

DETECCIÓN DE DISCONTINUIDADES EN BARRAS MEDIANTE ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO VIBRATORIO

PACS: 43.40.Jh

Hervás, C.; Carbajo, J.; Ramis, J.
Dpto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Universidad de Alicante
Apdo. Correos, 99
03080 Alicante
E-mail: jramis@ua.es

ABSTRACT

It is often necessary to increase the size of building elements. This is done through various assembly techniques using adhesives or others. This assembly generates a physical discontinuity that can be detected by analyzing the vibration behavior of the system or structure.

This paper presents an example of it taking Bateig stone type stone material beams of different sizes as experimental basis.

Key-words: Modal analysis, Damping Loss Factor, Statistical Energy Analysis

RESUMEN

A menudo se hace necesario aumentar las dimensiones de elementos constructivos. Para ello se recurre a diversas técnicas de ensamblaje utilizando adhesivos, tornillería, o la combinación de cualquiera de los anteriores. Este ensamblaje genera una discontinuidad física que puede detectarse analizando el comportamiento vibratorio del sistema o de la estructura.

En este trabajo se presenta un ejemplo de lo anterior tomando como base experimental barras de material de piedra tipo *bateig* de diferentes dimensiones.

Palabras clave: Análisis modal, Damping Loss Factor, Statistical Energy Análisis

1 INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO

Este trabajo debe situarse en el context de un proyecto de investigación sobre Acústica de la edificación y forma parte de una de las experiencias para determinar el factor de acoplo (Coupling Loss Factor) entre subsistemas al mismo tiempo que se estima el límite de validez de la metodología SEA (Statistical Energy Analysis) [1,2].

Si se logra determinar con precisión los CLF entre subsistemas (cuestión esta hasta cierto punto contradictoria en sí misma) será posible, aplicando modelos SEA cuantificar la transmisión de vibraciones y por tanto el ruido que se transmite vía estructura.

Como sabemos la norma UNE-EN-12354, [3,4,5] proporciona herramientas para determinar esta la cuantificación pero parecen insuficientes.

Se trata de contribuir a un mayor grado de exactitud en las predicciones hacienda uso de modelos a escala, medias in situ y experimentos numéricos

Se muestran en la figura 1 algunas estructuras utilizadas como modelos a escala

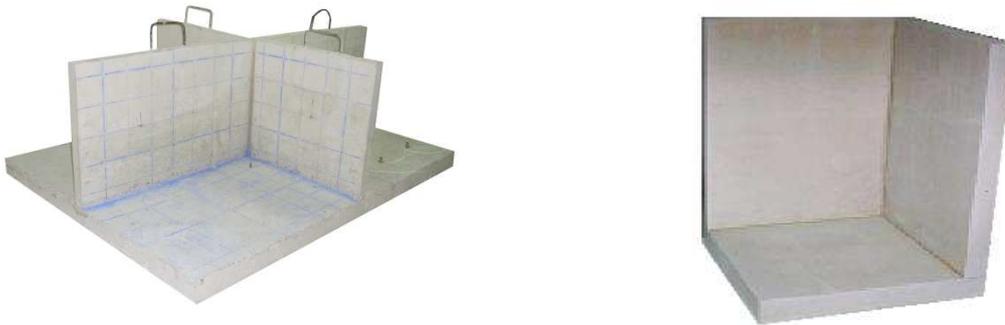


Figura1. Algunas estructuras utilizadas como modelos a escala

Es en este contexto donde se plantea el problema de determinar las pérdidas de acoplo (CLF) al unir varias de estas piezas.

Para acercarnos a la solución (experimentalmente) se ha tenido que atacar el problema básico de comparar el comportamiento vibratorio de una barra de longitud L con otra de la misma longitud pero obtenida a partir de dos trozos del mismo material. Llamaremos, desde este punto, a la primera “*barra continua*” y a la segunda “*barra discontinua*”.

Por otra parte, la necesidad de prolongar elementos constructivos conlleva aceptar una cierta discontinuidad física en la estructura final y nos conduce a una variación en el comportamiento acústico del sistema origen. Sabemos que el método SEA, que trabaja con promediados energéticos, caracteriza un subsistema i con su energía E_i y su densidad modal, n_i .

En este trabajo, se pretenden estudiar, aquellas condiciones/restricciones que nos permitan aceptar o no, la unión de dos barras (dos subsistemas), como una única barra y por tanto llegar a determinar los coeficientes de acoplo (CLF) entre ambos subsistemas. Para ello, se realiza una pequeña revisión de los conceptos fundamentales de sonido estructural se presenta el procedimiento de trabajo realizado para determinar los niveles de energía relativos. Para este fin, se han empleado distintas geometrías (barras), centrada su diferencia, en la continuidad o discontinuidad de las mismas y la combinación de dos geometrías dando lugar a una estructura con cambio de sección. En este trabajo solo se presentan los resultados correspondientes a dos barras que no cambian su sección

A continuación, se muestra la técnica empleada para unir dos barras ¿para formar un solo sistema?. Como se puede apreciar, se recurre a perforar unos centímetros ambas barras y engarzar unas varillas roscadas aplicando una masilla adhesiva que solidificará la unión.



Figura 1. Unión de dos barras

ESTRUCTURA	GEOMETRÍA	MATERIAL
Barra 1 (continua/discontinua)	$L = 1.17 \text{ m}$ $h = 0.06 \text{ m}$ $b = 0.08 \text{ m}$ $S = 0.0048 \text{ m}^2$	$E = 12.154 \text{ GPa}$ $\nu = 0.23$ $\rho = 2.200 \text{ Kg/m}^3$
Barra 2 (continua/discontinua)	$L = 1.17 \text{ m}$ $h = 0.03 \text{ m}$ $b = 0.08 \text{ m}$ $S = 0.0024 \text{ m}^2$	

Figura 2. Descripción de los materiales utilizados

2 DESARROLLO

El primer paso en el proceso experimental ha consistido en caracterizar el material utilizado en las estructuras. Para ello, se emplea una prensa multiensayo en la cual se colocará una muestra del material “tipo bateig” (ver figura 3). En dicha muestra se aplica una galga extensométrica, sensor basado en el efecto piezorresistivo. Un esfuerzo que deforma a la galga producirá una variación en su resistencia eléctrica.



Figura 3. Prensa multiensayo y detalle de la aplicación de la galga extensométrica

El proceso experimental se divide en dos partes ,el primero se atribuye a la barra continua y el segundo a la discontinua. Cada una de las barras, se divide en diferenciales de masa de igual tamaño. Las barras están ubicadas sobre unos hilos muy finos ofreciendo la máxima libertad de movimiento. En el proceso de medida, se excita la barra a través de un transductor de fuerza, se emplean tres sensores de aceleración y se realizan 4 adquisiciones resultando un total de 12 puntos de medida (ver ilustración 4) en cada una de las barras.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de energías que se representa en las figuras siguientes se presentan a continuación:

- Ecuación genérica

$$E = m \langle v^2 \rangle = m \frac{\sum_{f=f_i}^{f_f} v(f)^2}{N}$$

siendo $[f_i, f_f]$ el intervalo en frecuencia sobre el que se promedia y N el número de valores en frecuencia empleados para dicho promedio.

- Ecuaciones particulares

$$E_{B1} = m_{B1} \langle v_{B1}^2 \rangle$$

$$E_{B2} = m_{B2} \langle v_{B2}^2 \rangle$$

$$E_{Csec} = m_{Csec} \langle v_{Csec}^2 \rangle$$

siendo $m_{B1} = 12.355 \text{ Kg}$, $m_{B2} = 6.1776 \text{ Kg}$ y $m_{Csec} = 8.9760 \text{ Kg}$.

Para el cálculo del nivel de energía relativo LE_r , no hay más que coger el valor de energía obtenido en cada punto y dividirlo entre el valor máximo de entre todos los puntos de la estructura, expresándolo en decibelios:

$$LE_r = 10 \log_{10} \left(\frac{E}{E_{max}} \right)$$

siendo E la energía en el punto en cuestión y $E_{max} = \max_{v_i}(E_i)$.

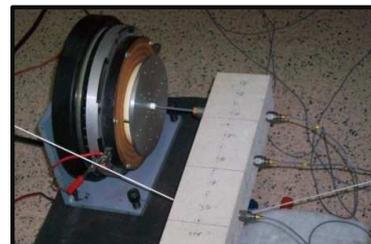
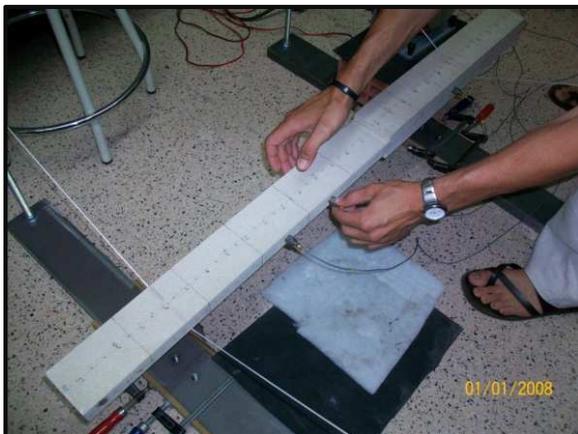


Figura 1. Adquisición de datos

Para el el procesado de datos se opta por el cálculo de energías promediadas en espacio y frecuencia. Posteriormente se obtiene el nivel de energía relativo que consiste en la relación de la energía en cada punto y el valor máximo, expresado en decibelios.

A continuación se muestran algunos de los resultados más significativos.

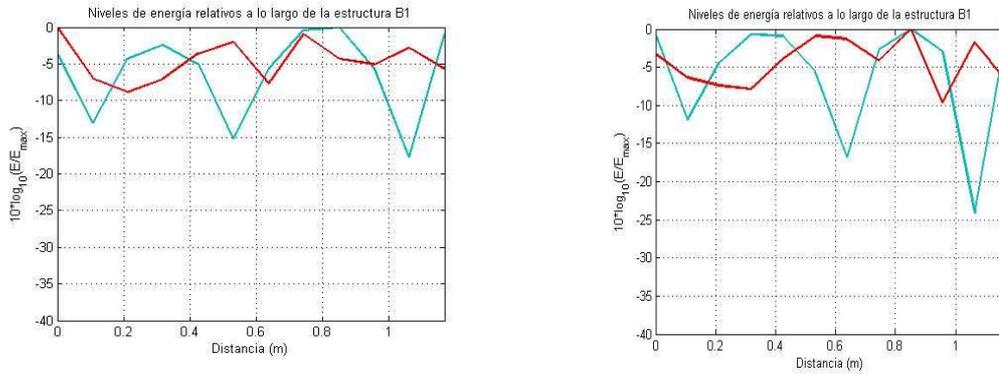


Figura 5. Niveles de energía relativos a lo largo de la barra B1 Rojo 2KHz) .Verde 500 Hz. Izquierda: Continua . Derecha: Discontinua.

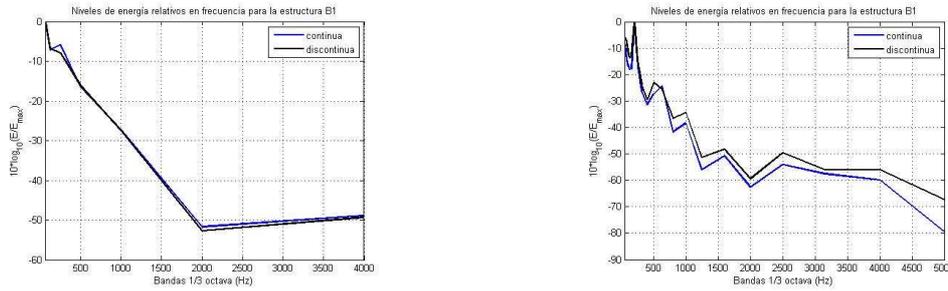


Figura 6. Niveles de energía relativos a lo largo de la barra B1 en octavas (izquierda) y tercios de octava (derecha). Se aprecia una tendencia similar

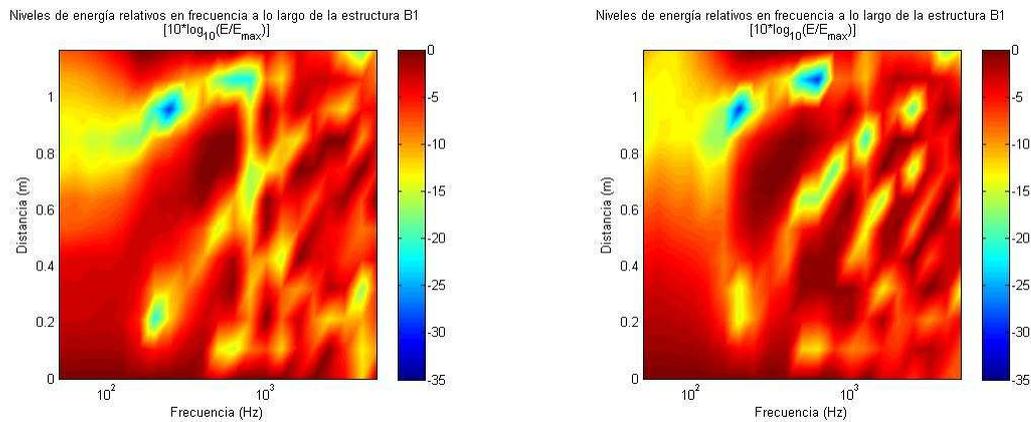


Figura7. Respuesta en frecuencia a todas las distancias

3 CONCLUSIONES

La sistemática expuesta permite distinguir distintos tipos de uniones y cuantificar la pérdida energética que se produce en un encuentro entre dos subsistemas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (BIA2007-68098-C02-01 y BIA2007-68098-C02-02)

REFERENCIAS

- [1] Lyon,R; Maidanik,G;Power Flow between linealy couupled oscilator. Journal of Acoustical Society of America 34 (5),1962,pp.623-639.
- [2] Lyon,R; Eichler,E; Random vibration of connected structures. Journal of Acoustical Society of America 36 (5),1964,pp.1344-1354.
- [3] [UNE EN 12354-1: 2000 Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos.
- [4] UNE EN 12354-2: 2001 Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos.
- [5] UNE EN 12354-3: 2001. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra el ruido del exterior.Möser M., Barros J.L, Ingeniería Acústica. ISBN 978-3-642-02543-3
- [6] Fahy,F.;7. Statistical energy analysis: An critical overview, Phil. Trans. R. Soc. Lond.A346.1994.pp. 431-447.
- [7] Christoph Kling. Investigations into damping in Building Acoustics by use of Dowscale Models.ISBN 978-8325-1985-8. <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.
- [8] Crighthton, D.G.;Modern Methods in Analytical Acoustics. Lecture Notes.ISBN 3-540-19737-0 Springer -Verlag Berlin Heidelberg New York. Chapter 8.