

TP 2: Tubo de Kundt

Caorsi Juan Ignacio, jcaorsi@itba.edu.ar

Dib Ian, idib@itba.edu.ar

Moschini Rita, rmoschini@itba.edu.ar

Tamagnini Ana, atamagnini@itba.edu.ar

Grupo 4 - 15/04/2025

1. ¿El micrófono mide variaciones de presión o desplazamientos del aire?

En una onda estacionaria longitudinal, las regiones donde las partículas de aire no se mueven (nodos de desplazamiento) coinciden con aquellas donde la presión fluctúa con mayor intensidad (antinodos de presión). Esto se debe a que, cuando las partículas no pueden desplazarse, cualquier compresión o expansión de las regiones adyacentes se manifiesta como una variación más intensa de presión en ese punto. Esto es lo que ocurre en los extremos del tubo, puesto que, como se mantienen cerrados, el aire en ellos no puede seguir desplazándose.

Al ubicar el micrófono en uno de los extremos del tubo, la señal registrada por el osciloscopio no se anuló, independientemente de la frecuencia generada. Esto sugiere que el micrófono mide variaciones de presión y no desplazamientos del aire. Además, en este punto se obtienen los valores máximos de presión, lo que confirma que la onda medida es de este tipo.

2. Determine la frecuencia del modo fundamental y la frecuencia de los siguientes tres armónicos.

La frecuencia f_n del armónico n está dado por la expresión:

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} \quad (1)$$

siendo v la velocidad del sonido en el tubo y λ_n la longitud de onda correspondiente al armónico n , dada, a su vez, por:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (2)$$

siendo L la longitud del tubo y n el número de armónico. Juntando ambas expresiones, se obtiene:

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2L} \quad (3)$$

Dado que a temperatura ambiente vale la aproximación $v_{sonido} \simeq 330m/s$ y sabiendo que $L = 0,5m$, la frecuencia fundamental puede estimarse a partir de la ecuación 3 como

$$f_1 = \frac{330m/s}{2 \cdot 0,5m} \simeq 330Hz$$

Partiendo de este valor y de la relación $f_n = n \cdot f_1$, se estimaron los valores teóricos y se buscaron los valores experimentales de las frecuencias f_n para los primeros cuatro armónicos. Los datos obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Frecuencias	Estimaciones teóricas (Hz)	Valores Experimentales (Hz)
f_1	330	346
f_2	660	666
f_3	990	960
f_4	1320	1177

Tabla 1: Estimaciones teóricas y valores experimentales de las frecuencias f_n asociadas a cada armónico n .

Como se puede observar en la tabla 1, los valores experimentales difieren de las estimaciones teóricas. Esto se debe a que el tubo no es ideal, llegando incluso a escucharse el sonido del parlante, lo que implica que el sistema pierde energía.

3. Halle la velocidad del sonido dentro del tubo.

A partir de la ecuación 3, la velocidad del sonido en el tubo v asociada a cada armónico n puede despejarse como

$$v_n = \frac{2L \cdot f_n}{n} \quad (4)$$

Realizando el cálculo para cada valor experimental de f_n obtenido en la sección anterior y agrupando los resultados en una tabla, se tiene:

f_n	$v_n(m/s)$
f_1	346
f_2	333
f_3	320
f_4	294

Tabla 2: Velocidad del sonido en el tubo para cada frecuencia f_n de la tabla 1.

La velocidad del sonido en el tubo puede calcularse como el promedio de los datos de la tabla anterior, quedando $\bar{v} \simeq 323m/s$ como una buena aproximación al valor teórico de la velocidad del sonido a temperatura ambiente $v_{sonido} \simeq 330m/s$.

4. Midan el factor de calidad correspondiente a todos los armónicos registrados.

Se calculó el factor de calidad Q para cada armónico mediante la fórmula:

$$Q = \frac{f_n}{f^+ - f^-}$$

donde f_n es la frecuencia correspondiente al armónico n , y f^- y f^+ son las frecuencias en las que la amplitud alcanza el valor $V_{max}/\sqrt{2}$. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Armónicos	$V_{\max}(mV)$	$V_{\max}/\sqrt{2}(mV)$	f^+ (Hz)	f^- (Hz)	Q
f_1	160	113	357	337	17
f_2	300	212	673	659	48
f_3	212	150	980	945	27
f_4	200	140	1249	1090	7

Tabla 3: Mediciones del ancho de banda correspondiente a cada armónico n y cálculo del factor de calidad Q asociado.

Si bien las mediciones estuvieron sujetas a un importante margen de error —tanto por las limitaciones del equipo como por la dificultad de ajustar con precisión las frecuencias—, los valores obtenidos son razonables.

El factor de calidad Q no depende únicamente de la frecuencia, sino también de las características particulares de cada resonancia. En consecuencia, no hay una relación fija entre los factores de calidad correspondientes a distintos armónicos.