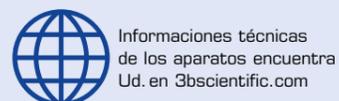


TAREAS

- Excitación impulsiva de ondas de sonido longitudinales en barras y su detección con dos sondas de micrófono.
- Análisis de los impulsos de sonido en dependencia con el material y la longitud de las barras por medio de un osciloscopio.
- Determinación de las velocidades del sonido longitudinal del material a partir de los tiempos de recorrido de los impulsos de sonido.
- Determinación del módulo de elasticidad de los materiales a partir de las velocidades del sonido longitudinales y de las densidades.



Informaciones técnicas de los aparatos encuentra Ud. en 3bscientific.com

2

OBJETIVO

Estudio de ondas de sonido longitudinales en barras cilíndricas y determinación de la velocidad longitudinal del sonido

RESUMEN

Las ondas sonoras se pueden propagar en cuerpos sólidos en forma de ondas longitudinales, transversales, de elongación o de flexión. Una onda longitudinal elástica se propaga en una barra por medio de una sucesión periódica de elongaciones y tensiones en la dirección longitudinal de la barra. La velocidad de propagación depende sólo del módulo de elasticidad y de la densidad del material cuando el diámetro de la barra es claramente menor que su longitud. Esta velocidad se determina en el experimento a partir de los tiempos de recorrido de impulsos de sonido después de una excitación impulsiva.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Juego de aparatos "Propagación del sonido en barras" (230 V, 50/60 Hz)	1018469 6
	Juego de aparatos "Propagación del sonido en barras" (115 V, 50/60 Hz)	1018468
1	Osciloscopio USB 2x50 MHz	1017264
2	Cable BNC 0,5 m	5007670

FUNDAMENTOS GENERALES

Las ondas de sonido se pueden propagar no sólo en gases o líquidos sino también en cuerpos sólidos. En los cuerpos sólidos pueden aparecer ondas longitudinales, transversales, de elongación o de flexión.

Una onda longitudinal elástica se propaga en una barra por medio de una secuencia de elongaciones y tensiones en la dirección longitudinal de la barra. La elongación se genera por una desviación periódica de los átomos de sus posiciones de reposo. En una barra, cuyo diámetro es mucho menor que su

longitud, la contracción transversal es despreciable, es decir, para el número de Poisson se tiene $\mu = 0$ en muy buena aproximación. La relación entre las variaciones temporales y espaciales de la tensión σ y la desviación ξ se describe en este caso por medio de las siguientes ecuaciones:

$$(1) \quad \frac{\partial \sigma}{\partial x} = \rho \cdot \frac{\partial v}{\partial t} \quad \text{y} \quad \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{1}{E} \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial t} \quad \text{con} \quad v = \frac{\partial \xi}{\partial t},$$

ρ : Densidad del material de la barra,
 E : Módulo de elasticidad del material de la barra

A partir de aquí se obtienen las ecuaciones de onda

$$(2) \quad \frac{\partial^2 \sigma}{\partial t^2} = \frac{E}{\rho} \cdot \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2} \quad \text{y} \quad \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{E}{\rho} \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$$

con la velocidad del sonido longitudinal

$$(3) \quad c_l = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

En el experimento se generan ondas de sonido longitudinales en barras de diferentes materiales y longitudes, por medio de una excitación impulsiva en un extremo de la barra, se detectan en el extremo contrario de la barra y se representan en un osciloscopio. Los extremos de la barra representan superficies limitantes de rigidez sonora, entre las cuales los impulsos de sonido van y vienen. A partir de los oscilogramas se determinan los tiempos de recorrido de los impulsos de sonido.

Con barras largas los impulsos de sonido reflejados repetidas veces se encuentran separados claramente en el tiempo, en caso de barras cortas se pueden superponer dando como resultado "ondas estacionarias".

EVALUACIÓN

De los tiempos de recorrido de los impulsos de sonido se determinan las velocidades de sonido longitudinales de acuerdo con

$$(4) \quad c_l = \frac{2 \cdot L}{T}, \quad L: \text{Longitud de la barra}$$

porque el impulso de sonido recorre la barra dos veces en el tiempo T .

De las velocidades de sonido determinadas y de las densidades determinadas por pesado se obtienen las densidades de los materiales y se calculan los módulos de elasticidad según (3).

Tab. 1: Velocidades del sonido longitudinales medidas c_l , ρ y módulos de elasticidad E .

Material	c_l (m / s)	ρ (g / cm ³)	E (m / s)
Vidrio	5370	2,53	73
Aluminio	5110	2,79	73
Madera (haya)	5040	0,74	19
Acero inoxidable	4930	7,82	190
Cobre	3610	8,84	115
Latón	3550	8,42	106
Vidrio acrílico	2170	1,23	6
PVC	1680	1,50	4

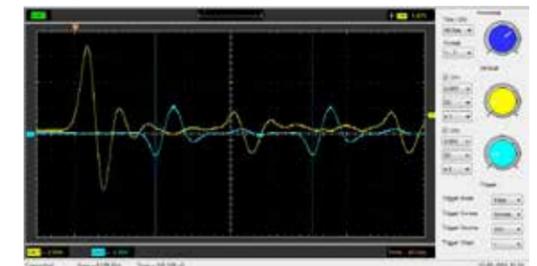


Fig. 1: Propagación de un impulso de sonido, de longitud. señal en el extremo de la barra excitado (amarillo) (barra del acero inoxidable, 400 mm)

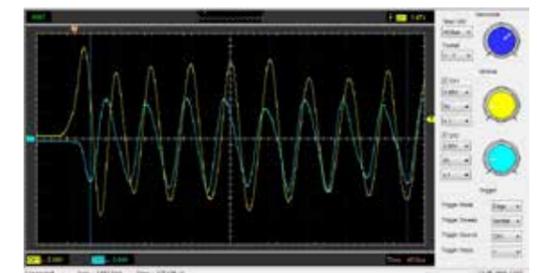


Fig. 2: Onda estacionaria, en el extremo de la barra excitado (amarillo) (barra del acero inoxidable, 100 mm)

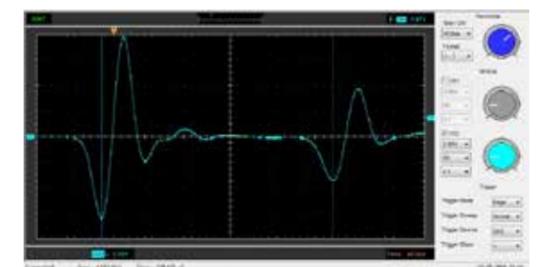


Fig. 3: Propagación de un impulso de sonido (arriba: barra de PVC, 200 mm, abajo: barra de vidrio, 200 mm), señal en el extremo de la excitación (cian)



Fig. 3: Propagación de un impulso de sonido (arriba: barra de PVC, 200 mm, abajo: barra de vidrio, 200 mm), señal en el extremo de la excitación (cian)

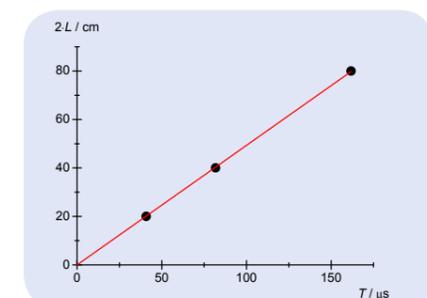


Fig. 4: Longitud doble de la barra $2L$ en dependencia con los tiempos de recorrido T para las barras de acero inoxidable.