

Medidas de parámetros acústicos derivados de la respuesta al impulso usando detonaciones como fuentes impulsivas

M.Arana, A.Vela*, A. Amatria*, A.B. Ocon*, A. García ***

**Departamento de Física. Universidad Pública de Navarra*

***Departamento de Física Aplicada. Universidad de Valencia*

INTRODUCCION

Se han definido diversos parámetros derivados de la respuesta al impulso para la caracterización y evaluación de la calidad acústica de locales. La respuesta impulsiva se obtiene excitando el local con una señal de muy corta duración y registrando la evolución temporal de la energía sonora en la posición de los oyentes. La señal emitida debe poseer un ancho de banda que abarque las frecuencias de interés. Uno de los primeros parámetros propuestos (Thiele, 1953) fue el denominado "Definición", el cual expresa, en tanto por ciento, el cociente entre la energía que llega en los 50 primeros milisegundos y la energía total.

El objeto de la presente comunicación es mostrar y discutir la fiabilidad del dispositivo experimental que hemos utilizado para realizar este tipo de medidas.

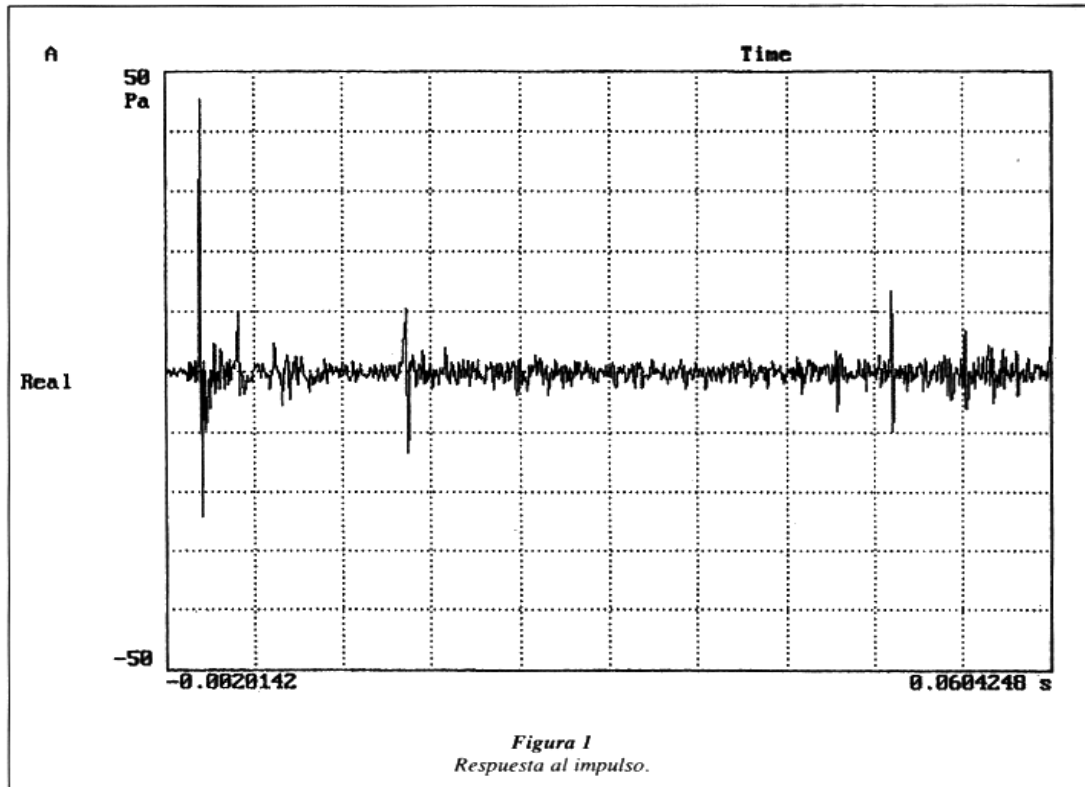
DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Como fuente impulsiva usamos pequeños cartuchos o "petardos" comerciales con la masa explosiva (entre 0,15 y 0,20 gr.) encerrada en cilindros de cartón con relación longitud-diámetro próxima a 4. Trabajos recientes han puesto de manifiesto su utilidad en determinado tipo de medidas (A. Moreno, 1988) así como el estudio detallado de las características acústicas de tales fuentes (C. Colina, 1995). Para recoger la señal de respuesta al impulso en cada posición (de la cual se puede obtener la función de transferencia del local) usamos un sonómetro tipo 1 (B&K, 2231) con micrófono tipo 4155 y previamente calibrado. Esta señal la almacenamos en registro magnetoóptico en formato Mini Disk (Sony, MDS102). Este sistema de registro digital posee una frecuencia de muestreo de 44 kHz., ofreciendo una respuesta plana en la gama de audio (20 Hz - 20 KHz \pm 1 dB). Posteriormente, las señales grabadas las introducimos a través de una tarjeta de sonido (Sound Blaster AW32) quedando almacenadas en ficheros con formato wav. El tratamiento de datos lo realizamos con el programa MatLab 4.2 1C, el cual importa los datos de ficheros con el citado formato.

Este procedimiento de registro y análisis de datos, aunque complejo, resulta muy eficaz y relativamente rápido. Posee la gran ventaja de que permite el análisis en toda la banda de audio y para todo tipo de locales, independientemente de su reverberación. El satisfacer ambos requisitos no nos era posible con los equipos (osciloscopio digital y analizador) de que disponíamos.

La Fig. 1 muestra una señal típica de respuesta al impulso durante los 60 primeros milisegundos, donde se aprecia claramente la señal directa y las primeras reflexiones.

Con respecto al tratamiento de los datos, el programa necesario resulta muy sencillo para calcular la Definición en banda ancha, pues basta integrar el cuadrado de la presión acústica en los 50 primeros milisegundos y el total. Para el cálculo de la Definición en bandas de octava, previamente realiza-



mos la transformada de Fourier en ambos tramos. Resulta claro que esta metodología permite calcular numerosos parámetros acústicos basados en la respuesta al impulso (Definición, Claridad, STI, etc.)

CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE

En la aplicación que nos ocupa es fundamental que la fuente usada resulta una aproximación muy satisfactoria del impulso (ver Fig. 1). Esto elimina las dificultades que plantean el uso de amplificadores y altavoces motivadas por tiempos de retardo e inercias. Respecto a los niveles de emisión, estos fueron muy similares salvo en algunos petardos que presentaban defectos de cerramiento y cuyos registros fueron desechados; además, la pequeña dispersión en los niveles acústicos que ofrecen distintas explosiones no es fundamental, puesto que nos interesa la relación de energías entre dos determinados tiempos.

Cuestiones fundamentales son la respuesta en frecuencias de la fuente y la directividad de la misma. El análisis en frecuencias de la señal directa procedente de la fuente muestra que los espectros de diferentes petardos son muy similares; la Fig. 2 representa el análisis espectral de cuatro de ellos elegidos al azar y medidos en diferentes posiciones. Queda patente que estas fuente cubren un ancho de banda muy amplio.

El aspecto más problemático es el de la directividad de las fuentes usadas. Es claro que la directividad puede influir notablemente en la definición dado el corto tiempo de integración del numerador. Nosotros no hemos podido medir el diagrama de directividad de estas fuentes, pero medidas indirectas nos dan una idea de la misma. Con el fin de estudiar la repetitividad de las medidas para el cálculo de la definición en banda ancha y en la banda de octava de 500 Hz., se registraron en un punto del local 30 señales impulsivas, colocando el petardo en tres ejes perpendiculares, es decir diez medidas en cada posición (ejes x, y, z). Los resultados obtenidos fueron los siguientes

Definición en la banda de octava de 500 Hz

Eje	Medida										\bar{D}	σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
x	49	50	41	42	56	51	53	46	41	44	47	5
y	47	49	49	43	46	46	43	54	47	47	47	3
z	48	34	45	41	51	51	40	46	47	46	45	5

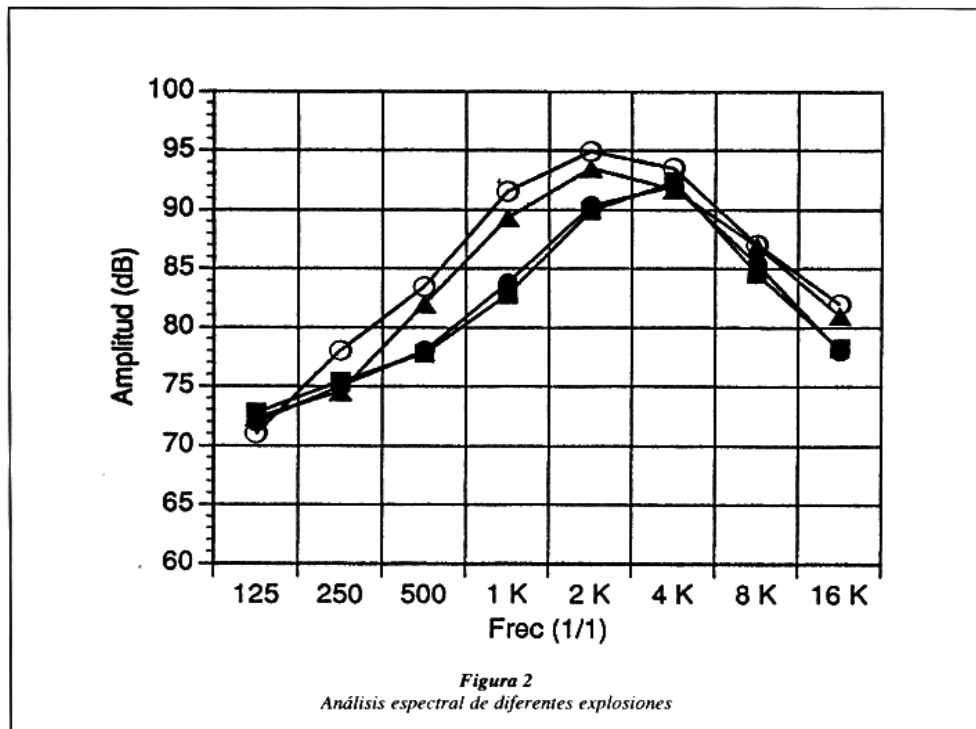
Definición en banda ancha

Eje	Medida										\bar{D}	σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
x	49	61	50	49	62	62	60	52	52	54	55	6
y	55	56	60	54	52	54	57	57	54	55	55	2
z	56	46	56	53	55	56	49	59	52	53	54	4

Estos resultados parecen indicar una apreciable omnidireccionalidad de esta fuente impulsiva. La dispersión dentro de cada serie de medidas la atribuimos a una todavía no suficientemente alta velocidad de muestreo que produce un cierto error en el cálculo de la energía, especialmente en la señal de la onda directa. Debemos mejorar el registro aumentando la velocidad de muestreo, especialmente en los 50 primeros milisegundos.

CONCLUSIONES

- 1ª. Las señales producidas por pequeñas explosiones pueden resultar muy útiles para la medida de los numerosos parámetros acústicos derivados de la respuesta al impulso.
- 2ª. Dicha fuente posee una apreciable repetitividad tanto en su potencia acústica como en su espectro. Así mismo, una cualidad muy satisfactoria es su aparente omnidireccionalidad.



3ª. El dispositivo experimental usado por nosotros debe mejorarse en cuanto a velocidad de muestreo, especialmente en los 50 primeros milisegundos.

REFERENCIAS

1. Thiele, R., *Acústica*, 3 (1953) 291
2. A. Moreno, J. Pfretzschner, C.Colina, J.M. Cuendias. Medida directa de índices globales de aislamiento acústico mediante impulsos producidos por explosiones. *Revista de Acústica*. Vol XIX (1988) 24-34
3. Carlos de la Colina. Aproximación de la fuente acústica ideal mediante impulsos de explosiones y descargas de condensadores eléctricos a baja tensión. Tesis Doctoral. U.A.M. 1995