LABORATORIO DE ONDAS Y FLUIDOS 2016-20
ONDAS MECÁNICAS DE SONIDO EN EL AIRE

José Restom y Paula Ordóñez
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
7 de octubre de 2016

Resumen

1. Marco Teórico

Las ondas de sonido entran al tubo de la siguiente manera:

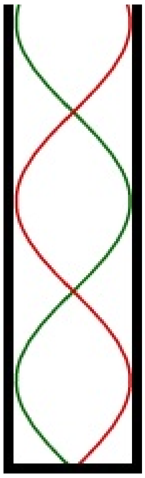

Figura 1: Ondas de sonido en el tubo

La onda de sonido observada tiene forma cosenoidal, por lo tanto esta será la función que describe la onda.

$$y(x,t) = cos(k_n x - \omega_n + \phi$$

donde ϕ es el desface que existe entre las ondas que en la guía es representado como β_n. Por definición se sabe que:

$$P_a(x,t) = \sum_n^{\infty} P_{an}(x,t)$$

Lo anterior es una serie de Fourier que puede ser expresada como:

$$P_a(x,t) = \tfrac{1}{2}A_n + \sum_n^{\infty} A_n sin(kx - \omega t - \phi) + \sum_n^{\infty} B_n cos(kx - \omega t - \phi)$$

Basados en el análisis inicialmente hecho, la función seno no describe la onda, por lo cual, no se tiene en cuenta.

$$P_a(x,t) = B_n cos(k_n x - \omega_n t - \phi)$$

En este caso se va a tomar $A = k_n x$ y $B = \omega_n t - \phi$. Por propiedades de coseno se sabe que:

$$cos(A - B) = cosAcosB + sinAsinB$$

nuevamente no se tiene en cuenta el seno porque no describe la onda y se tiene que:

$$P_a(x,t) = B_n cos(k_n x)cos(\omega_n t - \phi) \tag{1}$$

Se sabe que k_n es el número de onda que se define como:

$$k_n = \tfrac{2\pi}{\lambda_n}$$

Se debe tener en cuenta la longitud de onda de la frecuencia fundamental que para este caso está definida como $\lambda = 4L$ y que para n modos se define como $\lambda_n = \frac{4L}{n}$. Esto se reemplaza en la ecuación anterior y se obtiene:

$$k_n = \frac{2\pi}{\frac{4L}{n}} = \frac{2n\pi}{4L} = \frac{n\pi}{2L} \tag{2}$$

Por definición se conoce que $V_s = \lambda_n f$, $\lambda_n = \frac{2\pi}{k_n}$ y que $f = \frac{\omega}{2\pi}$

$$V_s = \tfrac{2\pi}{k_n}\tfrac{\omega}{2\pi}$$

$$V_s = \tfrac{\omega_n}{k_n}$$

por lo tanto,

$$V_s k_n = \omega_n \tag{3}$$

Para el siguiente caso se debe tener en cuenta que $V_n = f$, es decir, ésta es la frecuencia.

$$V_n = \frac{V_s}{\lambda_n} \tag{4}$$

Se reemplazan datos ya conocidos

$$V_n = \frac{V_s}{\frac{4L}{n}} \rightarrow V_n = \frac{nV_s}{4L} \tag{5}$$