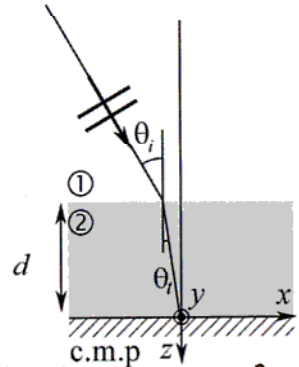


Studente (Nome e cognome, in stampatello): \_\_\_\_\_

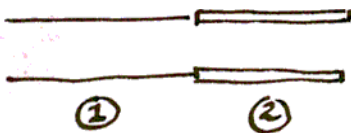
Matricola: \_\_\_\_\_ Corso di Laurea: ☐ IEL; ☐ IDT; ☐ Altro; Valutaz.: \_\_\_\_\_

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

1 - Sia data una lastra dielettrica posta su un piano conduttore magnetico perfetto (c.m.p.). Da sopra la lastra (mezzo ①, il vuoto:  $\epsilon_1 = \epsilon_0$ ,  $\mu_1 = \mu_0$ ) incide, con angolo di incidenza  $\theta_i = 60^\circ$  un'onda piana a 3GHz con campo elettrico  $E_0 = 1V/m$  polarizzato lungo  $y$ . Dato inoltre lo spessore  $d = 0.5m$  della lastra ②, costituita da un dielettrico  $\epsilon_2 = 4\epsilon_0$ ,  $\mu_1 = \mu_0$ :  
 (1) Si valuti il coefficiente di riflessione all'interfaccia ①②. (2) Si dica se è possibile trovare un angolo di incidenza  $\theta_i$  per cui tale coefficiente di riflessione risulti reale e, qualora sia possibile, se ne fornisca il valore.



① Si utilizza l'analogia con le linee di trasmissione



La linea è in circuito aperto (c.m.p.)  
 $k_1 = k_0 = 20\pi$   $Z_1 = Z_0 = 120\pi$   
 $k_2 = \sqrt{\epsilon_2} k_0 = 40\pi$   $Z_2 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_2}} Z_0 = 60\pi$  } mezzi

Caso TE<sub>z</sub>

$$k_{z1} = k_1 \cos \theta_i = 10\pi \quad Z_1 = \frac{Z_0}{\cos \theta_i} = 240\pi; \quad k_{z2} = k_2 \cos \theta_t = 36.1\pi \quad Z_2 = \frac{Z_0}{\cos \theta_t} = 66.6\pi$$

Avendo applicato snell  $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t \Rightarrow \theta_t = 25.6^\circ$

$$Z_L = \infty \quad (C.A.) \quad \Rightarrow Z_2$$

Riportata all'interfaccia

$$Z_1 = -jZ_2 \cot(k_2 d) = -761\pi j$$

Coef. di Riflessione

$$\Gamma = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = 0.82 - j0.57$$

②  $\Gamma$  è reale se  $Z_1$  è reale [e quindi 0] oppure resta immaginario puro ma di valore infinito, caso se  $Z_1$  è un corto circuito o un circuito aperto  
 siccome il CMP è un C.A. esso resta c.a. se ci si sposta di  $n \frac{\lambda_{z2}}{2}$  e diventa c.c. se ci si sposta di  $n \frac{\lambda_{z2}}{4}$ , quindi occorre il primo

$$d = n \frac{\lambda_{z2}}{4}, n \in \mathbb{N} \Rightarrow k_{z2} d = n \frac{\pi}{2} \Rightarrow k_2 \cos \theta_t d = n \frac{\pi}{2}$$

Quindi:

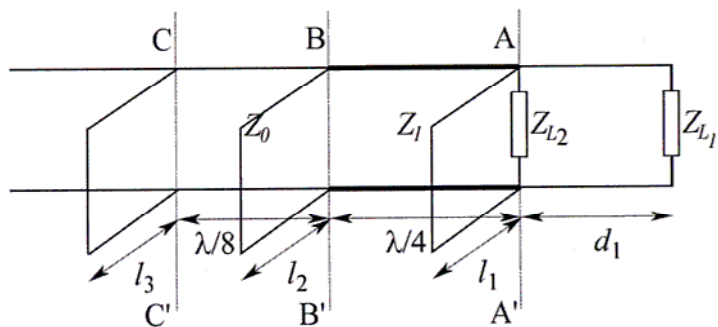
$$\cos \theta_t = n \frac{\pi}{2} \frac{1}{k_2 d} = n \frac{\pi}{2} \frac{1}{40\pi \cdot \frac{1}{2}} = \frac{n}{40}$$

n	$\theta_t$	$\theta_i$
40	0°	0°
39	12,8°	26,4°
38	28,2°	38,6°
37	28,3°	49,4°
⋮		

← caso limite

Il caso limite è  $n=35 \Rightarrow \theta_i = 75,5^\circ$   
 $n=34$  non ha soluzione

2 - La configurazione schematizzata in figura è operante a una frequenza per cui sulla linea  $\lambda = 1m$ . Tutte le linee hanno impedenza caratteristica  $Z_0 = 50\Omega$  tranne il pezzo tra le sezioni AA' e BB' che ha impedenza  $Z_1 = 100\Omega$ . A distanza  $d_1 = \lambda/5$  dal carico  $Z_{L1} = 100 + j100\Omega$  vi è un secondo carico  $Z_{L2} = 50\Omega$  ed un primo stub in corto circuito, segue il tratto lungo  $\lambda/4$ . Si determini (1) Il carico in AA' a destra dello stub. (2) La lunghezza dello stub  $l_1$  tale per cui a sinistra sezione AA' si misura un coefficiente di riflessione  $\Gamma_{AA'}$  reale. (3) Le lunghezze  $l_2$  e  $l_3$  degli ulteriori stub che adattano a sinistra della sezione CC'. (4) 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.



$$\textcircled{1} \quad y_{L2} = \frac{Z_0}{Z_{L2}} = \frac{1}{4} - j\frac{1}{4} \quad y_{L,AA'} = \frac{y_{L2} + j \tan(kd_1)}{1 + jy_{L2} \tan(kd_1)} = 0.703 + j1.292$$

$$y_{L2} = \frac{Z_0}{Z_{L2}} = 1 \quad \rightarrow \quad y_{AA'} = 1.703 + j1.292$$

$\textcircled{2}$  Per avere  $\Gamma$  reale  $y_{AA'}$  deve essere reale, quindi lo stub realizza  $-j1.292$

$$b_2 = -j1.292 \Rightarrow l_2 = 0.105$$

con lo stub  $\Rightarrow y'_{AA'} = 1.703$  Denormalizzato a  $Z_0$  e  $y_{AA'} = y'_{AA'} \frac{Z_1}{Z_0} = 3.406$   
Rinormalizzato a  $Z_1$

Trasporto in BB'  $y_{BB'} = \frac{1}{y'_{AA'}} = 0.293$  Denormalizzato a  $Z_1$   $y'_{BB'} = y_{BB'} \frac{Z_0}{Z_1} = 0.146$   
Rinormalizzato a  $Z_0$

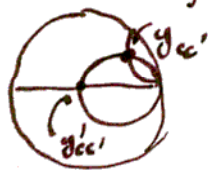
$\textcircled{3}$  Occorre adattare  $y'_{BB'} = 0.146$  con doppio stub

i due stub sono  $\frac{\lambda}{8} \Rightarrow \frac{1}{4}$  di giro

$$y''_{BB'} = 0.146 + j0.428 \Rightarrow jb_2 = 0.428 \Rightarrow l_2 = 0.321\lambda$$

↑  
secondo stub

$$y_{CC'} = 1 + j2.55$$



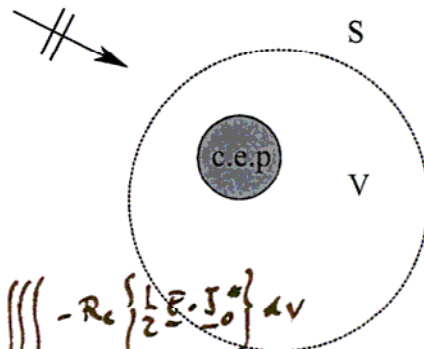
il ~~secondo~~ <sup>terzo</sup> stub deve annullare  $j2.55$ , quindi realizza  $-j2.55$

la lunghezza è  $l_3 = 0.059\lambda$

$\textcircled{4}$  Facendo un partitore di corrente fra  $y_{L2}$  e  $y_{L,AA'}$  si ha

$$P_{Z_{L1}} = 0.41W \quad P_{Z_{L2}} = 0.59W$$

3 - Dimostrare il teorema di Poynting nel dominio della frequenza. (2)  
 Discutere quali dei termini che compaiono nel teorema (parte reale e parte immaginaria) sono nulli nel caso in figura di un'onda piana che incide su una sfera di conduttore elettrico perfetto (c.e.p.) sospesa nel vuoto ( $\epsilon_1 = \epsilon_0$ ,  $\mu_1 = \mu_0$ ). Il Teorema di Poynting va applicato al volume V racchiuso all'interno della superficie S mostrata in figura.



$$\underbrace{\iint_S \underline{S}_e \cdot \hat{n} dS}_{R_1} + \underbrace{\iiint_V \left[ \frac{\omega \epsilon_2}{2} |\underline{E}|^2 + \frac{\omega \mu_2}{2} |\underline{H}|^2 \right] dV}_{R_2} + \underbrace{\iiint_V \frac{\sigma}{2} |\underline{E}|^2 dV}_{R_3} = \underbrace{\iiint_V -\text{Re} \left\{ \frac{1}{2} \underline{E} \cdot \underline{J}_0^* \right\} dV}_{R_4}$$

$$\underbrace{\iint_S \underline{S}_e \cdot \hat{n} dS}_{I_1} + \underbrace{\iiint_V \left[ -\frac{\omega \epsilon_2}{2} |\underline{E}|^2 + \frac{\omega \mu_2}{2} |\underline{H}|^2 \right] dV}_{I_2} = \underbrace{\iiint_V -\text{Im} \left\{ \frac{1}{2} \underline{E} \cdot \underline{J}_0^* \right\} dV}_{I_3}$$

① Le Dim delle teorie

②  $\underline{J}_0 = 0$  nel volume, nessuna sorgente espresse  $\Rightarrow R_4 = 0$   
 $I_3 = 0$

Il c.e.p. è completamente opaco,  $\underline{E} = 0$  al suo interno, quindi anche se  $\sigma \rightarrow \infty$  si ha che  $\Rightarrow R_3 = 0$   
 su un c.e.p.  $\equiv$  corto circuito NON si dissipa potenza attiva

Non vi sono perdite per isteresi,  $\epsilon_2 = \mu_2 = 0$  TUTTO  
 il dominio  $\Rightarrow R_2 = 0$

A questo punto  $R_1 = 0$  per soddisfare la prima eq.  
 e  $I_1 = -I_2 \neq 0$  per la seconda.

4 co. Teorie ....