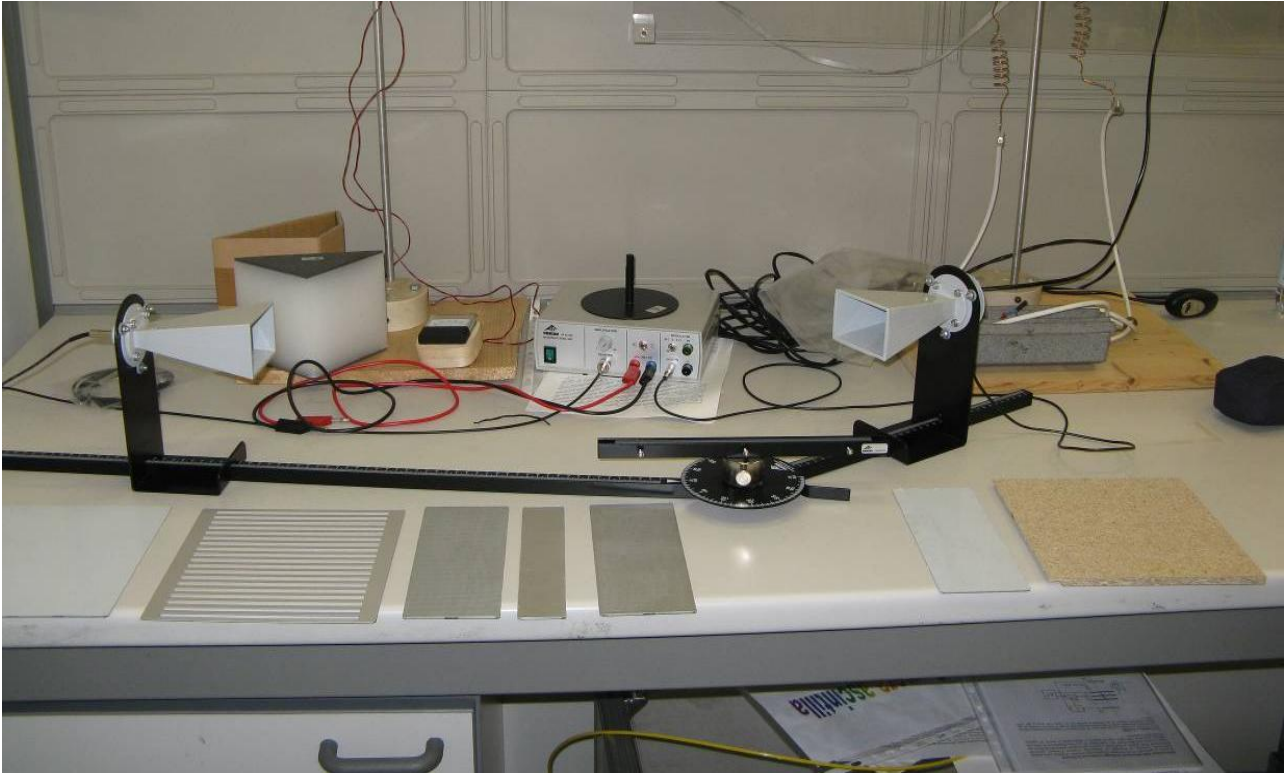


Banco a microonde

Introduzione

Il sistema è costituito (vedi figura 1) da una sorgente direzionale di onde elettromagnetiche polarizzate di frequenza di 9.5 GHz ($\lambda = 3.16$ cm) e da un rivelatore direzionale anch' esso polarizzato, montati su due rotaie, che convergono su un punto attorno a cui possono ruotare e dove possono essere montati diversi tipi di oggetti diffondenti.



Il sistema permette di osservare la trasmissione/propagazione di onde dalla sorgente al rivelatore e la sua dipendenza dalla distanza, dall' angolo tra direzione di emissione e direzione di ricezione, dalla presenza lungo il percorso di ostacoli, reticoli ed assorbitori.

Grazie alla lunghezza d' onda confrontabile con le dimensioni degli oggetti circostanti il sistema permette di realizzare ed osservare fenomeni di interferenza e diffrazione molto più facilmente di quanto avviene nell' ottico.

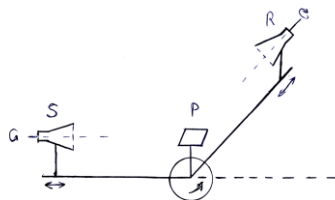


Figura 1 : Geometria del banco a microonde

S = sorgente di radiazione, R = rivelatore di radiazione, P = piano porta oggetti

S ed R sono horn , possono ruotare attorno alla direzione di emissione in modo da far ruotare il piano di polarizzazione della radiazione emessa o ricevuta. S ed R possono essere spostate su due rotaie e queste ultime possono ruotare in un piano orizzontale attorno ad un punto comune dove si trova un piano su cui sono montabili diversi tipi di oggetti che vengono investiti dalla radiazione proveniente da S

Lo strumento

a) sorgente di radiazione

E' un antenna a tromba o *horn* a forma di tronco di cono risultante dalla graduale deformazione di una guida d'onda rettangolare allo scopo di consentire il passaggio dalla *propagazione guidata* (nella guida) alla *propagazione libera* (nello spazio) delle onde elettromagnetiche. (figura 2)

La radiazione che l' antenna irraggia viene prodotta in un generatore ed inviata all' antenna per mezzo di un cavo ed una opportuna unita' di transizione guida-cavo posta alla base minore del tronco di cono.

A causa delle sue dimensioni finite, l' antenna anziche' un raggio produce un cono di radiazione la cui larghezza angolare in un piano e' determinata dalla ben nota relazione che da anche la risoluzione angolare degli strumenti ottici,

$$\theta \sim 60^\circ \lambda / D$$

dove D e' la dimensione della bocca nel piano considerato. Nel nostro caso poiche la bocca rettangolare misura 47 x 69 mm la radiazione emergente sara' contenuta in un cono di $\sim 38^\circ$ nel piano parallelo al lato minore della bocca e $\sim 30^\circ$ nel piano parallelo al lato maggiore. Inoltre a causa delle dimensioni finite e confrontabili con la lunghezza d' onda della bocca, la radiazione nell' uscire dalla bocca dell' antenna subisce diffrazione pertanto accanto al fascio principale (detto *lobo principale*) esiste una serie di fasci secondari (*lobi secondari*) di ampiezza via via decrescente. (vedi figura 3) E' importante osservare che questo fenomeno si verifica anche con la luce visibile (si pensi alla diffrazione della luce che attraversa da un foro molto piccolo), ma non e' facilmente osservabile a causa della

lunghezza d' onda che dell' ordine di 10^{-5} cm anziche' del cm come nel nostro caso.

Infine grazie alle proprieta' delle guide d' onda la radiazione che esce dalla bocca della tromba e' polarizzata linearmente con il vettore elettrico parallelo al lato piu' corto dell' antenna.

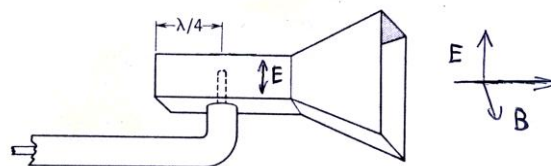


Figura 2 : Antenna a tromba o Horn

Risultante dalla deformazione di una guida d'onda rettangolare, consente il passaggio graduale da propagazione libera a propagazione guidata (antenna ricevente : al fondo della piramide è presente un diodo rivelatore che consente di misurare la potenza che lo investe) o viceversa (antenna emittente : al fondo della piramide è presente un dipolo che eccitato dal cavo connesso al generatore produce onde elettromagnetiche che viaggiano verso la bocca della piramide). A causa delle proprietà conduttrici dei metalli e della geometria del sistema il campo elettrico dell'onda che riesce a propagare nella guida e nella piramide deve essere parallelo alle due pareti più strette della guida: pertanto la radiazione emessa o assorbita dall' horn deve essere polarizzata linearmente

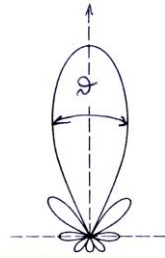


Figura 3 : distribuzione spaziale della radiazione emessa o assorbita dall' antenna

A causa delle dimensioni finite e piccole (in unità di lunghezza d'onda) la radiazione centra ed esce dalla bocca dell' antenna subisce il fenomeno della diffrazione. Pertanto non si ha un raggio ma un cono di emissione (e ricezione) ed accanto al cono o *lobo principale*, esistono coni o *lobi secondari*.

Si osserva addirittura emissione (e ricezione) all' indietro attraverso i *retro lobi*. La distribuzione della radiazione è tridimensionale, in figura è presentata la sezione di tale figura in un piano. Si noti che le sezioni in piani diversi possono essere diverse

b)ricevitore di radiazione

È una antenna tromba identica a quelle emittente. Investita dalla radiazione, seleziona quella parte di tale radiazione la cui polarizzazione coincide con quella sua propria e la guida lungo il cono fino alla base inferiore dove esiste un diodo rivelatore che fornisce in uscita un segnale di tensione proporzionale alla potenza del segnale che lo ha investito. Questo segnale può essere inviato ad un oscilloscopio oppure ad un opportuno ingresso dello stesso strumento che contiene il generatore che alimenta la sorgente, che fornisce un segnale sonoro proporzionale alla potenza del segnale ricevuto, Per ottenere questo il segnale che dal generatore va all' antenna viene *modulato* con un a 3 kHz, una frequenza che produce effetti sonori udibili, pertanto anche il segnale rivelato contiene la stessa modulazione che lo rende *udibile* (è il processo con cui le onde radio, che sono a frequenze molto elevate e stimolano quindi oscillazioni non udibili dall' orecchio umano, modulate opportunamente possono far giungere al nostro orecchio una musica)

c)unita' di controllo

È una unita' il cui pannello frontale è diviso in due sezioni.

A sinistra c'è l' interruttore generale.

A destra c' è il generatore a 9.5 GHz : produce un segnale di qualche mW che può essere inviato alla sorgente con un apposito cavo a bassa perdita. Attraverso un interruttore è possibile scegliere se modulare tale segnale utilizzando un sistema interno a 3 kHz o utilizzando un sistema esterno a frequenza diversa.

Al centro c'è un connettore a cui viene inviato il segnale che viene dal rivelatore. E' possibile amplificare, regolando una manopola posta sopra il connettore il segnale ricevuto. Tale segnale produce automaticamente un segnale sonoro a frequenza udibile che permette una rozza valutazione dell' ampiezza del segnale ricevuto, ma giunge anche a due spinotti che possono essere collegati ad un oscilloscopio o ad un tester per misure quantitative.



d) *sistema meccanico*

Le due antenne ricevente e trasmittente sono montate su un supporto verticale che consente di fissarle e farle scorrere su due rotaie orizzontali. Inoltre ogni antenna puo' ruotare attorno ad un asse orizzontale uscente dal supporto verticale, in modo da poter cambiare la polarizzazione da orizzontale a verticale.

Le due rotaie sono imperniate ad una base graduata attorno a cui possono ruotare e su cui possono essere montati accessori vari che intercettano la radiazione che va dal trasmettitore al ricevitore.

e) accessori

Sono disponibili:

a) piastre di alluminio montabili su una base in modo da realizzare diverse configurazioni, in particolare una doppia fenditura

b) un reticolo (piastra metallica con fenditure regolarmente spaziate)

c) una piastra di materiale assorbente

d) un prisma di paraffina

e) una sonda a microonde: collegata all' ingresso dell' unita' di controllo permette di verificare la presenza del segnale elettromagnetico in qualunque punto attorno alla sorgente di radiazione.

Esperimenti

a) direzione di emissione e polarizzazione della radiazione

Montare trasmettitore e ricevitore alle estremità delle due rotaie.

- 1) esplorare la regione attorno alla sorgente con la sonda
- 2) Porre le antenne affacciate, con le bocche parallele, quindi variando l'angolo fra le due rotaie fare un grafico dell'intensità del segnale ricevuto in funzione dell'angolo tra le due rotaie, cercando di individuare la presenza dei lobi e la loro importanza
- 3) tornando nella posizione iniziale studiare la variazione dell'intensità ricevuta ruotando l'antenna ricevente fino a che la polarizzazione delle due antenne diventano ortogonali
- 4) tornando alla posizione iniziale si facciano scorrere le due antenne sulle rotaie e si studi l'intensità del segnale ricevuto in funzione della separazione delle antenne

b) assorbimento della radiazione

Partendo dalla condizione iniziale (antenne affacciate, con polarizzazione parallela) studiare la variazione dell'intensità del segnale ricevuto inserendo sul cammino tra le due antenne, eventualmente servendosi del supporto meccanico fornito, fogli di carta, di cartone, ecc, la piastra assorbente e la piastra metallica

c) dispersione

Partire come nel caso precedente. Quindi inserire sul supporto il prisma di paraffina e studiare la distribuzione angolare della radiazione che ne risulta

d) diffrazione

Partire dalla solita condizione iniziale. Quindi inserire il reticolo fornito ed osservare, avvalendosi se necessario anche della sonda,:

- a) la dipendenza dell'intensità dalla direzione del reticolo rispetto alla direzione di polarizzazione delle antenne
- b) la polarizzazione indotta dal reticolo
- c) provare ad inserire sul cammino uno o più ostacoli di materiale isolante e conduttore con dimensioni confrontabili con la lunghezza d'onda (circa 3 mm)

e) interferenza

Partire dalla solita condizione iniziale. Quindi servendosi delle lastre metalliche disponibili agganciate al supporto centrale realizzare due fenditure parallele con separazione delle fenditure dell'ordine della lunghezza d'onda (circa 3mm) e separazione delle due fenditure poco superiore.

Studiare:

- a) la distribuzione angolare della radiazione che esce dalla doppia fenditura
- b) la dipendenza dalla polarizzazione