



SOFTWARE DE PREDICCIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO: AISLA

PACS: 44.55.Rg

Alba Fernández, Jesús; Ramis Soriano, Jaime; Hernández García, Fernando
Grupo de Dispositivos y Sistemas Acústicos y Ópticos, DISAO
Departamento de Física Aplicada; Escuela Politécnica Superior de Gandía
Universidad Politécnica de Valencia
Carretera Nazaret-Oliva s/n
Grao de Gandía 46730 Valencia. España
Tel: 962 849 314 – 962 849 300
Fax: 962 849 309
E-mail :jesalba@fis.upv.es, jramis@fis.upv.es,ferherga@upvnet.upv.es

ABSTRACT

The prediction algorithms of the isolation to air noise are an important and interesting tool. The cost of an assembly in transmission chamber is usually high and the results are not sometimes all the precise ones that it would be wanted. Different theories that they try to predict the behaviour of different multilayer configurations exist. These theories, implemented in accessible software to the user, are a tool to study the behaviour of the partition without necessity of an assembly in a laboratory and being able to carry out modifications of that partition being saved a program of tests. In this work two programs of prediction are compared from the isolation to air noise of partitions, one commercial and another developed in the environment of the DISAO group: Aisla.

RESUMEN

Los algoritmos de predicción del aislamiento a ruido aéreo son una herramienta importante e interesante ya que el coste de un montaje en cámara de transmisión suele ser alto y a veces los resultados no son todo lo precisos que se desearía. Existen distintas teorías que intentan predecir el comportamiento, desde el punto de vista del aislamiento acústico, de distintas configuraciones multicapa. Estas teorías, implementadas en un software accesible al usuario, son una herramienta para estudiar el comportamiento de la partición sin necesidad de un montaje en un laboratorio y pudiendo realizar modificaciones de esa partición ahorrándose un programa de pruebas. En este trabajo se comparan dos programas de predicción del aislamiento a ruido aéreo de particiones, uno comercial y otro desarrollado en el ámbito del grupo DISAO: Aisla.

INTRODUCCIÓN

Diversas teorías describen el comportamiento de estructuras múltiples desde el punto de vista del aislamiento acústico [1]. Se puede observar una evolución desde la Ley de Masas que se refleja en distintos trabajos sobre el tema. Entre ellos destacan los modelos de Ookura & Saito [2] que se basa en el acoplo de impedancias entre distintas capas, los desarrollados por Trochidis & Kalaroutis [3] o Bruneau [4] que trabajan con la transformada de Fourier espacial, y otros trabajos como el de Lauriks basados en la teoría de Biot [5] o los basados en la técnica de los elementos finitos de Panneton & Atalla [6].

Por otra parte, el disponer de un software con el que predecir el comportamiento acústico de diferentes configuraciones de materiales con un grado aceptable de fiabilidad, es todavía una tarea

pendiente.

El software que aquí se presenta, Aisla, está basado en el modelo de Ookura & Saito [2]. Se ha realizado un estudio preliminar donde se comparan diferentes predicciones de este programa con medidas experimentales y con otro software del mercado: Insul5.2. © de Marshall Day Acoustics.

SOFTWARE AISLA

Aisl-A es una aplicación informática creada en Borland Delphi con el fin de predecir las pérdidas de transmisión de diferentes configuraciones multicapa. Tiene la apariencia de cualquiera de las aplicaciones que están desarrolladas para Windows. La versión actual está diseñada para trabajar con Windows 95/98/Millennium. En cuanto al PC, se recomienda Pentium II 450 con 128 Megas de Ram, para que el tiempo de cálculo no sea excesivo.

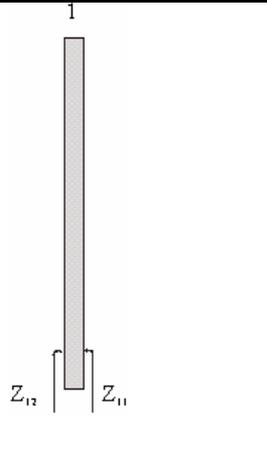
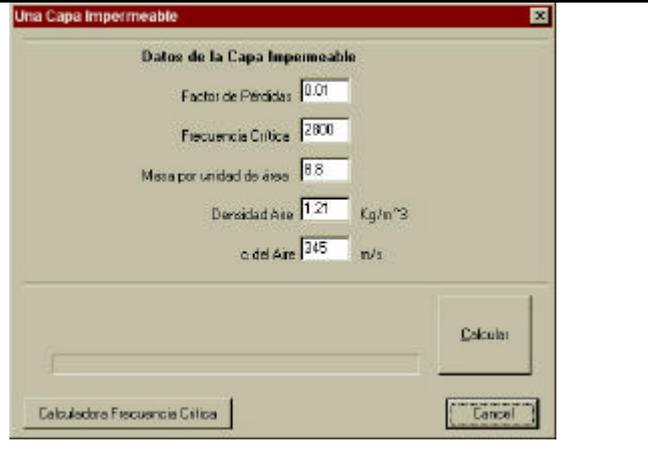
Modelo matemático

El software está basado en el modelo de Ookura & Saito [2] para las pérdidas por transmisión en paredes múltiples en incidencia aleatoria. Aquí se desarrolla un método de transferencia de impedancias parecido al propuesto por Beranek & Work [7], para el caso de ondas con incidencia oblicua y en campo aleatorio, que además es sencillo de implementar. Se obtienen las expresiones del índice de debilitamiento para paredes múltiples construidas con varias combinaciones de capas impermeables, cámaras de aire y materiales absorbentes. Bruneau [4] también describe un método similar al que se va a comentar en este apartado, con algunas correcciones. Se puede encontrar más información en [1]. En todo caso, se suponen siempre capas infinitas y sólo se consideran capas impermeables combinadas con cámara de aire o material absorbente.

El software permite el ajuste de la malla de integración y del ángulo límite correspondiente al cálculo de las pérdidas por transmisión en incidencia aleatoria.

Posibilidades de cálculo

En la versión inicial del software se han incluido las configuraciones que aparecen en la tabla 1.

| | | |
|-------------------------|---|--|
| <p>Capa impermeable</p> |  |  |
|-------------------------|---|--|

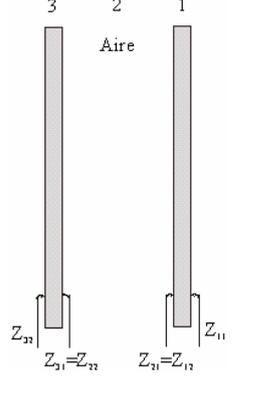
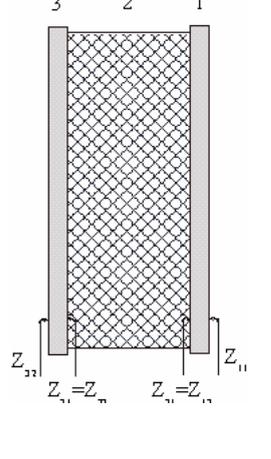
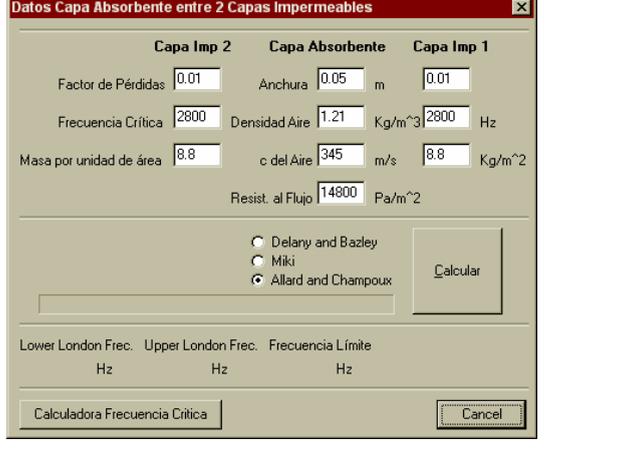
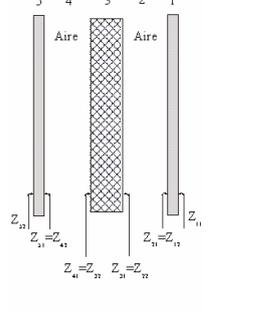
| | |
|---|--|
| <p>Cámara de aire</p>  |  |
| <p>Cámara con absorbente</p>  |  |
| <p>Cámara parcialmente rellena de absorbente</p>  |  |

Tabla 1. Configuraciones simulables en la primera versión de Aisla.

El software posee una calculadora de frecuencia crítica, que permite realizar los cálculos necesarios para averiguar cuál es la frecuencia crítica de cualquier material, a partir de los datos de la capa impermeable: espesor, masa por unidad de área, módulo de Young, coeficiente de Poisson y velocidad de propagación del sonido en el aire. Para el cálculo de configuraciones con materiales absorbentes, se utilizan los modelos de Delany & Bazley [8], Miki [9] o Allard & Champoux [10], que necesitan como entrada la resistencia al flujo del material. Además, aparecen en el cálculo la frecuencia de resonancia del sistema o las frecuencias asociadas a las ondas estacionarias confinadas en la cámara. En la figura 1 se muestra un ejemplo de informe.

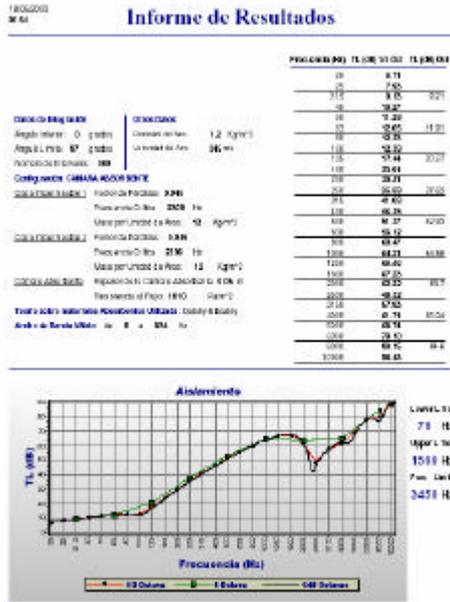
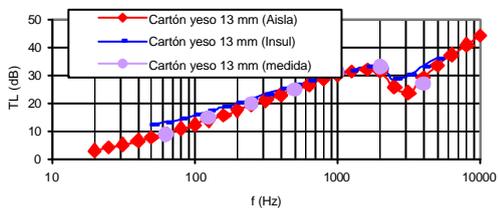
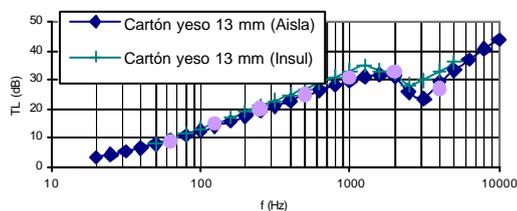
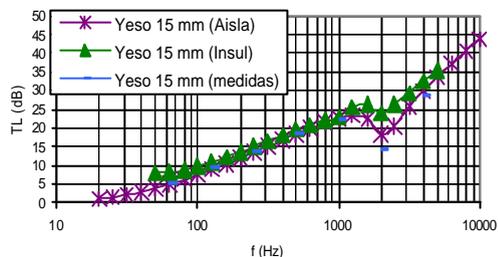
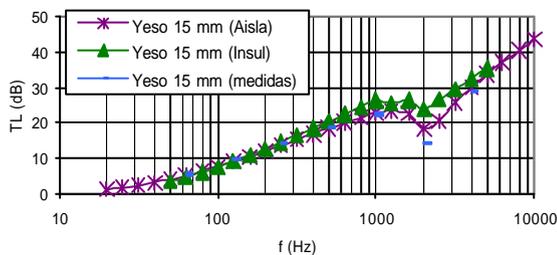


Figura 1

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Capas impermeables

Se muestra en este apartado una comparativa de diferentes resultados para capas impermeables. En particular se comparan las predicciones obtenidas con INSUL@ y AISLA con medidas experimentales (figura 2). Los valores de las variables necesarios para la predicción se han recogido de [11]. En primer lugar se muestran los resultados con modelo de pared infinita (izquierda) y posteriormente con modelo de pared finita (derecha).



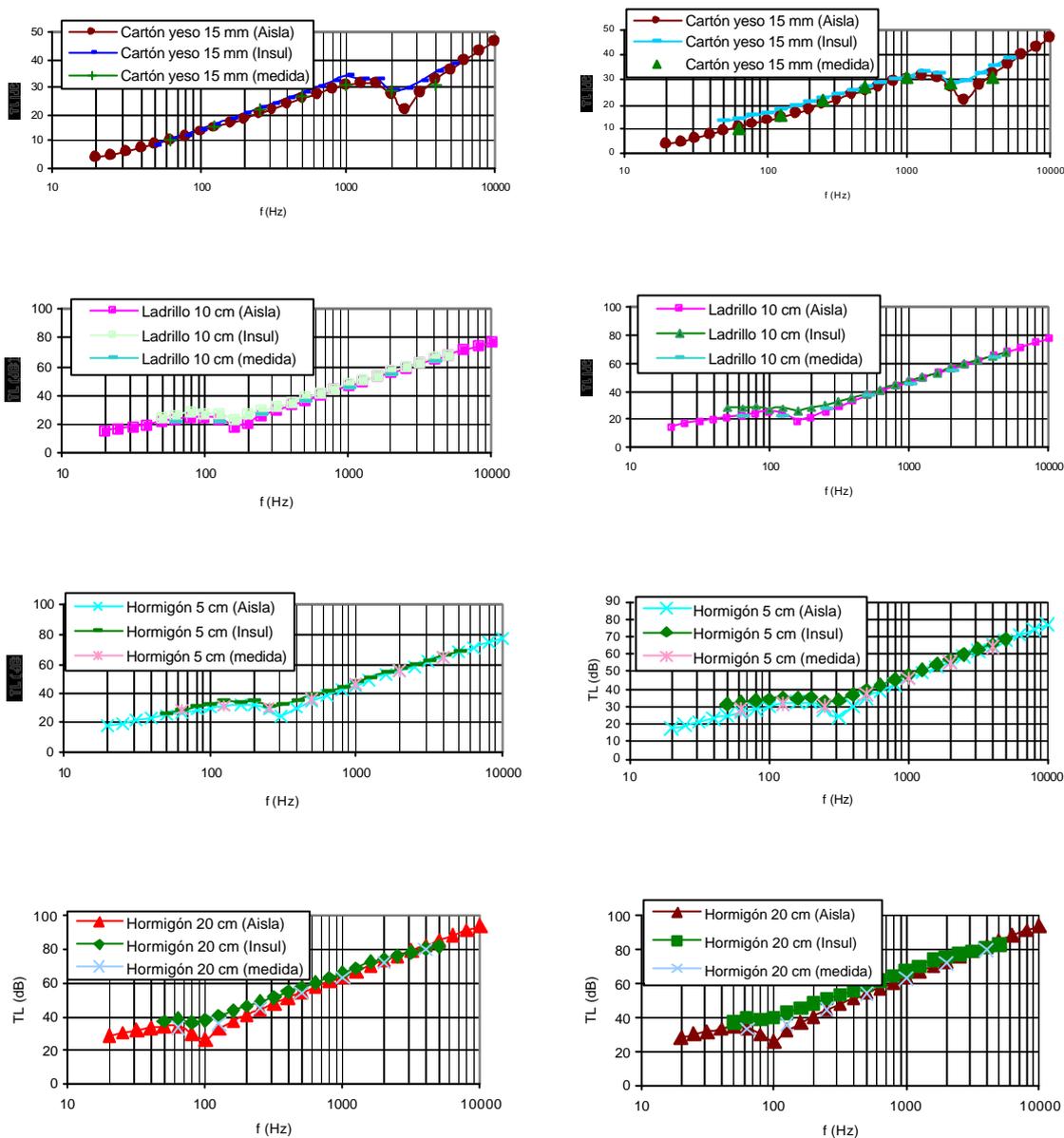


Figura 2: Comparativa de capas impermeables

| Material | Yeso 15 mm | Cartón yeso 13 mm | Cartón yeso 15 mm | Ladrillo 10 cm | Hormigón 5 cm | Hormigón 20 cm |
|----------------------|------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|
| Insul5.2, (Infinito) | 3,0 | 1,8 | 1,5 | 2,4 | 1,6 | 3,2 |
| Insul5.2, (finito) | 2,9 | 2,4 | 1,8 | 3,1 | 2,4 | 4,8 |
| Aisla | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,3 |

Tabla 2: Error cuadrático medio

Particiones dobles

Las medidas experimentales se han obtenido de [12]. En la figura 3 se realiza una comparación de resultados de una partición doble de cartón yeso de 13 mm con cámara rellena totalmente de absorbente. Se compara con Insul en la opción de “doble stud” que es la que asegura que no existe conexión entre los elementos, en la opción “single stud” que es la más básica y la que más se ajusta a las medidas. En el caso de Aisla, se muestra lo obtenido con cada uno de los modelos y además, se simula el posible cambio que se produciría si se dejasen huecos de un 1

mm en el interior de la cámara. En la figura 4 se realiza la comparación con una partición doble de láminas de acero. En la figura 5, con una partición doble de madera.

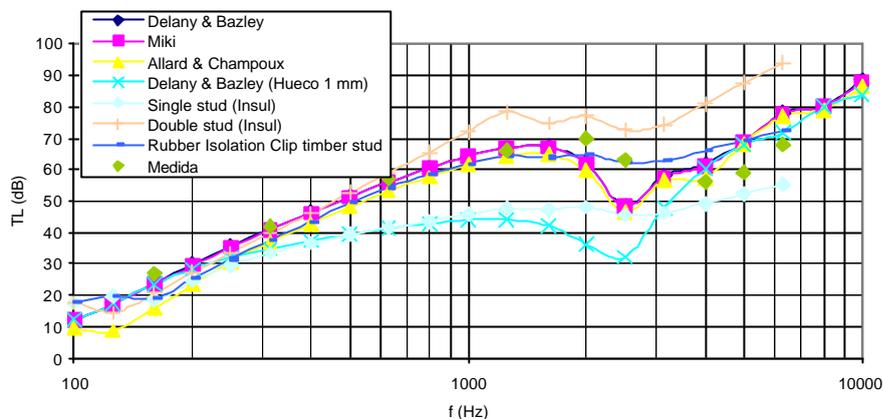


Figura 3

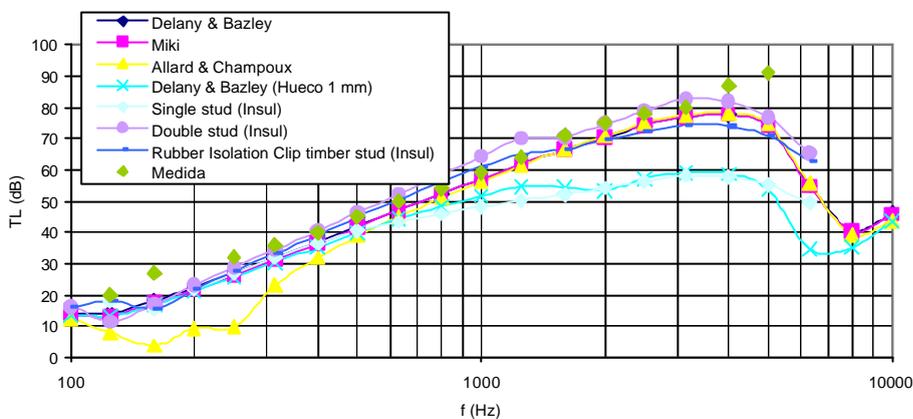


Figura 4

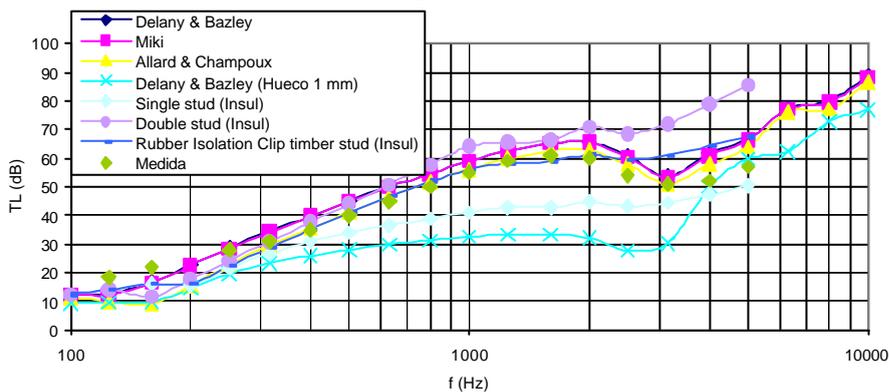


Figura 5

CONCLUSIONES

El software que se presenta permite la simulación de las pérdidas de transmisión tanto de capas impermeables como de particiones dobles. En lo referente a las capas impermeables, los resultados mostrados parecen mejorar en algo a los ofrecidos por Insul 5.2. Esto podría justificarse si se tiene en cuenta que, el TL se calcula en Insul con una fórmula simplificada y en Aisla se hace sin simplificaciones. Sin embargo, el resultado en Insul es instantáneo y en Aisla tarda unos segundos. No se aprecia una mejora considerable al utilizar la corrección de pared finita ofrecida por Insul.

Respecto a las particiones dobles, Insul posee múltiples posibilidades de simulación de particiones dobles con cámaras totalmente rellenas de absorbente. Para que la simulación sea lo más eficiente posible, debe conocerse las condiciones de conexión. La opción "single stud" parece la que ofrece una predicción "a la baja" y la opción "doble stud" al alza. Parece lógico, pues, si no se conocen las opciones de conexión, elegir una intermedia. Para este tipo de configuraciones, Aisla permite ajustar el modelo de absorbente y estudiar casos en los que el material absorbente no rellena toda la cámara.

Por último, señalar que este tipo de programas aún requiere de un conocimiento bastante importante de lo que se está calculando para que la predicción se parezca lo suficiente a la medición, lo que significa estar en un rango de desviación media de 3 dB.

REFERENCIAS

- [1] Alba Fernández, Jesús, *"Algoritmos De Modelado De Particiones Multicapa Para La Predicción De Su Aislamiento Acústico A Ruido Aéreo"*, Tesis Doctoral (2000)
- [2] Ookura K., Saito Y., *"Transmission Loss Of Multiple Panels Containing Sound Absorbing Materials In A Random Incidence Field"*, *Internoise 78*, 637-642
- [3] Trochidis A., Kalaroutis A., *"Sound Transmission Through Double Partitions With Cavity Absorption"*, *Journal Of Sound And Vibration* 107 (2), (1986) 321-327
- [4] Bruneau M., *"Manuel D'acoustique Fondamentale"*, Editions Hermès (1998)
- [5] Panneton R., Atalla N., *"Numerical Prediction Of Sound Transmission Through Finite Multilayer Systems With Poroelastic Materials"*, *J. Acoust. Soc. Am.* 100 (1), (1996) 346-354
- [6] W. Lauriks, P. Mees & J. F. Allard, *"The Acoustic Transmission Through Layered Systems"*, *Journal Of Sound And Vibration* (1992) 155 (1), 125-132
- [7] Beranek L. L., Work G. A. *"Sound Transmission Through Multiple Structures Containing Flexible Blankets"*, *J. Acoust. Soc. Am.* 21, (1949) 419
- [8] Delany M. E., Bazley E. N., *"Acoustical Properties Of Fibrous Absorbent Materials"*, *Applied Acoustics* 3, (1970), 105 -116
- [9] Miki Y., *"Acoustical Properties Of Porous Materials – Modifications Of Delany-Bazley Models"*, *J. Acoust. Soc. Jpn (E)* 11, 1 (1990) 19-24
- [10] Allard J. F., Champoux Y., *"New Empirical Equations For Sound Propagation In Rigid Frame Fibrous Materials"*, *J. Acoust. Soc. Am.* 91 (6), (1992) 3346 –3353
- [11] Alba J., Ramis J., *"Modelling of impervious layers from measurements of the sound reduction index"*, *Applied Acoustic* 64 (2003) 385-400
- [12] Alba J., Ramis J, Sánchez-Morcillo Victor J., *"Improvement of the prediction of transmission loss of double partitions with cavity absorption by minimization techniques"*, *Journal of Sound and Vibration* (2003) Aceptado