

Resumen ONDAS PROPAGATIVAS Y ESTACIONARIAS

- Un pulso es una perturbación que se da en un instante (i.e. de corta duración) generada en el estado natural (el equilibrio, por lo general) de un punto de un medio material. Esta perturbación se transmite por dicho medio como una **onda**.
- Ecuación general de ondas:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$$

Donde $U(x,t)$ será nuestra función que describa la onda. Notamos que:

$U(x,t)$ tiene 2 variables: posición y tiempo. Luego, para conocer una onda por completo en cierto momento, requeriremos una x y un t (Véase Aux 10: P3-3)
- Para una cuerda que se puede deformar levemente en forma vertical, nuestra ecuación se convierte en:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

Donde $c = \sqrt{\frac{T}{\rho_L}}$ es la velocidad de propagación, T la tensión de la cuerda y ρ_L su densidad lineal.

* Importante:

c depende exclusivamente del medio, no de condiciones iniciales.

- Solución de D'Alembert:

$$U(x,t) = f(x-ct) + g(x+ct)$$

Donde $f(x-ct)$ describe una onda que viaja hacia la derecha, y $g(x+ct)$ una que se propaga hacia la izquierda.

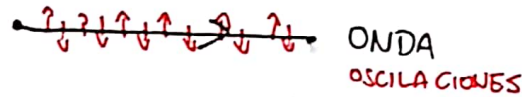
→ -ct
← +ct

ONDAS ESTACIONARIAS

- Deformación longitudinal: El movimiento oscilatorio es paralelo a la dirección de propagación de la onda:



- Deformación transversal: El movimiento oscilatorio es perpendicular a la dirección de propagación de la onda



- Ondas armónicas: $y(x,t) = A \sin(kx - \omega t - \phi)$

Donde:

• A = amplitud

• ϕ = Constante de fase

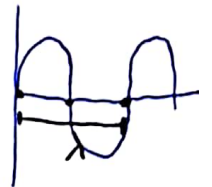
Son dependientes de las condiciones iniciales.

Tenemos que: $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (Número de ondas)

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

(Frecuencia angular)

(con λ longitud de onda y T periodo)



Y se cumplen las sigtes. relaciones:

$$\frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k} = c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

CUERDAS SEMI FINITAS

- Con un extremo fijo: $y(0,t) = 0 \quad \forall t$

$$\Rightarrow y(x,t) = f(x-ct) - \overbrace{f(-(x+ct))}^{\text{"LADO IMAGINARIO" DE LA CUERDA}}$$

(Para que nos resulte con $t=0$)

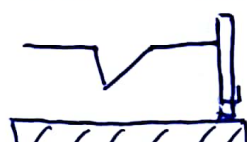
Gráficamente:

PULSO INCIDENTE



$\Rightarrow$

PULSO REFLEJADO



(Suponemos que el auxiliar sabe dibujar y son iguales)

- Con un extremo móvil: $\frac{\partial y(0,t)}{\partial x} = 0 \quad \forall t$

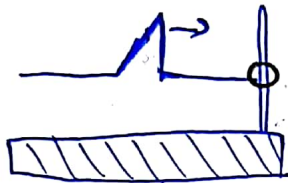
Notamos que esto significa que dicho extremo se puede mover "verticalmente", más nunca horizontalmente.

$$\Rightarrow y(x,t) = f(x-ct) \oplus f(-(x+ct))$$

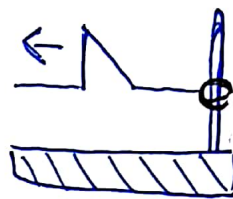
"LADO IMAGINARIO..."

Móvil: $f + f$
Libre: $f - f$

- Gráficamente: Pulso INCIDENTE



- Pulso REFLEJADO



MODOS NORMALES (ESTACIONARIAS)

- Decimos que una onda es de tipo **estacionaria** cuando, ciertos puntos de ella permanecen inmóviles para todo tiempo. Estos puntos los llamamos **nodos**.
- Luego, los **modos normales** son equivalentes a cuantas "lomas" o "valles" forma la onda (λ_n, f_n).

Formulas:

- Ambos extremos fijos: $K_n = \frac{n\pi}{L}$; $\lambda_n = \frac{2L}{n}$; $c = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$;

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

- Extremo fijo y libre: $\lambda_n = \frac{4L}{2n-1}$; $f_n = \frac{(2n-1)c}{4L}$

- Ambos extremos libres: $\lambda_n = \frac{2L}{n}$; $f_n = \frac{nc}{2L}$

$\Rightarrow$ OBTENIDO DE LA SOL DE ONDAS ESTACIONARIAS:

$$y(x,t) = 2A \sin(Kx) \cos(\omega t + \phi)$$