

DESARME Y MEDIDAS DE COMPONENTES DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Nombre: Javier Antonio Sanhueza Sandoval.

Asignatura: ICM 557-1.

Dirigido a Cristóbal Galleguillos Ketterer y Tomás Herrera Muñoz.

Fecha: viernes 11 de Septiembre 2020.

Resumen:

Contenido

Resumen:.....	1
Introducción:	2
Objetivos:	3
Metodología:	4
presentación de conceptos:	4
1. Ciclo MECH y MEC.	4
2. Diferencias entre MECH y MEC.	6
3. Ventajas y desventajas de un motor MCI.	9
4. Elementos fundamentales de un MCI.	10
5. Desgaste de un MCI.	13
Análisis de desgaste en motor Deutz F3L912.	14
Conclusión:	16
Referencias:	17

Introducción:

Los motores de combustión interna “MCI” ya sea del tipo “MECH” o “MEC” son maquinas que transforman la energía química del combustible en rotación de un eje “cigüeñal” y comparten muchas similitudes tanto en su funcionamiento como construcción sin embargo recurren a sistemas de combustión distintos y de ahí nacen sus diferencias.

Los motores del tipo “MECH” necesitan de una bujía que crea una chispa entre sus electrodos para inflamar la mezcla combustible mientras que los “MEC” comprimen la mezcla hasta generar las condiciones en que el combustible se auto inflama, la diferencia de ambos métodos radica en que el sistema “MECH” utiliza usualmente gasolina para su funcionamiento mientras que el “MEC” usa Diesel.

Objetivos:

- Reconocer componentes de un MCI.
- Reconocer las principales diferencias entre MECH y MEC.
- Análisis de componentes de motor Deutz F3L912.

Metodología:

presentación de conceptos:

1. Ciclo MECH y MEC.

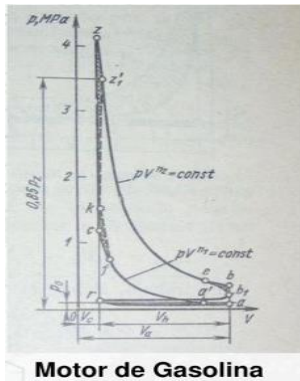


Fig.1 Ciclo Otto . Universidad Tecnica De Colombia.

Proceso de cuatro tiempos MECH:

- Admisión: Empieza en el momento que se abre la válvula de admisión ingresando la mezcla de combustible y aire al cilindro y termina una vez que esta se cierra, durante este proceso ocurren pérdidas ya sea por filtro de aire, carburador o conductos y la presión final de admisión es menor a la atmosférica (pérdida de energía).
- Compresión: Comienza cuando termina la admisión y termina en la presión máxima del ciclo, caracterizado por un incremento de la temperatura, este depende principalmente de la relación de compresión del motor.
- Expansión: Tiene lugar desde la presión máxima del ciclo hasta la apertura de la válvula de escape. En esta etapa se libera la energía calorífica del combustible por acción de un arco eléctrico que inflama la mezcla dando como resultado el movimiento del embolo generando energía mecánica.
- Escape: Comienza con la apertura de la válvula de escape y termina con su cierre. El pistón se mueve desde el PMI hasta el PMS empujando los restos de los gases y se cierra después del PMS para un mejor barrido de los gases de escape.

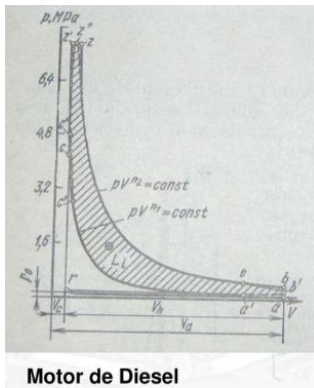


Fig.1 Ciclo Diesel. Universidad Tecnica De Colombia.

Proceso de cuatro tiempos MEC:

- Admisión: Empieza en el momento que se abre la válvula de admisión ingresando solo aire al cilindro por el movimiento descendente del embolo y termina una vez que esta se cierra, durante este proceso ocurren perdidas similares al ciclo MECH.
- Compresión: Comienza en el PMI y termina en el PMS. En la etapa final de compresión se empieza a inyectar combustible a alta presión en la cámara de combustión, en los motores modernos la inyección se realiza en múltiples etapas.
- Combustión: Tiene lugar incluso antes de la llegada del pistón al PMS, la mezcla de combustible y aire alcanza una alta temperatura y presión dándose las condiciones de autoignición sin requerir ningún tipo de chispa, esta combustión mueve el pistón hacia el PMI generando el movimiento del cigüeñal.
- Escape: Comienza con la apertura de la válvula de escape y termina con su cierre. El pistón se mueve desde el PMI hasta el PMS empujando los restos de los gases y se cierra después del PMS para un mejor barrido de los gases de escape.

2. Diferencias entre MECH y MEC.

El análisis de las diferencias entre un motor MECH y MEC se realizará comparando los tiempos de cada ciclo.

➔ Admisión:

La inyección de combustible se produce en etapas distintas, en los MECH la inyección de aire y combustible entra con al cilindro simultáneamente en la admisión mientras que en los MEC solo ingresa aire al cilindro.

Los sistemas a gasolina requieren un sistema de inyección que mezcle el combustible con el aire antes de ingresar la mezcla al cilindro.



Fig.2 Carburador propio de un sistema MECH. Autoparts SMG.

➔ Compresión:

Los sistema MEC realizan la inyección de combustible en la etapa final de compresión por medio de inyectores preparados para soportar las altas presiones y temperaturas de la cámara de combustión mientras que en los MECH no existe ingreso de combustible.

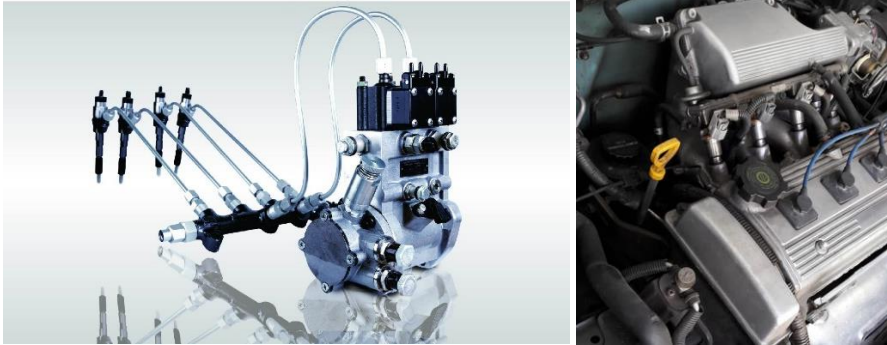


Fig.3 Sistema inyección diésel CRDI. Hyundai Worldwide.

Fig.4 Sistema inyección Otto 4AFE. Autoría propia.

A la izquierda un sistema Diesel CRDI de inyección y a la derecha el sistema de motor a gasolina 4AFE, ambos de cilindrada 1.6 y potencias similares, se observa que el sistema CRDI no tiene ninguna cámara de mezcla aire-combustible y sus inyectores son de mayor robustez y profundidad respecto a los utilizados en el 4AFE.

Los motores diésel por su naturaleza intrínseca utilizan relaciones de compresión muy superiores (alrededor de 20) a los de gasolina (alrededor de 12) y por tanto las condiciones de la cámara de combustión son mas desafiantes requiriendo una robustez superior.



Fig.5 Bloque motor 4AFE. Autoría propia.



Fig.6 Bloque motor CRDI 1.6. Hyundai Worldwide.

A la izquierda se muestra un bloque motor CRDI y a la derecha un bloque 4AFE, ambos construidos en hierro fundido y culata de aluminio, es clara la diferencia en robustez y grosor entre el diésel (más ancho y mas alto) respecto al de gasolina.

➔ Combustión:

La combustión de ambos tipos de MCI varia enormemente, siendo en los MECH requerido un motor distribuidor que active la bujía para generar una chispa en el momento que la presión es máxima dentro de la cámara de combustión para generar la ignición del combustible, mientras que los motores de tipo MEC generan una autoignición del combustible inyectado por las condiciones de presión y temperatura dentro de la cámara de combustión.

El control de la ignición de los motores MECH se regula por medio de un motor distribuidor que esta unido a los arboles de levas mientras que los diésel se suele utilizar un sistema de bomba sincronizada a la distribución que envía combustible por medio de los inyectores, es importante destacar que los motores modernos MEC implementan sistemas de inyección de riel común a alta presión que aumentan la eficiencia y son comandados por sistemas electrónicos que permiten la inyección precisa y en varias etapas del combustible.



Fig.7 Bomba combustible Diesel. Autonet Motorparts.



Fig.8 Motor distribuidor 4AFE. Autonet Motorparts.

A la izquierda se muestra una bomba de inyección diésel típica conectada por su lado izquierdo a la distribución, mientras a la derecha vemos un motor distribuidor clásico que se conecta al árbol de levas para activar la chispa.

3. Ventajas y desventajas de un motor MCI.

Los motores MCI existen de diversos tipos y cada uno de ellos esta pensado para satisfacer una necesidad, por ejemplo los motores a gasolina son relativamente económicos de producir y por tanto los sistemas de automoción más económicos recurren a este tipo de propulsión y los diésel ofrecen un rendimiento de combustible adecuado para aplicaciones donde el gasto de operación es el primordial.

➔ MECH:

Los motores de encendido por chispa tienen muchas virtudes, fácil mantención, fiabilidad, capacidad de lograr altas RPM y un consumo de combustible cada vez mas eficiente dada la implementación de sistemas auxiliares como turbocompresores o propulsión híbrida.

Dicho lo anterior, la combustión que es intrínseca a los MCI es una desventaja sumamente relevante en los tiempos contemporáneos, en especial con la relevancia que han adquirido tópicos como el cambio climático y la contaminación del aire.

➔ MEC:

Los motores MEC tienen virtudes en el área de los costos de operación respecto a los MECH al emplear un combustible más económico, además de entregar grandes cantidades de torque debido a la alta relación de compresión que emplean, sin embargo el costo de estas motorizaciones es elevado por su construcción robusta e ingeniería avanzada pues emplean un método de combustión mas compleja que los MECH, además los motores MEC tienen una emisión de gases nocivos como óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono alarmantemente alta, siendo en la actualidad considerados como obsoletos por algunos fabricantes de automóviles por sus emisiones contaminantes.

Tanto los MCI MECH y MEC comparten la versatilidad de solo requerir un depósito de combustibles fósiles y algunos sistemas auxiliares para su funcionamiento, lo cual los hace buena opción para transitar largas distancias con una recarga rápida y sencilla mientras que los sistemas de movilidad eléctrica son dependientes de costosas y voluminosas baterías, sin embargo el desarrollo de estas ultimas busca equilibrar estas desventajas del motor eléctrico respecto al MCI, fuera de este punto (que es clave en un sistema móvil) el MCI tiene poco que ofrecer contra un motor eléctrico, que es superior en la entrega de potencia y torque (que es independiente a las RPM) y tiene elevadas eficiencias de funcionamientos, además un motor eléctrico es básicamente un alambre de cobre enrollado sobre un eje y no presenta partes móviles que sean sometido a explosiones pues funciona con principios magnéticos, por tanto no emite gases contaminantes y su mantención es más sencilla y económica que un MCI. La motorización en base a hidrogeno se a puesto en la palestra como una alternativa en el área de la movilidad sin embargo el costo del combustible y de la celda de energía lo mantiene fuera del futuro inmediato de la automoción.

4. Elementos fundamentales de un MCI.

Los MCI tipo MECH y MEC comparten ciertos elementos fundamentales para su funcionamiento, se presentaran los elementos mas relevantes de los MCI.

➔ Eje de levas:

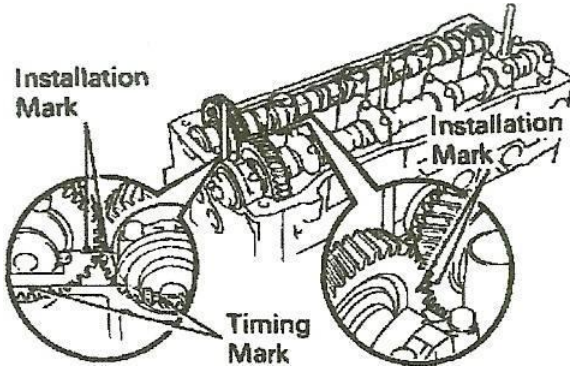


Fig.9 Árbol de levas 4AFE. Manual de reparación para taller mecánico Toyota corolla 1991-1996.

Pieza fundamental de todo MCI, conectado al sistema de distribución, que puede ser principalmente de cadena o correa que mueve y mueve en sincronía los ejes de levas con la rotación del cigüeñal, las principales funciones del árbol de levas es abrir y cerrar las válvulas del motor según las RPM de operación y coordinar el encendido por chispa de los motores MECH, este sistema puede ser de árbol simple para motores de bajo rendimiento y doble árbol de levas para motores de mayor performance, existen sistemas modernos que modifican la apertura y cierre de válvulas por medio de complejos mecanismos integrados en el árbol de levas para incrementar la potencia, torque, disminuir perdidas y generar una combustión mas limpia.

Pieza de elevada precisión y materiales resistentes a rayaduras y deflexión.

→ Eje cigüeñal:



Fig.10 Cigüeñal 4AFE. Autonet Motorparts.

Pieza encargada de transformar el movimiento alternativo de los pistones en rotación, se conecta a las bielas y estas ultimas a las cabezas de los pistones. Son construidas de materiales resistentes y con elevada tenacidad como la fundición nodular y aceros forjados, soporta el golpeteo del motor y las vibraciones para transmitir el giro al sistema de transmisión, este con su giro mueve los sistemas auxiliares conectados a la distribución.

Pieza de elevada precisión y materiales resistentes a rayaduras y deflexión, utiliza metales de bancada para absorber el desgaste y no dañar el cigüeñal.

→ Alternador:



Fig.11 Alternador 4AFE. Bhorke.

Accionador por el movimiento del cigüeñal a través de la distribución, transforma parte de la energía mecánica del cigüeñal en energía eléctrica para alimentar los sistemas eléctricos del sistema.

➔ Motor de partida:

Motor eléctrico encargado de mover el cigüeñal en la partida para comenzar el proceso de combustión continua, es alimentado por una fuente de tensión (batería).

➔ Embrague:

Sistema de diafragma que conecta o desconecta la transmisión del cigüeñal de forma rápida y sencilla.

➔ Anillos de pistón:



Fig.12 Anillos estándar 4AFE. Autonet Motorparts.

Elementos circulares generalmente fabricados de hierro dúctil, cromo y molibdeno, tienen como principales funciones mantener el huelgo pistón cilindro para evitar un incremento del roce y desgaste, controlar el fujo del lubricante manteniendo una delgada capa de lubricante entre el pistón y los cilindros y una última función que es mantener sellado el cilindro durante la expansión del gas. Es una pieza clave de los MCI y su buen estado es fundamental para el correcto funcionamiento del motor puesto que fallas en su forma generaran filtraciones de masivas cantidades de aceite al cilindro generando una combustión muy contaminante de color negro oscuro, produciendo la acumulación de residuos de la combustión en la cabeza del pistón y válvulas, además de generar un aumento del roce y por tanto el calor pudiendo generar un grave daño en los cilindros.

Por experiencia personal recomiendo revisar de inmediato el estado de los anillos tras detectar gases de escape anormales (humo negro oscuro persistente en los momentos que el motor se somete a estrés) y en caso de existir cualquier tipo de deformación de los cilindros lo ideal es re encamisar a standard para evitar huelgos, vibraciones y otros efectos indeseados que aparecen con

las piezas sobre medida (las piezas de un MCI vienen en formato estándar, que son las medidas especificadas por el fabricante sin embargo con el paso del tiempo estas sufren desgaste incrementando sus medidas, por tanto para recuperar su geometría se someten a maquinado y rectificado para normalizar sus dimensiones a “sobre medida”, estas pueden ser a 0.05, 0.1 o 0.15mm típicamente) que además incrementan la potencia del motor debido a las nuevas y mayores dimensiones de la cámara de combustión mientras que el material ya desgastado y debilitado por el uso es sometido a una debilitación adicional por medio de maquinado.

Existen generalmente 2 tipos de anillos, los de compresión que son encargados de generar el sello de la cámara de combustión y los raspadores de aceite que generan una capa de aceite delgada que no afecta significativamente la combustión.

5. Desgaste de un MCI.

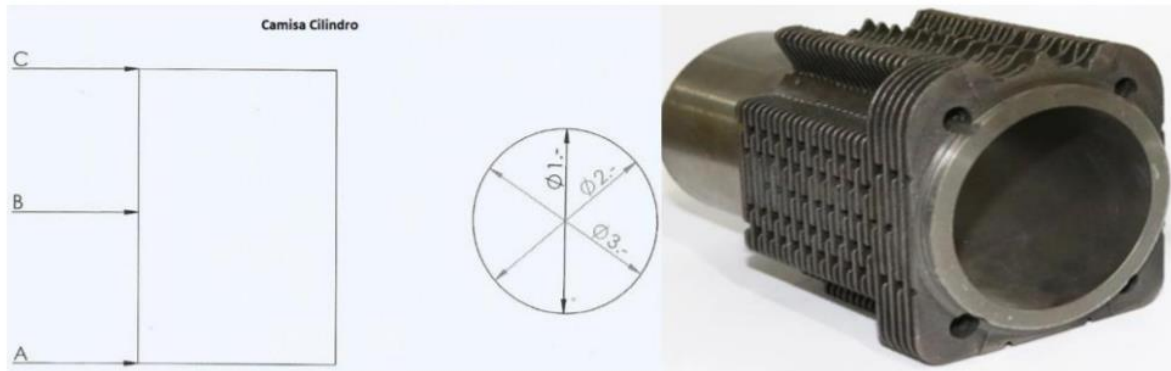
Los motores MCI sufren desgaste con el uso por tanto, tras un extenso periodo de tiempo sus dimensiones ya no son las estándar, un parámetro típico para medir el desgaste de los MCI es el ovalamiento y conicidad de los cilindros, ambos parámetros pueden ser medidos con un Alesometro que es un tipo de reloj comparador adecuado para medir diámetros interiores por comparación.

- ➔ Ovalamiento: Corresponde a la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a un mismo nivel medido generalmente 2 veces en 90° sin embargo se pueden tomar mas mediciones en caso de requerir información adicional , esta diferencia es resultado de las fuerzas laterales generadas durante la expansión del gas, también puede haber un “baile del pistón” en el PMS cuando el desgaste es muy pronunciado generando graves daños en el cilindro.
- ➔ Conicidad: Corresponde a la diferencia de diámetro a distintas alturas, generalmente se desgasta mas en la parte superior debido a la alta temperatura de la combustión, elevada presión de la explosión del combustible y reducción de la película lubricante.

Análisis de desgaste en motor Deutz F3L912.

Basándonos en el análisis de las dimensiones de las camisas de cilindros y los muñones del cigüeñal se presentarán causas preliminares que desembocaron en el desgaste actual del motor.

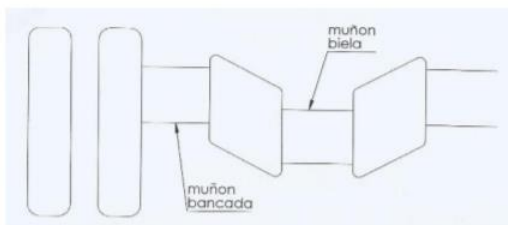
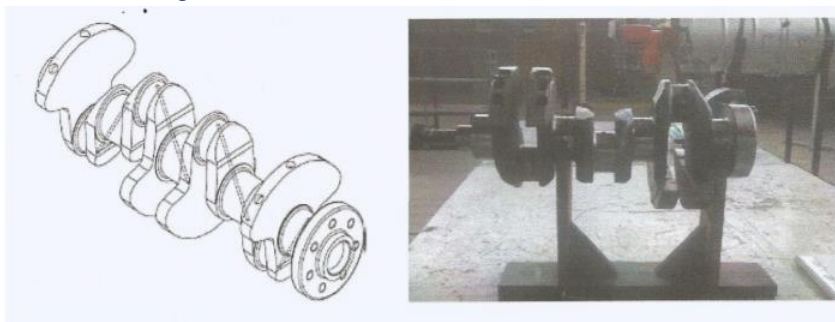
medición de camisa de cilindros.



Diámetro superior (mm)	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Parámetro Desgaste	Diferencia
	0°	100.05	100.010-100.032	100.10 mm, se admiten 2 sobremedidas de 0.5 mm	0.018
	120°	100.04			0.008
	240°	100.04			0.008
Diámetro zona media (mm)	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Parámetro Desgaste	Diferencia
	0°	100.03	100.010-100.032		0
	120°	100.02			0
	240°	100.03			0
Diámetro inferior (mm)	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Parámetro Desgaste	Diferencia
	0°	100.02	100.010-100.032		0
	120°	100.03			0
	240°	100.03			0

Se observa un desgaste moderado en la zona superior de la camisa, este desgaste se puede atribuir a los efectos de las altas temperaturas y presiones que se producen en esta área, la zona media e inferior de la camisa se encuentran dentro de los valores del manual por tanto se considera que la camisa esta sana y dentro de los parámetros dados por el fabricante, eventualmente el ovalimiento y desgaste en la zona superior requerirá que se realice un rectificado o re encamisado.

medición del cigüeñal.



Medición	Valor Medido	Valor Manual	Parámetro Desgaste	Diferencia
Diámetro muñón biela 0° [mm]	59.94	59,941 - 59,96	El límite de ovalamiento es 0.01 mm	0.001
Diámetro muñón bancada 0° [mm]	69.96	69,971 - 69,99		0.011
Diámetro muñón biela 90° [mm]	59.95	59,941 - 59,96		0.009
Diámetro muñón bancada 90° [mm]	69.97	69,971 - 69,99		0.001
Ancho muñón biela 0° [mm]	37.02	37,00 - 37,025	sobremedida 0,5 mm límite de sobremedida 39,025 mm	0.02
Ancho muñón bancada 0° [mm]	36.99			0.01
Ancho muñón biela 90° [mm]	37.01			0.01
Ancho muñón bancada 90° [mm]	36.99			0.01

Los diámetros tanto de muñón como de biela se encuentran en sus límites de ovalamiento por tanto se recomienda una rectificación de material en 0.25 mm para llegar a medidas de diámetro igual a 59.691 mm eliminando el ovalamiento y utilizar los metales de Infra medidas correspondientes.

El ancho de muñón de bancada es inferior al estándar por tanto existe un roce por interferencia perjudicial para el cigüeñal, se recomienda mecanizar con precisión hasta llegar a medidas estándar de 37.00 mm, se desconoce la naturaleza de este fenómeno.

Conclusión:

Los motores MECH y MEC comparten grandes similitudes y guardan al mismo tiempo diferencias cruciales respecto a su funcionamiento, siendo que ambos emplean un cigüeñal rotatorio para transformar la energía térmica en trabajo útil a través de los pistones y bielas, siendo la principal diferencia entre ambos el método de encendido de la mezcla de combustible al interior de la cámara de combustión.

Los MCI por su naturaleza y severas condiciones de trabajo son sometidos a constante desgaste de sus partes móviles, las que pueden desatar una grave avería de la unidad completa al trabajar con elevados niveles de vibraciones, esfuerzos, cargas y velocidades, circunstancias que propician la propagación de grietas y creación de puntos calientes en el bloque motor cuando existe un desequilibrio de sus componentes internos, es una maquina asombrosa de alta precisión que esta llegando al final de su vida debido a la innegable superioridad del motor eléctrico que es más fiable y menos complejo mecánicamente.

Referencias:

1. GUREVICH, A.M.; E. SOROKIN: Tractores y automóviles, pp. 31-48, Tomo 1 y 2, Ed. MIR, Moscú, URSS, 1978.
2. <https://www.hyundai.com/worldwide/en/company/innovation>
3. <https://www.Autonet-Motorparts.com/4AFE/ship-esr10>
4. <https://www.Bhorke.com>
5. Memorias Universidad De Colombia: MCI teórico y aplicado, innovación en biocombustibles, 2011, Medellín, Colombia.