

FUNZIONI

- Eccitazione a impulso di onde sonore longitudinali in aste a sezione circolare e rilevamento con due sonde microfono.
- Analisi di impulsi sonori in funzione del materiale e della lunghezza delle aste per mezzo di un oscilloscopio.
- Determinazione della velocità longitudinale del suono nei materiali a partire dal periodo degli impulsi sonori.
- Determinazione dei moduli di elasticità dei materiali a partire dalla velocità longitudinale del suono e dalla densità.

SCOPO

Analisi di onde sonore longitudinali in barre a sezione circolare e determinazione della velocità del suono longitudinale

RIASSUNTO

Le onde sonore possono propagarsi in un corpo solido sotto forma di onde longitudinali, trasversali, di espansione o di flessione. Un'onda longitudinale elastica si propaga in un'asta secondo una sequenza periodica di espansione e compressione nella direzione della lunghezza. Se il diametro dell'asta è notevolmente inferiore alla sua lunghezza, la velocità di propagazione dipende solo dal modulo di elasticità e dalla densità del materiale. Essa viene calcolata nell'esperimento a partire dalla durata degli impulsi sonori dopo un'eccitazione a impulso.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Kit "Propagazione del suono in aste" (230 V, 50/60 Hz)	1018469 o
	Kit "Propagazione del suono in aste" (115 V, 50/60 Hz)	1018468
1	Oscilloscopio USB 2x50 MHz	1017264
2	Cavo BNC, 0,5 m	5007670

BASI GENERALI

Le onde sonore possono propagarsi non solo nei gas o nei liquidi, ma anche nei corpi solidi, dove si presentano sotto forma di onde longitudinali, trasversali, di espansione o di flessione.

Un'onda longitudinale elastica si propaga in un'asta secondo una sequenza periodica di espansione e compressione nella direzione della lunghezza. L'espansione viene generata da un periodico spostamento degli atomi dalla rispettiva posizione di riposo. In un'asta il cui diametro sia notevolmente infe-

riore rispetto alla lunghezza, la contrazione trasversale è trascurabile, vale a dire che per il numero di Poisson vale in buona approssimazione $\mu = 0$. La relazione tra le variazioni spazio-temporali di tensione σ e spostamento ξ è in questo caso descritta dalle seguenti equazioni:

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

ρ : densità del materiale dell'asta,
 E : modulo di elasticità dell'asta

Ne derivano le equazioni d'onda

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

con la velocità del suono longitudinale

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

Nell'esperimento si generano onde sonore longitudinali in aste di materiali e lunghezze differenti mediante eccitazione a impulso su un'estremità dell'asta, si rilevano tali onde per mezzo di sonde microfono poste sull'estremità eccitata e su quella opposta rappresentandole poi su un oscilloscopio. Le estremità dell'asta costituiscono superfici limite ad elevata impedenza acustica, fra cui gli impulsi sonori si muovono avanti e indietro. Dagli oscillogrammi si determinano i periodi degli impulsi sonori. Nel caso di aste lunghe gli impulsi sonori a riflessione multipla sono nettamente divisi in senso temporale, nel caso di aste corte possono sovrapporsi in "onde stazionarie".

ANALISI

Dai periodi degli impulsi sonori si determinano le velocità longitudinali del suono come da

$$(4) \quad c_l = \frac{2 \cdot L}{T}, \quad L: \text{lunghezza asta:}$$

poiché l'impulso sonoro passa nel tempo T due volte attraverso l'asta.

Dalle velocità del suono rilevate e dalle densità dei materiali determinate mediante pesata si calcola il modulo di elasticità in base a (3).

Tab. 1: Velocità longitudinali dal suono c_l , spessori ρ e moduli di elasticità E misurati per diversi materiali.

Materiale	c_l (m / s)	ρ (g / cm ³)	E (m / s)
Vetro	5370	2,53	73
Alluminio	5110	2,79	73
Legno (faggio)	5040	0,74	19
Acciaio inossidabile	4930	7,82	190
Rame	3610	8,84	115
Ottone	3550	8,42	106
Vetro acrilico	2170	1,23	6
PVC	1680	1,50	4

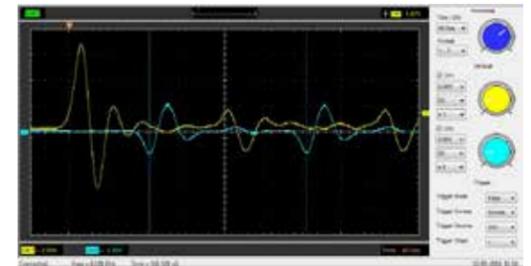


Fig. 1: Propagazione di un impulso sonoro, segnale presso l'estremità eccitata della barra (giallo) (asta di acciaio inossidabile, 400 mm)

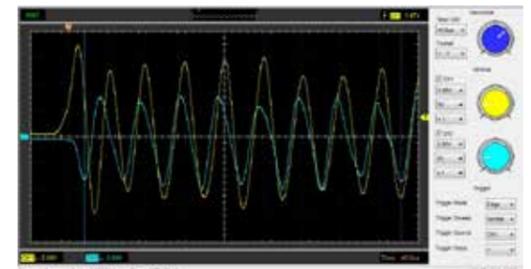


Fig. 2: Onda stazionaria, segnale presso l'estremità eccitata della barra (giallo) (asta di acciaio inossidabile, 100 mm)

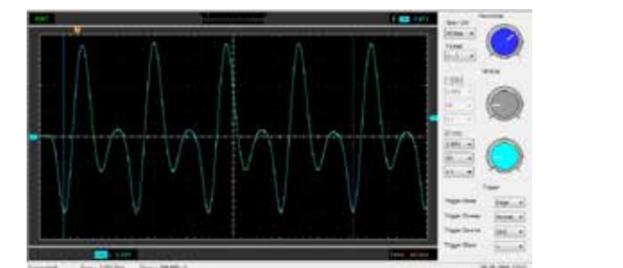
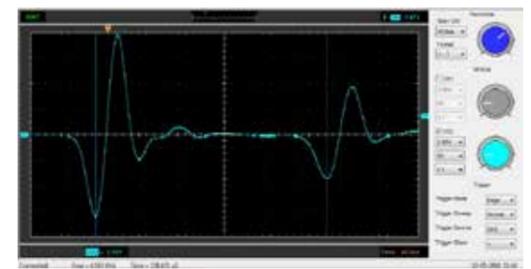


Fig. 3: Propagazione dell'impulso sonoro in un'asta in PVC lunga 200 mm (sopra) e un'asta in vetro lunga 200 mm (sotto). Segnale della sonda microfono presso l'estremità dell'asta opposta a quella eccitata

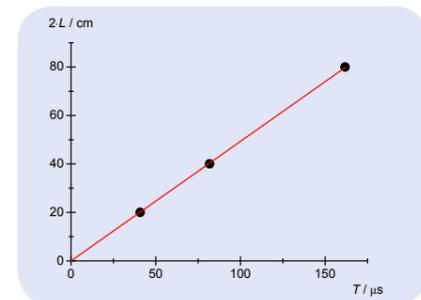


Fig. 4: Percorso del segnale $2 \cdot L$ in funzione dei periodi T per le aste in acciaio inossidabile

I dati tecnici delle apparecchiature sono disponibili su 3bscientific.com

2