

# Velocidad del sonido

1. Principio físico que ilustra	2. Foto o Esquema	3D30.15
<b>Ondas estacionarias en un tubo cerrado</b> <b>Velocidad de fase, longitud de onda, frecuencia</b> <b>Nodos y vientres.</b>		
3. Descripción		
Mediante un altavoz conectado a un generador de ondas se generan ondas estacionarias en un tubo cerrado por sus extremos, que se recogen gracias a un micrófono y se visualizan mediante un osciloscopio. Además el micrófono está montado sobre una base milimetrada lo que permite desplazarlo longitudinalmente a lo largo del tubo, pudiendo registrarse las variaciones de amplitud de la onda estacionaria o medir la longitud de onda.		
4. Web del catálogo: <a href="http://www.ucm.es/theoscarlab">http://www.ucm.es/theoscarlab</a>	Transportable: NO	
5. Fundamento teórico		
<p>El sonido es una onda de presión que puede propagarse por el aire. Las compresiones y depresiones producidas por la onda en el aire al propagarse se corresponden con desplazamientos longitudinales (en la dirección de propagación) de las moléculas de aire. Las zonas de mayor amplitud de desplazamiento suceden en las zonas de amplitud nula de la variación de presión y viceversa (ver figura 1).</p>		
<p>El aire dentro de un tubo con un altavoz en un extremo y cerrado por el otro vibra en forma de ondas longitudinales estacionarias. Los modos propios de vibración de un tubo de estas características corresponden a ondas sinusoidales cuya longitud de onda sea tal que exista un punto de amplitud nula o <i>nodo</i> del desplazamiento del aire tanto en el extremo del altavoz como en el extremo cerrado del tubo, ya que el aire no tiene libertad para moverse debido al altavoz y a la tapa del tubo respectivamente. En dichos nodos tenemos una variación máxima de la presión, un <i>antinodo</i> o <i>vientre</i>, de la onda estacionaria.</p>		
<p>El primer modo de vibración o <i>modo fundamental</i> es la onda de frecuencia más baja que tiene dos nodos en los extremos del tubo y corresponde a una longitud de onda doble de la longitud del tubo <math>\lambda = 2L</math>, como se puede apreciar en la figura 1a) y 1d) y una frecuencia <math>f = \frac{c}{2L}</math>, donde <math>c</math> es la velocidad del sonido en el aire. El siguiente modo, el <i>primer armónico</i>, tiene una longitud de onda mitad del fundamental <math>\lambda = L</math>. El primer armónico está representado en la figura 1b) y 1e). Las longitudes de onda de los subsiguientes armónicos se obtienen dividiendo la longitud de onda entre 2 de forma sucesiva. Para que se formen ondas estacionarias dentro del tubo es necesario ajustar la frecuencia del generador de señales a alguna de estas frecuencias, bien a la fundamental o a la de algún armónico.</p>		
<p>En la experiencia se pueden visualizar las ondas estacionarias de la siguiente forma. Introduciendo en uno de los canales del osciloscopio la señal proveniente del micrófono, podemos visualizar la variación temporal de la presión en diferentes puntos a lo largo del eje del tubo. La amplitud de la señal en el osciloscopio es proporcional a la amplitud de la onda estacionaria en ese punto. Si la frecuencia de la onda generada por el altavoz es por ejemplo la frecuencia fundamental, en el punto medio del tubo podremos observar como la amplitud de la señal es prácticamente nula, correspondiendo al nodo que se observa en la figura 1d). Para una frecuencia igual a la del primer armónico, encontraremos la distribución de nodos y los antinodos representada en la figura 1e).</p> <p>Por otra parte, es posible medir la velocidad del sonido con este montaje. Para ello es preciso representar</p>		

en el osciloscopio ambas señales al mismo tiempo, tanto la señal enviada al altavoz como la señal recogida en el micrófono. Tras situar ambas en fase, se ha de anotar la posición del micrófono en la regla de la base. Posteriormente se desplaza el micrófono sobre la regla, observándose que ambas señales empezarán a desfasarse. Cuando ambas señales vuelvan a estar en fase, se habrá recorrido exactamente una longitud de onda. Multiplicando ésta por la frecuencia seleccionada en el generador de frecuencias se obtiene la velocidad del sonido en el aire. Para que el desplazamiento necesario sea lo suficientemente corto como para caber en el tamaño de la base, es conveniente fijar una frecuencia alta en el generador, alrededor de los 5000Hz.

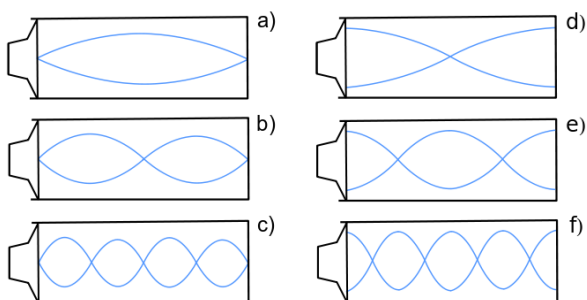


Figura 1. Ondas estacionarias en un tubo cerrado con un altavoz en un extremo. A la izquierda se representa la amplitud de los desplazamientos del aire. A la derecha, la amplitud de las oscilaciones de presión. a) y d) modo fundamental, b) y e) primer armónico, c) y f) segundo armónico

## 6. Materiales y montaje

- Generador de frecuencias
- Altavoz
- Micrófono y su fuente de alimentación
- Tubo de PVC
- Tubo de metal
- Osciloscopio
- 8 Cables de conexión

Cortar un tubo de PVC a una longitud apropiada. Un trozo de tubo de metal se puede utilizar encajado en el tubo de PVC para conseguir un tubo de longitud variable. El tubo de metal se ha de cerrar con una tapa con un agujero en el centro para pasar el micrófono. En el otro extremo del tubo se fija el altavoz asegurándose de que cubre la mayor parte de la sección del tubo. Las conexiones del altavoz se han de hacer por un lado al generador de frecuencias, y en paralelo, a uno de los canales del osciloscopio. El micrófono ha de conectarse al otro canal del osciloscopio. Para alimentarlo, seguir las indicaciones del fabricante.

## 7. Observaciones

Si la frecuencia no está bien ajustada a la correspondiente de una onda estacionaria no observarán adecuadamente los nodos y vientres, aunque en general la figura tendrá un aspecto parecido en el osciloscopio.

