

ASIGNATURA:

FUNDAMENTOS Y EQUIPOS

TEMA 6:

**CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS
DE ULTRASONIDOS**

PROFESOR:

JÉSICA SÁNCHEZ MAZÓN

ONDAS

El **sonido es una onda**, y una onda se define como una **propagación de una perturbación que transporta energía pero no materia**.

En función del medio en que se propaga:

- **Mecánica**: necesita un medio para desplazarse (látigo, piedra en estanque, sonido).
- **Electromagnética**: no necesitan medio físico para desplazarse.
- **Gravitacionales**: es una perturbación del espacio-tiempo producida por un cuerpo masivo acelerado.

Los cambios de presión producen una onda que adopta una forma sinusoidal cuando se representa gráficamente la presión en el eje Y y el tiempo en el eje X.

Puesto que la oscilación tiene lugar en la dirección de propagación, **las perturbaciones sonoras son ondas longitudinales**.

PROPIEDADES DE LA ONDA

- **Longitud de onda (λ):** distancia que separa dos puntos que estén en el mismo estado de oscilación en un instante de tiempo. Unidad: metro.
- **Periodo (T):** Tiempo que tarda en repetirse una perturbación. Unidad: seg.
- **Amplitud (A):** Diferencia entre el valor máximo de la cresta y el valor cero.
- **Frecuencia (f):** número de repeticiones por unidad de tiempo. Unidad: $\text{Hz}=\text{s}^{-1}$. Al aumentar la frecuencia, disminuye el periodo y la longitud de onda: $T=1/f$.

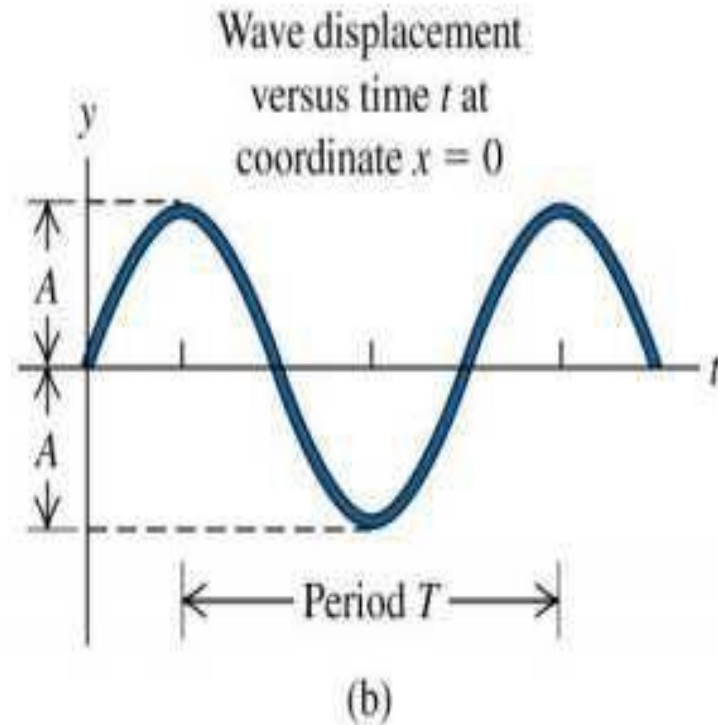
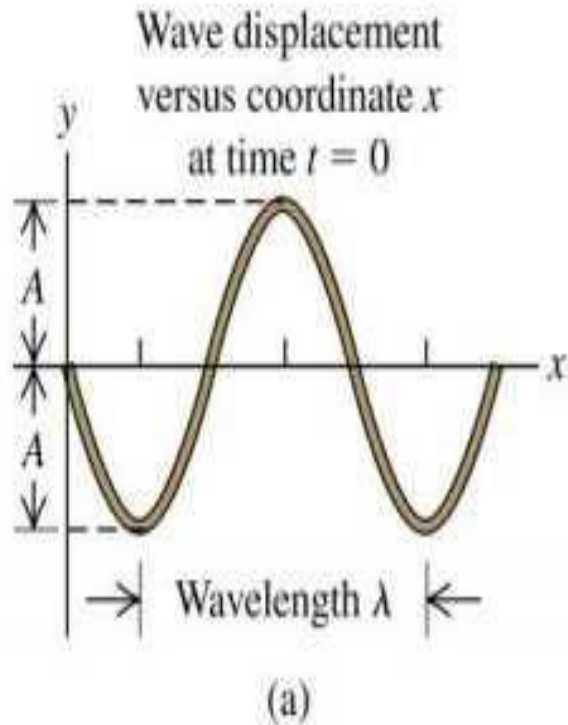
En diagnostico la frecuencia está relacionada con la profundidad y la resolución de la imagen. Se usan frecuencias de 3,5MHz a 14Mhz.

Se utilizan **ultrasonidos pulsados**: la fuente emite durante un breve espacio de tiempo, deja de emitir y vuelve a emitir, y **durante el periodo que no emite se dedica a captar el eco**.

EJERCICIOS

1. ¿Qué longitud de onda tiene la nota «La» de un diapasón de 440 Hz? ($V_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$)
2. Si el período de un movimiento vibratorio es 10 segundos, la frecuencia valdrá: ¿0,1 Hz?, ¿100 Hz? Razona la respuesta.
3. Una onda sonora, de longitud de onda 1,7 m, se propaga en el aire con una velocidad de 340 m/s. ¿Qué valor tienen su período y su frecuencia?
4. ¿Con qué velocidad se propaga una onda de longitud de onda 40 m y frecuencia 3000 Hz?

PROPIEDADES DE LA ONDA



PROPIEDADES DE LA ONDA

- **Velocidad de propagación:** es la distancia que avanza una onda en un periodo y el tiempo que emplea.

Los parámetros del medio que condicionan la velocidad de propagación son:

1. **Densidad:** le velocidad es proporcional a la densidad.
2. **Elasticidad:** Es la capacidad del medio para recuperar su forma y tamaño tras aplicarle una fuerza. A mayor elasticidad mayor velocidad.
3. **Compresibilidad:** es la variación de un volumen al aplicar una presión en un objeto. A mayor compresibilidad menor velocidad.

$v_{\text{gas}} < v_{\text{liquido}} < v_{\text{solido}}$.

MATERIAL	Velocidad (m/seg)
Acero	3.320
Sangre	1.570
Tejidos blandos (promedio)	1.540
Hígado	1.550
Cerebro	1.530
Hueso compacto	3.380
Líquido cefalorraquídeo	1.500
Aire	348
Agua (25 ° C)	1.497
Músculo	1.540
Hueso craneal	4.080

PROPIEDADES DE LA ONDA

Intensidad: es la energía que atraviesa un área determinada por unidad de tiempo. (W/cm^2).

Dada la dificultad de conocer la intensidad de una onda en valores absolutos, en general se usa el **decibelio (dB)**, unidad que compara la **diferencia de intensidad entre dos sonidos** mediante una escala logarítmica de base 10.

$$\text{dB} = 10 \log (I/I_0)$$

donde I es la intensidad en cualquier punto y $I_0 = 10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$.

Al atravesar un medio se pierde energía de la onda acústica, se pierde intensidad. Es lo que se denomina **atenuación**. La atenuación se produce como consecuencia de fenómenos de **reflexión, refracción, absorción y dispersión**.

EJERCICIOS

1. ¿Cuál es el nivel de sensación sonora en decibelios correspondiente a una onda de intensidad 10^{-10} W/m^2 ?, ¿y de 10^{-2} W/m^2 ? La intensidad umbral es de 10^{-12} W/m^2 .
2. ¿En cuantos decibelios aumenta el nivel de sensación sonora si se duplica la intensidad de un sonido?
3. Supongamos que al gritar una persona la intensidad del sonido es 500 veces mayor que cuando habla. ¿Cuál es la diferencia en el nivel de sensación sonora en dB?

PRODUCCIÓN Y PROPIEDADES DE LA ONDA

- **Onda mecánica** → Propagación de una perturbación.
- Para generar esta perturbación se necesita una fuente de energía que será quien produzca el sonido.

¿ **Cómo producimos US?**

Diapasones, silbatos y otros.

En ecografía se utiliza la **piezoelectricidad**.

- Cuando un material cristalino apropiado (cuarzo) es sometido a estimulación eléctrica, el cristal se expande a lo largo de su eje corto.
- Si la polaridad eléctrica se invierte, el cristal se contrae.
- Si la señal oscila a una frecuencia muy alta, **el cristal se expandirá y se contraerá alternativamente a la misma frecuencia.**

En esa situación la cara del cristal se comporta como el cono de un altavoz y ese movimiento mecánico produce un US con la misma frecuencia que la señal eléctrica aplicada.

PRODUCCIÓN Y PROPIEDADES DE LA ONDA

Los materiales **piezoeléctricos** pueden convertir la **tensión mecánica en electricidad**, y la electricidad en vibraciones mecánicas.

El **cuarzo** es un ejemplo de un cristal **piezoeléctrico natural**.

Los cristales de cuarzo están hechos de átomos de **silicio** y **oxígeno** en un patrón repetitivo.

En el cuarzo, los átomos de silicio tienen una carga positiva y los átomos de oxígeno tienen una carga negativa.

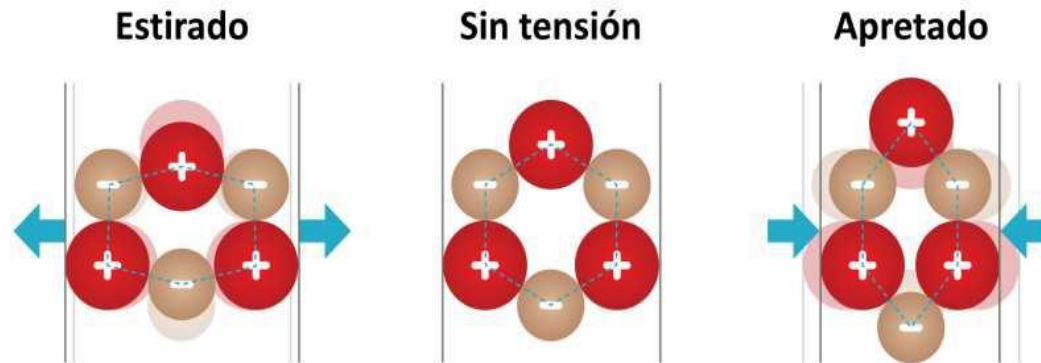
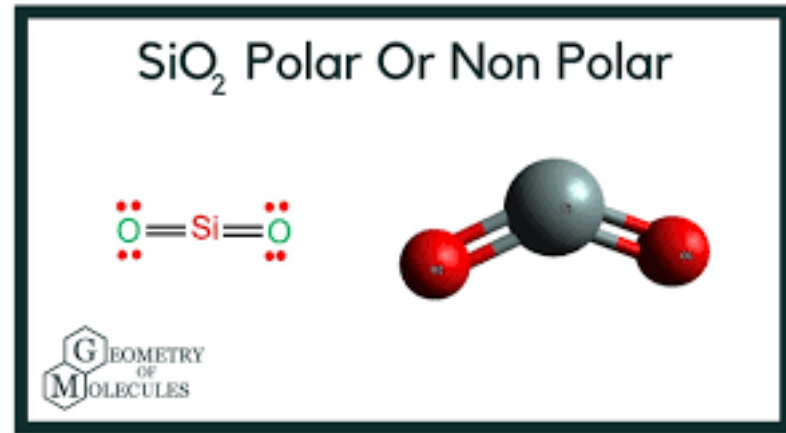
Cuando el cristal no está bajo ningún tipo de estrés externo, las cargas se dispersan uniformemente en las moléculas a través del cristal. Pero **cuando el cuarzo se estira o comprime**, el orden de los átomos cambia ligeramente.

Este cambio causa que las cargas negativas se acumulen en un lado y las cargas positivas se acumulen en el lado opuesto → **Producción de corriente**

PRODUCCIÓN Y PROPIEDADES DE LA ONDA



Cuarzo



Efecto piezoeléctrico (vídeo)



INTERACCIÓN DE LOS US

- La reflexión es el fenómeno ondulatorio que más interesa en ecografía, ya que **el receptor recibe las ondas reflejadas**. La reflexión que se produce, es decir, el eco que se recibe depende de la impedancia del medio y del tipo de interfase.
- **La impedancia es la resistencia del medio** al paso del ultrasonido. Es elevada para sólidos y menor para líquidos, partes blandas y gases.
- En ecografía se deben evitar las superficies de los huesos debido a la elevada impedancia del tejido óseo.

También **hay una gran reflexión en interfaces entre materiales de impedancias muy diferentes**, como ocurre cuando se pasa de un medio gaseoso a un tejido blando.

Ejemplo: de este efecto se produce en la **superficie de contacto entre la piel y el transductor**: la fina capa de aire es suficiente para hacer una reflexión de prácticamente el 100%, por esta razón **se interpone un gel que permita el paso del ultrasonido**.

INTERACCIÓN DE LOS US

MATERIAL	IMPEDANCIA
Agua	1,48
Tejidos blandos	1,6-1,7
Grasa	1,38
Hueso	7,8
Aire	0,0004
VALORES DE IMPEDANCIA ACÚSTICA	

INTERFASES	REFLEXIÓN (%)
Tejido blando – Aire	99,9
Tejidos blando – Pulmón	52
Tejidos blando – Hueso	40
Tejidos blando – Grasa	0,69
Tejidos blando – Músculo	0,04
PORCENTAJE DE REFLEXIÓN EN DIFERENTES INTERFASES	

TRANSDUCTORES

- Un transductor es **cualquier aparato que convierte una energía o tipo de señal en otra** (electroacústicos, electromagnéticos, electroquímicos, fotoeléctricos,...).
- Los transductores en ecografía son electroacústicos y utilizan los dos efectos piezoeléctricos:
 1. **Indirecto**: generan ultrasonidos a partir de un pulso eléctrico. Se utiliza en ecografía para emitir los pulsos de US.
 2. **Directo**: generan electricidad a partir de una onda de presión. Se usa en ecografía para captar los ecos reflejados y transformarlos en señales eléctricas que serán procesadas para darnos la imagen en ecografía.

Los transductores en ecografía son llamados “**sondas**”. Las sondas admiten diferentes clasificaciones según sus características: construcción, distribución de los cristales, frecuencia de trabajo o, a la más común, según la geometría de la imagen.

TIPOS DE TRANSDUCTORES

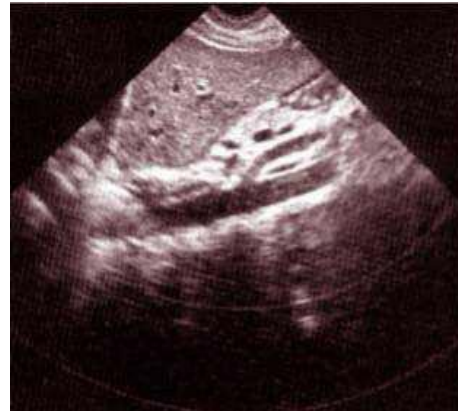
Transductor o sonda sectorial:

Los ultrasonidos salen desde un mismo punto, dando lugar a un **haz radial**.

Proporcionan un formato de imagen triangular o en abanico con una base de inicio de la emisión de los ecos mínima.

Se usan en la exploración cardiaca y abdominal ya que permiten tener un abordaje intercostal.

Al usarse para la exploración de estructuras más profundas su frecuencia de trabajo suele ser entre 3.5 y 5 MHz



TIPOS DE TRANSDUCTORES

Transductor o sonda lineal:

Los cristales se distribuyen de manera **lineal**. Se generan **haces paralelos**.

Proporcionan un formato de imagen rectangular.

Se usan para el estudio de estructuras más superficiales como: Músculos, tendones, mama, tiroides, escroto, vasos superficiales, etc.

Al usarse para la exploración de estructuras más superficiales las frecuencias de trabajo suelen ser entre 7.5 y 13 MHz, aunque existen hasta 20 MHz.



TIPOS DE TRANSDUCTORES

Transductor o sonda cónvex:

Tienen una forma curva y proporcionan un formato de imagen **de trapecio**.

Se usan en la exploración abdominal general y obstétrica.

Las frecuencias de trabajo son las mismas que en las sondas sectoriales.

Los cristales se distribuyen de manera lineal, pero se le da al transductor una curvatura convexa. Con esto se consigue mejor visión proximal que la sonda sectorial y un mayor campo de visión que una sonda lineal.



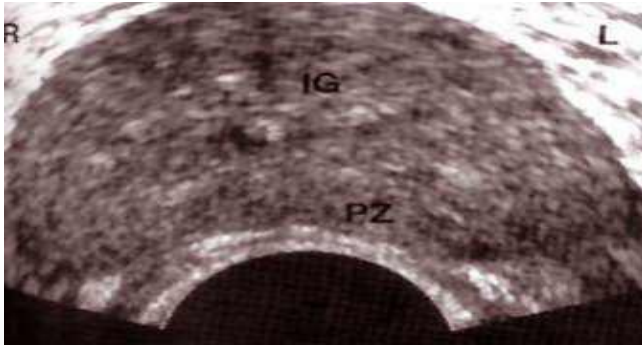
TIPOS DE TRANSDUCTORES

Transductor intracavitario:

Pueden ser lineales y/o cónvex.

Se usan para exploraciones intrarectales e intravaginales.

Las frecuencias de trabajo suelen ser entre 5 y 7.5 MHz



TIPOS DE TRANSDUCTORES

VENTAJAS	
Sonda sectorial	Buen campo profundo con poca ventana acústica
Sonda lineal	Gran resolución con gran campo superficial
Sonda convex	Buena resolución con gran campo superficial y profundo.

