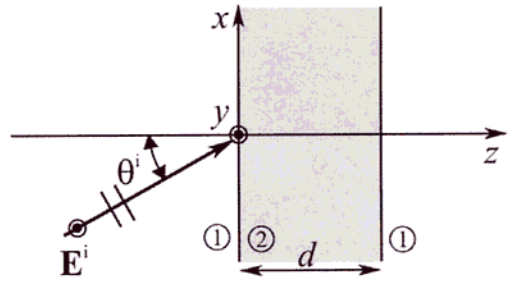
Compito #   .

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, atricola, 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, di ampiezza $E_0 = 1\,\mathrm{Vm}^{-1}$ e polarizzazione lineare perpendicolare incide su un mezzo stratificato come indicato in figura. L'angolo di incidenza è $\vartheta_i = 60°$. Il mezzo ① è l'aria $(\varepsilon_{r1} = 1, \mu_{r1} = 1)$ mentre il mezzo ② è costituito da un dielettrico con $\varepsilon_{r_2} = 3,\ \mu_{r_2} = 1$, di spessore $d = 0.45\,\mathrm{m}$. Si scrivano, esplicitamente il campo incidente (1) e il campo riflesso (2). Si determini (3), se esiste, l'angolo di incidenza in corrispondenza del quale non si ha campo riflesso. Nel caso di incidenza normale calcolare (4) la densità di potenza attiva trasmessa a destra del mezzo 2, quando l'onda piana incidente trasporta una densità di potenza attiva di $1\,\mathrm{Wm}^{-2}$.



$\zeta_1 = 377$ $\zeta_2 = \frac{377}{\sqrt{3}}$ $k_1 = 6{,}67\pi$ $k_2 = 6{,}67\pi\sqrt{3}$

$\overline{Z_1}\ \overline{Z_2}\ \overline{Z_1}$

ANALOGIA CON LE LINEE

$Z_1 = \frac{\zeta_1}{\cos\theta_1} = 754$ $k_{z_1} = k_1\cos\theta_1 = 3{,}33\pi$ $\sqrt{\varepsilon_1\mu_1}\sin\theta_1 = \sqrt{\varepsilon_2\mu_2}\sin\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = \frac{\pi}{6}$

$Z_2 = \frac{\zeta_2}{\cos\theta_2} = 251$ $k_{z_2} = k_2\cos\theta_2 = 10\pi$

① $\underline{E}_i = E_0 e^{-jk_1(\cos\theta_1 z + \sin\theta_1 x)}\hat{y}$ $\underline{E}_r = \Gamma E_0 e^{-jk_1(-\cos\theta_1 z + \sin\theta_1 x)}\hat{y}$

$\overline{Z_1}\ \overline{Z_2}\ \overline{Z_1} \equiv \overline{Z_1}\ \overline{Z_2}]Z_1 \equiv \overline{Z_1}]Z_3$

$\Gamma = \frac{Z_3 - Z_1}{Z_3 + Z_1}$ $Z_3 = Z_2\frac{Z_1 + jZ_2\tan(k_{z_2}d)}{Z_2 + jZ_1\tan(k_{z_2}d)} = 83{,}8 + j1{,}9$ (ovvero carta di Smith

$\Gamma = -0.8$

② Si ha Trasmissione Totale se $\Gamma = 0 \Rightarrow Z_3 = Z_1$ questo implica e, dalle formule del trasporto di Z

$\tan(k_{z_2}d) = 0 \Rightarrow \tan(k_2 d\cos\theta_2) = 0 \Rightarrow k_2 d\cos\theta_2 = n\pi$

$\cos\theta_2 = \frac{n\pi}{k_2 d} = \frac{n\pi}{6.67\pi\sqrt{3}\ 0.45} \Rightarrow \cos\theta_2$ assume 3 possibili valori

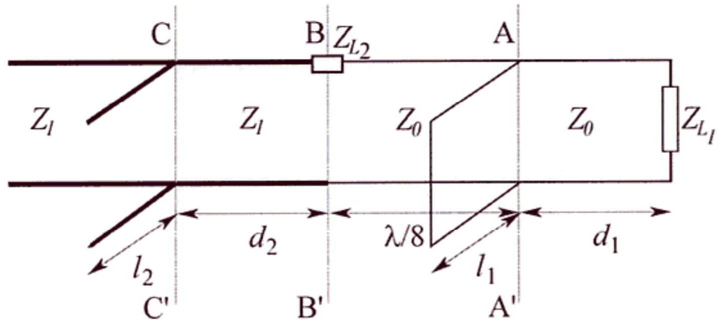
ma deve anche essere $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2 \Rightarrow \theta_i = 28° \Rightarrow \theta_t = 16°$

③ $\theta_i = \theta_t = 0 \Rightarrow Z_1 = \zeta_1$ $Z_2 = \zeta_2$ $k_{z_1} = k_1$ $k_{z_2} = k_2$

Quindi $Z_1 = 377 \Rightarrow Z_3 = 223 - j122 \Rightarrow \Gamma = -0{,}205 - j0{,}246$

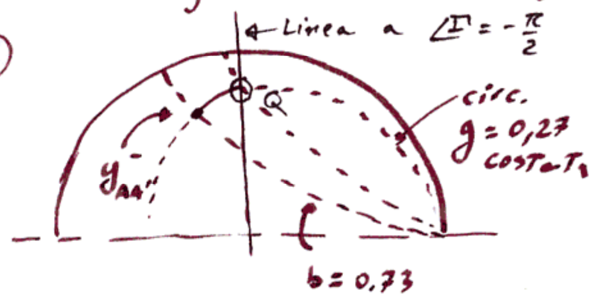
La potenza attiva trasmessa è $1 - |\Gamma|^2 = 0{,}9$

2 – La configurazione schematizzata in figura è operante a una frequenza per cui sulla linea λ=1m. Metà del circuito (linee sottili) ha impedenza caratteristica $Z_0 = 50\Omega$, metà (linee spesse) ha impedenza $Z_1 = 100\Omega$. A distanza $d_1 = \lambda/6$ dal carico $Z_{L_1} = 50 + j100\Omega$ vi è un primo stub in corto circuito, segue un tratto lungo $\lambda/8$ e, in BB' vi è un secondo carico Z_{L_2} =50Ω in serie (le dimensioni del carico sono trascurabili rispetto a λ e il carico è concentrato in BB'). Si determini (1) la lunghezza dello stub l_1 tale per cui alla sezione AA' si misura un coefficiente di riflessione $\Gamma_{AA'}$ con fase –π/2. (2) La posizione d_2 e la lunghezza l_2 di uno stub in circuito aperto che adatti a sinistra della sezione CC'. (3) I valori del carico Z_{L_1}, se esistono, per i quali non è possibile trovare uno stub l_1 che soddisfi la domanda (1).



$Z_{L_1} = 50 + j100 \Rightarrow \bar{y}_{L_1} = \frac{1}{5} - \frac{2}{5}j$ Trasporto in AA' $\Rightarrow \bar{y}_{AA'} = 0,27 + j0.73$

(1)

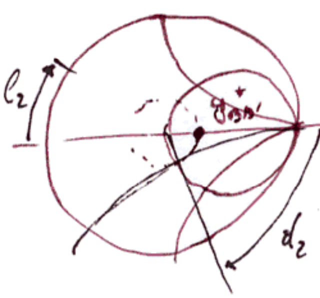


Si piazza $\bar{y}_{AA'}$ sulla carta di Smith
Il luogo dei punti a $\angle\Gamma = -\frac{\pi}{2}$
è il semiasse y positivo
Si individua l'intersezione Q fra il cerchio a g costante per $\bar{y}_{AA'}$ e tale asse

$Q = 0,27 + j0,96$ per passare da $\bar{y}_{AA'}$ a Q si deve aggiungere $0,96 - 0,73 = 0,23$. $\Rightarrow$ Lo stub l_1 deve REALIZZARE $b_1 = j0,23$ quindi deve essere lungo $l_1 = 0,286$ m

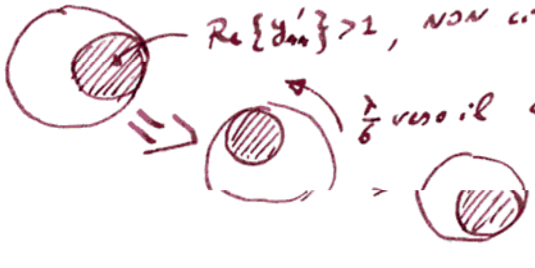
(2) $\bar{y}^+_{AA'} = Q = 0,27 + j0,96 \Rightarrow \bar{y}_{BB'} = 7,32 \Rightarrow \bar{Z}_{BB'} = 6.8\,\Omega$ in SERIE con Z_{L_2}
quindi $Z^+_{BB'} = 56,8\,\Omega \Rightarrow \bar{y}^+_{BB'} = 1,79$

per adattare $\bar{y}^+_{BB'}$ è



$d_2 = 0,1028$ m
$l_2 = 0,083$ m $\Rightarrow b_2 = 0.573$

(3) Se $\bar{y}_{AA'}$ si deve spostare in Q è necessario che la circonferenza $Re\{y\} = cost$ intersechi la retta verticale,
quindi $Re\{\bar{y}_{AA'}\} \leq 1$



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 $\varepsilon = \varepsilon_0(\omega/\omega_0 - 1)$ e $\mu = \mu_0$ calcolando esplicitamente velocità di fase e di gruppo.

(1) La dimostrazione delle onde piane è quella della Teoria.

(2) $k = \omega\sqrt{\varepsilon\mu}$

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

Se $\omega < \omega_0$ $\quad \frac{\omega}{\omega_0} - 1 < 0 \qquad k = j k_0\sqrt{1-\frac{\omega}{\omega_0}} = j\alpha$

NON SI HA PROPAGAZIONE (e neppure V_f e V_g)

Se $\omega > \omega_0$

$$k = \beta = k_0\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1}$$

$$V_f = \frac{\omega}{\beta} = \underbrace{\frac{\omega}{k_0}}_{c_0}\frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1}} = \frac{c_0}{\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1}}$$

$$V_g = \frac{\partial\omega}{\partial\beta} = \frac{1}{\frac{1}{c_0}\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1} + \frac{1}{k_0}\,\omega\,\frac{1}{2\omega_0}\frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1}}} = \frac{c_0\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1}}{\frac{\omega}{\omega_0} - 1 + \frac{\omega}{2\omega_0}} =$$

$$= \frac{c_0\sqrt{\frac{\omega}{\omega_0}-1}}{\frac{3}{2}\frac{\omega}{\omega_0} - 1}$$

$$V_g \cdot V_f = \frac{c_0^2}{\frac{3}{2}\frac{\omega}{\omega_0} - 1} \neq c_0^2 \qquad \text{MEZZO NON NORMALE}$$

Ex 4 = Teoria