

Aplicación de la medida de la intensidad activa en la caracterización sonora del elevallunas eléctrico de un

Fuente González, Marta; San Juan Blanco, Manuel; Herràez Sànchez, Marta; Àlvarez de Ron González, Vicente.

Dpto. Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Materiales (IMEIM). Laboratorio de Acústica y Vibraciones.

E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid.

Paseo del Cauce s/n. 47011 - Valladolid. ESPAÑA.

CIDAUT. Parque Tecnológico de Boecillo.

Abstract

The objective of this study is the localization of the main noise sources produced by an electric window lift, fitted up on a left front car door, dismounted from the automobile and without inside cover panel. This evaluation will be characterised by:

- Spatial localization, identifying the parts of the door associated with each noise frequency.
- Prevailing emission frequencies.
- Pressure and Intensity relative levels that sources cause in a plane parallel to the door.

Measurement of Acoustic Intensity method is used, by means of both pressure and intensity maps.

Introducción

La intensidad acústica de una onda sonora es el valor medio del flujo de energía que atraviesa un área unidad normal a la dirección de propagación de la onda. Con el método de medida de Intensidad Sonora se evalúa el transporte de energía durante el proceso de propagación de una onda sonora, en magnitud y dirección. Hemos trabajado con la componente activa de la intensidad, para hacer una evaluación del transporte de energía neto.

La ventaja que obtenemos en la medida intensidad acústica, frente a la clásica medida de la presión, es una información más precisa al trabajar con una magnitud vectorial frente a una magnitud escalar.

Hemos aplicado este método a la localización de las fuentes del ruido producido por un elevallunas eléctrico instalado en la puerta delantera izquierda de un automóvil, desmontada y sin panel de recubrimiento interno. De esta forma podremos conocer las zonas de la puerta a aislar de manera más concienzuda.

Cadena de medida

El desarrollo del ensayo lo realizamos en el interior de una cámara semianecoica, con el objetivo de que no influya ningún otro tipo de fuente de ruido y la cadena de medida está formada por los siguientes elementos:

- Analizador de espectro en tiempo real de dos canales, BK 2133.
- Sonda de intensidad, BK 3545 (con dos micrófonos apareados BK 4181).
- Posicionador de micrófonos de dos grados de libertad, BK 9654.

- Ordenador compatible IBM.
- Software del posicionador de micrófonos, Versión 1.11.

Desarrollo de las medidas

Hemos utilizado una fuente de alimentación externa de manera que se obtienen unas condiciones operativas del elevallunas iguales que cuando está instalado en el vehículo. El tiempo que emplea el elevallunas en realizar el ciclo total de subida es 3s y, un poco menos en bajada. De forma que, con los datos de la cadena cinemática podemos calcular la velocidad de giro del motor, que es: aproximadamente 3886 rpm (64.77 Hz) en el ciclo de subida y, 4026 rpm (67.1 Hz) en el de bajada.

Hemos realizado dos tipos de mapas: secuenciales y espaciales, tanto de presión como de intensidad. Los mapas secuenciales se realizan midiendo distintos espectros consecutivos con un tiempo de promediado muy pequeño, en un único punto y son muy útiles para analizar la evolución temporal de cada frecuencia, sirve para identificar componentes constantes, armónicas o periódicas del espectro. Para realizar los mapas espaciales se define un plano próximo a la fuente, paralelo a una de sus superficies y, sobre él, una cuadrícula. Se mide una o varias componentes de la intensidad en cada uno de los nudos de esta cuadrícula.

Hemos dividido el estudio en tres fases. Comenzamos con una primera aproximación al problema, en la cual hemos localizado las frecuencias predominantes y la zona de la puerta del vehículo en la que aparecen las posibles fuentes. En esta fase, hemos utilizado una cuadrícula de 8 \leftrightarrow 8 puntos que cubre una superficie total de 980 \leftrightarrow 980mm (Fig. 1). A partir de los resultados obtenidos en esta primera aproximación, deducimos que es interesante centrarse en la parte inferior de la puerta, prescindiendo de la zona de la ventanilla. En este caso, la cuadrícula es de 8 \leftrightarrow 10 puntos (8 filas \leftrightarrow 10 columnas) y cubre una superficie total de 630 \leftrightarrow 810mm (Fig. 2). Finalmente, para realizar un análisis más completo, nos centramos sobre las cuatro zonas más problemáticas. Para ello hemos definido cuatro cuadrículas: A, de 6 \leftrightarrow 7 puntos, 300 \leftrightarrow 360mm; B, de 4 \leftrightarrow 5 puntos, 180 \leftrightarrow 240mm; C y D, ambas de 5 \leftrightarrow 5 puntos, 200 \leftrightarrow 200mm (Fig. 3).

En las dos primeras fases hemos medido presión y componente z de la intensidad (perpendicular al plano de medida). Mientras que, en la última, las medidas han sido de presión y de las tres componentes de la intensidad (x, y, z). De esta forma obtenemos mapas vectoriales que revelan la presencia de fuentes.

Las configuraciones del analizador utilizadas han sido:

- Para los mapas secuenciales: multiespectro de 100, medidas de 5.79 Hz \pm 2.74 kHz, filtros de $1/12$ octava, tiempo de medida $1/32$ s cada espectro, espaciador de la sonda de 50 mm.
- Para los mapas espaciales: datos almacenados en las matrices correspondientes a cada cuadrícula, banda de frecuencias, 5.79 Hz \pm 2.74 kHz, filtros de $1/12$ octava, tiempo de medida 3s en cada punto, espaciador de la sonda de 50 mm.

Resultados experimentales

Las frecuencias predominantes que hemos localizado se encuentran en las siguientes bandas de $1/12$ octava: 64.9 Hz, 173 Hz, 307 Hz y 649 Hz (ciclo de subida); 68.8 Hz, 173 Hz, 307 Hz y 729 Hz (ciclo de bajada).

De la primera aproximación obtenemos mapas de la componente z de la intensidad que nos indican que las posibles fuentes se encuentran en la parte inferior de la puerta (Figs. 4 y 5). En la segunda fase del estu-

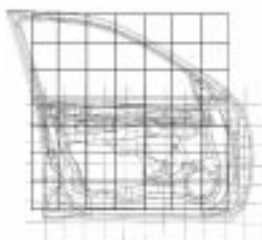


Figura 1

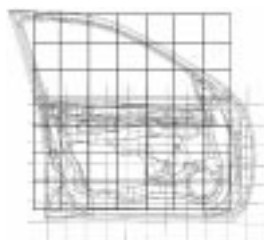


Figura 2



Figura 3

dio obtenemos mapas similares (aunque más precisos, debido al mallado más fino y la mayor cercanía de la cuadrícula a la fuente) que, nos corroboran lo observado en la primera aproximación. En la última fase de identificación definitiva de las fuentes, utilizamos mapas vectoriales (Figs. 6 y 7).

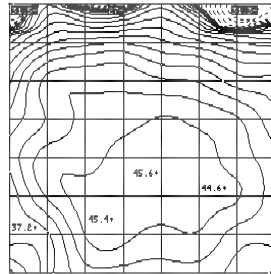


Fig. 4. Ciclo de subida, 173 Hz.

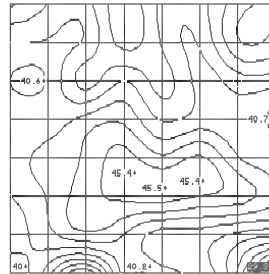


Fig. 5. Ciclo de bajada, 307 Hz.

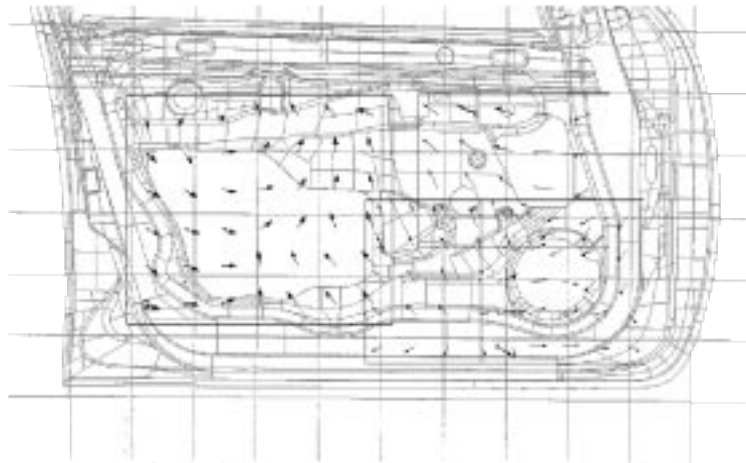


Fig. 6. Ciclo de subida, 64.9 Hz

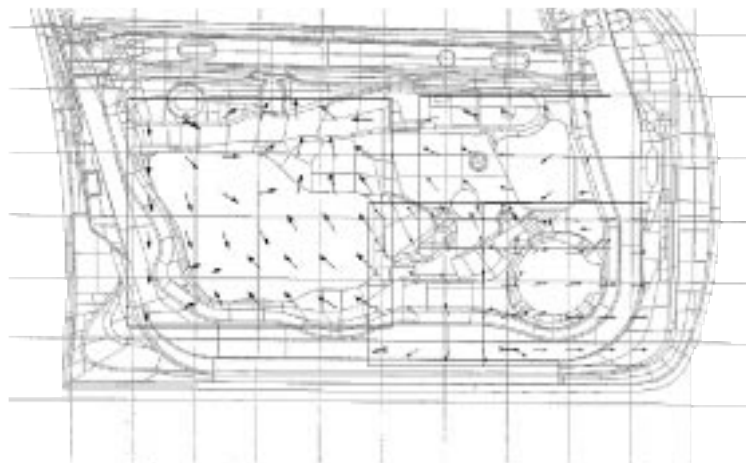


Fig. 7. Ciclo de bajada, 68.8 Hz.

Conclusiones

Mediante las primeras medidas, hemos conseguido conocer las frecuencias de emisión. Analizando los mapas vectoriales a dichas frecuencias y en distintas zonas de la puerta, podemos identificar el origen de este ruido y asociarlo con partes o componentes de la puerta.

Principalmente, hemos encontrado los mayores niveles en las bandas de $1/12$ octava que contienen las frecuencias de giro del motor (64.9 Hz en el ciclo de subida y 68.8 Hz en el de bajada) y se localiza su origen en la zona que corresponde a la chapa en la que va fijado el mismo, debido a las vibraciones transmitidas. Si, además, hacemos un análisis del comportamiento temporal a estas frecuencias (Figs. 8 y 9), apreciamos en el inicio dos crestas importantes con máximos y una dependencia casi periódica. Esto nos reafirma en que dicho ruido proviene del motor.

Hemos visto niveles inferiores en otras bandas. Tanto en subida como en bajada: a 173 Hz (en la parte inferior derecha de la puerta) y a 307 Hz (en la zona superior derecha de la puerta). En las bandas de 649 Hz en subida y 729 Hz en bajada, en la zona B (Fig. 3).

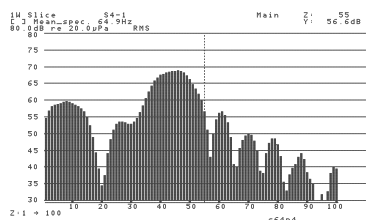


Fig. 8. Ciclo de subida, 64.9 Hz.

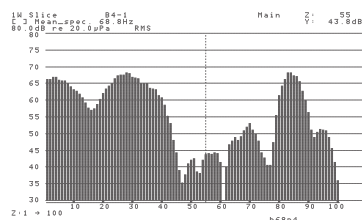


Fig. 9. Ciclo de bajada, 68.8 Hz.

De esta manera, hemos podido comprobar como la técnica de medida de intensidad acústica es capaz de localizar fuentes de ruido en una estructura tan compleja como es la puerta de un vehículo. Esto es más claro cuando realizamos mapas de intensidad vectoriales y cuando la cuadrícula de medida presenta un mallado más fino, próximo a la fuente. También la ayuda de mapas secuenciales es importante en la localización.

Referencias

- [1] Adin Mann III, J., Tichy, J., Romano, A. J., Instantaneous and time-averaged energy transfer in acoustic fields, *J. Acoust. Soc. Am.*, 82 (1) (1987) 17-29.
- [2] Brüel, P. V., Characteristics of intensity measuring equipment. *Noise Control Engineering Journal*, 32 (2) (1989).
- [3] Fahy, F. J., *Sound Intensity*, Elsevier Applied Science (1995).
- [4] Ginn, K. B., Active and reactive intensity measurements using the dual channel real-time frequency analyzer 2133, Brüel (Kj(r) Application Note, BO 0193-11.
- [5] Ginn, K. B., Sound field description using complex sound intensity instrumentation Brüel (Kj(r) Application Note, BO 0390-11.
- [6] Herráez Sánchez, M., Curso de intensimetría acústica, Dpto. I.M.E.I.M., E.T.S.I.I., Universidad de Valladolid (1993).
- [7] Laville, F., Degrave, C., Acoustical field characterisation with an intensity probe, 2nd International Congress on Acoustic Intensity, CETIM, Senlis, France (1985) 113-120.
- [8] Rasmussen, G., Rasmussen, P., Localization of sound sources, 2nd International Congress on Acoustic Intensity, CETIM, Senlis, France (1985) 425-432.
- [9] Rasmussen, G., Rasmussen, P., Localization of sound sources, 2nd International Congress on Acoustic Intensity, CETIM, Senlis, France (1985) 425-432.
- [10] San Juan Blanco, M. y otros, La intensimetría acústica: Localización de fuentes de ruido, XI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Valencia (1994) 753-759.
- [11] Xiaomin, L., Qiyuan, L., Xiaoyu, J., Application of personal computer based sound intensity system on coach noise control, *Inter-Noise 94*, Yokohama, Japan (1994) 1753-1756.