

Informe N2: Laboratorio de Máquinas: Desarme y medidas de componentes de un motor de combustión interna

Lucas Villalobos Burgos ¹

¹Escuela de Ingeniería Mecánica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

cristobal.galleguillos@pucv.cl

12 de septiembre de 2020

1. Introducción y Objetivos

Anteriormente, se ha visto el impacto ambiental de los motores, y de como ellos afectan al planeta tanto de modo beneficioso como perjudicial. Eventualmente teníamos que llegar a explicar de mejor manera la naturaleza mecánica y técnica de los motores, en este caso, los de combustión interna.

El motor en particular, deviene su funcionamiento de varias componentes móviles que le condicionan, partes como el cigüeñal, levas, los pistones, bielas, además de componentes adicionales que lo constituyen físicamente, le ayudan al arranque y/o su movimiento. Estas partes son compartidas en varios tipos de motores, ejemplo los motores diesel y los motores de chispa, pero que, debido a sus formas de operar, contienen ciertas piezas o componentes diferentes, los que hacen que cumplan regímenes o ciclos variados. Entonces, a partir de las diferencias que contienen los motores es que pueden ser aplicados a diversas tareas, lo que permite rangos de eficiencias, potencias variadas, un rango de torques, además de otras características técnicas.

Reconocer las características, disposiciones, geometrías, piezas del motor es parte importante del aprendizaje y del desarrollo o conocimiento en las áreas térmicas, además de ser fundamental para la ingeniería, la mecánica y la tecnología industrial. Para este fin, se evaluará un motor Deutz F3L912, el cual será comparado en cuanto a medidas para los ejes cigüeñal y la camisa del pistón, con lo que se espera establecer diferencias con respecto a un informe técnico con el que se realizarán paralelismos y se comentarán las dimensiones descritas.

El informe técnico del motor Deutz nos permite aclarar dudas de mantenimiento de taller que se le aplica a ciertas clases de motores, en este caso un motor diesel. Conocer este mantenimiento nos da una visión general respecto a ciclos convenientes de trabajo, ajustes permitidos en el motor y en partes fundamentales de este, tolerancias, reparaciones, despieces.

2. Revisión de la literatura

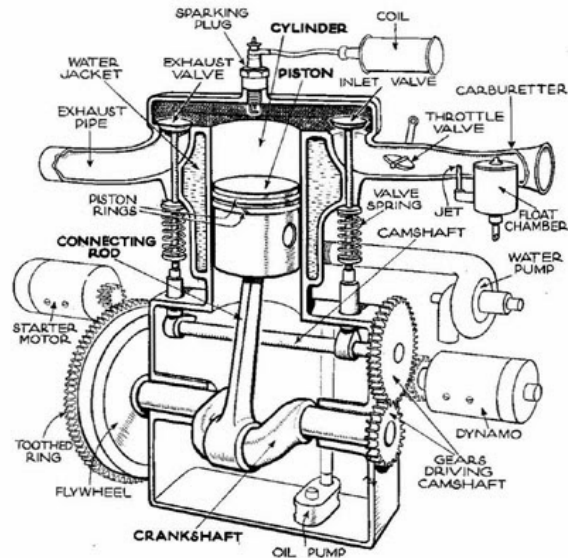
Artículos en la red tienen vasta información sobre los motores de combustión interna, sobre todo de los dos tipos que vamos a estudiar mas a fondo, los MECH (Spark Ignition Engine) y los motores diesel (Compression Ignition Engine). La mayoría de la información volcada en este informe concibe su origen en estos artículos, respaldado por material de libros de mecánica y de material de motores en disposición de años anteriores.

3. Desarrollo

3.1. Primera Pregunta

Responda con detalle las siguientes preguntas

- 3.1.1. Mostrar en una imagen los principales componentes de un motor MECH y MEC.
(Comentar las diferencias apreciables a la vista)



main parts of engine

Figura 1: Partes principales del MECH

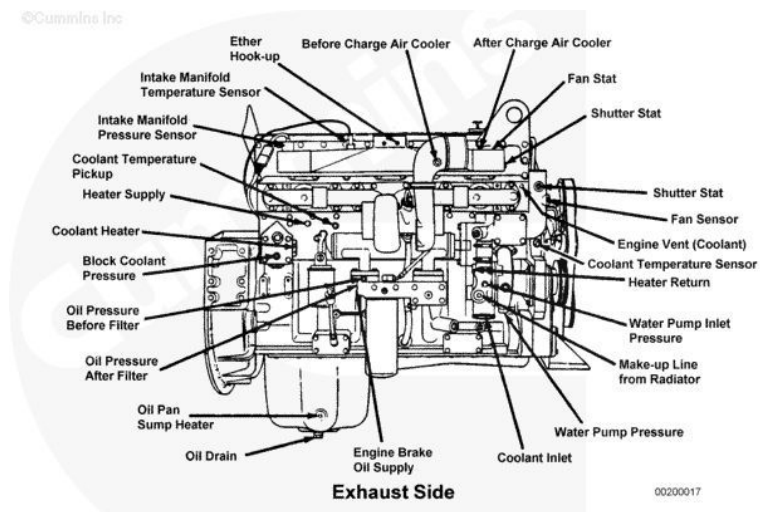


Figura 2: Partes principales del MEC

Las principales diferencias apreciables son la diferencia de alimentación, el MECH por carburador (y su respectiva bujía) y el MEC por inyector, y el MEC es notoriamente mas grande (no tomar como referencia la figura 1, puesto que un plano de corte de un MECH).

3.1.2. ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de los MCI con respecto a otros tipos de motores que usted conoce?

Ventajas de los MCI

- El tamaño del motor es menor comparado a los motores externos.
- Alta relación potencia/peso.
- Muy adecuado para aplicaciones que requieren poca potencia.
- Por lo general, más portátil que los motores de combustión externa.
- Seguro de operar.
- Tiempo de encendido menor.
- Mejor eficiencia que los MCE.
- No hay posibilidad de fuga de los fluidos de trabajo.
- Requiere de menor mantenimiento.
- El consumo de lubricante es menor comparado a los MCE.
- En el caso de combustión interna recíproca (Diesel), la temperatura de trabajo general es baja porque la temperatura máxima se alcanza solo durante un pequeño período de tiempo (solo en la detonación del combustible).

Desventajas de los MCI

- La variedad de combustibles que se pueden utilizar se limita a combustibles líquidos y gaseosos de muy buena calidad.
- El combustible usado es muy costoso, tanto la gasolina como el diesel.
- Altas emisiones del motor en comparación con el MCE.
- No apto para generación de energía a gran escala.
- En caso de un movimiento alternativo de combustión interna, se genera ruido debido a la detonación del combustible.

3.1.3. Comente acerca de los anillos que posee un pistón, piense en términos de forma, material, función, etc.

Los aros o anillos de un pistón son aros metálicos separados que se ubican en las ranuras de la cabeza del pistón de un MCI. Entre sus funciones están sellar la cámara al momento de la combustión y expansión, evitar fugas de aceite y de otros fluidos de trabajo, ayudar a la correcta transferencia de calor desde el pistón a la pared.

En los modelos actuales normalmente son 3: dos de ellos son los aros de compresión y el último es el aro rascador de lubricante. Aunque existen configuraciones muy diferentes según el tipo de motor. Los anillos de compresión abarcan al anillo superior y el secundario. El anillo superior ayuda a evitar pérdidas de presión, por lo que la recámara mantiene cualquier cambio de la misma, y transmite el calor a la pared del cilindro. El segundo anillo permite la circulación de los gases calientes, mezclándose el lubricante con las partículas de carbono, calentándolo y acelerando el proceso de oxidación.

El aro rascador de aceite permite lubricar la pared, regulando la temperatura del pistón.

Los anillos de pistón están hechos de hierro fundido, hierro dúctil o acero. Estos anillos pueden ser cromados o tener incrustaciones de molibdeno en el lado del diámetro externo frontal de los anillos.

3.1.4. ¿Qué es el ovalamiento u ovalidad en un MCI?

La ovalidad del cilindro generalmente se debe al desgaste a lo largo del tiempo producido en un pistón del motor. Normalmente ocurre por la presión levemente desigual de izquierda a derecha. Esta presión está relacionada con el ángulo del vástago del pistón desde la manivela que se mueve bajo carga de lado a lado.

A medida que el pistón se mueve hacia arriba y hacia abajo durante muchos ciclos, puede causar desgaste haciendo que el cilindro tenga una forma ligeramente ovalada. Por lo general, los anillos aún mantendrán la compresión adecuada para funcionar. Si se sale de las especificaciones, es posible que sea necesario reiniciar el motor.

Las inspecciones que se deben realizar en los cilindros, así como las operaciones de metrología necesarias para determinar los desgastes que han sufrido tales como la conicidad y ovalamiento u ovalización son de suma importancia para tomar decisiones sobre el rectificado del bloque del motor.

3.1.5. Comente acerca de la función de los siguientes elementos de un MCI: Eje leva, Eje cigüeñal, alternador, motor de arranque o partida, embrague.

- Eje leva: Un árbol o eje de levas, es un dispositivo para convertir el movimiento circular o rotacional en movimiento alternativo u oscilatorio. Una de las aplicaciones de los árboles de levas más utilizadas en el mundo actual es la apertura y cierre de válvulas de combustible en prácticamente todos los motores de combustión interna accionados por pistón.
- Eje cigüeñal: El cigüeñal es responsable del correcto funcionamiento del motor y convierte el movimiento alternativo en movimiento de rotación. Contiene contrapesos para suavizar las revoluciones del motor. Los cigüeñales deben tener una resistencia a la fatiga y al desgaste muy alta para garantizar una larga vida útil. El cigüeñal experimenta altos niveles de carga cíclica.
- Alternador: El alternador de un motor produce energía eléctrica para los sistemas que la requieren. Esto siempre ha incluido el sistema de encendido, pero los automóviles modernos también requieren energía para los sistemas de control por computadora, recarga de la batería para el arranque, lámparas, ventanas eléctricas, radios, reproductores de DVD, claxon, limpiaparabrisas, etc.
- Motor de arranque: El motor de arranque consiste básicamente en ser un motor eléctrico auxiliar alimentado por corriente continua con imanes de tamaño reducido, empleado para facilitar el encendido del motor de combustión interna, es decir, facilita las explosiones de la cámara de combustión en el interior de los cilindros. Por otro lado es importante recalcar que el motor de arranque es puesto en funcionamiento gracias a la batería del auto, ya que esta le genera la corriente eléctrica necesaria para que este produzca a su vez energía mecánica que transmite al motor haciéndolo poner en marcha.
- Embrague: Elemento mecánico que transmite la potencia del motor a la propia caja de cambios del vehículo y permite que, de forma manual, se pueda separar o unir el giro del motor del coche a la transmisión, liberando así el movimiento hacia las ruedas motrices si en ese momento hay una marcha engranada. Los motores de combustión interna no arrancan a partir de 0 rpm sin torque, necesitan funcionar al menos a una velocidad de y generarán más torque a medida que aumenta la velocidad desde el ralentí. Cuando la carga está en reposo y el motor acelera, el embrague permite que el eje giratorio transfiera gradualmente la velocidad al eje estacionario y la carga.

3.1.6. ¿Qué es la sobre medida o rectificación de metales en un MCI?

El motor, con el paso del tiempo (del uso), se va desgastando. Específicamente las zonas donde hay fricción, sumado a esto muy altas temperaturas. Las operaciones de rectificado en el bloque del motor se realizan en los cilindros y en la planitud de la cara del bloque que se junta a la culata. Los bloques que dejan el rectificado son los bloques integrales, y la causa mayor de la rectificación es el desgaste causado por el rozamiento de los segmentos en la pared del cilindro. Este rozamiento causa una conicidad dentro del cilindro y un ovalamiento del diámetro interno. Cuando la conicidad o el ovalamiento del cilindro por desgaste sobrepase los 0,15 mm (o la medida que indique el fabricante), es recomendable rectificar los cilindros de el motor.

3.2. Segunda Pregunta

Comparación de dimensiones

Se presentan a continuación algunas medidas que se han tomado en laboratorios anteriores en diversos componentes del motor en estudio Deutz F3L912, su tarea es comparar con los valores indicados por el manual del fabricante y comentar a qué motivo podrían atribuirse las diferencias encontradas.

3.2.1. Camisa Cilindro: En las figuras siguientes se indican las mediciones a realizar y las tablas para registrar los valores medidos.

Para la camisa de cilindro, el manual técnico sugiere que el diámetro de camisa debe ser de 100,01 [mm] en el segmento superior, lo que se entiende que debe ser extrapolado para toda la camisa del pistón, para mantener la uniformidad en la superficie de la camisa.

	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Diferencia
Diámetro superior A [mm]	0°	100,05	100,01	0,04
	120°	100,04	100,01	0,03
	240°	100,04	100,01	0,03
Diámetro intermedio B [mm]	0°	100,03	100,01	0,02
	120°	100,02	100,01	0,01
	240°	100,03	100,01	0,02
Diámetro inferior C [mm]	0°	100,02	100,01	0,01
	120°	100,03	100,01	0,02
	240°	100,03	100,01	0,02

Figura 3: Valores de la camisa del cilindro, con valores medidos y valores de manual

Los datos anteriores nos permiten esbozar diferencias en cuanto al valor medido. Es entendible que se produzcan diferencias, puesto a que con el uso y el rozamiento, se genera desgaste respecto al tiempo, lo que se traduce en estos ensanchamientos a lo largo del cilindro.

Se puede evidenciar que, según la posición, el desgaste es mayor o menor. En la posición de 0, el mayor desgaste ocurrió en el segmento superior, algo que sucede en las demás disposiciones, lo que puede explicarse como un desgaste producido por los anillos, que entran en contacto con el lubricante en las zonas inferiores de la camisa, pero que a medida que el pistón sube, el lubricante que llega a estas zonas superiores es en menor cantidad. También puede tener cierto impacto el hecho de que es en una zona de alta presión, ya que las presiones y la temperatura aumentan en estas zonas de la cámara de combustión, lo que podría ejercer deformaciones o facilita el desgaste. No se pueden descartar anomalías en los muñones del cigüeñal, lo que generaría un ciclo irregular, o descartar una deformidad o dimensión variable en el mismo pistón.

3.2.2. Cigüeñal: En las figuras siguientes se indican las mediciones a realizar y las tablas para registrar los valores medidos

Para los datos del cigüeñal, recurrimos a los valores de los muñones de biela y bancada, entendiendo que los muñones de "bancada" son para cojinetes o apoyos, presentes en el manual. Estos valores se encuentran en la siguiente tabla:

Medición	Valor Medido	Valor Manual	Diferencia
Díametro muñón biela 0° [mm]	59,94	59,96	-0,02
Díametro muñón bancada 0° [mm]	69,96	69,99	-0,03
Díametro muñón biela 90° [mm]	59,95	59,96	-0,01
Díametro muñón bancada 90° [mm]	69,97	69,99	-0,02
Ancho muñón biela 0° [mm]	37,02	37	0,02
Ancho muñón bancada 0° [mm]	36,99	37	-0,01
Ancho muñón biela 90° [mm]	37,01	37	0,01
Ancho muñón bancada 90° [mm]	36,99	37	-0,01

Manual	Dif
59,941	-0,001
59,96	-0,02
69,971	-0,011
69,99	-0,03
59,941	0,009
59,96	-0,01
69,971	-0,001
69,99	-0,02
37	0,02
37,025	-0,005
37	-0,01
37,025	-0,035
37	0,01
37,025	-0,015
37	-0,01
37,025	-0,035

Figura 4: Valores del cigüeñal, con valores medidos y valores de manual, y un apartado para un rango de valores.

Se puede observar que las diferencias en los diámetros se debe a un desgaste superficial del mismo, producto del rozamiento con respecto al cojinete tanto como la biela como los muñones de bancada, en ambas posiciones (0 y 90). Para los anchos de los muñones de bancada, para que se produzcan valores menores al manual se explica por la acción de una tolerancia respectiva o que el apriete entre las piezas, sumado a la acción dinámica en el cuerpo, deformaron micrométricamente estas superficies, generando ajustes y aprietes mayores que no son requeridos. En cuanto a los valores del ancho en la biela, se denota un desgaste propio en su superficie, no superando las centésimas de milímetro.

El recuadro lateral muestra los valores en el manual respecto a un rango y su diferencia respectiva a los valores medidos, lo cual nos arroja un rango de diferencias. Este rango de referencia se tomó para hacer otro tipo de comparaciones que evidencian desgastes mayores o menores según la magnitud del valor, o como para los valores del ancho, los cuales varían en función de los 37 0 37,025 [mm], que permiten hacer otros análisis, como con una diferencia positiva se llega a la conclusión del párrafo anterior, pero con una diferencia negativa nos demuestra un desgaste de la superficie, algo que también cabe dentro de las posibilidades.

4. Conclusión

A lo largo del informe, hemos definido términos, observado las diferencias y similitudes de los motores de combustión interna, repasado conceptos respecto al funcionamiento y el reconocimiento de las características que engloban los motores, además de comparativas que son suficientes como para lograr entender mejor la implicancia de tener un definido tipo de motor y sobre sus cuidados. Es importante el estudio de la acción a la que se ven envueltos los componentes de los motores, capacidades técnicas y vidas limitadas por la fatiga, parámetros que nos dan pie para delimitar la funcionalidad de un motor, aplicaciones y, por sobre todo, mantenimiento. La correcta implementación de métodos correctivos y de mantenimiento nos acercan más a una mejor eficiencia y seguridad.

El ejercicio de observar un catálogo, evaluar las dimensiones y hacer comparativas nos ha permitido repensar y comentar ciertas situaciones que se pueden dar en los motores, algo tan típico como lo es el desgaste, producido por una variedad de factores que se han considerado para efectos de análisis. Muchos de los datos usados por catálogo nos indican medidas reales, usadas en la industria y que sirven de referencia para la observación minuciosa de los ciclos y regímenes a los que se ven sometidas estas máquinas.

Es importante recalcar que el motor Deutz nos corrobora la información descrita para un tipo de motor en específico, tal es el caso de los motores de encendido por compresión, o motores diesel. Nos ayuda a visualizar de mejor manera la gran cantidad de propiedades que difieren de los motores de encendido por chispa, lo que se traduce en una extremidad más de uno de los objetivos buscados al inicio, como lo es el hacer uso de la teoría ahora aplicada a este caso real, sumado a lo expuesto en el informe anterior sobre el impacto ambiental y el futuro de los motores de combustión interna, nos permite abarcar y entender más detalladamente sobre la búsqueda exhaustiva del fabricante sobre ciertos detalles y perfeccionamientos que le entregan una identidad única al motor.

Referencias

- [1] B. Stojanovic, J. Glisovic. Automotive Engine Materials, Reference Module in Materials Science and Materials Engineering, 2016.
- [2] Yamagata, Hiroshi. The Crankshaft, The Science and Technology of Materials in Automotive Engines, 2005.
- [3] Acuña Moreno, Albeiro, Anillos del Pistón.
- [4] ClubTechnical: Advantages of IC Engines,
<https://clubtechnical.com/internal-combustion-engines>
- [5] EuroTaller: Red Española de Talleres,
<https://www.eurotaller.com/noticia/para-que-sirven-los-anillos-del-piston-de-un-automovil>
- [6] Hastings: Manufacturing,
www.hastingspistonrings.com/tech-tip/nomenclatura-anillos