

CONTRIBUCION A LA REDUCCION DEL RUIDO PROVOCADA POR EL PISTON-SLAP. ESTUDIO EN UN MOTOR DIESEL MONOCILINDRICO POR INTENSIMETRIA ACUSTICA.

Jiménez E. A., F; Valderrama G., F; Muñoz B., A.; Sánchez L., T.

Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos.
 E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.
 Avda. Reina Mercedes S/N. Sevilla 41012. Tfn(95) 4556984.
 Fax(95) 4629205.

Resumen

La actual preocupación por la protección ambiental, hace que el ruido radiado por los MCIA sea objeto de estudio. Dentro de esta línea se encuadra el presente trabajo. Este consiste en el modelado del fenómeno Piston-Slap, que permite hacer una evaluación del ruido radiado por el motor por esta causa, seguido de las medidas de ruido emitido por el motor, efectuadas por técnicas de intensimetría acústica.

1.- INTRODUCCION.

Las fuentes generadoras de ruido en los MCIA, se pueden clasificar según aparece en la figura 1. Aquí se observa el Piston-Slap como fuente generadora de ruido, debida tanto al proceso de combustión como a efectos de inercia (Ruido Mecánico). El efecto diferenciado de estos dos agentes se observa claramente, tanto en el modelo como en los ensayos realizados.



figura 1.

El Piston-Slap es el movimiento y choque transversal del pistón en el cilindro que, se produce debido a los juegos existentes necesarios para el movimiento longitudinal y para absorber las dilataciones cilindro-pistón. Este fenómeno se muestra como la principal fuente del ruido mecánico en los motores diesel, /1/,/2/.

2.- ESTUDIO DEL MODELO.

El modelo que se describe en /3/, es una simulación de los movimientos longitudinal y transversal del pistón en el cilindro con el giro del cigüeñal, para cada RPM constante. En el se evalúa de forma cualitativa el ruido radiado debido al Piston-Slap, a través de la energía cinética liberada por la cadena cinemática en cada impacto pistón-cilindro. El programa tiene como entradas las características de masa e inercia del mecanismo biela manivela, las constantes de rozamiento, y la ley real de presiones P- α del motor que se trate. Como salidas tiene la fuerza lateral pistón-cilindro, percusiones y la energía cinética liberada por la cadena cinemática en cada impacto.

3.- APLICACION DEL MODELO.

En el programa citado, todas las características del mecanismo motor son datos de entrada, por lo que es posible hacer un estudio paramétrico del modelo, que lo hemos aplicado a un motor de características :

- Monocilíndrico Diesel (DI)
- Diámetro 85 mm
- Carrera 100 mm
- Potencia 12,5 CV a 3000 RPM

El estudio que sigue corresponde al efecto de variación del Pin-Offset (Descentramiento del Bulón) sobre la pérdida de energía cinética por ciclo del motor. La figura 2 muestra la salida del modelo para el motor en estudio. De la observación de la figura se deduce :

- * Clara influencia de la carga del pistón en el Piston-Slap, que se pone de manifiesto por la separación entre las curvas en carga y en vacío.
- * Fuerte dependencia del fenómeno con las fuerzas de inercia, que varían con RPM². Vemos como la diferencia de energía cinética media perdida para 3000 rpm es mayor que para 2000 rpm.
- * Independencia del ruido radiado (Energía Cin. perdida) con el descentramiento del bulón, cuando el motor trabaja en vacío.

4.- MEDIDAS DE RUIDO POR INTENSIMETRIA ACUSTICA.

Los ensayos realizados han consistido en medir la intensidad activa que atraviesa cada superficie elemental

$$Pot. Acústica = \sum_{i=1}^n I_i \cdot S_i$$

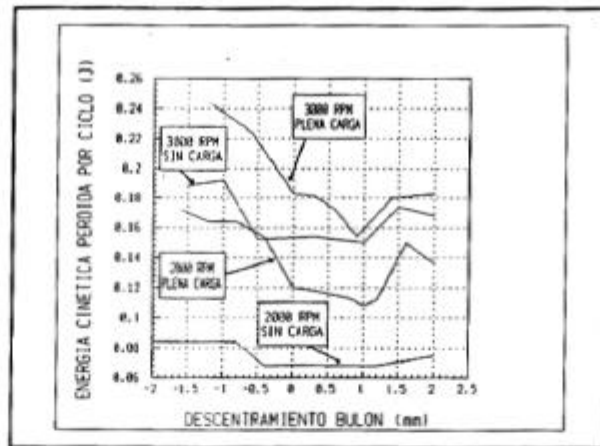


figura 2.

(n es el numero de superficies elementales de medida) para las condiciones de plena carga/motor arrastrado, variando solo el descentramiento del bulón (0.0;0.6;0.8 mm) y sin alterar el resto de los parámetros del motor. El uso de la técnica de intensimetría acústica /4/ se justifica por dos causas; el no disponer de sala perfectamente anecoica/reverberante, y la necesidad de obtener medidas de ruido precisas, con apreciación < 0.5 db. El equipo empleado ha sido Brüel & Kjaer 2133, con sonda tipo PP de caras enfrentadas, con separadores de 12 mm. El motor a ensayar fue encerrado en un paralelepípedo, con ocho aristas de 85 cm y cuatro de 110 cm, y de forma que la distancia media entre las superficies de medida y el motor oscilaba entre 15 y 20 cm. En la figura 3 se muestra un esquema de la celda de ensayo.

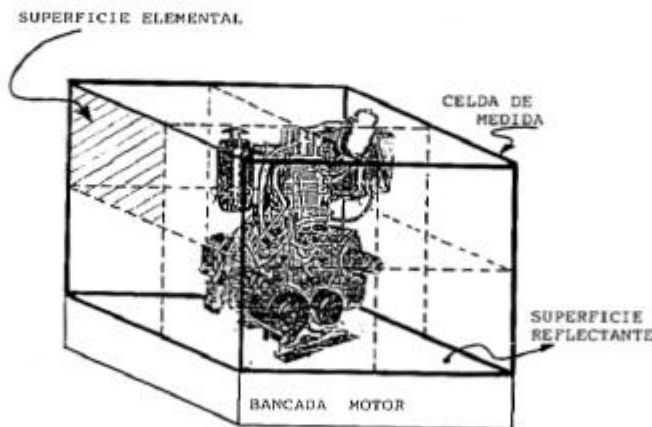


figura 3.

Las medidas de intensimetría se han realizado en la modalidad de Scanning (barrido manual), siguiendo las indicaciones /5/. Para las medidas fue preciso subdividir cada una de las cinco superficies (la 6ª corresponde al suelo, que actúa como reflectante) en superficies menores, con el tamaño máximo que asegure la repetibilidad de la medida para cada celda y RPM del motor. El análisis del espectro se ha hecho en la banda 100 / 5K Hz

y en tercios de octava. El no considerar una gama de frecuencias mayor obedece a que tendríamos niveles de error por mal emparejamiento de fase más alto que el deseado.

Por otro lado hay que aclarar que el no considerar frecuencias fuera del rango indicado, no quita validez al modelo (Podrían presentarse comportamientos diferentes a frecuencias > 5 KHz), pues los niveles de SPL en la sala a cada RPM, caen a partir de 4 KHz por debajo de los 10 db, por lo que su posible contribución al ruido global es despreciable.

Las figuras 4 y 5 muestran los resultados de los ensayos (Los niveles de ruido se han pasado de potencia a presión acústica, suponiendo la fuente como puntual para la potencia medida /6/), que muestran las predicciones del modelo.

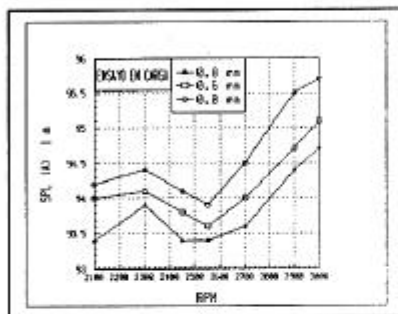


figura 4.

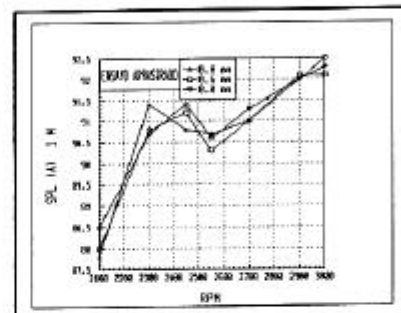


figura 5.

5.- CONCLUSIONES.

El trabajo muestra como el modelo desarrollado sigue las tendencias observadas en el motor ensayado, mostrándose el descentramiento del bulón efectivo para reducir el ruido radiado por el motor. Usando técnicas de intensimetría acústica se han podido medir reducciones de ruido de hasta 1.5 db. No obstante, en motores de gran cilindrada, las reducciones de ruido serían más significativas, debido a las mayores inercias.

6.- REFERENCIAS.

- /1/ S. D. Haddad. "Advanced Diesel Engineering and Operation". Ellis Horwood 1988.
- /2/ S. D. Haddad & N. Watson. "Principles and Performances in Diesel Engineering".
- /3/ Jiménez E.,F.; Valderrama G.,F.; "Contribución a la reducción del ruido generado por el movimiento secundario del pistón. Aplicación a un motor DI refrigerado por aire". X Congreso Ing. Mecánica.
- /4/ F. J. Fahy. "Sound Intensity" ISVR, Southampton. Elsevier Applied Science 1989.
- /5/ Pettersen, O.K. & Newman, M.J.. "The Determination of Radiated Soun Power Using Sound Intensity Measurements". Report nº STF44A8616, ELAB, Elektronikklaboriet ved NTH Trondheim, Norway, 1986.
- /6/ M.P. Norton "Fundamentals of Noise and Vibration Analysis for Engineers". Cambridge University Press 1989.