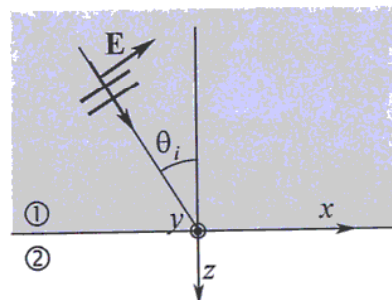


Studente (Nome e cognome, in stampatello): _____

Matricola: _____ Corso di Laurea: ☐ IEL; ☐ IDT; ☐ Altro; Valutaz.: _____

Io sottoscritto/a, ai sensi dell'articolo 13 del D.Lgs. 196/2003, presta il suo consenso al trattamento dei dati personali suindicati (Nome, Cognome, Matricola, Corso di laurea, valutazione) ai fini della pubblicazione su pagina internet?
Do il consenso ☐ Nego il consenso ☐ Firma: _____

1 - Un'onda piana a frequenza 1GHz e di ampiezza $E_0 = 1V/m^{-1}$ incide obliquamente con angolo di incidenza θ_i a polarizzazione parallela su un'interfaccia tra un mezzo ① caratterizzato da $\epsilon_1 = 4\epsilon_0$, $\mu_1 = \mu_0$, e un mezzo ② caratterizzato da $\epsilon_1 = \epsilon_0$, $\mu_1 = \mu_0$. Si scriva (1) L'onda piana incidente nel sistema di riferimento in figura, comprensiva di campo magnetico, per θ_i generico; (2) Il campo riflesso e (3) trasmesso sempre per θ_i generico. (4) Si identifichi, se esiste, un angolo θ_c e una quota z dove il campo elettrico sia polarizzato circolarmente. (5) Si identifichi, se esiste, un angolo θ_c e una quota z dove il campo magnetico sia polarizzato circolarmente. (6) si calcoli il valore della parte reale del vettore di Poynting sui punti $(0,0,1m)$ e $(0,0,-1m)$ per uno dei due casi precedenti (4 e 5).



$$1 \quad \underline{E}_i = [\cos \theta_i \hat{x} - \sin \theta_i \hat{z}] e^{-jk_1 [x \sin \theta_i + z \cos \theta_i]} \quad \underline{H}_i = \frac{\hat{y}}{\eta_1} e^{-jk_1 [-]} \quad \text{stesso esponente di } \underline{E}$$

$$2 \quad \Gamma_{\parallel} = \frac{\eta_2 \cos \theta_i - \eta_1 \cos \theta_t}{\eta_2 \cos \theta_i + \eta_1 \cos \theta_t} \quad \theta_t = \arcsin \left(\sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}} \sin \theta_i \right) = \arcsin (2 \sin \theta_i)$$

$$\Gamma_{\parallel} = \frac{188.5 \cos \theta_i - 377 \sqrt{1-4 \sin^2 \theta_i}}{188.5 \cos \theta_i + 377 \sqrt{1-4 \sin^2 \theta_i}} \quad \underline{E}_r = \Gamma_{\parallel} [-\cos \theta_i \hat{x} - \sin \theta_i \hat{z}] e^{-jk_1 [x \sin \theta_i - z \cos \theta_i]}$$

$$\underline{H}_r = \frac{\Gamma_{\parallel} \hat{y}}{\eta_1} e^{-jk_1 [-]}$$

$$3 \quad T_{\parallel} = \frac{2\eta_2 \cos \theta_i}{\eta_2 \cos \theta_i + \eta_1 \cos \theta_t} = \frac{754 \cos \theta_i}{188.5 \cos \theta_i + 377 \sqrt{1-4 \sin^2 \theta_i}} \quad \underline{E}_t = T_{\parallel} [\cos \theta_i \hat{x} - \sin \theta_i \hat{z}] e^{-jk_2 [x \sin \theta_i + z \cos \theta_i]}$$

$$\underline{H}_t = \frac{T_{\parallel} \hat{y}}{\eta_2} e^{-jk_2 [-]}$$

$$4 \quad \theta_c = \arcsin (\sqrt{1/4}) = 30^\circ \quad \text{Se } \theta_i = 45^\circ \rightarrow 1 \quad \underline{E}_i \perp \underline{E}_r$$

$$2 \quad \theta_i > \theta_c \rightarrow |\Gamma_{\parallel}| = 1 \rightarrow |\underline{E}_i| = |\underline{E}_r|$$

Due delle Tre condizioni per la pol. circ. sono soddisfatte

$$\Gamma_{\parallel} = -0.77 - j0.68 = 1 e^{-j2.462}$$

Scrivendo $\underline{E}_t = \underline{E}_i + \underline{E}_r$ si nota che il termine di fase $e^{-jk_1 x \sin \theta_i}$

può essere messo a fattore comune. Lo sfasamento dipende quindi solo da z e dalla fase di Γ_{\parallel} occorre risolvere

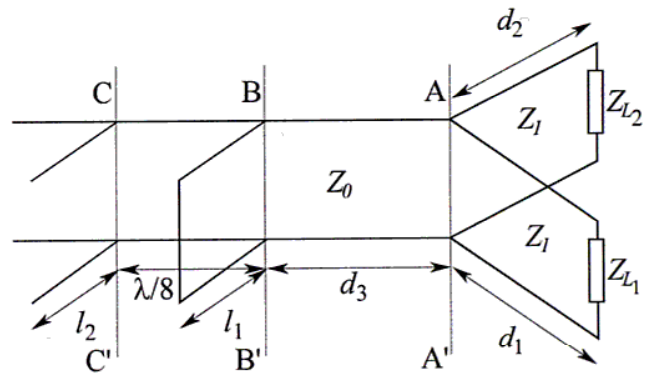
$$-k_1 z \cos \theta_i = \underbrace{-2.462}_{\angle \Gamma_{\parallel}} + k_1 z \cos \theta_i + \underbrace{\frac{\pi}{2} + n\pi}_{\text{pol. circ.}} \Rightarrow z = 0.015 - 0.053n \text{ metri}$$

5 MAI puoi avere solo la componente \hat{y} di \underline{H}

6 $(0,0,1) \rightarrow 0$, c'è riflessione totale e $z \gg \lambda$

$$(0,0,-1) \rightarrow \frac{1}{2} \underline{E}_i \times \underline{H}_i^* = \frac{1}{2} \left[\underbrace{0.015 \hat{x}}_{\text{REALE}} - j \underbrace{0.0017 \hat{z}}_{\text{IMAGINARIA}} \right]$$

2 - La configurazione schematizzata in figura è operante a una frequenza f_0 per cui sulla linea $\lambda=1$ e tutte le linee hanno impedenza caratteristica $Z_0 = 50\Omega$ tranne i tratti $d_1 = 0.5m$ e $d_2 = 0.3m$ che hanno impedenza $Z_1 = 100\Omega$. I due carichi sono $Z_{L1} = 150 + j150\Omega$ e $Z_{L2} = 200 - j200\Omega$. (1) si adatti con un doppio stub come in figura. Il primo stub di lunghezza l_1 (minima possibile) sia a BB' , distante $d_3 = 0.125m$ da AA' ; sia la mutua distanza fra gli stub $\lambda/8$. (2) Nella configurazione così ricavata valutare il ROS a sinistra della sezione CC' nel caso che la frequenza di lavoro divenga $f_1 = 1.1f_0$.



1

$$\begin{aligned} \text{carico } Z_{L1} &\rightarrow y_{L1} = \frac{1}{3} - j\frac{1}{3} \\ \text{carico } Z_{L2} &\rightarrow y_{L2} = \frac{1}{4} + j\frac{1}{4} \end{aligned}$$

TRASPORTO

$$y_{AA'} = 0.0104 - j0.0162 \quad \text{NORM. A } Z_0$$

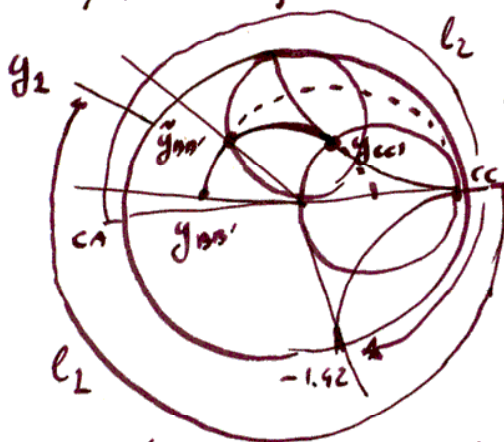
$$y_{AA'} = \frac{1}{3} - j\frac{1}{3} \quad y_{AA'} = 0.703 - j1.29$$

parallel

$$y_{AA'} = 1.04 - j1.62$$

DENORMALIZZO A Z_1

$$y_{AA'} = 0.52 - j0.81 \rightarrow y_{BB'} = 0.29 + j0.020$$



Il primo stub porta da $y_{BB'}$ a $y_{BB'}$ sul cerchio ruotato.

DEVE REALIZZARE $y_1 = j0.274 \rightarrow l_1 = 0.292m$
($\lambda = 1m$)

Spostandosi da BB' e CC'

$$\tilde{y}_{BB'} = 0.29 + j0.29 \rightarrow y_{CC'} = 1 + j1.42$$

Il secondo stub deve cancellare $y_c = j1.42 \rightarrow l_2 = 0.347m$

2 se $f_1 = 1.1f_0 \rightarrow$ Tutte le lunghezze che prima avevano lo stesso valore numerico in metri ora sono "più lunghe" in termini di λ

$$d_1 = 0.55\lambda, d_2 = 0.3\lambda, d_3 = 0.1375\lambda, d_{CB} = \frac{\lambda}{8} = 0.125m = 0.1375\lambda, l_1 = 0.321\lambda, l_2 = 0.388\lambda$$

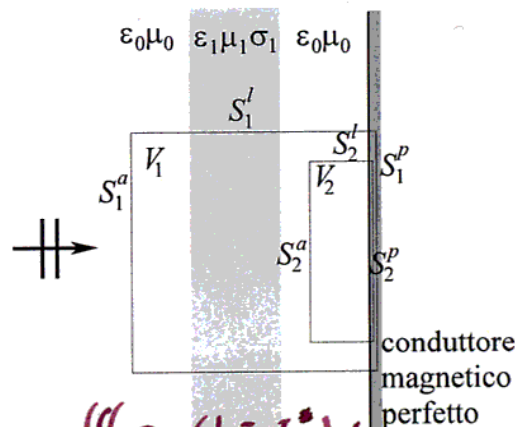
$$\begin{aligned} y_{L1} = \frac{1}{3} - j\frac{1}{3} &\rightarrow y_{AA'} = 0.297 - j0.0366 \\ y_{L2} = \frac{1}{4} + j\frac{1}{4} &\rightarrow y_{AA'} = 0.463 - j0.933 \end{aligned} \left\{ \begin{aligned} y_{AA'} &= 0.761 - j0.970 \\ Z_1 &\rightarrow Z_0 \end{aligned} \right. \rightarrow y_{AA'} = 0.380 - j0.485 \rightarrow y_{BB'} = 0.339 + j0.341$$

$$y_1 = j0.485 \rightarrow \tilde{y}_{BB'} = 0.339 + j0.826 \rightarrow y_{CC'} = 5.06 - j0.434$$

$$y_2 = -j0.911 \rightarrow \tilde{y}_{CC'} = 5.06 - j1.34$$

$$\Gamma = \frac{1 - \tilde{y}_{CC'}}{1 + \tilde{y}_{CC'}} = -0.68 + j0.070 \quad ROS = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = 5.4$$

3 - (1) Dimostrare il teorema di Poynting nel dominio della frequenza descrivendo (2) ogni singolo termine. Discutere (3) nel caso de mezzo stratificato in figura, quali dei termini di cui al punto precedente siano nulli e quali siano diversi da zero nei due parallelepipedi di volumi V_1 e V_2 racchiusi dalle superfici S_1 e S_2 distinguendo in esse una faccia anteriore (a), una posteriore (p) ed una superficie laterale (l).



1 → TEORIA

2 $\epsilon = \epsilon_1 + j\epsilon_2$ $\mu = \mu_1 - j\mu_2$

$$\underbrace{\iint_S \underline{S}_e \cdot \hat{n} dS}_{R_1} + \underbrace{\iiint_V \left(\frac{\omega \epsilon_1}{2} |\underline{E}|^2 + \frac{\omega \mu_1}{2} |\underline{H}|^2 \right) dV}_{R_2} + \underbrace{\iiint_V \frac{\sigma}{2} |\underline{E}|^2 dV}_{R_3} = - \underbrace{\iiint_V R_c \left(\frac{1}{2} \underline{E} \cdot \underline{J}_o^* \right) dV}_{R_4}$$

$$\underbrace{\iint_S \underline{S}_i \cdot \hat{n} dS}_{I_1} + \underbrace{\iiint_V \left(-\frac{\omega \epsilon_2}{2} |\underline{E}|^2 + \frac{\omega \mu_2}{2} |\underline{H}|^2 \right) dV}_{I_2} = - \underbrace{\iiint_V I_m \left(\frac{1}{2} \underline{E} \cdot \underline{J}_o^* \right) dV}_{I_3}$$

V_1

↳ $R_4 = 0$, $R_3 \neq 0$ nello slab, $R_2 = 0$ non ci sono altre perdite oltre alle ohmiche

essendo $R_3 \neq 0$ anche $R_1 \neq 0$ in modo che sia $R_1 + R_3 = 0$

R_1 si scompone in 3 parti

su $S_1^a \neq 0$

su $S_1^e = 0$ (superficie laterale $\underline{S} \perp \hat{n}$)

su $S_1^p = 0$ (superfici DENTRO in cui $\underline{E} = \underline{H} = 0$)

$I_3 = 0$, $I_2 \neq 0$ $\epsilon_2, \mu_2 \neq 0$ $|\underline{E}|^2, |\underline{H}|^2 \neq 0 \Rightarrow I_1 \neq 0$ affinché $-I_1 + I_2 = 0$

I_1 si scompone in 3 parti

su $S_1^a \neq 0$ su $S_1^e = 0$ su $S_1^p = 0$ per gli stessi ragionamenti di prima

V_2

↳ $R_4 = 0$, $R_3 = 0$, $R_2 = 0 \Rightarrow R_1 = 0 \Rightarrow$ Tutte e tre le componenti sono nulle (S_2^a, S_2^e, S_2^p)

$I_3 = 0$, $I_2 \neq 0 \Rightarrow I_1 \neq 0$ come per V_1

↳ $I_1 \neq 0$ solo su S_2^a

sempre come per V_1