

Medida de las características de campo libre de una cámara anecoica

C. Rubio, J.V. Sánchez-Pérez, R. Martínez-Sala, F. Cervera
 Grupo de Acústica Arquitectónica y del Medio Ambiente
 Dep. Física Aplicada. Universidad Politécnica de Valencia.
 Camino de Vera s/n. 46022 Valencia
 Tel: (96) 3877520. Fax: (96) 3877529. Email: fcervera@fis.upv.es

Abstract

This paper treats about the measurement of free field features of an anechoic chamber. An ideal anechoic chamber must have free field features. This means that for a punctual source placed elsewhere the sound pressure level must decrease 6 dB when the distance between source and microphone is doubled and also the phase must increase linearly with this distance.

In order to test this behaviour, in the anechoic chamber of the Physics Department at the Polytechnic University of Valence (Spain), measurements of sound pressure level and phase has been made in the frequency range from 0 to 6.4 KHz.

Introducción

Una cámara anecoica ideal tiene características de campo libre. Esto significa que para una fuente puntual situada en cualquier punto debe verificarse que el nivel sonoro decaiga 6 dB cada vez que se duplica la distancia entre el receptor y la fuente y que la fase aumente linealmente con dicha distancia. Con el fin de comprobar este comportamiento, en la cámara anecoica del Dpto. de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, se han realizado medidas de nivel de presión sonora y de la fase de la presión en función de la distancia, en un rango de frecuencias de 0 a 6400 Hz.

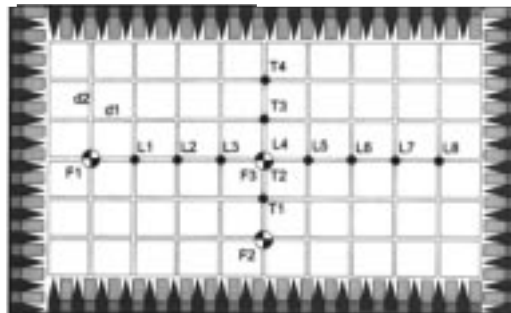


Fig.1 Disposición de la fuente y de los puntos de medida en planta, todos ellos situados en un plano horizontal a 80 cm sobre el suelo, d1=66 cm, d2=59 cm.

Procedimiento de medida

La cámara en estudio dispone de una rejilla metálica situada sobre las cuñas del suelo, al objeto de permitir la accesibilidad a todos los puntos de la misma. Los ensayos se han llevado a cabo con y sin dicha rejilla, lo que ha permitido también, evaluar su influencia.

Las medidas se han realizado utilizando la siguiente instrumentación:

Micrófonos de condensador Brüel&Kjaer tipo 4166. Fuente de referencia Brüel&Kjaer tipo 4204. Analizador portátil de dos canales Brüel&Kjaer tipo 2144 con el módulo Dual Channel FFT.

Las características de campo libre se pueden medir utilizando diferentes métodos^{1,2,3,4,5}.

En nuestro caso se ha optado por fijar la fuente en tres posiciones (F1, F2, F3) y medir los niveles de presión sonora a lo largo de los ejes longitudinal y transversal como se indica en la fig.1. Así mismo, y con la fuente en la posición F3, se han efectuado medidas en varios puntos, distantes entre sí 50 cm, situados en su eje vertical.

Resultados experimentales

A) Eje longitudinal

Teniendo en cuenta la Fig.1, estos ensayos se han realizado con la fuente en la posición F1, el micrófono de referencia (B) en el punto más próximo a la fuente (L1) y el micrófono móvil (A) en el resto de puntos de medida señalados en dicha figura (L2, ... L8).

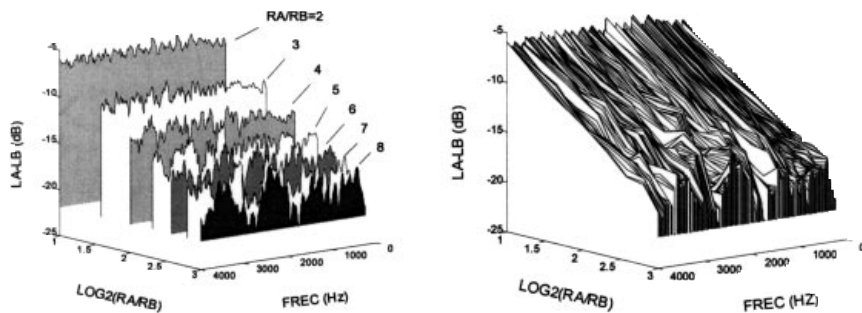


Fig. 2 Verificación de la ley de la inversa de la distancia en el eje longitudinal de la cámara anecoica con la rejilla del suelo

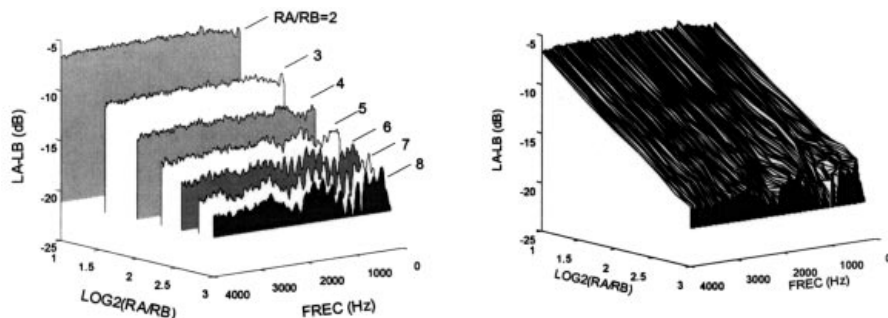


Fig. 3 Verificación de la ley de la inversa de la distancia en el eje longitudinal de la cámara anecoica

En las figuras 2 y 3 se representa la diferencia de niveles ΔL (en dB) entre los dos micrófonos A y B, con y sin rejilla respectivamente, en función del logaritmo binario del cociente de las distancias R_A y R_B de ambos micrófonos a la fuente y de la frecuencia.

Como se observa en la figura 2, el comportamiento de la cámara con rejilla no corresponde de forma rigurosa al de campo libre, es decir, no se verifica exactamente para todas las frecuencias la ley de la inversa de la distancia, cuya expresión es la siguiente:

$$\Delta L = L_A - L_B = -20 \text{Log}_{10} (R_A / R_B) \quad (1)$$

Si $R_A = 2^n R_B$ entonces la expresión (1) se transforma en $\Delta L = -6n$, lo que representa una caída de 6 dB cada vez que se duplica la distancia.

El comportamiento de la cámara sin rejilla, Fig. 3, es más semejante al de un campo libre, sobre todo en la zona de altas frecuencias. No obstante, cuando el punto de medida está más próximo a la pared del fondo (puntos L7 y L8) y fundamentalmente a bajas frecuencias siguen observándose discrepancias con el comportamiento ideal, posiblemente debidas a la limitada absorción en bajas frecuencias de los materiales acústicos que recubren las paredes de la cámara y a que el campo directo es más débil en dichos puntos. Por tanto, la eliminación de la rejilla mejora la respuesta de la cámara, esencialmente para altas frecuencias.

En cualquier caso, la máxima desviación respecto del campo libre para el caso más desfavorable es del orden de ± 2.5 dB, produciéndose en la zona de bajas frecuencias (inferiores a 2Khz). Para distancias a la fuente inferiores a la del punto L7 y frecuencias superiores a 2 KHz las discrepancias son inferiores a ± 1 dB.

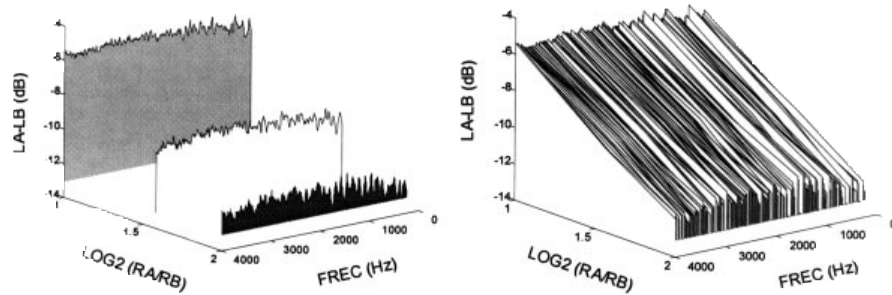


Fig. 4a Verificación de la ley de la inversa de la distancia en el eje transversal de la cámara anecoica

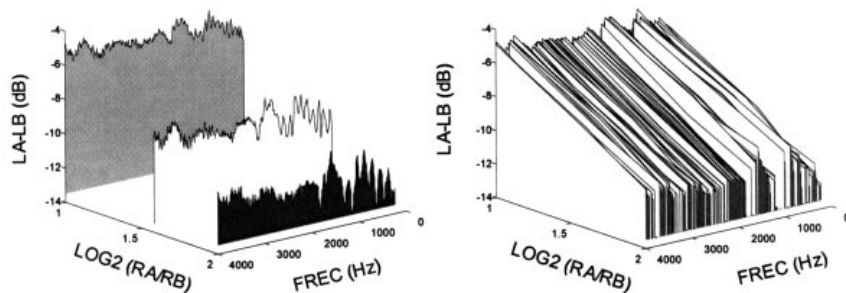


Fig. 4b Verificación de la ley de la inversa de la distancia en el eje vertical de la cámara anecoica sin la rejilla del suelo

B) Ejes transversal y vertical.

En estos ensayos la fuente se ha situado en la posición F2, eje transversal, y en la posición F3, eje vertical; en ambos casos el micrófono de referencia se sitúa en el punto más próximo a la fuente (punto T1) Al igual que en el caso anterior, las medidas se han efectuado con y sin rejilla. Dado que las conclusiones a las que se llegan a partir estos resultados, son similares a las anteriores, mostramos solamente las medidas obtenidas sin rejilla, Figuras 5 y 6.

C) Medida de la fase.

Como ya se ha indicado, una de las características de un campo libre es que la fase aumenta linealmente con la distancia según la expresión:

$$\Delta\Phi = K(R_A - R_B) \quad (2)$$

Siendo ; $K = 2\pi f / c$ f =frecuencia; c =velocidad propagación.

Es decir la pendiente de dicha recta es K, y aumenta con la frecuencia.

Por otra parte, si representamos la fase frente a la frecuencia, manteniendo constante la distancia ($R_A - R_B$) obtenemos una recta de pendiente tanto mayor cuanto mayor es dicha distancia.

En este caso, las medidas se han realizado del mismo modo que para la determinación de la ley inversa de la distancia (eje longitudinal, transversal y vertical) y así mismo tanto con rejilla como sin ella.

En todos los ensayos se cumple el aumento lineal de la fase con la distancia, por lo que sólo presentamos los resultados en el eje longitudinal y sin rejilla (Figura5).

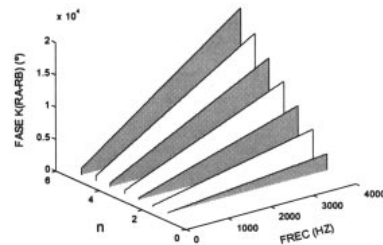


Fig. 5 Verificación de la ley de crecimiento lineal de la fase con la distancia para el eje longitudinal de la cámara sin la rejilla del $R_A - R_B = nd_1$

Conclusiones

De las medidas realizadas se desprenden las siguientes conclusiones:

- 1.- La rejilla produce desviaciones de la ley de la inversa de la distancia, sobre todo para frecuencias superiores a 2 KHz.
- 2.- Sin rejilla, el comportamiento de la cámara es excelente para altas frecuencias ($f > 2\text{KHz}$).
- 3.- En el eje longitudinal, y sin rejilla, la desviación respecto del comportamiento de campo libre es de ± 2.5 dB en el caso más desfavorable y se produce para el punto más alejado de la fuente y para frecuencias bajas ($f < 2\text{KHz}$).
- 4.- En los ejes transversal y vertical, sin rejilla, la máxima desviación apreciada es de ± 1 dB y (2 dB, respectivamente).
- 5.- Se verifica que la fase aumenta linealmente con la distancia a lo largo de cualquiera de los tres ejes, tanto con rejilla como sin ella.

Referencias

- 1 Panchouly, M., Chhappar, A. F. & Mohanan, V., Design and construction of an anechoic chamber at the National Physical Laboratory of India. Applied Acoustic, 14(1981) 101-111.
- 2 Maekawa, Z. & Marimoto, M. New Anechoic Chamber at the Environmental Acoustic Laboratory in Kobe University. Memories of the Faculty of Engineering, Kobe University No. 27 (1981), pp 71-83.
- 3 Bell, E.C., Hulley, L.N., Mazunder, N.C. & Bailey, A.R., The steady-state evaluation of small anechoic chambers, Applied Acoustics, 6(1973) 91-109.
- 4 Parkin, P.H. & Stacy, E.F. The anechoic and reverberant rooms at the Building Research Station. Journal of sound and Vibration 19(3) (1971) 277-86.
- 5 Ellison, A.J. & Miller, B.B. Design and construction of the anechoic chamber at Queen Mary College, Proceedings of Institute of Mechanical Engineers, 178(1,2) (1963-64) 53-68.