



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR JAPÓN

GUÍA
METODOLÓGICA
DE
MOTORES DE
COMBUSTIÓN INTERNA

COMPILADO POR:

MAGÍSTER GABRIEL CÓRDOVA A.
MECÁNICA AUTOMOTRIZ 2019

AMOR AL CONOCIMIENTO



1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la Asignatura: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	Componentes del Aprendizaje	PROFESIONAL
Resultado del Aprendizaje:		
<p>UNIDAD 1: COGNITIVO: Identifica las partes fijas y móviles del motor de combustión interna. PROCEDIMENTAL: Explica el proceso de funcionamiento del motor y sus sistemas. ACTITUDINAL: Respeta las normas de seguridad y ecología en las prácticas de los sistemas del motor.</p> <p>UNIDAD 2: COGNITIVO: Define los principios de termodinámica aplicados a máquinas de combustión interna. PROCEDIMENTAL: Realiza diagramas presión volumen de los ciclos del motor y compara con los valores reales del mismo. ACTITUDINAL: Aplica hábitos en de seguridad motiva a proteger el ecosistema.</p> <p>UNIDAD 3: COGNITIVO: Identifica las inspecciones auditivas y visuales del motor PROCEDIMENTAL: Realiza el diagnóstico del motor siguiendo los pasos adecuados. ACTITUDINAL: Utiliza los instrumentos de diagnóstico, aplicando normas de seguridad</p>		
COMPETENCIAS Y OBJETIVOS		
<p>GENERAL: Describir el funcionamiento correcto de máquinas de combustión interna, componentes y sistemas auxiliares, así como describir procedimientos de medición y control de los parámetros de funcionamiento del motor para su adecuado diagnóstico.</p> <p>ESPECÍFICOS: Diferenciar conceptos básicos y terminología de un motor de combustión interna. Describir los procesos termodinámicos desarrollados en los motores de combustión interna necesarios para el diagnóstico de funcionamiento global del motor. Ejecutar procedimientos de medición y control de los parámetros de funcionamiento del motor para su adecuado diagnóstico. Realizar el análisis y diagnósticos del motor utilizando instrumentación aplicando procesos técnicos.</p>		
Docente de Implementación: GABRIEL CÓRDOVA ALVARADO, ING., MG.		
		Duración: 50 horas
Unidades	Competencia	Resultados de Aprendizaje
		de Actividades
		Tiempo de Ejecución



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

<p>UNIDAD 1 1. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.</p> <p>1.1 Generalidades.</p> <p>1.2 Motor térmico.</p> <p>1.3 Requerimientos del motor.</p> <p>1.4 Tipos de motor.</p> <p>1.4.1 Criterios de clasificación.</p> <p>1.5 Posición del motor en el vehículo.</p> <p>1.6 Introducción al motor de explosión.</p> <p>1.6.1 Principios de funcionamiento.</p> <p>1.7 Partes fijas del motor.</p> <p>1.8 Partes móviles del motor.</p> <p>1.9 Sistemas del motor.</p> <p>1.10 Sistema de alimentación.</p> <p>1.11 Sistema de refrigeración.</p> <p>1.12 Sistema de lubricación.</p> <p>1.13 Sistema de distribución.</p>	<p>Comprender los fundamentos teóricos de los componentes de un motor de combustión interna.</p>	<p>COGNITIVO:</p> <p>Identifica las partes fijas y móviles del motor de combustión interna.</p> <p>PROCEDIMENTAL:</p> <p>Explica el proceso de funcionamiento del motor y sus sistemas.</p> <p>ACTITUDINAL:</p> <p>Respetar las normas de seguridad y ecología en las prácticas de los sistemas del motor</p>	<p>Clase magistral, Trabajos autónomos Resolución de casos</p>	<p>16 horas</p>
---	--	--	--	------------------------



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

<p>UNIDAD 2 2.</p> <p>PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y MOTORES TÉRMICOS.</p> <p>2.1 Principios fundamentales de la termodinámica.</p> <p>Magnitudes termodinámicas fundamentales 2.3</p> <p>Procesos termodinámicos 2.4 Estudio de los procesos termodinámicos para los gases ideales 2.5 Sistemas energéticos ciclos termodinámicos de los motores térmicos. 2.5.1 Ciclo termodinámico de Carnot. 2.5.2 Ciclos termodinámicos de los principales motores térmicos. 2.5.3 Otto, Diésel, Sabathé, Brayton, y Rankine. 2.5.4 Modelización de ciclo real Otto y Diésel. 2.5.5 Máquina frigorífica. 2.5.5.1 Aire acondicionado.</p>	<p>Conoce los ciclos termodinámicos del motor de combustión interna.</p>	<p>COGNITIVO: Define los principios de termodinámica aplicados a máquinas de combustión interna.</p> <p>PROCEDIMENTAL: Realiza diagramas presión volumen de los ciclos del motor y compara con los valores reales del mismo.</p> <p>ACTITUDINAL: Aplica hábitos en de seguridad motiva a proteger el ecosistema</p>	<p>Clase magistral, Trabajos autónomos Resolución de ejercicios de cálculos de motor</p>	<p>16 horas</p>
---	--	---	--	------------------------



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

UNIDAD	3	Realiza	COGNITIVO:	Clase magistral,	18 horas
3.MANTENIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.		valoraciones y puesta a punto de motores de combustión intera	Identifica las inspecciones auditivas y visuales del motor	Trabajos autónomos Exposiciones vía videos demostrativos de las pruebas	
Inspecciones auditivas.	3.2		Realiza el diagnóstico del motor siguiendo los pasos adecuados.		
Inspecciones visuales	3.3		PROCEDIMENTAL:		
Pruebas de diagnóstico	3.4		ACTITUDINAL:		
Compresión	3.5	Vacío	Utiliza los instrumentos de diagnóstico, aplicando normas de seguridad		
Ruidos	3.7	Presión de aceite			
3.8		Proceso de torque y calibración.			

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RELACIONAD

Co-requisitos S/N

3. UNIDADES TEÓRICAS

• **Desarrollo de las Unidades de Aprendizaje (contenidos)**

A. Base Teórica

UNIDAD 1

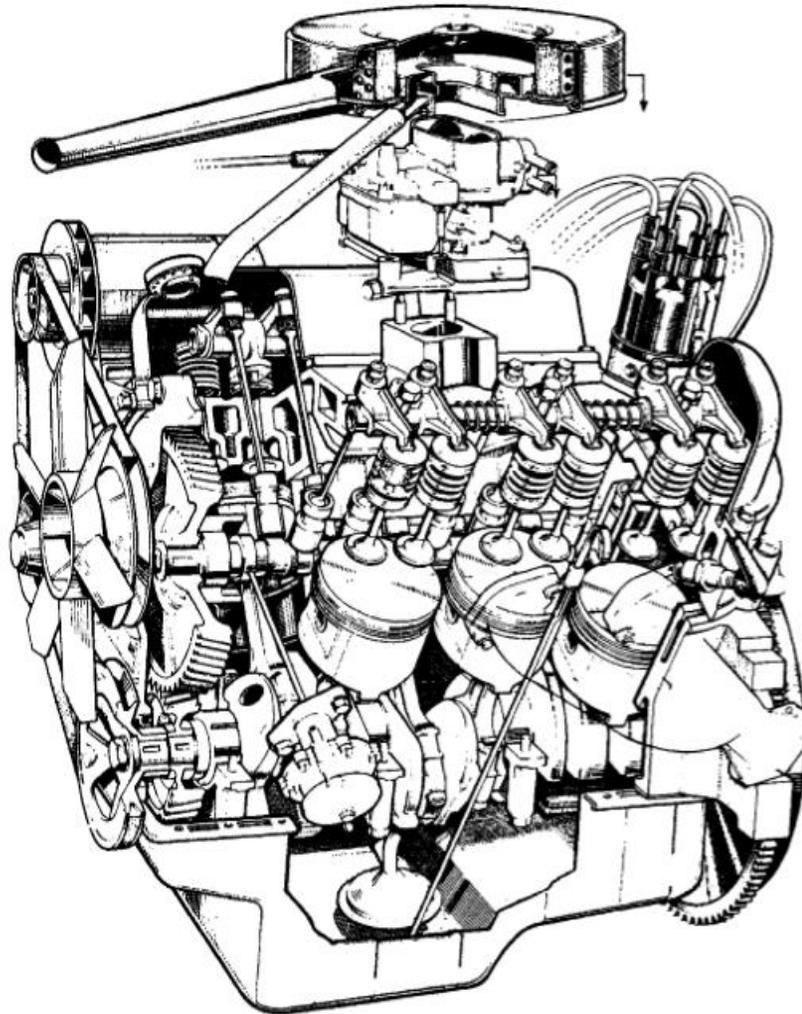
1. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

1.1 Generalidades.

Un motor de combustión interna. Es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Su nombre



se debe a que dicha combustión se produce dentro de la máquina en si misma, a diferencia de, por ejemplo, la máquina de vapor.



1.2 Motor térmico.

El motor de explosión ciclo Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina.

El motor diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán nacido en Francia Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasoil.

La turbina de gas.

El motor rotatorio.

1.3 Requerimientos del motor.

Es una máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Se utilizan motores de combustión



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

interna de dos tipos: el motor cíclico Otto y el Diesel. 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 diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasóleo. Se emplea en instalaciones generadoras de electricidad, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y algunos automóviles.

Entre los principales requerimientos del motor de combustión interna, tenemos requisitos mecánicos, asociados a la resistencia de los materiales que lo componen; requisitos termodinámicos asociados al rendimiento volumétrico, presión media efectiva y procesos; requisitos de suministro, ligados a calidad de aire, encendido y combustible que se le pueda brindar; requisitos de funcionamiento, ligados a los sistemas de motor tales como lubricación, alimentación, refrigeración, de carga y arranque, entre otros.

1.4 Tipos de motor.

Motor convencional del tipo Otto

El motor convencional del tipo Otto es de cuatro tiempos (4T), aunque en fuera borda y vehículos de dos ruedas hasta una cierta cilindrada se utilizó mucho el motor de dos tiempos (2T). El rendimiento térmico de los motores Otto modernos se ve limitado por varios factores, entre otros la pérdida de energía por la fricción y la refrigeración.

La termodinámica nos dice que el rendimiento de un motor alternativo depende en primera aproximación del grado de compresión. Esta relación suele ser de 8 a 1 o 10 a 1 en la mayoría de los motores Otto modernos. Se pueden utilizar proporciones mayores, como de 12 a 1, aumentando así la eficiencia del motor, pero este diseño requiere la utilización de combustibles de alto índice de octano para evitar el fenómeno de la detonación, que puede producir graves daños en el motor. La eficiencia o rendimiento medio de un buen motor Otto es de un 20 a un 25%: sólo la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica.

Motores diésel

En teoría, el ciclo diésel difiere del ciclo Otto en que la combustión tiene lugar en este último a volumen constante en lugar de producirse a una presión constante. La mayoría de los motores diésel son asimismo del ciclo de cuatro tiempos, salvo los de tamaño muy grande, ferroviarios o marinos, que son de dos tiempos. Las fases son diferentes de las de los motores de gasolina.



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

En la primera carrera, la de admisión, el pistón sale hacia fuera, y se absorbe aire hacia la cámara de combustión. En la segunda carrera, la fase de compresión, en que el pistón se acerca. el aire se comprime a una parte de su volumen original, lo cual hace que suba su temperatura hasta unos 850 °C. Al final de la fase de compresión se inyecta el combustible a gran presión mediante la inyección de combustible con lo que se atomiza dentro de la cámara de combustión, produciéndose la inflamación a causa de la alta temperatura del aire. En la tercera fase, la fase de trabajo, la combustión empuja el pistón hacia fuera, transmitiendo la fuerza longitudinal al cigüeñal a través de la biela, transformándose en fuerza de giro par motor. La cuarta fase es, al igual que en los motores Otto, la fase de escape, cuando vuelve el pistón hacia dentro.

Algunos motores diésel utilizan un sistema auxiliar de ignición para encender el combustible al arrancar el motor y mientras alcanza la temperatura adecuada.

La eficiencia o rendimiento (proporción de la energía del combustible que se transforma en trabajo y no se pierde como calor) de los motores diésel dependen, de los mismos factores que los motores Otto, es decir de las presiones (y por tanto de las temperaturas) inicial y final de la fase de compresión. Por lo tanto, es mayor que en los motores de gasolina, llegando a superar el 40 % . en los grandes motores de dos tiempos de propulsión naval. Este valor se logra con un grado de compresión de 20 a 1 aproximadamente, contra 9 a 1 en los Otto. Por ello es necesaria una mayor robustez, y los motores diésel son, por lo general, más pesados que los motores Otto. Esta desventaja se compensa con el mayor rendimiento y el hecho de utilizar combustibles más baratos. Los motores diésel grandes de 2T suelen ser motores lentos con velocidades de cigüeñal de 100 a 750 revoluciones por minuto (rpm o r/min), mientras que los motores de 4T trabajan hasta 2.500 rpm (camiones y autobuses) y 5.000 rpm. (automóviles)

Motor de dos tiempos

Con un diseño adecuado puede conseguirse que un motor Otto o diésel funcione a dos tiempos, con un tiempo de potencia cada dos fases en lugar de cada cuatro fases. La eficiencia de este tipo de motores es menor que la de los motores de cuatro tiempos, pero al necesitar sólo dos tiempos para realizar un ciclo completo, producen más potencia que un motor cuatro tiempos del mismo tamaño.

El principio general del motor de dos tiempos es la reducción de la duración de los periodos de absorción de combustible y de expulsión de gases a una parte mínima de uno de los tiempos, en



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

lugar de que cada operación requiera un tiempo completo. El diseño más simple de motor de dos tiempos utiliza, en lugar de válvulas de cabezal, las válvulas deslizantes u orificios (que quedan expuestos al desplazarse el pistón hacia atrás). En los motores de dos tiempos la mezcla de combustible y aire entra en el cilindro a través del orificio de aspiración cuando el pistón está en la posición más alejada del cabezal del cilindro. La primera fase es la compresión, en la que se enciende la carga de mezcla cuando el pistón llega al final de la fase. A continuación, el pistón se desplaza hacia atrás en la fase de explosión, abriendo el orificio de expulsión y permitiendo que los gases salgan de la cámara.

Motor Wankel

En la década de 1950, el ingeniero alemán Félix Wankel completó el desarrollo de un motor de combustión interna con un diseño revolucionario, actualmente conocido como Motor Wankel. Utiliza un rotor triangular-lobular dentro de una cámara ovalada, en lugar de un pistón y un cilindro. La mezcla de combustible y aire es absorbida a través de un orificio de aspiración y queda atrapada entre una de las caras del rotor y la pared de la cámara. La rotación del rotor comprime la mezcla, que se enciende con una bujía. Los gases se expulsan a través de un orificio de expulsión con el movimiento del rotor. El ciclo tiene lugar una vez en cada una de las caras del rotor, produciendo tres fases de potencia en cada giro.

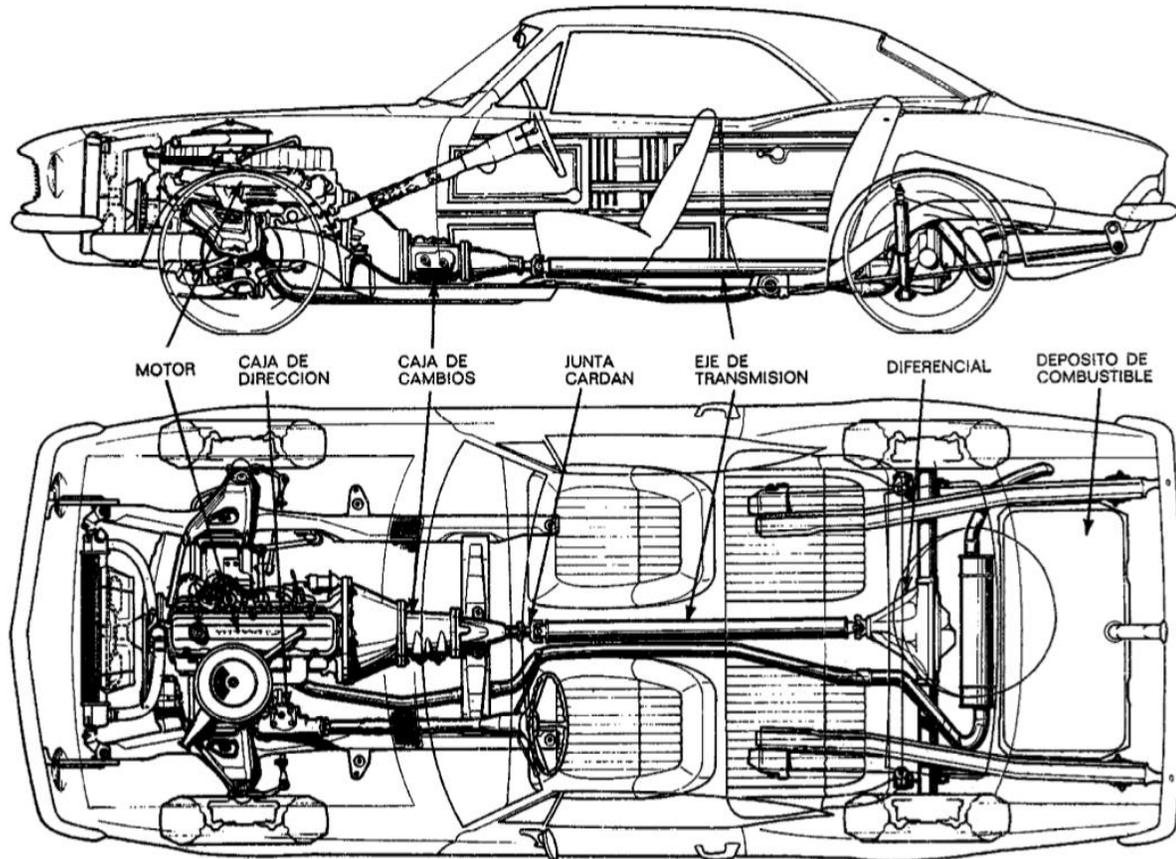
El motor de Wankel es compacto y ligero en comparación con los motores de pistones, por lo que ganó importancia durante la crisis del petróleo en las décadas de 1970 y 1980. Además, funciona casi sin vibraciones y su sencillez mecánica permite una fabricación barata. No requiere mucha refrigeración, y su centro de gravedad bajo aumenta la seguridad en la conducción. No obstante salvo algunos ejemplos prácticos como algunos vehículos Mazda, ha tenido problemas de durabilidad.

Motor de carga estratificada

Una variante del motor de encendido con bujías es el motor de carga estratificada, diseñado para reducir las emisiones sin necesidad de un sistema de recirculación de los gases resultantes de la combustión y sin utilizar un catalizador. La clave de este diseño es una cámara de combustión doble dentro de cada cilindro, con una antecámara que contiene una mezcla rica de combustible y aire mientras la cámara principal contiene una mezcla pobre. La bujía enciende la mezcla rica, que a su vez enciende la de la cámara principal. La temperatura máxima que se alcanza es suficientemente baja como para impedir la formación de óxidos de nitrógeno, mientras que la

temperatura media es la suficiente para limitar las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos.

1.5 Posición del motor en el vehículo.



1.6 Introducción al motor de explosión.

1.6.1 Principios de funcionamiento.

Los motores Otto y diésel tienen los mismos elementos principales, (bloque, cigüeñal, biela, pistón, culata, válvulas) y otros específicos de cada uno, como la Bomba de inyección de alta presión en diésel, o antiguamente el carburador en los Otto.

En los 4T es muy frecuente designarlos mediante su tipo de distribución: SV, OHV, SOHC, DOHC.

Es una referencia a la disposición del (o los) árbol de levas.

El motor de combustión interna basa su principio de funcionamiento en el siguiente detalle:

Tiempo de admisión - El aire y el combustible mezclados entran por la válvula de admisión

Tiempo de compresión - La mezcla aire/combustible es comprimida y encendida mediante la bujía

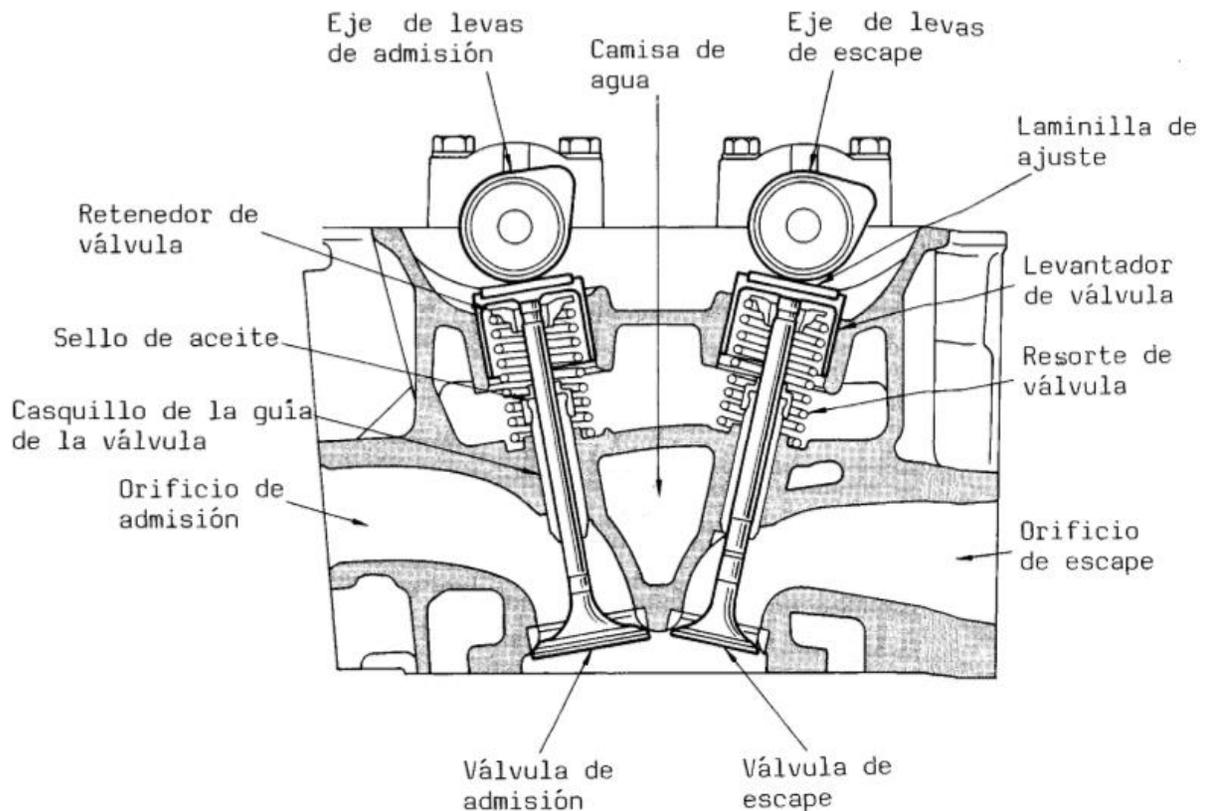
Tiempo de combustión - El combustible se inflama y el pistón es empujado hacia abajo.

Tiempo de escape - Los gases de escape se conducen hacia fuera a través de la válvula de escape

1.7 Partes fijas del motor.

1. Piezas fijas del motor, por lo general comprendido por la culata o cabezote, bloque de cilindros, cárter, etc.

Culata o cabezote. La culata es la parte superior del motor, sirve de tapa para los cilindros, además sirve de alojamiento para las bujías y las válvulas, generalmente su composición se la hace en aleación de aluminio o acero. Otra utilidad es la de poseer conductos para el sistema de refrigeración.



Bloque de cilindros

El bloque es el armazón del motor, a él se acoplan las piezas fijas y móviles del motor, por lo general su estructura se la realiza en hierro para que pueda soportar los esfuerzos mecánicos a los que es sometido.

Es el encargado de transformar el movimiento alternativo de los pistones en un movimiento rotativo. El cigüeñal también transmite el giro y fuerza motriz a los demás órganos de transmisión acoplados al mismo.



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

El cigüeñal está constituido por un árbol acodado, con unos muñones de apoyo alineados respecto al eje de giro. Dichos muñones se apoyan en los cojinetes de la bancada del bloque.

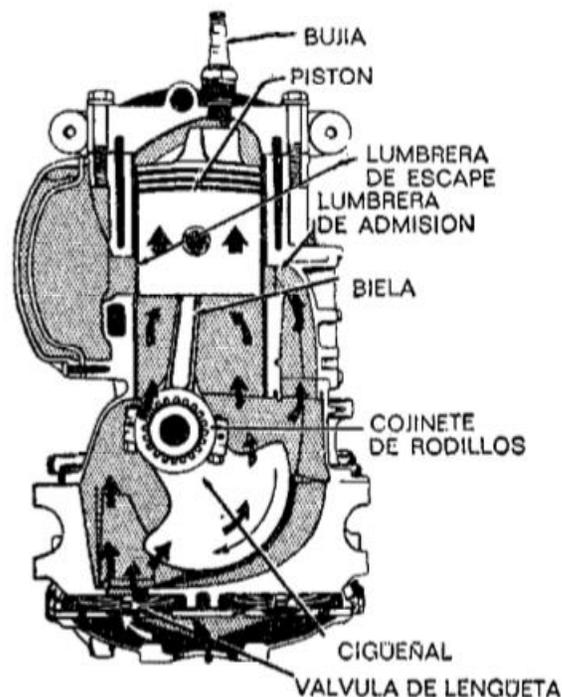
Durante su trabajo, el cigüeñal se calienta y sufre una dilatación axial; por esta razón las muñequillas de apoyo se construyen con un pequeño juego lateral, calculado en función de la dilatación térmica del material.

En los codos del árbol se mecanizan unas muñequillas, situadas excéntricamente respecto al eje del cigüeñal, sobre las que se montan las cabezas de las bielas.

Los brazos que unen las muñequillas se prolongan en unos contrapesos, cuya misión es equilibrar el momento de giro y compensar los efectos de la fuerza centrífuga, evitando las vibraciones producidas en el giro y las deformaciones torsionales. En la parte posterior del eje va situado el plato de amarre para el acoplamiento del volante de inercia.

El cigüeñal tiene una serie de orificios que se comunican entre sí y con los taladros de engrase, situados en las muñequillas y muñones. La misión de estos conductos es hacer circular el aceite de engrase para la lubricación de los cojinetes.

1.8 Partes móviles del motor.



Pistones

El pistón es un dispositivo cilíndrico que se encuentra al ras dentro de la cámara de combustión cilíndrica. Cuando el combustible se inyecta en la cámara de combustión de un motor, el pistón se



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

levanta y aprieta la mezcla de combustible y aire. La bujía enciende el combustible, y la potente explosión empuja el pistón hacia abajo, girando el cigüeñal y obligando a otro pistón a ir hacia arriba para comprimir la mezcla de aire y combustible en otra cámara de combustión. Es de esta manera que la energía calorífica liberada cuando el combustible se quema se convierte en trabajo.

Biela

La biela está unida a la parte inferior del pistón. Esta unión se realiza mediante un mecanismo que permite que gire en un plano liso. El otro extremo de la biela está unido al cigüeñal. Cuando el pistón baja, la biela realiza un movimiento que obliga al cigüeñal a girar.

Cigüeñal

El cigüeñal se compone de un eje giratorio con varios "codos de biela" que salen de él en diferentes ángulos. El eje de un codo de biela es desplazado del eje por tubo en rotación. El cigüeñal convierte el movimiento hacia arriba y hacia abajo de los pistones en movimiento rotatorio, que finalmente hace girar las ruedas de los coches.

Válvulas

Las válvulas controlan la entrada de combustible y aire en la cámara de combustión. También controlan la salida de los gases de escape de la misma. Las entradas y salidas deben ser cuidadosamente programadas para asegurar que la entrada del combustible, la combustión, el movimiento del pistón y la salida de los gases de escape ocurran en el orden correcto.

1.9 Sistemas del motor.

1.10 Sistema de alimentación.

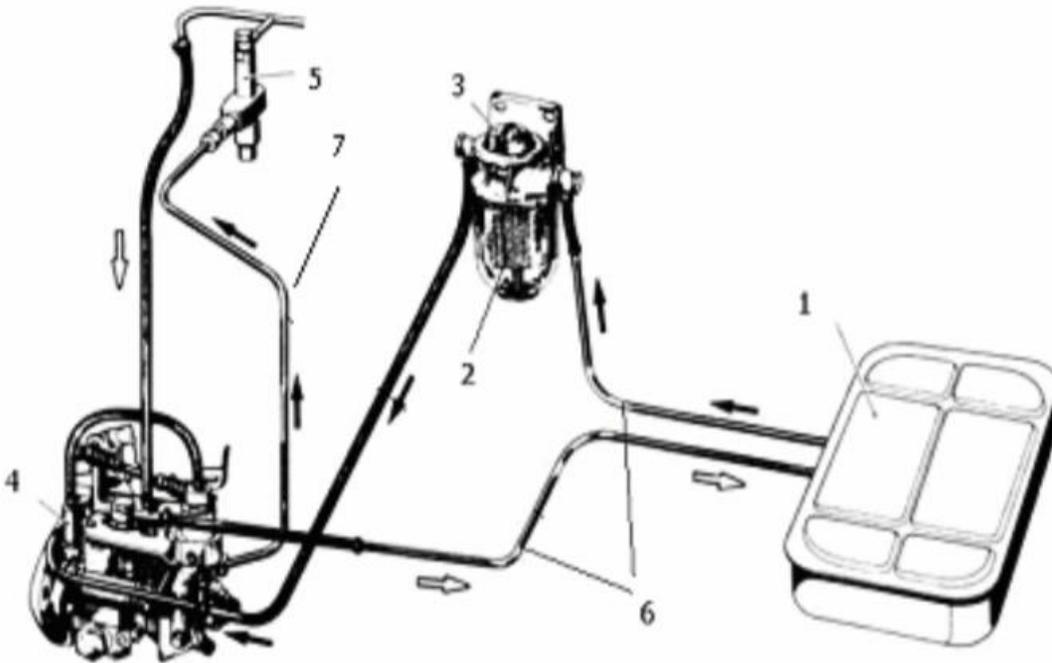
El sistema de alimentación de combustible de un motor Otto consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo dosificador de combustible. que vaporiza o atomiza el combustible desde el estado líquido, en las proporciones correctas para poder ser quemado.

Se llama carburador al dispositivo que hasta ahora venía siendo utilizado con este fin en los motores Otto. Ahora los sistemas de inyección de combustible lo han sustituido por completo por motivos medioambientales. Su mayor precisión en el dosaje de combustible inyectado reduce las emisiones de CO₂, y aseguran una mezcla más estable. En los motores diésel se dosifica el combustible gasoil

de manera no proporcional al aire que entra, sino en función del mando de aceleración y el régimen motor (mecanismo de regulación) mediante una bomba de inyección de combustible.

Bomba de inyección de combustible BOSCH para motor diésel.

En los motores de varios cilindros el combustible vaporizado se lleva los cilindros a través de un tubo ramificado llamado colector de admisión. La mayor parte de los motores cuentan con un colector de escape o de expulsión, que transporta fuera del vehículo y amortigua el ruido de los gases producidos en la combustión.

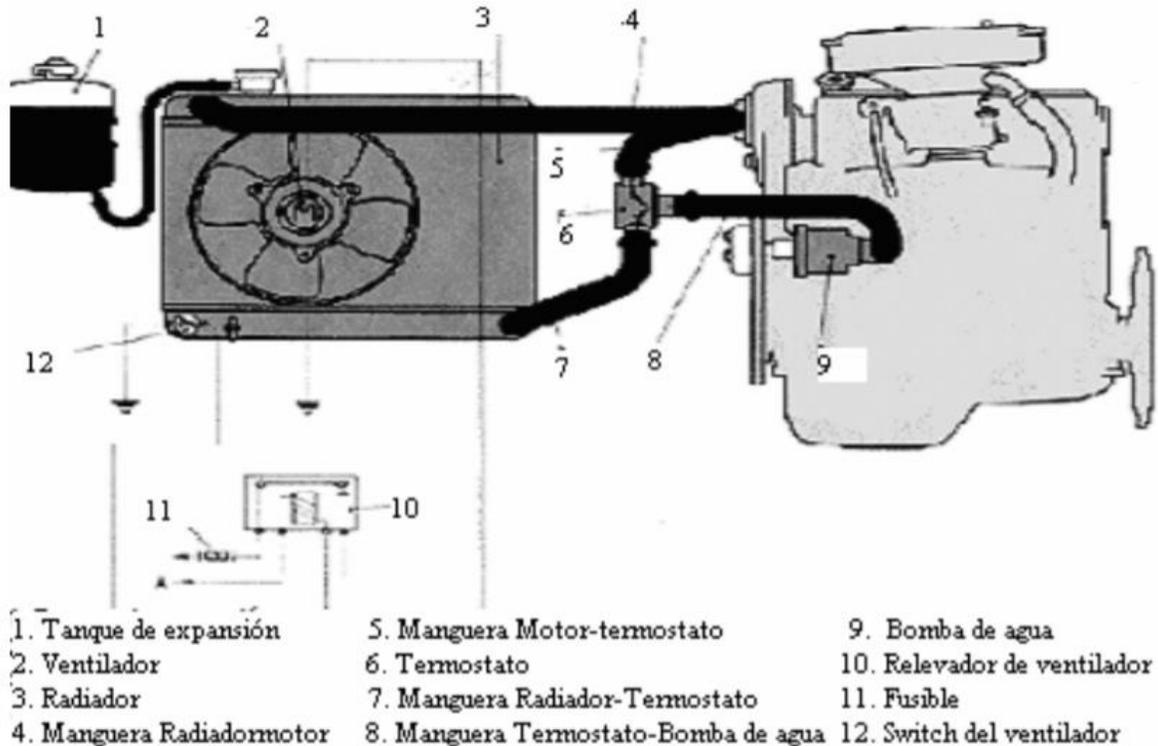


1.11 Sistema de refrigeración.

Dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración. Algunos motores estacionarios de automóviles y de aviones y los motores fueraborda se refrigeran con aire. Los cilindros de los motores que utilizan este sistema cuentan en el exterior con un conjunto de láminas de metal que emiten el calor producido dentro del cilindro. En otros motores se utiliza refrigeración por agua, lo que implica que los cilindros se encuentran dentro de una carcasa llena de agua que en los automóviles se hace circular mediante una bomba. El agua se refrigera al pasar por las láminas de un radiador. Es importante que el líquido que se usa para enfriar el motor no sea agua común y corriente porque los motores de combustión trabajan regularmente a temperaturas más altas que la temperatura de ebullición del agua. Esto provoca una alta presión en el sistema de enfriamiento dando lugar a fallas en los empaques y sellos de agua así

como en el radiador; se usa un refrigerante, pues no hierve a la misma temperatura que el agua, sino a más alta temperatura, y que tampoco se congela a temperaturas muy bajas.

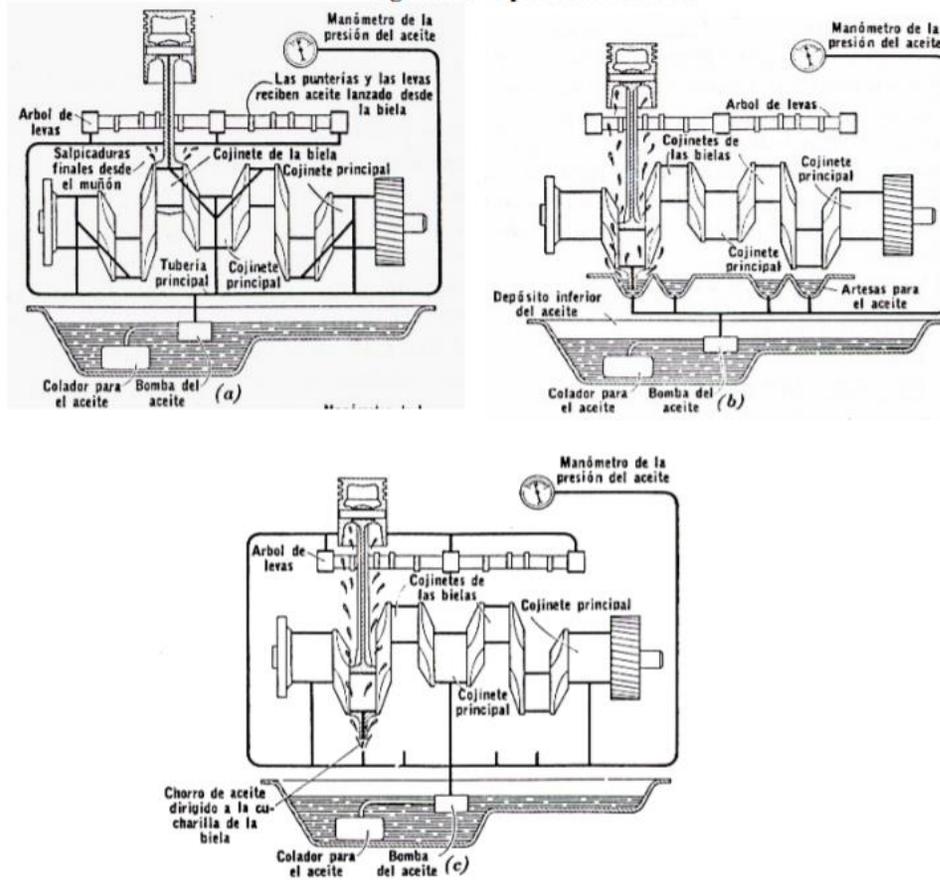
Otra razón por la cual se debe usar un refrigerante es que éste no produce sarro ni sedimentos que se adhieran a las paredes del motor y del radiador formando una capa aislante que disminuirá la capacidad de enfriamiento del sistema. En los motores navales se utiliza agua del mar para la refrigeración.



1.12 Sistema de lubricación.

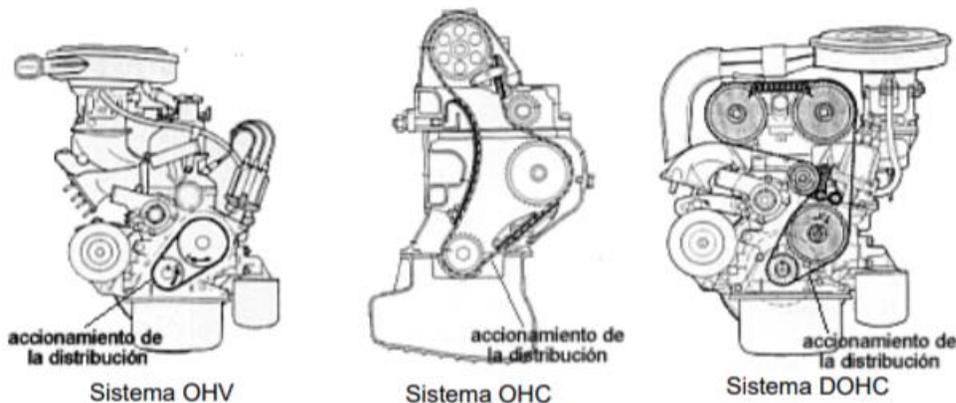
Sistemas de lubricación. Son los distintos métodos de distribuir el aceite por las piezas del motor. Consiste en hacer llegar una película de aceite lubricante a cada una de las superficies de las piezas que están en moviendo entre si, para evitar fundamentalmente desgaste excesivos y prematuros disminuyendo así la vida útil del motor de combustión interna.

Figura 12. Tipos de lubricación



1.13 Sistema de distribución.

Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un Árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la cadena o la correa de distribución. Ha habido otros diversos sistemas de distribución, entre ellos la distribución por camisa corredera (sleeve-valve).





UNIDAD 2

2. PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y MOTORES TÉRMICOS.

2.1 Principios fundamentales de la termodinámica.

Los cuatro principios de la termodinámica definen cantidades físicas fundamentales (temperatura, energía y entropía) que caracterizan a los sistemas termodinámicos. Las leyes describen cómo se comportan bajo ciertas circunstancias, y prohíben ciertos fenómenos (como el móvil perpetuo).

Principio cero de la termodinámica: Si dos sistemas están en equilibrio térmico independientemente con un tercer sistema, deben estar en equilibrio térmico entre sí. Este principio nos ayuda a definir la temperatura.

Primer principio de la termodinámica: Un sistema aislado puede intercambiar energía con su entorno en forma de trabajo y de calor, acumulando energía en forma de energía interna. Este principio es una generalización del principio de conservación de la energía mecánica.

Segundo principio de la termodinámica: La entropía del universo siempre tiende a aumentar. Existen dos enunciados equivalentes:

Enunciado de Clausius: No es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.

Enunciado de Kelvin-Planck: No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión de este calor en trabajo.

Tercer principio de la termodinámica: La entropía de un sistema se aproxima a un valor constante así como la temperatura se aproxima al cero absoluto. Con la excepción de los sólidos no cristalinos (vidrio) la entropía del sistema en el cero absoluto es típicamente cercano al cero, y es igual al logaritmo de la multiplicidad de los estados cuánticos fundamentales.

Los principios de la termodinámica son leyes de la física fundamentales y son aplicables en otras ciencias naturales

2.2 Magnitudes termodinámicas fundamentales

Dado que la Termodinámica estudia la intervención de la energía, es necesario considerar el significado de energía y las magnitudes con ella relacionada: calor y trabajo. Puesto que estas son magnitudes derivadas de otras fundamentales, haremos un breve repaso de las mismas. Las magnitudes fundamentales son aquellos conceptos primarios razonados por la percepción del sentido humano y constituyen la base de todas las mediciones físicas; ellos son el tiempo, la longitud, la masa, la fuerza y la temperatura. Para cada una de ellas es necesario definir una escala



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

arbitraria de medición que se divide en unidades específicas de tamaño. Tales escalas fueron determinadas con distintas referencias, originándose así diversos sistemas de unidades (c.g.s., M.K.S., Técnico, SI., Ingles, etc.) todas relacionadas entre sí por distintos factores de conversión. Veremos en este caso el Sistema Internacional de Medidas. (SI)

2.3 Procesos termodinámicos

En física, se denomina proceso termodinámico a la evolución de determinadas magnitudes (o propiedades) propiamente termodinámicas relativas a un determinado sistema termodinámico. Desde el punto de vista de la termodinámica, estas transformaciones deben ocurrir desde un estado de equilibrio inicial a otro final; es decir, que las magnitudes que sufren una variación al pasar de un estado a otro deben estar perfectamente definidas en dichos estados inicial y final. De esta forma los procesos termodinámicos pueden ser interpretados como el resultado de la interacción de un sistema con otro tras ser eliminada alguna ligadura entre ellos, de forma que finalmente los sistemas se encuentren en equilibrio (mecánico, térmico y/o material) entre sí.

De una manera menos abstracta, un proceso termodinámico puede ser visto como los cambios de un sistema, desde unas condiciones iniciales hasta otras condiciones finales, debido a su desestabilización.

2.4 Estudio de los procesos termodinámicos para los gases ideales

Procesos Iso

Son los procesos cuyas magnitudes permanecen "constantes", es decir que el sistema cambia manteniendo cierta proporcionalidad en su transformación. Se les asigna el prefijo iso-.

Ejemplo:

Isotérmico: proceso a temperatura constante.

Isobárico: proceso a presión constante

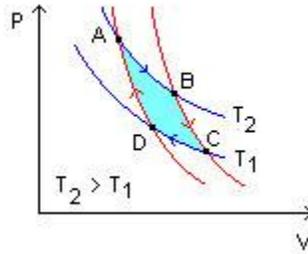
Isométrico o isocórico: proceso a volumen constante

Isoentálpico: proceso a entalpía constante

Isoentrópico: proceso a entropía constante

Procesos politrópicos

Los procesos politrópicos son aquellos procesos termodinámicos para gases ideales que cumplen con la ecuación: $pv^k = \text{constante}$, donde k es un número dado. Para el caso de procesos adiabáticos, k es igual a γ , el cual es un valor específico para cada sustancia. Este valor se puede encontrar en tablas para dicho caso.



2.5 Sistemas energéticos ciclos termodinámicos de los motores térmicos.

La conversión de la energía es un proceso que tiene lugar en la biosfera. Sin embargo, los seres humanos a lo largo de su historia hemos inventado diversos artefactos que posibilitan también la conversión energética. La eficiencia con que esta transformación se produce está directamente relacionada con la proporción entre su forma final y su forma inicial y también depende de las leyes físicas y químicas que gobiernan la conversión.

CICLOS TERMODINÁMICOS					
Energía Inicial	Química	Radiante	Convertida a eléctrica	Mecánica	Calor
Nuclear	-	-	-	-	Reactor
Química	-	-	Célula combinada	-	Combustión
-	-	-	Descarga batería	-	Caldera
Radiante	Fotólisis	-	Célula fotov.	-	Placa solar
Eléctrica	Electrólisis	Bombilla	-	Motor	Resistencia
-	Carga bater.	Láser	-	Electrotecnia	Bomba calor
Mecánica	-	-	Generador eléct.	Turbina	Fricción
-	-	-	Generador minihidráulica	-	Agitación
Calor	-	-	Generador	Máquina	Convertor
-	-	-	Termoeléctrica	Térmica	Intercambio de calor
-	-	-	Termoiónica	-	-

Fuente: La Ruta de la Energía

2.5.1 Ciclo termodinámico de Carnot.

Relaciones físicas en el ciclo termodinámico de Carnot

En los procesos termodinámicos, las máquinas o motores térmicos convierten energía térmica en energía mecánica o viceversa. Según la teoría termodinámica, ninguna máquina térmica puede tener una eficiencia superior a la del proceso reversible de Carnot, denominado también ciclo de Carnot.

2.5.2 Ciclos termodinámicos de los principales motores térmicos.



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Una serie de ciclos termodinámicos se han implementado en la práctica:

El ciclo Bryton, que consiste en turbinas de vapor y motores de reacción.

El ciclo Otto, ampliamente utilizado en el sector de la automoción.

El ciclo Diesel, muy utilizado en navegación marítima, ferrocarriles y automóviles.

El ciclo Sterling, muy parecido al ciclo ideal de Carnot, y que suele utilizar aire u otro gas como fluido de trabajo. Este ciclo también se emplea en el bombeo solar de agua.

El ciclo Ericsson, que utiliza aire caliente como fluido de trabajo y que está específicamente pensado para aplicaciones solares.

El ciclo Rankine.

Todos estos métodos precisan de equipos específicos para cada tipo y en ellos se enmarcan los motores de uso generalizado en automoción, de amplia utilización.

2.5.3 Otto, Diésel

En la entrada del motor de combustión interna explicamos algunas diferencias entre el ciclo Otto y Diesel en relación al funcionamiento del motor de gasolina y diesel. En esta entrada vamos a centrarnos en el análisis termodinámico de ambos ciclos.

Los motores de combustión interna, en un análisis termodinámico, se consideran máquinas térmicas generadoras de energía mecánica. Tanto el ciclo Otto como el Diesel se encuentran dentro de este conjunto, sin embargo, vamos a diferenciar entre:

Motores de encendido provocado (MEP)

Motores de encendido por compresión (MEC)

Aquellos motores en los que la compresión se realiza mediante la mezcla aire-combustible reciben el nombre de motores de encendido provocado y siguen el ciclo Otto. En este tipo de motores el encendido se ha de provocar de manera artificial (generalmente con una chispa).

Aquellos motores en los que la compresión se realiza sólo con aire se denominan motores de encendido por compresión y siguen el ciclo Diesel. En este tipo de motores, el aire pasa directamente a los cilindros donde se comprime hasta temperaturas muy elevadas. Posteriormente se inyecta el combustible que se inflama espontáneamente al superarse su temperatura de autoinflamación.

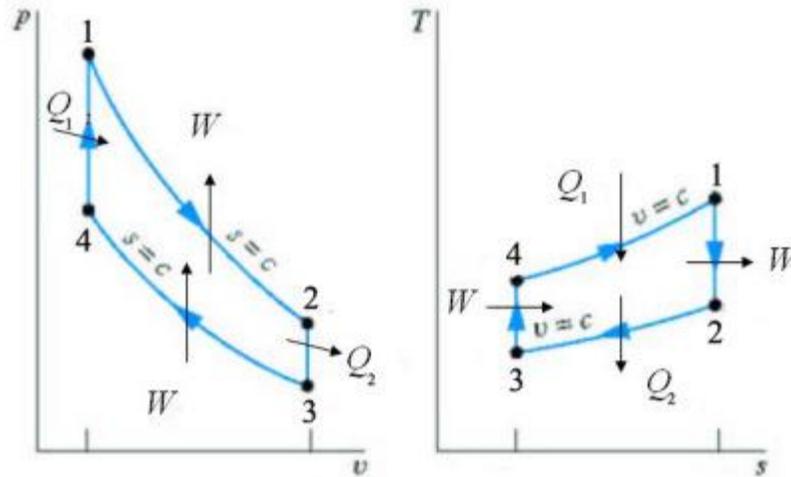
Entendido esto, podemos deducir si nuestro motor trabaja con ciclo Otto o Diesel. Si el motor dispone de bujía para producir la chispa, tenemos un motor de encendido provocado (Otto) (para

entendernos, motor de gasolina), si la combustión se realiza mediante inyección del combustible, tenemos un motor de encendido por compresión (Diesel) (motor diesel).

2.5.4 Modelización de ciclo real Otto y Diésel.

A continuación, vamos a centrarnos en el análisis termodinámico de ambos ciclos.

En un ciclo Otto, se toma calor del proceso de combustión (a volumen constante) y se cede calor a la atmósfera. Las transformaciones del ciclo son:



1-2 Expansión adiabática: Se realiza trabajo sin intercambio de calor, disminuyendo su energía interna

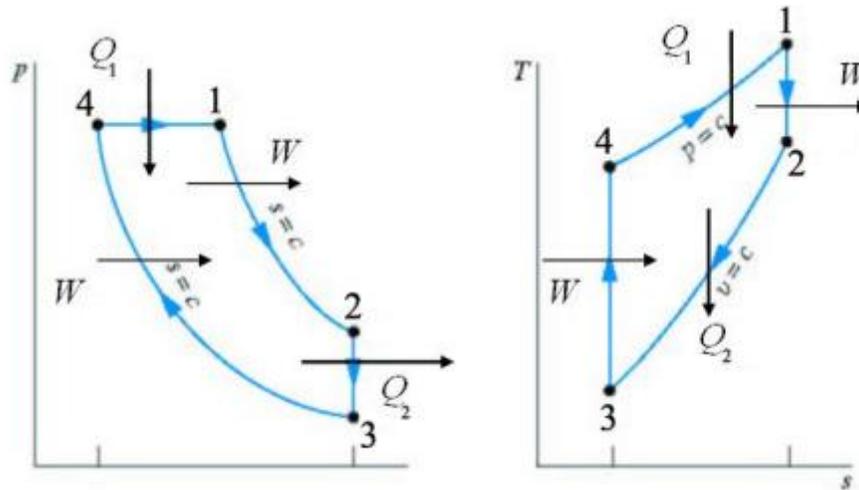
2-3 Expansión isócara: Se cede calor al foco frío (Q_2). No se realiza trabajo. La entropía disminuye

3-4 Compresión adiabática: Se consume trabajo sin intercambio de calor y aumenta su energía interna

4-1 Compresión isócara: Se toma calor Q_1 . No se realiza trabajo y aumenta la energía interna

El rendimiento depende del grado de compresión, cuanto mayor sea, mayor será el rendimiento.

En el ciclo Diesel la combustión se realiza teóricamente a presión constante y por superación del grado de autoinflamación del combustible. Las transformaciones del ciclo son:



- 1-2 Expansión adiabática: Se realiza trabajo sin intercambio de calor
- 2-3 Expansión isócara: Se cede calor al foco frío (Q_2). No se realiza trabajo
- 3-4 Compresión adiabática: Se necesita absorber trabajo para llegar a la T de autoinflamación
- 4-1 Expansión isóbara: Se absorbe calor Q_1 y se realiza trabajo

2.5.5 Máquina frigorífica.

Una máquina frigorífica es un dispositivo cíclico que transfiere energía térmica desde una región de baja temperatura hasta otra de alta temperatura, gracias al trabajo aportado desde el exterior, generalmente por un motor eléctrico. Los ciclos en los cuales operan se llaman ciclos de refrigeración, de los cuales el empleado con más frecuencia es el ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Otro ciclo muy empleado es el ciclo de refrigeración de gas y también el de refrigeración por absorción.

Los fluidos de trabajo utilizados en estos ciclos se llaman refrigerante o fluidos frigorígenos, que en distintas partes de la máquina sufren transformaciones de presión, temperatura y fase (líquida o gaseosa) y mediante las cuales se realiza la transferencia de energía.

Otro dispositivo de idénticas características, es la bomba de calor. En realidad, ambos son, en esencia, los mismos dispositivos, que solo difieren en sus objetivos. La máquina frigorífica tiene como objetivo extraer calor de un espacio frío, para mantener su baja temperatura, transfiriéndolo o desechándolo en otra zona de mayor temperatura. El objetivo de una bomba de calor es aportar calor a un espacio para mantenerlo caliente, tomándolo de una fuente de baja temperatura, como el aire exterior frío o el agua de un pozo.

UNIDAD 3



3. MANTENIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

3.1 Inspecciones auditivas.

Para realizar esta inspección nos podemos apoyar en un estetoscopio con el cual escucharemos sonidos emitidos por el motor en funcionamiento, para determinar alguna anomalía en las condiciones que se encuentra. Se pretende encontrar sonidos distintos a una sincronización de funcionamiento normal.



3.2 Inspecciones visuales

Al realizar una inspección visual se necesita que tengamos una observación detallada de cada elemento superficial que compone el motor, con el objetivo de determinar fugas visibles y palpables que nos indiquen cuales son las condiciones en las que se encuentra el motor.



3.3 Pruebas de diagnóstico

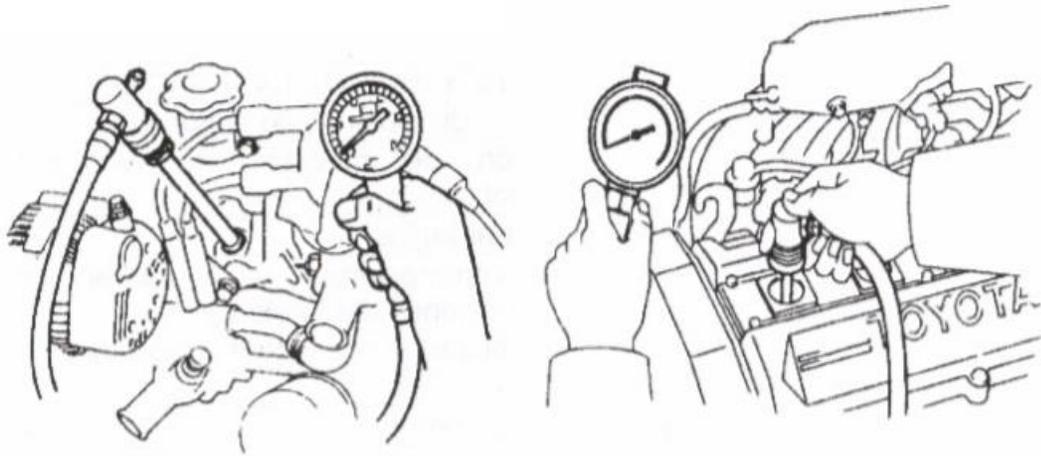
Las pruebas de diagnóstico e inspección son las más importantes, debido a que en este momento se aplican herramientas y los análisis técnicos para determinar la condición del motor.

3.4 Compresión



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Para que los cilindros produzcan potencia uniforme, sus compresiones deben ser semejantes dentro de ciertos límites. Es tan importante comparar las presiones de compresión entre los cilindros como saber la compresión actual. Como tanto la temperatura del motor, la viscosidad del aceite y la velocidad de giro del motor influyen en los resultados de la prueba, se debe esperar algo de variación con respecto a las presiones especificadas. Sin embargo, las compresiones deberán ser semejantes entre los cilindros. Algunos fabricantes permiten una diferencia máxima de compresión de 15%; si se tiene una diferencia mayor, se deberán reparar los cilindros afectados

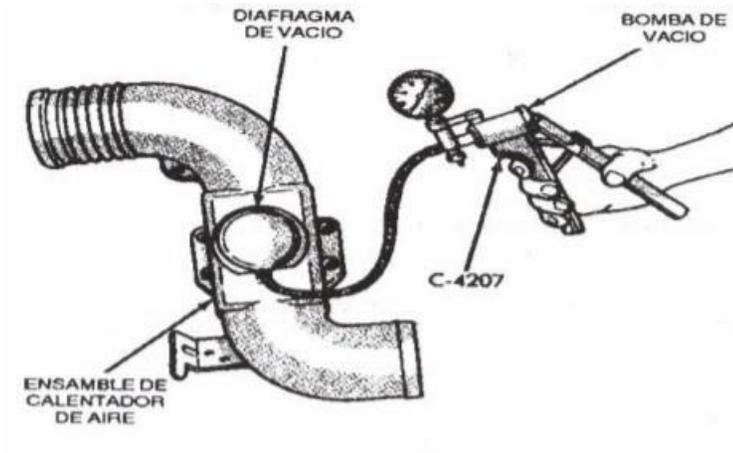


3.5 Vacío

El vacuómetro es una herramienta necesaria para relacionarnos con el motor ya que nos permite hacer varias pruebas del vacío y también nos permite dar un buen trabajo o mantenimiento hacia los vehículos, es una herramienta utilizada en el área automotriz

Su aplicación es muy útil porque detecta las fallas del motor y tiene la virtud de indicar el régimen óptimo de aceleración para un máximo rendimiento del motor con un mínimo consumo de combustible (Since R., 1958)

La lectura inicial que ofrece el instrumento puede variar según la altitud sobre el nivel del mar en diferentes sitios. Desde el nivel del mar hasta unos 600 metros todos los motores, en condiciones normales de ajuste y funcionamiento de las válvulas y del carburador, y con motor en ralentí, deben mostrar una lectura de entre 17 y 21 pulgadas de mercurio (Pulg/Hg). Por encima de los 600 metros la lectura se reducirá en aproximadamente 1 pulgada por cada 300 metros de elevación.

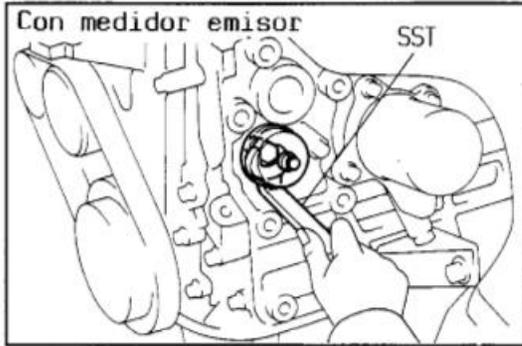


3.6 Presión de aceite

Se trata de la presión del aceite de motor, que conviene mantener en un nivel correcto para que el vehículo funcione a la perfección.

Lo primero que podemos decir es que en ella influyen varios elementos principales: la bomba del aceite, el propio lubricante y el camino que éste recorre hacia las distintas piezas.

La presión del aceite la marca la resistencia que opone un lubricante a ser movido por la bomba del aceite, así como las distancias a las que debe ser movido, es decir, los metros de tubería, codos o filtros por los que pasa, entre otros elementos, que rebajan dicha resistencia. Así, si medimos la presión en la bomba, obtendremos un resultado mayor al que extraeríamos en otro punto del recorrido.



Al arrancar el motor nos encontraremos con una presión alta, ya que el aceite está frío y la bomba necesitará más potencia para moverlo. Una vez en marcha, el lubricante se calienta y resulta más sencillo moverlo, por lo que se reduce la presión en el manómetro de la bomba.

Esta es una de las razones por las que existen los aceites multigrado, que son más fluidos en el arranque que los monogrado y por eso evitan desgastes en esa fase, ya que permiten desde el principio que llegue la cantidad de aceite suficiente para separar las piezas metálicas y evitar que se rocen entre ellas.

El funcionamiento de la bomba de aceite consiste básicamente en que ésta succiona el lubricante a través de una malla, donde se retiene la suciedad de mayor tamaño, y lo lleva hacia el sistema de lubricación. Las bombas suelen ser de engranajes rectos que son lubricados por el fluido que pasa y tienen una válvula para sacar aceite cuando la presión es excesiva. Además, conviene tener en cuenta que se trata de bombas de caudal constante. Normalmente, una alta presión en la bomba implica la existencia de resistencias extraordinarias en el sistema que se deben superar, como por ejemplo la suciedad causada por polvo o carbonillas, la cual obtura el paso del aceite. Esto exige que la bomba trabaje a mayor potencia.

Este riesgo de alta presión se da también en los enfriadores y filtros en casos de obstrucción, por eso también llevan válvulas de seguridad (by-pass) taradas a una determinada presión. El peligro de obturación en estos sistemas es alto y es algo que preocupa mucho a los fabricantes de vehículos. Para evitar estos riesgos es necesario contar con un diseño adecuado de las tuberías y los distintos puntos de lubricación. También es imprescindible utilizar un lubricante con la viscosidad adecuada al motor. Esta es la mejor manera de mantener la presión del aceite en niveles adecuados.

Hay que tener en cuenta que la presencia de tuberías estrechas y un aceite excesivamente viscoso, más difícil de mover, implicarán un aumento de la presión del sistema para poder mover el aceite. Por su parte, una viscosidad excesivamente fluida implicaría una bajada de la presión, lo mismo que el cambio de las tuberías a otras más grandes.



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

Es por todo esto, que la presión del sistema depende de las características del aceite (viscosidad) y del diseño del fabricante (bomba, diámetro de tuberías, longitud...)

B. Base de Consulta

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	AÑO	IDIOMA	EDITORIAL
Guía de laboratorio de motores de combustión interna	Leonardo González	Guatemala	2005	Español	Universidad San Carlos de Guatemala
Motores del automóvil	William H. Crouse	Barcelona	1996	Español.	McGraw-Hill
Manual de la técnica del automóvil	Bosch	Barcelona	1999	Español	Reverté S.A.
Manual de la Toyota, El motor	Toyota Motor Corporation		1991	Español	

C. Base práctica con ilustraciones

COMPROBACION DE LA PRESION DE COMPRESION

MEDICION DE LA PRESION DE COMPRESION DEL CILINDRO

NOTAS:

- Durante el viraje del motor, desconectar el conector IIA o desconectar el cable de alta tensión de la bobina de encendido para evitar que se generen chispas desde los cables de alta tensión.
- En un motor EFI, desconectar todos los conectores de los inyectores de combustible y del inyector de arranque en frío para evitar que el combustible sea inyectado. La inyección del combustible por los inyectores de combustible es detenida cuando el conector IIA es desconectado, pero el combustible continuará inyectándose por el inyector de arranque en frío.

- (a) Remueva todas las bujías.
- (b) Inserte un manómetro de compresión en el agujero de la bujía.
- (c) Abra completamente la válvula de obturación.
- (d) Mientras hace girar el motor mida la presión de compresión.

NOTA: Use siempre una batería totalmente cargada para que las revoluciones del motor sean más de 250 rpm.

- (e) Repita los pasos (b), (c) y (d) para cada cilindro.

Presión de compresión:

13.5 kg/cm² (191psi, 1,320 kPa)

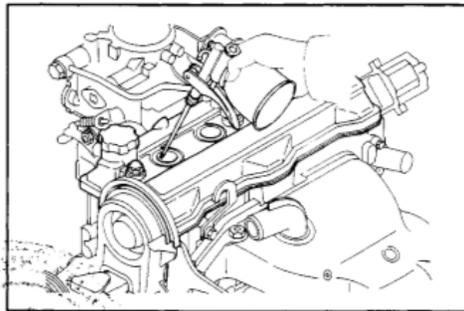
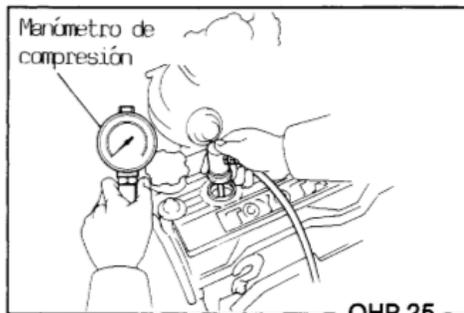
Presión Mínima:

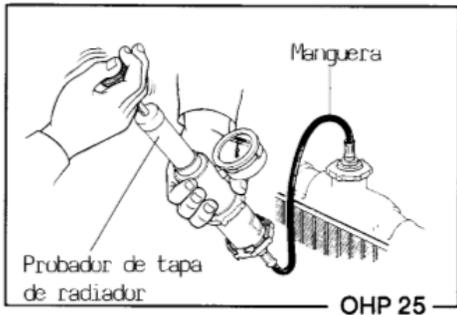
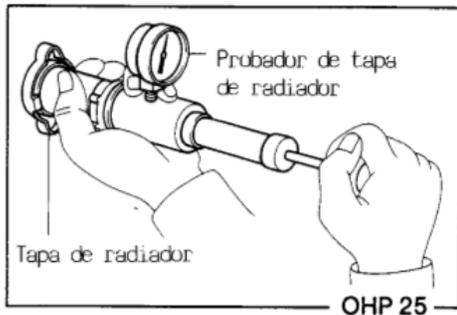
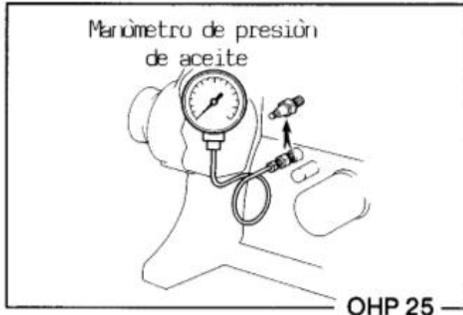
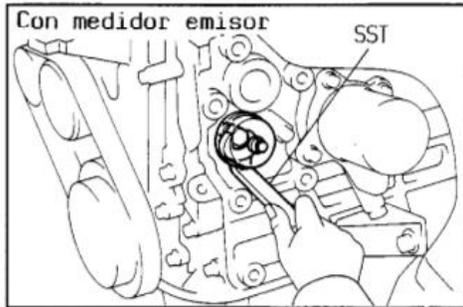
10.0 kg/cm² (142 psi, 981 kPa)

Diferencia entre cada cilindro:

1.0 kg/cm² (14 psi, 98 kPa) o menos.

- (f) Si la presión de uno o más cilindros es baja, eche una pequeña cantidad de aceite de motor en el cilindro a través del orificio de la bujía de encendido y repita (b) hasta (d) para el cilindro de compresión baja.
- Si el añadir aceite ayuda a la compresión, lo más probable es que los anillos del pistón o el cilindro esté desgastado o deteriorado.
 - Si la presión permanece baja, puede haber una válvula agarrada o mal contacto en el asiento de la válvula, o puede haber una filtración que pasa por la junta de la empacaturadura.





COMPROBACION DE LA PRESION DE ACEITE

1. REMUEVA EL INTERRUPTOR DE LA PRESION DE ACEITE O EL MEDIDOR EMISOR

NOTA (con medidor emisor): Use la SST SST 09027-12140

2. INSTALE EL MANOMETRO DE PRESION DE ACEITE

3. ARRANQUE EL MOTOR

Arranque el motor y caliéntelo a la temperatura normal de operación.

4. MIDA LA PRESION DE ACEITE

Presión de aceite:

Al ralenti	0.3 kg/cm ² (4.3 psi, 29 kPa) ò más
A 3,000 rpm	2.5 - 5.0 kg/cm ² (36-71 psi, 245-490 kPa)

NOTA: Compruebe si hay fugas después de reinstalar el interruptor de aceite ò el medidor emisor.

INSPECCION DEL RADIADOR

1. COMPRUEBE LA TAPA DEL RADIADOR SALIDA DE AGUA

Utilice un probador de la tapa del radiador y bombee el probador hasta que empiece a abrirse la válvula de alivio. Compruebe que la válvula se abre entre 0.75 kg/cm² (10.7 psi, 74 kPa) y 1.05 kg/cm² (14.9 psi, 103 kPa). Compruebe que el manómetro no muestre una caída muy rápida en la presión, cuando la presión sobre la tapa es inferior a 0.6 kg/cm² (8.5 psi, 59 kPa).

Si una de estas mediciones no está dentro de los límites especificados, reemplace la tapa del radiador.

2. COMPRUEBE SI HAY FUGAS EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

- Llene el radiador con refrigerante y coloque un probador de tapa de radiador.
- Caliente el motor.
- Bombee hasta crear una presión de 1.2 kg/cm² (17 psi, 118 kPa), luego compruebe para ver si la presión disminuye.

Si hay una caída en la presión, compruebe si hay fugas en las mangueras, en el radiador ò en la bomba de agua. Si no se encuentran fugas externas verifique el núcleo del calefactor, el bloque de cilindros y la culata de cilindros.



4. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE 1: Análisis y Planeación

Descripción:

Talleres: estudio de casos. Clases prácticas: resolución de problemas. Prácticas: didácticos, aprendizaje basado en problemas. Tutorías: aprendizaje orientado a proyectos. Estudio y trabajo en grupo: aprendizaje cooperativo. Estudio y trabajo individual: contrato de aprendizaje. Investigación acción.

Ambiente(s) requerido:

Aula amplia con buena iluminación, taller para prácticas.

Material (es) requerido:

Infocus. Herramientas, equipos de comprobación.

Docente:

Con conocimiento de la materia.

5. ACTIVIDADES

- Prácticas de taller
- Exposiciones
- Trabajos autónomos
- Resolución de casos
- Presentación del Trabajo final

Se presenta evidencia física y digital con el fin de evidenciar en el portafolio de cada aprendiz su resultado de aprendizaje. Este será evaluable y socializable

6. EVIDENCIAS Y EVALUACIÓN

Tipo de Evidencia	Descripción (de la evidencia)
De conocimiento:	Evaluaciones teóricas y prácticas



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

Desempeño:	Elaboración de videos expositivos
De Producto:	Trabajo de investigación final
Criterios de Evaluación (Mínimo 5 Actividades por asignatura)	<ul style="list-style-type: none">• Prácticas de taller• Exposiciones• Trabajos autónomos• Resolución de casos• Presentación del Trabajo final

Compilado por: Ing. Gabriel Córdova, Mg	Revisado Por: (Coordinador)	Reportado Por: (Vicerrector)



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR JAPÓN

AMOR AL CONOCIMIENTO

POMASQUI-

c/Marieta Veintimilla E5-471 y Sta. Teresa 4ta transversal

Tlfs: 022356-368 - 0986915506

www.itsjapon.edu.ec