

Pubblicazioni
dell'Istituto Nazionale di Geofisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche
diretto dal prof. Antonino Lo Surdo

N. 5

A. LO SURDO - G. ZANOTELLI

**Velocità di propagazione di microonde
in prossimità della superficie terrestre**

ROMA

ANNO MCMXXXVIII - XVI

ESTRATTO DA „LA RICERCA SCIENTIFICA”

SERIE II - ANNO IX - VOL. II - N. 5-6

ROMA, 1938-XVI - TIPOGRAFIA TERME - VIA PIETRO STERBINI, 6.

Riassunto: Si dimostra sperimentalmente mediante una disposizione interferometrica che la velocità di propagazione di microonde di 16 cm. lungo due cammini a differente altezza sulla superficie terrestre non presenta differenze apprezzabili.

Misure delle velocità di propagazione di radioonde sono state fatte recentemente allo scopo di stabilire se in prossimità del suolo si possa ammettere come valido il valore della velocità nel vuoto. R. C. Colwell, N. I. Hall e L. R. Hill (1) con onde dell'ordine di un centinaio di metri ottennero come risultato che la velocità di propagazione (di gruppo) in prossimità della superficie terrestre è notevolmente più bassa di quella nel vuoto. Ultimamente V. Savelli (2) ha sperimentato con microonde di 80 cm. circa ed ha potuto concludere che in prossimità del suolo la velocità di propagazione (di fase) di esse non differisce da quella nei fili di Lecher.

Avendo in un precedente lavoro (3) dimostrato la possibilità di ottenere con metodi interferenziali misure di grande precisione della velocità di propagazione delle microonde, abbiamo pensato di farne applicazione a questo importante problema nel senso di indagare se la propagazione lungo traiettorie a varia distanza dal suolo si compia con differente velocità.

Le condizioni sperimentali hanno richiesto l'impiego d'un metodo interferometrico diverso da quello descritto nel precedente lavoro: infatti tale metodo con l'onda adoperata, che è di 16 cm., avrebbe fornito frangie eccessivamente larghe dato che la distanza intercorrente fra le sorgenti reale e virtuale deve essere piccola per poter mantenere i raggi in prossimità della superficie riflettente. Per questa ragione si è prodotta l'interferenza dei due raggi facendoli propagare in verso opposto nella stessa direzione mediante una riflessione a 90° con la direzione di provenienza. In questo modo si consegue la minima larghezza delle frangie, che corrisponde a quella delle onde stazionarie, e cioè di $\lambda/2$. Come è evidente, una disposizione consimile per l'ottica non sarebbe realizzabile a causa della piccolezza della lunghezza delle onde luminose.

La disposizione dell'esperienza è descritta nella figura 1 ove *S* è la sorgente posta ad una certa altezza sulla superficie terrestre; il ricevitore *R*, spostabile con continuità in altezza attorno alla stessa quota della sorgente

(1) « Journal of the Franklin Inst. », vol. 222, pag. 551, 1936.

(2) *Atti VI Assemblea U.R.S.I.*, in Venezia.

(3) *Pubbl. n. 1 dell'Istituto Naz. di Geofisica del C.N.R.*; « La Ricerca Scientifica », serie II, anno IX, vol. 1, n. 9-10, 1938-XVI.

e riparato mediante lo schermo D dalla radiazione diretta, è colpito da quella riflessa dagli specchi P' e P'' .

E' evidente che, se il ricevitore R è alla stessa quota della sorgente, e P' e P'' sono simmetricamente situati rispetto al piano orizzontale contenente R e S , il ricevitore accuserà un massimo d'intensità corrispondente alla uguaglianza dei due cammini geometrici $SP'R$ e $SP''R$. Detti cammini si svolgono a distanze medie differenti dalla superficie e potrebbero quindi risultare otticamente diversi ove si avesse differenza fra le velocità di propagazione su ciascuno di essi.

Si osservi che, essendo la distanza SR grande rispetto alla distanza $P'P''$, l'apertura del fascio emesso dalla sorgente risulta necessariamente molto più grande dell'angolo $P'SP''$. Conseguo da ciò che è sempre presente, nè appare facilmente eliminabile, un raggio riflesso dalla superficie sovrapposto a quello diretto, e che quindi la radiazione che perviene a ciascuno dei due specchi è la risultante di questi due raggi interferenti fra loro: è evidente che,



Fig. 1

per le condizioni dell'esperienza e la conseguente larghezza di questo secondo tipo di frangie secondarie, tutto il sistema ricevente può ritenersi compreso nella frangia centrale il cui punto di zero corrisponde alla superficie terrestre. Si riscontra effettivamente in pratica una diminuzione notevole della portata che limita la precisione raggiungibile in questa esperienza.

Poichè i due specchi P' e P'' si trovano in zone diverse della frangia centrale secondaria, i due raggi interferenti in R non saranno della stessa intensità: da ciò consegue una lieve diminuzione della nettezza delle frangie.

Per l'uguaglianza dei cammini geometrici $SP'R$ e $SP''R$ la posizione della frangia centrale del sistema principale, e praticamente anche quella delle frangie vicine, risulta indipendente dalle eventuali variazioni della frequenza della sorgente.

Si è avuto cura nella effettuazione delle esperienze di assicurare la prevalenza delle frangie interferenziali sugli inevitabili fenomeni di diffrazione prodotti dai corpi circostanti, dai sostegni e dagli stessi specchi.

L'onda impiegata, come si è già detto, è di 16 cm., ed il trasmettitore ed il ricevitore usati sono quelli già descritti nel precedente lavoro, e costituiti essenzialmente da lampade SFR tipo $UC 16$ e relativi dispositivi di alimentazione e controllo. In queste esperienze la lampada trasmittente è montata

con l'antennina disposta orizzontalmente nella linea focale d'uno specchio cilindrico parabolico dell'apertura di $3,5 \lambda$ e si trova a circa m. 1,70 di distanza dalla superficie del suolo; la lampada ricevente, disposta del pari orizzontalmente, è sprovvista di riflettore e munita invece di uno schermo che

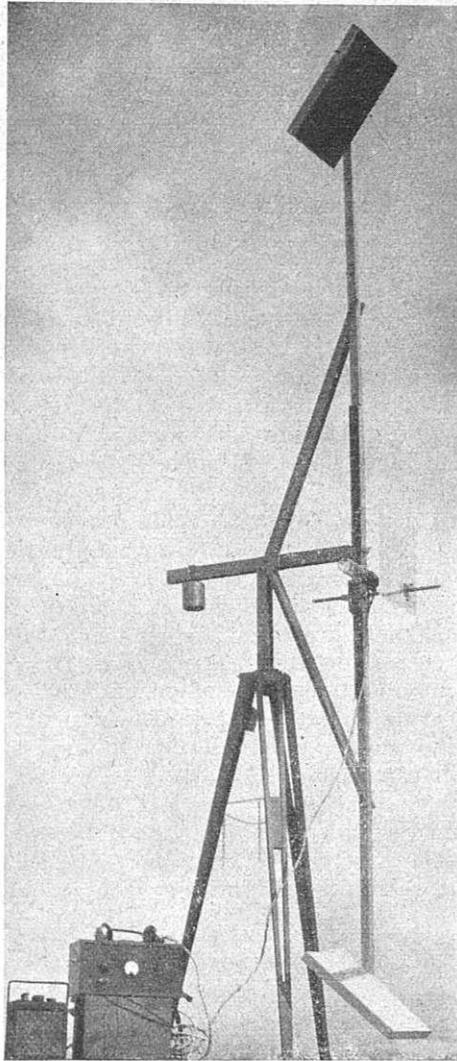


Fig. 2

la ripara dalla radiazione diretta e sorretta da un cursoio scorrevole lungo una guida praticata in un'asta di legno. Agli estremi di questa sono fissati i due specchi a 45° posti alla distanza di tre metri fra di loro: un treppiede permette di sostenere verticalmente l'intero dispositivo interferometrico (fig. 2). L'installazione è completata da un filo a piombo e da un teodolite, mediante il

quale stando al ricevitore si controlla la posizione della lampada trasmittente che deve restare sempre nella stessa retta orizzontale.

Le esperienze sono state eseguite dapprima assumendo come superficie quella dell'acqua sul lago di Albano. Mentre l'interferometro era posto sulle rive del lago, la trasmittente era collocata in una barca che si allontanava mantenendosi in una direzione prefissata. A diverse distanze, determinate con rilevamenti trigonometrici, si osservava la posizione esatta d'una frangia, determinando il punto di minima ricezione; si è riscontrato che variando la distanza da 50 a 300 metri circa non si otteneva spostamento apprezzabile di detto punto. Questa ultima distanza è la massima alla quale abbiamo potuto sperimentare per il fatto, già accennato avanti, della diminuzione della portata dovuta alla interferenza del raggio diretto con quello riflesso sull'acqua.

In seguito si è anche sperimentato assumendo come superficie quella d'una strada asfaltata nell'interno della Città Universitaria in Roma, con lo stesso risultato per distanze comprese fra 40 e 100 metri circa.

In ambedue le esperienze sia la sorgente che il punto centrale dell'interferometro si trovavano alla distanza di m. 1,70 dalla superficie: la parte centrale dello specchio inferiore distava perciò 20 cm. da essa, mentre lo specchio superiore ne distava m. 3,20. In base a questi valori può ritenersi che la distanza media dei due raggi dalla superficie fosse circa 6 e rispettivamente 15 lunghezze d'onda.

Poichè il risultato delle esperienze non ha dimostrato spostamento della posizione delle frangie, variando la distanza interposta fra la sorgente e l'interferometro, si può concludere che lungo i due cammini non sussiste differenza apprezzabile della velocità (di fase) media di propagazione. Prendendo come base la distanza di 300 m. e supponendo rilevabile ogni spostamento maggiore di circa $1/6$ di frangia, si conclude che con le presenti esperienze sarebbe stato possibile mettere in evidenza, ove esistesse, una variazione di uno dei due cammini ottici rispetto all'altro di circa $1/10000$ della lunghezza del cammino stesso, e quindi una differenza delle velocità (di fase) medie lungo tali cammini di $1/10000$.

La ricerca è stata eseguita presso l'Istituto Nazionale di Geofisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche; ai mezzi necessari ha contribuito la Direzione Generale Poste e Telegrafi del Ministero delle Comunicazioni.

Roma, agosto 1938-XVI.