

PUCV ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

LABORATORIO DE MAQUINAS

ENSAYO A PLENA CARGA DE UN MCI

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 |
| 1 Introducción. | 2 |
| Objetivo general..... | 2 |
| 1.1.1 Objetivos específicos..... | 2 |
| 2 Ensayo de un motor diésel a plena carga..... | 2 |
| 2.1 Procedimiento de ensayo..... | 2 |
| 2.2 Instalación. | 3 |
| 2.4 Principales parámetros. | 3 |
| 2.4.1 Datos previos..... | 4 |
| 2.4.2 Fórmulas y ecuaciones empíricas..... | 4 |
| 2.5 Procedimiento de adquisición de datos sugerido. | 4 |
| 2.5.1 Tabla de valores medidos..... | 5 |
| 3 Investigación: | 6 |
| Rocce entre partes móviles: | 6 |
| Pérdida de estanqueidad en cilindros:..... | 6 |
| 4 Conclusión: | 7 |
| Referencias:..... | 8 |

1 Introducción.

Este documento describe uno de los procedimientos para determinar el funcionamiento a plena carga de un motor a combustión interna.

Objetivo general

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

1.1.1 Objetivos específicos

- i. 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.
- ii. Comparar los valores y curvas obtenidas con las proporcionadas por el fabricante del motor (ver 5.2).

2 Ensayo de un motor diésel a plena carga.

2.1 Procedimiento de ensayo.

El procedimiento de ensayo se realizará de acuerdo a 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.

2.2 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.
- Estanque de 25 litros
- Probeta graduada a 125 cm³ y a 250 cm³
- Filtros

4 2.3 Equipo a ensayar.

Se ensayara 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).

2.4 Principales parámetros.

La mayorías de las ecuación 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.

Tabla 2-1 Parámetros y unidades para el ensayo, adaptada de [2]

| 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>bmep</i> | Presión media efectiva | <i>hp</i> | <i>kW</i> |

2.4.1 Datos previos.

Previo a realizar el experimento es útil contar con la siguiente información.

- Determinar el volumen de la bureta a ensayar (en este caso 125 cm³).
- Gravedad específica del combustible Diésel.
- Número de tiempos del motor.
- Número de vueltas por ciclo del cigüeñal.
- La constante del dinamómetro.

1 Se presenta la constante del dinamómetro del que se encuentra en el banco de pruebas del laboratorio.

2 Considerar la procedencia del dinamómetro (inglesa) para el desarrollo de los cálculos de potencia al freno.

2.4.2 Fórmulas y ecuaciones empíricas.

Potencia al freno: $bp = N \cdot L \cdot K$

Ecuación 2.1

Presión media efectiva: $b MEP = E \cdot a \cdot D \cdot N \cdot bp$

Ecuación 2.2

Torque: $T = bp \cdot 5.252 \cdot N$ (sistema inglés)

Ecuación 2.3

$T = 60 \cdot 1.000 \cdot bp \cdot 2 \cdot \pi \cdot N$ (Nm)

Ecuación 2.4

Desarrolle usted una formula dimensionalmente coherente para sacar el consumo específico en las siguientes unidades *gr kWh*

2.5 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 al 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.

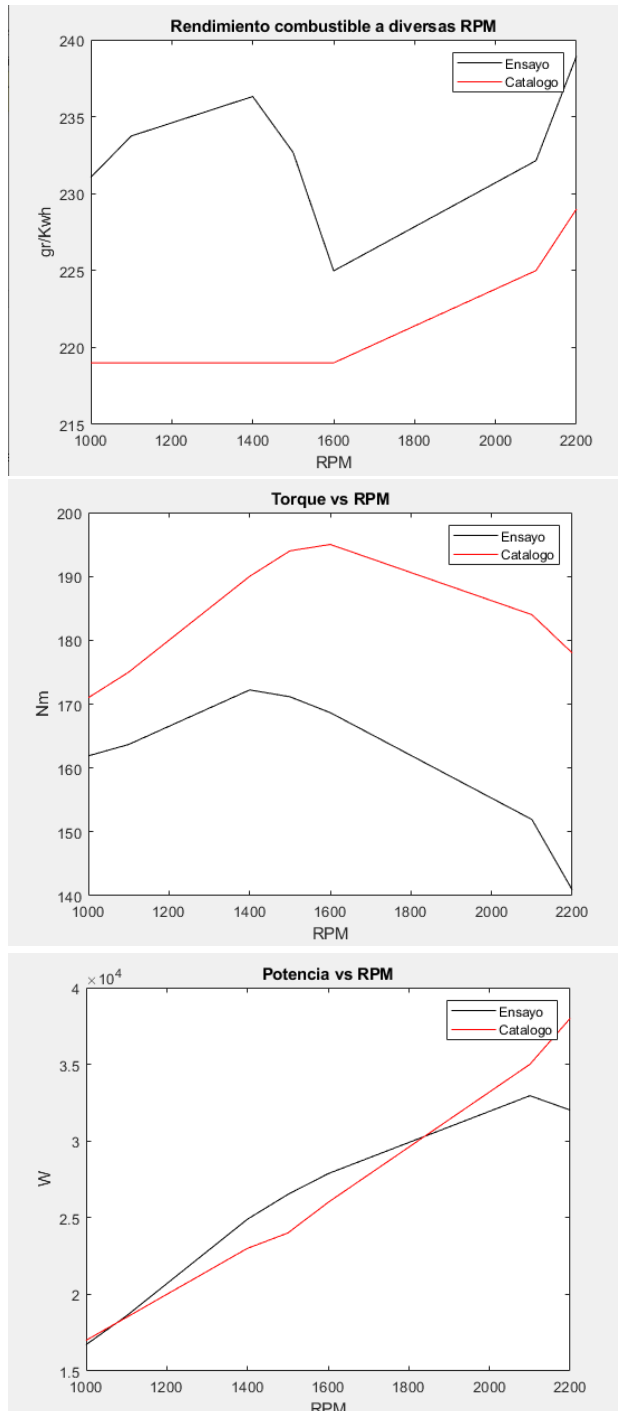
2.5.1 Tabla de valores medidos.

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

- i. Número de medición.
- ii. Lectura del dinamómetro.
- iii. Velocidad del motor.
- iv. Tiempo de medición del consumo de combustible.
- v. Registre también las temperaturas de admisión, descarga, ambiental y carter de aceite.
- vi. Registre la variación de presión en la succión.

3 Investigación:

Utilizando herramientas informáticas se construyeron gráficos comparativos entre las propiedades del motor según catálogo y las medidas de forma empírica por ensayo Froude.



Analizando la serie de gráficos se observa un consumo de combustible superior al nominal por catálogo, una entrega de torque inferior al catálogo y una potencia que disminuye drásticamente al incrementar la velocidad del cigüeñal, apoyándonos en la información obtenida del informe anterior se formulan las siguientes hipótesis para explicar estos fenómenos:

Roce entre partes móviles:

Dado el análisis de dimensiones de las principales partes móviles en la experiencia de laboratorio anterior podemos afirmar que el motor se encuentra operando en los límites respecto al desgaste fijado por el fabricante, por tanto es natural que exista una pérdida de rendimiento generalizada como la que apreciamos en los gráficos debido al aumento del roce y en especial una drástica caída en la potencia a altas velocidades.

Perdida de estanqueidad en cilindros:

Relacionado al punto anterior, es sabido que el motor presenta ovalamiento y conicidad en los cilindros, estando estos parámetros en los límites aceptables por el fabricante antes de requerir maquinado y sobre medidas, la pérdida de torque está relacionada a la pérdida de fuerza útil en la explosión, siendo que esta fuerza depende de la presión y el correcto sello de los anillos, pistón y cilindro.

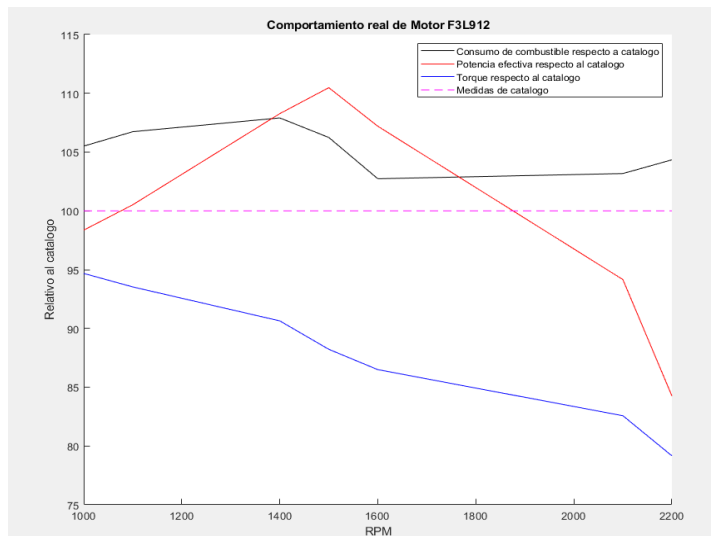
4 Conclusión:

El rendimiento real del equipo es inferior a las prestaciones indicadas por el fabricante.

Se considera que se incurrió en errores de medición al momento de determinar la potencia en el ensayo Froude en las rpm medias del ensayo y por tanto se entrega una curva de potencia poco realista que supera el valor nominal, las medidas posteriores concuerdan con el comportamiento general del dispositivo.

El dispositivo consume alrededor de 5% más de combustible para generar un Kwh respecto a los valores nominales.

El torque disponible disminuye gradualmente al incrementar la velocidad, esta perdida tiene un comportamiento lineal respecto a las RPM y se vincula al incremento del roce entre el cigüeñal, bielas, anillos y cilindro.



Dado el comportamiento de las curvas de poder, que disminuyen dramáticamente respecto al nominal y el consumo que tiene una tendencia a incrementarse cuando se superan las 2000 RPM se determina que estamos frente a un motor que si bien aún este operativo, presenta un avanzado desgaste que se evidencia en el dramático incremento del roce a altas velocidades, este roce puede ser ocasionado por acumulación de aceite quemado entre los anillos y otras cavidades de la cámara de

combustión (lo que puede propiciar la aparición de puntos calientes), incremento del contacto metal -metal y posible desgaste del sello de válvulas (lo que origina pérdidas a altas revoluciones) dado el precario estado general del motor.

Se recomienda no forzar el equipo para prolongar su vida útil y en caso de presentar un gas de escape negro oscuro que evidencie la quema excesiva de aceite, detener su funcionamiento inmediato y realizar las operaciones de inspección y correspondiente maquinado para restablecer la geometría del motor, por experiencia personal recomiendo maquinado y posterior encamisado para restablecer medidas a estándar.

Referencias:

- [1] J. Leonicio y J. Roncagliolo (profesor guía), 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.