

## ATTUAZIONE DI UN METODO PER RIVELARE IMMAGINI ULTRAACUSTICHE (\*)

(Con due figure)

OSVALDO BARBIER

SUMMARIVM. — Praevia quaedam significantur de apparatu experimentalis quo, electrico tramite, imago ultraacustica in opticam converti potest. Duae imagines hac ratione effectae exhibentur.

I concetti propri dell'ottica, limitati inizialmente a quanto aveva attinenza con la luce, ed in genere con le radiazioni elettromagnetiche di piccolissima lunghezza d'onda, sono stati in tempi recenti estesi a fenomeni di varia natura, che presentano però analogia con quelli inerenti alla propagazione dei raggi luminosi nei mezzi rifrangenti.

Si è così delineata, tra le altre, un'ottica degli ultrasuoni. Essa si fonda sulla possibilità di conseguire agevolmente valori tanto piccoli del rapporto fra la lunghezza d'onda e le dimensioni degli ostacoli incontrati dalla radiazione, da poter considerare non rilevanti i noti fenomeni diffrazionali, sicchè è stato possibile attuare, sperimentalmente, una acustica geometrica analoga all'ottica geometrica<sup>(1)</sup>.

Ci si è allora domandati se non fosse lecito spingere l'analogia fino a cercare di ottenere vere e proprie immagini ultraacustiche di

---

(\*) Nota presentata dall'Accademico Pontificio Luigi Lombardi, nella Tornata del 6 giugno 1942.

Lavoro eseguito all'Istituto Nazionale di Elettroacustica « O. M. Corbino » del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

(1) Vedasi, ad es.: A. GIACOMINI, *Alcuni esperimenti di ottica degli ultrasuoni*, « Alta Frequenza », vol. 7, pag. 660, 1938.

oggetti investiti da ultrasuoni, così come avviene in ottica per gli oggetti illuminati.

Per raggiungere lo scopo, irradiato con ultrasuoni l'oggetto di cui si desidera l'immagine, un sistema di specchi o di lenti acustiche ne potrà fornire l'immagine. Poichè questa non è però senz'altro visibile, occorrerà procedere alla « conversione » di essa in immagine ottica nel senso ordinario.

Un procedimento di « conversione », mediante rivelazione per via elettrica, fu già da me descritto <sup>(1)</sup>. Successivamente R. POHLMAN <sup>(2)</sup> è riuscito ad ottenere sperimentalmente immagini acustiche di oggetti immersi in liquidi, ed a rivelare queste con un dispositivo basato sull'azione direttiva esercitata da un campo sonoro su una sospensione, in xilolo, di lamelle di alluminio.

Attuando in massima il procedimento precedentemente da me descritto, ho potuto ottenere e rivelare immagini acustiche di oggetti immersi in acqua nel modo seguente.

Un generatore di alta frequenza, alimenta un proiettore a quarzo piezoelettrico. Il proiettore è costruito in modo che il quarzo emetta ultrasuoni soltanto da una delle facce, trovandosi l'altra a contatto dell'aria invece che del liquido. In tal modo la potenza ultrasonora, inviata nel liquido, è quadrupla di quella che si avrebbe se il cristallo di quarzo vi fosse completamente immerso.

La frequenza fondamentale di risonanza della piastrina è di  $2,3 \cdot 10^6$  Hz, cui corrisponde, nell'acqua, una lunghezza d'onda di 0,65 mm; la piastrina ha il diametro di 30 mm.

Il generatore di alta frequenza è modulato in ampiezza a frequenza acustica, cosicchè risultano modulati anche gli ultrasuoni generati dal quarzo.

Davanti al proiettore possono essere situati schermi, nei quali sono intagliate aperture di varia forma, ovvero gli oggetti di cui si desiderano le immagini acustiche. L'immagine viene ottenuta per mezzo di uno specchio sferico concavo di vetro, del diametro di 110 mm e distanza focale di 150 mm.

<sup>(1)</sup> O. BARBIER, « Brev. ital. », n. 370-101; 19 febbraio 1939.

<sup>(2)</sup> R. POHLMAN, *Über die Möglichkeit einer akustischen Abbildung in Analogie zur optischen*, « ZS. f. Phys. », vol. 113, pag. 697, 1939.

La conversione della immagine ultraacustica in immagine ottica avviene come segue.

Un ricevitore di ultrasuoni a quarzo piezoelettrico esplora l'immagine ultraacustica per successive areole elementari; le tensioni disponibili alle armature del quarzo regolano il flusso luminoso di un sottile pennello di luce, che costruisce l'immagine ottica su una lastra fotografica.

Il ricevitore a quarzo è analogo al proiettore, ma la sua superficie attiva viene limitata da uno schermo portante un foro circolare. Dal diametro di esso dipende la finezza di analisi che si consegue.

Il ricevitore è montato su un supporto mobile, sia orizzontalmente sia verticalmente.

La tensione oscillatoria ricavata alle armature del quarzo, dopo amplificazione di alta frequenza, rivelazione e successiva amplificazione di bassa frequenza, viene condotta ad un dispositivo di modulazione di una sorgente luminosa. La tensione a questo applicata sarà quindi alternativa, di frequenza uguale a quella con la quale è modulato il generatore di alta frequenza.

Per la modulazione della luce viene impiegato un equipaggio di oscillografo Siemens.

L'immagine di una fenditura luminosa viene proiettata, attraverso lo specchietto mobile dell'equipaggio dell'oscillografo, sulla zona centrale di uno schermo, munito di due finestre rettangolari separate da una zona opaca.

In condizioni di riposo dello specchietto, cioè quando nell'elemento di immagine esplorata dal quarzo ricevitore non sono presenti ultrasuoni, non passa luce attraverso la doppia finestra. Quando invece il foro analizzatore si trova in corrispondenza di una zona nella quale siano presenti ultrasuoni, lo specchietto compirà oscillazioni di frequenza eguale a quella con la quale questi sono modulati, e di ampiezza proporzionale alla loro intensità.

L'immagine della fenditura cesserà di coincidere con la zona opaca dello schermo a doppia finestra, e attraverso questa passerà più o meno luce secondo l'ampiezza delle oscillazioni dello specchietto stesso. La luce uscente, modulata secondo i « chiaro-scuro » dell'immagine acustica, viene concentrata su uno schermo munito di un foro circolare di conveniente diametro. Una lente proietta finalmente su una lastra foto-

sensibile, solidale col carrello portante il quarzo ricevitore, una immagine del foro illuminato, di diametro uguale allo spessore della riga di scansione. L'immagine ultraacustica risulterà così fotograficamente registrata.

La figura 1 mostra in grandezza naturale l'immagine di un intaglio a V, eseguito su di uno schermo posto davanti al proiettore di ultrasuoni. Lo specchio concavo forniva una immagine acustica ingrandita nel rapporto 1,5:1; il foro usato per l'analisi aveva il diametro di 1,7 mm. Il caso ottico analogo corrisponde all'immagine acustica di una fenditura illuminata in luce parallela.

La figura 2 si riferisce invece all'immagine acustica di un oggetto investito da un fascio di ultrasuoni. L'oggetto era costituito da tre lastre di ottone della larghezza di 5 mm. L'immagine acustica è stata ottenuta con ingrandimento 1:1; il foro di analisi aveva il diametro di 1 mm.



FIG. 1.

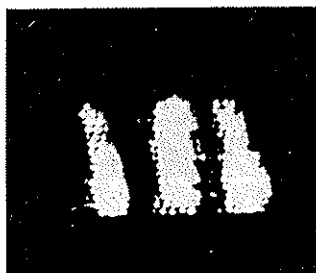


FIG. 2.

Sono state infine ottenute con esito soddisfacente anche immagini ultraacustiche interponendo sul cammino del fascio ultrasonoro lamine metalliche.

L'Autore esprime la sua gratitudine al Presidente dell'Istituto nazionale di elettroacustica, S. E. il Senatore LUIGI LOMBARDI, per il suo interessamento a questo lavoro, e ringrazia vivamente il prof. AMEDEO GIACOMINI, vicedirettore dello stesso Istituto, per l'aiuto ed i consigli ricevuti durante l'esecuzione delle esperienze.