



Sesión N°3

“Ensayo a plena carga de un motor de combustión interna”

Laboratorio de máquinas ICM 557

Segundo semestre 2020

Profesores:

Cristóbal Galleguillos Ketterer

Tomás Herrera Muños

Por:

Cristóbal Aguilar Franchino

Contenido

Introducción.....	1
Objetivos	1
Metodología.....	1
Procedimiento de ensayo	1
Equipo a ensayar	2
Principales variables, formulas y ecuaciones empíricas	2
Resultados	3
Graficas parámetros fundamentales	4
Parámetros comparativos con el fabricante.....	4
Potencia efectiva vs Rpm.....	5
Torque vs Rpm.....	5
Consumo específico vs Rpm.....	6
Parametros determinados en laboratorio.....	7
Temperatura de aceite vs Rpm	7
Temperatura gases de escape vs Rpm.....	8
Presión media efectiva vs Rpm.....	8
Presión de admisión vs Rpm.....	9
Conclusión.....	10

Introducción

Mediante el siguiente documento se describirá el procedimiento para determinar los parámetros de funcionamiento en un motor de combustión interna trabajando a plena carga, a su vez los valores determinados mediante experimentación en laboratorio serán comparados con los entregados por el fabricante.

Objetivos

- Analizar el comportamiento de los parámetros fundamentales de operación de un motor Diesel: Potencia efectiva, presión media específica, torque, consumo específico de combustible, presión de admisión, temperatura del aceite, y temperatura de los gases de escape, en función de la velocidad a plena carga.
- Comparar las curvas obtenidas en el laboratorio y las entregadas por el fabricante del motor.

Metodología

Procedimiento de ensayo

El procedimiento de ensayo se realizará de acuerdo con la norma ENGINE RATING COD DIESEL–SAE J270, este documento proporciona las directrices para efectuar los cálculos necesarios e indica de forma coherente los factores de corrección de unidades. En el caso de las unidades para el sistema técnico de ingeniería se deben usar los factores de conversión adecuados.

En caso de hacer conversiones realizarlas de forma correcta para no acumular errores, tenga cuidado con el uso de las unidades y cifras significativas. La mayoría de las fórmulas están tomadas de la norma indicada, salvo las relativas al torque, estas se indican por separado para cada uno de los sistemas de unidades.

Equipo a ensayar

Se ensayará un motor diésel, de tres cilindros, marca Deutz, modelo F3L912 de 2827cm^3

Principales variables, formulas y ecuaciones empíricas

Símbolo	Definición	Unidades	
		Sistema Inglés	Sistema técnico (int.)
<i>A</i>	Corrección para temperatura absoluta	460 <i>F</i>	236° <i>C</i>
<i>C</i>	Presión barométrica	<i>pulg. de Hg</i>	<i>mm Hg</i>
<i>D</i>	Cilindrada	<i>pulg.</i> ³	<i>cm</i> ³
<i>E</i>	Factor de corrección para unidades de trabajo	396.000	600.000
<i>F</i>	Consumo de combustible	$\frac{lb}{h}$	$\frac{g}{h}$
<i>G</i>	Contante de potencia	5.252	955
<i>K</i>	Constante del dinamómetro ¹	200	268
<i>L</i>	Escala de lectura del dinamómetro ²	<i>lb</i>	<i>kp</i>
<i>M</i>	Tiempo de medición del consumo de combustible	<i>min</i>	<i>min</i>
<i>N</i>	Velocidad del motor	<i>rpm</i>	<i>rpm</i>
<i>T</i>	Torque	<i>lbf pie</i>	<i>Nm</i>
<i>a</i>	Revoluciones del cigüeñal por ciclo		
<i>sp. gr.</i>	Gravedad específica del combustible		
<i>bp</i>	Potencia al freno	<i>hp</i>	<i>kW</i>
<i>b MEP</i>	Presión media efectiva	<i>bar</i>	<i>kpa</i>

- Potencia al freno:

$$bp = \frac{N * L}{K}$$

- Presión media efectiva:

$$B MEP = \frac{E * a}{D * N} * bp$$

- Torque:

$$T = \frac{bp * 5252}{N} \text{ (sistema ingles)}$$

$$T = \frac{60 * 1000 * bp}{2 * \pi * N} \text{ (Nm)}$$

- Consumo especifico

$$Ce = \frac{\dot{V} * \rho}{bp}$$

Resultados

A partir del ensayo realizado en el laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

Valores Medidos										
N°	Velocidad Referencia [rpm]	Velocidad Real [rpm]	L [-]	Vcomb [cm^3]	tcons [s]	Tamb [°C]	Tadm [°C]	Taceite [°C]	Tesc [°C]	Δp adm [mmH2O]
1	1000	1002	4,55	125	99	18	29	72	468	76
2	1100	1102	4,6	125	88	18	29	74	482	79
3	1400	1402	4,84	125	65	18	27	88	550	102
4	1500	1500	4,81	125	62	18	28	91	551	110
5	1600	1598	4,74	125	61	18	29	93	549	116
6	2100	2098	4,27	125	50	20	29	99	530	188
7	2200	2198	3,96	125	50	20	29	99	514	200

Posteriormente a partir de las ecuaciones expuestas recientemente se determinan los parámetros fundamentales del motor: potencia al freno, presión media efectiva, torque y consumo específico.

bp	b MEP	T	Ce
[hp]	[bar]	[lbf*ft]	[gr/kWh]
22,7955	104,443637	119,483	227,291387
25,346	105,591369	120,796	229,972123
33,9284	111,100484	127,0984	232,589744
36,075	110,411845	126,3106	229,334434
37,8726	108,805019	124,4724	222,030348
44,7923	98,0163361	112,1302	229,03082
43,5204	90,900396	103,9896	235,724332

Graficas parámetros fundamentales

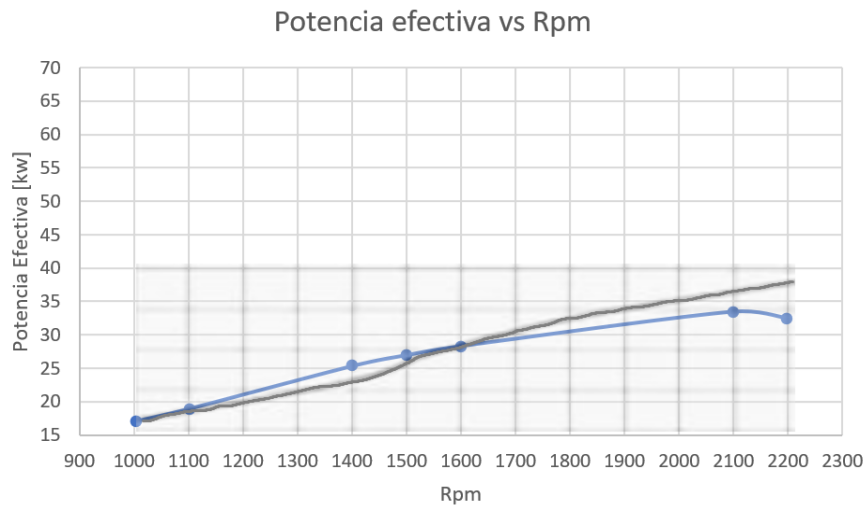
Parámetros comparativos con el fabricante

Los parámetros fundamentales del motor serán comparados de manera grafica a partir de los expuestos por el fabricante para el motor Diesel Deutz F3L912.

Las líneas azules representaran los valores obtenidos en el laboratorio, mientras que las grises las indicadas por el fabricante.

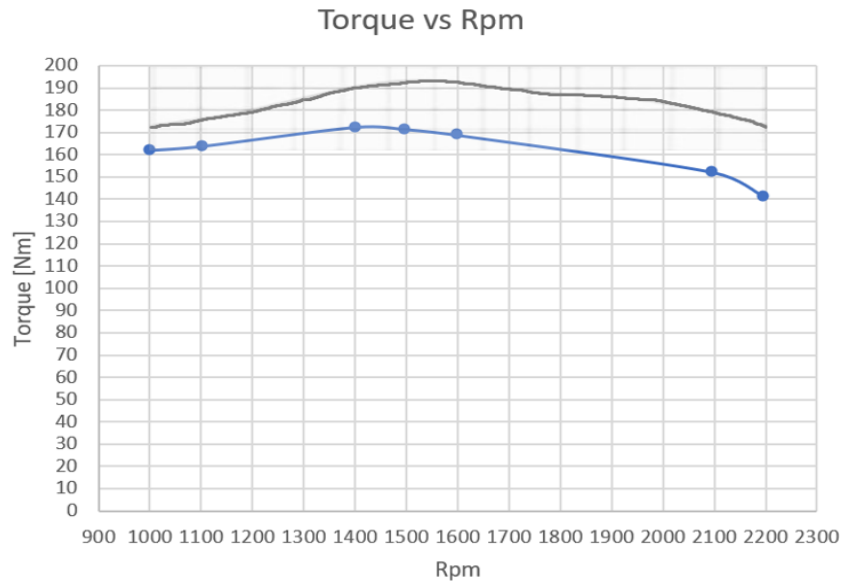
Potencia efectiva vs Rpm

La potencia efectiva medida en laboratorio respecto a la entregada por el fabricante, en comienzo a bajas Rpm las curvas presentan un comportamiento muy similar, pero a medida que aumentan las Rpm del motor estas empiezan a presentar un notable desfase, se identifica un desfase máximo de aproximadamente 5[Kw] con el motor funcionando a 2200[Rpm].



Torque vs Rpm

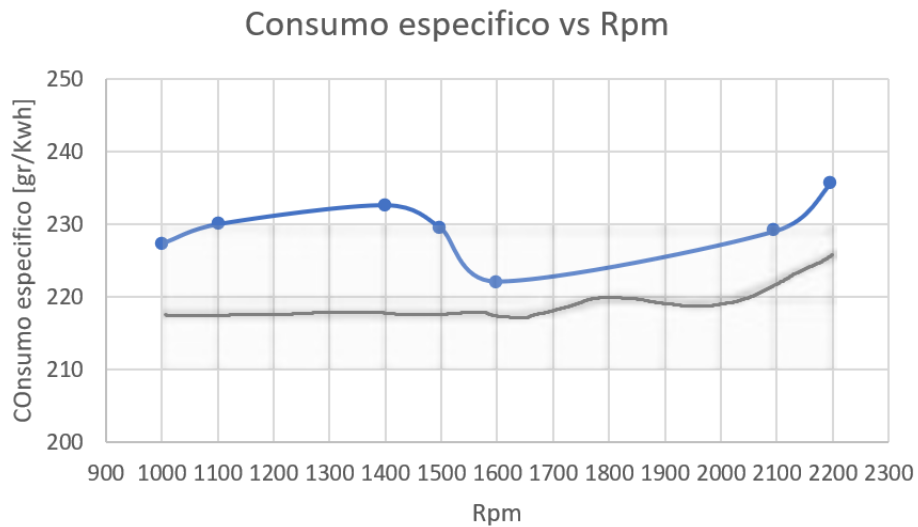
En las cuervas de torque podemos identificar una diferencia considerable respecto a las descritas por el fabricante, los valores reales medidos en el laboratorio son de una magnitud menor y a su vez presenta su valor máximo a valores de Rpm totalmente diferentes, en las curvas entregadas por el fabricante el valor máximo posee una magnitud de aproximadamente 192 [Nm] a 1550 [Rpm], mientras que las obtenidas mediante el ensayo entregan un valor máximo de 172 [Nm] a 1400 [Rpm]. El mayor desfase es encontrado a 2200[Rpm] de aproximadamente 30 [Nm].



Las variables mencionadas anterior mente tienen una relación muy cercana, pero poseen diferentes definiciones, mientras que el torque es la fuerza asociada al par de fuerza presente en el giro producto de la combustión, la potencia es la capacidad de realizar esta fuerza en un cierto intervalo de tiempo.

Consumo específico vs Rpm

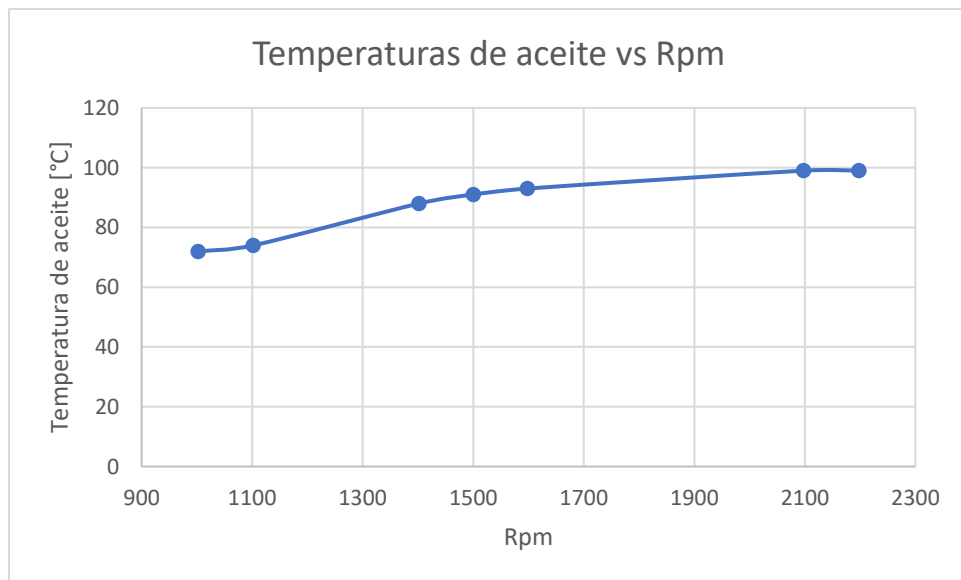
Respecto al consumo espesifico tambien podemos notar una muy considerable diferencia de consumo espesifico requerido para el motor durante todo su funcionamiento, la mayor diferencia la encontramos a bajas *Rpm*, pasadas las aproximadamente 1550 *Rpm* ya empezamos a almenos una similitud en el comportamiento de la curva pero aun precentando con considerable desfase.



Parametros determinados en laboratorio

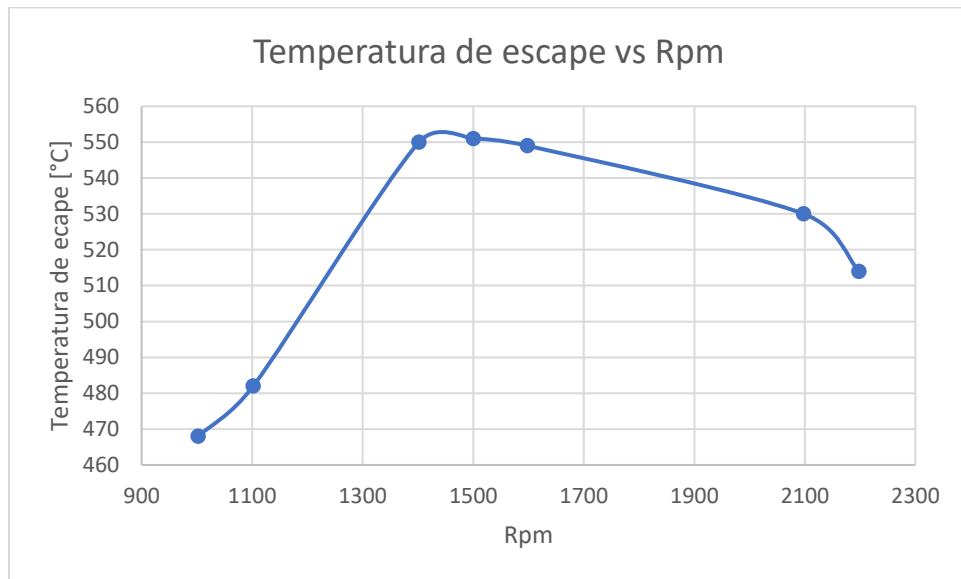
Temperatura de aceite vs Rpm

Se observa que a medida que las *Rpm* del motor aumentan, la temperatura del aceite también presenta un incremento de $\Delta T = 27^{\circ}\text{C}$



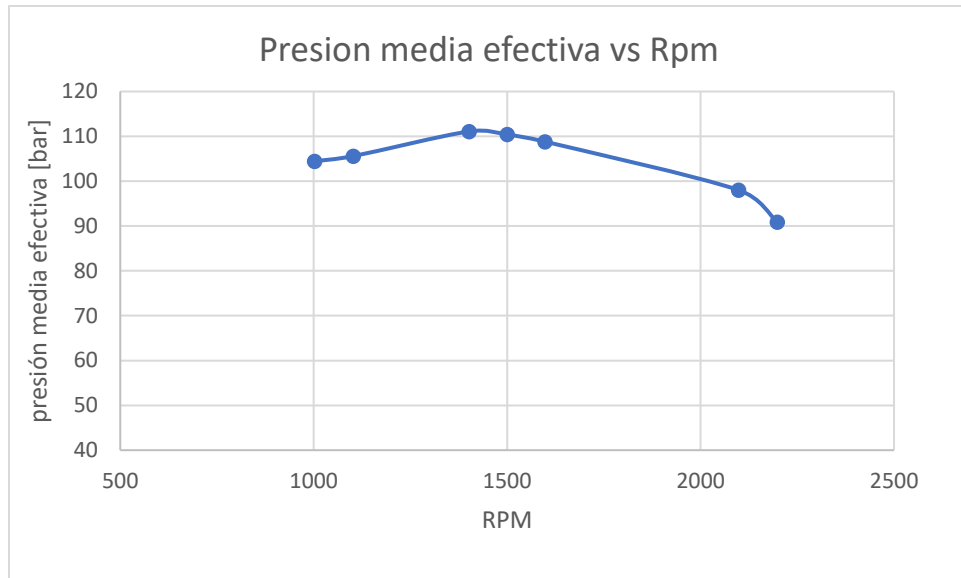
Temperatura gases de escape vs Rpm

Las temperaturas de escape del motor presentan un elevado incremento al ir aumentando progresivamente las *Rpm* hasta alcanzar su máximo en 1500 *Rpm* a una temperatura de 551 °C.



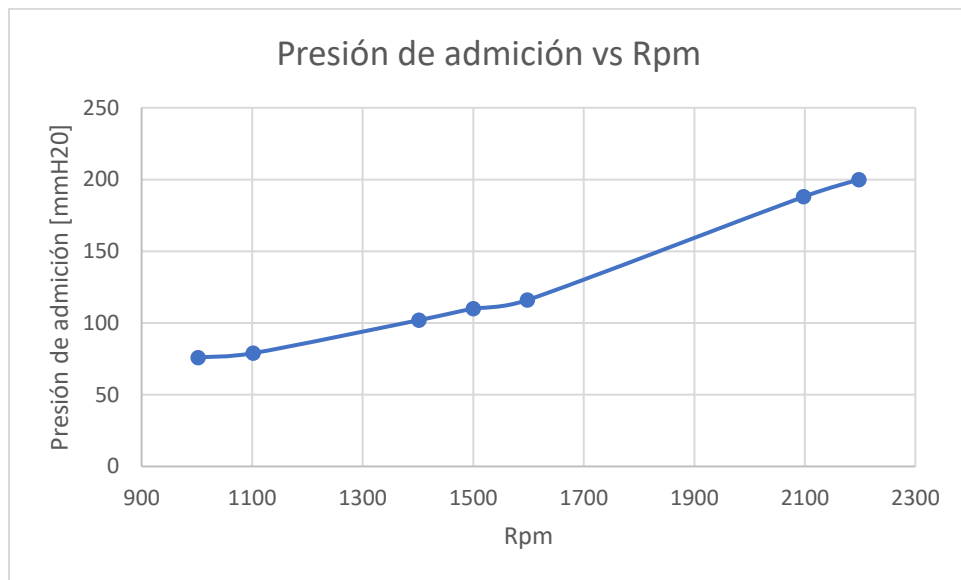
Presión media efectiva vs Rpm

La presión media efectiva es un parámetro de desempeño encargado de medir la presión media que actúa sobre el pistón, esta presión será la encargada de producir la potencia al freno del motor.



Presión de admisión vs Rpm

Se presenta un incremento constante en la presión de admisión del motor generando $\Delta P = 124 \text{ [mmH}_2\text{O]}$



Conclusión

Mediante el documento logramos realizar una medición de parámetros fundamentales dentro del funcionamiento de un motor, a su vez se compararon los valores entregados por el fabricante asociados al motor, encontrando considerables diferencias con las magnitudes medidas en el laboratorio. Estas diferencias pueden estar asociadas a la presencia de desgaste en los componentes del motor, los cuales de esta forma crean una alteración respecto a los datos de catálogo.