

300617

2
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**ANALISIS DE LA RECONSTRUCCION
DE MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA.**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a
LUIS ENRIQUE ALVAREZ POLA

Director de Tesis:

ING. JORGE SALCEDO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

| | paginas: |
|--|----------|
| Introducción. | 3 |
| | |
| CAPITULO I. GENERALIDADES. | |
| - Clasificación de los motores de C.I. | 9 |
| - Importancia y diferentes tipos de motor | 11 |
| | |
| CAPITULO II. CICLOS TERMODINAMICOS. | |
| - Ciclos teóricos. | 23 |
| - Datos conocidos y necesarios para el estudio del ciclo termodinámico. | 30 |
| - Diferencia entre el ciclo real y teórico Otto. | 33 |
| - Diferencias entre los valores de presión y temperatura máxima. | 34 |
| - Diferencias entre el ciclo real y teórico Diesel. | 36 |
| | |
| CAPITULO III. PROCESO DE RECONSTRUCCION DE MOTORES. | |
| - Elementos sujetos a reconstrucción. | |
| - Cigüeñal. | 40 |
| - Arbol de levas | 44 |
| - Cilindros de embolos. | 49 |
| - Culatas o cabezas de motor. | 54 |

| | | |
|---|-------|----|
| - bielas | ..... | 60 |
| - Apoyos de bancada | ..... | 63 |
| - Proceso de encamisado del bloque | ..... | 65 |
| - Proceso de armado del motor | ..... | 67 |
| - Instrucciones para asentamiento del motor | ..... | 73 |

CAPITULO IV. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA RECONSTRUCCION DE MOTORES.

| | | |
|--------------------------------|-------|----|
| - Rectificadoras de cilindros. | ..... | 78 |
| - Pulidoras de cilindros | ..... | 80 |
| - Rectificadoras de cigüeñales | ..... | 83 |
| - Rectificadoras lineales | ..... | 85 |
| - Rectificadoras de bielas | ..... | 87 |
| - Rectificadoras de culatas | ..... | 89 |

CAPITULO V. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOTOR.

| | | |
|--|-------|----|
| - Tabla de lubricación y mantenimiento preventivo del motor. | | 94 |
|--|-------|----|

| | | |
|--------------|-------|-----|
| CONCLUSIONES | | 101 |
|--------------|-------|-----|

INTRODUCCION.

El motor de combustión interna es uno de los medios principales de la energética, se utiliza en las más diversas ramas de la industria y economía.

En los últimos años, el desarrollo de los motores de combustión interna viene determinado por la exigencia de mayor rendimiento y mejor economía. Esto se ha traducido en el diseño de motores menos pesados, de mayor número de revoluciones, elevada compresión, etc.

La consecuencia ha sido que estos motores después de determinado tiempo de trabajo presentan deficiencias originadas por el desgaste y fatiga de sus elementos internos.

En este trabajo de tesis se tratan los puntos importantes que hay que tomar en cuenta para la reconstrucción o reacondicionamiento de los elementos del motor sujetos a desgaste y los diferentes criterios para determinar la vida útil de los mismos.

Se anexan figuras tomadas de catálogos de maquinaria y equipo especializado para reacondicionamiento de los motores así como una breve explicación de los procesos llevados a cabo durante la reconstrucción, esto ayudará a ilustrar y a comprender mejor la necesidad de reconstruir los motores.

Se incluye también un programa de mantenimiento preventivo para mantener en óptimas condiciones de funcionamiento y alargar la vida útil del motor.

I.- GENERALIDADES

1.- BREVE HISTORIA DE LAS MAQUINAS TERMICAS.

1600 años antes de la formulación de la tercera ley del movimiento por Isaac Newton, Heron de Alejandria pretendió aplicarla en la concepción de una máquina termica, ley que actualmente ha constituido uno de los indices mas significativos en la evolución de las máquinas térmicas modernas.

Las máquinas térmicas se han desarrollado en dos grandes grupos:

Máquinas de combustión interna y máquinas de combustión externa.

Como se sabe, las máquinas térmicas tienen por objeto el transformar la energía calorífica en energía mecánica directamente utilizable.

Las máquinas de combustión externa, trabajan por medio del vapor producido en calderas, el cual es después conducido por medio de tuberías o canalizaciones hacia el transformador de energía termica a mecánica. En las calderas se produce la combustión del combustible.

Las máquinas de combustión interna, realizan esa misma combustión dentro de la unidad productora de energía.

1615. Salomón de Causa, aprovechó la generación de vapor para elevar agua.

1687. Se conoce la máquina atmosférica de Papin.

1700. Se conocen las máquinas de Savery y Newcomen, siendo la de éste último con el primer intento de distribución automática.

1770. James Watt desarrolló varias innovaciones, recomendó utilizar la condensación del vapor fuera del mismo cilindro, ideó la camisa de vapor, el regulador centrífugo aplicándolo, así como el volante en la máquina de vapor, los prensaestopas, utilizó el doble efecto, dotó al condensador de una bomba de agua para evacuar el agua y el vapor, así como otros inventos que se siguen utilizando en la actualidad.

1800. Empezó a utilizarse vapor de alta presión por Evans.

1805. Woolf ideó la doble expansión.

1840. Corliss aplicó la distribución por válvulas giratorias.

1870. Se aplica el principio de triple expansión del vapor.

1884. Primera patente de Parsons para la turbina de reacción. En la misma época se registran también las notables contribuciones de Curtis en los Estados Unidos y Rateau en Francia.

1892. Stuart inventó un motor en el que se inyectaba el combustible al final de la compresión, obteniendo una temperatura bastante elevada para la inflamación necesaria del combustible, por el contacto de la mezcla con superficies metálicas no refrigeradas.

1892. Diesel patentó un motor con el que se esperaba llevar a la práctica las ideas de Carnot, motor que idealizó en su funcionamiento con polvo de carbón.

1897. El mismo Diesel fabricó un motor que funcionaba con la elevación de la temperatura del aire por compresión, hasta alcanzar valores bastante superiores a la temperatura de inflamación del combustible, que era similar al sistema de Stuart.

1910. Stumpf construye la máquina de "flujo continuo" con antecedentes de la patente de Tood.

1925 - 1940. La aplicación de los principios de regeneración y recalentamiento en las turbinas de vapor colocan en primer plano económico a esta máquina primaria.

Anteriormente, en 1862 Beau de Rochas, ingeniero francés en locomotoras, describió el sistema de funcionamiento de un motor con ciclo de cuatro tiempos, con el encendido al final de la carrera de compresión. La sucesión de tiempos en este ciclo es la misma usada actualmente en cierto tipo de motores, con modificaciones al principio y final de cada periodo, a fin de alcanzar grandes velocidades y mayores rendimientos.

Fueron personas como Barnett en 1836, Clerk en 1876, al describir el mecanismo de barrido y carga en el cilindro con bomba auxiliar en motores de dos tiempos, Lenoir en 1860, con la utilización de gas de hulla y Otto-Langen en 1866 con máquinas que aprovechaban el

principio del vacío parcial originado dentro del cilindro, quienes dieron, al igual que Diesel el impulso definitivo para el desarrollo de los motores modernos.

2. CLASIFICACION DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DE PISTON

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| 1. Ciclo | Otto Diesel Lenoir Braytón | 2T;4T |
| 2. Tipo | Simple efecto Doble efecto Pistón buzo Pistón con faldón | |
| 3. disposición y número de cilindros | En línea. 2 hasta 12 en v 2,4,6,8,12,16 | |
| | Radial 2,3,5,7,9,11,13 Radial en batería 1,2,3,4 Tipo ", 4 cil. | |
| 4. Posición del cilindro | horizontal vertical | |
| | inclinado invertido | |
| 5. Válvulas | de seta | en la culata cabeza en L cabeza en T cabeza en F |
| | de camisa Rotativas Lumbreras | |
| | chispa | Magneto Bateria |

6. Ignición

Compresión
Cabeza ardiente

líquida

revestimiento húmedo
revestimiento seco

7. Refrigeración

aire

IMPORTANCIA Y DIFERENTES TIPOS DE MOTORES CICLO OTTO.

IMPORTANCIA DE LOS MOTORES DEL CICLO OTTO.

Unos pocos años antes de la primera guerra mundial, apenas había en el mundo suficientes automóviles para formar una caravana, tanto los niños como los adultos se sentían impresionados por ver uno solo de aquellos aparatos que avanzaban por los caminos a velocidades de vertigo (30kph) sin que aparentemente nada los impulsara.

Era la época en que hizo su aparición el motor de combustión interna ciclo Otto, un tipo de motor que por sus características llegó a resolver la gran mayoría de los problemas donde era necesario utilizar una potencia, para efectuar un trabajo. Se descubrió en esa época que la principal ventaja de este motor con respecto a otro tipo de motores de combustión interna y externa era su bajo consumo de combustible. situación que aunada a su peso ligero y mayor aprovechamiento energético daba un mayor rendimiento.

Lo anterior dió como resultado que se le diera preferencia a este tipo específico de motor por sobre los motores que funcionaban a base de vapor, carbón en polvo, e inclusive los motores eléctricos.

Actualmente los motores del ciclo Otto son utilizados aproximadamente en un 60% de los mecanismos con tracción mecánica pues como es sabido, son utilizados en los automóviles, motocicletas, plantas pequeñas para producir corrientes eléctricas, para impulsar bombas de diferentes tipos, juegos infantiles, máquinas herramientas aviones pequeños, lanchas. etc.

Como se puede ver su aplicación es muy amplia y aún no se ha descubierto la forma de sustituir a este motor por otro más económico y adaptable.

El motor de combustión interna del ciclo Diesel utiliza un combustible más económico y podemos obtener mayores potencias pero el inconveniente es su gran peso y tamaño, por lo que solamente se utiliza en trabajos pesados donde no es importante aumentar 500 ó 1000 kg de peso al mecanismo.

Analizando el motor del ciclo Otto a futuro podemos decir que le quedan todavía varias décadas de dominio en lo que a preferencia se refiere.

Posiblemente sea desplazado por un motor que consuma energía solar. Actualmente se hacen investigaciones al respecto para reducir el costo de la transformación de estos energéticos (existen ya motores de este tipo, pero resulta muy costoso disponer adecuadamente de la energía atómica y de energía solar).

Los motores eléctricos tienen el inconveniente de no poder disponer de la energía eléctrica en todas partes y las baterías para asimilar esta corriente resultan muy caras y voluminosas lo que los hace infuncionales.

Por lo anterior expuesto se concluye que el motor de gasolina es en esta época imprescindible en las aplicaciones que le conocemos.

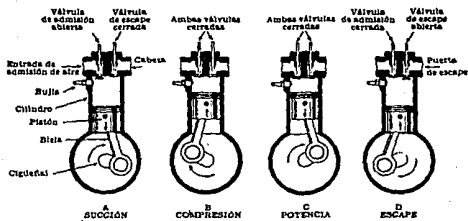


Fig. 1.1. Ciclos del motor de cuatro tiempos.

DIFERENTES TIPOS DE MOTORES CICLO OTTO.

Existen diferentes tipos de motores, se verán únicamente los motores del ciclo Otto. Se pueden dividir en dos grupos:

A) De dos tiempos

a) de barrido cruzado

b) de barrido de lazo

B) De cuatro tiempos:

A) Los motores de dos tiempos son usados donde la economía no es un factor vital, pues existen pérdidas importantes de mezcla fresca, ya que este ciclo de dos carreras en un motor carburado tiene esta desventaja.

En este tipo de motor el ciclo completo se efectúa con una sola vuelta del cigüeñal realizándose los tiempos como sigue:

a) de barrido cruzado.

En el punto muerto superior se tiene el atomizado del combustible en el seno del aire caliente comprimido o bien en el encendido por chispa de una mezcla de vapores que inician la combustión y liberan la energía para la carrera de potencia que es la siguiente, próximo al final de la carrera el émbolo descubre una lumbrera o abertura en la pared del cilindro pasando la mayoría de los productos de la combustión al múltiple de escape, inmediatamente después en la carrera es descubierta por el

émbolo una segunda lumbrera, siendo forzada hacia el interior del cilindro. La mezcla de gasolina - aire (a este proceso se le llama barrido cruzado).

Se incorporan al émbolo unos deflectores para evitar que la carga admitida pase de larga a través del cilindro, la carrera de regreso del émbolo es la carrera de compresión del ciclo.

b) de barrido de lazo :

Lo que diferencia a este barrido del anterior, es que las lumbreras de admisión se colocan próximas en lugar de opuestas a las de escape, en esta forma el aire admitido debe describir un "lazo" completo antes de llegar al conducto de escape.

Otra desventaja del ciclo de dos tiempos con respecto al ciclo de cuatro tiempos, es que el de dos tiempos tiene tendencias a fallar por esfuerzos térmicos, falla que está relacionada con el número de carreras de potencia que se verifican en un intervalo de tiempo definido, por lo anterior se concluye que un motor de cuatro tiempos puede trabajar a altas velocidades sin que experimente temperaturas excesivas, que ocasionen discontinuidad en la lubricación o roturas en las partes mecánicas.

El motor de dos tiempos tiene su máxima aplicación donde son necesarios trabajos estacionarios, para accionar bombas de agua, desgranadoras, segadoras de pasto, motocicletas, etc.

B) Motores de cuatro tiempos.

Los motores de cuatro tiempos de ciclo Otto son mucho más utilizados que los de dos tiempos. Las razones son las siguientes:

- El consumo de combustible por cilindro es menor
- Se pueden obtener mayores potencias
- Por la forma en que están distribuidos los cuatro tiempos es más difícil que se produzca un exceso de calentamiento en condiciones normales.
- Se obtienen mejores carburaciones.

Siendo más aceptables este tipo de motores se le han buscado múltiples aplicaciones y formas, dependiendo el uso, o la necesidad que se desee satisfacer.

Antes de decidir el número de revoluciones por minuto, la forma de distribuir los cilindros, etc. es necesario estar conscientes de que la velocidad y consecuentemente la potencia de un motor son limitados por las fuerzas de inercia al acelerar y desacelerar algunas de sus partes.

A continuación se mencionan los tipos de motores más comunes:

1. Motor en línea.
2. Motor en V.
3. Motor plano con cilindros horizontales.
4. Motor de émbolos opuestos.
5. Motor radial.

Otra forma en que se diferencian los tipos de motores e independientemente de la posición de sus cilindros es también por el procedimiento que se emplee para mantener su equilibrio térmico y los principales sistemas son los siguientes:

- a) Motores de refrigeración por líquido.

En estos motores el calor producido se transmite por intermedio

de un líquido refrigerante a un radiador, que a su vez lo disipa al ambiente con la ayuda de un ventilador de aspas que obtiene su rotación mediante una banda que sale del árbol principal (cigüeñal).

b) Motores de refrigeración por aire.

En este tipo de motores el calor generado, por contacto de las superficies aleteadas que rodean los cilindros, se transmite directamente al exterior con la ayuda de un ventilador que se encuentra colocado dentro de unas tolvas que ayudan a distribuir el aire generado en toda la parte interna del motor, absorbiendo el exceso de calor.

La clasificación de motores mostrada en páginas anteriores se explica a continuación:

El motor en línea es aquel que tiene todos sus cilindros distribuidos en línea recta, este motor ofrece las soluciones más simples de construcción y mantenimiento, su diseño ha sido el más usual para aplicaciones tanto estacionarias como de transportación.

En este motor los ejes de los cilindros están en un mismo plano y del mismo lado del cigüeñal. Estos motores pueden ser derechos o invertidos según que los cilindros estén por encima o por debajo del cigüeñal, los hay rectos e inclinados, en la actualidad el motor recto ya no se utiliza en los nuevos modelos de automóviles por su deficiente lubricación en la parte alta del motor, pues se ha demostrado que el tipo recto inclinado trabaja mejor y dura más con respecto al recto.

Motor en V. Este es un tipo de motor con menor longitud, que el en línea, y de la misma potencia por cilindro, este motor consiste en dos bancadas de cilindros en línea colocadas una con respecto a la otra, en un cierto ángulo (generalmente a 90 grados), para formar la letra V, en este caso se sujetan dos bielas a un muñón del cigüeñal, este tipo de motores tiene una ventaja con respecto al motor en línea, la cual consiste en que en un menor espacio pueden ser colocados los cilindros, generalmente estos motores son de 8 cilindros, cantidad que sería inconveniente colocar en línea, por razón de espacio.

Motor plano con cilindros horizontales. Este tipo de motores se utiliza cuando se presenta el problema de la falta de espacio, como es el caso de los motores colocados en la parte posterior para accionar vehículos, su mayor aplicación la han encontrado en los automóviles de la marca VW. Los émbolos están desalineados y se requiere un muñón de cigüeñal por separado para cada émbolo.

Motor de émbolos opuestos. Este motor consiste en un cilindro conteniendo dos émbolos. el superior controla la lumbrera de admisión en tanto que el émbolo inferior controla la lumbrera de escape, en esta forma se obtiene el barrido de flujo unidireccional o lineal.

Motor radial. Este tipo de motor es muy común utilizarlo en la aviación, el cual tiene todos los cilindros en un plano y con igual separación angular entre sus ejes.

El motor radial representa el problema de sujetar 3,5,7,9 bielas a un solo muñon del cigüeñal. se emplea una biela principal para un cilindro siendo acopladas a ella otras bielas articuladas.

Debe notarse que la biela principal ejecuta el mismo movimiento que el ejecutado por la biela de la mayoría de los motores, en tanto que una biela articulada sigue su trayectoria ligeramente diferente debido a que el puente de fijación no queda en el centro del muñon del cigüeñal.

Clasificación por la posición de las válvulas.

Solamente existen tres diferentes clasificaciones de motores de combustión interna, según la posición de las válvulas.

a) Motor con válvulas debajo de la cabeza o cabeza en L.

En estos motores los asientos de las válvulas están integrados en el monoblock (en la superficie que tiene contacto con la cabeza). Las punterías y los buses que accionan las válvulas de admisión y escape para que efectúen sus funciones, están integrados en un costado del motor, a la cabeza de este tipo de motor también se le llama simplemente tapa y su función es la de tapar los cilindros y contener las bujías.

Para calibrar las punterías se ajusta la tuerca que hace contacto con la punta de la válvula, la calibración de punterías nos da la apertura correcta para admisión y escape de mezcla y gases respectivamente, dicha calibración está calculada en base a la

cantidad de mezcla y gases que son necesarios admitir y escapar respectivamente. La medida a la cual se calibran las punterías es la distancia que despega la válvula de su asiento, este tipo de motores fue utilizado hasta 1959.

b) Motor con válvulas en la parte superior (cabeza en I).

Todos los motores encendidos por chispa de gran potencia utilizan este tipo de cabeza. La tendencia en vehículos automotrices va en esta dirección a medida que aumentan las relaciones de compresión. El motor con válvulas en la cabeza se considera superior al de cabeza en I (con válvulas al motor), para altas relaciones de compresión por las siguientes razones:

- 1.- Pérdidas de bombeo bajas, mejor respiración del motor por tener conductos más directos, lumbreras y válvulas más grandes.
- 2.- Menor fuerza sobre las tuercas que sujetan a la cabeza y por ello menor posibilidad de fugas. Notese que el área proyectada de la cámara de combustión del motor de cabeza en L es inevitablemente mayor que la del motor con válvulas en la cabeza.
- 3.- Menor distancia de recorrido de la flama y por lo tanto mayor independencia de golpeteo.
- 4.- Remoción de las válvulas del escape que son las más calientes, durante el trabajo, confinando así las fallas por calor en la cabeza.
- 5.- La relación superficie-volumen es menor y por ello las pérdidas de calor son menores.

Por otra parte la cabeza en L, lleva un mecanismo para las válvulas más simple y silencioso, no habiendo diferencia en su

comportamiento para relaciones de compresiones bajas, vease que es enteramente posible que la relacion de compresion no llegue a adquirir ningún aumento debido a que :

- Los combustibles de alto octanaje son relativamente costosos y aún cuando aumentan los kilometros por litro, disminuyen los kilometros por peso.

- Las relaciones de compresión altas exigen mayor rigidez de la estructura para soportar presiones del orden de 70kg por cm.cuadrado. Mejores anillos para embolo con objeto de evitar las fugas de presión hacia el cárter, mejores bujías y sistema de encendido y mejores cojinetes.

c) Motor con cabeza en F.

Este tipo de motor con cabeza en F ha adquirido popularidad porque es adaptable a altas relaciones de compresion y permite una válvula de mayor tamaño para dimensiones dadas de la cámara, así como el empleo de cabeza de aluminio.

Al diseñar el motor de combustion se requieren conductos grandes y sin obstrucciones para el agua refrigerante en todos los puntos alrededor del cilindro, de las bujías, y de los asientos de las válvulas, de las lumbreras de admisión y de escape, así como de las paredes de la cámara de combustion, tales conductos permiten que el agua se mueva con velocidad conveniente para facilitar la transferencia de calor.

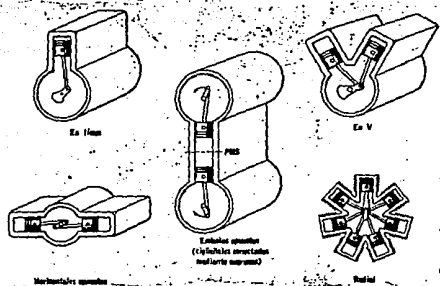


Fig. 1.2 Tipos de motor según la posición de los émbolos.

CAPITULO II.

CICLOS TERMODINAMICOS DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

2.1. Ciclos teóricos.

Un ciclo es una serie de procesos, durante los cuales el sistema iniciado en un estado particular 1, retorna a su estado inicial.

El fluido de trabajo, durante su paso por el motor, es sometido a una serie de transformaciones físicas y químicas (compresión, expansión, combustión, transmisión de calor, etc.) que constituyen el ciclo del motor.

El examen cuantitativo de estos fenómenos, efectuado teniendo en cuenta todas las numerosas variables, representa un problema muy complejo, por ello corrientemente se simplifica recurriendo a sucesivas aproximaciones teóricas, cada una de las cuales está basada en diferentes suposiciones simplificativas, que tienen una aproximación gradualmente creciente.

Para los ciclos teóricos, las aproximaciones comunmente empleadas en un orden de aproximación a las condiciones reales son tres : ciclo ideal, ciclo de aire y ciclo de airecombustible. A estos ciclos teóricos se comparan en la practica los ciclos reales que se obtienen experimentalmente por medio de los indicadores. por esta razon al ciclo real se le llama ciclo indicado.

Aunque los ciclos teóricos no corresponden a los ciclos reales, constituyen una útil referencia para el estudio termodinámico de los motores, particularmente para comprender cuanto influyen sobre su utilización las condiciones de funcionamiento y para comparar entre sí diversos tipos de motores.

En los ciclos ideales se supone que el fluido de trabajo está constituido por aire y que este se comporta como un gas perfecto, por ello los valores de los calores específicos se consideran constantes.

$$C_p = 0.241 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_v = 0.172 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

por lo que :

$$C_p/C_v = 1.41$$

El ciclo ideal representa el límite máximo que teóricamente puede alcanzar el motor, por lo que se le llama también "ciclo teórico".

En el ciclo de aire el fluido de trabajo es también aire, pero se supone que los calores específicos son variables a lo largo de la gama de temperaturas en que se opera, por lo que se usan tablas para el cálculo de los mismos.

El ciclo aire-combustible es entre todos los que por general se calculan, el más próximo al ciclo real. Después de la combustión, el fluido está constituido por productos de la misma, esto es una mezcla

de CO, CO₂, H₂O y N₂. Estos gases tienen un calor específico medio todavía más alto que el del aire, pero además se cuenta con un incremento posterior de los calores específicos, a causa de la disociación o descomposición química de las moléculas más ligeras sometidas a la acción de altas temperaturas.

a).- Ciclo Otto: Este ciclo teórico es el ideal del motor de encendido por la chispa producida por una bujía. Las transformaciones termodinámicas que se verifican durante este ciclo son :

1-2 Adiabática o isentrópica. (sin intercambio de calor con el exterior, compresión del fluido activo, el pistón realiza un trabajo.

2-3 Volumen constante. Introducción instantánea de calor.

3-4 Adiabática. Expansión en la que el fluido activo realiza un trabajo.

4-1 Volumen constante. Sustracción instantánea de calor.

Ver diagramas P-V de la figura 2.1 .

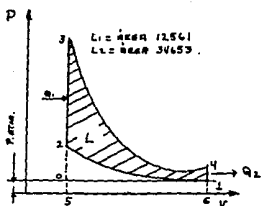


FIG. 2.1.

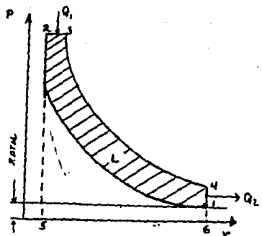
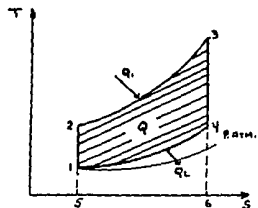
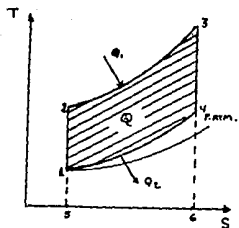


FIG. 2.2.



La ecuación para el cálculo del rendimiento termodinámico es :

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{r^{k-1}}$$

donde $r = \frac{v_1}{v_2}$ = grado de compresión (ó relación).

De esta ecuación se observa que el rendimiento es función de la relación de compresión. Aumentando r , aumenta η_t , y disminuyendo r disminuye η_t .

b).- Ciclo Diesel. Es el ciclo teórico de los motores de encendido por compresión del combustible.

Como se trata de un ciclo ideal, y por tanto, el fluido operante es gaseoso, la diferencia fundamental entre este ciclo y el Otto estriba en que la ignición en el primero se efectúa a presión constante mientras que en el segundo se efectúa a volumen constante.

Otra diferencia entre ambos ciclos está en los valores de la relación de compresión, la cual varía de 12 a 22 para los motores Diesel, mientras que sólo varía de 6 a 10 en los motores Otto.

De la figura 2. 2 se tiene que :

- 1-2 Compresión adiabática.
- 2-3 Presión constante. Introducción de calor.
- 3-4 Expansión adiabática.
- 4-1 Volumen constante. Expulsión de calor.

La ecuación para el cálculo del rendimiento termodinámico para este ciclo es :

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{f^{\kappa-1}} \left[\frac{z^{\kappa} - 1}{\kappa (z - 1)} \right]$$

En donde $z = \frac{v_3}{v_2}$ = grado ó relación de compresión.

En esta expresión vemos que η_t es función de f , z , y κ .

A excepción del término entre paréntesis, que por lo general es mayor que 1, la expresión restante es igual a la del motor Otto, por lo que vemos que a igualdad de relación de compresión es mayor para ciclo Otto que para el ciclo Diesel. Al reducir el calor introducido a presión constante (z) el rendimiento η_t del ciclo Diesel, se aproxima al del ciclo Otto, con lo cual coincide para $z = 1$.

2.2. Datos conocidos y necesarios para el cálculo y estudio del ciclo termodinámico.

Del motor :

D = Diametro del cilindro. (cms.)

L = Carrera del émbolo (cms.)

ϵ = Relación o grado de compresión (V_t/V_c) (adimensional).

Del aire :

P_a = presión atmosférica (kg/cm² o atmosferas).

T_a = Temperatura ambiente (C ó K).

R = Constante universal del fluido o gas (aire).

R = 29.27 (Kg.m / Kg.K)

C_v = Calor específico a volumen constante (0.72 Kcal./Kg.K)

k = C_p / C_v Relación de calores específicos (adimensional)

k = 1.4 para el aire.

Del combustible :

H_c = Poder calorífico o potencia calorífica (es la cantidad de calor que libera el combustible durante su combustión por unidad de peso o volumen).

(Kcal. / kg.) combustibles líquidos.

(Kcal. / m³) combustibles gaseosos.

a = Número de partes de aire por cada parte de combustible
(adimensional).

Con los datos anteriores se está en condiciones de poder determinar por medio del cálculo, las características termodinámicas de presión, volumen, temperatura y peso en los puntos extremos de las

transformaciones de los diagramas de las figuras 2.1 y 2.2.

2.3. CICLOS REALES.

Un ciclo real es el que refleja las condiciones efectivas de funcionamiento de un motor. Se identifica este ciclo con el diagrama de presiones medidas en el cilindro en correspondencia con las diversas posiciones del pistón a este se le llama diagrama indicado.

El aparato con que se obtiene este diagrama se le llama indicador de Watt, el cual es un pequeño cilindro provisto de un pistón retenido por un resorte comunica con la cámara de combustión por medio de un tubo. El vástago del pistón actúa sobre un sistema de palancas que forman un cuadrilátero amplificador cuyo brazo de palanca más largo está provisto en su extremidad de un estilete.

La presión de los gases se trasmite a través del tubo, actúa sobre el pistón y venciendo la carga del resorte, lo desplaza una longitud proporcional al valor de la presión, trazando el estilete en sentido vertical una línea de longitud proporcional a la presión que actúa sobre el pistón motor, el estilete se mueve linealmente con él, y su posición horizontal corresponde en cada punto a la del pistón motor.

La curva obtenida por este método está referida a los ejes coordenados representando las abscisas los espacios recorridos por el pistón y por consiguiente los volúmenes. y las ordenadas representan las presiones.

2.3.A. DIFERENCIA ENTRE LOS CICLOS REAL Y TEORICO.

Existen entre los ciclos real y teorico diferencias básicas tanto en la forma del diagrama, como en los valores de presiones y temperaturas. Las diferencias entre los diagramas son las siguientes:

a).- Pérdidas de calor. En el ciclo teórico no se consideran transformaciones adiabaticas, mientras que en el ciclo real son bastante considerables. Una parte del calor del fluido se trasmite a las paredes del cilindro que son refrigerados para obtener un buen funcionamiento del pistón, por lo que en este caso los procesos de expansión y compresión, no son adiabaticos, sino politropicos, por lo que el exponente "n" difiere del valor de "k" debido a la pérdida de calor, se tendrá en la expansión que $n > k$ y en la compresión $n < k$ ocasionando una pérdida de trabajo útil.

b).- Retardo en la combustión. Mientras que en el ciclo teórico se supone una combustión instantánea, sin cambio de volumen, en el ciclo real dura ésta un cierto tiempo mientras que el pistón se desplaza, por lo que es necesario adelantar el encendido de manera que la combustión pueda tener efecto en su mayor parte cuando el pistón esté cerca del P.M.S. (punto muerto superior) este retardo en la combustión ocasiona una perdida de trabajo útil.

c).- Tiempo de apertura de la válvula de escape. En el ciclo teórico se supone también que la sustracción de calor ocurre instantáneamente en el P.M.I. pero esta sustracción en el ciclo real se realiza en un tiempo relativamente largo, y la válvula de escape tiene que abrirse con anticipación para dar oportunidad a que una parte de los gases salga del cilindro antes que el pistón llegue al P.M.I. (punto muerto inferior) y de esta manera que su presión descienda cerca del valor de la presión exterior al comienzo de la carrera de expulsión. Todo lo anterior provoca una pérdida de trabajo útil.

DIFERENCIAS ENTRE LOS VALORES DE LA PRESION Y TEMPERATURA MAXIMA.

d).- Aumento de los calores específicos del fluido, con la temperatura. El incremento de temperatura de un gas real, produce incrementos en los valores de los calores específicos (c_p) a presión constante y (C_v) a volumen constante $C_p - C_v = K'$; y por consiguiente disminuye el valor de la relación $C_p / C_v = k$, de lo que se concluye que los valores de la presión y temperatura máximas resultan inferiores a los que se alcanzarían si estos calores específicos permanecieran constantes al variar la temperatura.

e).- Disociación en la combustión. La disociación de los productos de la combustión, se produce mediante una reacción endotérmica y se pierde una cantidad de trabajo ya que la temperatura

máxima que se alcanza, es menor a la teórica, pero dado que la temperatura disminuye durante la expansión, se produce un retroceso en la reacción de disociación, la cual es exotérmica recuperándose una parte del trabajo antes perdido.

Otra diferencia entre el ciclo Real y Teórico es el llamado "Trabajo por bombeo", ya que durante la carrera de aspiración (salvo casos particulares) la presión en el cilindro es menor que la de la carrera de escape. Este trabajo es considerado en las pérdidas por rozamiento.

2.3.B.- DIFERENCIAS ENTRE LOS CICLOS REAL Y TEORICO DIESEL.

Así como en los ciclos Otto, en los Diesel existen también diferencias tanto en los diagramas como en las presiones y temperaturas y algunas de estas variaciones corresponden a las del ciclo Otto, como son las debidas a las pérdidas de calor, tiempo de abertura de la válvula de escape y la variación de los calores específicos. Otros difieren en parte y son originados por la disociación y la pérdida por bombeo, lo referente a la combustión es particular del motor Diesel, lo cual no se verifica a presión constante.

a).- Combustión a presión constante. En el ciclo teórico suponemos que la presión se mantiene constante durante la combustión, pero en el ciclo real, ésta se lleva a cabo, una parte a volumen constante y otra a presión constante. Únicamente en los motores lentos se verifica de forma ligeramente aproximada al ciclo teórico.

b).- Disociación de los productos de la combustión. La temperatura máxima es reducida por el exceso de aire y la mezcla de los productos de la combustión y por lo tanto la disociación de dichos productos, por lo que no es un factor tan importante en los ciclos Diesel como lo es en el ciclo Otto.

c).- Pérdidas por bombeo. En los motores de ciclo Otto provistos de carburador existe estrangulamiento en el aire de aspiración, mientras que en el ciclo Diesel no existe la válvula de mariposa característica de los motores con ciclo Otto, por lo que las pérdidas por bombeo son inferiores en el ciclo Diesel que las que se producen en el Otto en motores de cuatro tiempos. En los motores de dos tiempos, bastante difundidos entre los del tipo Diesel, son bastante importante las pérdidas por bombeo y las causadas por la interrupción de la expansión antes del F.M.I., para dar lugar al escape, así como el trabajo necesario para realizar el barrido del cilindro que con frecuencia se efectúa por medio de un compresor.

III. PROCESO DE LA RECONSTRUCCION DE MOTORES.

En capítulos anteriores se mencionan y describen los diferentes tipos de motores de combustión interna, analizando sus características principales, situaciones que nos permiten diferenciarlos de acuerdo a las necesidades y medios con que se cuenta.

Una situación común en todos los motores es el desgaste producto del trabajo, desgaste que en condiciones normales nos limita la vida útil del mismo a un rango de 1333 a 1600 horas, que convertidas a kilómetros (considerando un promedio de velocidad de 90 K.P.H.) de 120,000 a 144,000 kilómetros de vida útil óptima (varia según los hábitos de manejo del conductor, condiciones climáticas, etc.) cuando se rebasa este rango se hace necesario un reacondicionamiento del motor, pues es un hecho que la compresión en los cilindros ha disminuido tanto que se encuentra abajo del límite mínimo 5.6 kgs por cm. cuadrado (80 lbs. por pulg. cuadrada).

Las cifras antes mencionadas son reales para motores utilizados en automoviles, ya que en motores utilizados en vehículos que transportan grandes cargas, el número de horas útiles y consecuentemente la cantidad de kms. de recorrido, antes que el motor necesite reparación se reduce al siguiente rango 75,000 +- 5000 kms.

En este capítulo se pretende explicar detalladamente el proceso de reconstrucción en todas sus fases.

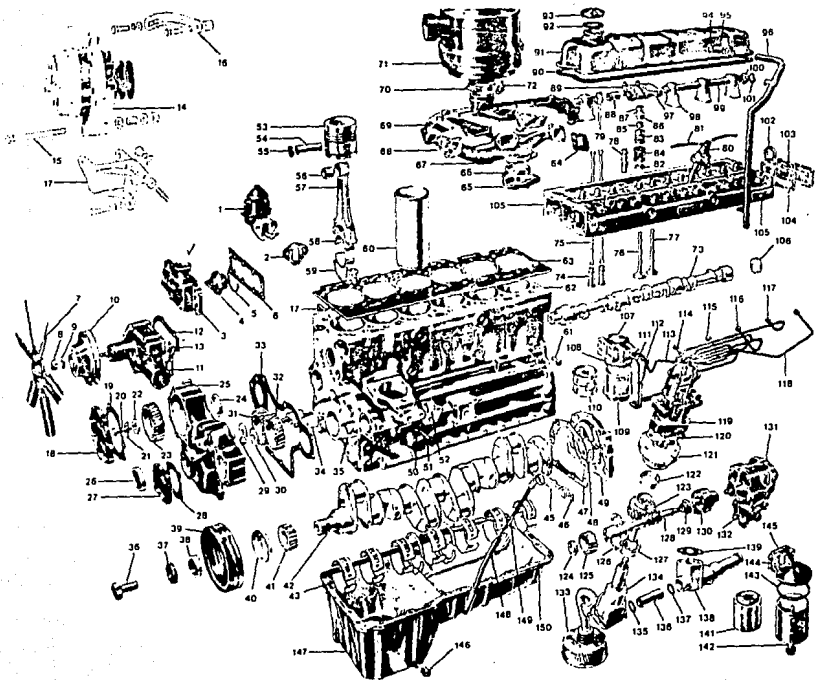


Fig. J.1. motor Diesel perkins 6-J-4. Perambindo.

3.1.- Elementos sujetos a reconstrucción o reacondicionamiento.

Como ya se mencionó anteriormente los motores sufren un desgaste producto del trabajo desarrollado. Las partes que deben ser reconstruidas mediante los diversos procesos son las siguientes:

a) Cigüeñal.

El cigüeñal es un árbol provisto de uno o varios codos, en cada uno de los cuales se articula una biela.

El cigüeñal puede transformar en movimiento rotativo al movimiento alternativo de la biela, como ocurre en los motores de combustión interna (motores de explosión), este elemento es una pieza esencial del motor, sometida a un trabajo intenso. Se fija al monoblock por medio de tapas atornilladas en números variables según sea su longitud, en los motores de automóvil de cuatro cilindros bastaría con solo dos apoyos uno en cada extremo del cigüeñal, pero se suelen poner tres, para prevenir las vibraciones.

Con este mismo objeto lleva el cigüeñal unos contrapesos que lo equilibran y un volante que regulariza su movimiento.

Además de ser el árbol motriz que arrastra al vehículo, el cigüeñal mueve una serie de órganos auxiliares (dinamo, ventilador, bomba de refrigeración, distribuidor, árbol de levas, etc.

En la fig. 3.3 se representa al cigüeñal.

Este elemento se construye y rectifica con mucha precisión, el rectificado de los codos y apoyos se efectúa con la ayuda de una

máquina - herramienta llamada rectificadora de cigüeñales (ver catálogos en el siguiente capítulo), la cual nos da dos movimientos principales uno circular que sirve para rectificar los apoyos, y otro elíptico que sirve para rectificar los codos donde van articuladas las bielas, las dimensiones de la elipse dependen de la carrera de la biela, la cual varía dependiendo la marca o el modelo del motor, el movimiento elíptico se logra con la ayuda de unas levas y contrapesos que simulan el movimiento real del cigüeñal en el motor.

El rectificado se efectúa con una muela abrasiva de grano fino, que es la herramienta de corte de la máquina rectificadora de cigüeñales.

La muela antes mencionada deberá ser de grano fino para dar un acabado a espejo y de buena calidad.

Tanto los muñones de apoyo como los de las bielas tienen una medida estándar. que es la medida original (medida nominal) la cual sufre un desgaste producto del trabajo, cuando se hace necesario el rectificado, se le desbasta lo necesario para dejar la superficie uniforme y con un acabado a espejo, la cantidad de material que se le rebaja con el rectificado se compensa con los cojinetes, los cuales deben ser sustituidos por nuevos.

Existen medidas comerciales ya establecidas para cojinetes, las cuales se mencionan a continuación:
0.254, 0.508, 0.762, 1.016, 1.27, 1.524, mm.
(0.010, 0.020, 0.030, 0.040, 0.050, 0.060 pulg) respectivamente,
interpretándose como sigue:

Si un cigüeñal queda perfectamente rectificado con 0.254 de mm (0.010 de pulg.) abajo del diámetro estandar, se entiende que debemos colocar nuevos cojinetes que formen un diámetro que ajuste con los ejes rectificados (para este caso 0.010 de pulg. 0.254 de mm menor que el diámetro estandar, es preferible que todos los muñones del cigüeñal salgan a la misma sobremedida, pues el no hacerlo implicaría tener que comprar dos o mas juegos de cojinetes).

Cuando ya no es posible limpiar perfectamente la superficie de los ejes o muñones con 1.524mm. (0.060 pulg), abajo de la medida estandar, se debe desechar todo el elemento y hay que sustituirlo por uno nuevo (no es recomendable adquirir cigüeñales que todavia tengan una supuesta vida útil, lo anterior se debe a que pueden suministrarnos un elemento relleno y/o flexionado por algún golpe, ambas situaciones dañarian a los demas elementos de nuestro motor).

Para comprender mejor lo anterior, a continuación se trata un ejemplo real, tomando como base un motor de gasolina marca Dodge, para usarlo en camiones, motor 318.

Basándonos en la tabla de la fig. 3.3 encontramos que para la marca Chrysler que produce los motores para los camiones Dodge, el motor 715 tiene un diámetro nominal de 63.487/63.51mm (2.4995/2.5005pulg) para los ejes de bancada, y un diámetro de 53.949/53.975mm (2.1240/2.1250pulg) para ejes de biela, esta es la medida estandar. Por lo tanto para los ejes de bancada si despues

de ser rectificadas nos queda una medida comprendida entre el rango de 62.725/62.750 mm (2.4695/2.4705 pulg), se concluye que salieron rectificadas en 0.762 mm (0.030 pulg.), y tambien se hace necesario colocar cojinetes nuevos (En el mercado de repuestos automotrices hay diversas marcas de cojinetes, pero la marca más conocida es Federal Mogul. Para el motor Dodge 318 el número de parte es 4042-M en sobremedida de 0.30 pulg.).

En lo que respecta a muñones o ejes de biela, si despues de rectificarlos tenemos una medida comprendida en el rango de 53.187/53.213 mm. (2.094/2.095 pulg) concluimos que también salieron rectificadas en 0.762 mm. (0.030 pulg), y también se hace necesario colocar cojinetes nuevos en sobremedida de 0.030 pulg. (para la marca Federal Mogul 2130-cp en 0.030 pulg.).

Despues de analizar la tabla de medidas de los diámetros de los muñones de cigueñal, se concluye que todas las medidas de los ejes tanto de bancada como de biela tienen un rango de tolerancia de 0.025 mm. (0.001 pulg.), volviendo al ejemplo anterior para los ejes de bancada en 0.762 mm. (0.030 pulg) tenemos un rango de 62.725/62.750 mm (2.4695/2.4705") existe una diferencia como la antes mencionada de 0.025 mm (0.01 pulg.) entre la primera cantidad con respecto a la segunda cantidad.

La primera cantidad indica la medida mínima admitida, y la segunda cifra indica la máxima medida admitida, siendo correctas todas las medidas comprendidas en este rango. Para los ejes de bielas la

observación es la misma.

Para este tipo de cigüeñal y para la gran mayoría, solamente se fabrican cojinetes antifricción en sobremedida de 0.060 pulg.

Entonces tenemos que para el motor Dodge 318 la última medida útil en los ejes del cigüeñal son:

- Para ejes de bancada 61.96/61.988mm. 2.4395/2.4405 pulg. medida en 0.060 pulg.
- Para ejes de biela 52.42/52.45mm. 2.06462.065 pulg. medida en 0.060 pulg.

Entre las cejas de los cojinetes y el cigüeñal debe existir un claro de lubricación, recomendado por los fabricantes de cojinetes, estos claros están especificados en la tabla de la fig. 3.3.

b) El árbol de levas.

El árbol de levas es un eje que nos convierte un movimiento giratorio en un movimiento deslizante de sube y baja, a unos cilindros llamados punterías o buzos que son accionados por las levas del árbol (en los motores en línea corresponde una leva a cada puntería, y en los motores en V, una leva acciona a dos punterías diferentes opuestas una de la otra) las punterías están conectadas a unas varillas huecas que son las que hacen funcionar (abrir y cerrar) a las válvulas (corresponde una varilla por válvula).

El árbol de levas también utiliza cojinetes en sus puntos de apoyo sobre los cuales gira, al igual que el cigüeñal al rectificar sus apoyos debemos compensar el desgaste con cojinetes sobre medida, equivalentes a lo que se desbasta con el rectificado, también las medidas comerciales de cojinetes antifricción para árbol de levas son 0.254, 0.508, 0.762, 1.016, 1.27 y 1.524 mm. (0.010, 0.020, 0.030, 0.040, 0.050, y 0.060 pulg). Abajo de su medida estandar la cual depende del modelo y tipo del motor.

Cuando ya no es posible limpiar los apoyos con 1.524mm. abajo de su medida estandar, se sustituye por un elemento nuevo.

La máquina que rectifica los árboles de levas también utiliza como herramienta de corte una muela abrasiva de grano fino, para rectificar apoyos, el movimiento que se le da al árbol es circular, y para rectificar las levas se le impone al árbol un movimiento equivalente a la dimensión y forma de la leva, las levas se rectifican para darle su forma adecuada nuevamente, el desgaste sufrido por el rectificado se compensa con unos ajustadores que existen en los balancines, el ajuste se efectúa para calibrar la abertura de la válvula, en las punterías hidráulicas el calibrado es automático, por lo cual no es conveniente rectificar las levas del árbol, en este tipo de punterías los árboles de levas tienen una vida útil aproximada de 300.000 kms. que aproximadamente equivalen a dos vidas útiles del motor, de lo anterior se concluye que en los motores con punterías hidráulicas este elemento debe sustituirse cada dos reconstrucciones completas del motor.

| MOTOR - ESPECIFICACIONES | CHRYSLER | | | |
|---|---|---|--|---|
| DESIGNACION DEL MOTOR DE CAMION | LA318 318 | 361 | 363 | 413 |
| Máximo Permisible | .003" (0.076 mm) | .003" (0.076 mm) | .0025" (0.063 mm) | .0025" (0.063 mm) |
| Cigüeñal - | | | | |
| No. de Cojinetes Principales | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Material de Cojinetes Principales | Babbitt Respaldo de Acero | Tri-Metal | Babbitt Respaldo de Acero | Tri-Metal |
| LA318-1, 318-1 | | | | |
| No. 1, 2, 3 y 4 | 318-3 | | | |
| No. 5 | 318-3 | | | |
| Empuje Absorbido por Juego Longitudinal | No. 3 .002 - .007" (0.050 - 0.177 mm) | No. 3 .002 - .007" (0.050 - 0.177 mm) | No. 3 .002 - .007" (0.050 - 0.177 mm) | No. 3 .002 - .007" (0.050 - 0.177 mm) |
| Tolerancia Deseable de Cojinete Principal | LA318-1, 318-1 .0005 - .0015" (0.012 - 0.038 mm) | .001 - .002" (0.025 - 0.050 mm) | .0005 - .0015" (0.012 - 0.038 mm) | .0015 - .0025" (0.038 - 0.063 mm) |
| 318-3 | .001 - .002" (0.025 - 0.050 mm) | | | |
| Máxima Permisible | .003" (0.076 mm) | .003" (0.076 mm) | .0025" (0.063 mm) | .003" (0.076 mm) |
| Medida de Muñón (Principal) - | 2.4995 - 2.5005" | 2.6245 - 2.6255" | 2.245 - 2.6255" | 2.7495 - 2.7505" |
| Diámetro | (63.487 - 63.512 mm) | (66.66 - 66.68 mm) | (66.66 - 66.68 mm) | (69.83 - 69.86 mm) |
| Qualamiento Máximo Permisible | .0005" (0.012 mm) | .0005" (0.012 mm) | .0005" (0.012 mm) | .0005" (0.012 mm) |
| Conicidad Máxima Permisible | .0005" (0.012 mm) | .0005" (0.012 mm) | .0005" (0.012 mm) | .0005" (0.012 mm) |
| Cilindros - | | | | |
| Conicidad Máxima Permisible | .001" (0.025 mm) | .001" (0.025 mm) | .001" (0.025 mm) | .001" (0.025 mm) |
| Qualamiento Máximo Permisible | .001" (0.025 mm) | .001" (0.025 mm) | .001" (0.025 mm) | .001" (0.025 mm) |
| Máximo Permisible Antes de Reacondicionar Qualamiento | .005" (0.127 mm) | .005" (0.127 mm) | .005" (0.127 mm) | .005" (0.127 mm) |
| Conicidad | .010" (0.254 mm) | .010" (0.254 mm) | .010" (0.254 mm) | .010" (0.254 mm) |
| Pistones - | | | | |
| Tolerancia en Cilindro (con Calibrador de .0015 x .50" [0.038 x 12.7 mm]) de Tolerancia (Parte Superior de Falda) | Tracción de 5-10 Lbs (2.2-4.5 kg) .0005 - .0015" (0.012 - 0.038 mm) | Tracción de 5-12 Lbs (2.2-5.4 kg) .0005 - .0015" (0.012 - 0.038 mm) | No se emplea Este Método .0005 - .0015" (0.012 - 0.038 mm) | Tracción de 5-12 Lbs (2.2-5.4 kg) .0005 - .0015" (0.012 - 0.038 mm) |
| Longitud de Pistón (Total) | 3.21" (81.5 mm) | 3.94" (97.53 mm) | 3.84" (97.53 mm) | 3.98" (100.5 mm) |
| Pistones Obtenibles para Servicio en Sobremedidas | .005, .020, .040" (0.127, 0.508, 1.01 mm) | .005, .020, .040, .060" (0.127, 0.508, 1.01, 1.524 mm) | .005, .020, .040" (0.127, 0.508, 1.01 mm) | .005, .020, .040, .060" (0.127, 0.508, 1.01, 1.524 mm) |

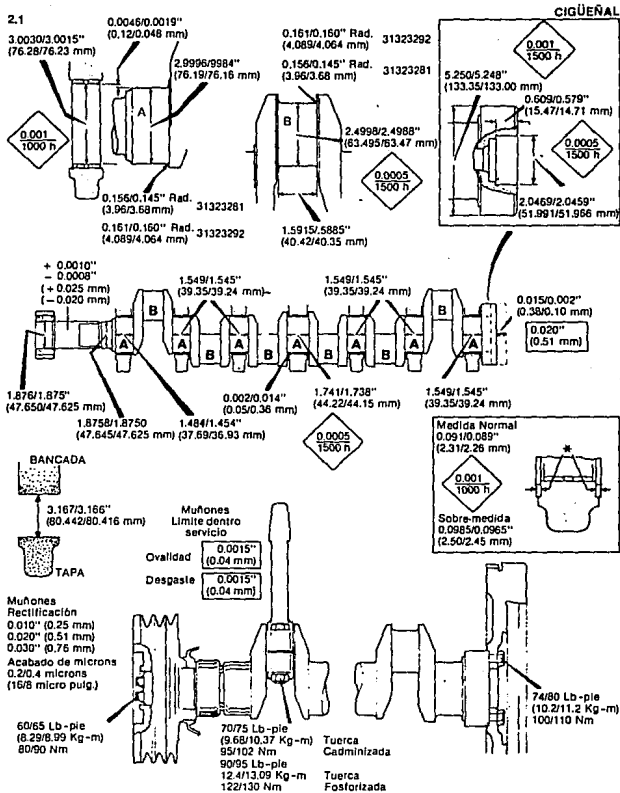


fig. 3.3. cigüeñal de un motor perkins Diesel.

ARBOL DE LEVAS

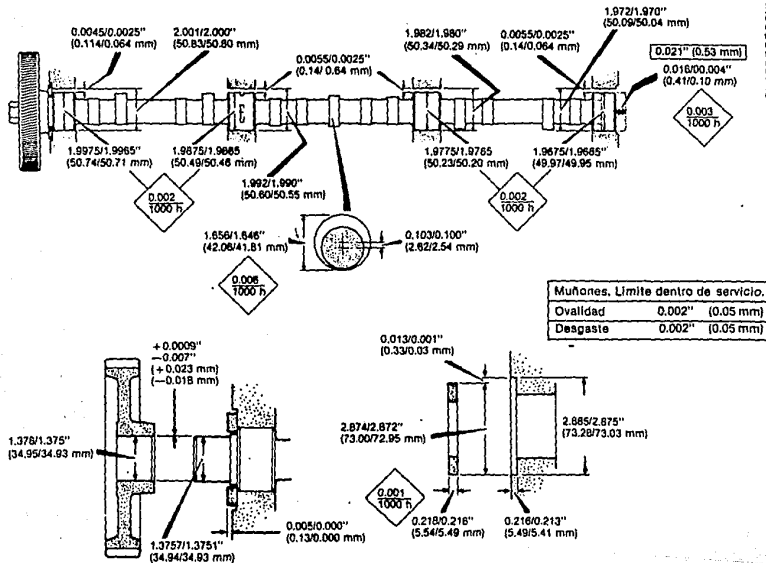


Fig. 3.4 Tolerancias del árbol de levas.

c).- Cilindros de embolos.

Los cilindros del motor son las cavidades por donde se deslizan los embolos para efectuar sus funciones, estos cilindros tambien tienen una medida estandar nominal. Sus paredes sufren desgaste producto de la fricción que existe con los anillos del embolo.

Al hacerse necesario un rectificaco por el exceso de desgaste se procede a desbastar material del cilindro, hasta limpiarlo completamente de rayones o cejas formadas por el desgaste. Todos los cilindros deben quedar a la misma sobremedida, equivalente a la medida estandar mas el material desbastado durante el proceso.

Las medidas comerciales de embolos o pistones y anillos para embolos arriba de la medida estandar son las siguientes :

0.254, 0.508, 0.762, 1.016, 1.27, 1.524 mm (0.010, 0.020, 0.030, 0.040, 0.050, 0.060, pulg.).

Cuando el cilindro no se limpia completamente despues de rectificarlo a 1.524 mm (0.060 pulg.) arriba de la medida estandar, la solucion es encamisar el monoblock (este proceso se detallara mas adelante) para dejarlo nuevamente a la medida estandar.

Tomando nuevamente al motor Dodge 318 como base para desarrollar el ejemplo de la rectificacion de los cilindros, y basandonos en los datos que estan contenidos en la tabla de la figura 3.5 que fue tomada del catálogo del proveedor de los repuestos de embolos (MORESA) encontramos que la medida estandar nominal es de

99.314 mm. (3.910 pulg.) medida que corresponde tambien a los émbolos, por lo tanto si al rectificar nos queda el cilindro a una medida de 99.568mm. (3.920 pulg.) se concluye que salio en 0.254mm. (0.010 pulg.) pues es exactamente la fraccion en mm. que se le incremento al diámetro estandar con el proceso de rectificacion, ante esta situacion se necesitan sustituir embolos y anillos nuevos en sobre medida de 0.254 mm (0.010 pulg.).

La máquina herramienta utilizada para el proceso se le llama rectificadora de cilindros, la cual utiliza como herramienta de corte un buril con pastilla de tungsteno en la punta, estas máquinas generalmente cuentan con distintos rangos de velocidades de corte las cuales se seleccionan en base al diámetro del cilindro a rectificar.

Mas adelante se anexaran catálogos de esta máquina herramienta y de los accesorios necesarios para realizar el proceso de rectificación de los cilindros del monoblock.

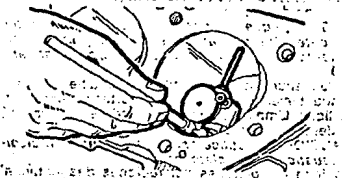
El acabado del rectificado debiera ser lo mejor posible lo cual se logra con un pulidor que consiste en cuatro muelas abrasivas de grano muy fino y de forma rectangular alargadas, acopladas a un aditamento que ajusta la expansión de las muelas hasta llegar a la medida deseada, este aditamento a su vez esta acoplado a un motor electrico parecido al de un taladro convencional, que le imprime un movimiento circular. para efectuar el pulido se dejan .0127 mm. (0.0005 pulg.), cantidad de material que se rebaja con el pulido, hasta llegar a la medida exacta, obteniendo así un muy buen acabado.

El pulido se hace necesario para eliminar las asperezas que deja el buril al cortar el metal, estas asperezas pueden romper los anillos de los émbolos al empezar a funcionar el motor y con esto las consecuencias obvias, como son escape de compresión, gasto excesivo de aceite lubricante etc.

| APLICACION | Cilindros | FLOTADO | PISTONES | | Distancia Comprimón | Cilindros | PISTONES | | VALVULAS | | PUNTE RIAS |
|--|-----------|----------------------------|--------------------|---------|------------------------|-----------|----------|--------------|-----------|--------|---------------|
| | | | DIÁMETRO | ALTO | | | GRUP | ACC | INT. | EXTER. | |
| 1942 SE Auto Condesa de 4 cilindros Rev. Windsor, Town & Country, C45, C46, C48, C39V, C45*, C45V, C43, C39W | 6 | 1001 | 3 7/16 87.3 mm. | 2 000 | 1A | 2 | 2 | 5102 | 5 180 | V-178X | |
| 1941 SE DI SOTO MOT 250 S10, 11,13 y 14 | 6 | 1000N | 3 1/4 82.6 mm. | 1 983 | 1A | 2 | 2 | 5101 | 5 251 | V-180 | |
| 1942 60 MOTOR 230 Series D22, 24, 25, 30, 32, 34, 41, 42, 46, 47, 51A, 51-1, 51-2, 52, 56, 62, 72, L01 Chrysler Tools E en Lista | 6 | 1000N | 3 1/4 82.6 mm. | 1 983 | 1A | 2 | 2 | 5101 | 5 251 | V-180 | |
| CHRYSLER PLYMOUTH DODGE | | | | | | | | | | | |
| 1972 85 MOTOR 6 254, E 354 20 Frente y tras. Forz 2 | 6 | 706 NR | 3 7/8 96.4 mm. | 2 3 4 | 2A | 1 | 2 | 5607 | 5 2467 | V-248 | |
| | | | | | | 1.8 2 | 1/4 | 375 + 35 16 | +5 -5 | | -3 -15 |
| 1960 72 MOTOR 6 334 Frente Forz | 6 | 701 * | 3 7/8 96.4 mm. | 2 3 4 | 2A | 3 | 2 | 5407 | 5 2467 | V-218 | |
| | | | | | | 3.32 | 1.4 | 1375 + 25 16 | +5 -15 | | -2 -15 |
| 1976 86 MOTOR 196 Serie 600 IDQema D150 + D380 | 8 | 609 * | 4 1/2 101.6 mm. | 1 500 | 1D | 2 | 1 | 5118 | 5 2678 | V-2812 | H-329 |
| | | | | | | 5.64 | 3.16 | 934 + 3 000 | +5 -15 | | +5 -15 |
| 1961 82 MOTOR 225 y 170 Series PE D100, 150, 270, 300, 350, 400, 500, P200, 300, 400, 5400, 500, W100, 330, 500, 564-100 | 6 | 667 * | 3 4/8 86.5 mm. | 1 700 | 1D | 2 | 1 | 5109 | 5 2209 | V-2310 | H-410 |
| | | | | | | 5.64 | 3.16 | 501 + 2 312 | +5 -15 | | +5 -15 |
| 1973 75 MOTOR 318-3 Piston en Sepulos | 8 | 628N * | 3 9/16 99.3 mm. | 1 43 64 | 1D | 2 | 1 | 5116 | 5 2549 | V-262X | H-329 |
| | | | | | | 5.64 | 3.16 | 944 + 3 000 | +5 -15 | | +5 -15 |
| 1963 72 MOTOR 318 LA Premium Series C, D y E Bols con Bols Piston con Sepulos | 8 | 688 * | 3 9/16 99.3 mm. | 1 43 64 | 1D | 2 | 1 | 5115 | 5 2549 | V-262X | H-329 |
| | | | | | | 5.64 | 3.16 | 934 + 3 000 | +5 -15 | | +5 -15 |
| 1969 62 MOTOR 318, PE, PE, 88 Series C70, D100, P30, 300, 400, 500, 600, P300, S400, S40, 600, W100, 200, 300, 500 | 8 | 1061M Bols Comprimón | 3 9/16 99.3 mm. | 1 800 | 1C | 2 | 1 | 5115 | 5 2185 | V-2311 | H-329 |
| | | | | | | 5.64 | 3.16 | 944 + 3 000 | +5 -15 | | +5 -15 |
| 1942 60 MOTOR 230 Series PE D101, 200, 300, W100, 200, 300 | 6 | 1000N | 3 1/4 82.6 mm. | 1 983 | 1A | 2 | 2 | 5101 | 5 251 | V-180 | |
| | | | | | | 3.32 | 5.32 | 250 + 2 3 4 | | | |

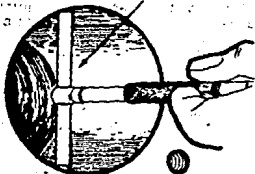
Fig. 3.5. Tabla de pistones y anillos para piston Morosa

Verifique el diámetro del orificio del cilindro y la superficie:



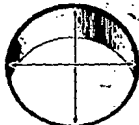
Medición del orificio del cilindro con un calibrador de tarátula.

CALIBRADOR TELESCÓPICO A 90°
DEL PERNO DEL PISTÓN



Medición del orificio del cilindro con un calibrador telescópico.

EJE GEOMÉTRICO DEL MOTOR



Puntos de medición del orificio cilindro.

A—A ESQUADRA DEL EJE
GEOMÉTRICO DEL MOTOR
B—PARALELA AL EJE
GEOMÉTRICO DEL MOTOR

Fig. 3.6. Verificación del diámetro del cilindro.

d).- Culatas o cabezas del motor.

Los asientos de las válvulas contenidos en las cabezas del motor, se rectifican con una máquina herramienta llamada rectificadora de asientos, que consiste básicamente en un taladro de 1/4 Hp. en donde se acopla una extensión, en cuya punta esta atornillada una muela abrasiva de forma cónica con un ángulo semejante al del asiento. esta piedra abrasiva gira sobre una guía que se coloca en la parte por donde se desliza el vástago de la válvula, para cada tipo de válvula y asiento hay un tipo de piedra abrasiva, el rectificado se lleva a cabo hasta que la superficie del asiento de la válvula en la cabeza esta completamente libre de manchas y la superficie este pareja.

El rectificado de los asientos se hace tanto para las válvulas de escape como los de las válvulas de admision, hay que cambiar la muela abrasiva para cada caso, pues el diámetro no es el mismo.

Para rectificar los asientos de las válvulas se necesita una máquina herramienta llamada rectificadora de válvulas. en donde la válvula se monta en un shock y se hace girar a determinadas revoluciones, en la maquina se le da el angulo adecuado, pues el asiento de la válvula debe ser el mismo que el del asiento en la cabeza para que sellen perfectamente (cuando así lo requiera el ciclo) la entrada o salida de la mezcla aire combustible y los gases de la combustion, los angulos de inclinación para asientos, tanto de escape y admisión son de 30 y 45 grados dependiendo estos de la marca y

modelo del motor, reafirmando que si el asiento de la válvula es de 30 grados el asiento de la cabeza también deberá rectificarse a 30 grados.

Volviendo a los asientos en la cabeza del motor, cuando estos ya se encuentran muy gastados (el desgaste rebasa las 0.889 mm, 0.035 pulg.) se hace necesario un encasquillado de asientos, trabajo que consiste en hacer un maquinado para alojar un anillo que al rectificarlo nos deja un asiento igual al requerido.

El casquillo se debe dejar 0.0762mm. (0.003 pulg.) con más diámetro que el cajón donde se alojará, esto se hace con el fin de que el anillo penetre ajustado, y consecuentemente no se salga de su lugar, el material de los casquillos es de las mismas características que el de los asientos originales, para poder soportar los trabajos a los que son sometidos.

Las guías de las válvulas son los conductos por donde se deslizan los vástagos de las válvulas al realizar sus funciones, y como es obvio también sufren desgaste producto del trabajo, es por esto que cuando se reconstruye el motor es conveniente rectificar estas guías, y consecuentemente sustituir válvulas nuevas con un vástago más robusto equivalente a la cantidad de material que se le quita a las válvulas con la rectificación.

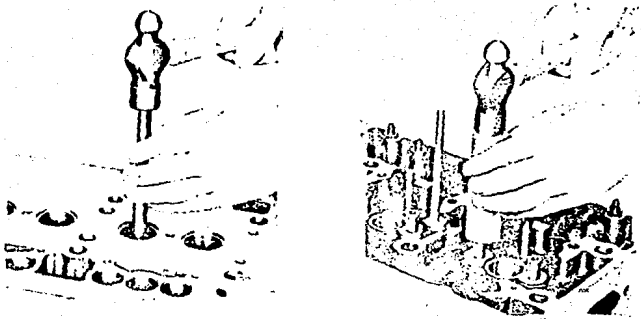


Fig. 3.7 Cambio de guías de válvulas de la culata del motor.

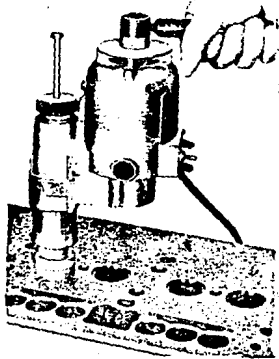


Fig. 3.8 Rectificación de los asientos de las válvulas.

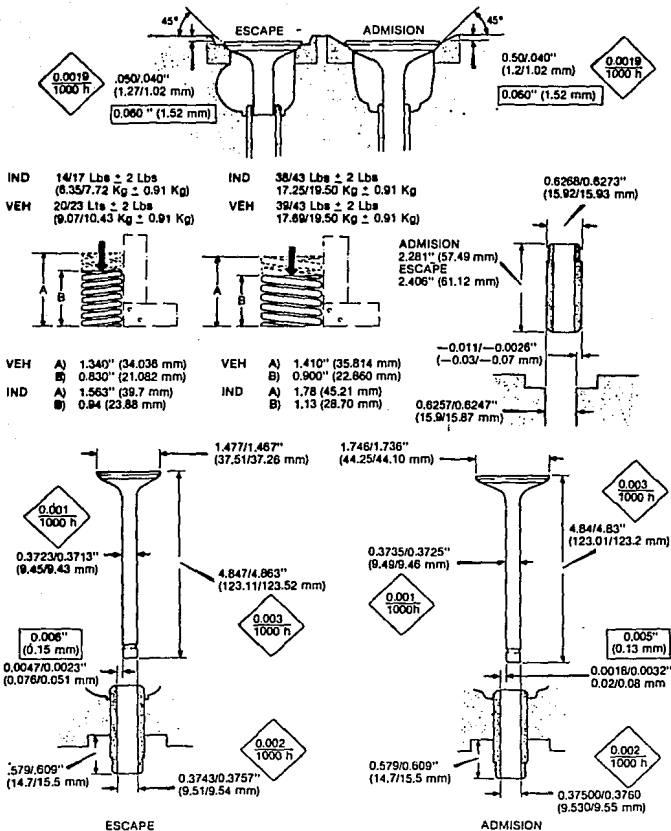
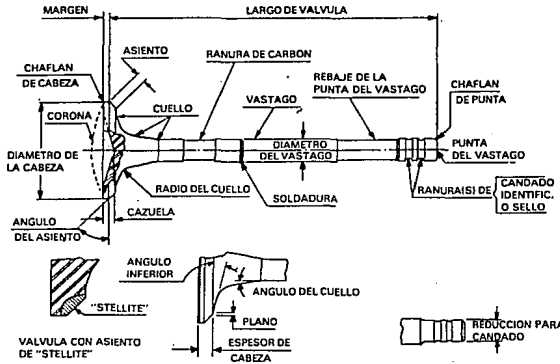
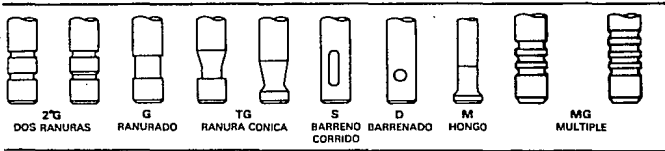


Fig. 3.8a. Tolerancias de desgaste para válvulas. Motor Perkins.

NOMENCLATURA Y DIMENSIONES DE LAS VALVULAS



TIPOS DE VASTAGOS DE VALVULA



TIPOS DE SEGUROS PARA VALVULA



Fig. 3.8 Representación de la válvula.

e).- Bielas.

La biela es el elemento que conecta al émbolo con el cigüeñal, (a cada émbolo le corresponde una biela).

Este elemento se une al émbolo mediante un perno, y la union con el cigüeñal es mediante un acoplamiento atornillado (fig.3.9)

la biela se rectifica en la parte que hace contacto con el muñon del cigüeñal, para eliminar las deformaciones generadas por el trabajo.

Para rectificarla se rebaja con una muela abrasiva 0.101mm (.004 pulg.) a cada extremo del casquete, en los puntos donde hace contacto con el resto de la biela, en seguida se atornilla la tapa que se rebajo, a 45 lbs-pie, posteriormente se procede a rectificarla hasta llegar al diámetro correcto, considerando nuevamente al motor Dodge 318 que hemos tomado como ejemplo y revisando la tabla en donde vienen indicados los diámetros, encontramos que el diámetro de la biela donde se aloja el casquillo de cojinetes debe ser de 57.15/57.167mm (2.2500/2.2507 pulg.), analizando las dos cantidades anteriores se concluye que existe un rango de tolerancia de 0.0177 mm (0.0007 pulg.), rango dentro del cual debe de quedar el diámetro de la biela ya rectificada, cabe mencionar que las bielas solamente soportan como máximo cuatro o cinco rectificaciones, al término de las cuales deben sustituirse por nuevas.

CONJUNTO, BIELAS Y COJINETES

5.4

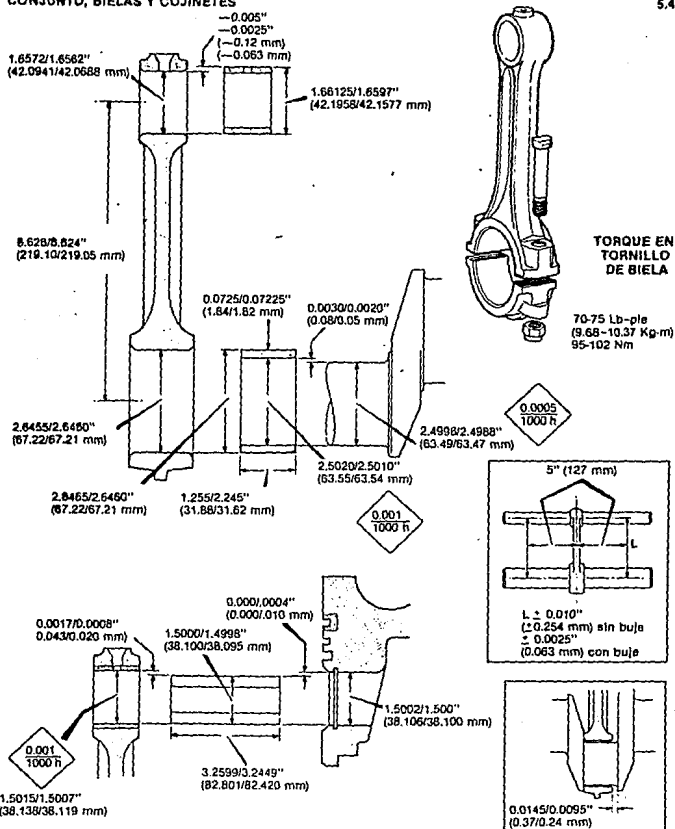


Fig. 3.9. Tolerancias de desgaste. Perkins.

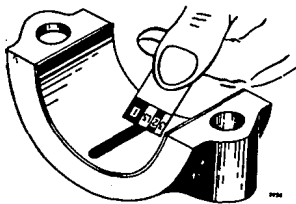
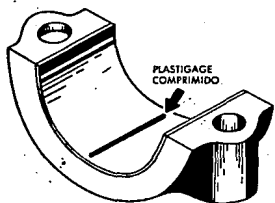


Fig. 3.10. Claro entre el cojinete y el muñon del cigüeñal utilizando Plastigage.

f).- Apoyos de bancada.

Estos apoyos solamente se rectifican, si despues de comprobar el alineamiento de cada uno de los centros, se encuentra que alguno de ellos no esta perfectamente circular (se encuentra ligeramente deformado y/u ovalado en más de 0.0254mm 0.001 pulg.) que es lo maximo permisible, en este caso se efectúa lo que comunmente se conoce como corte en línea, trabajo que consiste en dejar todos los apoyos perfectamente bien alineados, y con un acabado a espejo en la superficie.

La máquina herramienta utilizada se le conoce como cortadora en línea y utiliza como herramienta de corte un buril con pastilla de tungsteno. El proceso de corte en línea se efectúa como sigue:

A todas las tapas de los apoyos se les rebaja uniformemente 0.0508 mm. (0.002 pulg.) en cada extremo, posteriormente se atornillan a 90 lbs-pie, y en seguida se coloca la máquina cortadora con la cual se forman nuevamente los círculos perfectamente alineados con respecto a sus centros, el buril de corte se ajusta según sea el diámetro requerido.

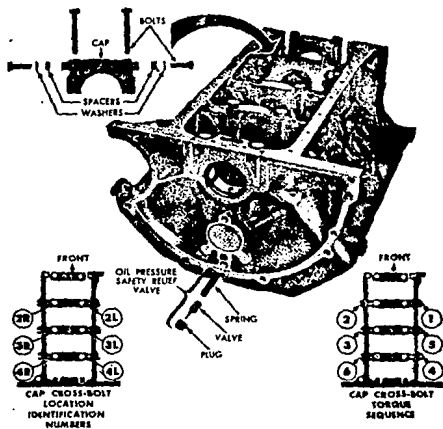


Fig. 3.11. Bancadas de sujeción del cigüeñal.

3.2. Proceso de encamisado del motor.

Como ya se menciona con anterioridad los cilindros del monoblock, solamente se deben rectificar como máximo a 1.524 mm. (0.060 pulg) sobre la medida estandar nominal. esta limitante la generan las paredes del mismo cilindro (entre un cilindro y otro, existe un hueco que se le llama cámara de agua, y es por donde circula el agua que se utiliza como refrigerante) si los cilindros se rectifican a más de 1.524 mm (0.060 pulg.) estas paredes se adelgazan tanto que el motor al funcionar sufrirá un excesivo calentamiento, situación que afectaría directamente la vida útil del mismo, por lo tanto cuando se concluye que las paredes de los cilindros ya no soportan una rectificación, la unica solución es encamisar el motor.

El proceso de encamisado consiste en colocar dentro de cada cilindro una camisa o forro de un material similar al del monoblock (el material más común es hierro colado), para efectuar el encamisado se abren los cilindros a la medida de la camisa, las cuales tienen un diámetro exterior de 3.175 mm. (0.125 pulg.) mayor que la medida estandar de cada cilindro, y un diámetro interior con 1.587 mm. (0.0625 pulg.) menor que la medida estandar.

Al maquinar los cilindros para instalar las camisas, se deben dejar 0.07 mm. (0.003 pulg.), abajo del diámetro exterior de la camisa, con el fin de que esta penetre a presión, y así evitar que se salgan al funcionar el motor. Se introducen al motor con la ayuda de una prensa hidráulica.

El maquinado que se efectuó en el cilindro del monoblock permite un segundo encamisado (botando las camisas usadas), cuando se hace necesario un tercer encamisado no es conveniente utilizar camisas con pared de 3.175 mm. (1/8 pulg.), por razones de seguridad, ya que no entran lo suficientemente apretadas, para evitar que se muevan o salgan, al funcionar el motor. Esta situación se soluciona colocando camisas con diámetro de 4.762 mm (3/16 pulg.) más grande que la medida estándar ($99.31 \text{ mm} + 4.762 \text{ mm} = 104.072 \text{ mm} = 4.095 \text{ pulg.}$). Descontando el 0.0762 mm. (0.003 pulg.) al diámetro total, para obtener un ajuste apretado nos resulta la siguiente medida: $104.076 \text{ mm} - 0.0762 = 104.00 \text{ mm.}$ (4.0945 pulg.) siendo esta la medida a la cual se deben maquinar los cilindros, para que la camisa penetre forzada.

De lo anterior se concluye que un monoblock se puede encamisar en forma segura y confiable en cuatro ocasiones, tomando en cuenta las consideraciones anteriores.

Existen motores con cilindros flotantes o intercambiables como es el caso de los motores VW, Renault, Cummins, etc. en estos casos se pueden cambiar los cilindros cuantas veces sea necesario, sin tener que maquinar ninguna parte del motor.

3.3. Proceso de armado del motor.

El armado o integración del motor, se realiza cuando se ha terminado con el rectificado de todos los elementos sujetos a reconstrucción.

Los elementos que han de ser sustituidos y los elementos rectificadas deben estar entre los rangos de tolerancia permisible de desgaste para el correcto funcionamiento del motor.

A continuación se ennumera la secuencia del proceso de armado:

1.- Colocación de cojinetes de árbol de levas y bancada.

Hay que comprobar que el ajuste existente entre los cojinetes y el árbol de levas, sea el adecuado (ajuste flojo) el cual deberá tener un rango de 0.05mm a 0.0762 mm (0.002 - 0.003 pulg.) de holgura, rango suficiente y necesario para una correcta lubricación de cojinetes y muñones y así evitar que se amarren por efectos de dilatación.

El árbol de levas se sujeta al monoblock mediante una arandela que le impide zafarse de su posición de trabajo, pero que le permite girar libremente.

El cigüeñal se fija al monoblock mediante unas tapas que junto con los apoyos forman los cajones de rotación del cigüeñal, estas tapas van apretadas con torquímetro a 90 lbs-pie.

2.- Colocacion y ajuste de la cadena de distribucion.

La cadena de distribucion se encarga de transmitir movimiento del cigüeñal al árbol de levas, los engranes de estos elementos tiene cada uno una marca que consiste en un punto, en el engrane del cigüeñal el punto esta ubicado entre dos dientes, y en el engrane del árbol de levas el punto esta ubicado en la punta de un diente.

El ajuste del tiempo de ignición consiste en colocar la cadena de distribucion de tal forma que los puntos antes mencionados queden colocados uno frente al otro (es decir el diente del engrane del árbol de levas quedara entre los dos dientes del engrane del cigüeñal.).

Si este detalle es omitido, el motor no podra encender.

3.- Anillos de émbolo.

Quando se tienen los embolos ya integrados a las bielas se procede a colocar los anillos en las ranuras especificas de cada embolo, los anillos de compresión van colocados en las dos ranuras proximas a la cabeza del embolo, y los anillos de aceite se colocan en las ranuras inferiores del embolo.

Es muy importante darse cuenta que las aberturas de los anillos no se colocan de un solo lado, pues la compresión se fugaría por esa abertura, para evitar esto se colocan las aberturas opuestas una con la otra.

4.- Instalacion de émbolos.

Previamente al armado del émbolo con la biela debemos considerar, que la marca del émbolo, indicadora del frente deberá colocarse correctamente así mismo el número de la biela deberá ir a la izquierda de la marca del émbolo, considerando como parte delantera en donde se encuentra la cadena de distribución. Después de hacer lo anterior se está en condiciones de introducir los émbolos en los cilindros correspondientes, para lo cual se debe oprimir los anillos con la ayuda de un opresor de anillos que los cierra para que puedan entrar sin riesgo de romperse.

En el momento en que cada émbolo penetra completamente en su cavidad, se procede a sujetar la biela al muñón del cigüeñal que le corresponda, apretando las tuercas de cada chumacera a 45 lbs.-pie.

5.- Armado de válvulas.

Las válvulas se insertan en sus guías, posteriormente se instalan los sellos de aceite en los vástagos, se coloca el resorte y la arandela de retención. Se utiliza un opresor de resorte para poderlos comprimir, junto con la rondana de retención, cuando se encuentra el resorte totalmente comprimido, se colocan los seguros que evitan que la válvula y el resorte se salgan de la guía.

6.- Instalación de la culata

Al tener armada las culatas con el conjunto de válvulas, resortes y arandelas, se procede a colocarlas en su correspondiente lugar, colocando un empaque de asbesto entre el monoblock y la.

cabeza. posteriormente se aprietan los tornillos a 90 lbs - pie, se colocan también las varillas de los balancines las cuales darán movimiento a las válvulas.

7.- Instalación de la bomba de lubricación.

Contando con este elemento nuevo es conveniente lubricarla manualmente antes de instalarla, posteriormente se coloca en su posición correcta colocando un empaque de cartón entre las superficies de contacto del monoblock y la bomba para evitar fugas de presión, posteriormente se coloca la coladera de aceite, elemento que impide el paso de impurezas del colector de aceite a la bomba.

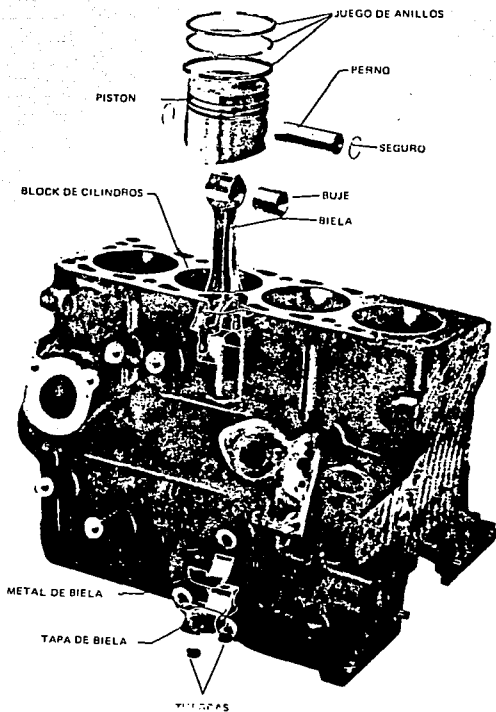


Fig.3.12. Bloque de cilindros. Motor Caribe VW 1600.

3.4 Instrucciones para asentamiento del motor.

Después de una reparación general o de cualquier reparación mayor que implique la instalación de anillos, pistones, camisas de cilindro, o cojinetes de cigüeñal, se debe someter el motor a asentamiento (aflojamiento o estreno) antes de ser puesto en servicio.

Si no se cuenta con un dinamómetro para motores, el motor se debe asentar utilizando como carga el mecanismo al cual impulsa. Se puede tomar como guía el porcentaje especificado de cargas y velocidades que aparecen en la tabla más adelante, hasta donde las condiciones lo permitan.

El programa de asentamiento que se menciona es un ejemplo básico. Si el tiempo lo permite, la unidad se debe hacer trabajar durante mayor tiempo que el especificado, antes de aplicarle la carga total.

PROGRAMA BASICO PARA ASENTAMIENTO.

| Tiempo | Porcentaje de carga nominal especificada | Velocidad (RPM) |
|---------|--|-----------------|
| 15 min. | 15% | 1/2 |
| 60 min. | 50% | 5/8 |
| 60 min. | 75% | 3/4 |
| 30 min. | 100% | 7/8 |

Las pérdidas por fricción en el motor irán disminuyendo al cabo de 10 a 20 horas, por lo cual mejorará el rendimiento del motor. Durante ese periodo, es deseable que no se le aplique al motor su carga total, excepto a intervalos muy cortos.

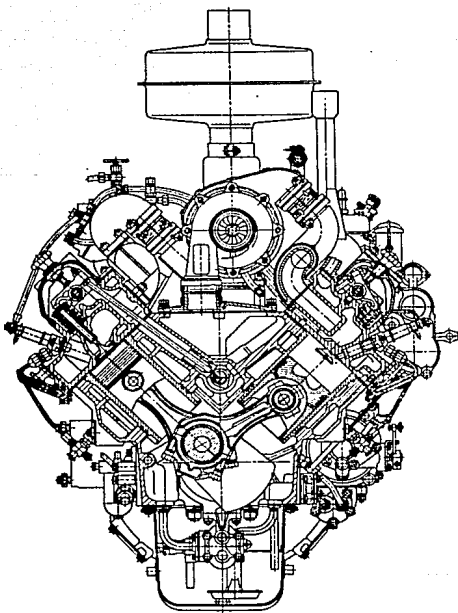


Fig. 3.13. Corte transversal de un motor Diesel.

CAPITULO IV.

MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA RECONSTRUCCION DE MOTORES.

Las maquinas rectificadoras se clasifican en cuanto al proposito y tipo como sigue : Para quitar desbaste de material, de bastidor oscilante, portatil, de eje flexible, de pedestal, de recorte o particion, máquina para cortar, de acabado de superficies, pulidora de banda, combinación de dos ruedas, pulidoras de dos ruedas, bruñidora de dos ruedas, de rectificación de precision, etc.

Todas estas máquinas, excepto las de bruñido, pulir, de disco, asentadoras y rectificadoras, usan ruedas para amolar, hechas mediante la fijación de un abrasivo en un ligador, endurecido comúnmente por horneado. La maquina de disco usa un disco abrasivo, o tela abrasiva, adherido con pasta a la superficie de un disco metálico, o una rueda delgada de abrasivo anclada o pegada en la cara de rueda de acero. Las máquinas pulimentadoras usan una placa pulimentadora cargada con arenilla de diamante, o un sustituto, o una simple muela pulimentadora formada para adaptarse al trabajo, con un aceite que contiene un abrasivo muy fino; mientras que las máquinas rectificadoras como las que se utilizan para el acabado de cilindros de motores, usan varias piedras rectificadoras, fijadas a un cuerpo ajustable de cualquier diametro. Las rectificadoras sin puntos se usan con gran ventaja cuando se tienen que rectificar muchas piezas relativamente pequeñas y cuando las superficies rectificadas no tienen relación exacta con alguna otra superficie.

Las rectificadoras de cilindros son un tipo especial para rectificar los cilindros de los motores; una forma tiene un movimiento planetario para el husillo de rectificar.

Se han diseñado máquinas rectificadoras especialmente para la reconstrucción de motores, las cuales simplifican el proceso y facilitan las operaciones tales como rectificado de cilindros, rectificado de cigüeñales, rectificado de culatas, rectificado de bielas, etc.

A continuación se anexan catálogos de esta maquinaria, en el mercado de la industria de la reconstrucción compiten diversas firmas fabricantes de equipo, se eligieron las máquinas que se adaptan más fácilmente a las necesidades de un taller de mediano tamaño, son más fácil de emplear, y en México hay distribuidores directos.

4.1.- Rectificadoras de cilindros de motor.

El proceso de rectificación de los cilindros del motor consiste como ya se explicó anteriormente en aumentar el diámetro del cilindro, el corte se hace con unas cuchillas o buriles de acero con punta de tungsteno montados en una barra de mandrinar que tiene un aditamento que regula la profundidad del corte según la cantidad que se necesite desbastar.

MANDRINADORA DE CILINDROS MODELO 200

Motor de dos velocidades de 1.3-1 HP, 1455 900 r.p.m. con cambio de poleas.

Cabezal equilibrado exactamente por contrapeso en el interior de la columna. Todos los husillos y engranajes en el cabezal son de acero al cromo-níquel durado.

Muñeta para verificar la circulación del aceite.

Volante para el avance manual y la elevación del cabezal.

Palanca de accionamiento para avance automático.

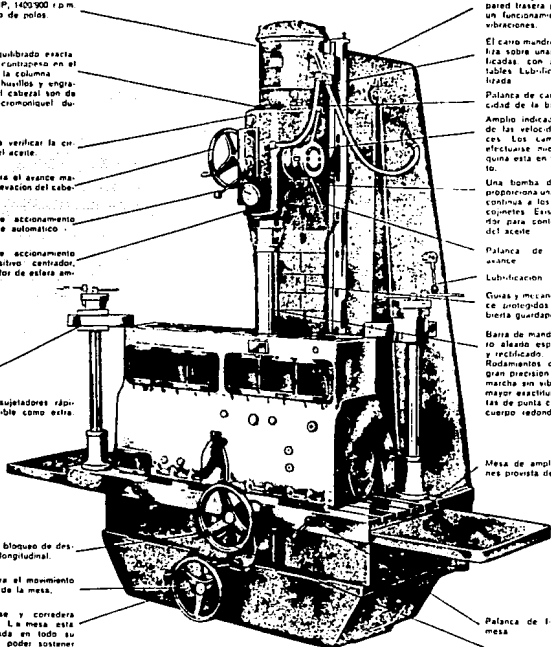
Palanca de accionamiento del dispositivo centrador, con indicador de esfera amplia.

Juego de sujetadores rápidos disponible como este.

Palanca de bloqueo de deslizamiento longitudinal.

Volante para el movimiento transversal de la mesa.

Fuerte base y corredora transversal. La mesa está bien apoyada en todo su largo, para poder sostener los bloques de motor más grandes y pesados.



La columna está fuertemente reforzada y tiene una sólida pared trasera para asegurar un funcionamiento libre de vibraciones.

El carro mandrinador se desliza sobre unas guías rectificadas con perfiles ajustables. Lubricación centralizada.

Palanca de cambio de velocidad de la barra.

Amplio indicador de esfera de las velocidades y avances. Los lambos pueden efectuarse mientras la máquina está en funcionamiento.

Una bomba de engranajes proporciona una lubricación continua a los engranajes y cojinetes. Existe un indicador para controlar el nivel del aceite.

Palanca de cambio del avance.

Lubricación.

Guías y mecanismo de avance protegidos por una cubierta guardapolvos.

Barra de mandrinar de acero aleado especial tratado y rectificado.

Rodamientos de agujas de gran precisión permiten una marcha sin vibraciones y la mayor exactitud. Herramientas de punta carburada con cuerpo redondo de 20 mm.

Mesa de amplias dimensiones provista de 5 ranuras T.

Palanca de fijación de la mesa.

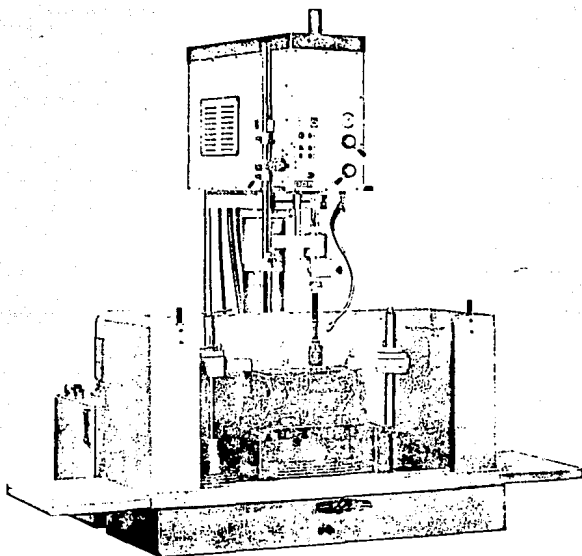
Volante para el movimiento longitudinal de la mesa.

Fig. 4.1. Rectificadora de cilindros.

4.2.- Pulidoras de cilindros de motores.

Después de rectificar los cilindros es necesario realizar un proceso llamado pulido del cilindro y consiste en darle al cilindro un terminado o rayado cruzado con piedras abrasivas, tal como lo recomiendan los fabricantes de anillos para pistón para evitar las fugas de aceite o compresión.

La máquina que realiza este proceso se llama pulidora o bruñidora de cilindro, en el mercado de maquinaria para la reconstrucción de motores pueden encontrarse diferentes tipos y modelos según las necesidades que se deseen cubrir.

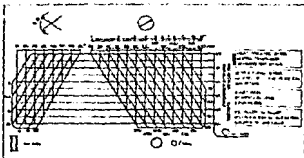


Para reacondicionado de motores
Para pulido industrial
Precisión máxima
Manejo simple
Variación infinita de las velocidades
y avances del husillo

Acabado cruzado perfecto como
prescriben los fabricantes de pistones,
asegurando una lubricación adecuada
y larga vida del motor

SCHOU & CO.LTD.de 1987-COPENHAGUE-DINAMARCA

Fig. 4.2. Pulidora de cilindros.

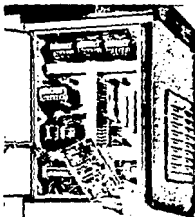


La pulidora hidráulica de cilindros SCHOU modelo 260 ha sido diseñada para cumplir las exigencias de la técnica y producción modernas, junto con un funcionamiento sencillo. Es totalmente hidráulica con velocidades independiente variadas, carrera, rotación y carrera del husillo de manera que puede obtenerse cualquier acabado cruzado que se desee.

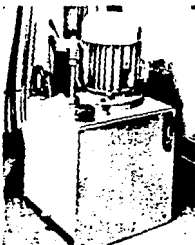
Esquema del pulido cruzado



Cilindro pulido perfectamente

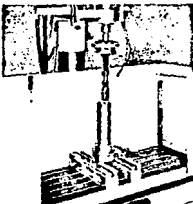


Cuadro de mandos. Las funciones más importantes son incorporadas en un circuito impreso fácil de sustituir, como indica la tipografía.

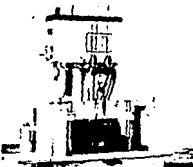


Bomba hidráulica con motor eléctrico de 7,5 kW

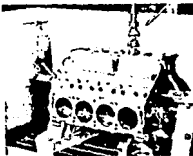
Las tolerancias más exigidas en la industria moderna han creado una demanda por un pulido extremadamente preciso y un acabado de superficie fino. La pulidora SCHOU modelo 260 cumple estas demandas y está diseñada a resolver problemas en numerosas industrias.



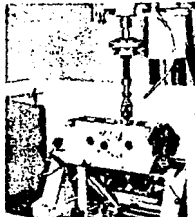
PULIDO INDUSTRIAL



El cabezal de arrastre puede girar 90° hacia ambos lados para el montaje cónico de los bloques.



Mesa de trabajo montada sobre rodamientos y bolas para un centrado fácil. Desplazamiento transversal de la mesa máximo 1500 mm (60"). Cabezal de arrastre montado sobre pista de bolas para un centrado fácil. Desplazamiento transversal (50 mm (2").



ADICIONAL: Fijación de motores V8 y V4 V6. Dispositivo giratorio para bloques en V. Una fijación solamente.



ADICIONAL: Fijación del bloque por medio de Mordazas de Accionamiento Rápido (1 juego = 2 unidades)



ADICIONAL: Separador magnético del refrigerante montado en un dispositivo de refrigerante normal.

4.3.- Rectificadoras de cigüeñales.

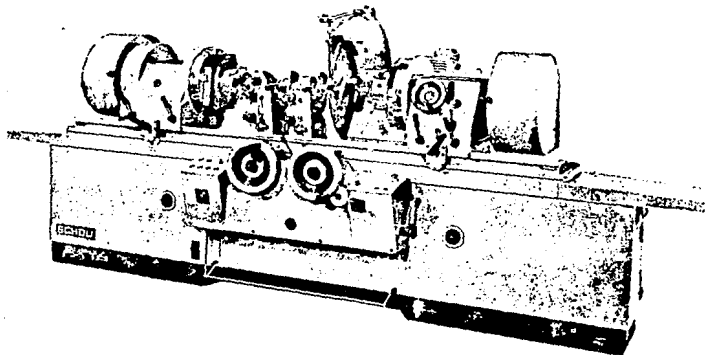
Este proceso es sin duda el más complicado y en donde se requiere mayor precisión. La máquina que realiza este proceso es de mayores dimensiones que las demás y tiene más instrumentos de medición por la precisión que se necesita obtener.

El rectificado se lleva a cabo con una piedra abrasiva de un diametro grande que gira en sentido contrario al cigüeñal, mismo que esta montado en dos platos que lo sujetan firmemente. La maquina realiza un movimiento giratorio circular y otro elíptico para rectificar los muñones centrales y los muñones de biela respectivamente.

En esta máquina también puede rectificarse el árbol de levas y el proceso es similar al anterior.

RECTIFICADORA HIDRAULICA DE CIGUEÑALES MODELO 1500/270

SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO CON EL FAMOSO
RAPIDO DE CABEZALES DESARROLLADO POR SCHOU



- Distancia máxima entre centros 1550 mm (61'0")
- Distancia máxima entre platos 1520 mm (59'58")
- Volteo 535 mm (21'0")
- Carrera 200 mm (7'87")
- Peso máximo del cigueñal 600 Kgs. (1300 lbs)
- Contraje en menos de un minuto con el sistema de desplazamiento rápido de cabezales.
- Desplazamiento rápido y automático de la mesa para cambiar rápidamente de una muñequilla a otra (opcionalmente se suministra con desplazamiento de la mesa infinitamente variable para poder rectificar ejes y cilindros). En ese caso el modelo se denomina 1500/270H.
- Velocidad del cabezal con motor infinitamente variable para cambiar rápidamente la velocidad de giro.
- Lubricación a presión en la bancada para mover fácilmente el punto y contrapunto.
- Escala cuenta revoluciones en el mando de alimentación de la muela para obtener un fácil control del avance de muela.
- Control hidráulico de los pasadores de bloqueo de cabezales colocados en la parte trasera del cabezal motor y el contrapunto para colocar rápidamente el cigueñal.

SCHOU & CO. LTD. · COPENHAGEN · DENMARK

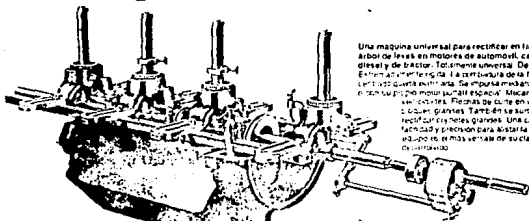
Fig. 4.3. Rectificadora de cigueñales.

4.4.- Rectificadoras lineales.

Durante la vida útil del motor va produciéndose gradualmente una falta de alineación de los alojamientos de los cojinetes de las bancadas y del árbol de levas, debido al alabeo del bloque. Este alabeo se ve compensado por el desgaste de las bancadas y del cigüeñal.

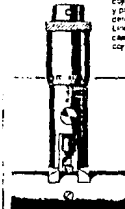
Esta máquina corta las tapas de las bancadas con unos buriles de acero y punta de tungsteno sujetos a una barra o flecha que se hace girar con un motor eléctrico.

Kwik-Way RECTIFICADORAS LINEALES



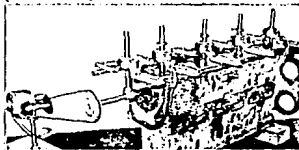
Una máquina universal para rectificar en línea cojinetes principales y de árbol de levas en motores de automóvil, camion, autobus, marinos, diesel y de tractor. También universal. De colocación rápida y fácil. Es fácil ajustar la velocidad a la velocidad de la rueda de corte durante el centrado y durante el trabajo. Se ajusta fácilmente en el eje del motor y rectifica en el eje principal del motor. Mecanismo de ajuste de tres velocidades. Ruedas de corte en varios tamaños se turnan para obtener gran variedad. También se hacen aumentos especiales para rectificar rines, guarnes. Una característica especial es la facilidad y precisión para ajustar la herramienta de corte. Este equipo es el más versátil de su clase que jamás se haya inventado.

Rectifica bloques con múltiples cojinetes en verdadera alineación. Las máquinas rectificadoras lineales Kwik-Way se ven utilizando en todo el mundo para todo tipo y tamaño de motores. Los motores de 8 y 10 cojinetes son recondicionados con los mismos resultados y precisión que los motores normales de automóvil. A la derecha se puede observar la Máquina Rectificadora Lineal Kwik-Way impulsada por su motor rectificando las caras de cojinetes que han de ajustarse correctamente los cojinetes cañabobes en un popular motor diesel.



FACIL COLOCACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Le simplicidad en la colocación de la herramienta de corte es una de las características de la máquina Kwik-Way. Se realiza esta colocación con un micrómetro lineal y herramientas de corte apropiadas. La herramienta antes de ser usada sujeta rápidamente en los agujeros localizados a todo lo largo de la barra de corte rodeando la rueda de un micrómetro especial y quedando libre en la punta en su eje por medio de tornillos y una combinación de tala y resorte que no modifica la posición de la herramienta al apretar.



NO CUESTA MÁS DE CINCO DÓLARES

Este instalador de guías cuenta con tornillos y platos en las dimensiones progresivas. Su rango de medición va desde 1 1/2" a 4". Se diseñan como guías, platos y tornillos que exceden su capacidad hasta 5 1/2" de diámetro. Muy con precisión el tamaño de los platos se ajustan a un mecanismo de presión a la barra de corte. Se coloca en cualquier agujero para ajustar la herramienta de corte, lo mismo a la posición correcta para una medición precisa.

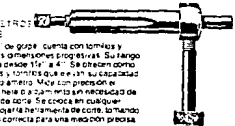


Fig. 4-4. Rectificadora de bancadas.

4.5.- Rectificadoras de bielas.

Las bielas se rectifican cuando el diámetro interior ha sobrepasado las tolerancias de desgaste y pérdida de redondez.

El rectificado se lleva a cabo con una máquina llamada rectificadora de bielas que tiene una barra que se hace girar en el círculo de la biela. Esta barra tiene sujeta unas zapatas con piedras abrasivas de grano fino que se ajustan por medio de un dispositivo para regular la profundidad del corte.

MÁQUINA DE MANDRINAR Y RECTIFICAR BIELAS

PARA REACONDICIONADO
Y TAMBIEN PARA TRABAJO EN SERIE

MODELO 150

Mandrina y rectifica todos los tipos de biela en un único y rápido ajuste.

Alineación perfecta entre el diámetro interior de la biela y el orificio del bulón.

Desplazamiento automático de la mesa en ambas direcciones.

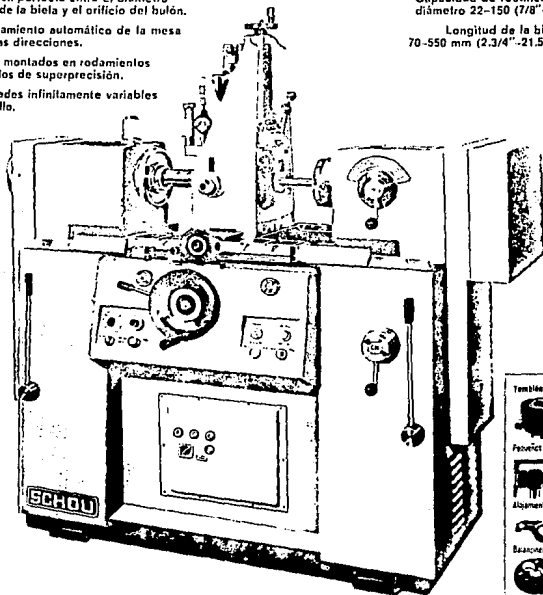
Husillos montados en rodamientos de rodillos de superprecisión.

Velocidades infinitamente variables del husillo.

Capacidad de mandrinado:
diámetro 14-150 mm (9/16"-6")

Capacidad de rectificado:
diámetro 22-150 (7/8"-6")

Longitud de la biela:
70-550 mm (2.3/4"-21.5/8")



También apropiada para



Productos chicos de met.



Alojamiento de bulón



Brancheos de varilla



Piezas de bronce



Trabajos de torneado

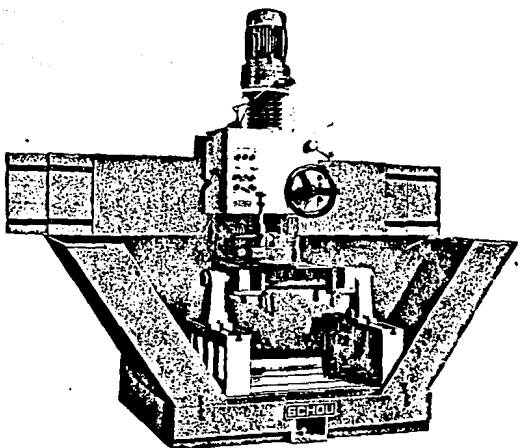
Fig. 4.5. Rectificadora de bielas.

SCHOU & CO. LTD. · COPENHAGUE · DINAMARCA

4.6.- Rectificadoras de culatas.

Las culatas se rectifican en los alojamientos de las válvulas o asientos de válvulas. El rectificado se lleva a cabo con unas piedras abrasivas que tienen un ángulo de corte similar al de las válvulas. Estas piedras abrasivas se hacen girar por medio de un motor de taladro.

Cuando las culatas del motor sufren exceso de calentamiento tienden a pandearse. Esto se corrige rectificando la superficie de contacto con el bloque de cilindros, la máquina que efectúa este proceso se llama rectificadora de superficies.



CAPITULO V.

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL MOTOR RECONSTRUIDO.

En todo mecanismo, se deben efectuar, dos tipos de mantenimiento. el preventivo y el correctivo.

El mantenimiento preventivo es el que se realiza oportuna y periódicamente con el fin de prolongar lo más posible la vida útil del mecanismo.

El mantenimiento correctivo como su nombre lo indica es el que se realiza para corregir fallas en algunos elementos del motor, que han llegado al final de su vida útil consecuencia del desgaste ocasionado por el trabajo. En este capítulo solo se mencionaran algunos aspectos del mantenimiento preventivo para mantener en optimas condiciones al motor, alargando así la vida útil del mismo.

5.1. Sistema de lubricación.

Se sabe que de una buena lubricación depende en gran parte la magnitud de la vida útil del motor, por lo tanto se debe observar algunas normas referentes a lubricación como son:

- Suministro de un lubricante adecuado. De acuerdo con las especificaciones API, que nos indica que para temperaturas superiores a 1.1°C (30°F), usará un lubricante SAE 30 o SAE 40 y para temperaturas de 0°C hasta -12.2°C (32°F a 10°F) utilizaremos un lubricante con un grado SAE 20 ó 10 w / 30.

- Cambio de lubricante y filtro del lubricante cada 3500 km. o 4500 km. dependiendo el medio ambiente en el cual trabaje.

- Verificar diariamente el nivel del aceite. reponiendo el faltante con aceite del grado correspondiente, si se encuentra que cada 1000 kms. consume mas de 1/4 de litro de aceite, se debe tener cuidado pues los anillos del piston deben estar gastados y ya no sellan correctamente.

5.2. Uso correcto del motor.

Del buen uso que se le de al motor depende su duración en un alto porcentaje, en motores instalados en automoviles las causas que aceleran el desgaste son :

- Altas velocidades. Pues es claro que para desarrollar altas velocidades se requiere revolucionar demasiado el motor, situación que produce un desgaste anormal.

- Forzarlo, al pretender mover un peso mayor del que el motor es capaz de transportar, situación que produce un desgaste considerable, inclusive se corre el riesgo de romper las partes internas del motor.

5.3. Buena refrigeración.

De una óptima refrigeración depende una buena estabilizacion de

la temperatura adecuada de trabajo. por lo cual tener un especial cuidado es de suma importancia, se sugiere revisar el nivel de agua del radiador diariamente, para así evitar un calentamiento excesivo por falta de liquido refrigerante.

Es conveniente y necesario aplicar al agua del radiador, un solvente de incrustaciones cada 20,000 kms, para desincrustar los minerales adheridos en los conductos de circulación de agua.

Cada 70.000 kms. debemos cambiar las bandas que dan movimiento a la bomba de agua.

5.4 Afinaciones periódicas.

Las afinaciones periódicas, deben efectuarse cada 12,000 kms. o cada seis meses, el no observar esta regla propicia que el motor trabaje en condiciones anormales, ocasionandole trastornos que se reflejan en la falta de potencia, excesivo consumo de combustible, contaminación del medio ambiente etc.

TABLA DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

| 2000 horas | punto operacion | Intervalo recomendado | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | B | 50 | 100 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
| | | diario | horas | horas | horas | horas | horas | hora |
| | SISTEMA DE LUBRICACION | | | | | | | |
| | 1. Aceite de motor | X | | | X | | | |
| | 2. Filtro de aceite | | | | X | | | |
| | 3. Enfriador de aceite | | | | | | | X |
| | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | | | | | | | |
| | 4. Nivel de agua | X | | | | | | X |
| | 5. Cojinetes del vent. | | | | | | | X |
| | 6. Manqueras | | | | | | | X |
| X | 7. Radiador | | | | | | | |
| | SISTEMA DE COMBUSTIBLE | | | | | | | |
| | 8. Tanque de combustible | | | | | | | X |
| | 9. Filtros de combust. | X | | | | | X | |
| | SISTEMA DE AIRE | | | | | | | |
| | 10. Depuradores de aire | | | | | | | X |
| | 11. Ventilacion motor | | | | | | | X |

SISTEMA ELECTRICO

- | | | | |
|---|-----------------------|---|---|
| X | 12. Motor de arranque | | X |
| X | 13. Generador | | X |
| | 14. Acumulador | X | |

MISCELANEOS

- | | | | |
|--|-------------------------|---|---|
| | 15. Tacómetro | X | |
| | 16. Afinación del motor | | X |
| | 17. Bandas | | X |

Punto 1.

Comprobar diariamente el nivel de aceite con el motor parado y agregar el necesario hasta la marca "full" de la varilla.

Usar el aceite de la viscosidad apropiada según especificaciones. (SAE 30 -40).

Se recomienda que en los motores nuevos, los intervalos de cambio de aceite sean cada 100 horas. El intervalo se puede aumentar periódicamente.

Punto 2.

Instalar elemento y juntas nuevas en el filtro cada vez que se cambie el aceite. Revisar si hay fugas después de poner en marcha el motor.

Punto 3.

Comprobar la temperatura del aceite del motor a intervalos de 1000 horas o menos, si se sospecha que está demasiado caliente. Para esto se introduce un termómetro especial con funda de acero por el tubo para la varilla del nivel, inmediatamente después de haber parado el motor, que ha de estar caliente y trabajado con carga. Si la temperatura de aceite es superior a 104 C o 118 C y los demás factores están normales, quizás el enfriador de aceite está obstruido y hay que quitarlo para limpiarlo (Motores Diesel).

Punto 4.

Comprobar diariamente el nivel del agua y mantenerlo hasta cerca del borde del tanque del cambiador de calor o del tanque superior del radiador. Limpiar el sistema de enfriamiento cada 1000 horas con algun producto. Despues de limpiar se debe enjuagar con agua limpia. Usar agua blanda con un anticorrosivo o con anticongelante de alto punto de ebullición.

Punto 5.

Inspeccionar los rodamientos del ventilador, asi como el estado de las aspas, las tolbas direccionales del aire deben estar en buen estado para que el ventilador pueda enfriar el radiador.

Punto 6.

Inspeccionar las mangueras del sistema de enfriamiento. por lo menos una vez cada 500 horas, para ver si tienen señales de daños y reemplazarlas si es necesario.

Punto 7.

Inspeccionar el panal (núcleo) del radiador cada 2000 horas si es necesario, lavarlo con combustible y aire comprimido. Puede ser necesario lavar el radiador con mayor frecuencia en donde el aire este muy sucio de polvo, vapores, etc.

Punto 8.

Mantener el tanque lleno para reducir la condensación al mínimo. Utilizar el combustible recomendado en las especificaciones. Abrir el grifo que está en el fondo del tanque cada 500 horas para que salgan el agua o sedimentos que pudiera haber.

Punto 9.

Revisar visualmente los filtros de combustible para evitar que se obstruyan el carburador o la bomba de inyección. Reemplazarlos cada 4500 km. o cada 2000 horas de trabajo.

Punto 10.

Quitar el aceite sucio y el cieno del depósito del depurador de aire y tubo central de los filtros para trabajo pesado cada 8 horas, o con mayor frecuencia si las condiciones lo exigen. (motores Diesel).

Punto 11.

Limpiar el respiradero de la ventilación del motor cada 1000 horas. Quitar el respiradero del motor, lavarlo con combustible y secarlo con aire comprimido. Este trabajo se debe hacer con mayor o menor frecuencia según las condiciones en que esté operando el motor.

Punto 12.

Los cojinetes o rodamientos del motor de arranque eléctrico, son lubricados por medio de mechas o, pueden ser del tipo de lubricación permanente (sellados). La aplicación de unas cuantas

gotas de aceite de motor en cada mecha cuando se haga una reparación del motor, proporcionará suficiente lubricación.

Examinar cada 2000 horas el conmutador (colector) y los carbones o escobillas. Aplicar aire comprimido para limpiar los demás elementos.

Punto 13.

Quitar la tapa que cubre los carbones e inspeccionar el conmutador cada 500 horas, para ver si hay desgaste. Limpiar el conmutador cada 2000 horas si es necesario.

Punto 14.

Hay que comprobar la gravedad específica del electrolito contenido en cada celda, cada 100 horas. Cuando hace mucho calor se puede comprobar con mayor frecuencia, debido a la evaporación.

Punto 15.

Lubricar el impulsor del tacómetro cada 50 horas, con grasa de fibra corta, de alta calidad, para cojinetes de rueda, en todas las graseras.

Punto 16.

Aproximadamente después de las primeras 100 horas de que ha empezado a trabajar el motor y, luego, a intervalos de 500 horas y después de una reparación mayor, se debe efectuar la afinación del

motor. Esta consiste en los motores a gasolina en limpiar el carburador, cambiar filtros de combustible y aire, platinos y condensador, bujias etc. En los motores Diesel, revisar y calibrar la bomba de inyección, calibrar inyectores, cambiar filtros de combustible etc.

Punto 17.

Comprobar la tensión de las bandas (correas) cada 500 horas y, si es necesario, ajustarla. Las bandas deben estar tirantes nada más lo necesario par impulsar los componentes sin patinarse. Si la banda está muy apretada, dañará seriamente los cojinetes de las piezas que impulsa.

Conclusiones.

Este trabajo pretende ser un auxiliar en la solución de problemas generales y específicos, referentes a la reconstrucción de motores de combustión interna.

Su contenido está redactado de tal forma que pueda ser comprendido sin necesidad de ser un experto en la materia.

Analizando los puntos tratados se concluye que el reconstruir un motor adecuadamente implica, que nos da como resultado un óptimo servicio comparado con el de un motor nuevo.

En la actualidad existen varios millones de motores de combustión interna los cuales necesitarán una reparación total y por consiguiente la reconstrucción de sus elementos, en base a lo anterior con este trabajo se trató de aportar un auxiliar para personas que se dedican a esta actividad.

Dentro del contenido se analiza al motor en cuestión, tanto en el aspecto termodinámico como técnico, pues resulta claro que es tan importante conocer el aspecto práctico como el científico, para así poder comprender mejor el funcionamiento del mismo.

BIBLIOGRAFIA.

- Edward F. Obert., Motores de Combustion interna Analisis y aplicaciones. Cia. Editorial Continental S.A. de C.V. México 1986.
- Joseph Heitner , Mecánica automotriz, principios y practicas. Editorial Diana México, 1987.
- Theodore Baumeister, Eugene A. Avallone, T. Baumeister III. Marks Manual del Ingeniero Mecánico. McGraw Hill. México 1989.
- Louis c. Fourier, Auto Repair Manual, The hearst Corporation U.S.A. 1971.
- B.A. Vsórov, Manual de Motores Diesel para tractores. Editorial Mir, Moscú. 1981.
- Dante Giacosa, Motores Endotérmicos. Editorial Cientifica médica. México 1970.
- TF Victor, Manual de datos tecnicos automotrices. 1983.
- Rafael Garcia Diaz, Manual de reparacion de automóviles. Editorial Limusa S.A. de C.V., Mexico, 1985.

1
- GM Diesel, Manual de Mantenimiento y Reparación de motores. General Motors de México S.A. de C. V. 1965.

- Richard R. Kibbe, J. E. Neely, Roland G. Meyer, W.T. White, Manual de Máquinas Herramientas, Editorial Limusa S.A. de C. V. México, 1989.

- Sioux Tools Inc., SCHOU CO., Kwik - Way, Catálogos de maquinaria y equipo para la reconstrucción de motores.