

Interferenza con onde ultrasonore

Due trasduttori piezoelettrici costituiscono le sorgenti di ultrasuoni S_1 e S_2 , molto simili, di cui si rileva l'interferenza. Le sorgenti sono poste a distanza d ed alimentati da un generatore di segnali elettrici sinusoidali di frequenza ed ampiezza regolabili ed i cui valori sono indicati sul display del generatore. Con riferimento alla figura ad una distanza D è posto il rivelatore R che può scorrere trasversalmente su una guida graduata. Assumendo $D \gg d$ (ossia valide le condizioni alla Fraunhofer) e nell'ipotesi che i segnali emessi dalle sorgenti sono in fase, per le posizioni dei massimi e dei minimi di interferenza valgono rispettivamente le relazioni:

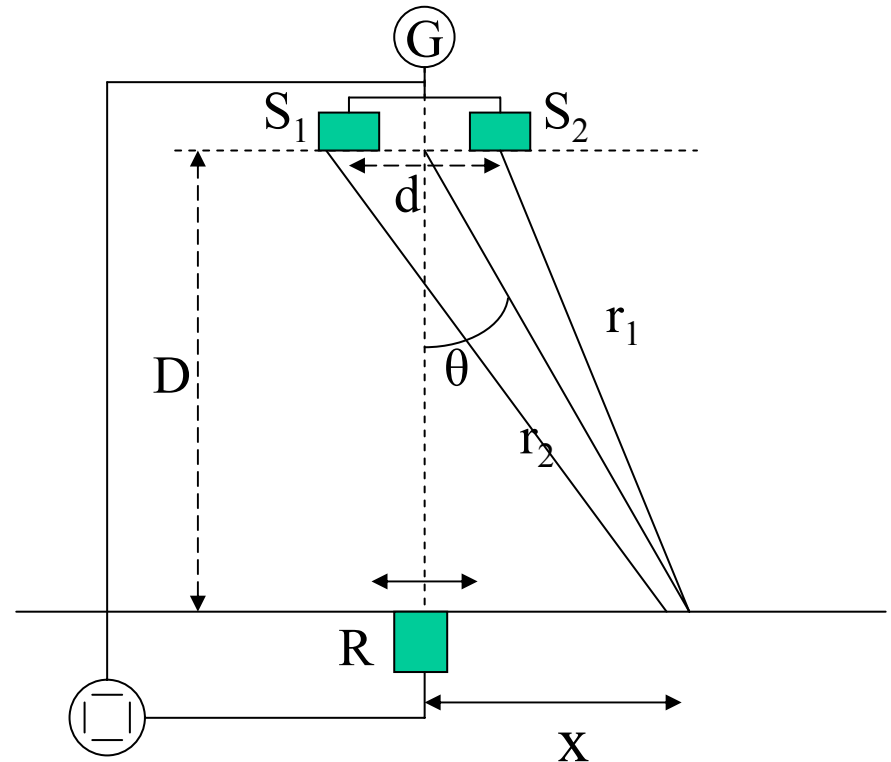
$$d \sin \theta = n \lambda$$

$$d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2} \right) \lambda \quad \text{con } n=0, \pm 1, \pm 2, \dots \pm n_{\max}$$

$$\text{in cui } n_{\max} = \text{int}\left(\frac{d}{\lambda}\right) \quad \text{e} \quad \sin \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + D^2}}$$

Il valore della lunghezza d'onda λ di determina dalla misura della frequenza ν dei segnali emessi e dalla loro velocità di propagazione in aria v che si assume di 340 m/s.

$$\lambda = v / \nu$$



Nell'esperienza messa a punto $d = 10$ cm, $D = 150$ cm, la frequenza di lavoro dei trasmettitori e del ricevitore è di 40 kHz circa e per le sorgenti il valore efficace della massima differenza di potenziale applicabile è 10 V.

Il rivelatore è anch'esso un trasduttore piezoelettrico ottimizzato per funzionare in modo duale rispetto ai generatori di ultrasuoni, "trasforma" cioè l'onda di pressione che lo investe in una differenza di potenziale il cui valore è direttamente proporzionale a quello della pressione dell'onda. Questo segnale è visualizzato mediante un oscilloscopio. Spostando il rivelatore sulla guida il segnale passa da valori di ampiezza massima nei punti in cui l'interferenza è costruttiva a valori minimi quando l'interferenza è distruttiva. Nel primo caso il segnale è circa il doppio di quello che si ottiene con una singola sorgente e le onde arrivano in fase, ossia la differenza del cammino percorso $r_2 - r_1$ è multiplo intero della lunghezza d'onda λ , $r_2 - r_1 = n\lambda$.

Quando il rivelatore segnala un minimo le onde che lo investono sono in opposizione di fase, ossia la differenza dei cammini è multiplo dispari di $\lambda/2$, $r_2 - r_1 = (n+1/2)\lambda$.

Nei punti di minimo il segnale non è in genere nullo perché le sorgenti non sono identiche ed i segnali emessi non sono di uguale ampiezza. Inoltre la dimensione della parte sensibile del rivelatore è di circa 8 mm mentre i minimi sono in singoli punti. Sono anche presenti segnali spuri riflessi dalle pareti, tavolo ecc. .

Sincronizzando l'oscilloscopio con il generatore ("triggerrato" con il segnale del generatore) è possibile evidenziare il fatto che nella posizione del generico massimo le ampiezze delle onde delle singole sorgenti sono all'incirca uguali ed in fase, mentre nella posizione del generico minimo i singoli segnali hanno praticamente la stessa ampiezza di quella nei punti dei massimi ma, essendo in opposizione di fase, tendono ad annullarsi.