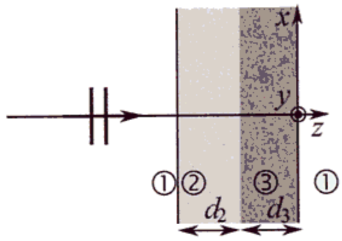
Compito #   .

Studente (Nome e cognome, in stampatello):______________________________________

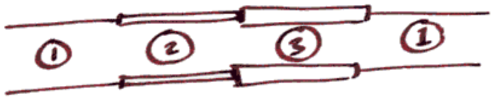
Matricola:______________________Corso di Laurea: ☐ IEL; ☐ IDT; ☐Altro; Valutaz.:_____

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, Matricola, Corso di laurea, valutazione) ai fini della pubblicazione su pagina internet?
Do il consenso ☐ Nego il consenso ☐ Firma:

1 – Sia dato un mezzo stratificato come in figura, con un'onda piana che si propaga nella direzione positiva dell'asse z $\mathbf{E}_i = E_0 e^{-jk_1 z}\mathbf{i}_x$ a frequenza 3GHz Sia il mezzo 1 il vuoto ($\varepsilon_1 = \varepsilon_0$, $\mu_1 = \mu_0$), il mezzo ② un dielettrico con $\varepsilon_2 = 4\varepsilon_0$, $\mu_2 = \mu_0$ con spessore $d_2 = 20cm$ e il mezzo ③ un dielettrico con $\varepsilon_3 = 2\varepsilon_0$, $\mu_3 = 4\mu_0$ con spessore $d_3 = 20cm$. Si valuti: (1) l'onda riflessa nel mezzo ① a sinistra del mezzo ②. Il flusso del vettore di Poynting attraverso una superficie quadrata di area $1m^2$ posta una volta in (2) $z = -1m$ e una volta in (3) $z = 1m$. Si modifichi (4) il valore di d_2, in modo da rendere reale, se possibile, il coefficiente di riflessione all'interfaccia ①-② e che massimizzi l'ampiezza della potenza trasmessa oltre il mezzo stratificato di cui al punto (3)



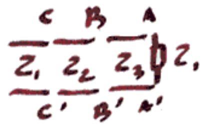
Analogia con le linee di trasmissione



$\zeta_1 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 120\pi\ \Omega$ $\zeta_2 = \sqrt{\frac{\mu_2}{\varepsilon_2}} = 60\pi\ \Omega$ $\zeta_3 = \sqrt{\frac{\mu_3}{\varepsilon_3}} = 120\pi\sqrt{2}\ \Omega$

$\lambda_1 = \frac{1}{f}\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} = 0.1m$ $\lambda_2 = \frac{1}{f}\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_2\mu_2}} = 0.05m$ $\lambda_3 = \frac{1}{f}\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_3\mu_3}} = 0.025\sqrt{2}\ m$

$\hookrightarrow d_2 = 4\lambda_2$ $\hookrightarrow d_3 = 4\sqrt{2}\lambda_3$

① 

$Z_{AA'} = Z_1 = \zeta_1 = 120\pi\ \Omega$

$Z_{BB'} = Z_3 \dfrac{Z_{AA'} + jZ_3\tan\left(\frac{2\pi}{\lambda_3}d_3\right)}{Z_3 + jZ_{AA'}\tan\left(\frac{2\pi}{\lambda_3}d_3\right)} = 577 + j188\ \Omega$

$Z_{CC'} = Z_2 \dfrac{Z_{BB'} + jZ_2\tan\left(\frac{2\pi}{\lambda_2}d_2\right)}{Z_2 + jZ_{BB'}\tan\left(\frac{2\pi}{\lambda_2}d_2\right)} = 577 + j188\ \Omega$ $(d_2 = n\lambda_2!)$

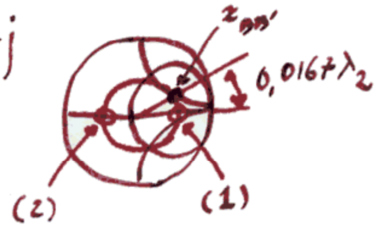
$\Gamma_{CC'} = \dfrac{Z_{CC'} - Z_1}{Z_{CC'} + Z_1} = 0.23 + j0.15$ ovvero con la carta di Smith.

$\underline{E}_r = \Gamma_{CC'} E_0 e^{jk_1 z}\hat{i}_x \cdot \underbrace{e^{-2jk_1(d_2+d_3)}}$

Traslazione, l'origine non è all'interfaccia.

② $P_1 = \mathrm{Re}\iint_S \frac{1}{2}(\underline{E}_i + \underline{E}_r)\times(\underline{H}_i + \underline{H}_r)^* ds = \left[1 - |\Gamma_{CC'}|^2\right]\dfrac{|E_0|^2}{2\zeta_1}$ ③ $P_2 = P_1$

④ $z_{BB'} = \dfrac{Z_{BB'}}{Z_2} \simeq 3 + j$



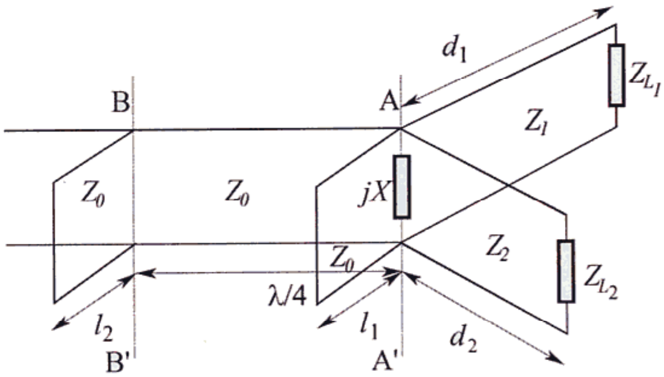
$d_2^{(1)} = 0.0167\lambda_2 + \frac{\lambda_2}{2}n \rightarrow z_{CC'}^{(1)} = 3.42$
$Z_{CC'}^{(1)} = 645\ \Omega$

$d_2^{(2)} = 0.2667\lambda_2 + \frac{\lambda_2}{2}n \rightarrow z_{CC'}^{(2)} = 0.29$
$Z_{CC'}^{(2)} = 55\ \Omega$

$\underline{\underline{\Gamma_{CC'}^{(1)} = 0.26}}$ $\Gamma_{CC'}^{(2)} = -0.74$

SOLUZIONE

2 – La configurazione schematizzata in figura è operante a una frequenza per cui sulla linea $\lambda = 1m$ e le linee hanno impedenza caratteristica $Z_0 = 50\Omega$, $Z_1 = 100\Omega$ e $Z_2 = 100\Omega$. I carichi sono $Z_{L_1} = 100 + j100\Omega$, $Z_{L_2} = 50\Omega$ e vi è una reattanza $X = 50\Omega$. Si adatti (1) il carico al generatore tramite un doppio stub come in figura. Se la potenza attiva fornita dal generatore è 1W, si valuti (2) la potenza attiva dissipata su ciascuno dei tre carichi. Nel caso in cui la reattanza X sia stata male saldata in posizione, valutare il ROS a sinistra della sezione BB' nei casi in cui il malfunzionamento trasformi X in un corto circuito (3) o in un circuito aperto (4). Altre grandezze: $d_1 = \lambda/2$; $d_2 = \lambda/3$;

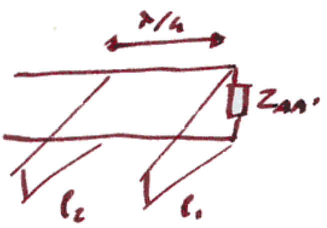


① Si riporta il carico in AA'

$Z_{L_1AA'} = Z_{L_1} = 100 + j100$ ($d_1 = \frac{\lambda}{2}$) $Z_{L_2AA'} = 114 - j74$ ($d_2 = \lambda/3$)

$$Z_{AA'} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{L_1AA'}} + \frac{1}{Z_{L_2AA'}} + \frac{1}{jX}} = 19.7 + j37.1 \rightarrow z_{AA'} = 0.39 + 0.72j$$

$y_{AA'} = 0.56 - 1.05j$



$y'_{AA'} = 0.56 + 0.50j$

Devo realizzare $jb_1 = j0.55 \rightarrow l_2 = 0.330\lambda$

Trasporto di $\lambda/4 \rightarrow y_{BB'} = 1 + j0.89$

Per adattare devo realizzare $jb_2 = -j0.89 \rightarrow l_2 = 0.136\lambda$

② Si hanno 3 carichi in parallelo → partitore di corrente. Uno, jX, non assorbe potenza ATTIVA, quindi

$$P_{L_1} = \frac{Re\{Z_{L_2AA'}\}}{Re\{Z_{L_1AA'} + Z_{L_2AA'}\}} = 0.53 \qquad P_{L_2} = 0.47$$

③ Se $X = 0$ (CC) $\rightarrow Z_{AA'} = 0 \rightarrow$ carico immaginario puro $\rightarrow |\Gamma| = 1$ e ROS $= \infty$

④ se $X = \infty$ (CA) $\rightarrow Z_{AA'} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{L_1AA'}} + \frac{1}{Z_{L_2AA'}} + \frac{1}{\infty}} = 88 + j8$

$Z_{BB'} = 12 + j21$ (con gli stub!)

$\Gamma = -0.44 + j0.5 \rightarrow$ ROS $= 5$

3 – (1) Ricavare la soluzione delle equazioni di Maxwell nel vuoto nel caso di assenza di sorgenti e con dipendenza spaziale dalla sola coordinata z nel dominio del tempo. (2) Per soluzione armonica ($2\pi f t$) e polarizzazione del campo elettrico lungo x si valutino, in funzione del tempo, i termini che compaiono nel teorema di Poynting.

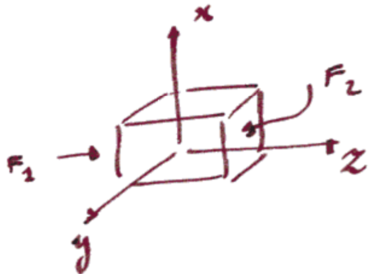
① Come da Teoria a lezione

② $\underline{e} = E_0 \sin(kz - \omega t)\,\hat{i}_x \qquad \omega = 2\pi f$

$\underline{h} = \dfrac{E_0}{\zeta} \sin(kz - \omega t)\,\hat{i}_y$

$\underline{s} = \underset{t\ \text{TEMPO !!}}{\underline{e}\times\underline{h}} = \dfrac{|E_0|^2}{\zeta_0} \sin^2(kz - \omega t)\,\hat{i}_z$

Prendiamo per es un cubo



$$\iint_S \underline{s}\cdot\underline{n}\, dS + \iiint_V \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\varepsilon|\underline{e}|^2 + \frac{1}{2}\mu|\underline{h}|^2\right) + \cancel{\iiint_V \sigma|\underline{e}|^2} = \cancel{-\iiint_V \underline{e}\cdot\underline{j}_0\, dV}$$

$\sigma = 0 \qquad \underline{j}_0 = 0$

il cubo ha 6 facce il flusso è $\neq 0$ solo su quelle con normale // a $\hat{i}_z$

$$\iint_{F_1} \underline{s}\cdot(-\hat{i}_z)\, dS + \iint_{F_2} \underline{s}\cdot\hat{i}_z\, dS + \iiint_V \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\underset{\text{vuoto}}{\varepsilon_0}|\underline{e}|^2 + \frac{1}{2}\mu_0|\underline{h}|^2\right) dV$$

$$\int_0^l\!\!\int_0^l -\frac{E_0^2}{\zeta_0}\sin^2(kz-\omega t)\Big|_{z=0} dx\,dy \rightarrow -\frac{E_0^2 l^2}{\zeta}\sin^2(-\omega t) = -\frac{E_0^2 l^2}{\zeta_0}\sin^2(\omega t)$$

$$\int_0^l\!\!\int_0^l \frac{E_0^2}{\zeta_0}\sin^2(kz-\omega t)_{z=l}\, dx\,dy \rightarrow \frac{E_0 l^2}{\zeta_0}\sin^2(kl-\omega t)$$

ovviamente

$$\iiint_V \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\varepsilon|\underline{e}|^2 + \frac{1}{2}\mu_0|\underline{h}|^2\right) dV = \frac{E_0 l^2}{\zeta_0}\left[\sin^2(kl-\omega t) - \sin^2(\omega t)\right]$$

---

4 ESERCIZIO $\longrightarrow$ Teoria!