

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E FÍSICAS Y FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

FÍSICA III

INTERFERENCIA Y DIFRACCIÓN DE ONDA MECANICA

(PRACTICA 1)

AREQUIPA SETIEMBRE 2003

ONDAS TRANSVERSALES EN UN CUERDA

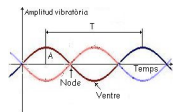
A. OBJETIVO:

– Estudiar la propagación de las ondas transversales en una cuerda y determinar las relaciones entre frecuencia, tensión y longitud de onda.

B. CUESTIONARIO PREVIO:

1.¿Qué son ondas estacionarias?, señale en un grafico sus elementos. Mencione tres ejemplos.

Cuando el medio de propagación está limitado (una cuerda atada a los extremos, la columna de aire dentro de un tubo), la onda, cuando llega a este límite, se refleja. Esta reflexión se combina con la perturbación inicial dando lugar a lo que se llama onda estacionaria. Estas ondas están caracterizadas por la aparición de puntos en reposo (nodos) y puntos con amplitud vibratoria máxima (vientre). En las cuerdas vibrantes y en los tubos sonoros, se producen fenómenos de esta clase.



Como ejemplo de ondas estacionarias tenemos las que se producen en una cuerda de guitarra, en los instrumentos de percusión.

2.¿Qué son ondas transversales?. Señale tres ejemplos.

Si las partículas del medio en el que se propaga la perturbación vibran perpendiculares a la dirección de propagación, las ondas se llaman transversales. Si vibran en la misma dirección se llaman longitudinales.

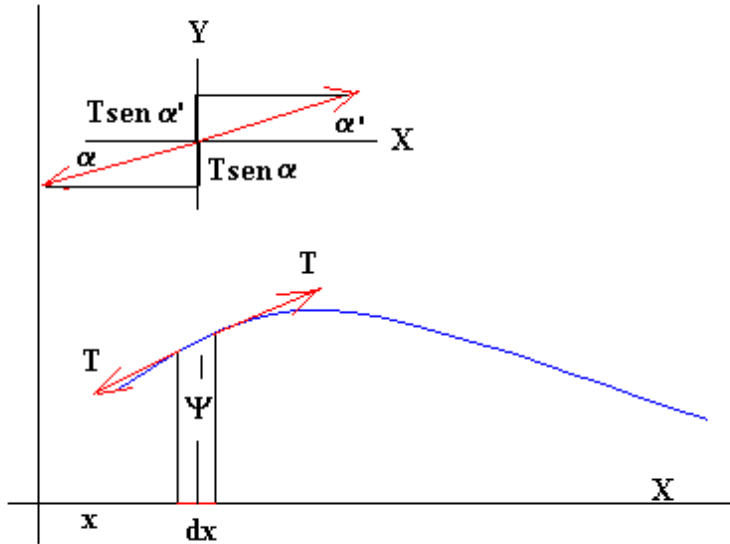
Para demostrar el efecto de una onda transversal hallamos la velocidad de propagación.

Velocidad de propagación:

Vamos a analizar la propagación de un movimiento ondulatorio en una cuerda sometida a una tensión y a determinar la fórmula de la velocidad de propagación de las ondas transversales en la misma.

Consideremos una cuerda cuya tensión es T . En el equilibrio, la cuerda está en línea recta. Vamos a ver lo que ocurre cuando se desplaza un elemento de longitud dx , situado en la posición x de la cuerda, una cantidad δ respecto de la posición de equilibrio.

Dibujamos las fuerzas que actúan sobre el elemento, y calculamos la aceleración del mismo, aplicando la segunda ley de Newton.



La fuerza que ejerce la parte izquierda de la cuerda sobre el extremo izquierdo del elemento, es igual a la tensión T , y la dirección es tangente a la cuerda en dicho punto, formando un ángulo δ con la horizontal.

La fuerza que ejerce la parte derecha de la cuerda sobre el extremo derecho del elemento, es igual a la tensión T , y la dirección es tangente a la cuerda en dicho punto, formando un ángulo δ' con la horizontal.

Como el elemento se desplaza en la dirección vertical, hallamos las componentes de las dos fuerzas en esta dirección y la resultante.

$$F_y = T(\sin \delta' - \sin \delta)$$

Si la curvatura de la cuerda no es muy grande, los ángulos δ' y δ son pequeños y sus senos se pueden reemplazar por tangentes.

$$F_y = T(\tan \delta' - \tan \delta) = T \cdot d(\tan \delta) = T \frac{\partial}{\partial x} (\tan \delta) dx = T \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} dx$$

La segunda ley de Newton nos dice que la fuerza F_y sobre el elemento es igual al producto de su masa por la aceleración (derivada segunda del desplazamiento).

La masa del elemento es igual al producto de la densidad lineal m (masa por unidad de longitud), por la longitud dx del elemento.

$$(m dx) \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = T \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} dx$$

Simplificando la ecuación llegamos a la ecuación diferencial del Movimiento Ondulatorio, y a determinar la dependencia de la velocidad de propagación de las ondas transversales en la cuerda con la tensión de la cuerda T (N) y con su densidad lineal m (kg/m)

$$v = \sqrt{\frac{T}{m}}$$

Como ejemplo de ondas transversales tenemos las son los mismos ejemplos de las ondas Estacionarias pero teniendo en cuenta que solo las ondas transversales se propagan por medios rígidos, entonces los líquidos y los gases no transmiten ondas transversales.

Ejemplos

*Cuando zumbamos una piedra a un pozo de agua las olas que se forman

*El péndulo de un reloj

*El movimiento cuando cae las piezas del domino

3. Deducir una expresión para obtener la Frecuencia con la cual oscilara cada punto de una cuerda en función de la tensión y densidad lineal.

Si se sabe que:

4. ¿Una onda transmite energía?, ¿Trasmite cantidad de movimiento?

Observamos que, en la propagación de una perturbación, las partículas se mueven, pero retornan a sus posiciones de equilibrio, cuando pasa la perturbación. Entonces, lo que se propaga no es la materia, sino su estado de movimiento.

También una onda transmite energía una forma de comprobar este fenómeno es cuando por ejemplo tratamos de clavar un clavo para cemento en una pared si lo agarramos mal nos hace doler los dedeos cuando lo intentamos clavar porque se produce un movimiento ondulatorio, pero si seguimos chancando, se calienta entonces se dice se a producido un cambio de energía, porque el trabajo respecto del tiempo es la potencia y es una energía.

También podemos decir que una onda si transmite energía que es la onda Hertziana, descubierta por Hertz, es la Onda que trasmite energía electromagnética ; y tiene la propiedad de propagarse en el vacío a la misma velocidad de la luz .

También transmite cantidad de movimiento , a través de cualquier tipo de movimiento el ejemplo mas claro de esto seria un temblor

C. Equipo y Material:

Del laboratorio Del Alumno

–Balanza digital –Texto de consulta

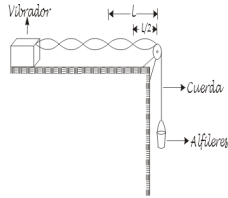
–Reglas –Papel bond ocho oficios

-Vibrador -Metro

-Fuente de alimentación

-Cuerdas de diferentes densidades lineales

• Esquema



E. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

- Determinar la densidad lineal de la cuerda con su incertidumbre correspondiente, estableciendo su masa (M) y su longitud(L).
- Disponer el equipo como se muestra en el esquema.
- Unir un extremo con el vibrador eléctrico y el otro con el porta masas (vasito).
- Hacer funcionar el vibrador eléctrico, variar muy lentamente la distancia del vibrador eléctrico hacia la polea hasta el nodo inmediato al vibrador.
- utilizar un tope de tal forma que se establezca dos (4) semilongitudinales de onda
- Medir la distancia L para las dos semilongitudinales de onda
- Repetir los pasos del procedimiento (1,2,3,4,5 y 6). Variando la masa (m) del portamasas (Utilice valores ideales en orden creciente).
- utilizar otra cuerda y repetir los pasos de procedimiento (1,2,3,4,5y6)
- establecer la siguiente TABLA I

Longitud de la cuerda (L): 200 ± 0.05 cm.

Masa de la cuerda (M): 0.3 ± 0.00004 g

Lecturas	Masa (g)	L(cm)	N	F (l/s)	(cm)	v (cm/s)
1	5	30	4	132.00	15	1979.90
2	6	34	4	127.58	17	2168.87
3	7	38	4	123.46	19	2342.65
4	8	39	4	128.41	19.5	2504.40
5	9	41	4	129.58	20.5	2656.31
6	10	44	4	127.27	22	2800
7	11	45	4	130.52	22.5	2936.66

TABLA I

Donde: f = frecuencia,

= longitud de onda.

V = velocidad de propagación de la onda transversal.

F. ANÁLISIS DE DATOS EXPERIMENTALES:

- **Demostrar que $\lambda = 2L/n$.**

Supongamos una cuerda de longitud L fija en los extremos. La cuerda tiene un conjunto de modos normales de vibración, cada uno con una frecuencia característica. Las frecuencias se pueden calcular fácilmente.

En primer lugar, los extremos de la cuerda deben de ser nodos ya que estos puntos se encuentran fijos. El primer modo de vibración será aquél en el que la longitud de la cuerda sea igual a media longitud de onda $L = \lambda/2$.

Para el segundo modo de vibración –un nodo en el centro–, la longitud de la cuerda será igual a una longitud de onda, $L = \lambda$.

Para el tercer modo, $L = 3\lambda/2$, y así sucesivamente.

Podemos proceder al revés y variar las longitudes de onda, manteniendo la longitud de la cuerda fija, para obtener diferentes modos de vibración.

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad \text{con} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Se producirán nodos para una cuerda de longitud " L " cuando la λ de la onda tenga los valores dados por la fórmula:

- **Determinar la frecuencia y la longitud de onda. Registrar los valores en la tabla uno.**

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2L}{n\lambda}$$

$$\text{tensión} = T = mg \quad v = T/\mu$$

- **Establecer la tensión de la cuerda (T) y determinar la velocidad de propagación de la onda. Registrar los valores en la tabla uno.**

- **Mediante una estimación interna y realizando una tabla dos adecuada, encuentre el valor del promedio de la frecuencia y la desviación estándar.**

Frecuencia	Desviación S.
128.40	128.40

- **Establecer las condiciones para la producción de ondas estacionarias**

Analíticamente.

Si dos Ondas.

$$Y_1 = A_0 \sin(kx - \omega t) \quad \text{y} \quad Y_2 = A_0 \sin(kx + \omega t)$$

Donde Y1 representa una onda que baja hacia la derecha y Y2 la otra hacia la izquierda

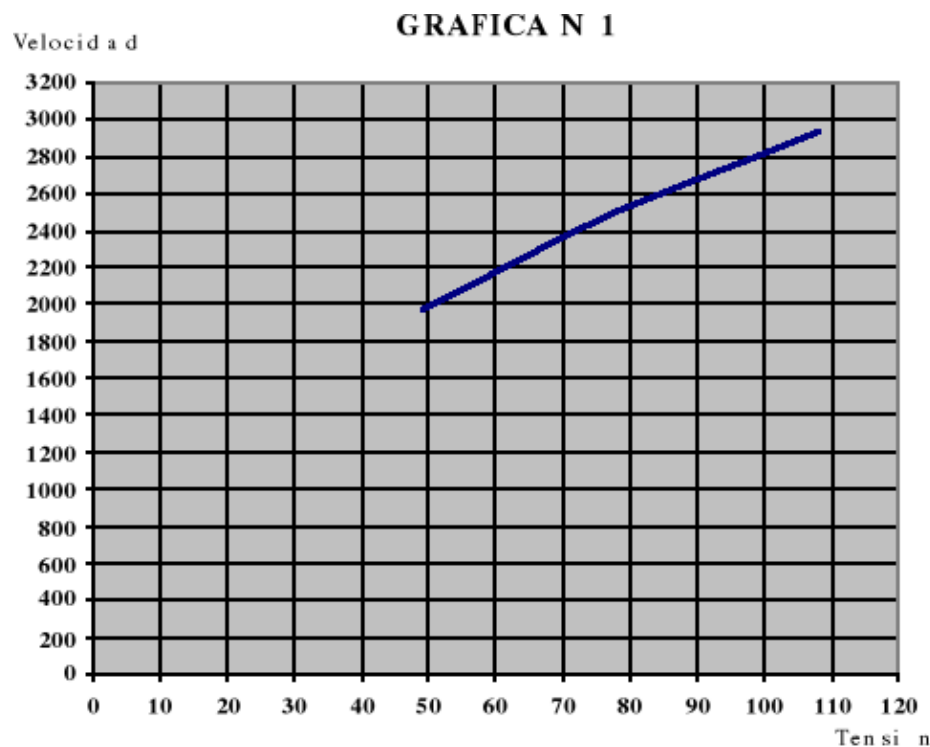
por lo tanto sumamos las dos ondas.

$$Y=Y1+Y2= A_0\text{Sen}(kx-wt) + A_0\text{Sen}(kx-wt)$$

Donde $K=2\pi/\lambda$ y $W=2\pi f$

6.Comparar las longitudes de onda para diferentes cuerdas utilizadas

7.Graficar en papel milimetrado la velocidad de propagación de la onda (v) en función de la tensión (T) GRAFICA 1



8.Graficar en papel milimetrado la velocidad de propagación de la onda al cuadrado (v²) en función de la tensión en la cuerda (T) GRAFICA 2

9.¿Qué representa la pendiente de la GRAFICA 2? Explique

$$y-1 = 1.25 \cdot 10^{-6}$$

COMPARACIÓN y EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

- Compara el valor de la frecuencia de oscilaciones de la corriente alterna (60Hz) con el valor de la frecuencia aproximada de la práctica.

La diferencia es muy grande, debido a que ambas frecuencias tienen tensiones diferentes uno en DC(lo realizado en la práctica) y el otro en AC(red de 220).

CONCLUSIONES:

- Las longitudes de onda son diferentes para cada cuerda diferente que han sido utilizados.
- A mayor peso que se va agregando en el porta masas (vasito) se va a ir incrementando la longitud L (cm) que conforman las 4 semilongitudes de onda.
- Para el cálculo de la frecuencia característica de la onda transversal dependen de la velocidad de propagación y de la longitud de la onda.
- El equipo vibrador activado por un extremo y por el otro terminal una determinada masa que son sostenidas por una cuerda generan en el espacio libre ondas transversales.
- La ondas generadas reflejan una amplitud y una frecuencia.
- La onda resultante es la suma de las ondas incidentes y reflejadas.

CUESTIONARIO FINAL:

- **Habr  puntos que oscilan con una amplitud $2A$, Cuáles son? Habr  puntos que oscilarán con una amplitud cero, cuáles son?**

Los puntos que pueden alcanzar un máximo de amplitud igual a " $2A$ " sólo pueden hacerlo de tiempo en tiempo cuando $\cos(\omega t)$ sea igual a 1.

Se denominan nodos a los puntos, x , que tienen una amplitud mínima, $2A \sin(kx)=0$, por lo que $kx=np$ con $n=1, 2, 3, \dots$ (recuerda que $k=2\pi/l$), o bien, $x = l/2, l, 3/2, \dots$. La distancia entre dos nodos consecutivos es media longitud de onda, $l/2$.

La amplitud puede alcanzar distintos valores según la posición, x , del punto. Algunos puntos tendrán amplitud cero y no vibrarán nunca (estacionarios): son los llamados nodos.

- **Se puede producir ondas estacionarias con ondas sonoras? Explique.**

Si se pueden producir ondas estacionarias sonoras. Por ejemplo, vamos a encontrar los modos de vibración de una cuerda mediante una experiencia. Una cuerda horizontal está sujeta por uno de sus extremos, del otro extremo cuelgan pesas. Una aguja sujeta al centro de la membrana de un altavoz atraviesa la cuerda y le comunica la vibración. Se conecta el altavoz a un generador de ondas sonoras y la membrana vibra.

Por los tanto disponemos de un sistema oscilante, de la cuerda, y de la fuerza oscilante proporcionada por la aguja.

- **Existe el fenómeno de resonancia en la experiencia realizada? Explique.**

Según la experiencia realizada estamos en una situación de resonancia cuando la frecuencia de la fuerza oscilante, la que marca el generador vibrador, coincide con alguno de los modos de vibración de la cuerda, la amplitud de su vibración se incrementa notablemente.

- **Permanece constante la velocidad de propagación de la onda al variar la tensión en la cuerda? Porqué?**

En ésta experiencia simulada, es determinante, cuando cambiamos la tensión de la cuerda cada vez que obtenemos una nueva distancia L impuesta por los 4 semi longitudes de onda. El vibrador tiene una frecuencia de oscilación que fija al iniciar el proceso de vibración y nosotros, mientras la cuerda vibra, tiramos de la varilla de soporte de la polea con distinto movimiento de ella con lo que var amos la v de propagación de la onda.

- Si se lanza una roca a un estanque y las olas resultantes se extienden en círculos cada vez mayores, la amplitud disminuye al aumentar la distancia al centro. Por qué?

Al lanzar una roca sobre el estanque se forman ondas circulares bidimensionales, la cual la amplitud no va a disminuir por tener una fuente puntual que se mueve hacia arriba y hacia abajo con un movimiento armónico simple. En este caso la longitud de onda es la distancia entre crestas de ondas sucesivas que son circunferencias concéntricas denominadas frente de onda.

BIBLIOGRAFÍA:

- Taylor K, Burns P, Wells, P. Clinical applications of doppler ultrasound. 4th Edition. Raven Press. New York. 1995.
- Marcus M, Schelbert H., Askerton D., Wolf G. Cardiac imaging. a companion to Braunwald's heart disease. 3rd ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 1988.
- Sears F, Zemansky M., Física general. Quinta edición. Aguilar. Madrid. 1973
- Miákišev G, Bújovsevič. Física 4. Editorial Mir Moscú. Moscú. 1986
- Miguel C. Física. 24ª. Edición. El Ateneo. Buenos Aires. 1993
- Frumento A., Biofísica. Tercera edición. Mosby/Doyma Libros. Madrid. 1995

$$\lambda = \frac{2\pi}{K}$$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$