

ENSAYO A PLENA CARGA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Fernando Alcaíno Molina.

Profesores:

Cristóbal Galleguillos Ketterer.

Tomás Herrera Muñoz.

Introducción

Este documento describe uno de los procedimientos para determinar el funcionamiento a plena carga de un motor a combustión interna. De este ensayo se analizarán diferentes los datos obtenidos durante una prueba a plena carga cuyos resultados y datos serán graficados y posteriormente, comparados.

Objetivo general

Realizar un análisis de funcionamiento de un motor a combustión interna a plena carga.

Objetivos específicos

- 1- Analizar el comportamiento de los parámetros fundamentales de operación de un motor Diesel: Potencia efectiva, Presión media efectiva, Torque, Consumo específico de combustible, Presión de admisión, Temperatura del aceite y Temperatura de gases de escape, en función de la velocidad a plena carga.
- 2- Comparar los valores y curvas obtenidas con las proporcionadas por el fabricante del motor.

Ensayo de un motor diésel a plena carga

Procedimiento de ensayo.

El procedimiento de ensayo se realizará de acuerdo con la norma ENGINE RATING CODE 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 formulas están tomadas de la norma indicada, salvo las relativas al torque, estas se indican por separado para cada uno de los sistemas de unidades.

Instalación.

La instalación cuenta con el siguiente equipamiento [1]:

- Dinamómetro mecánico Heenan & Froude serie G.
- Mesa universal de montaje de motores.
- Sistema de alimentación del freno.
- Motobomba.
- Piping.
- Pozo.

Sistema volumétrico de medición del consumo de combustible y de alimentación de combustible.

- Probeta graduada a 125 cm³ y a 250 cm³
- Filtros

Equipo a ensayar

Se ensayará un motor diésel, de tres cilindros, marca Deutz, modelo F3L912, para más detalle ver la (se recomienda tener precaución al buscar datos del motor en internet, ya que existen con la misma nomenclatura diversas variantes, como por ejemplo F4L912 o F3L912)

Principales parámetros.

La mayoría de las ecuaciones son empíricas y corresponden a lo indicado en la norma, hay que tener mucho cuidado con dar algún sentido físico a las constantes, principalmente corresponden a factores de corrección inherentes a los sistemas de unidades que se presentan en la Tabla 2-1.

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.³</i>	<i>cm³</i>
<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>bme_p</i>	Presión media efectiva	<i>hp</i>	<i>kW</i>

Datos previos

- Volumen de la bureta a ensayar = 125 cm^3 .
- Gravedad específica del combustible Diésel = 0.85gr/cm³.
- Número de tiempos del motor = 4.
- Número de vueltas por ciclo del cigüeñal = 2.
- La constante del dinamómetro = 268.

Fórmulas y ecuaciones empíricas

Potencia al freno:

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

Presión media efectiva:

$$bmep = \frac{E \cdot a}{D \cdot N} \cdot bp$$

Torque:

$$T = \frac{bp \cdot 5.252}{N} \text{ (sistema inglés)}$$

$$T = \frac{60 \cdot 1.000 \cdot bp}{2 \cdot \pi \cdot N} \text{ (Nm)}$$

Procedimiento de adquisición de datos sugerido.

- 1-. Poner en funcionamiento el registrador de temperaturas.
- 2-. Poner en marcha el motor y paulatinamente ir acelerándolo y poniendo carga hasta llegar a la plena carga a 100 [rpm]. Tolerancia de la velocidad de rotación ± 5 [rpm] y el acelerador permanece a fijo a fondo durante todo el ensayo.

3-. Una vez conseguida la estabilidad y cada alumno claro con su función, iniciar la primera tanda de mediciones. Las lecturas instantáneas (Velocidad de rotación, indicación de la balanza del dinamómetro, y temperaturas, se deben tomar una vez que se haya consumido la mitad del volumen de la probeta de combustible. La indicación la debe dar el ayudante.

4-. Una vez tomadas las lecturas quitar la carga de forma que el motor se acelere a 1.100 ± 5 [rpm]. Tomar las lecturas de acuerdo con el procedimiento del punto anterior.

5-. Continuar el ensayo aumentando la velocidad en 100 ± 5 [rpm]. Continuar hasta llegar a la velocidad en que la potencia cae notoriamente.

Tabla de valores medidos.

Valores Medidos										
N°	Velocidad Referencia	Velocidad Real	Carga Freno	Vcomb	tcons	Tamb	Tadm	Taceite	Tesc	Δp_{adm}
	[rpm]	[rpm]	[-]	[cm ³]	[s]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[mmH ₂ O]
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

Tabla 1. Valores medidos.

Se sabe que $m = 0,85 \cdot 125 = 106,25$ gr que corresponde a la masa de combustible consumida.

Con este dato, podemos completar y obtener los datos para la siguiente tabla.

N°	Potencia al Freno	Presión Media efectiva	Torque	mc (gr/s)	mc (gr/h)	Consumo específico (g/kWh)
1	17,01	162,99	162,12	1,07	3863,64	227,12
2	18,91	164,78	163,91	1,21	4346,59	229,80
3	25,32	173,37	172,46	1,63	5884,62	232,41
4	26,92	172,30	171,39	1,71	6169,35	229,16
5	28,26	169,79	168,89	1,74	6270,49	221,86
6	33,43	152,96	152,15	2,13	7650,00	228,86
7	32,48	141,85	141,10	2,13	7650,00	235,54

Tabla 2. Valores calculados en sistema técnico.

Gráficos Potencia efectiva, torque y consumo específico.

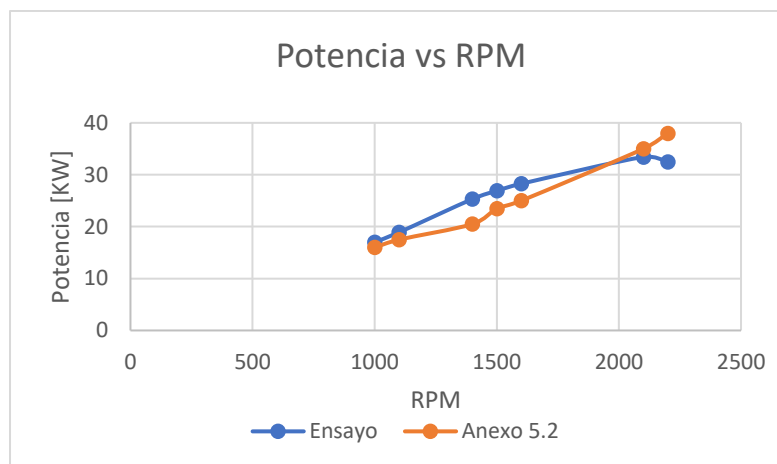


Gráfico 1. Potencia vs RPM.

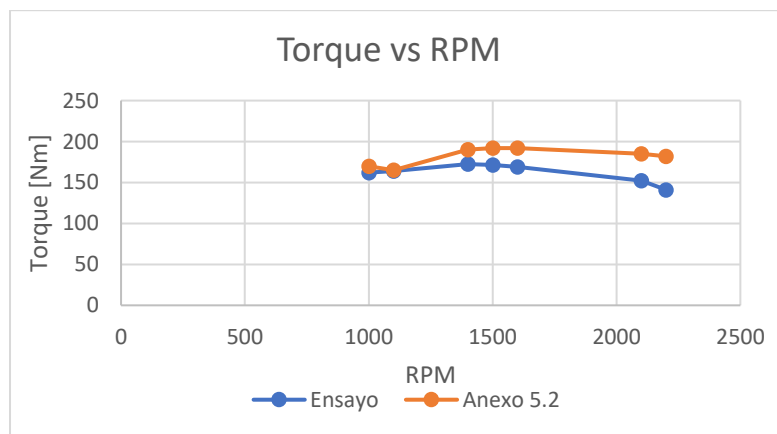


Gráfico 2. Torque vs RPM.

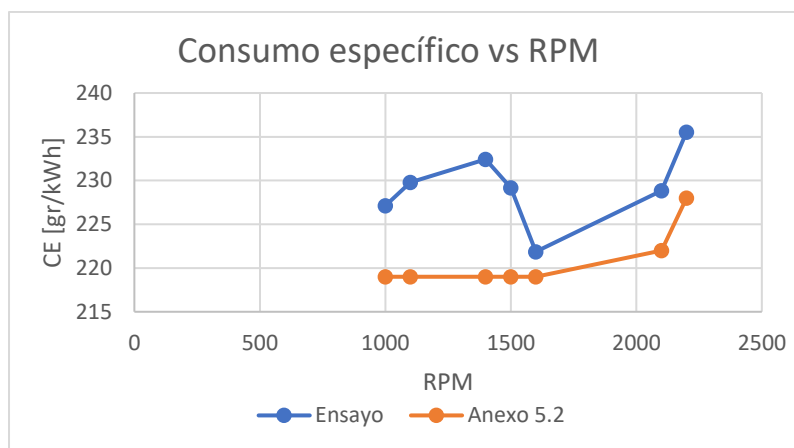


Gráfico 3. Consume específico vs RPM.

Según lo observado en las gráficas, se puede decir que por parte de la potencia efectiva, coincide en gran medida, desde los valores hasta la tendencia, a excepción de los puntos máximos de esta, donde en la curva del presente ensayo el $P_{em\acute{a}x}$ se encuentra a los 2100 rpm y tiene un valor de 33 [kW] mientras que la curva del fabricante presenta su $P_{em\acute{a}x}$ por sobre las 2100 rpm.

El Torque, por su parte, presenta una tendencia similar a la curva del fabricante, en ambas curvas coincide en que el punto máximo se encuentra cercano a los 1500 rpm.

Finalmente, la curva de consumo específico presenta leves irregularidades y mucha inestabilidad, lo que hace que no sea símil a la curva del fabricante, sin embargo, se encuentra dentro del rango aceptable, es decir, demuestra pertenecer a una curva del motor de estudio, pero no es exactamente igual a la del fabricante.

Gráficos temperaturas de aceite y gases de escape.

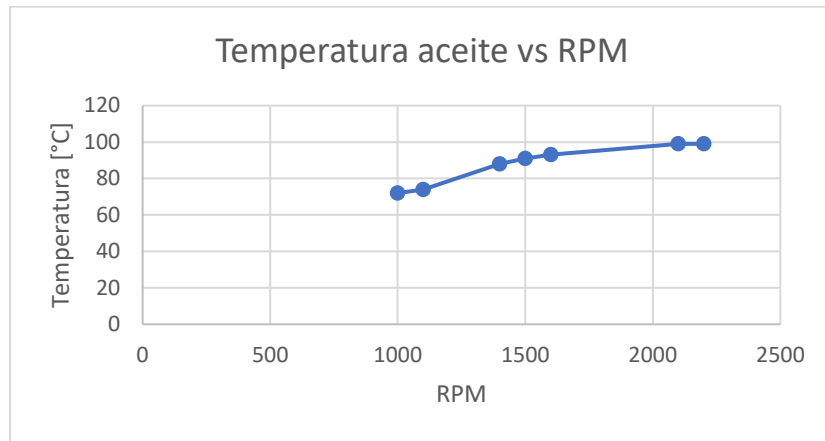


Gráfico 4. Temperatura aceite vs RPM.

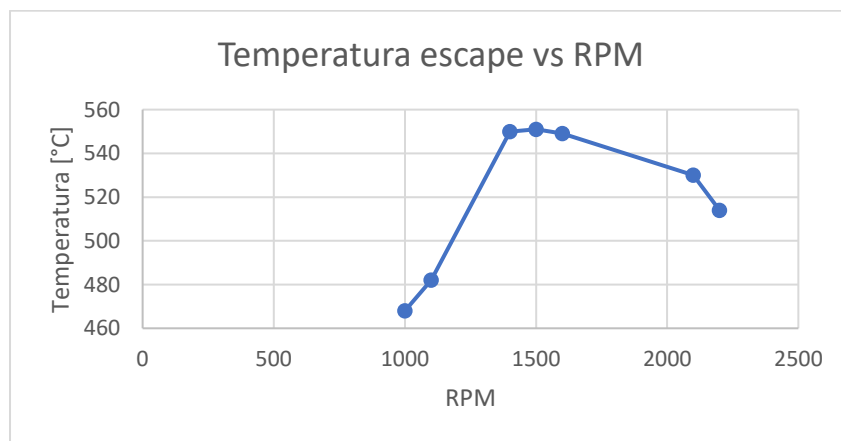


Gráfico 5. Temperatura escape vs RPM.

Se puede observar que del gráfico 4, para la temperatura del aceite, el comportamiento de éste es creciente durante el ensayo por lo que podríamos decir que éste aumenta a medida que aumentan las rpm. Además, también se puede mencionar que este aumento de temperatura constante se pueda deber al calor que se genera dentro del mismo motor.

Para el caso de gráfico 5 correspondiente a la temperatura de gases de escape, vemos que este presenta un punto máximo cercano a las 1500 rpm ya que luego de este empieza a descender a medida que las rpm aumentan. El comportamiento de esta es similar al del torque.

Diferencia entre Torque y Potencia

El torque es una fuerza que tiende a hacer girar las cosas. Sus unidades son Nm (sistema internacional o técnico) o lbf pie (sistema inglés). En cambio, el potencia es el trabajo o energía desarrollada en una unidad de tiempo cuya unidad en el SI es W o kW. También, la potencia es el indicador de la rapidez a la que puede trabajar un motor.

Es decir, el torque es la fuerza para hacer girar s mientras que la potencia es el indicador de rapidez o aceleración.

Gráfico presión media efectiva.

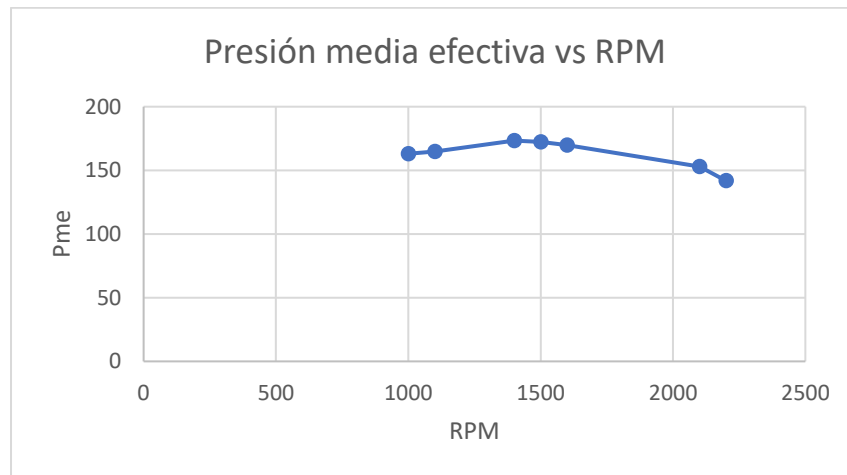


Gráfico 6. Presión media efectiva vs RPM.

La presión media efectiva es la media de todas las presiones instantáneas que se producen en la fase de combustión y expansión de los gases dentro del cilindro. La presión media está en función del llenado del cilindro y del aprovechamiento del combustible que se introduce al motor.

Del gráfico, se puede observar un máximo cercano a las 1500 rpm para luego ir en descenso.

El gráfico tiene un comportamiento muy similar al gráfico de torque por lo que podemos decir que estos están estrechamente relacionados.

Conclusiones

Pudimos apreciar la importancia del estudio y el monitorio de los motores de combustión interna ya que con las mediciones de los distintos parámetros que se obtienen de éste mientras funciona podremos apreciar el comportamiento y funcionamiento correcto de este a distintas condiciones de trabajo.

Bibliografía

Presión efectiva media

<https://www.lacomunidadeltaller.es/termino-mecanico/presion-media-efectiva-p-m-e/#:~:text=Es%20la%20media%20de%20todas,que%20se%20introduce%20al%20motor.>

Torque y potencia

<https://noticias.autocosmos.com.ar/2012/03/07/que-diferencia-hay-entre-torque-y-potencia#:~:text=La%20potencia%20indica%20la%20rapidez,giro%20en%20que%20lo%20genera.&text=El%20torque%20es%20la%20fuerza,del%20torque%20y%20las%20revoluciones.>