

Aislamiento acústico a ruido aéreo de estructuras dobles de paneles de yeso

Manuel A. Sobreira¹, Manuel Recuero López²

⁽¹⁾ E.T.S.I. de Telecomunicación. Campus Universidad de Vigo. 36200 Vigo, Spain.

email: msobre@tsc.uvigo.es

Abstract

In this paper the results of the sound transmission measurements of different double plaster panels are presented. The double panels were built from different combinations of single plaster panels, and these structures were assembled in two different ways: screwing (no air gap between the two layers) and pasting (two single panels are glued with gypsum paste). These assembling systems are usual in Spain when mounting pre-fab plaster panels to divide rooms inside buildings. A S.E.A. model was also developed to estimate the sound reduction index of these structures [1], [2] with both assembling systems: the sound reduction index of the panels tested is calculated using this model, and then compared to the experimental values. The predictions show good agreement with the measurements.

Introducción

En este trabajo se presentan alguno de los resultados obtenidos del estudio realizado sobre el aislamiento acústico a ruido aéreo de paneles de yeso. En concreto, se discutirá el comportamiento de estructuras dobles atornilladas (dos paneles simples de yeso unidos entre sí mediante tornillos) y pegadas mediante pelladas de yeso. A partir de los resultados del estudio realizado podrá comprobarse como la ley de masas clásica no es aplicable para este tipo de estructuras. Para la estimación del comportamiento de combinaciones de paneles de simples se ha desarrollado un modelo basado en S.E.A. (Statistical Energy Analysis) cuyos resultados se muestran al final de esta comunicación.

Medidas realizadas

Las medidas de aislamiento a ruido aéreo se han realizado según la norma ISO 140 parte III. Se ha calculado también la incertidumbre asociada a la medida realizada en cada caso para un intervalo de confianza del 95%. Para comparar las medidas con diversas estimaciones del aislamiento (ley de la masa para incidencia de campo y modelo S.E.A.) Se ha tomado como cota esta incertidumbre, es decir, se considera una estimación teórica del aislamiento válida (la denominaremos R_e) siempre que cumpla la condición: $R_e \in [R - I, R + I]$ es decir, la estimación debe estar dentro del intervalo definido por el aislamiento medido, R , y la incertidumbre I

Todas las medidas se han realizado en el Laboratorio de Acústica del Dpto. De Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones de la E.U.I.T.de Telecomunicación de la U.P.M.

Medidas: Resultados y Discusión. Para ilustrar las conclusiones obtenidas de este estudio, comentaremos dos casos particulares donde se ponen de relieve las características del tipo de estructuras estudiadas:

Caso 1: Combinación de dos paneles simples de 10 mm de espesor. En lo que sigue nos referiremos a esta combinación como C1. Esta combinación se ha montado de las dos formas descritas anteriormente. La masa de cada uno de los paneles simples de 10 mm que constituyen la estructura es de 7.5

Kg/m², por lo que la masa total del panel es de 15 Kg/m². La figura 1 muestra los resultados obtenidos para los dos casos medidos. Se muestra también la recta correspondiente a la ley de la masa para incidencia de campo:

$$R = 20 \log(mf) - 47 \text{ (dB)} \quad (1)$$

Podría suponerse que para estos casos (paneles dobles sin cámara de aire) el aislamiento acústico se puede calcular a partir de la ecuación de la masa para paneles simples. La figura 1 muestra como el índice de aislamiento medido, especialmente para la unión mediante tornillos, es sensiblemente inferior al aislamiento estimado mediante la ley de la masa. Este comportamiento se debe al alto grado de acoplamiento entre las dos estructuras (idénticas) que constituyen la combinación. En la unión mediante pelladas, el acoplamiento entre los dos paneles que configuran la estructura no se hace directamente como en la unión mediante tornillos: parte del acoplamiento se hace a través de la cámara de aire que se forma debido al espesor de las pelladas y parte se hace directamente a través de las pelladas. El resultado global es una mejoría bastante considerable aunque puede observarse que el papel de cortocircuito acústico de las pelladas se evidencia en un índice de aislamiento anormalmente bajo en altas frecuencias. Cabe destacar que la combinación de dos paneles ligeros de esta forma, presenta una ventaja: la frecuencia de coincidencia se mantiene en la banda de tercio de octava de 3150. Un panel simple de la misma masa total (ejemplo, un panel de yeso de 19 mm de espesor tiene una masa de 16.8 Kg/m²) presenta su frecuencia de coincidencia en la banda de octava anterior (1.600 Hz).

Caso 2: Combinación de un panel de 10 mm con un panel de 19 mm. Nos referiremos a esta combinación como C2. Debido a la diferencia de espesores entre las dos hojas que constituyen esta estructura se puede esperar un grado de acoplamiento sensiblemente inferior al mostrado por la combinación C1. La masa total de esta estructura es $m=7.5+16.8 = 23.3 \text{ Kg/m}^2$. La figura 2 muestra el resultado de las medidas realizadas para una unión mediante pelladas de pasta de agarre (la que siempre ha mostrado un mejor comportamiento). Puede apreciarse claramente como el índice de aislamiento medido es inferior al estimado por la ley de la masa (ecuación 1). Reseñar que esta desviación se está dando en condiciones de medida controladas. En condiciones reales de montaje cabe destacar que el aislamiento medido sería aún menor y por tanto la desviación con respecto a la ley de la masa sería aún mayor. Las diferentes características (espesor y masa) de las hojas que constituyen este panel doble implican un grado de acoplamiento menor que en el caso anterior. Este hecho se pone de manifiesto principalmente en una ostensible mejora del aislamiento en las bandas donde están las frecuencias de coincidencia de cada una de las hojas (3.150 Hz para la de 10mm y 1.600 Hz para la de 19 mm).

Resumiendo este apartado, cabe resaltar que de los dos tipos de uniones estudiados, el que presenta un mejor comportamiento es la unión mediante pelladas de pasta de agarre. Destacar la influencia del acoplamiento en el resultado final: a mayor diferencia entre las hojas del panel doble, mejores resultados desde el punto de vista del aislamiento acústico a ruido aéreo. Finalmente, se ha comprobado como la ley de la masa no permite una buena estimación del aislamiento de estas estructuras.

Modelo S.E.A.

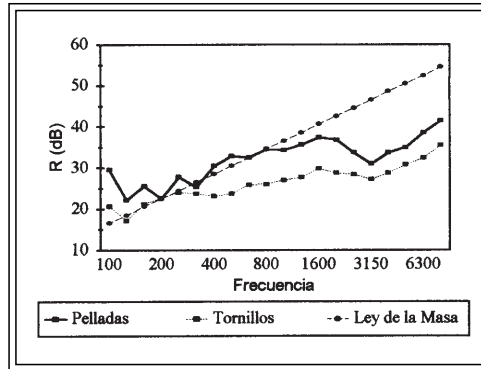


Figura 1. Aislamiento acústico medido para la combinación C1.

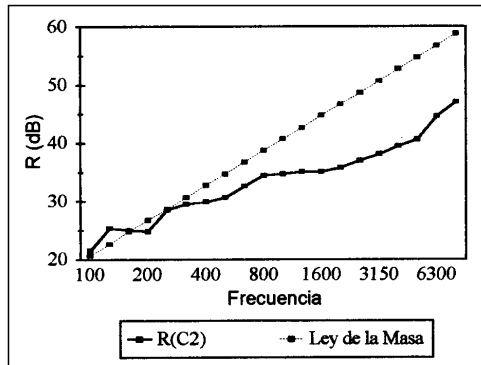


Figura 2. Aislamiento medido para la combinación C2.

Para estudiar la variación de aislamiento acústico a ruido aéreo de diversas combinaciones y estructuras construidas a partir de paneles de yeso se realizó un modelo basado en el modelo SEA [4],[5]. La figura 3 muestra el modelo planteado para los paneles dobles montados con tornillos; las W_{ij} representan, como es habitual en el SEA, el flujo neto de energía entre los sistemas i y j ; si $j = i + 1$, el flujo correspondiente describe la transmisión resonante entre sistemas, y si $j > i + 1$, el flujo asociado permite determinar la magnitud de la transmisión no resonante. Las W_{id} denotan las energías disipadas en cada subsistema y las W las energías suministradas. Calculando el balance de energías en el sistema, (previamente deben conocerse los factores de acoplamiento entre subsistemas, o *CLFs*, y los factores de pérdidas en cada subsistema, o *ILFs* [6][7]), puede calcularse la relación entre las energías de los subsistemas 1 (cámara emisora) y 4 (cámara receptora) y por lo tanto se puede conocer el índice de aislamiento acústico para la estructura formada por los subsistemas 2 y 3 (panel de doble hoja).

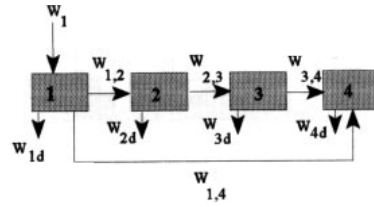


Figura 3. Modelo SEA para paneles dobles

La figura 4 muestra el modelo planteado para el estudio de la transmisión sonora en paneles unidos mediante pelladas de yeso. El modelo es idéntico al planteado en [4],[6] para paneles dobles, pero en este caso se tiene en cuenta la transmisión directa (no resonante) debida a la contribución de los puntos de pasta de agarre entre los paneles (subsistemas 2 y 4). El subsistema 3 representa la pequeña cámara de aire existente entre ambas hojas de la estructura.

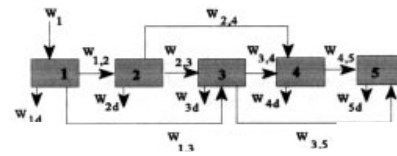


Figura 4. Modelo planteado para el estudio de la transmisión sonora en paneles de doble hoja

La figura 5 muestra los resultados obtenidos para la combinación C1 al aplicar los modelos para ambos tipos de montaje. Los resultados obtenidos a partir del modelo aplicada se ajustan suficientemente a los valores medidos. La diferencia entre valores estimados y medidos siempre se mantienen dentro del margen definido por $R_e \in [R - I, R + I]$ según se ha comentado en el apartado 2. La precisión de los resultados obtenidos mediante el SEA dependen de la correcta estimación de los CLFs y los ILFs. Entre ambos sistemas de montaje, la masa total apenas ha variado, o al menos no lo suficiente como para explicar por sí sola la gran diferencia de resultados obtenidos para ambos montajes. La aplicación del SEA permite destacar la importancia del acoplamiento entre los sistemas.

La figura 6 permite comparar los errores relativos cometidos al estimar el aislamiento acústico de los casos a estudio utilizando el modelo SEA y calculando mediante la ley de la masa. Los errores con signo positivo indican sobre estimación del aislamiento, mientras que los negativos implican una subestimación. Puede observarse como la Ley de la Masa tiende a sobreestimar el aislamiento incluso en las bandas de

frecuencia controladas por masa. En sistemas donde la contribución de la transmisión resonante sea elevada siempre sucederá este fenómeno. Debemos recordar que la ley de la masa es una ecuación deducida a partir del estudio teórico del comportamiento de paneles infinitos, donde no existe transmisión resonante (por no existir comportamiento modal de la vibración del panel infinito, al carecer de bordes). La magnitud de la transmisión resonante varía incluso con el tamaño de las cámaras o habitaciones adyacentes al panel, circunstancia que nunca es tenida en cuenta por una ecuación tan simple como la ley de la masa y sí por un modelo planteado como el SEA.

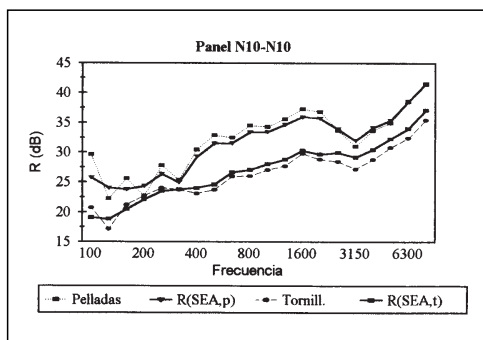


Figura 5. Comparación resultados medidos (pelladas, tornillos) con las estimaciones realizadas mediante el

La figura 7 muestra como el error absoluto

cometido al estimar con SEA permanece del orden de la incertidumbre asociada a la medida del aislamiento, validando así la calidad de la estimación realizada.

Conclusiones

A partir del estudio del aislamiento acústico a ruido aéreo de estructuras dobles de paneles de yeso se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. Se han estudiado dos tipos de montaje: combinaciones de dos paneles simples atornillados entre sí o unidos mediante pellas de pasta de agarre.
2. Ninguno de los dos sistemas de montaje presenta un comportamiento óptimo, pero de los dos estudiados. El que mejor prestaciones ofrece es el montaje mediante pellas de pasta de agarre.
3. La principal conclusión de tipo práctico que se deba destacar es que la ecuación de la ley de la masa no permite describir correctamente el aislamiento de sistemas similares al estudiado, sencillamente porque en su deducción teórica no se ha tenido en cuenta el efecto de la transmisión resonante. Este hecho justifica que en todos los casos estudiados la utilización de la ecuación de la ley de masa para incidencia de campo conduce a una sobre estimación del índice de aislamiento acústico a ruido aéreo. La precisión de las estimaciones obtenidas mediante la aplicación del modelo SEA permiten destacar la importancia de la transmisión resonante en este tipo de sistemas.

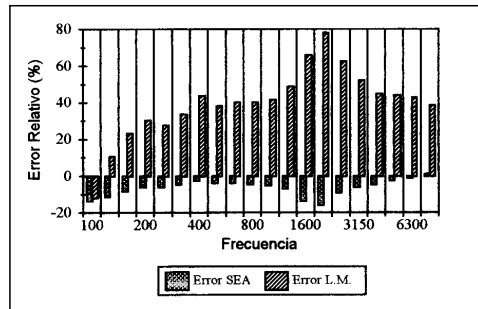


Figura 6. Comparación del error relativo cometido en la estimación de aislamiento con SEA y con la Ley de

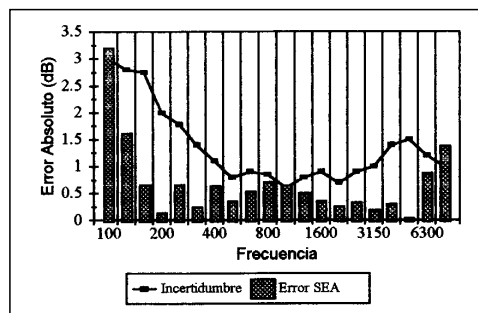


Figura 7. Error absoluto cometido en la estimación con SEA frente a la incertidumbre de medida.

Referencias

- [1] Sobreira M., Recuero M., Prediction of Airborne Noise Acoustic Insulation of Light Panels, InterNoise94, pp. 2071-2074.
- [2] Sobreira M., Recuero M., Prediction of Airborne Noise Acoustic Insulation of Double Panels, ICA95.
- [3] Cremer, Heckl y Ungar, Structure Borne Sound (Ed. Springer Verlag, 1972).
- [4] Price A. J. y Crocker M.J., Sound Transmission through Double Panels Using Statistical Energy Analysis, J.A.S.A., Vol 47 (3), pp. 683-693 (1970).
- [5] Langley, A general Derivation of the Statistical Energy Analysis Equations for Coupled Dynamical Systems, J. of Sound and Vibration, 135(2) pp. 499-508 (1989).
- [6] Brekke A., Calculation Methods for the Transmission Loss of Single, Double and Tripple Partitions, Applied Acoustics, 14 (1981), pp 225-240.
- [7] Sobreira M., Calculation Method to Estimate the Sound Reduction Index of Simple and Multiple Plaster Panels. (1996) PhD Thesis.