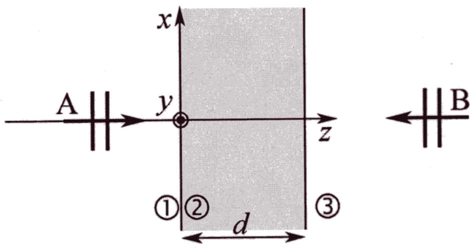
Compito #   .

Studente (Nome e cognome, in stampatello):______________________________

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

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

1 – Sia dato un mezzo stratificato come in figura, con due onde piane incidenti lungo z in direzione opposta $\mathbf{E}_1 = E_0 e^{-jk_1 z}\mathbf{i}_x$ e $\mathbf{E}_3 = E_0 e^{+j\left(k_1 z + \frac{\pi}{2}\right)}\mathbf{i}_y$ a frequenza 3GHz su una lastra dielettrica con perdite spessa d (mezzo ②) immersa nel vuoto (mezzi ① e ③). Si calcoli: (1) la profondità di penetrazione nel mezzo conduttore; (2) I campi riflessi nei mezzi ① e ③; (3) Il campo trasmesso nel mezzo ②; (4) La potenza dissipata nel mezzo ②; (5) la quota z, se esiste, dove il campo nel mezzo ② è polarizzato circolarmente. Altri dati: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_0$, $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_0$, $\sigma_1 = \sigma_3 = 0$, $\sigma_2 = 10Sm^{-1}$, $d = 1m$, $E_0 = 1Vm^{-1}$.



$\frac{\sigma_2}{\varepsilon_2 \omega} \simeq 60 \gg 1 \rightarrow$ buon conduttore

① $\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_2 \sigma_2}} = 2,9$ mm

$d \gg \delta \rightarrow$ il mezzo 2 si può considerare semi-infinito rispetto a entrambe le interfacce

$\zeta_1 = \zeta_3 = \zeta_0 \quad k_1 = k_3 = k_0 \quad \zeta_2 = \frac{1}{\sigma\delta}(1+j) = 34 + j34 \quad k_2 = \frac{1}{\delta}(1-j) = 344 - j344$

$\Gamma_{12} = \Gamma_{32} = \Gamma = \frac{\zeta_2 - \zeta_1}{\zeta_2 + \zeta_1} = -0.82 + j0.15$

$T_{12} = T_{32} = T = 1 + \Gamma = 0.18 + j0.15$

② $\underline{E}_{1r} = \Gamma E_0 e^{+jk_1 z} \hat{i}_x \quad \underline{E}_{2r} = \Gamma j E_0 e^{2jk_1 d} e^{-jk_1 z} \hat{i}_y$

③ $\underline{E}_{1t} = T E_0 e^{-jk_2 z} \hat{i}_x \quad \underline{E}_{2t} = T j E_0 e^{jk_2 z} e^{-jk_2 d} e^{jk_1 d} \hat{i}_y$

Potenza incidente su ciascuna faccia $P_i = \frac{1}{2}\frac{|E_0|^2}{\zeta_0} = 1.3\ mW m^{-2}$

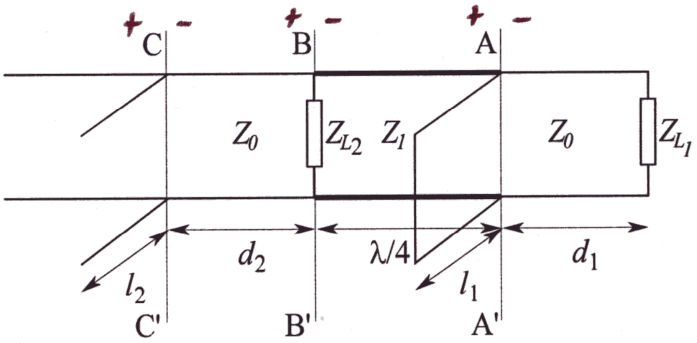
Potenza riflessa da ciascuna faccia $P_r = |\Gamma|^2 P_i = 0.9\ mW m^{-2}$

Potenza trasmessa attraverso la faccia $P_t = P_i - P_r = 0.4\ mW m^{-2}$

④ Potenza dissipata $= 2P_t = 0.8\ mW$

⑤ Per $z = d/2$ l'attenuazione fa sì che i moduli di E_{1t} e E_{2t} siano uguali, le direzioni sono ortogonali e le fase a 90°

2 – La configurazione schematizzata in figura è operante a una frequenza per cui sulla linea λ=1 e tutte le linee hanno impedenza caratteristica $Z_0 = 50\Omega$ tranne il pezzo tra le sezioni AA' e BB' che ha impedenza $Z_1 = 150\Omega$. A distanza $d_1 = \lambda/5$ dal carico $Z_{L_1} = 100 + j100\Omega$ vi è un primo stub in corto circuito, segue il tratto lungo $\lambda/4$ e, in BB' vi è un secondo carico $Z_{L_2} = 50\Omega$. Si determini (1) la lunghezza dello stub l_1 tale per cui alla sezione AA' si misura un coefficiente di riflessione $\Gamma_{AA'}$ reale. (2) La posizione d_2 e la lunghezza l_2 di uno stub in circuito aperto che adatti a sinistra della sezione CC'. (3) Nel caso in cui l'onda di tensione incidente su CC' trasporti una potenza di 1W si determini la potenza dissipata su ciascuno dei due carichi.



$Z_{L_1} = 100 + j100\,\Omega \rightarrow z_{L_1} = 2 + j2 \rightarrow y_{L_1} = \frac{1}{4} - j\frac{1}{4}$

① $y_{AA'_-} = \dfrac{y_{L_1} + j\tan(kd_1)}{1 + jy_{L_1}\tan(kd_1)} = 0.70 + j1.3$ Lo stub 1 deve realizzare $b = -1.3$

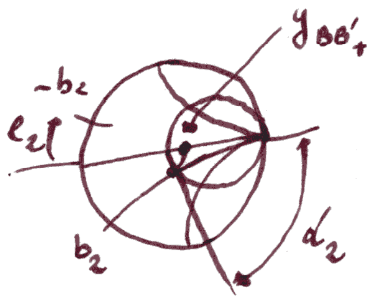
$l_1 = \text{arccot}\left(\frac{-b_1}{k}\right) = 0,104\lambda$

$y_{AA'_+} = 0.70$

② $y_{AA'_+} \xrightarrow{50\Omega} Y_{AA'_+} = 0.014\,S \xrightarrow{150\Omega} y_{AA'_+} = 2,11 \xrightarrow{\lambda/4} y_{BB'_-} = 0.47 \xrightarrow{150\Omega} Y_{BB'_-} = 0.0032\,S$

$y_{BB'_-} = 0.158$

$y_{BB'_+} = y_{BB'_-} + y_{L_2} = 0.158 + 1 = 1.158$



Mi sposto di $d_2 = 0.119\lambda$ sulla carta

Mi trovo su $y_{CC'_-} = 1 - j0.15$

Che si adatta con uno stub $l_2 = 0.023\lambda$

③ Tutto il watt si dissipa sul parallelo $y_{L_2} + y_{BB'_-}$ entrambi reali

$$\frac{1}{2}Y_{L_2}|V|^2 + \frac{1}{2}Y_{BB'_-}|V|^2 = 1\,W$$

Ricavo $|V|^2 = 86$ e

$$P_{L_1} = \frac{1}{2}Y_{BB'_-}|V|^2 = 0.13\,W$$

$$P_{L_2} = \frac{1}{2}Y_{L_2}|V|^2 = 0.87\,W$$

3 – (1) Ricavare la soluzione delle equazioni di Maxwell nel caso di assenza di sorgenti e con dipendenza spaziale dalla sola coordinata z nel dominio della frequenza. (2) Discutere tale soluzione in un mezzo caratterizzato da $\varepsilon = \varepsilon_0$ e $\mu = \mu_0 (1 - \omega/\omega_0)$ calcolando esplicitamente velocità di fase e di gruppo.

1 La derivazione delle onde piane è quella della teoria.

2 $\varepsilon = \varepsilon_0$

$\mu = \mu_0 \left(1 - \frac{\omega}{\omega_0}\right)$

$$k = \omega\sqrt{\varepsilon\mu} = \omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0\left(1-\frac{\omega}{\omega_0}\right)} = k_0\sqrt{1-\frac{\omega}{\omega_0}}$$

Il mezzo è DISPERSIVO NEL TEMPO

A $\omega < \omega_0$ $k \in \mathbb{R}$ si ha propagazione

$$v_f = \frac{\omega}{k} = \frac{\omega}{k_0\sqrt{1-\frac{\omega}{\omega_0}}} = \frac{\cancel{\omega}}{\cancel{\omega}\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}\frac{1}{\sqrt{1-\frac{\omega}{\omega_0}}} = c\frac{1}{\sqrt{1-\frac{\omega}{\omega_0}}}$$

$$v_g = \frac{\partial\omega}{\partial k} = \frac{1}{\frac{\partial k}{\partial\omega}} = \frac{1}{\frac{\partial}{\partial\omega}\left[\omega\sqrt{1-\frac{\omega}{\omega_0}}\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\right]} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\frac{\partial}{\partial\omega}\sqrt{\omega^2-\frac{\omega^3}{\omega_0}}} =$$

$$= c\frac{1}{\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{\omega^2-\frac{\omega^3}{\omega_0}}}\left(2\omega-3\frac{\omega^2}{\omega_0}\right)} = \frac{2c\sqrt{\omega^2-\frac{\omega^3}{\omega_0}}}{2\omega-3\frac{\omega^2}{\omega_0}}$$

$v_f \cdot v_g \neq c^2$ il mezzo <u>NON</u> è normale

---

4 – Le condizioni di continuità sono quelle della teoria