comunes. Esto no solamente ayuda a aumentar la fuerza, sino también, por la gran reducción de peso de aluminio, aumenta las buenas características de amortiguación y también tienen una mayor probabilidad de flexión bajo cargas extremas. Éstas no son tan

buenas en el manejo de altas revoluciones, debido a la posibilidad de deformación.

Titanio: Se trata de un material menos común utilizado en la fabricación de varillas de empuje, debido a su mayor costo y disponibilidad más limitada. Cuenta con menor peso que el acero y más fuerza. Estas varillas de empuje pueden llegar a resistir la flexión y la deformación.

k) Empujadores de válvulas: El empujador de válvulas es el órgano que está interpuesto entre la leva y la varilla empujadora, o entre la leva y el balancín de la válvula, dependiendo del diseño del motor. Su función es la de transmitir fuerzas axiales a la válvula, absorbiendo las componentes laterales que la leva provoca; por tanto, es el elemento que transforma el movimiento rotativo en movimiento rectilíneo alternado, según la elevación. Del lado de la válvula puede llevar una prolongación (taqué) que a veces da nombre a todo el empujador. El empujador de leva se construye en acero cementado o nitrurado. Por estar sometido a intensas aceleraciones, tiene que ser lo más ligero posible, a fin de reducir las fuerzas de inercia. Requiere un rectificado completo e incluso el pulido del fondo o del rodillo, con tolerancias de rugosidad por debajo de 0,005 mm, por estar en contacto con la leva, tiene que soportar rozamientos con presiones específicas muy elevadas; por tanto, se endurece por encima de 50 HRC (Dureza Rockwell) con cementación y temple. A veces, después del tratamiento térmico se hace un posterior tratamiento de bonderización, con función de anti-agarrotamiento.

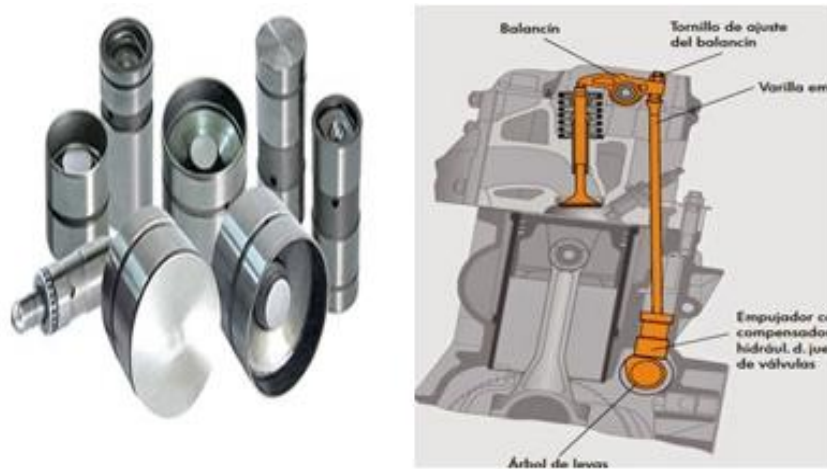


Figura 12: Empujadores y armado de mecanismo y cierre de válvulas.

3.1.3.2 BLOQUE DE CILINDRO

Es el conjunto de los cilindros, los cuales se mantienen fijos. En este bloque se encuentran los ductos de refrigeración y de lubricación, este elemento es la parte básica de todo el motor de combustión interna, porque aquí van acoplados todos los elementos del motor.

Esta estructura se hace generalmente en aleaciones de hierro fundido o aluminio. Los ductos en el bloque sirven para distribuir la lubricación a presión hasta los cojinetes principales. En algunos motores los cilindros son hechos de acero endurecido o nitrurado, el cual reduce peso en el motor.

En motores de trabajo pesado se instalan las camisas que pueden reemplazarse cuando se desgastan, dichas camisas pueden ser húmedas o secas, el material usual es de fundición gris, por su buena resistencia al desgaste, mejorándose mediante la adición de pequeñas cantidades de níquel, cromo y molibdeno.

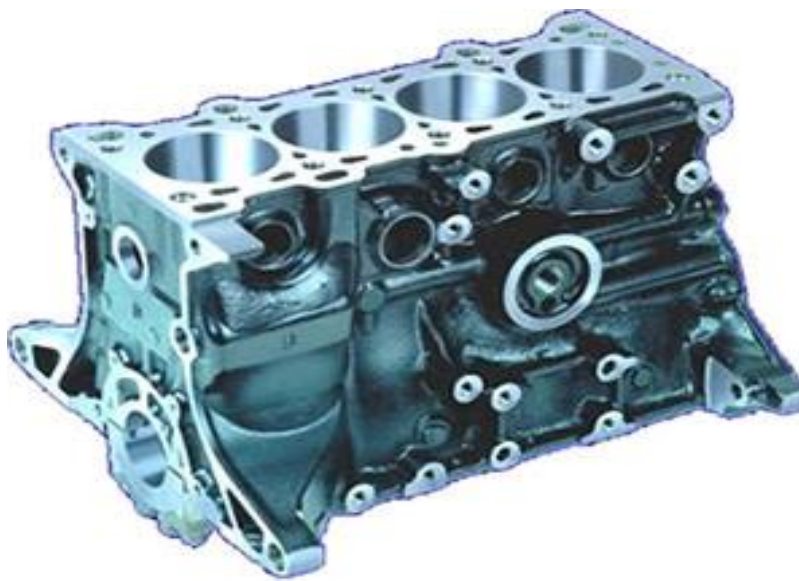


Figura 13: Bloque de cilindros.

3.1.3.3 CONJUNTO MÓVIL

El conjunto móvil está compuesto por los siguientes elementos:

- a) Pistón.
- b) Anillos.
- c) Biela.
- d) Pasador ó Bulón.
- e) Cigüeñal.
- f) Cojinetes.

a) Pistón.

La función principal de éste es, recibir y transmitir a la biela la fuerza originada en el proceso de combustión, en él están dispuestas las ranuras que alojan los anillos y lumbreras de lubricación para el cilindro. Están contruidos de aleaciones de aluminio y magnesio que son materiales ligeros.



Figura 14: Diseño de pistón.

b) Anillos.

Son los encargados de sellar, por lo general están los anillos de compresión que no permiten que haya fugas de compresión, y el anillo inferior, es el controlador del aceite, que se encarga de formar la película de aceite necesaria para lubricar el cilindro. Los anillos están hechos de acero; reciben un tratamiento químico y se recubren superficialmente con estaño, cadmio o cromo.

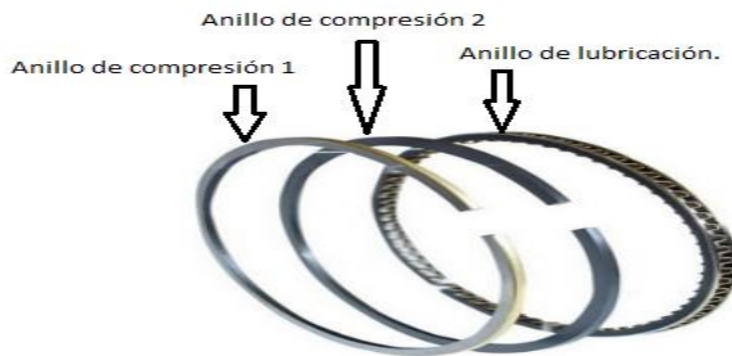


Figura 15: Juego de anillos.

c) Biela

La función de las bielas es de transformar el movimiento alternativo del pistón en un movimiento giratorio o circular y transmitirlo al eje cigüeñal por medio de los bulones o pasadores del pistón. Las bielas están construidas de acero forjado o de hierro fundido, teniendo una sección de viga en I.



Figura 16: Biela.

d) Pasador o bulón

El bulón es un eje con el centro hueco que sirve de unión entre la biela y el pistón, el bulón además puede ser: flotante, semi-flotante o fijo. Está construido de acero templado y de gran resistencia.



Figura 17: Diseño del bulón.

e) Cigüeñal

El cigüeñal es un eje que a través de la biela recibe la fuerza que actúa sobre el pistón. Las partes del cigüeñal son:

- i. Muñones principales: estos se apoyan y giran sobre los cojinetes de bancada.
- ii. Muñones de biela: estos son los que sujetan las bielas y oscilan en un movimiento circular.
- iii. Contrapesas: equilibran el cigüeñal y están ubicados de acuerdo al número de muñones de biela.
- iv. Brida: sujeta el volante del motor.

El cigüeñal generalmente está construido de acero forjado, sin embargo, el advenimiento de cigüeñales largos y rígidos en motores multi-cilíndricos con esfuerzos relativamente bajos, permiten emplear el hierro fundido como sustituto, con objeto de reducir costos.



Figura 18: Diseño del cigüeñal.

f) Cojinetes ó Casquetes

La función de los cojinetes es mantener en su lugar la pieza que está girando, como lo es el eje cigüeñal y las bielas, a la vez lubricar los muñones. Los cojinetes principales como los de biela son elementos hechos de acero o de bronce y recubierto con babbitt el cual es un compuesto de los siguientes elementos, cobre-plomo o de aleación de cadmio.



Figura 19: Diseño de cojinetes.

3.1.4 SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR

Todos los motores de combustión interna están compuestos de distintos sistemas auxiliares que funcionan a su debido tiempo, se pueden encontrar fuera o dentro del motor, para que éste trabaje desarrollando su óptimo rendimiento.

Dentro de los sistemas que se pueden mencionar en los motores Diésel son:

- a) Sistema de lubricación.
- b) Sistema de enfriamiento.
- c) Sistema de inyección.
- d) Sistema de distribución.
- e) Sistema de arranque.
- f) Sistema de carga.

A continuación, detallará la función que realiza cada componente en los diferentes sistemas.

3.1.4.1 Sistema de lubricación:

El objetivo principal de la lubricación en un motor es disminuir el trabajo perdido por la fricción, sustituyendo los espacios entre los mecanismos por una capa de lubricante, la fuerza de rozamiento es menor, por lo que se mejora la eficiencia, además como evita el contacto directo entre las partes acopladas impide que lleguen a fundirse por el calor que genera su contacto.

Funciones principales:

- i. Impedir el contacto directo entre partes acoplada, cuando este en movimiento.
- i. Refrigerar y controlar la temperatura de las partes lubricadas.
- ii. El aceite ayuda a formar un sello a prueba de gas entre los anillos de pistón y las paredes del cilindro. El aceite reduce los escapes de gases al cárter en adición con lubricar el pistón y los aros

Componentes Básicos del Sistema:

i. Bombas de Aceite:

Su misión es la de enviar el aceite a presión en una cantidad determinada. Se ubican en la parte más baja del motor (cárter), su movimiento es proporcionado por el árbol de levas mediante un engranaje o cadena.

ii. Filtro de Aceite:

Su función es la separación de partículas o contaminantes que son arrastrados por el sistema de distribución de aceite, ya sea por medios externos (aire) o internos (combustión, fricción de partes)

iii. Refrigeración del aceite

Debido a las altas temperatura el aceite pierde su viscosidad y baja su poder de lubricación. Se emplean dos tipos de refrigeración:

i. Refrigeración por cárter.

ii. Refrigeración por radiador.

3.1.4.2 Sistema de enfriamiento.

El líquido de enfriamiento recircula desde el radiador hasta el motor. El líquido de enfriamiento a baja temperatura llega a la bomba, donde es absorbido y bombeado al block motor, que se encuentra con elevada temperatura.

El líquido de enfriamiento fluye hasta la tapa de cilindros, donde absorbe más calor. El líquido caliente es devuelto al radiador por su entrada superior. El aire que pasa a través del radiador enfría el líquido para permitir que regrese al motor a baja temperatura.

Componentes básicos del sistema:

i. Bomba del líquido de enfriamiento.

La bomba del líquido de enfriamiento es centrífuga, y es accionada por banda o correa desde la polea del cigüeñal.

La bomba se diseña de manera que no use más potencia de la necesaria para circular el líquido. Al aumentar las revoluciones del motor, éste produce más calor y se necesita más líquido de enfriamiento.

ii. Flujo del líquido de enfriamiento:

El líquido de enfriamiento circula a través del motor de dos formas distintas, en paralelo o en serie. En el sistema de flujo en paralelo, el líquido de enfriamiento fluye dentro del block motor con presión, luego cruza la junta de la tapa de cilindros, alrededor de cada uno de los cilindros. En el sistema de flujo en serie, el líquido circula a través de todos los cilindros, luego llega a la parte posterior del block motor, donde se encuentra con grandes aberturas para facilitar la circulación del líquido de block - tapa y de tapa - block.

En las tapas de cilindros, la salida del líquido de enfriamiento se ubica en el lado más alto de ésta, para no permitir la formación de colchones (cámaras) de aire. En los motores longitudinales, la salida del líquido se encuentra en la parte delantera de la tapa de cilindros. En los motores transversales, la salida se ubica sobre la parte posterior de la tapa de cilindros.

La formación de aire debe ser eliminada del sistema, para esto se utiliza en muchos modelos, un depósito auxiliar.

iii. Termostato:

El termostato es una válvula controlada por la temperatura, que se sitúa en el orificio de salida del líquido de enfriamiento del motor. En algunos modelos de hoy en día, por razones de seguridad, se utiliza el termostato en la entrada del líquido de enfriamiento.

Un sensor de cápsula debe ser ubicado del lado del líquido con temperatura, de manera que se expanda y abra la válvula. Al estar la válvula termostática en posición de mezcla, permite que circule líquido al radiador y el resto continúe fluyendo a través de la desviación.

La restricción del termostato hace que se suba la presión del líquido de enfriamiento y la velocidad de este aumenta, logrando disminuir la temperatura y presión. El termostato se abre en su totalidad bajo condiciones de temperaturas extremas.

Sistema de enfriamiento externo: El radiador limita la cantidad máxima de enfriamiento del motor y es diseñado para obtener la máxima transferencia de calor.

El aire de enfriamiento fluye a través del radiador y lo ayuda un ventilador o electroventilador.

iv. Radiador:

Los radiadores se fabricaban en cobre y latón para darle mayor resistencia a la corrosión. Hoy en día se fabrican de aluminio y plástico.

El calor se transfiere desde el líquido de enfriamiento a las aletas del radiador, en una relación de siete veces más alta que el calor del aire. La capacidad de transferencia del radiador depende del ancho, el largo y el alto de este, teniendo en cuenta la cantidad de aletas por centímetro cuadrado.

Los tubos del líquido de enfriamiento son rectos de flujo libre (huecos). A las aletas se les da pequeñas inclinaciones para permitir que el aire roce sobre toda la superficie de la aleta. Los colectores de los radiadores o tanques que cierran los extremos son fabricados en latón o plástico. Los radiadores pueden ser de flujo vertical u horizontal.

v. Tapa a presión:

En los tubos o bocas de llenado, el radiador tiene una tapa a presión con una válvula de resorte, que cierra el respiradero del sistema. Esto hace que se acumule presión en el interior de la tapa hasta llegar a este punto máximo de presión, de manera que la válvula libere la presión, evitando que se dañe el sistema.

Los sistemas de enfriamiento se presurizan con el fin de elevar el punto de ebullición del líquido de enfriamiento.

La temperatura o punto de ebullición, aumentará aproximadamente 1.5°C por cada libra que se aumente de presión. A presión atmosférica normal, el líquido hervirá a aproximadamente 100°C. Con una tapa que aumente aproximadamente 15psi, el líquido hervirá a 125°C, por lo tanto, será mayor el punto de ebullición y la tolerancia de este punto y por tanto, el punto de funcionamiento.

Si existe demasiada presión dentro del sistema, se forzará normalmente al líquido a pasar a través de un tubo de derrame. Este tubo lleva el exceso de presión a la parte baja del radiador, y en otros casos, a un depósito auxiliar. Dicho depósito mantendrá en su interior el líquido derramado con el motor en temperatura.

Cuando se enfría el sistema, baja la presión formándose un vacío parcial; esto jala líquido desde el depósito, de manera que el sistema se mantenga cargado. Se los llaman a estos, sistemas de recuperación del líquido de enfriamiento.

vi. Ventilador:

La mayoría de los automóviles con motores transversales, accionan al ventilador por medio de motores eléctricos. Algunos vehículos con motores longitudinales de último modelo utilizan también electroventiladores. En los vehículos más antiguos con motores longitudinales, los ventiladores se accionaban por bandas o correas desde el cigüeñal.

El ventilador se diseña de manera que mueva el flujo de aire suficiente, en su velocidad más baja y también a velocidades altas.

Existen ventiladores de plástico flexible o con hojas de acero flexible, de manera que el volumen de aire a velocidades bajas aumente cuando éste acelere.

3.1.4.3 Sistema de inyección.

El sistema de inyección es el responsable de suministrar el combustible al motor. Se compone de una etapa de baja presión y otra de alta, en la que se encuentra la bomba inyectora; ésta genera la presión de inyección requerida y suministra el combustible al circuito de alta presión. A su vez, la bomba inyectora es alimentada a través del circuito de baja presión, encargado de transportar el combustible desde el depósito y filtrarlo para garantizar que entre en el circuito de alta presión libre de impurezas y humedad.

Sistema de inyección en un motor Diésel.

Al final de la carrera de compresión el aire que ha entrado al cilindro durante la carrera de admisión previa ha sido confinado a un pequeño volumen llamado cámara de combustión y sometido a una fuerte compresión y una alta temperatura. Si en ese momento se inyecta al interior del cilindro la cantidad adecuada de combustible pulverizado, este se inflamará y producirá un incremento de presión que actúa sobre el pistón para producir la carrera de fuerza del motor. El mecanismo que se ocupa de dosificar, pulverizar e introducir combustible al cilindro en el instante y tiempo adecuado se llama sistema de inyección.

El sistema se compone de dos etapas:

i. Etapa de baja presión o sistema de suministro.

La función del sistema de suministro de combustible (también denominado sistema de baja presión) es almacenar y filtrar el combustible requerido y abastecer de éste al sistema de inyección a la presión de operación requerida.

Además, se encarga del retorno del combustible sobrante hacia el depósito de combustible. El sistema de alimentación puede variar dependiendo del tipo de sistema de inyección y las características de la bomba inyectora. A continuación, se relacionan los componentes esenciales del sistema de baja presión.

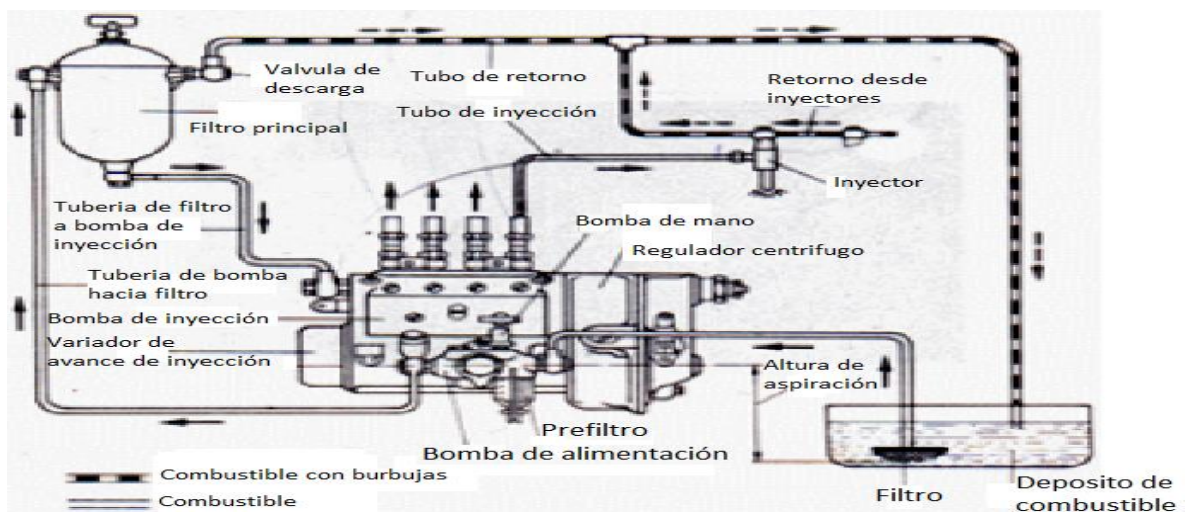


Figura 20: Sistema de baja presión.

ii. Etapa de alta presión.

En esta etapa del sistema de inyección se inyecta la cantidad adecuada de combustible a alta presión dentro de la cámara de combustión en el momento adecuado. En la mayoría de los sistemas, la tobera o boquilla del inyector deja pasar el combustible cuando se alcanza una determinada presión de apertura y cierra cuando la presión cae por debajo de este valor.

En el caso de los sistemas common-rail, la presión de combustible sólo se controla de forma externa mediante un controlador electrónico.

Tipos de bombas para alta presión.

En el sistema con bomba de inyección en línea, el elemento principal de bombeo de este tipo de bombas se compone de un cilindro y un émbolo. Éste se encarga de comprimir el combustible para que sea inyectado a una determinada presión. La bomba tiene tantos elementos de bombeo como cilindros el motor.

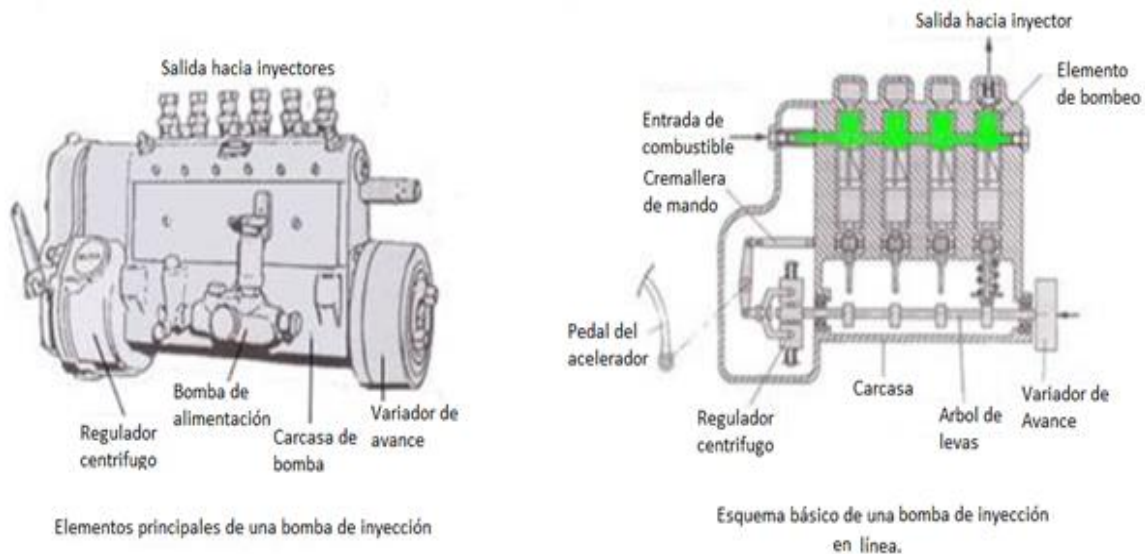


Figura 21: Bombas lineales.

- i. Sistemas de inyección Common-Rail. En este sistema como su nombre indica, dispone de un “raíl” o acumulador común para todas las líneas de inyección. En él se acumula el combustible suministrado por la bomba de alta presión.

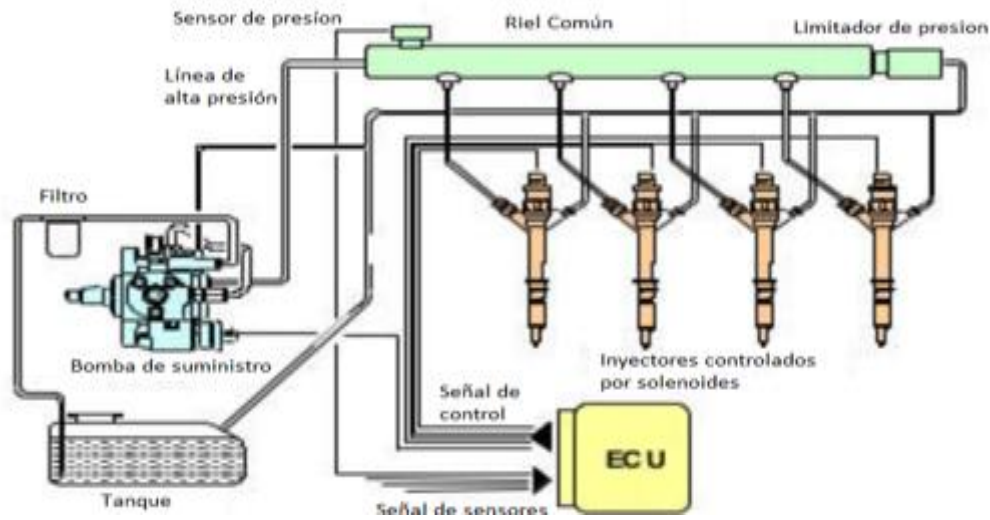


Figura 22: Sistema common-Rail.

La cámara de combustión es el espacio que se forma entre la cabeza del pistón y la parte inferior de la culata, cuando el pistón se encuentra en el PMS. En este espacio, se comprime el gas y se lleva a cabo el proceso de combustión. La cámara se construye generalmente en la parte inferior de la culata y en ella se alojan las válvulas de admisión y escape, el inyector y la bujía incandescente en los motores diésel.

El motor diésel trabaja por autoencendido, requiere una elevada temperatura del aire en la cámara de combustión y una eficiente inyección para quemar el combustible. De ahí por qué se cuentan con diversos tipos de cámaras de combustión en la búsqueda de eficientizar cada modelo de motor diésel.

i. Inyección indirecta.

También conocidos, como motores de cámara dividida; esto es debido a la geometría de la cámara de combustión, formada por una pre-cámara ubicada en la culata.

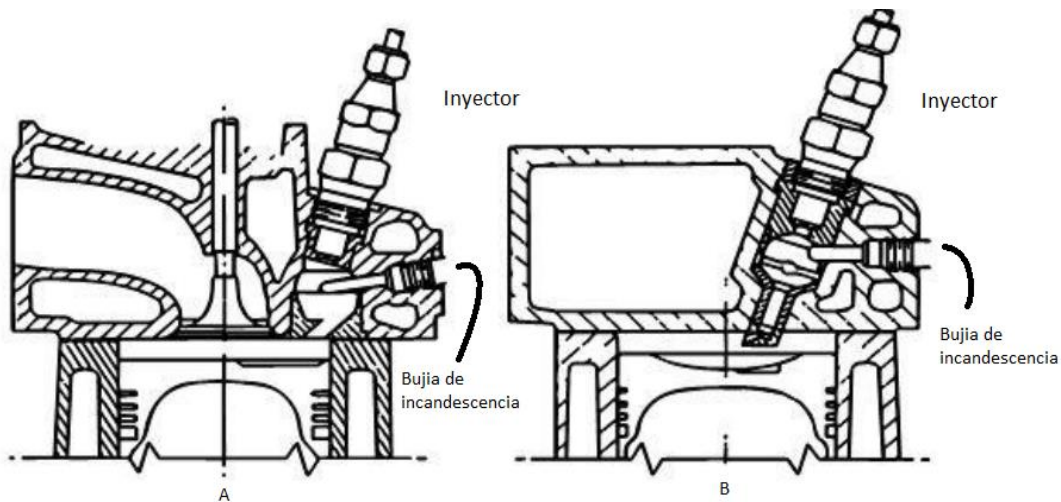


Figura 23: Cámara de turbulencia y de pre-combustión.

ii. Inyección directa o cámara abierta.

En los motores con este tipo de inyección, la cámara de inyección está labrada en la cabeza del mismo pistón. Este tipo de motores son muy sensibles a la pulverización del combustible, que debe ajustarse con precisión para asegurar una mezcla rápida. La formación de la mezcla se ve favorecida por el uso de altas presiones de inyección y la subdivisión.

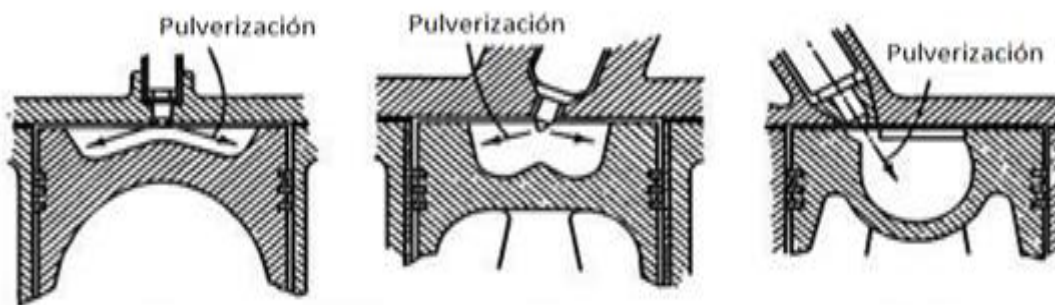


Figura 24: Tipos frecuentes de cámaras de combustión abierta.

Los inyectores son los encargados de suministrar el combustible al conducto de admisión o a la cámara de pre-combustión, según si se trata de un sistema de inyección directa o indirecta respectivamente, de forma pulverizada y sin goteos para que el combustible se distribuya de la forma más homogénea posible según el régimen de funcionamiento del motor.

Podemos dividir los tipos de inyectores principalmente en dos clases:

i. Inyectores mecánicos:

Eran los propios de los motores diésel hasta la llegada de los sistemas de inyección de conducto único o common-rail. Funcionan por medio de un sistema de alimentación encargado de controlar la cantidad y el momento de pulverizar el combustible de forma mecánica.

ii. Inyectores electrónicos:

Son los más habituales en motores gasolina.

La bomba de alta presión es la encargada de generar la suficiente presión de combustible, para así garantizar un pulverizado perfecto dentro del cilindro facilitando la inflamación espontánea de la mezcla.

Las presiones pueden variar entre 300 y los 2500 bares, según las exigencias de carga del motor. El combustible al salir de la bomba de alta presión pasa por una serie de conductos comunes, de ahí el nombre del sistema, Common Rail, o rampas, para así llegar a los inyectores. Una vez ahí, los inyectores se controlan de forma eléctrica a través de la ECU.



Figura 25: Bujías incandescentes

3.1.4.4 Sistema de distribución.

En un motor térmico, se entiende por distribución el conjunto de los órganos de apertura y cierre de los conductos que transportan el aire que se utilizará para la combustión y de evacuar los gases que se producen. Este sistema debe estar en perfecto sincronismo con el cigüeñal, para que las aperturas y cierres de las válvulas se produzcan con arreglo a las sucesivas posiciones del pistón dentro del cilindro y en los momentos adecuados.

Un motor de cuatro tiempos es un motor de combustión interna alternativo y el ciclo diésel precisa de cuatro carreras del pistón, es decir dos vueltas completas del cigüeñal para completar el ciclo termodinámico de combustión.

La distribución tiene tres tipos diferentes:

- i. La distribución por engranajes.
- ii. La distribución por cadena.
- iii. La distribución por correa dentada.



Figura 26: Tipos de distribución.

Componentes que interactúan en el sistema distribución:

- i. Las válvulas con sus muelles, asientos, guías y elementos de fijación.
- ii. El árbol de levas y elementos de mando.
- iii. Los empujadores y balancines.
- iv. Tensores (si es distribución por faja).
- v. Faja, cadena o engranajes.

3.1.4.5 Sistema de arranque

Es el encargado de proporcionar los primeros giros al motor de combustión para que encienda. Para esto utiliza un motor eléctrico de repulsión (marcha) y su funcionamiento se basa en el principio de la ley de las cargas magnéticas.

Estructura del motor de arranque

La constitución interna de un motor de arranque es similar a un motor eléctrico, se monta sobre el block del motor, de tal modo que el piñón que lleva en el extremo de su eje, engrane con la corona dentada de la periferia del volante. De esta forma cuando gire el motor eléctrico, obligará a girar también al motor del automóvil y podrá arrancar. El tamaño del piñón depende de la velocidad propia del arrancador eléctrico

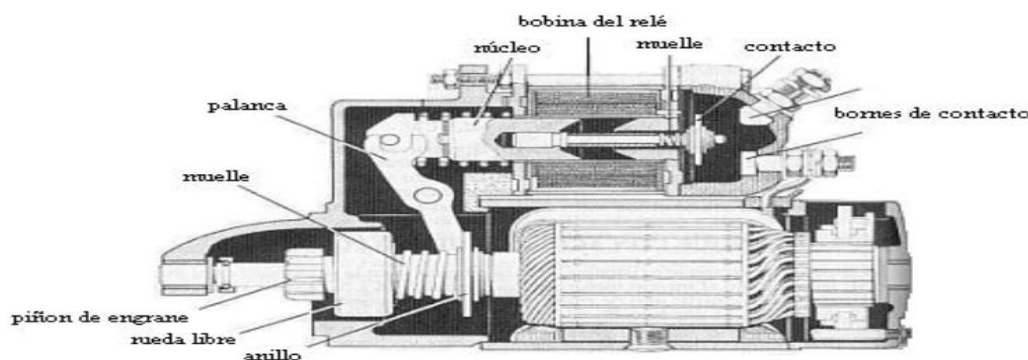


Figura 27: Motor de arranque.

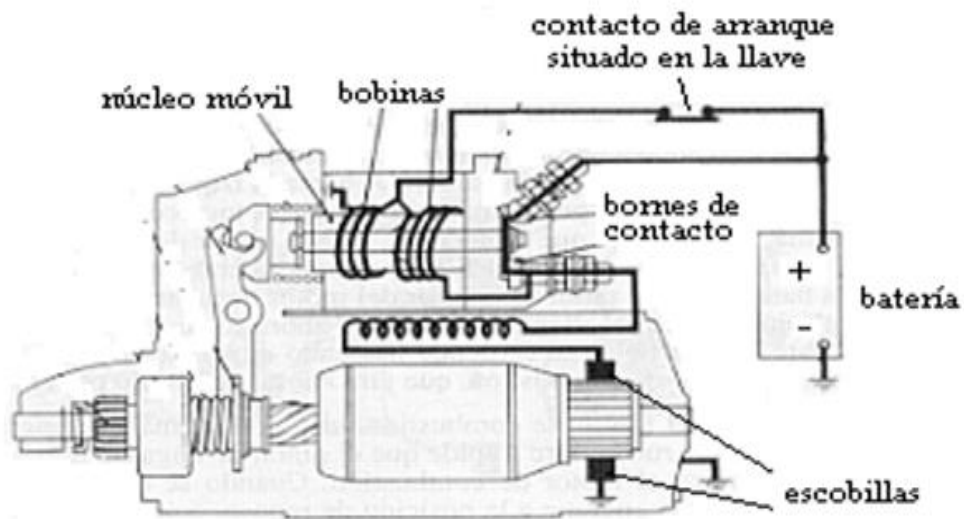


Figura 28: Circuito eléctrico del arranque.

3.1.4.6 Sistema de Carga

El sistema de carga tiene la función de generar la corriente eléctrica necesaria para recargar el acumulador (batería) y alimentar cualquier otro componente eléctrico que se incorpore en el motor. Muchos sistemas de carga están regulados para desarrollar aproximadamente 14.5 voltios como máximo y en algunos casos 24 voltios, con este voltaje de carga se asegura una corriente de carga adecuada al acumulador

Componentes del sistema:

- i. Batería.
- ii. Alternador o generador.
- iii. Regulador de carga.
- iv. Indicador de carga.

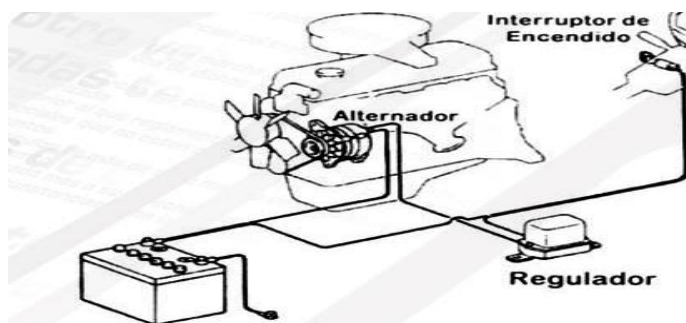


Figura 29: Circuito de carga

i. Batería:

Se entiende por batería a todo elemento capaz de almacenar energía eléctrica para ser utilizada posteriormente.

Los elementos que forman una batería se ven en la siguiente figura. El líquido que hay dentro de la batería, se llama electrolito está compuesto por una mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico, con una proporción del 34% de ácido sulfúrico y el resto de agua destilada. El nivel del electrolito debe de estar un centímetro por encima de las placas.

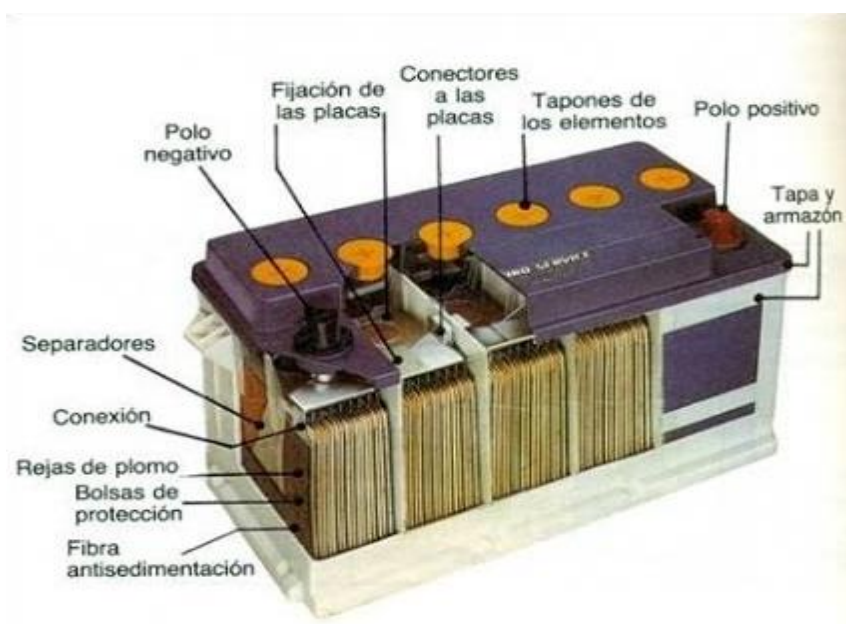


Figura 30: Sección de la batería

ii. Alternador:

Es el elemento principal del sistema, el cual transforma la energía mecánica del motor que se transfiere por medio de una faja y poleas, en energía eléctrica utilizando el principio de funcionamiento de inducción electromagnética. Por medio del giro del alternador se forman campos magnéticos en el rotor y atraviesan los embobinados del estator, induciendo de esta manera un voltaje y una corriente eléctrica de tipo alterna y que posteriormente es rectificadora a corriente directa por medio de los diodos rectificadores que se encuentran dentro del alternador, proporcionando una corriente directa.

Si el sistema de carga falla, el acumulador seguirá proporcionando energía por un lapso de tiempo muy breve.

iii. Regulador de carga:

El regulador de voltaje es el encargado de regular la corriente de campo y la intensidad magnética del mismo. Esto produce un voltaje de salida a través del estator, dentro de los límites controlados, mientras que permite que el alternador genere la corriente necesaria para los requerimientos de carga del sistema no importando las revoluciones del motor.

Los reguladores de voltaje de hoy son dispositivos completamente electrónicos que utilizan diodos y resistencias, el diseño varía dependiendo del año, modelo, marca y tecnología que se utilice en la fabricación del sistema de carga.

iv. Indicador de carga:

Es el encargado de indicar al operario del motor de combustión, cuando el sistema de carga esté operando correcta o erróneamente, en su carátula se observan los valores de voltaje que está cargando el sistema, los cuales no debe exceder. En ocasiones se dispone de una luz indicadora que debe permanecer apagada y se iluminará cuando el sistema de carga no suministre la cantidad de carga suficiente.

4 CAPITULO III

4.1 SECCIONAMIENTO

En el presente capítulo se detallará sobre el diseño del seccionamiento de un motor de combustión interna y se establece como punto de partida los componentes del motor, así como el mismo banco de trabajo en el que se instalará el motor.

Se tomó como referencia un motor Diésel Isuzu C223 de año de fabricación 1982, debido a que es un tipo de motor de 4 tiempos que contiene características básicas de fabricación y funcionamiento para el aprendizaje.

Seccionamiento de tapadera de balancín.

Al diseñar el corte de la tapadera, se partió de los trabajos mecánicos que ocurren al interior de ella. Por ejemplo, el movimiento de balancines, compresión de resortes, etc. Se diseñó un corte a lo largo de la tapadera para poder observar el funcionamiento de las partes que se almacenan en la parte superior de la culata.

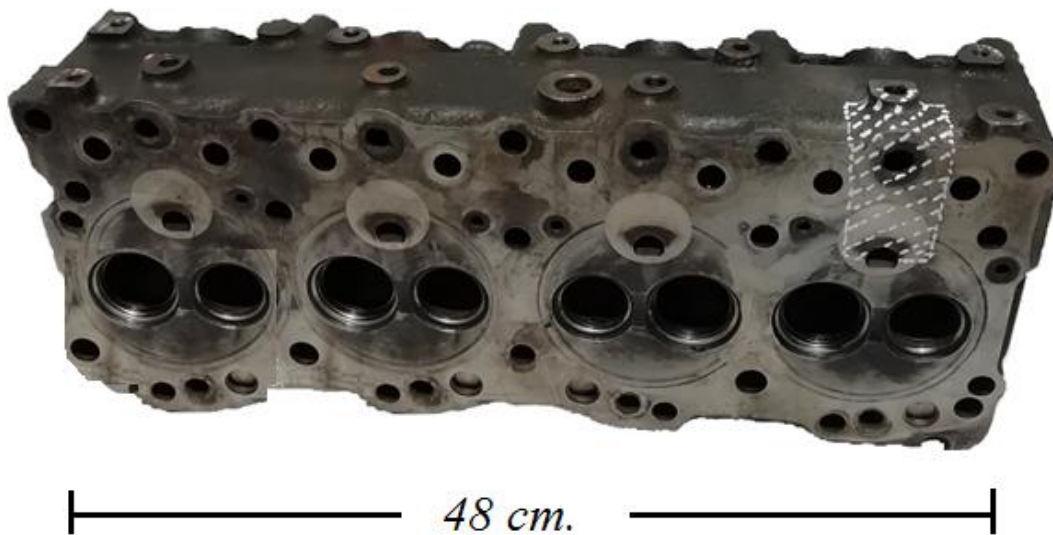
Se realizará un corte en la parte frontal de la tapadera, de 4.5 cm de alto y 42 cm a lo largo de ella. Dicho corte no afectará la base de asentamiento de ella sobre la culata.



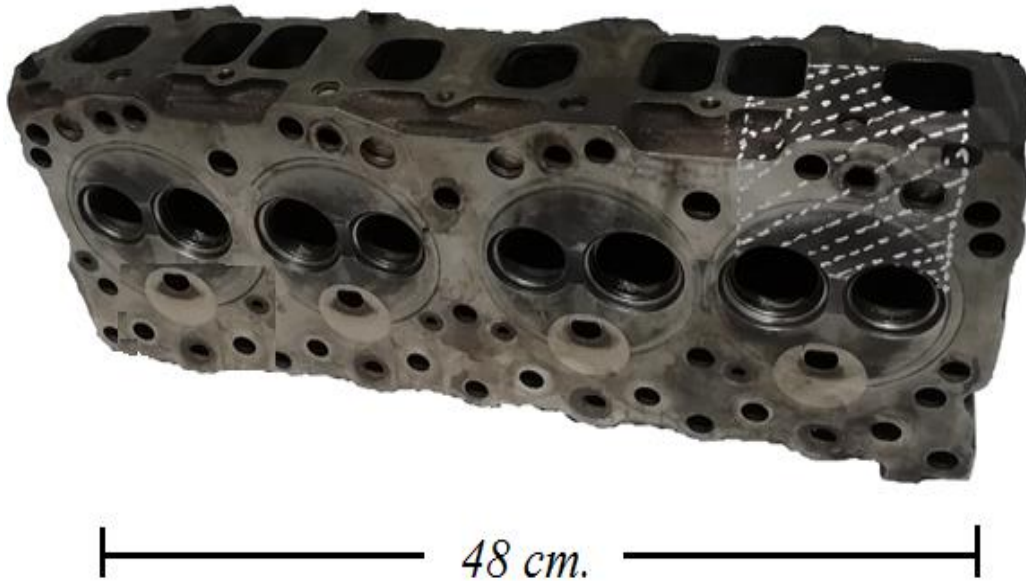
Seccionamiento de culata.

Al diseñar el corte de la culata, se partió de los trabajos mecánicos y de la disposición física de los elementos que en ella interactúan. Por ejemplo, el movimiento de varilla de empuje, disposición de inyector, cámara de precalentamiento del aire, galerías de entrada de aire y salida de gases de escape, etc. Se diseñó dos cortes, uno en la parte frontal: tomando como referencia el lado de las candelas incandescentes y otro en la parte posterior, tomando como referencia lado de entrada de aire y salida de gases.

El primer corte se realizará en el área de la culata del cilindro # 1. Este corte será de 3.5 cm visto de la parte frontal de la culata, se profundizará 5 cm hacia la cámara de combustión y se levantará 2 cm hacia la candela incandescente. Como se muestra en la figura.



El segundo corte se realizará en el área de la culata, del cilindro # 4. Este corte será de 7.5 cm visto de la parte posterior de la culata, se profundizará 8 cm hacia la cámara de combustión y se levantará 5 cm hacia la parte superior de la culata. Como se muestra en la figura.

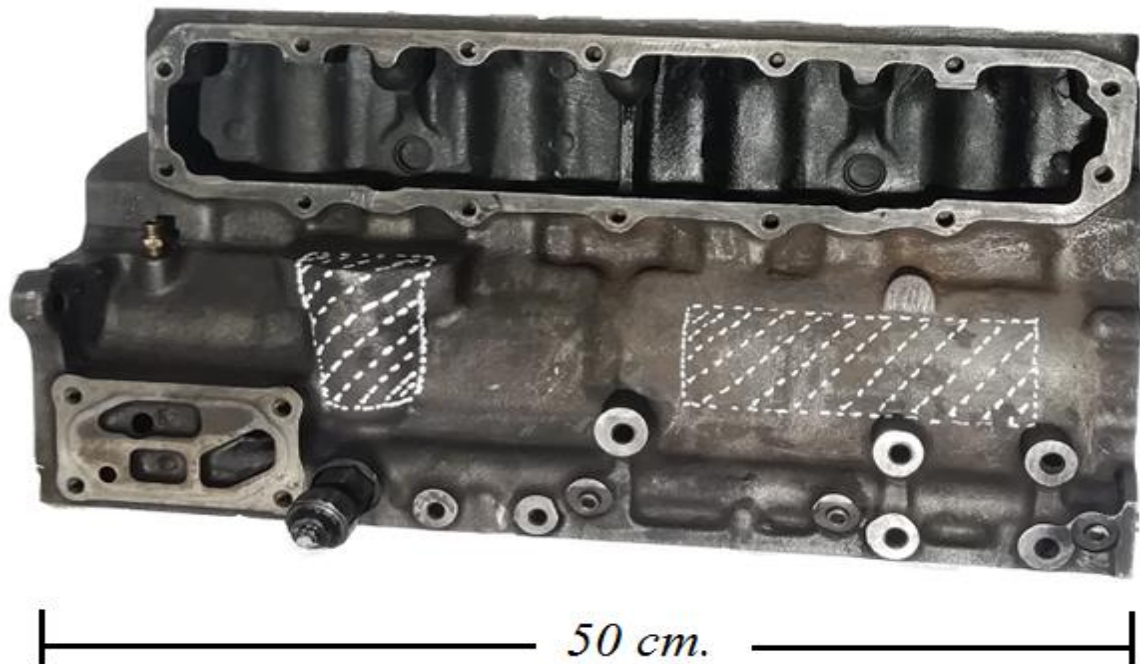


Seccionamiento del block.

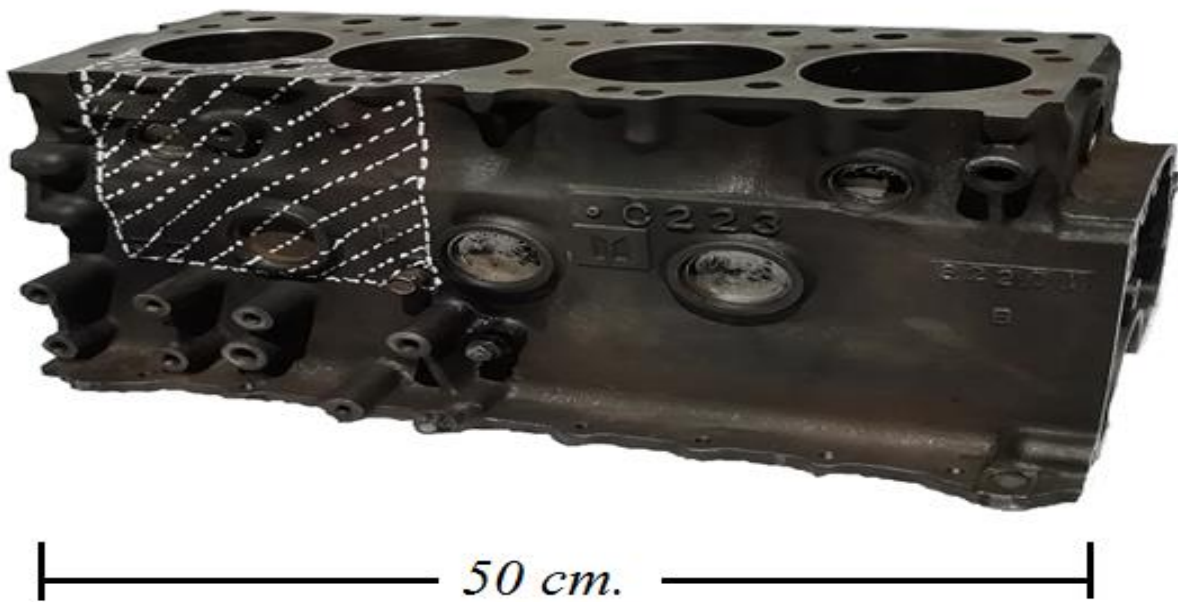
Al diseñar el corte del block del motor, se partió de la interacción entre elementos mecánicos y el sincronismo de los movimientos alternativos que ocurren en el block y también en la culata. Por ejemplo, el movimiento ascendente y descendente del pistón, apertura y cierre de válvulas, el movimiento ejercido de los empujadores a las varillas de empuje, galerías del sistema de enfriamiento, etc. Se diseñó tres cortes, uno en la parte frontal: tomando como referencia, lado de las candelas incandescentes en la culata y dos cortes en la parte posterior del block tomando como referencia, lado de entrada de aire y salida de gases.

El primer corte se realizará visto de la parte posterior del block, en el alojamiento del eje de levas. Este corte será en forma rectangular el cual tendrá 15 cm a lo largo del motor y tendrá de una altura 5 cm., como se muestra en la figura.

El segundo corte se realizará visto de la parte posterior del block, en el alojamiento del engranaje de eje de levas y la bomba mecánica de aceite. Este corte asimétrico tendrá 4 cm ancho de y tendrá de una altura 6 cm., como se muestra en la figura.



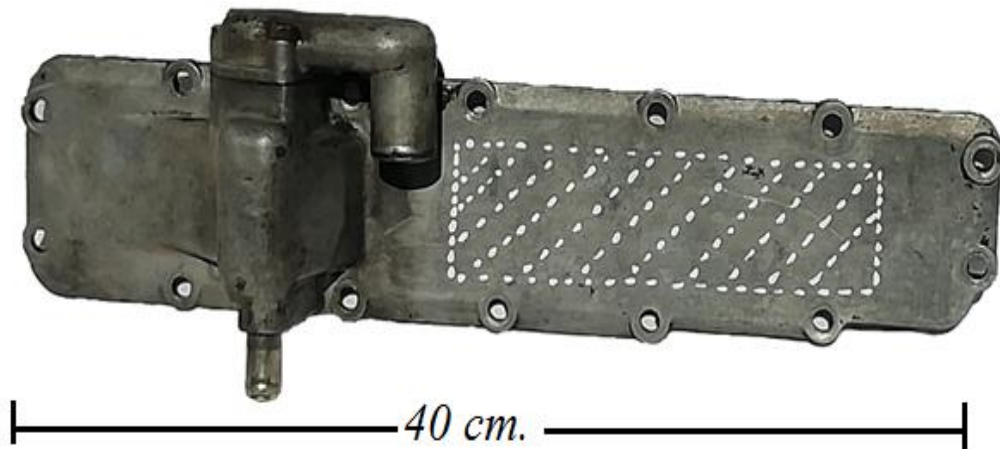
El tercer corte se realizará visto de la parte frontal del block en los cilindros 1 y 2. Este corte asimétrico será de 16 cm de ancho, se profundizará 7 cm hacia la cámara de combustión y se levantará 18 cm hacia la parte superior del block, como se muestra en la figura.



Corte de tapadera de varilla de empuje:

Al diseñar el corte de la tapadera se partió del movimiento alternativo que ocurre en las varillas de empuje. Por ejemplo, apertura y cierre de válvulas en la culata. Se diseñó un único corte en dicha tapadera situada en la parte posterior del motor.

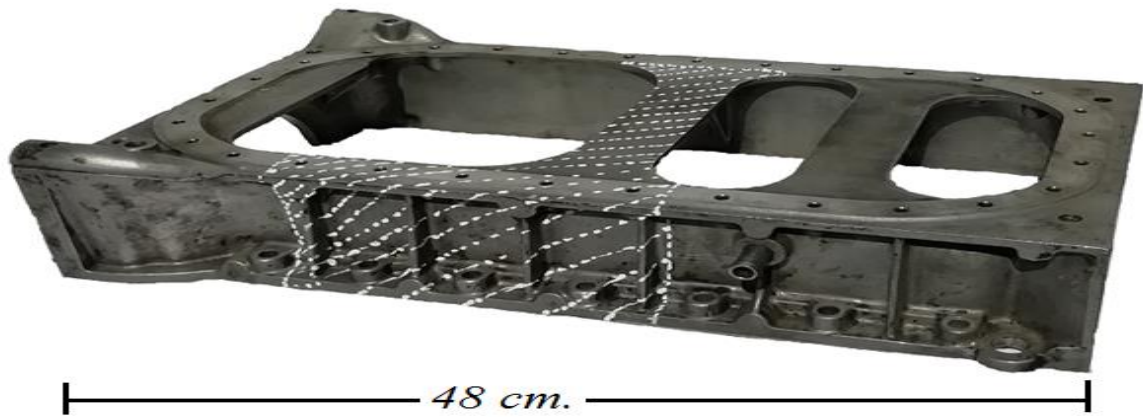
El corte será en forma rectangular el cual tendrá 20.5 cm a lo largo de la tapadera y tendrá una altura 4.5 cm., como se muestra en la figura.



Corte de espaciador entre block y cárter:

Al diseñar el corte del espaciador se partió del movimiento alternativo que ocurre en el cigüeñal y todo el conjunto móvil. Por ejemplo, ascenso y descenso de muñones y bielas, disposición física de bomba mecánica de aceite, etc. Se diseñó un único corte en dicha tapadera situada en la parte inferior del block.

El corte asimétrico tendrá 18 cm a lo largo de la tapadera y se recortará una aleta de 22 cm, como se muestra en la figura.



Corte de cárter:

Al diseñar el corte del cárter se partió del movimiento alternativo que ocurre en el cigüeñal y todo el conjunto móvil. Por ejemplo, ascenso y descenso de muñones y bielas, disposición física de bomba mecánica de aceite, etc. Se diseñó un único corte en dicho elemento.

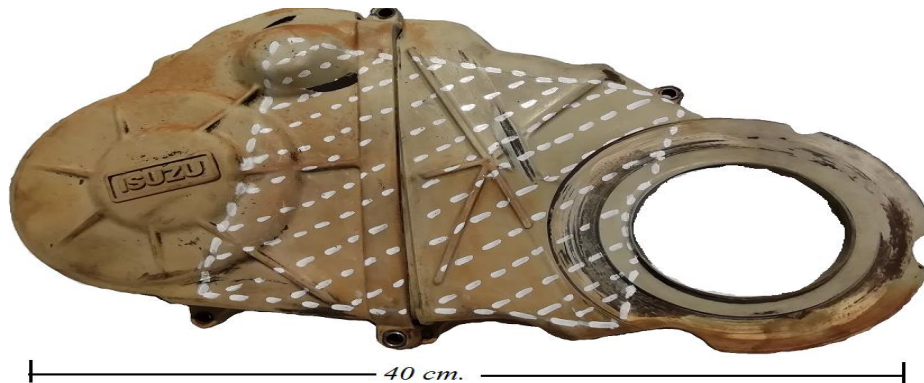
El corte asimétrico tendrá 18 cm a lo largo y 16.5 cm de ancho, como se muestra en la figura.



Corte de tapadera de distribución:

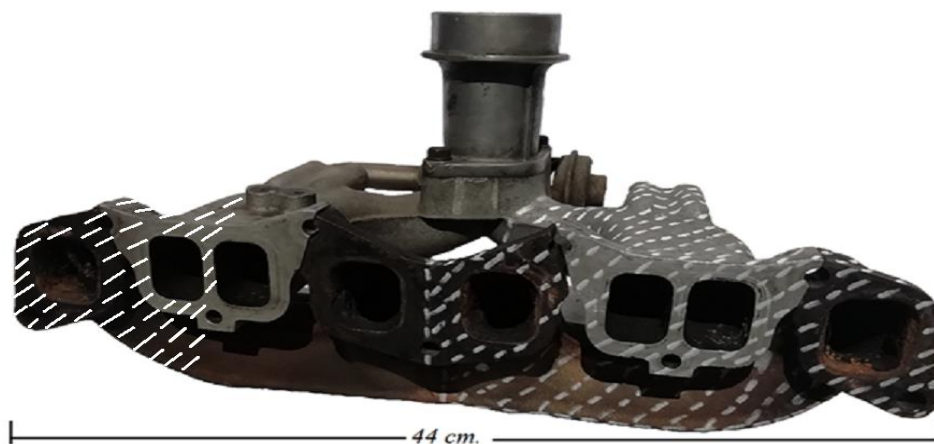
Al diseñar el corte del cárter se partió del movimiento rotativo que ocurre en las poleas de eje de leva, cigüeñal y bomba de inyección. Se diseñó un único corte en dicho elemento.

El corte asimétrico tendrá 18 cm a lo largo y 16.5 cm de alto, como se muestra en la figura.



Corte de múltiple de admisión y escape:

Al diseñar el corte del múltiple, se partió del movimiento alternativo que ocurre en el pistón, movimiento de válvulas en culata y entrada y salida de gases del motor. Se diseñó dos cortes debido a que el volumen del componente obstruiría la visión de los elementos antes descritos en este capítulo. Ambos cortes contemplan el eliminar los conductos de entrada de aire y salida de gases para los cilindros 1, 2, 4, como se muestra en la figura.



Corte de toma de agua hacia el radiador:

Al diseñar el corte de la toma de agua, se partió de la disposición del termostato y el sentido de flujo del agua. Se diseñó un solo corte con el fin de comprender el funcionamiento de dicho componente.

El corte asimétrico tendrá 6.5 cm de alto y 4.5 cm de ancho, como se muestra en la figura.



Corte de bomba mecánica de aceite:

Al diseñar el corte de la bomba, se partió del movimiento rotativo de sus elementos y el filtrado de aceite antes de la succión. Se diseñó dos cortes con el fin de verificar el funcionamiento de dicho componente.

El primer corte asimétrico tendrá 4.5 cm de ancho y 2 cm de alto y el segundo corte se hará en el filtro con el fin de observar el diseño interno del filtro y para tener una mejor visualización del diseño interno de la bomba de aceite. Como se muestra en la figura.



Corte de bomba mecánica de agua:

Al diseñar el corte de la bomba, se partió del movimiento rotativo de la turbina impulsora. Se diseñó un solo corte con el fin de verificar el funcionamiento de dicho componente. El corte asimétrico aproximadamente tendrá 11 cm de ancho y 2 cm de alto, como se muestra en la figura.



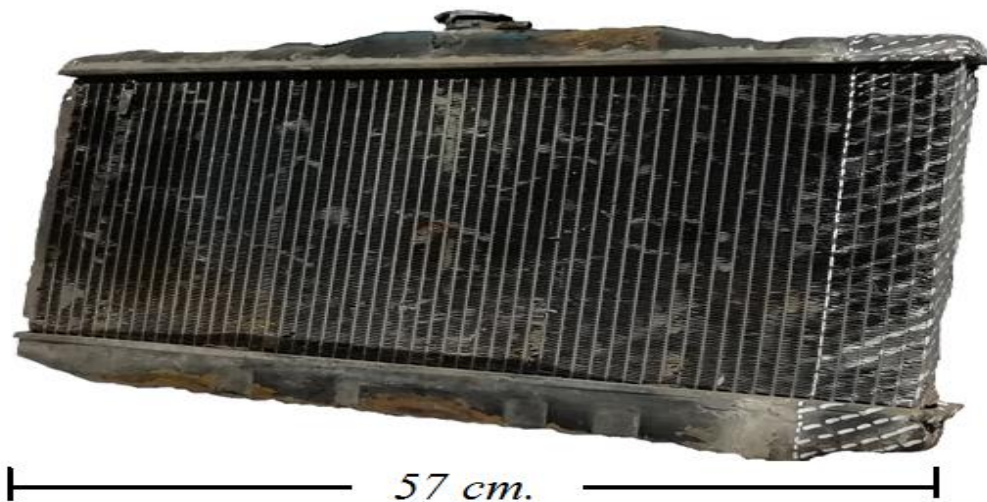
Corte de pistón:

Al diseñar el corte del pistón, se partió de la disposición de los anillos, la galería de enfriamiento y la sujeción de este a la biela. Se diseñó un solo corte con el fin de verificar dichas condiciones. El corte asimétrico aproximadamente tendrá 4.5 cm de ancho, 3 cm de profundidad, 8 cm de alto, como se muestra en la figura.



Corte de Radiador:

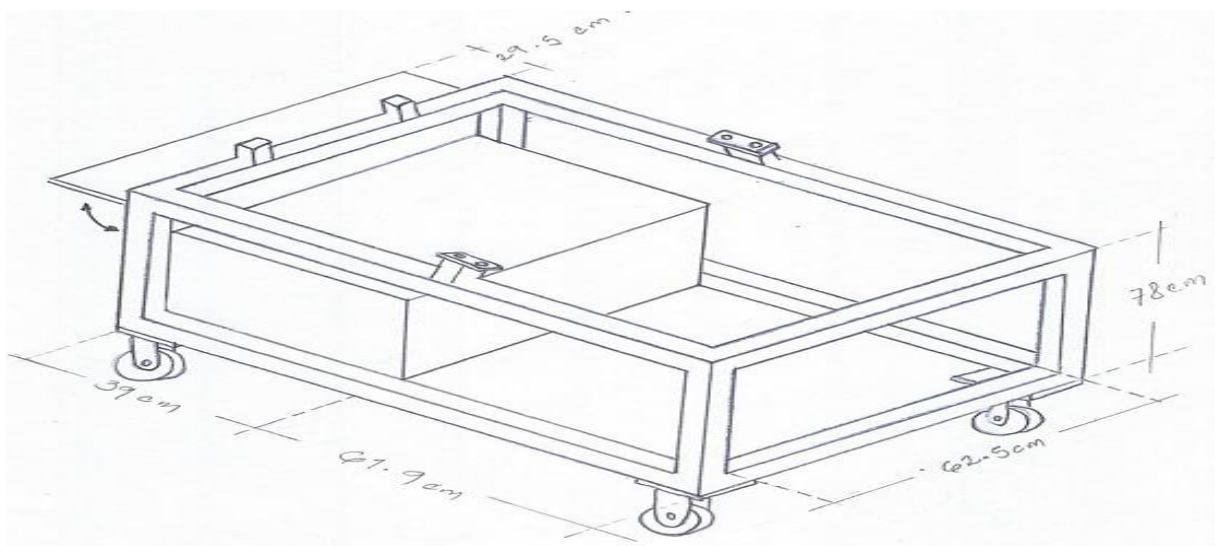
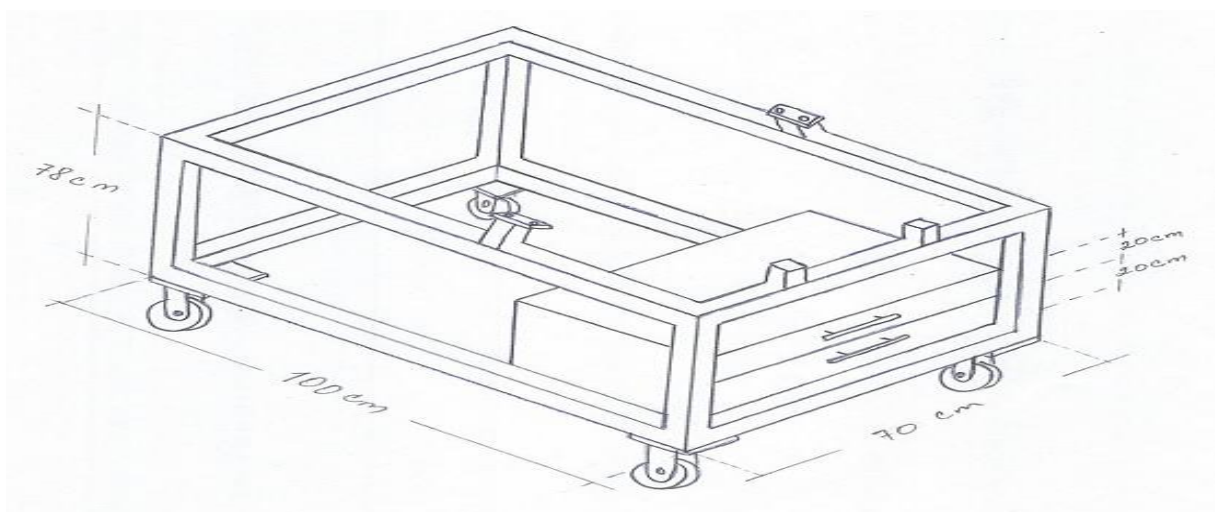
Al diseñar el corte del radiador, se partió de la disposición de la entrada y retorno de agua al radiador, así como el sentido de flujo del agua. Se diseñó un solo corte a un extremo de este, con el fin de verificar de una mejor manera este componente. El corte aproximadamente tendrá 6 cm de ancho y 41 cm de alto, como se muestra en la figura.

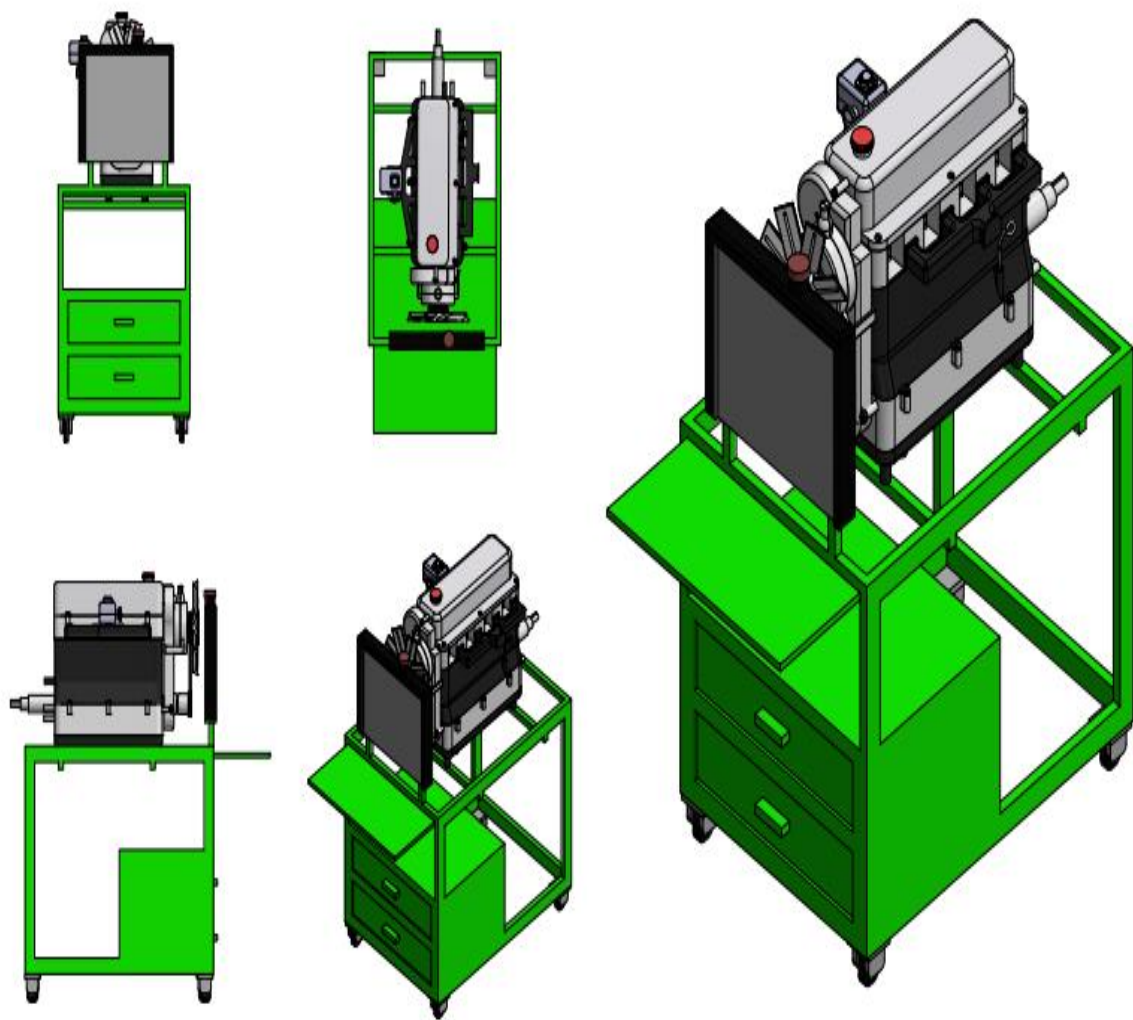


Fabricación de banco de trabajo:

Al diseñar el banco de trabajo, se partió de la disposición física de todos los componentes del motor con la finalidad de que el alumno pueda observar de una mejor manera cada componente y que a su vez facilite el aprendizaje.

La estructura será de tubo estructural de 2", chapa 14 bajo norma ASTM A 569, utilizados en la industria principalmente para la construcción y elaboración de estructuras metálicas de mayor resistencia y para mayor seguridad la carga a soportar, además la estructura, contará con tres salientes para soportar el motor y dos salientes para anclar el radiador. A su vez contará con un gabinete para el resguardo de accesorios y herramienta.





5 CAPITULO IV

5.1 GUÍAS DELABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

GUÍA DE LABORATORIO No 1.

INSPECCIÓN DE CULATAS Y ACCESORIOS.

OBJETIVO:

1. Conocer cada una de las partes que se incorporan en la culata y la función que realizan.
2. Conocer las pruebas que se realizan a la culata y sus accesorios en un motor de combustión interna.

INTRODUCCION.

La culata, también denominada cabeza del motor, consiste en un bloque de metal, generalmente de hierro fundido o aleación de aluminio, que sella la parte superior de los cilindros de un motor de combustión, para formar la cámara de combustión.

Es probablemente uno de los elementos más complejos del motor, pues sobre ella se asientan numerosos componentes, que en caso de sufrir desgastes más allá de las tolerancias permitidas, pueden acabar por afectar el 100% del funcionamiento del motor.

Es esencial en el desarrollo de la formación técnica, que el alumno adquiera la capacidad de reconocer los diferentes elementos que se incorporan en la culata, así como, la función de éstos en conjunto, de esta manera estará en capacidad de brindar juicio de valor sobre el conjunto de elementos que la componen según sea la necesidad.

NOTA: El desmontaje de una culata y su despiece se realiza después de haber diagnosticado perdidas de compresión, perdidas de aceite o de agua como consecuencia del mal estado del empaque de culata, desajuste de las válvulas sobre su asiento o a la excesiva holgura entre el vástago y su guía.

MATERIALES POR UTILIZAR

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Wipper. Libreta de apuntes.	Ratchet con cuadrado 3/8". Extensión corta para mecánico 3/8". Cubo cromado de 12 puntas N°: 10 mm. Cubo cromado de 12 puntas N°: 12 mm. Cubo cromado de 12 puntas N°: 14 mm. Llave mixta N°: 10 mm. Llave mixta N°: 12 mm. Llave mixta N°: 17 mm. Gauge de hojas. Desarmador plano.

PROCEDIMIENTO: Antes de iniciar recuerde identificar y marcar todas las piezas para montarlas nuevamente en el lugar de origen, no intercambiarlas.

1. Desmontaje de tapadera de balancín.
2. Girar el motor y llevarlo al PMS en la carrera de compresión de pistón 1.
3. Desconecte las tuberías de alimentación y retorno de combustible en los inyectores.
4. Desconecte la manguera de agua desde el enfriador de aceite hacia la culata.
5. Quitar regulación de los tornillos para calibración de válvulas.
6. Desmontar tornillos de fijación de balancines de los extremos hacia el centro para evitar deformaciones.
7. Retire el tren de balancines.
8. Extraiga las varillas de empuje.
9. Desapriete los pernos de la culata de los extremos al centro, de forma alterna de un lado a otro para evitar tensiones.
10. Para despegar la culata hacerlo con pequeños golpes utilizando un martillo de goma, evitar hacer palanca para reducir el riesgo de daño en ambas caras tanto de culata como el mismo block.

Nota: Durante el levantamiento de la culata, debe de auxiliarse de un compañero para evitar lesión lumbar debido al peso de la culata y sus componentes.

11. Coloque los componentes sobre una mesa de trabajo e identifique los componentes de la culata y realice las inspecciones visuales y físicas:

- a. Verificar alguna posible curvatura en la longitud de las varillas de empuje.
- b. Comprobar libre movimiento articulado en balancines.
- c. Verificar el estado del empaque en ambas caras.
- d. Verificar el estado de cámara de combustión y cabeza de pistón.
 - i. Manchas blancas o depósitos tipo sales. Indica fugas de agua hacia cilindro.
 - ii. Formación de depósitos de carbón. Indica exceso de combustible o mala combustión.
 - iii. Humedad de aceite en válvulas o cabeza de pistón. Indica fallo de anillos o fugas de aceite en sellos de guía de válvulas.
- e. Verificar el estado de las galerías para agua de enfriamiento, galerías de salidas de gases y galerías de admisión de aire.
- f. Verificar el estado de las toberas de inyectores.
- g. Verificar el estado de las candelas incandescentes.
- h. Verificar desgaste o adherencia de material en válvulas para admisión y escape.
- i. Comprobar la formación de depósitos de lodos en la parte superior de la culata.
- j. Comprobar el estado de los sellos de guías de válvulas.
- k. Inspección visual de resortes de válvulas.
- l. Verificar la planitud de la parte inferior de la culata y planitud de múltiples, lo cual servirá para identificar posibles desgastes o torceduras que puedan generar falla mecánica.

12. Montaje de culata en orden inverso a los pasos anteriores y respetando la posición de cada uno de los componentes.

Elaborar un reporte del desarrollo de la práctica:

1. Realizar un listado de cada una de las partes que se identificaron en la culata, colocar la función y las inspecciones y/o pruebas que se les realiza a cada una de ellas para determinar su condición. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía.
2. Investigue sobre los problemas o fallas que puede causar una mala calibración de válvulas.
3. Investigue sobre las fallas que pueden ocurrir en un motor a causa de un mal procedimiento de apriete de los pernos de fijación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 1.

INSPECCIÓN DE CULATAS Y ACCESORIOS.

COMPONENTE	FUNCIÓN	PRUEBAS



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

GUÍA DE LABORATORIO No 2.

INSPECCIÓN DE BLOCK, CIGÜEÑAL Y ELEMENTOS MÓVILES.

OBJETIVO:

1. Conocer cada una de las partes que se incorporan en el bloque de cilindros.
2. Identificar los componentes que se disponen en el cigüeñal.
3. Identificar otros componentes móviles que se presentan en un motor de combustión.
4. Definir la función que realiza cada una de las partes móviles del motor de combustión.

INTRODUCCION.

El block es una pieza fundida en hierro o aluminio su función principal es alojar los cilindros de pistón en donde se desplaza el tren alternativo formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones. Existen también cavidades formadas en el molde a través de las cuales circula el líquido refrigerante, así como otras cavidades para el aceite de lubricación cuyo filtro/enfriador de aceite también está generalmente fijo a la estructura del bloque. También existe un alojamiento con apoyos para el árbol de levas de las válvulas, el cual a su vez posee el accionamiento de la bomba mecánica de aceite, la cual va anclada al interior del block.

El bloque tiene conexiones y aperturas a través de las cuales varios dispositivos adicionales son controlados a través de la rotación del cigüeñal. Como por ejemplo la bomba de inyección, motor de arranque, bomba de agua, etc.

El block del motor debe ser rígido para soportar la fuerza originada por la combustión, resistir a la corrosión y permitir evacuar por conducción parte del calor.

MATERIALES POR UTILIZAR

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Wipper. Libreta de apuntes.	Ratchet con cuadrado 3/8". Extensión corta cuadrado 3/8". Cubo cromado de 12 puntas N°: 10 mm. Cubo cromado de 12 puntas N°: 17 mm. Llave mixta N°: 10 mm. Llave mixta N°: 12 mm. Llave mixta N°: 17 mm. Desarmador plano. Comprimidore de anillos. Regla de planitud.

PROCEDIMIENTO: Antes de iniciar recuerde marcar todas las piezas para montarlas nuevamente en el lugar de origen, no intercambiarlas.

En esta práctica el participante deberá:

1. Desmontar culata según procedimiento expuesto en guía 1.
2. Desmontar bayoneta desde terminal roscado.
3. Desmontar Cáster y Espaciador en la parte inferior.
4. Asegúrese de que el pistón 2 se encuentre en su PMI para mejor acceso, el cambio de posición de cigüeñal se debe realizar por medio de la manivela instalada en el volante.
5. Desapriete y desmonte sombrerete de biela de pistón 2.
6. Girar el cigüeñal en sentido horario hasta el PMS y desmontar el pistón 2.

Nota: Asegúrese de no golpear o rayar el muñón del cigüeñal durante la extracción

7. Identificar el árbol de levas, los empujadores de válvulas y engranaje de accionamiento de la bomba de aceite.

8. Identifique y evalúe los componentes.
 - a. Inspección de superficie de asentamiento en block, en busca de picaduras en los orificios de refrigeración y lubricación, oxidación por fugas de agua, obstrucción de orificios de enfriamiento y lubricación.
 - b. Realizar prueba de planitud en block para determinar deformaciones.
 - c. Inspección visual de las ranuras del pistón y anillos.
 - d. Inspección visual de cojinetes de biela.
 - e. Inspección de biela en busca de flexión.
 - f. Revisar condición de camisas por quemaduras, ralladuras o desgaste anormal.
 - g. Revisar muñón de cigüeñal por ralladuras o golpes.
 - h. Revisar superficies de contacto del árbol de levas y empujadores.
9. Arme nuevamente el block y sus componentes en orden inverso a los pasos anteriores y respetando la posición de cada uno de ellos.

Elaborar un reporte del desarrollo de la práctica:

1. Elaborar un listado de las partes que se incorporan en la parte externa del block, así como la función que realiza cada una de ellas.
2. Elaborar un listado de las partes internas que se incorporan en el tren motriz y los componentes al interior del block, así como la función que realiza cada una de ellas.
4. Uno de los integrantes del grupo deberá exponer de forma lógica el funcionamiento de las partes antes mencionadas en el motor de combustión. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía.
5. Investigue 3 diferencias entre un block para motor diésel y un block para motor a gasolina.
6. Investigue sobre fallas a causa de un mal rectificado de las caras de asentamiento en el block.



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 2.

INSPECCIÓN DE BLOCK, CIGÜEÑAL Y ELEMENTOS MÓVILES.

COMPONENTES EN PARTE EXTERNA DE BLOCK	FUNCIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 2.

INSPECCIÓN DE BLOCK, CIGÜEÑAL Y ELEMENTOS MÓVILES.

COMPONENTES EN TREN MOTRIZ.	FUNCIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

GUÍA DE LABORATORIO No 3.

DISTRIBUCIÓN O PUESTA A TIEMPO DE MOTOR.

OBJETIVO:

1. Comprender como funciona la distribución de un motor de combustión interna.
2. Conocer los elementos que componen la distribución y cuál es la finalidad de este sistema.
3. Definir la función del sistema de distribución.

INTRODUCCION:

El sistema de distribución es el conjunto de elementos destinados a transmitir el giro del eje cigüeñal hacia eje de la distribución (eje de levas) y a la bomba de inyección en forma coordinada; mediante engranes, cadena o faja. La relación de giro entre el cigüeñal y el eje de levas es 2:1 (dos a uno), es decir por dos giros del eje cigüeñal el eje de distribución gira una vez; la relación de giro entre el cigüeñal.

El sistema de distribución coordina gran parte de las piezas móviles del motor para que, de lugar a una correcta entrada y salida de gases en los cilindros, esto es posible gracias a que abre y cierra las válvulas tanto de admisión como de escape de manera sincronizada a través del giro por medio del cigüeñal.

La transmisión de dichos movimientos puede ser:

Mando directo: Se engranan ambos piñones entre sí y giran en sentidos contrarios.

Mando indirecto: Se transmite el movimiento a través de una correa, una cadena o piñones intermediarios.

Para la correcta sincronización del eje cigüeñal con el eje de levas ya sea de mando directo o indirecto, se aprovisionan marcas especiales para los piñones de la distribución. La acción de montar los piñones a los ejes y sincronizarlos se llama “Calaje de la Distribución”

MATERIALES POR UTILIZAR

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Wipper.	Ratchet con cuadrado 3/8”.
Libreta de apuntes.	Extensión corta cuadrado 3/8”.
Marcador o corrector líquido.	Cubo cromado de 12 puntas N°: 10 mm.
	Cubo cromado de 12 puntas N°: 19 mm.
	Llave mixta N°: 10 mm.
	Llave mixta N°: 19 mm.
	Desarmador plano.

PROCEDIMIENTO:

En la práctica del sistema de distribución el participante deberá:

1. Desmontar el radiador.
2. Quitar tensión y desmontar faja del alternador por medio del tensor en el alternador.
3. Desmontar ventilador.
4. Desmontar tapadera de distribución.
5. Identificar las partes que componen el sistema de distribución.
6. Identificar las marcas utilizadas para sincronizar en el motor de combustión interna.
7. Utilizando las marcas, realice pruebas de sincronismo en el motor.
8. Desmontar o liberar la tensión del balero tensor sobre la faja de distribución.
9. Desmonte la faja de distribución.
10. Girar el cigüeñal y observar los problemas que se presentan.
11. Sincronice nuevamente el motor.
 - a. Asegúrese que el pistón 1 se encuentra en la carrera de compresión. Recuerde realizar el giro con la polea de cigüeñal y haga coincidir el puntero con la marca de la polea, según la figura 1.

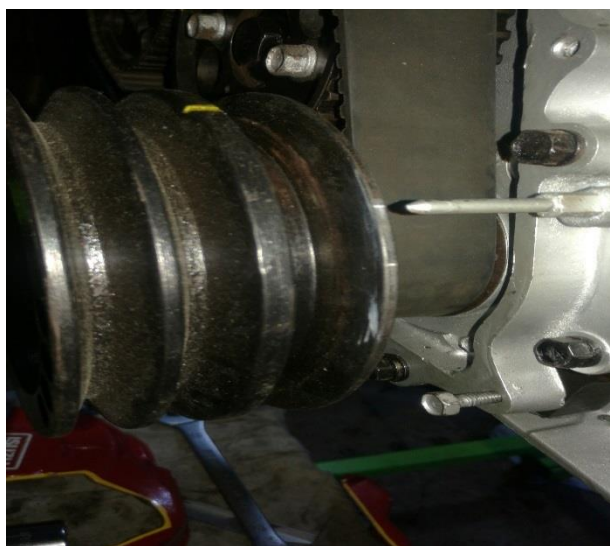


Figura 1. Polea de cigüeñal y puntero de block

- b. Coloque las marcas de eje de levas y bomba de inyección en su posición correcta. Como muestra la figura 2.

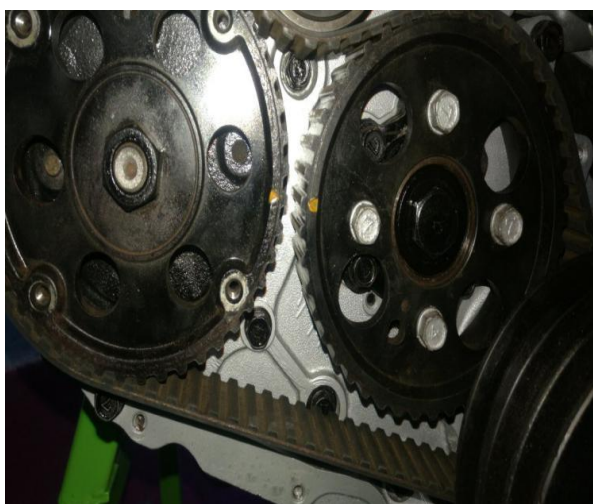


Figura 2. Puntero de eje de leva y bomba de inyección.

12. Instale nuevamente la faja dentada, sostenga firmemente las poleas para evitar el giro de estas durante el montaje de la faja.
13. Instale nuevamente el tensor de faja.

14. Montar componentes en orden inverso al desmontaje.

Elaborar un reporte del desarrollo de la práctica:

1. Elaborar un listado de las partes que se incorporan en el sistema de distribución y colocar la función que realiza cada una de ellas. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía.
2. Discuta al final de la clase acerca de los problemas producidos por causa de un mal sincronismo.
3. Investigue sobre los diferentes tipos de distribución aplicados para los motores de combustión interna.



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 3.

DISTRIBUCIÓN O PUESTA A TIEMPO DE MOTOR.

COMPONENTES EN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.	FUNCIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

GUÍA DE LABORATORIO No 4.
SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

OBJETIVO:

1. Comprender la función del sistema de lubricación.
2. Conocer las partes que componen el sistema y la función que realiza cada una de ellas.
3. Comprender los conceptos relacionados con el sistema.
4. Comprender las pruebas que se realizan a los componentes.

INTRODUCCION:

Sistemas de lubricación. Son el conjunto de componentes que ayudan distribuir el aceite por las piezas del motor. El objetivo principal del sistema es hacer llegar una película de aceite lubricante a cada una de las superficies en las piezas que están en movimiento y en contacto entre sí, con la finalidad de evitar desgastes excesivos y prematuros de cada componente.

Para cumplir con sus objetivos, existen diferentes tipos de lubricación que actúan en un motor diésel: Lubricación Hidrodinámica: se produce entre el eje cigüeñal y los cojinetes por acción de la bomba mecánica y del incremento de presión en el circuito, Lubricación Hidrostática: entiéndase como la lubricación entre cigüeñal y el cojinete antes del ingreso de aceite a presión desde la bomba mecánica y Lubricación Elastohidrodinámica: se produce entre el dentado de los engranajes para los elementos motrices al interior del block.

El aceite también actúa como un agente de limpieza, al circular el aceite, lava y limpia los cojinetes y otras partes del motor. El aceite recoge partículas de suciedad, llevándolas de regreso al cárter. Las partículas más grandes se depositan en la parte inferior del cárter, las más pequeñas se quedan en el filtro de aceite cuando este es enviado nuevamente al motor.

Para garantizar la vida útil un motor, es necesario realizar inspecciones preventivas o análisis al aceite, lo cual nos ayudara a determinar la cantidad de partículas y el tipo de partículas presentes en el aceite.

Definición de conceptos:

Viscosidad: es la resistencia de un líquido a fluir. Es decir, cuanto más viscoso sea un lubricante más le costará fluir por una superficie.

API: Instituto Americano del Petróleo, el cual define una serie de exigencias mínimas que los lubricantes deben cumplir.

SAE: Society of Automotive Engineers

TBN del aceite: representa la reserva alcalina en miligramos de Hidróxido de Potasio que contiene un gramo de aceite esta medida indica la capacidad que tiene el aceite de neutralizar los ácidos generados durante el proceso de combustión, por tal motivo a mayor contenido de azufre mayor será la reserva alcalina exigida al lubricante con el fin de ofrecer protección al motor (motores Diesel).

TAN del aceite: es medida de los ácidos orgánicos presentes en los lubricantes, lo cual nos permite conocer la capacidad corrosiva del aceite cuando se aplica en las piezas metálicas.

Aceite multigrado: mantienen estable la viscosidad del aceite ante cambios bruscos de temperatura, también llegan más rápido a las piezas para lubricarlas aun estando en frío. El arranque del motor en frío es más rápido protegiéndolo del desgaste, todo esto ofrece mayor vida útil al motor.

Aceite mono grado: son aquellos que sólo tienen un grado de viscosidad, pueden ser para invierno o verano, indicando los márgenes de temperatura en los cuáles ese aceite cumple con sus funciones. Son utilizados para cambios de temperaturas mínimas a lo largo del año.

Aditivo: Los aditivos son sustancias químicas activas que se añaden a los aceites para proteger al lubricante de cambios químicos, tal como la oxidación del aceite, para proteger la maquinaria del ataque de los productos de la combustión y para mejorar o añadir más propiedades físicas al lubricante, tal como mejorar la fluidez del aceite.

MATERIALES POR UTILIZAR.

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Wipper. Libreta de apuntes	Ratchet con cuadrado 3/8". Extensión corta cuadrado 3/8". Cubo cromado de 12 puntas N°: 10 mm. Cubo cromado de 12 puntas N°: 12 mm. Llave mixta N°: 12 mm. Llave mixta N°: 19 mm. Desarmador plano. Calibrador de hojas.

PROCEDIMIENTO:

En la práctica el participante deberá:

1. Identificar los componentes del sistema y definir la función que cada uno realiza.
2. Desmontar la bayoneta y el cárter, realizar inspección interna, identificar los separadores y definir la función de estos.
3. Identificar y desmontar bomba de aceite lubricante, desarmar la bomba y analizar su funcionamiento.
4. Identificar engranaje de accionamiento de la bomba de aceite lubricante y verificar la holgura entre ellos.
5. Armar y montar bomba de aceite.
6. Montar cárter nuevamente.

7. Identificar y analizar el funcionamiento del filtro de aceite (Desmontar si es necesario).
8. Identificar las galerías de lubricación en la culata y las partes que son lubricadas por el sistema en el motor.
9. Identificar y analizar la función del enfriador del aceite.

Elaborar un reporte del desarrollo de la práctica:

1. Elaborar un listado de las partes que se incorporan en el sistema de lubricación y colocar la función que realiza cada una de ellas. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía.
2. Investigue sobre las fallas comunes que ocurren en este sistema y que tipos de pruebas pueden realizarse en este sistema,
3. Investigar sobre las fallas de ocurren en los cojinetes y los demás componentes mecánicos por causa de las condiciones de los aceites



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 4.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

COMPONENTES EN SISTEMA DE LUBRICACIÓN.	FUNCIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

GUÍA DE LABORATORIO No 5.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

OBJETIVO:

1. Comprender la función que realiza el sistema de refrigeración en un motor de combustión interna.
2. Conocer las partes y la función que realiza cada una de ellas.
3. Comprender las pruebas que deben realizarse al sistema para asegurar su buen funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

El sistema de enfriamiento tiene la función principal de evitar el sobrecalentamiento en el motor de combustión, utilizando la transferencia del calor generado por el motor hacia el ambiente, aunque no se transfiere todo el calor ya que éstos necesitan trabajar con una temperatura normal de operación para mejorar su eficiencia.

Por eso es necesario que en los casos que el motor se encuentra frío el sistema ayuda a que no se desgasten los componentes prematuramente, optimizando su eficiencia y reduciendo la contaminación hacia el ambiente, es por eso que el sistema está diseñado para ayudar al motor a alcanzar la temperatura normal de operación lo antes posible y evitar que se eleve más de lo permisible.

En conjunto todos los componentes que se integran en el sistema de enfriamiento se encargan de absorber, transportar y de disipar conveniente todo el calor producido por el motor de combustión

MATERIALES POR UTILIZAR.

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Wipper. Libreta de apuntes.	Ratchet con cuadrado 3/8". Extensión corta cuadrado 3/8". Cubo cromado de 12 puntas N°: 10 mm. Cubo cromado de 12 puntas N°: 12 mm. Llave mixta N°: 10 mm. Llave mixta N°: 12 mm. Desarmador plano.

PROCEDIMIENTO:

En la práctica el participante deberá:

1. Identificar los componentes del sistema de enfriamiento.
2. Identificar el sentido de flujo del agua en el sistema y sus galerías.
3. Desmontar toma de agua y termostato y verificar la adherencia de sales minerales.
4. En un depósito calentar agua y someter el termostato a temperatura y con un termómetro tomar nota en el momento de apertura y definir el funcionamiento de este.
5. Quitar tensión y desmontar faja por medio del tensor en el alternador.
6. Desmontar ventilador y su polea y analizar su funcionamiento.
7. Desmontar bomba de agua, analizar funcionamiento y revisar su condición de operación, montar nuevamente.
8. Analizar el funcionamiento del intercambiador de calor del sistema y analizar su estado, revisar depósitos o sedimentos y obstrucciones en las galerías.
9. Identificar la ampollita del indicador de temperatura y analizar su funcionamiento.
10. Identificar el depósito de expansión y analizar su función.
11. Revisar cual es el nivel adecuado del refrigerante.
12. Discutir la razón de usar refrigerante y no agua normal.
13. Analizar la función del tapón del intercambiador de calor.

Elaborar un reporte del desarrollo de la práctica y desarrollar las siguientes interrogantes.

1. Defina la función del sistema de enfriamiento en un motor de combustión interna.
2. Identificar las diferentes partes que componen el sistema de enfriamiento en el motor y sacar un listado con la función que cada uno realiza.
3. Elaborar según su criterio un listado de las pruebas que se realizan para determinar si el sistema se encuentra en buen funcionamiento.
4. Investigar la forma adecuada de la prueba de hermeticidad del sistema para detección de fugas. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía.



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 5.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

DEFINA LA FUNCIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:

PRUEBA DE HERMETICIDAD EN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:

COMPONENTE	FUNCIÓN	PRUEBAS



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

GUÍA DE LABORATORIO No 6.

SISTEMA DE INYECCIÓN

OBJETIVO:

1. Comprender la función que realiza en sistema de inyección en un motor de combustión interna.
2. Conocer las partes y la función que realiza cada una de ellas.
3. Conocer las pruebas que se pueden realizar al sistema y a las diferentes partes de este.
4. Definir la función del sistema de inyección en un motor de combustión interna.

INTRODUCCIÓN

El sistema de inyección con combustible diésel es el encargado de suministrar el combustible desde el tanque o depósito de almacenamiento hasta el motor de combustión. Este sistema está compuesto por dos etapas, una de baja presión; que es la encargada de transportar el combustible desde el tanque de almacenamiento hasta la bomba de inyección, también, en ella se dispone todo el sistema de filtración para garantizar que el combustible circule libre de partículas y humedad. También se tiene la etapa de alta presión en donde se encuentra la bomba de inyección; en ésta se eleva la presión en el combustible que se necesita para abrir las válvulas de inyección a la presión recomendada por el fabricante. Es importante resaltar que si este sistema no funciona de forma adecuada el motor tendrá muchas fallas en la operación y limitará su rendimiento.

MATERIALES POR UTILIZAR

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Wipper. Libreta de apuntes.	Ratchet con cuadrado 3/8". Extensión corta cuadrado 3/8". Cubo cromado de 12 puntas N°: 10 mm. Cubo cromado de 12 puntas N°: 12 mm. Llave mixta N°: 10 mm. Llave mixta N°: 12 mm. Fuente de 12 voltios. Desarmador plano.

PROCEDIMIENTO:

En la práctica el participante deberá:

1. El instructor deberá seleccionar un alumno para que identifique visualmente las diferentes partes del sistema de inyección diésel y describa la función de cada una de ellas.
2. El instructor deberá seleccionar un alumno para que identifique visualmente la bomba de inyección y analice su funcionamiento.
3. El instructor deberá seleccionar un alumno para que identifique visualmente las marcas de sincronismo de la bomba de inyección con respecto a las del motor.
4. Desmonte las 4 candelas de incandescencia y con una fuente de 12 vol. someterlas a voltaje, registrar el tiempo que se tardó en calentar, verificar su buen funcionamiento, montar nuevamente.
5. Identifique el filtro de combustible y discuta sobre su funcionamiento, desmontar el filtro de combustible si es necesario.
6. Identifique la bomba de transferencia y analice su funcionamiento.

7. Desmonte el tubo de combustible desde la bomba de inyección a inyector 4, desmontar tubo común de alimentación a los inyectores, desmontar inyector 4 y analizar su función, al finalizar la discusión instale nuevamente.
8. Identifique la manguera de entrada y retorno de combustible en el motor.
9. Identifique la manguera de entrada y retorno de combustible a la bomba de inyección.

Elaborar un reporte del desarrollo de la práctica:

1. Elaborar un listado de las partes que se incorporan en el sistema de inyección y colocar la función que realiza cada una de ellas. Para su comodidad utilice el formato de reporte adjunto en esta guía.
2. Investigar sobre los distintos sistemas de inyección y sobre el funcionamiento de una bomba de inyección lineal.
3. Investigas sobre las pruebas a realizar en un sistema de inyección y que tipos de fallas ocurren en este sistema.



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACUTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

REPORTE DE LABORATORIO No 6.

SISTEMA DE INYECCIÓN.

COMPONENTES EN SISTEMA DE INYECCIÓN.	FUNCIÓN

6 CAPITULO V

6.1 CONCLUSIONES.

- Es de vital importancia, para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, la implementación de prácticas de un laboratorio en la asignatura de motores de combustión interna para reforzar los conocimientos teóricos adquiridos.
- Mediante el desarrollo de las prácticas, los estudiantes estarán en capacidad de determinar factores y elementos básicos que rigen y regulan el comportamiento de un motor de combustión interna, lo anterior le brindará bases para el análisis de fallas en un motor de combustión interna.
- La implementación de prácticas de laboratorio de motores de combustión interna permite desarrollar criterios para realizar posibles pruebas en diferentes sistemas que componen un motor de combustión en general ya sea gasolina o Diésel.
- Con la implementación de un nuevo método de estudio como lo son las guías teóricas, se asegura que no se obviará ningún concepto importante durante el desarrollo de las prácticas, ya que están elaboradas de una forma lógica y ordenada.
- Con el seccionamiento del motor se podrá visualizar la forma y construcción de los componentes seccionados en los diferentes sistemas, lo que contribuirá a asimilar mejor los conceptos en las prácticas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Como parte del desarrollo del laboratorio, se recomienda diseñar y desarrollar otras prácticas que refuercen otros conceptos adquiridos en las diferentes materias de la carrera de ingeniería mecánica.
- Para la universidad es necesario reforzar el área de laboratorio de motores de combustión interna y buscar, por medio de empresas, donativos de motores que puedan utilizarse con la finalidad de enriquecer el conocimiento de los alumnos.
- Implementar la investigación en el área de motores de combustión interna, desarrollando nuevos proyectos físicos o escritos, que puedan ayudar a la universidad a diversificar su programa de enseñanza para beneficiar a los futuros profesionales que egresen de la carrera de mecánica.
- Utilizar el motor seccionado para cualquier otra práctica que sea de beneficio para la enseñanza de los futuros profesional.
 - Involucrar a los estudiantes de ingeniería eléctrica en la implementación de proyectos como el montaje de un motor eléctrico con baterías de ciclo profundo cargadas con paneles solares, que ayuden a mover el motor seccionado para visualizar el funcionamiento de sus partes.
 - Desarrollar otros proyectos con los estudiantes de ingeniería mecánica sobre la composición metalúrgica de todas las partes que componen el motor seccionado.

6.3 BIBLIOGRAFIA

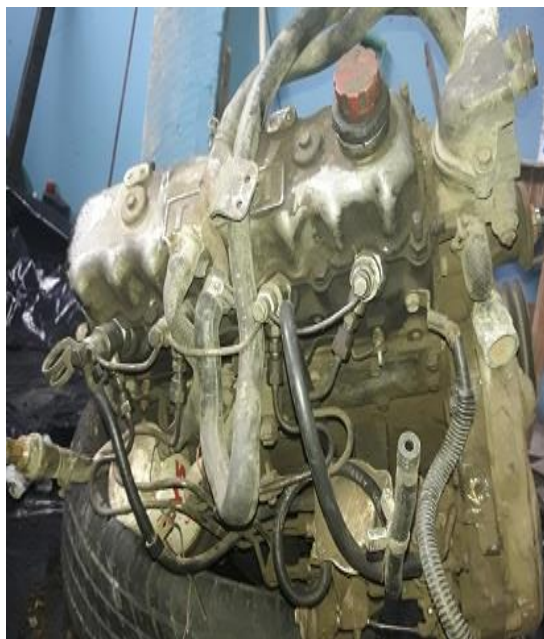
- Robert Bosch. Sistema de inyección Diésel por acumulador Common Rail. Editorial Reverte 2005.
- Miguel Ángel Pérez Bello. Sistemas auxiliares de motor, segunda edición. Editorial paraninfo 2017.
- Albert Martí Parera. Inyección electrónica en motores Diésel. Editorial boixareu 1996.
- "El magnetismo" Curso Básico de Electricidad y Electrónica: Editorial Service Company.
- Werner Schwoch : "Manual Práctico del Automóvil". Pág. 193 *Dispositivos de arranque*.
- Levi Cárcamo. (2011). Platinos, cuñeros y sellos válvulas. [Power Point]. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/galarga/platinoscueros-y-juntas-de-valvula>.
- Marco Alegría. (2016). Funcionamiento automotriz. [Revista automotriz]. Recuperado de: <https://memolira.com/noticias/dia-del-arbol-de-levas/>.
- Sebastián Moscote. (2015). Varilla impulsadora. [blogspot]. Recuperado de: <http://sebastianmosco22.blogspot.com/p/varilla-impulsadora.html>.
- Aficionado a la mecánica. (2014). Elementos móviles. [blogspot]. Recuperado de: <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-distribucion.htm>
- Brian Navarrete. (2015). Sistema de carga. [Power Paint]. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/BrianNavarrete/sistema-de-carga-53129590>

6.4 ANEXOS.

REGISTRO FOTOGRAFICO.



Motor completo proceso de desarmado y limpieza inicial.



Motor completo proceso de desarmado y limpieza inicial.



Desmontaje de elementos externos.



Desmontaje de cárter y bomba de aceite.



Desmontaje de balancines.



Desmontaje de pistones.



Desmontaje de eje de levas.



Desmontaje de culata.



Limpieza de elementos motrices.



Limpieza de block



Seccionamiento de bomba de aceite.



Seccionamiento de bomba de agua.



Seccionamiento de cárter.



Seccionamiento de tapa de levas.



Seccionamiento de pistón.



Seccionamiento de múltiple para aire y gases de escape.



Montaje de motor sobre banco.



Montaje de motor sobre banco.

Especificaciones Técnica Motor C223.

Notas		Valor especificado
Identificación del vehículo		
Nº de cilindros	Tipo	4/OHV
Cilindrada	cc	2238
Relación de compresión	:1	21
Sistema de inyección		
Bomba de inyección/combustible	Marca	Bosch
Bomba de inyección/combustible	Tipo	VE
Bomba de inyección/combustible	Nº de pieza	9 460 610 121
Orden de inyección		1-3-4-2
1 Inyector	Marca	
Presión de apertura de la tobera del inyector - nuevo/usado	bar	103/93
Reglaje y emisiones		
Recorrido del émbolo (bomba)	mm DPMI	0,5
Posición del cigüeñal (n = DPMS)	°APMS	15
Método de ajuste	Motor/bomba	Indicador / Comparador de cuadrante
Régimen de ralentí	rpm	700±25
Velocidad nominal sin carga	rpm	5100-5400
Temperatura del aceite	°C	80
Régimen de ralentí - para prueba de humo	rpm	675-725
Gama de velocidad regulada - para prueba de humo	rpm	5100-5400
Motor de arranque	Tipo	12V/2,0 kW
Amperaje máximo de arranque	A	270-330
Rendimiento del alternador	A/V/rpm	45/12/2500
Bujías de incandescencia		
Tensión nominal de las bujías de incandescencia	V/A	5/11
Tiempo de activación de las bujías de incandescencia	s	20 Max
Bujía de incandescencia - Nº de pieza	Beru	749 MJ
Bujía de incandescencia - Nº de pieza	Bosch	0 250 202 008
Bujía de incandescencia - Nº de pieza	Champion	CH110
Bujía de incandescencia - Nº de pieza	Lucas/CAV	HDS247
Mantenimiento y reglajes		
Juego de válvulas - ADMISIÓN	mm	0,40 caliente
Juego de válvulas - ESCAPE	mm	0,40 caliente
Presión de compresión	bar	30,0
Presión de aceite	bar/rpm	1,5/700
Tapón del radiador	bar	0,9-1,2
Termostato (primario/secundario) abierto	°C	82
Tamaño de la correa auxiliar - alternador	mm	12,5x875

Fabricante: Isuzu

Modelo: Trooper 2.2D

(c) Autodata Limited 2009

Código de motor: C223

Potencia: 45 (61) 4000

Valid forever. 25/09/2014

Reglado para:

Año: 1982

V8.500- **/Autodata**

Pares de apriete

Instrucciones de la culata		
----------------------------	--	--

Culata

Etapa 1	Apretar	63 Nm
Etapa 2	Apretar	83 Nm

Otros pares de apriete

Cojinetes del cigüeñal	Fase 1	80 Nm
Cojinetes del cigüeñal	Fase 2	167 Nm
Cojinetes de cabeza de biela	Fase 1	40 Nm
Cojinetes de cabeza de biela	Fase 2	83 Nm
Volante/disco de transmisión		118 Nm
Plato de presión del embrague		16-20 Nm
Tornillo central de la polea/del amortiguador del cigüeñal		137 Nm
3 Engranaje/piñón del árbol de levas		
Tapa de válvulas/de balancines		8-18 Nm
Inyector/abrazadera		69 Nm
Racores de los tubos del inyector		25 Nm
Tobera del inyector a soporte		30-40 Nm
Engranaje/piñón de la bomba de inyección/combustible		47 Nm
Brida de la bomba de inyección/combustible		30 Nm
Soporte de la bomba de inyección/combustible		14 Nm
Bujías de incandescencia		14 Nm

(kg-m)

Bolt identification Bolt diameter x pitch (mm)			
	4 T (Low carbon steel)	7 T (High carbon steel)	9 T (Alloy steel)
6 x 1.0	0.4 — 0.8	0.6 — 1.0	—
8 x 1.25	0.8 — 1.8	1.2 — 2.3	1.7 — 3.1
10 x 1.25	2.1 — 3.5	2.8 — 4.7	3.8 — 6.4
*10 x 1.5	2.0 — 3.4	2.8 — 4.6	3.7 — 6.1
12 x 1.25	5.0 — 7.5	6.2 — 9.3	7.7 — 11.6
*12 x 1.75	4.6 — 7.0	5.8 — 8.6	7.3 — 10.9
14 x 1.5	7.8 — 11.7	9.5 — 14.2	11.6 — 17.4
*14 x 2.0	7.3 — 10.9	9.0 — 13.4	10.9 — 16.3
16 x 1.5	10.6 — 16.0	13.0 — 20.0	16.3 — 24.5
*16 x 2.0	10.2 — 15.2	13.2 — 19.8	15.6 — 23.4
18 x 1.5	15.4 — 23.0	19.9 — 29.9	23.4 — 35.2
20 x 1.5	21.0 — 31.6	27.5 — 41.3	32.3 — 48.5
22 x 1.5	25.6 — 42.2	37.0 — 55.5	43.3 — 64.9
24 x 2.0	36.6 — 55.0	43.9 — 72.5	56.5 — 84.7

Fabricante: Isuzu

Modelo: Trooper 2.2D

(c) Autodata Limited 2009

Código de motor: C223

Potencia: 45 (61) 4000

Valid forever. 25/09/2014

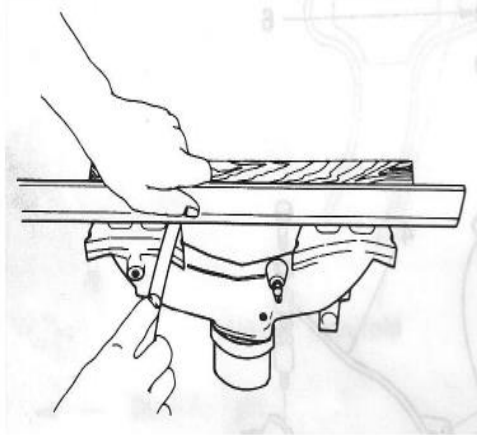
Reglado para:

Año: 1982

V8.500- **/Autodata**

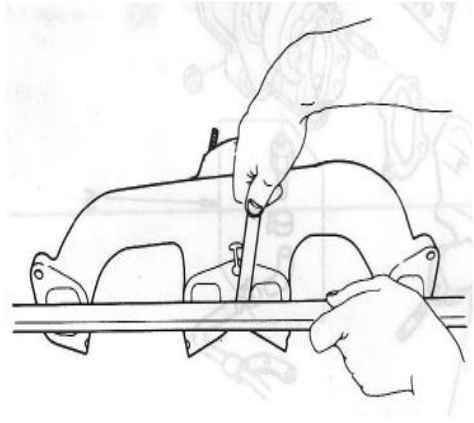
INFORMACION TECNICA COMPLEMENTARIA.

PRUEBA DE PLANITUD DE MULTIPLE DE ADMISION.



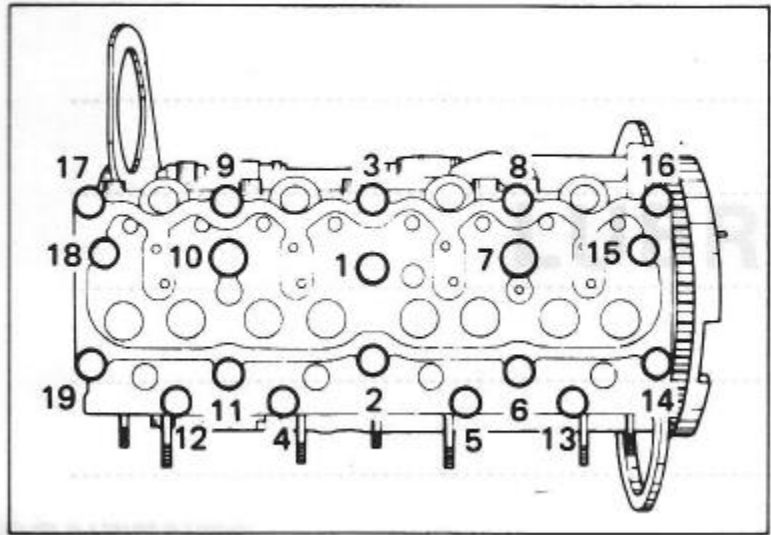
Limit	mm(in.)	0.2 (0.0079)
-------	---------	--------------

PRUEBA DE PLANITUD DE MULTIPLE DE ESCAPE.

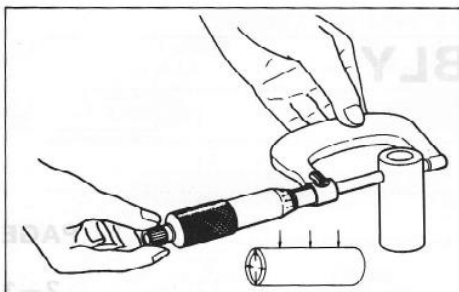


Limit	mm(in.)	0.5 (0.0197)
-------	---------	--------------

SECUENCIA DE APRIETE TORNILLOS DE FIJACIÓN PARA CULATA.

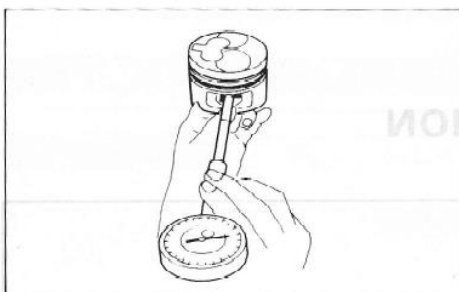


INSPECCION DE PISTON.



BULÓN: INSPECCIONE VISUALMENTE EN BUSCA DE DAÑOS, DESGASTES U OTRAS CONDICIONES ANORMALES.

(mm)	
Standard	Limit
29.0	28.97

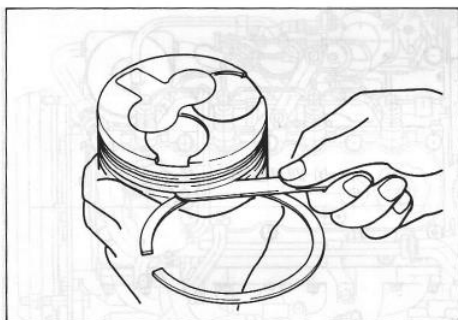


MIDA EL DIÁMETRO EN VARIOS PUNTOS ALREDEDOR DE LA CIRCUNFERENCIA.

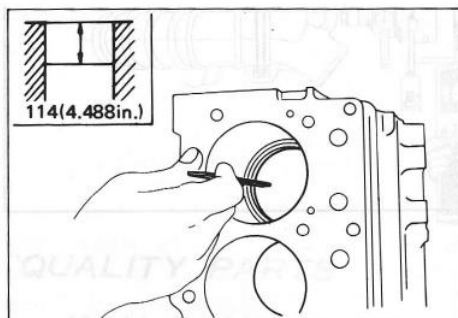
INTERFERENCIA ENTRE BULON Y PISTON NO DEBE SUPERAR LOS SIGUIENTES DATOS.

(mm)	
Standard	0.002 — 0.012

HOLGURA ENTRE EL ANILLO DEL PISTÓN Y LA RANURA DEL ANILLO



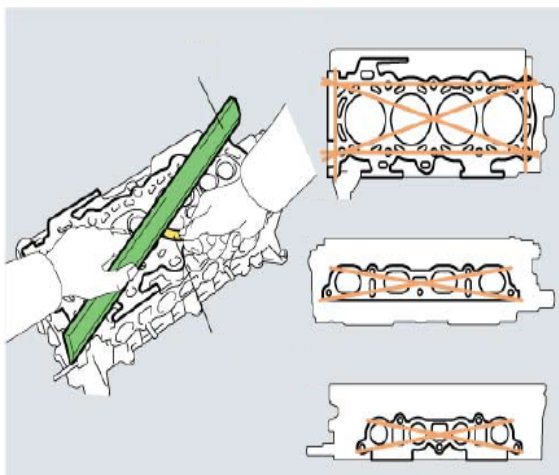
	(mm)	
	Standard	Limit
1st compression ring	0.120 — 0.155	0.185
2nd compression ring	0.050 — 0.085	0.115
Oil ring	0.030 — 0.070	0.100



ELIMINE LOS DEPOSITOS DE CARBON DE LOS ANILLOS PARA EFECTUAR PRUEBA DE DESGASTE DESTRO DEL CILINDRO.

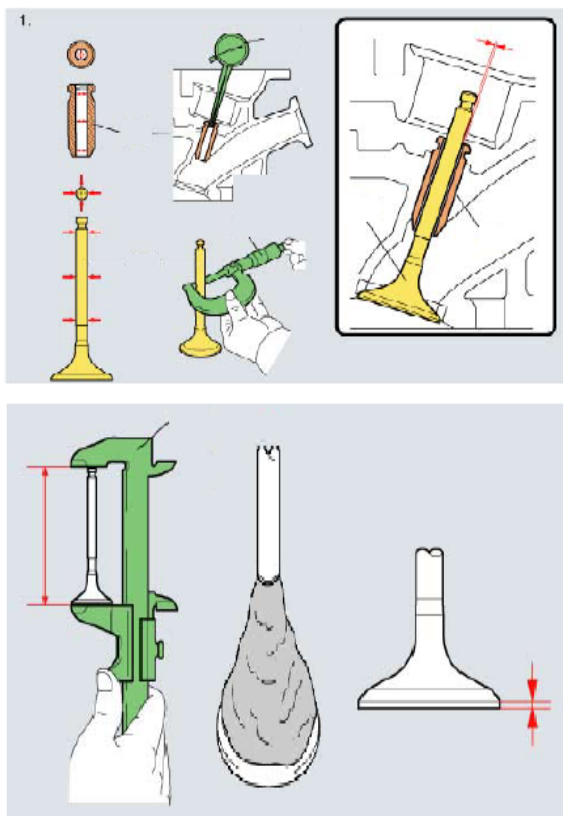
INSERTE EL ANILLO DE PISTON DENTRO DEL CILINDRO EN ANGULO RECTO, EMPUJELO HACIA LA PARTE INFERIOR Y LUEGO MIDA LA ABERTURA ENTRE LOS EXTREMOS DEL ANILLO.

	(mm)
1st, 2nd compression	0.2 — 0.4
Oil	0.2 — 0.4



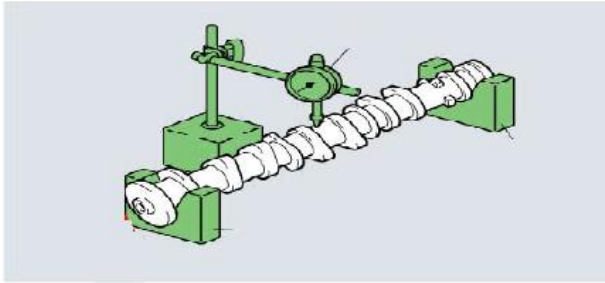
INSPECCION DE PLANITUD EN CULATA.

1. Inspeccione la superficie de asentamiento hacia block.
2. Inspeccione la superficie de asentamiento hacia el múltiple de admisión y escape.
3. Recuerde inspeccionar la superficie del bloque del motor.
4. Máximo permitido 0.05 mm



HOLGURA ENTRE GUÍAS Y VÁLVULAS.

1. Inspeccione superficie de sellado de la válvula contra el asiento.
2. Inspeccione la superficie del vástago de válvula en busca de desgaste por rozamiento.
3. Registre medición de vástagos de válvulas y guías de válvulas para obtener la holgura entre ambos componentes.
4. Verifique la adherencia de carbón alrededor de válvula y elimine dicha condición.



INSPECCION DE EJES DE LEVAS.

1. Realice prueba de deflexión eje de leva.
2. Inspeccione superficie de cada leva.
3. Realice medición de la parte más alta de la leva.
4. Registre medición de los puntos de apoyo sobre cojinetes de eje de levas.

