

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA

PROPAGACIÓN DE ONDAS DE AGUA

OBJETIVO GENERAL: ESTUDIO DE LAS ONDAS

- Emplear una cubeta de ondas para investigar las principales características de las ondas (longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación) y sus propiedades de reflexión y difracción.

INTRODUCCION GENERAL.

El hecho que fenómenos tan importantes como la luz y el sonido se propaguen por medio de ondas, hace que el estudio del movimiento ondulatorio sea de una gran importancia.

Una onda consiste en oscilaciones que se mueven sin transportar materia. Las ondas implican transporte de energía pura mediante la deformación o cambio de las propiedades del medio. Este transporte de energía se realiza **sin que haya desplazamiento de materia** de un lugar a otro, en forma permanente.

Hay algunas ondas que se propagan en medios materiales deformables - como el sonido, las ondas sísmicas, las olas del mar. Éstas corresponden a vibraciones mecánicas de un medio material. Otras ondas se propagan en un medio con propiedades físicas, corresponden a ondas de naturaleza electromagnética como lo son la luz, las ondas de radio, los rayos x, la radiación ultravioleta, la radiación infrarroja.

En la naturaleza los seres vivos obtienen información del medio. Así por ejemplo el ser humano se comunica emitiendo sonidos con sus cuerdas vocales y los capta con sus oídos, detecta la radiación térmica con su piel, puede ver con sus ojos, etc.

Diferentes animales han desarrollado diferentes sentidos para cubrir sus necesidades específicas, lo que hace conveniente tener un conocimiento de las características físicas de las diferentes clases de ondas que tenemos en el medio-ambiente.

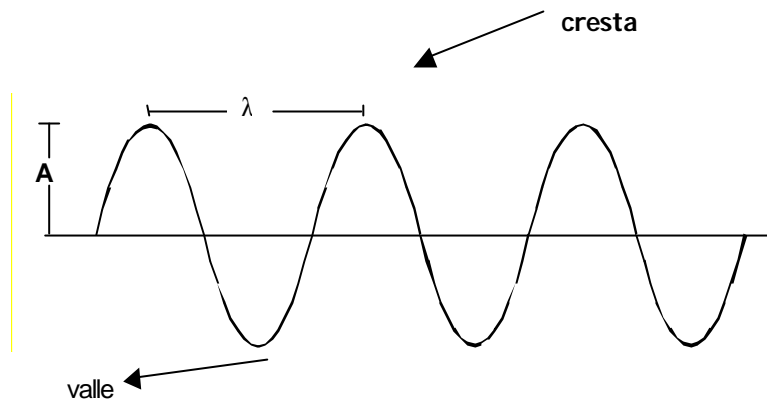
Para describir una onda recordemos se habla de:

a. - Longitud de onda (λ) que es igual a la distancia entre dos puntos consecutivos cualquiera de una onda.

b. - Frecuencia (f) que es el número de crestas que pasan por un punto dado en la unidad de tiempo.

c. - Amplitud (A) que es la máxima altura de una cresta o la máxima profundidad de un valle.

d. - Período, T, que es el recíproco de la frecuencia.



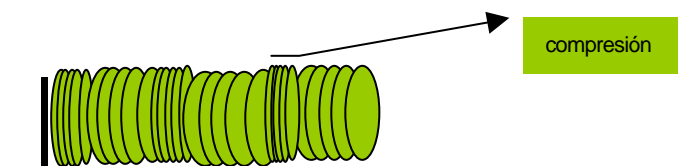
Como una cresta de la onda se mueve en apariencia una distancia de una longitud de onda **l** en un período, la velocidad (v) de la onda (que es distinta a la velocidad de una partícula del medio) es igual al producto entre la frecuencia y la longitud de la onda.

$$v = l f$$

La velocidad de la onda depende de las propiedades del medio en el que viaja y corresponde a la velocidad con que la cresta(o valle) se mueve en apariencia.

De acuerdo a la dirección de propagación de la onda y la dirección de la perturbación o deformación del medio, suele clasificarse las ondas en dos tipos:

- a) **Ondas longitudinales:** son aquellas en que la deformación se produce en la dirección de propagación de la onda. Este caso, es el de las ondas sonoras y las ondas de choque producidas en las explosiones. Una onda longitudinal puede crearse en un resorte largo, comprimiendo algunos anillos al inicio del resorte para luego soltarlo. Una serie de expansiones(valles) y compresiones (crestas) se propagan a lo largo del resorte.



- b) **Ondas transversales:** la deformación se produce en dirección perpendicular a la de propagación de la onda, como por ejemplo las que se propagan en una cuerda tensa cuando se hace oscilar un extremo o bien las que se propagan en la superficie del agua

El tratamiento matemático es el mismo para ambos tipos de onda.

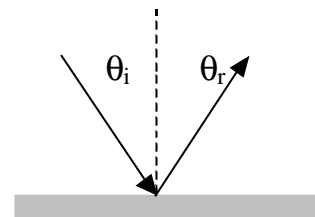


De acuerdo a la forma del **frente de onda**, estas pueden ser:

- a) **Planas** : los puntos de igual fase o deformación constituyen un plano. Caso particular de ésta forma de onda es la rectilínea, para un espacio bidimensional (superficie líquida de la cubeta de ondas). Los frentes de onda constituyen líneas paralelas que avanzan alejándose del generador de ancho ó fuente emisora.
- b) **Esféricas** : los puntos con igual fase constituyen esferas concéntricas. Las ondas circulares son un caso particular para un plano, los frentes de ondas son circulares concéntricos que avanzan radialmente alejándose del generador.

REFLEXI ÓN

Cuando un frente de ondas choca con una superficie de separación de dos medios diferentes, parte de las ondas se reflejan, de manera que el ángulo de incidencia (respecto a la normal de la superficie de separación) es igual al ángulo de reflexión: $\theta_i = \theta_r$.



DIFRACCION

Al obstruir un frente de onda plano o esférico, se produce el fenómeno conocido como **difracción**, que consiste en la flexión de la luz alrededor de un obstáculo. El proceso por el cual se producen los efectos de difracción, aparece continuamente en la propagación de cada frente de onda, al suprimir una parte de este frente mediante algún obstáculo y se notan con mayor intensidad cuando las dimensiones del obstáculo son parecidas a las de la longitud de la onda.

CUBETA DE ONDAS

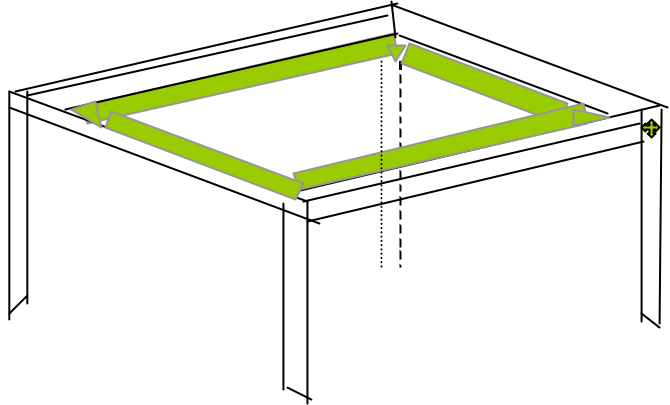
I.- OBJETIVO ESPECIFICO

Emplear una cubeta de ondas para investigar la longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación y las propiedades de reflexión y difracción de ondas.

INTRODUCCION

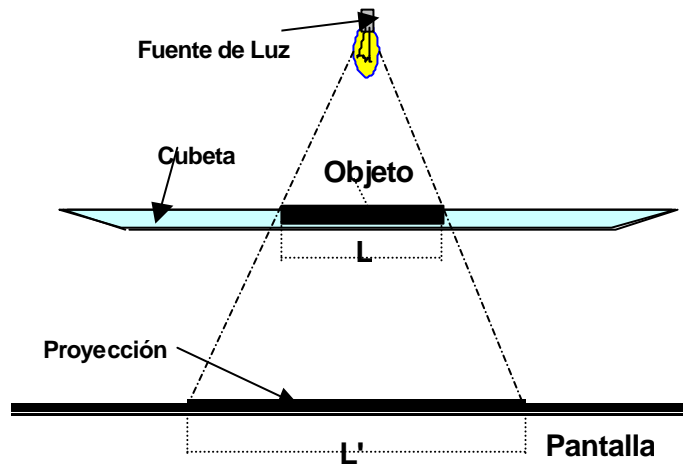
LA CUBETA DE ONDAS

La cubeta de ondas es un dispositivo experimental que nos permite mostrar, observar, estudiar el comportamiento de las ondas. Con ella se obtienen bastante buenos resultados, aprovechando el fenómeno de la propagación de las ondas superficiales en un líquido.



Consiste en un recipiente de poca profundidad cuyo fondo plano y rectangular es de vidrio transparente. Se usa para estudiar el comportamiento de las ondas observando la proyección de éstas sobre una pantalla colocada debajo de la cubeta.

A cierta altura sobre la cubeta y en la parte central de ella se coloca una lámpara de manera tal que sólo ilumine hacia la cubeta.



DESARROLLO EXPERIMENTAL

1.- PREPARACIÓN DEL MONTAJE EXPERIMENTAL

(Seguir el apartado 3.2 de las "Instrucciones de Servicio")

Nota: no olvidarse de nivelar correctamente la cubeta.

2.- GENERACIÓN DE ONDAS CIRCULARES

(Seguir las instrucciones dadas en el **guión en inglés** de Leybold, apartados (a) y (c))

(Seguir el apartado 3.4 y 3.5 de las "Instrucciones de Servicio")

- Medir λ variando f de 10 Hz a 80 Hz.
- Teniendo en cuenta que $v = \lambda \cdot f$, realizar un ajuste lineal para obtener v .

3.- GENERACIÓN DE ONDAS PLANAS

(Seguir las instrucciones dadas en el **guión en inglés** de Leybold, apartados (b) y (c))
 (Seguir el apartado 3.4 y 3.5 de las "Instrucciones de Servicio")

- Medir λ variando f de 10 Hz a 80 Hz.
- Teniendo en cuenta que $v = \lambda \cdot f$, realizar un ajuste lineal para obtener v .

4.- GENERACIÓN DE PULSOS PLANOS

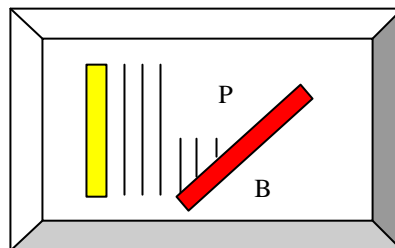
(Seguir las instrucciones dadas en el **guión en inglés** de Leybold, apartado (e))

- Medir la velocidad de propagación de un pulso. Repetir la medida 10 veces, obtener el promedio y estimar el error.

5.- REFLEXIÓN

Utilizando el generador de ondas planas, coloque un obstáculo plano en la dirección de la propagación de la onda. Los pulsos incidentes golpearán la barrera frontalmente (ángulo de incidencia cero).

- Describa lo que sucede con los pulsos cuando golpean la barrera e identifique los pulsos incidentes y reflejados.
- Cambie el ángulo de incidencia de 0° a 90° . En la hoja de papel marque la dirección de propagación, la dirección de la onda reflejada y la normal a la superficie de incidencia para un ángulo de unos 45° .
- Represente el ángulo de incidencia frente al ángulo de reflexión y compruebe, mediante un ajuste lineal que $\theta_i = \theta_r$.



6.- DIFRACCIÓN

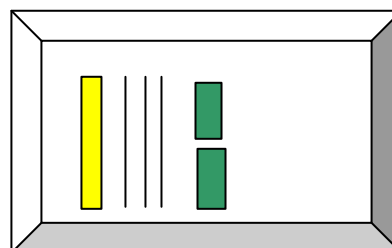
Prepare dos barreras frente al generador de ondas planas como muestra la figura.

Genere pulsos sencillos y observe la difracción de las ondas incidentes cuando pasan a través de la abertura.

Mientras genera las ondas con frecuencia constante reduzca progresivamente el tamaño de la abertura.

Describa y dibuje para tres anchos distintos de la abertura de la barrera incidente, uno pequeño, uno mediano y uno grande, que muestren la difracción de las ondas incidentes.

Luego aumente la velocidad de generación de las ondas y para esta frecuencia, reduzca progresivamente el tamaño de la abertura.



NOTA: Como las imágenes de la cubeta de ondas sobre la pantalla se amplifican, las mediciones de la longitud de onda sobre la pantalla deben ajustarse respecto a la amplificación(ver figura página 4)

El factor de amplificación (β), se determina colocando un objeto cualquiera (de forma bien definida) en la cubeta justo bajo la fuente luminosa. Se mide la longitud del objeto y su proyección correspondiente.

El cociente entre la dimensión proyectada(L') y la dimensión real (L), determina el factor de amplificación. $\mathbf{\beta} = \frac{L'}{L}$