

ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDA

OBJETIVO

Encontrar la relación empírica que gobierna el movimiento de una cuerda vibrante en términos de la velocidad de propagación, v , la tensión, T , en la cuerda y la densidad de masa de la cuerda, μ .

INTRODUCCION

Para una onda senoidal el desplazamiento vertical del medio se puede escribir

$$y = A \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right)$$

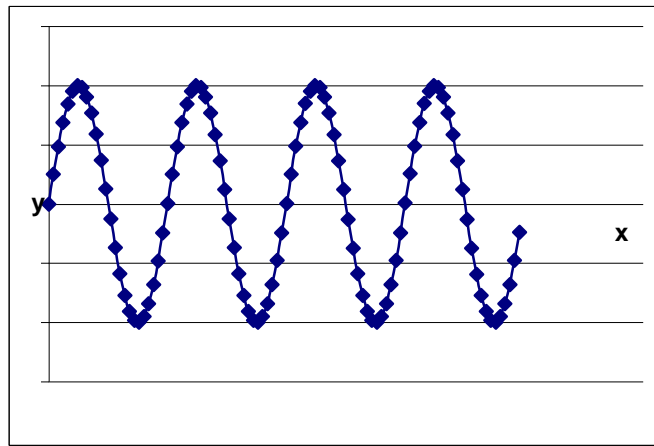


Figura N° 1. Onda senoidal que viaja hacia la derecha.

De la figura se puede obtener que la velocidad de propagación de la onda:

$$v = \lambda * f \quad (2)$$

Siendo λ la longitud de onda que corresponde a la distancia entre dos posiciones que tienen igual velocidad e igual aceleración y f la frecuencia de la onda que corresponde al número de ondas por unidad de tiempo, con $f = \frac{1}{P}$, siendo P el periodo de la onda.

Cuando una cuerda se amarra a sus extremos se generan ondas estacionarias que corresponde a la superposición de ondas transversales al reflejarse en los extremos de la cuerda, los cuales son fijos. En estas condiciones la vibración se caracteriza por la existencia de vientres (antinodos) y nodos, como se observa en la figura 2.

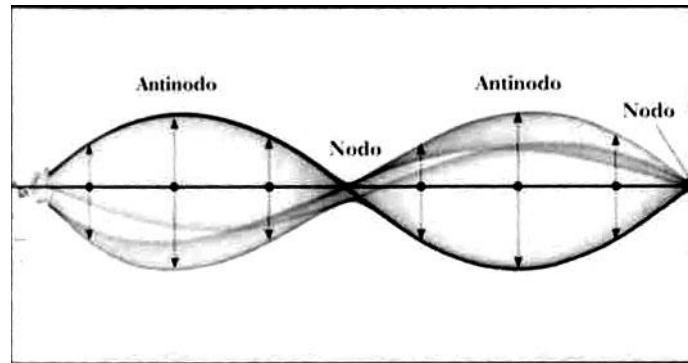


Figura N° 2: Muestra una onda transversal estacionarias en una cuerda, con nodos y vientres o antinodos.

La distancia entre dos antinodos adyacentes es igual a $\frac{\lambda}{2}$

La distancia entre dos nodos adyacentes es igual a $\frac{\lambda}{2}$

La distancia entre un nodo y un vientre es adyacentes es igual a $\frac{\lambda}{4}$

La descripción del movimiento de una onda en una cuerda , con longitud L , tensión T y distribución de masa lineal μ y con sus extremos fijos, está dada por la función de onda ψ , que es solución de la ecuación de onda en una dimensión.

Entonces ψ es de la forma:

$$\Psi(x,t) = A \text{sen}(kx) \cos(\omega t) \quad (3)$$

donde $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ y $\omega = 2\pi f$

según las condiciones de bordes fijos para ψ tenemos:

$$0 = \Psi(L,t) = A \text{sen}(kL) \cos(\omega t)$$

entonces $kL = n\pi$ con $n = 1,2,3\dots$

$$\lambda = 2L/n \quad (4)$$

Con $n = 1$ se obtiene la frecuencia correspondiente al primer armónico (frecuencia fundamental). Ver figura 2.

$$\lambda = \frac{2L}{1} \Rightarrow \lambda = 2L$$

De la ecuación (2) y (4) se tiene:

$$f_n = \frac{nv}{2L}$$

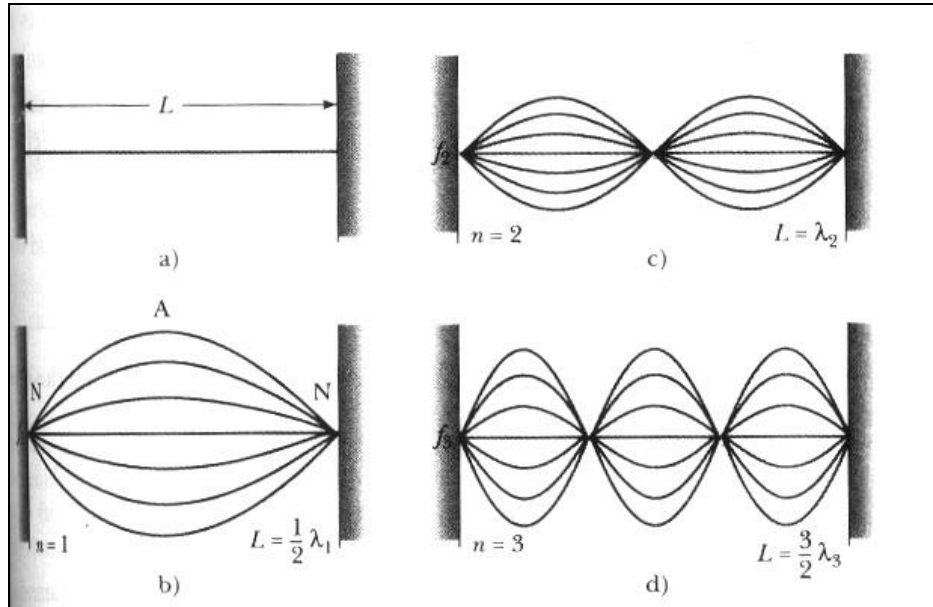


Figura N° 3:

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el montaje mostrado en la figura.

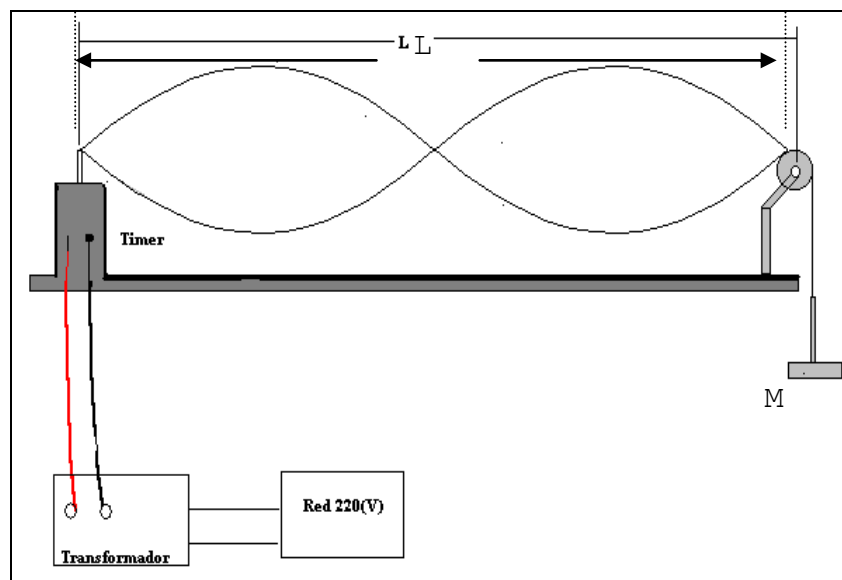


Figura N°4: Esquema montaje del experimento.

2. Instrumentos a utilizar

- ❖ Timer (vibrador) de frecuencia $f = 50[H]$
- ❖ Polea
- ❖ Cuerdas de diferentes diámetros
- ❖ Potapesas
- ❖ Pesas
- ❖ Regla
- ❖ Balanza

I. RELACION ENTRE TENSIÓN Y VELOCIDAD DE PROPAGACION $v(T)$

1. Mantenga la frecuencia constante [$f = 50 (H)$] y la densidad de masa de la cuerda $\left[\mu = \frac{\text{masa de la cuerda}}{\text{longitud de la cuerda}} = \frac{m}{l} \right]$ constante. Cambie la Tensión en la cuerda variando

M y mida la longitud de onda, recuerde que $T = Mg$.

2. Realice esta actividad para 8 tensiones diferentes y escriba los datos en la tabla N°1.

3. Completa la siguiente tabla 1:

M (g)	T (D)	λ (cm)	v(m/s)

Tabla N°1: frecuencia constante y densidad masa constante.

m (g)	μ (g/cm)	λ (cm)	v(m/s)

Tabla N°2 frecuencia constante y tensión T constante.

4. Construya gráfico v v/s T . Obtenga una relación empírica entre v y T .

II. RELACIÓN ENTRE DENSIDAD DE MASA DE LA CUERDA Y LA VELOCIDAD DE PROPAGACION DE LA ONDA, $v(\mu)$

5. Mantenga la frecuencia constante [$f= 50$ (H)] y la tensión de la cuerda, T, constante.
6. Mida la masa m , y la longitud l de cada una de las cuerdas que se le proporcionaron.
7. Cambie la cuerda, y mida la longitud de onda. Realice esta actividad para todas las cuerdas que se le proporcionen. Escriba los datos en la tabla 2.
8. Complete la tabla 2.
9. Construya gráfico v vs μ . ¿Qué concluye?
10. Obtenga la relación empírica entre la velocidad v y la densidad de masa μ .
11. Obtenga la relación entre v , T y μ .
12. Considerando que la relación teórica es $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$. Determine el error porcentual obtenido en el modelo experimental.