



Informe N°2 **L**aboratorio de Máquinas: Mediciones y desarme de un MCI

Eduardo Andres Suazo Campillay¹

¹Escuela de Ingeniería Mecánica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

cristobal.galleguillos@pucv.cl

11 de septiembre de 2020

Contents

1. Introducción	2
2. Desarrollo	2
2.1. Componentes de un MEC y MECH.	2
2.2. Principales ventajas y desventajas de los MCI con respecto a otros tipos de motores existentes.	4
2.3. Anillos que posee un piston.	5
2.4. El ovalamiento en los MCI.	6
2.5. Elementos presentes en los MCI.	7
2.6. El rectificado en los MCI.	8
3. Mediciones	9
3.1. Camisa Cilindro:	9
3.2. Cigüeñal	10
4. Conclusiones	10

án2

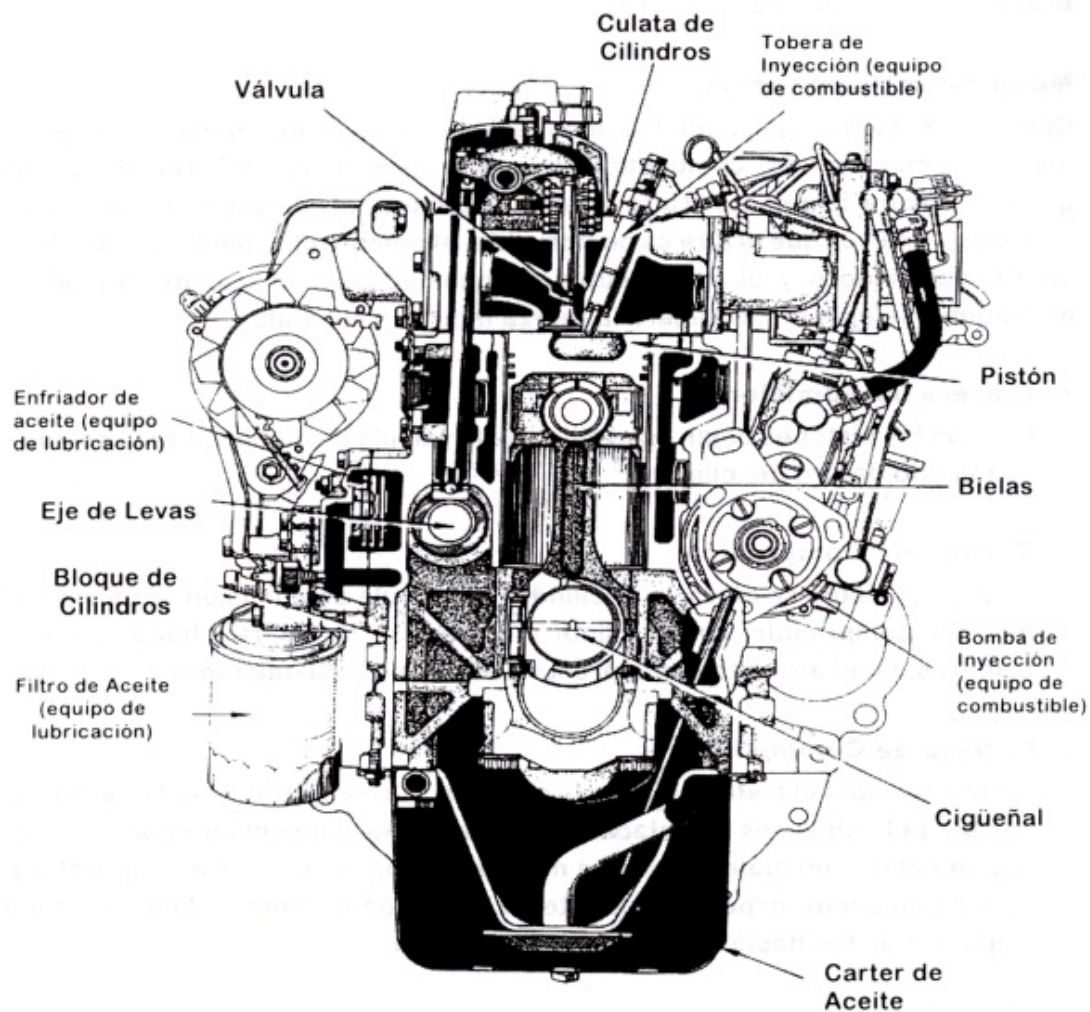
1. Introducción

En la clase anterior se procedió a realizar un desarme de un MCI, en donde se pudo ver a mayor detalle los elementos de maquinas que componen a los motores (cigüeñal, árbol de levas, alternador, etc.) y las comparaciones existentes con otros tipos de motores presentes en el mercado. Junto con conocer las funciones que cada elemento cumple en el proceso de combustión, se les realizaron mediciones a los elementos, que luego se compararon con las que ya están descritas por normas.

Dicho todo esto, se procederá a analizar con mayor al motor de combustión interna, sus elementos internos y las posibles fallas que pueden sufrir junto con su respectiva solución y que ventajas tanto como desventajas poseen en términos de rendimiento y consumo comparado con otros tipos de motores que se encuentran presente en el mercado.

2. Desarrollo

2.1. Componentes de un MEC y MECH.



Configuración de Motor Diesel

Figura 1: MEC

1. CONSTITUCIÓN DEL MOTOR OTTO DE CUATRO TIEMPOS

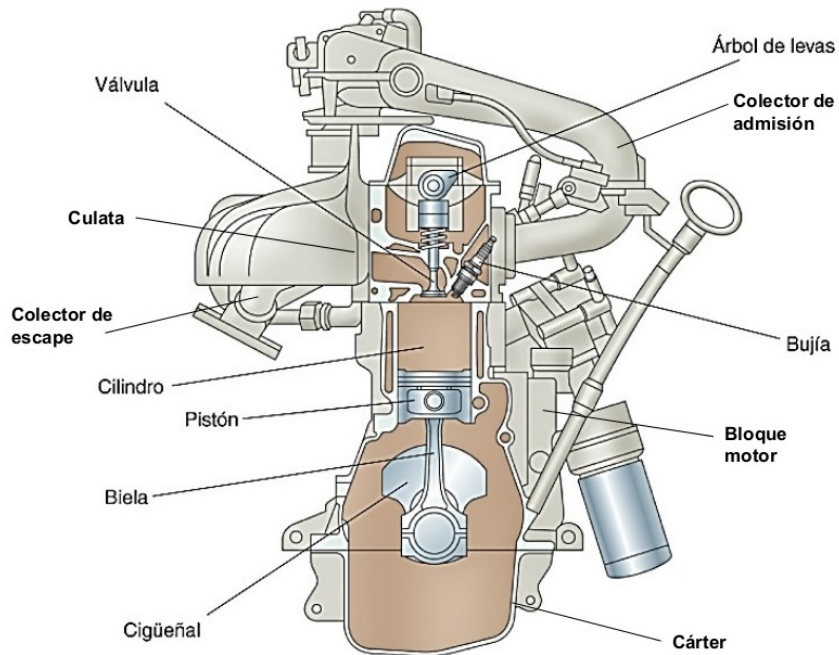


Figura 2: MECH

En las imágenes mostradas de ambos motores se puede apreciar a simple vista que el MEC tiene mas componentes que el MECH. Cabe destacar que un motor de compresión pesa más que uno encendido por chispa.

2.2. Principales ventajas y desventajas de los MCI con respecto a otros tipos de motores existentes.

Los MCI se caracterizan por tener un buen rendimiento y gran generación de potencia debido a que su combustión genera un gran poder energético¹ (dependiendo del octanaje del combustible), son más ligeros, lo que les permite obtener mayores revoluciones en poco tiempo y su sistema menores vibraciones y ruidos en el bloque motor. Pero lamentablemente también tiene grandes desventajas como las constantes emisiones de gases nocivos al medio ambiente, las pérdidas de potencia (por rozamiento, deficiente lubricación, mezcla incorrecta de combustible, radiación, etc.) y la contaminación acústica que genera la gran cantidad de vehículos en las calles dan paso a que se generen un sinnúmero de comparaciones con otros tipos de motores en cuanto a sus ventajas y desventajas. A continuación, se muestra una lista comparativa con otros tipos de motores en el mercado:

- 1. Motor eléctrico: Transforman la energía eléctrica en energía mecánica y convierte el 90 % de esta en movimiento², sin la necesidad de generar explosiones como el MCI, lo que radica en un menor costo por consumo y en una energía limpia que no emana gases nocivos ni ruidos molestos³. Genera altas potencias a bajas R.P.M y tiene menos pérdidas, por lo que posee un alto nivel de rendimiento y eficiencia. Los principales problemas de competir en el mercado son el peso (alrededor de 450 [Kg]) y el costo de las baterías que emplean. Cabe mencionar que el tiempo de las baterías es muy acotado como para que tenga un largo tiempo de funcionamiento continuo (como por ejemplo un largo viaje usando un automóvil eléctrico) y que posee un lento sistema de recarga (10-15 minutos) en comparación al MCI (3-5 minutos).



Figura 3: Motor eléctrico

- 2. Motor híbrido: Básicamente combina un MCI con un motor eléctrico, al combinar sus propulsiones genera una mayor eficiencia en el combustible y genera una menor cantidad de emisiones de gases nocivos (aunque no lo suficiente) y de ruido. Tiene un mejor consumo en vehículos que circulan dentro de la ciudad en comparación a su par de combustión interna ya que en ese trayecto funciona el motor eléctrico.

A pesar de las ventajas mencionadas, sigue teniendo un elevado costo de adquisición como de mantenimiento, cosa que lo hace poco competente en el mercado. También está el problema de las baterías que ocupa, ya que aparte de ser costosas, al terminar su vida útil se vuelven un problema debido a su alto nivel de toxicidad y no son reutilizables.

- 3. Motor de combustión externa: La principal diferencia está en que el combustible se quema fuera del motor y poseen un fluido en funcionamiento que es calentado por dicho combustible.

El hecho de que requiere mucho mantenimiento, su gran tamaño e ineficacia, hicieron que fueran fácilmente desplazados del mercado por el MCI⁴. Aunque en la actualidad aun se emplea en centrales eléctricas (turbinas de vapor y gas). Al ser motores de combustión externa, no tienen relación con el tipo de combustible usado para transformar el agua en vapor.

¹<https://www.ro-des.com/mecanica/motores-gasolina/>

²<https://www.ro-des.com/mecanica/motores-electricos/>

³<https://www.cipsa.com.mx/17/noticias/cuales-son-las-ventajas-de-un-motor-electrico-a-uno-de-gasolina/>

⁴<https://www.mundodelmotor.net/motor-de-combustion-externa/>

A diferencia del MCI se puede emplear una mayor variedad de combustible (carbón, madera, paja de pasto, etc.), genera menor ruido y gases nocivos debido a que no existe detonación interna de combustible. A pesar de genera grandes cantidades de energía a bajo costo el MCE no es adecuado para requisitos de baja carga, consume mucho lubricante, el motor es de gran tamaño y requiere de materiales especiales para su construcción debido a que opera a altas temperaturas.

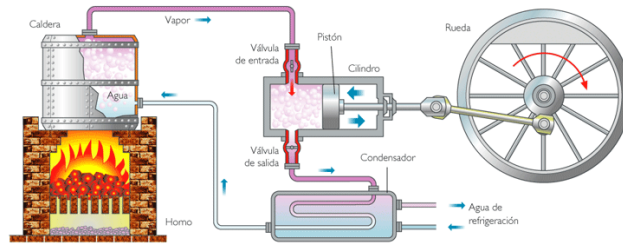


Figura 4: Motor de combustión externa

2.3. Anillos que posee un pistón.

Los aros elásticos o también conocidos como aros de expansión son aros de metal que por lo general van colocados en la superficie exterior del pistón, y tienen como función asegurar la estanqueidad a la presión del gas y permitir la filtración de una pequeña cantidad de aceite lubricante a la cámara de manivelas de la combustión, impidiendo así el paso excesivo de este. Son contruidos de fundición gris de grano fino, si se utiliza para mayores sollicitaciones, se construyen en fundición de grafito esferoidal o en acero.

Los aros se subdividen en tres tipos:

- 1. Aros de compresión: Que poseen una sección rectangular o trapezoidal, son colocados en la parte más próxima a la cámara de combustión. Suelen colocarse uno o dos, dependiendo de las sollicitaciones.
- 2. Aros rascadores de aceite: Poseen una forma de uña y son colocados en por debajo de los anillos de compresión, con el fin de rascar el aceite de la superficie del cilindro.
- 3. Aros recogedores de aceite: Tienen forma de un perfil en “C” y están fabricados a base de fundición especial con un elemento elástico interno en una lámina de acero especial. Están colocados en cajas que poseen orificios superficiales adecuados para poder llevar el aceite recogido al interior del pistón mismo, y por ende al interior del cráter. Estos aros son contruidos de fundición gris de grano fino. Si se utiliza para mayores sollicitaciones, se construyen en fundición de grafito esferoidal o en acero.



Figura 5: 1.- Aro de compresión. 2.-Aro rascador de aceite. 3-Aro recogedor de aceite tipo NOVA



Figura 6: Aro recogedor de aceite tipo Thompson

2.4. El ovalamiento en los MCI.

Durante su movimiento, el pistón está sometido a empujes laterales que están dirigidos en forma perpendicular y en sentido contrario del movimiento al eje del bulón y del cigüeñal⁵. Esto genera que el pistón se encuentre en su mayor sollicitación, por lo que los desgastes concentrados serán máximos.

De ahí nace el ovalamiento, que es la deformación característica de las camisas de los cilindros, que debido al irregular desgaste de la superficie interior tendera a formar una forma oval en vez de circular. El ovalamiento nunca será muy pronunciado en la zona central del cilindro, debido a que la fuerza de empuje no es constante a lo largo de la carrera.

Los principales inconvenientes que trae este defecto, es que si alcanza un valor de separación de 0.05 [mm] entre 2 diámetros a 90°, no se consigue la retención perfecta de las paredes y el paso del aceite a la cámara de combustión logra crecer junto con un aumento del consumo del lubricante que será proporcional al número de revoluciones del motor.

⁵<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/ovalizacion-definicion-significado/gmx-niv15-con195016.htm>

2.5. Elementos presentes en los MCI.

- Eje cigüeñal: Los pistones son empujados hacia abajo debido a las explosiones ocurridas en la cámara de combustión. De esa forma, el cigüeñal logra transformar el movimiento lineal de los pistones en un movimiento circular para hacer mover las ruedas de un vehículo móvil. Recibe la potencia de los pistones a través del mecanismo biela-manivela. Normalmente son diseñadas de acero al carbono, pero dependiendo en las condiciones en que trabaja puede ser de cromo-níquel o cromo-molibdeno-vanadio (para mayores solicitaciones) o de base de cobre y plomo (para poder soportar fuertes cargas y elevadas temperaturas).



Figura 7: Eje cigüeñal

- Eje leva: También llamados árbol de levas, es un elemento rotativo que está formado por un eje en el que van colocadas un numero determinado de levas de diferente forma y tamaño a través de su largo. Al momento de girar, distribuye la potencia que logra activar a diferentes mecanismos. Como, por ejemplo, las válvulas que permiten la entrada al oxígeno y al combustible para su posterior mezcla y la salida de los gases resultantes. Por lo general, suele ser fabricado por medio de una única pieza de hierro fundido o acero forjado que presenta una alta resistencia.



Figura 8: Eje Leva

- Embrague: Es un elemento de maquina que como primera tiene como primera función el de acoplar (o desacoplar) el movimiento del motor con el de las ruedas a través de la caja de cambios, transmitiendo así el giro⁶. Es el responsable de controlar el movimiento inicia del vehículo cuando lo aceleramos al momento de sacarlo de reposo. Se controla el embrague a través de pedal (pedal de embrague), lo que permite la regulación que tiene el disco del embrague con el volante del motor.



Figura 9: Eje Leva

⁶<https://www.actualidadmotor.com/la-mision-del-embrague/>

- Alternador: Maquina eléctrica presente el motor que tiene como función transformar la energía mecánica generada por la combustión en energía eléctrica para el vehículo (por ejemplo). Esta energía ira destinada a la batería de este como a los otros sistemas eléctricos presentes.

Su nombre se debe a la corriente alterna que produce a través de los fenómenos de inducción a la cual es sometido para cumplir la función descrita. Está compuesto por una polea, rotor (inductor), regulador, estator y un puente rectificador de diodos.



Figura 10: alternador

- Motor de arranque: Es un motor eléctrico secundario que sirve de auxiliar para facilitar el encendido del MCI. Es uno de los componentes electrónicos que funciona gracias al alternador, por lo que es activado a través de la energía de la batería al momento de girar la llave de partida, haciendo que el circuito se cierre generando así el giro del cigüeñal que hará echar a andar el motor.



Figura 11: motor de arranque

2.6. El rectificado en los MCI.

El proceso de rectificación de motores es un proceso de mecanizado que tiene como objetivo lograr una exactitud de medida con una excelente calidad en el pulido de una pieza que se encuentre desgastada.

Naturalmente, después de un cierto tiempo de uso los componentes internos de los motores tienden a desgastarse y, además sumémosle el daño adicional que sufre debido a un inadecuado manejo del vehículo. El motor va a tender a fallar y requerirá de un tratamiento adecuado para mejorar su funcionamiento, los desgastes que se suelen presentar son la presencia de grietas y fisuras entre asientos y precámaras, perdida de plenitud, rotura de asientos y desgaste de asientos de guías y válvulas.

Para poder decidir si es el motor necesita ser rectificado, primero se debe realizar una serie de calibraciones a los distintos componentes del motor (bloque, cigüeñal, biela, pistón, culata, eje de levas, etc.) para así poder medir su desgaste. Una vez finalizado el proceso de calibración y analizado los datos obtenidos, ha de tomarse la decisión de cambiar o de reutilizar estas piezas. Si se opta por la primera opción, se cambiará por su sobremedida. Las piezas que se suelen cambiar con mas frecuencia son los pistones y los cojinetes del cigüeñal, mientras que la rectificación se suele emplear para los cilindros, túnel de banda, bielas, culatas y reparación de asientos por válvulas y precámara.

Es importante señalar que el fabricante del motor deba entregar el respectivo manual de mantenimiento de este, el que debe contener las especificaciones técnicas y las tablas con índices de tolerancias (en milímetros), para así tener en conocimiento hasta que medida en especifico se puede corregir la pieza a rectificar.

3. Mediciones

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.

3.1. Camisa Cilindro:

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

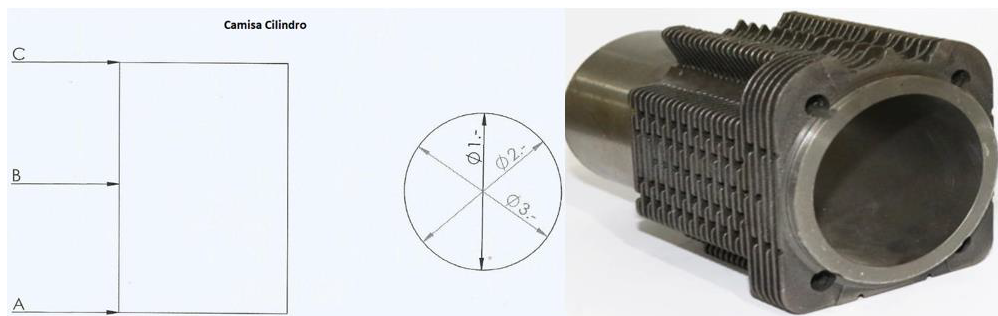


Figura 12: Camisa cilindro

Cuadro 1: Medición Camisa Cilindro:

Diametro superior A [mm]	Posición	Valor medido	Valor manual	Diferencia
	0 ^a	100.05	102.010	1.96
	120 ^a	100.04	102.010	1.96
	140 ^a	100.04	100.000	0.04
Diametro superior B [mm]	Posición	Valor medido	Valor manual	Diferencia
	0 ^a	100.05	102.01	2.05
	120 ^a	100.04	102.01	1.97
	140 ^a	100.04	100.01	0.03
Diametro superior C [mm]	Posición	Valor medido	Valor manual	Diferencia
	0 ^a	100.05	100.01	0.004
	120 ^a	100.04	100.01	0.003
	140 ^a	100.04	100.01	0.003

3.2. Cigüeñal

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

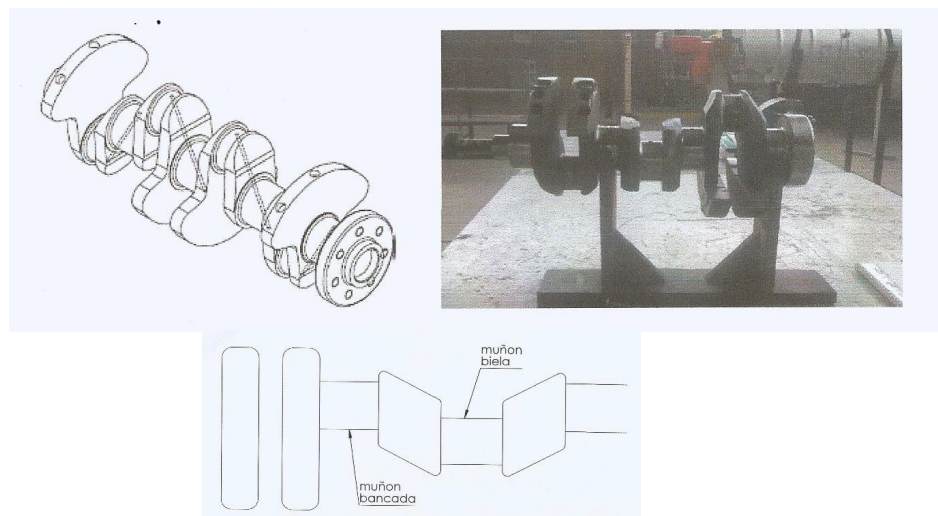


Figura 13: Cigüeñal

Cuadro 2: Medición Cigüeñal:

Medición	Valor medido	Valor manual	Diferencia
Diámetro muñón biela 0 [mm]	59.94	59.941	0.001
Diámetro muñón bancada 0 [mm]	69.96	65.971	3.989
Diámetro muñón biela 90 [mm]	59.95	59.941	0.009
Diámetro muñón bancada 90 [mm]	69.97	65.99	3.98
Ancho muñón biela 0 [mm]	37.02	37.00	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

El largo tiempo de funcionamiento y el poco cuidado con que el usuario opera el motor hacen que las piezas tiendan a desgastarse y que las piezas suelen perder material a causa de pequeñas fisuras o deformaciones debido a la fatiga sufrida en la operación. También debemos considerar las deformaciones que se obtienen debido a las bruscas alzas de temperatura que sufren las piezas debido la combustión producida.

4. Conclusiones

Debido a su largo tiempo de operación, los elementos que conforman al motor de combustión interna tienden a desgastarse no solo por cumplir su ciclo de vida, sino también por fallas de operación del usuario, por lo que se tiene que recurrir al rectificado de motores para mejorar su rendimiento.

Si bien, a lo largo de la historia el MCI se ha logrado imponer en el mercado por sobre otros tipos de motores (el de combustión externa, por ejemplo), debido a los tiempos actuales y a la problemática ambiental, ya han aparecido otros tipos de motores que amenazan con imponerse en el mercado y dejar obsoleto al MCI debido a las ventajas que presentan cuanto a rendimiento, mayor generación de potencia, y eficiencia en términos ambientales. Pero las desventajas que poseen en términos de economía como en duración y recarga, hacen que su popularidad en el mercado vaya aumentando de manera lenta. Esto le da al MCI tiempo para reinventarse y no quedar obsoleto al mediano plazo.

Referencias

- [1] Dante Giacosa: Motores Endotermicos.
- [2] David Patricio Novillo Santillán:Elaboración de un plan de procesos y procedimientos bajo estándares de calidad para rectificación de motores de vehículos livianos.