



Experimento 1: Ondas Estacionarias en 1-D

Objetivo

Estudiar ondas estacionarias en un medio 1-D.

Materiales

- Generador de señales
- Parlante
- Cuerdas
- Resortes
- Masas variadas
- Regla
- Balanza

Introducción

El experimento consiste en el estudio de modos normales de vibración asociados a ondas estacionarias transversales y longitudinales en un medio 1-D. Los modos normales en un medio 1-D de largo L , con ambos extremos fijos, tienen una elongación

$$y_n(x, t) = A \sin(k_n \cdot x) \sin(\omega_n t + \phi) \quad (1)$$

con el número de onda

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

y la frecuencia angular

$$\omega_n = k_n v \quad (3)$$

siendo $n = 1, 2, 3, \dots$ y v la velocidad de fase. El número n define el modo normal de oscilación. La frecuencia de la oscilación es

$$f_n = \omega_n / 2\pi = \frac{n}{2L} v. \quad (4)$$

En una cuerda la velocidad de fase de ondas transversales está dada por

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (5)$$

donde T es la tensión de la cuerda y μ su densidad lineal de masa. La figura 1 muestra modos normales de oscilación.

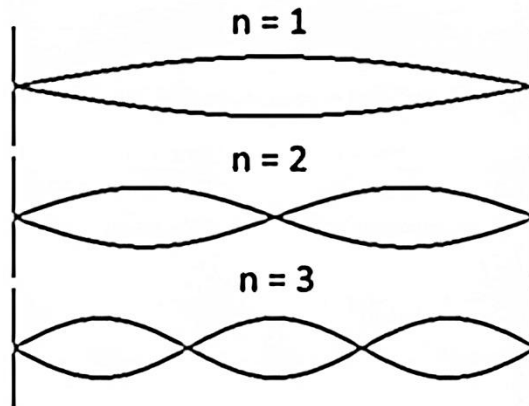


Figura 1: Los tres primeros modos normales de oscilación de una cuerda con extremos fijos.

Procedimiento Experimental

Ondas Transversales – Parte 1

1. Las ondas son generadas en una cuerda excitada transversalmente por un parlante vibrando a frecuencia variable, como muestra la figura 2. La cuerda está unida por un extremo al centro del parlante, y en el otro extremo tiene un gancho para agregar masas, generando una tensión variable en el extremo libre.
2. La tensión de la cuerda se ajusta agregando golillas de masa conocida al gancho del extremo colgante. La tensión de la cuerda debe ser baja.
3. Mida la densidad lineal de masa de la cuerda.
4. Conecte el parlante al generador de funciones.
5. Para distintos valores de la tensión T de la cuerda, encuentre las frecuencias f_n (T) correspondientes a los modos normales de vibración, caracterizados por el número n correspondiente.
6. Graficando las frecuencias $f_T(n)$, determine para las distintas tensiones T la velocidad de propagación de ondas transversales en la cuerda.
7. Analice gráficamente la relación entre la tensión de la cuerda y la velocidad de propagación de las ondas, es decir, $v(T)$.

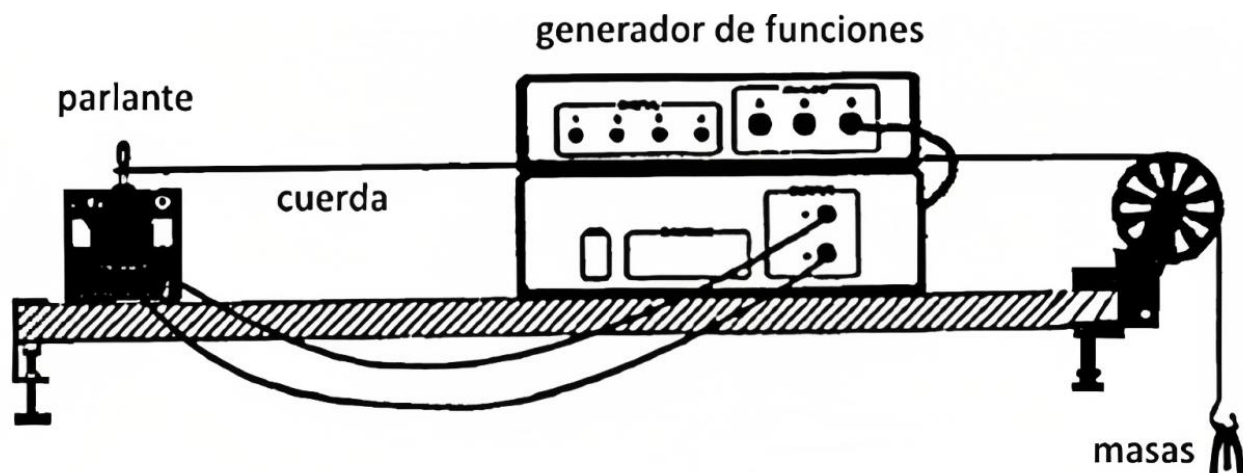


Figura 2: Montaje para las ondas transversales.

Ondas Transversales – Parte 2

1. Seleccione dos cuerdas con densidades de masa lineales diferentes y determine el cociente de las dos densidades de masa lineales.
2. Conecta las dos cuerdas con densidades lineales de masa diferentes.
3. Determine algunas frecuencias f a las que se forma una onda estacionaria en ambas cuerdas simultáneamente.
4. En el estado de vibración estacionaria, determina las amplitudes y longitudes de onda de ambas cuerdas. Para eso, se puede hacer una foto con el celular y luego evaluar la foto geométricamente. Analiza e interpreta los resultados.

Ondas Longitudinales

1. Las ondas son generadas en un resorte de constante elástica k conocida.
2. Para determinar la constante elástica coloque una masa en el resorte colgando de uno de sus extremos. Defina la posición de esta masa como origen de sistema de coordenadas o posición de referencia. Luego agregue otra masa al resorte (aumentando la masa) y mida el desplazamiento que se produce con respecto a la posición de referencia, como se muestra en la figura 3. Utilizando la ecuación de equilibrio de fuerzas

$$(m_f - m_i)g = k\Delta x \quad (6)$$

y usando métodos gráficos, considerando las barras de error apropiadas en cada caso, determine la constante del resorte.

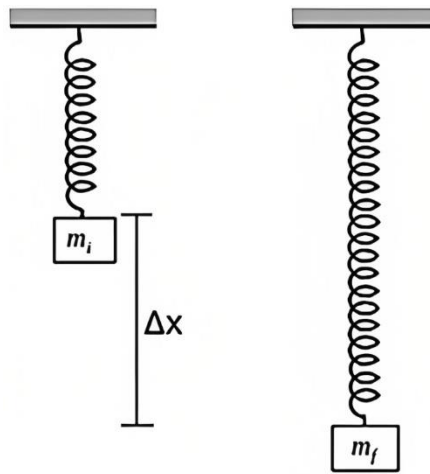


Figura 3: Montaje para determinar la constante del resorte.

3. Las ondas son generadas en un resorte excitado longitudinalmente por un parlante vibrando a frecuencia variable, como muestra la figura 4. El resorte está unido por un extremo al centro del parlante y el otro extremo está fijo. La tensión del resorte se ajusta variando su largo extendido. Al igual que en el caso anterior la tensión del resorte debe ser baja.
4. Para distintos valores de la tensión del resorte, encuentre las frecuencias correspondientes a los modos normales de vibración, caracterizados por el número n correspondiente.
5. Graficando las frecuencias $f_T(n)$, determine para las distintas tensiones T la velocidad de propagación de ondas longitudinales en el resorte.
6. Analice gráficamente la relación entre la tensión del resorte y la velocidad de propagación de las ondas, es decir, $v(T)$.

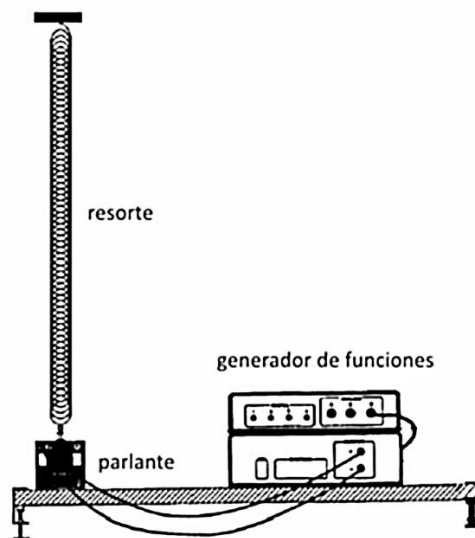


Figura 4: Montaje para las ondas longitudinales.