27/09/2021

PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE IN UN MEZZO GUIDATO

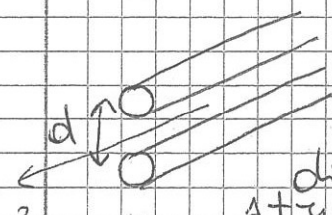
~~Perciò uso i mezzi guidati? Perché voglio trasmettere il segnale~~

Perché uso i mezzi guidati? perché se io voglio trasmettere il segnale dall'antenna della stazione radiobase agli amplificatori che si trovano alla base di quel palo non voglio sperpegliare energia ogni voglio che la maggior parte dell'energia vada da TX a RX.

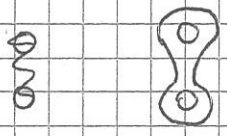
Non sono interessato a irradiare.

Ci sono diversi possibili mezzi guidati:

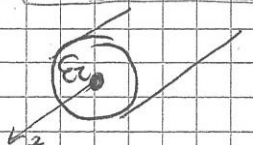
-) **LINEA BIFILARE** → 2 conduttori paralleli ad una distanza d



li consideriamo ideali ma dal punto di vista pratico non è possibile e quello che succede è che questi 2 fili di rame sono tenuti insieme da una struttura plastica che però si può considerare MOLTO PICCOLA (comunque piccola rispetto alle lunghezze d'onda).



-) **CAVO COASSIALE** → formato da:



- conduttore interno (anima)
- esterno (calza)

fili di rame intrecciati o fogli d'alluminio

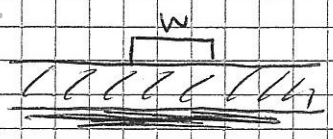
parametri:

- raggio conduttore interno
- raggio conduttore esterno
- costante dielettrica relativa del materiale che separa i 2 conduttori.

- PRINTED LINES → molto utili quando sullo stesso substrato dielettrico voglio mettere dispositivi attivi, dispositivi passivi e linee di connessione

Fanno parte delle PRINTED LINES

- le LINEE A MICROSTRISCIA → sottile strato dielettrico, tipicamente da un lato del rame e dall'altro la linea e microstriscia di larghezza w che anch'esse è di rame.



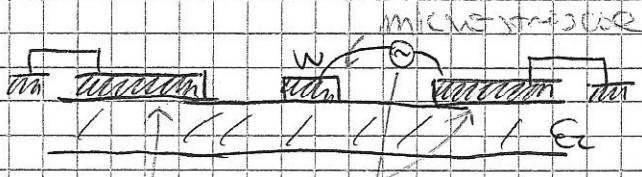
Noi faremo l'ipotesi di studiare strutture guidanti omogenee lungo l'asse di propagazione che per noi sarà sempre l'asse z.

Cosa vuol dire omogeneo? Nel caso del cavo coassiale i raggi esterno ed interno non variano, il dielettrico non varia.

Nel caso delle linee bifilare la distanza tra i 2 fili resta sempre la stessa etc. ...

⇒ IN REALTÀ QUINDI È UN PROBLEMA 2D.

- CPW (Coplanar Wave Guide)



piano di massa

piani ground del con un ulteriore piano di massa sotto

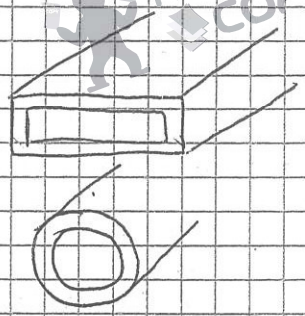
Un qualsiasi segnale va collegato tra la microstriscia e la massa laterale

- STRIPLINE → dielettrico e una linea molto stretta sopra e una sotto



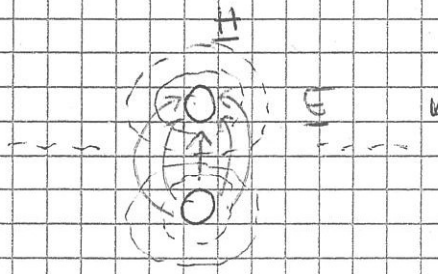
è una versione semplice della linea bifilare

- GUIDE D'ONDA (wave guide) → tubi realizzati in alluminio o in rame o in ottone



le linee bifilari sono poco usate diffuse e le più semplici

le linee bifilari sono le più semplici, lo svantaggio è che si crea un campo elettromagnetico fatto così



il campo è presente anche in queste zone

Come faccio a mantenere il campo confinato intorno alla struttura guidante? Ci si riesce a bassa frequenza ovvero ci si riesce fino a quando la distanza d tra i 2 conduttori è molto piccola rispetto alla lunghezza d'onda ($d << \lambda$)

⇒ se aumento f, λ diminuisce ⇒ i 2 fili cominciano a comportarsi come antenne e quindi iniziano ad irradiare ⇒ perdite per irradiazione

Si passa quindi al cavo coassiale che è un po' più rigido però i campi elettromagnetici restano confinati all'interno perché la calza esterna funziona da schermo elettromagnetico.
Il vantaggio rispetto alla linea bifilare è che non abbiamo + irradiazione ma abbiamo delle perdite introdotte dal dielettrico. Nel teorema di poynting c'è anche un termine che tiene conto delle perdite per isteresi dielettrica ed è un integrale del modulo quadro del campo elettrico, è un integrale di volume proporzionale $f\varepsilon''$ al modulo quadro del campo elettrico, proporzionale alla frequenza e proporzionale alla parte immaginaria della costante dielettrica.

$$\varepsilon_r = \varepsilon' - j\varepsilon'' \qquad tg\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}$$

dielettrici + costosi $tg\delta$ + piccola.

Queste perdite sono perdite per isteresi quindi all'aumentare della frequenza ad un certo punto il cavo coassiale non può essere + utilizzato.

Si passa allora alla guida d'onda dove all'interno c'è aria quindi non ho + le perdite dielettriche mentre restano le perdite per effetto Joule perché sia la linea bifilare che il cavo coassiale che la guida sono fatti di materiale conduttore, questi materiali sono caratterizzati da una certa conducibilità

σ è anche in questo caso nel teorema di poynting c'è un termine proporzionale a $\sigma |E|^2$ è anche qui ho un integrale di volume che mi dà le potenze dissipate per effetto Joule.
Quindi l'attenuazione che troviamo sui datasheet delle guide d'onda è proprio l'attenuazione dovuta alle perdite per effetto Joule mentre per il cavo coassiale l'attenuazione è dovuta sia alle perdite dielettriche che ohmiche.
Anche nel caso delle guide d'onda non abbiamo perdite per irradiazione perché sono chiuse, perfettamente schermate. Lo svantaggio è che non è flessibile è un tubo metallico rigido. Vengono usate ad alte frequenze, al di sopra del gigahertz.
Di solito le troveremo dentro i dispositivi, ad esempio in un forno a microonde.
Si utilizzano le linee stampate perché sulla stessa basetta di materiale dielettrico posso mettere contemporaneamente i miei dispositivi passivi (condensatori, induttori, resistori), dispositivi attivi, & microchip e linee di trasmissione. Per poter far questo devo avere delle linee stampate (stripline, microstrip, CPW) possono essere multi layer quindi anziché avere un solo laminato posso averne 5,10 uno sull'altro.
Le più diffuse al momento sono i cavi coassiali