



## Estudio de la Absorción y Reflexión del Sonido con la Ayuda del Resonador de Helmholtz

D. Olivos S.<sup>1</sup>, A. Rodríguez R.<sup>1</sup>, M. A. Martínez P.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Recibido 23 de Oct. 2007; Aceptado 6 de Mar. 2009; Publicado en línea 30 de Abr. 2009

### Resumen

Con el objetivo de estudiar ciertos fenómenos acústicos, tales como la resonancia, la absorción y reflexión del sonido se presenta el diseño y desarrollo de una práctica. Para tal efecto se utilizan diferentes materiales y como herramienta principal se emplea un *Resonador de Helmholtz*. De la misma forma, se especifica qué es un Resonador de Helmholtz, los componentes del equipo utilizado, su montaje, el procedimiento para el desarrollo de la práctica; al igual que los resultados y sus correspondientes análisis. Asimismo se complementa la experiencia aplicando un modelo de cámara anecoica con el fin de obtener las condiciones más óptimas, bajo las cuales se efectúan las mediciones. El estudio se basa en el trabajo experimental y se implementa como una forma de ilustración o explicación de los fenómenos de absorción y reflexión del sonido.

**Palabras claves:** Sonido, resonador, Helmholtz, resonancia acústica, absorción, reflexión.

### Abstract

With the objective of study certain acoustic phenomena, such as resonance, absorption and reflection of the sound is presented the design and development of a practice. To achieve this goal, different materials are used and as main tool a Helmholtz Resonator. In the same way, it is specified what a Helmholtz Resonator is, the components of the utilized equipment, its assembly, the procedure to develop the practice; the same as the results and their corresponding analyses. Also the experience is supplemented applying a model of camera anecoica with the purpose of obtaining better conditions, under which the measurements are made. The study is based on the experimental work and it is implemented like an illustration form or explanation of the phenomena of absorption and reflection of the sound.

**Key Words:** Sound, resonator, Helmholtz, acoustic resonance, absorption, reflection.

©2009 Revista Colombiana de física. Todos los derechos reservados

### 1. Introducción

Para el diseño y la adecuación acústica de recintos es frecuente la utilización de un dispositivo conocido como Resonador de Helmholtz, el cual consiste básicamente en una cavidad y una entrada a ésta, llamada cuello, cualquier botella de cristal vacía se puede asimilar a un Resonador. Este dispositivo permite ilustrar y estudiar fenómenos importantes como la resonancia acústica, las oscilaciones amortiguadas, forzadas, la reflexión y la absorción del sonido [3][4].

En el Resonador de Helmholtz, se considera como un oscilador armónico, en el que el aire contenido en el cuello se comporta como el elemento elástico y el contenido en el cuerpo del balón como la masa oscilante.

La revisión efectuada en varias universidades, hace evidente la ausencia de trabajos desarrollados en este tema.[7]

### 2. Desarrollo del trabajo y Materiales



Figura 2. Fotografía del Modelo de cámara anecoica

El sistema tiene como componentes básicos un balón de vidrio totalmente esférico dividido entre el cuello y el cuerpo, un micrófono de medida, un generador de frecuencias de potencias, un osciloscopio y un parlante.

Se determinó la frecuencia natural teórica  $f$  con el fin de establecer el rango en el que se encontraría la frecuencia natural del montaje, mediante la ecuación (1):

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{L \cdot V}} \quad (1)$$

Siendo  $c$  es la velocidad del sonido en el aire,  $S$  el área de la sección transversal,  $L$  la longitud efectiva del cuello y  $V$  el volumen que encierra las paredes de la cavidad. Realizando un barrido de frecuencias alrededor del valor teórico establecido, se midió la frecuencia natural. Seguidamente se elaboraron las curvas de resonancia correspondientes. Posteriormente se recubrió el interior del balón con diferentes materiales como corcho, espuma, fibra de vidrio y se tomaron los datos para obtener las curvas de resonancia siguiendo el procedimiento antes indicado.

Las irregularidades observadas en las curvas de resonancia, plantearon la necesidad de aislar el sistema, implementado un modelo de cámara anecoica, con el fin de optimizar las condiciones bajo las cuales se efectuaron las mediciones. Ver figura 2

Esta cámara se puede cerrar totalmente, dejando aislado el sistema del ruido de fondo. De este modo se tomaron las medidas siguiendo el procedimiento puntualizado para la obtención de las curvas de resonancia y por consiguiente el estudio de la la resonancia, la absorción y reflexión del sonido.

### 3. Análisis de Resultados

De acuerdo a los datos obtenidos (figura 5) se observa que al recubrir el balón con cada material, hay un desplazamiento hacia la izquierda en la frecuencia propia; que es

mayor en lana de vidrio, seguida por el corcho y luego por la espuma. Teniendo en cuenta los coeficientes de absorción, se puede asociar este corrimiento con la absorción de la energía sonora en cada material. A medida que un material tiene mayor capacidad de absorción, la frecuencia propia tiende a disminuir.

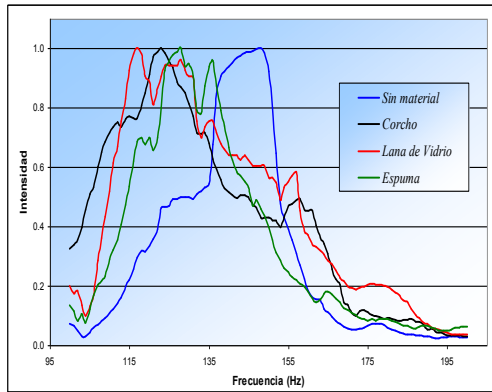
Al comparar las intensidades máximas de cada curva se observa una diferencia significativa entre los valores obtenidos. Esto se resume en la tabla 1 y en la grafica de la figura 4, donde se muestran las curvas de resonancia sin normalizar.

Tabla 1. Intensidad máxima con su correspondiente frecuencia experimental de cada curva de resonancia utilizando diferentes materiales.

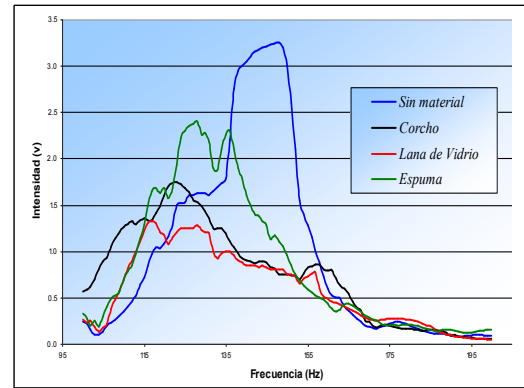
Material	Frecuencia (Hz)	Intensidad (V)
Lana de vidrio	117 ± 1	1.33 ± 0.25
Corcho	123 ± 1	1.75 ± 0.25
Espuma	128 ± 1	2.40 ± 0.25
Sin material	148 ± 1	3.25 ± 0.25

Se observa entonces, que la intensidad máxima correspondiente al balón sin ningún recubrimiento es mucho mayor, pues las cualidades de absorción del vidrio son casi nulas y, por consiguiente, la energía con que se reflejan las ondas sonoras es mayor. A medida que la intensidad máxima disminuye, como en el caso de la espuma de poliuretano, la capacidad de absorción de cada material va aumentando y la reflexión del sonido va disminuyendo, pues la energía incidente penetra por los poros del material, causando múltiples reflexiones internas en la estructura y convirtiéndose en energía térmica.

Debido a esto y teniendo en cuenta los resultados conseguidos, se asume que la energía acústica absorbida por el corcho es mucho mayor y, por consiguiente, se obtiene una intensidad máxima aun menor. De la misma manera se asocia a la lana de vidrio como el material utilizado con mejor capacidad de absorción. De acuerdo a los resultados obtenidos se elaboran dos problemas experimento, que se socializaron posteriormente en un grupo de estudiantes de la Universidad Francisco Jose de Caldas pertenecientes a la asignatura de oscilaciones y ondas.



**Figura 3.** Curvas de resonancia de los diferentes materiales



**Figura 4.** Curvas de resonancia de los diferentes materiales sin normalizar

Se pudo evidenciar que las prácticas realizadas se consideraron atrayentes para los estudiantes, surgiendo un gran interés por dar una explicación a los fenómenos. Se puede analizar además que para un buen desarrollo de estas experiencias, se requiere de un tiempo considerable y los instrumentos necesarios o básicos. Asimismo es interesante ver que con la puesta a prueba de este problema-experimento se pudo tratar mas temas vinculados con el sonido. Los problemas-experimento pueden considerarse como un excelente instrumento para el desarrollo de competencias básicas que vayan enfocadas hacia un mejoramiento del proceso cognitivo del estudiante.

El resonador de Helmholtz puede considerarse como un dispositivo útil y práctico para la enseñanza y explicación de fenómenos acústicos como la resonancia, absorción y reflexión del sonido, además de temas incluidos dentro de las oscilaciones y onda, como lo son las oscilaciones amortiguadas y forzadas. También puede ser conveniente para relacionar los temas antes expuestos con las características del sonido y demás fenómenos ondulatorios.

### Referencias

- [1] ALONSO Marcelo y FINN Edgard J. Física. Estados Unidos: Addison-Wesley Iberoamericana. 1995.
- [2] KINSLER, Lawrence. Fundamentos de Acústica. México: Ed. Limusa. Primera edición. 1988.
- [3] KLINNGER, H.H. Técnica de la acústica. Barcelona: Marcombo, S. A. 1969.
- [4] RECUERO, Manuel. Acústica Arquitectónica Aplicada. Madrid: Paraninfo. 1999.
- [5] ABC del Educador. ABC del Constructivismo Aportes y Desafíos. Bogota: Tiempo de Leer.
- [6] TIPLER, Paul. Física. Barcelona: Editorial Reverte. 1995.
- [7] VARGAS Margarita, OROZCO Juan Carlos y SANDOVAL Sandra. Construcción de un Modelo Explicativo acerca de la Constitución de la Materia con alumnos de básica primaria. En: Instituto para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico. La Investigación: Fundamento de la Comunidad Académica, Resultados de Investigaciones Educativas. 1998.