

ENSAYO A PLENA CARGA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

ICM 557 LABORATORIO DE MÁQUINAS

DINO ARATA HERRERA
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA PUCV
Profesores
Cristóbal Galleguillos Ketterer
Tomás Herrera Muñoz

Resumen

Durante el presente informe se lleva a cabo el ensayo de un motor Diesel, de tres cilindros, MARCA Deutz, modelo F3L912. El cual será sometido a condiciones de plena carga para observar los distintos parámetros fundamentales de operación y comparar los resultados con los valores de catálogo del fabricante. Para la realización del ensayo se rige por la norma ENGINE RATING CODE DIESEL- SAE J270.

Índice

Resumen	1
1 introducción	3
1.1 objetivos	4
2 procedimientos	5
2.2 instalación	5
2.3 Equipo a ensayar.....	5
2.4 Principales parámetros.....	6
2.4.1 Datos previos	6
2.4.2 Fórmulas y ecuaciones empíricas	7
2.5 procedimiento de adquisición de datos sugeridos	8
2.5.1 tabla de valores medidos.....	8
3 propuesta de trabajo.....	10
3.1 gráficos.....	10
Conclusión.....	13
Referencias	14

1 introducción

La potencia nominal es la que corresponde a la máxima potencia útil que una máquina puede entregar sin sufrir desperfectos, la carga nominal es la correspondiente carga alcanzada al llegar a la potencia nominal.

Una máquina, en este caso un motor Diesel, puede estar sometido a 2 condiciones:

- Trabajo bajo carga
 - ❖ Si posee carga, este entrega potencia útil.
 - ❖ La carga es igual a la carga nominal, se dice que trabaja a carga plena.
 - ❖ Sobrepasa la carga nominal, se dice que está sometido a sobrecarga.
- Trabajo sin carga
 - ❖ Se dice que la máquina está en vacío.

Para el ensayo se realizaron una serie de mediciones de los parámetros fundamentales del motor bajo la condición de velocidad a carga plena, es decir, cuando el motor alcanza la potencia máxima que puede entregar. Estos datos son bastante útiles para procesos de mantenimiento en donde se evalúa el funcionamiento y la eficiencia, comparando con los datos del catálogo del fabricante.

1.1 objetivos

- Realizar un análisis de funcionamiento de un motor a combustión interna a plena carga.
- Analizar los parámetros fundamentales de operación de un motor Diesel: potencia efectiva, presión media efectiva, temperatura del aceite y temperatura de los gases de escape , bajo la condición de plena carga.
- Comparar los valores y gráficos obtenidos experimentalmente con los proporcionados por el fabricante del motor.

2 procedimientos

El ensayo se rige según la norma SAE J270, de donde se saca toda la información para los cálculos realizados con sus factores de corrección de unidades correspondientes (utilizar los factores de conversión adecuados).

Es importante la correcta utilización de los factores de conversión para no acumular errores.

2.2 instalación

Equipamiento de la instalación:

- ❖ 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.
 - Estanque de 25 litros.
 - Probeta graduada a 125 cm³ y a 250 cm³.
 - Filtros.

2.3 Equipo a ensayar

El equipo en el cual se realizó el ensayo es un motor de combustión interna Diésel de cuatro tiempos con motor de aspiración con inyección directa. Este posee los siguientes datos técnicos.

- Marca Deutz.
- Modelo F3L912.
- 3 cilindros.
- Cilindrada total de 2827[cm³].
- Lubricación a presión en circuito cerrado.

2.4 Principales parámetros

La mayoría de las ecuaciones son empíricas y se guían por la norma, sin embargo, se debe tener especial cuidado con las correcciones a los sistemas de unidades.

Tabla 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.</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>hp</i>	<i>kW</i>

2.4.1 Datos previos

Para la realización del ensayo es necesario contar con los siguientes datos:

- Volumen bureta a ensayar (125 [cm³]).
- Gravedad específica del combustible Diésel.
- Número de tiempos del motor.
- Número de vueltas por ciclo del cigüeñal.
- La constante del dinamómetro.

2.4.2 Fórmulas y ecuaciones empíricas

Potencia al freno:

$$bp = \frac{N \cdot L}{K} \quad (2.1)$$

Presión media efectiva:

$$bmep = \frac{E \cdot a}{D \cdot N} \cdot bp \quad (2.2)$$

Torque:

- Sistema inglés:

$$T = \frac{bp \cdot 5,252}{N} \quad (2.3)$$

- Sistema técnico:

$$T = \frac{60 \cdot 1000 \cdot bp}{2 \cdot \pi \cdot N} [Nm] \quad (2.4)$$

Formula para sacar el consumo específico en [gr/kWh]:

Se realiza según la formula empírica el calculo de bp, el cual obtendremos en unidades de [kW].

Luego considerando la densidad del Diesel como 0,85[gr/cm³] la multiplicamos por el volumen de combustible consumido y dividimos todo esto entre el tiempo que tarda en horas.

Obteniendo así el dato de cuantos gramos de combustible se consumen por hora. Finalmente dividimos el consumo en gramos de combustible por hora entre la potencia al freno bp calculado con anterioridad para obtener el consumo específico de combustible en [gr/kWh].

2.5 procedimiento de adquisición de datos sugeridos

1. Poner en funcionamiento el registrador de temperaturas.
2. Encender el motor y acelerar de manera lenta constante hasta llegar a una carga de 100[rpm]. La tolerancia de la velocidad de rotación es ± 5 [rpm] y el acelerador permanece fijo a fondo durante todo el ensayo.
3. Una vez se consigue la estabilidad, se tomaron las primeras mediciones de lecturas instantáneas (velocidad de rotación, indicación de la balanza del dinamómetro y temperaturas).
4. Una vez tomadas las lecturas quitar la carga de forma que el motor se acelere a 1100 [rpm]. Tomar la lectura.
5. Se continuo el ensayo aumentando la velocidad en 100[rpm]. Se continua hasta llegar a la velocidad en que la potencia cae notoriamente.

2.5.1 tabla de valores medidos

Registre los datos de acuerdo con el siguiente esquema, tabule y grafique.

- Numero de medición.
- Lectura del dinamómetro.
- Velocidad del motor.
- Tiempo de medición del consumo de combustible.
- Registre también las temperaturas de admisión, descarga, ambiental y cárter de aceite.
- Registre la variación de presión en la succión.

Tabla 2

N°	Velocidad Referencia	Velocidad Real	Carga Freno	Vcomb	tcons	Tamb	Tadm	Taceite	Tesc	variación p adm
-	[rpm]	[rpm]	[-]	[cm ³]	[s]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[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

Se consideran los siguientes 3 puntos para los cálculos:

- K=200.
- Densidad del Diesel= 0,85[gr/cm³].
- 1[hp]=0,7457 [kW].

Tabla 3

Q comb	bp	T	CE
[gr/h]	[kW]	[Nm]	[gr/kWh]
3863,63	22,7955	217,356688	169,491052
4346,59	25,346	219,745223	171,490075
5884,61	33,9284	231,210191	173,442033
6169,35	36,075	229,77707	171,01455
6270,49	37,8726	226,433121	165,567898
7649,99	44,7923	203,980892	170,788146
7649,99	43,5204	189,171975	175,779494

3 propuesta de trabajo

3.1 gráficos

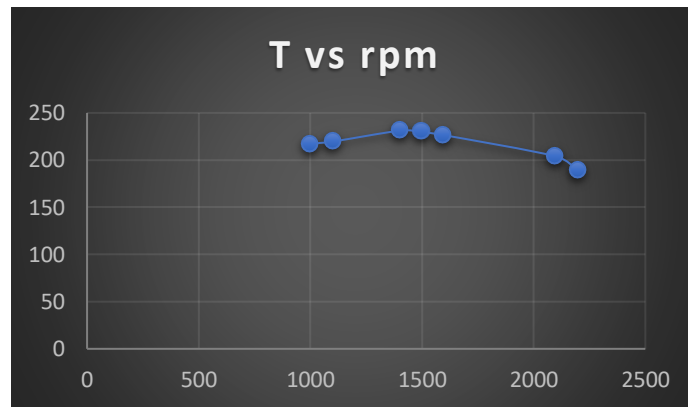


Ilustración 1 torque vs velocidad

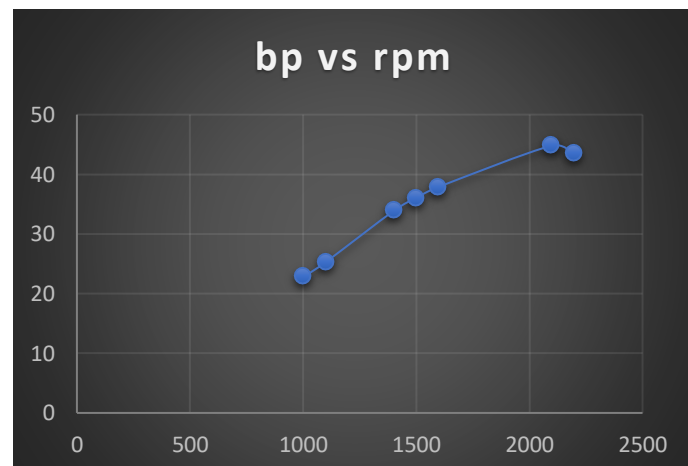


Ilustración 2 potencia vs velocidad

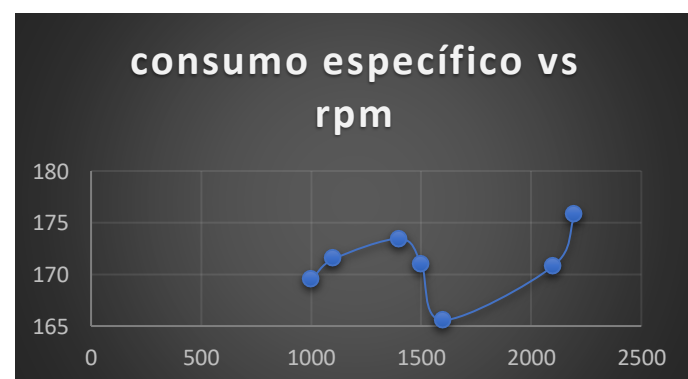


Ilustración 3 consumo específico vs velocidad

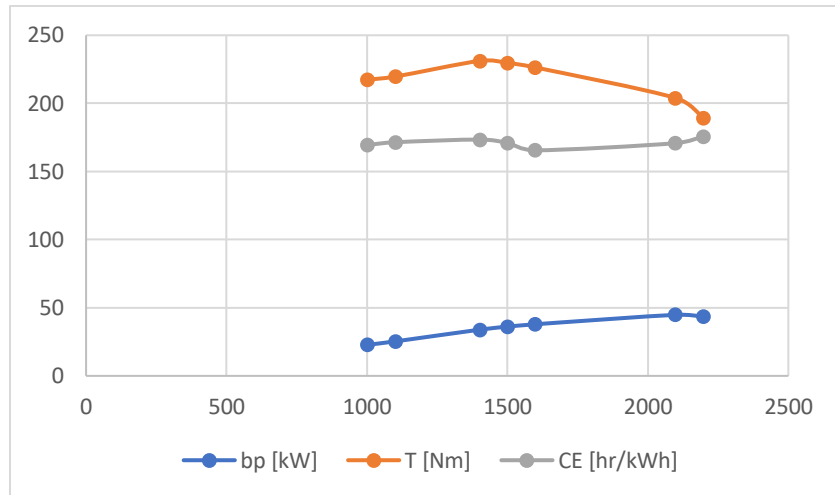


Ilustración 4 gráfico similar al anexo 5.2

Se extraen los siguientes datos del anexo 5.2 para realizar la comparación con nuestros datos obtenidos.

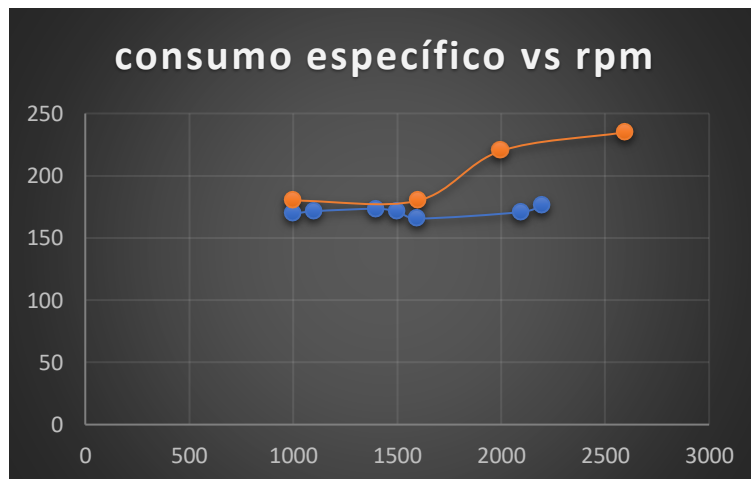
Tabla 4

Qcomb	T	bp	velocidad
180	172	16	1000
180	192	26	1600
220	185	32	2000
235	160	40	2600

De la tabla 4 se extraen los siguientes gráficos comparativos:

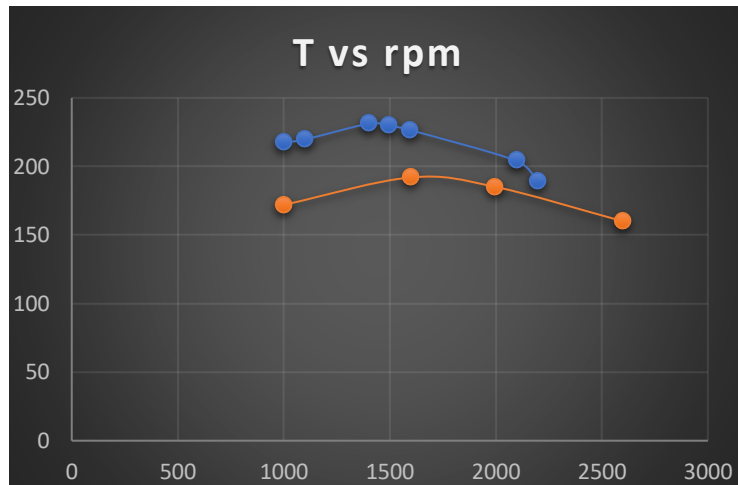
Consumo específico v/s velocidad:

- La línea naranja corresponde a los valores por catálogo.
- La línea azul corresponde a los valores medidos.



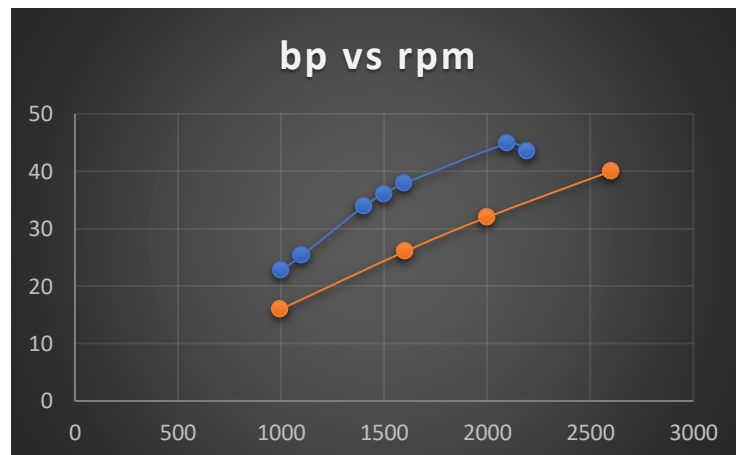
Torque vs velocidad:

- La línea naranja corresponde a los valores por catálogo.
- La línea azul corresponde a los valores medidos.



Potencia al freno vs velocidad:

- La línea naranja corresponde a los valores por catálogo.
- La línea azul corresponde a los valores medidos.



Analizando los gráficos comparativos, se desprende de ellos las similitudes que tienen las curvas azules (representan los valores medidos) con las curvas naranjas (representan los valores del fabricante). El único gráfico que muestra ciertas diferencias es el de consumo específico el que al sobrepasar valores de velocidades de aproximadamente 1500 rpm se aprecia un cambio notable.

Conclusión

Durante el presente informe se realizó un análisis del funcionamiento del motor Diesel marca Deutz bajo condiciones de plena carga.

Se analizaron sus distintos parámetros fundamentales bajo tal condición, para compararlos con los datos del fabricante.

Gracias a los gráficos obtenidos se pudo concluir que las curvas tienen grandes similitudes, si bien no son exactas en cuanto a cantidad, tienen la misma tendencia. Esto se explica debido a que los valores medidos pueden ser altamente intervenidos, por ejemplo, ante errores de medición o desgaste del equipo.

Referencias

- [1] J. Leonicio y J. Roncagliolo, Proyecto de nuevo laboratorio de motores de combustión interna para la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2003.
- [2] Society of Automotive Engineers, Engine Rating Code - Diesel J270, SAE International, 1971.
- [3] G. Vejár y J. Roncagliolo (profesor guía), Determinación y mejoras en las capacidades de experimentación del motor DEUTZ Roncagliolo, Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007.
- [4] Y. A. Çengel y M. A. Boles, Termodinámica, Ciudad de México: McGraw-Hill, 2012.
- [5] P. Boulanguer, Motores Diesel, Madrid: H. Blume Ediciones, 1968.
- [6] W. Severns, H. Degler y J. Miles, Energía mediante, vapor, aire o gas, Barcelona: Reverté S.A., 1961.
- [7] <https://ww2.copec.cl/combustibles/products/diesel-ultra>