

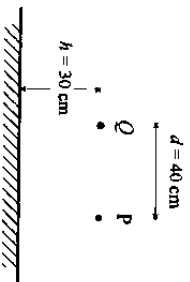
--	--	--	--	--

non scrivere nella zona soprastante

COGNOME E NOME	
MATRICOLA	
FIRMA	

Esercizio 1

Una carica puntiforme Q è posta a $h = 30$ cm da un piano di massa (si veda la figura). Sapendo che il campo elettrico nel punto P (posto alla stessa altezza) vale 10 V/m (in modulo), si calcoli il valore della carica.



Soluzione:

4y

$$E_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_1^2} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2^2} \sin\theta$$

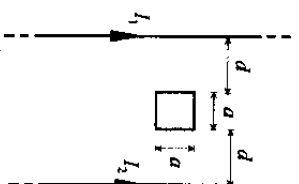
$$E_y = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2^2} \cos\theta$$

$$|E| = Q \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

$$\Rightarrow Q \approx 2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

Esercizio 2

Due fili indefiniti sono percorsi da correnti $I_1 = 2.5$ A, $I_2 = 5$ A (si veda la figura). Si calcoli la tensione indotta in una spira orientata come in figura, sapendo che la frequenza di lavoro è 15 MHz ($d = 10$ cm, $a = 10$ cm).



Soluzione:

$$\Phi = \frac{I_1}{2\pi r} \quad V_1 = -j\omega\mu \int \vec{H} \cdot d\vec{S}$$

$$\Rightarrow V_1 = -j\omega\mu \int_0^a \int_0^d \frac{I_1}{2\pi r} dr = -j\omega\mu \frac{I_1 a}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d}$$

$$\Rightarrow V_2 = -2V_1$$

$$\Rightarrow |V| = |V_1 + V_2| = |V_1| = 3.26 \text{ V}$$

Esercizio 3

Si dimensiona un cavo coassiale in modo che siano verificate le seguenti condizioni:

- velocità di propagazione pari a $1/3$ della velocità della luce nel vuoto;
- impedenza caratteristica 35Ω ; 35Ω
- massimo ingombro trasversale, 1 cm

Soluzione:

$$v = \frac{1}{3} c \Rightarrow \text{porto } \mu_r = 1, \quad \epsilon_r = 9$$

$$Z_c = \frac{\eta}{2\pi} \ln \frac{b}{a} = \frac{\eta_0}{2\pi \epsilon_r} \ln \frac{b}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{b}{a} = \exp \frac{2\pi \epsilon_r Z_c}{\eta_0} = 5.7$$

$$\Rightarrow b = 1 \text{ cm (diam. ext.)}$$

$$a = 1.7 \text{ mm (diam. int.)}$$

Esercizio 4

Sia data un'onda piana uniforme che si propaga alla frequenza di 600 MHz in direzione $+z$ in un mezzo dielettrico con $\epsilon_r = 4$, $\mu_r = 1$, $\sigma = 5 \cdot 10^7 \text{ S/m}$ (buon conduttore). Sapendo che il vettore fasore del campo elettrico in corrispondenza della sezione $z=0$ è pari a $\vec{E}(z=0) = 4\sqrt{2} \text{ (V/m)}$, calcolare:

- i vettori fasori di campo elettrico e magnetico in corrispondenza della sezione $z = 5 \text{ }\mu\text{m}$,
- l'espressione nel tempo del vettore campo elettrico.

Soluzione:

$$a) S = \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r \mu_r \sigma}} = 2.8 \text{ }\mu\text{m}$$

$$R_s = \frac{1}{\sigma \delta} = 0.0069 \frac{\Omega}{\sqrt{2}}$$

$$z_s = R_s (1+j)$$

$$\vec{E}(z = 5 \text{ }\mu\text{m}) = \vec{E}(z=0) e^{-\frac{(1+j)z}{\delta}} \quad \text{d}z = 5 \text{ }\mu\text{m}$$

$$= -0.1065 - 0.7071j \quad \vec{a}_x \quad \frac{V}{m}$$

$$= 0.7151 e^{-j1.72}$$

$$\text{Breve di } \vec{H} : \vec{a}_y$$

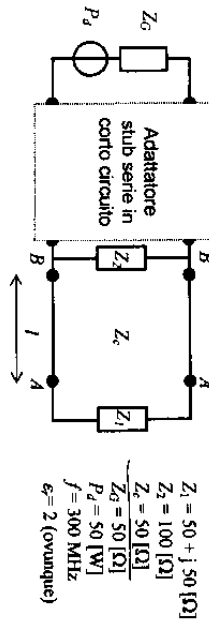
$$\vec{H} = \frac{\vec{E}(z = 5 \text{ }\mu\text{m})}{z_s} \vec{a}_y$$

$$b) \vec{E}(25t) = 0.7151 \cos(\omega t - 1.72) \vec{a}_x$$

Esercizio 5

Il circuito in figura opera ad una frequenza f pari a 300 MHz ($\epsilon_r=2$ ovunque).

- Calcolare la lunghezza l del tratto di linea fra le sezioni A-A e B-B in modo che venga dissipata la stessa potenza sui 2 carichi Z_1 e Z_2 .
- Dimensionare l'adattatore stub serie in corto circuito nelle condizioni di cui al punto a).
- Calcolare la potenza dissipata su Z_1 nelle condizioni di adattamento del punto b).
- Calcolare il modulo della tensione alla sezione B-B, $|V_{BB}|$, nelle condizioni di cui al punto b).



Soluzione:

$$a) Y_2 = 0.01 \text{ (S)} \quad Y_1 = \frac{1}{Z_1} = 0.01 - j0.01 \text{ (S)} \quad (S^{-1})$$

$$b) \text{ Parallel } Y_1 \text{ e } Y_2 \quad (Y = 0.01 \text{ S}) \quad (u = 91.2 \dots)$$

$$Y_{BS} = Y_1 + Y_2 = 0.02 - j0.01 \text{ (S)} \quad (S^{-1})$$

$$Z_{BS} = \frac{1}{Y_{BS}} = 40 + j20 \text{ } \Omega$$

$$l_s = 0.426 \lambda = 0.301 \text{ m}$$

$$l_s = 0.426 \lambda = 0.301 \text{ m}$$

$$c) P_{L1} = 25 \text{ W}$$

$$d) P_{BS} = 50 \text{ W} = \frac{|V_{BS}|^2 \text{Re}[Y_{BS}]}{2} \quad |V_{BS}| = \sqrt{\frac{100}{\text{Re}[Y_{BS}]}} = 70.71 \text{ V}$$

Carta di Smith delle impedenze

$$Z_{cl} = 50 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_{cs} = 50 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_G = 50 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_L = (40.0 + j20.0) \text{ [}\Omega\text{]}$$

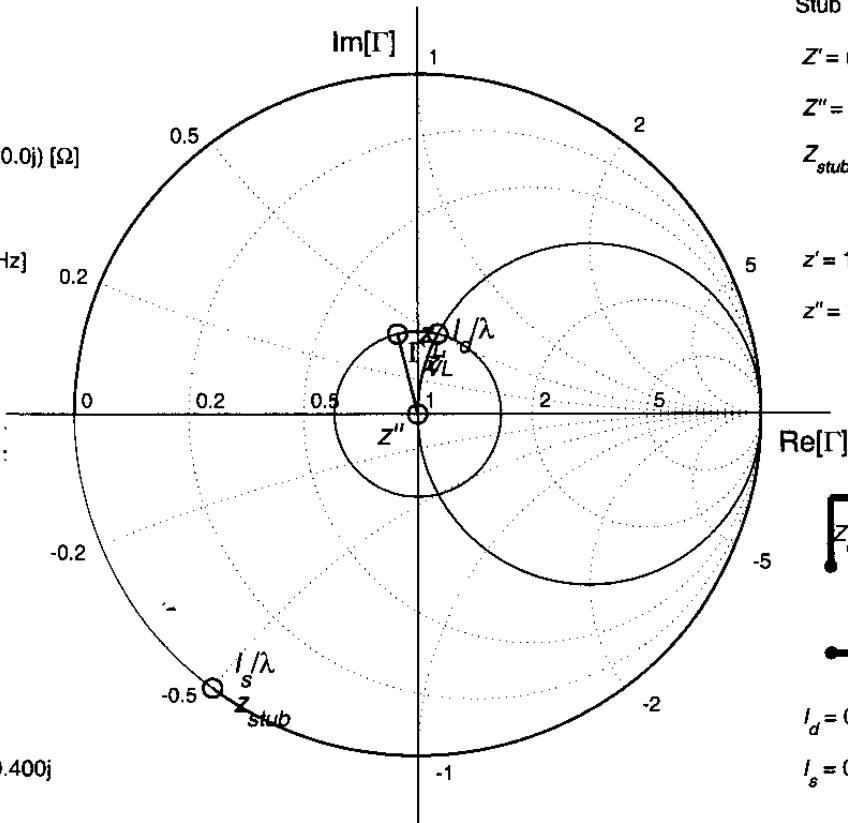
$$f = 300.0 \text{ [MHz]}$$

$$\epsilon_r = 2.0$$

$$Z_{cl} = 1$$

$$Z_G = 1$$

$$Z_L = 0.800 + j0.400j$$



Stub serie in c.c.

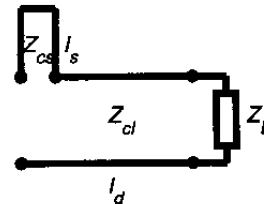
$$Z' = (50.0 + j25.0) \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z'' = 50.0 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_{stub} = -25.0j \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$z' = 1.000 + j0.500j$$

$$z'' = 1.000$$

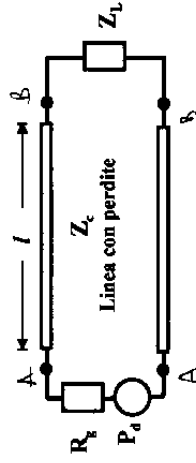


$$l_d = 0.039 \lambda = 0.028 \text{ [m]}$$

$$l_s = 0.426 \lambda = 0.301 \text{ [m]}$$

Esercizio 6:

Una linea di trasmissione avente impedenza caratteristica di 50Ω ($\epsilon_r=1$), attenuazione di 30 dB/km e lunghezza $l = 10 \text{ m}$, collega un generatore ($R_g = 50 \Omega$) ad un carico ($Z_L = 40 + j40 \Omega$) alla frequenza di 300 MHz . Si calcoli la potenza dissipata sulla linea e quella dissipata sul carico sapendo che la potenza disponibile del generatore è di 50 W .



Soluzione:

$$\alpha_{\text{dB}} = \frac{30 \text{ dB/km}}{86.86} \cdot 0.0035 \frac{\text{Np}}{\text{m}}$$

$$P_L = P_d e^{-2\alpha l} (1 - |\Gamma_{B0}|^2) = 38.45 \text{ W}$$

$$|\Gamma_{B0}|^2 = \frac{|Z_L - Z_c|^2}{|Z_L + Z_c|^2} = 0.4186$$

$$P_g = P_d (1 - |\Gamma_{A0}|^2) = P_d (1 - |\Gamma_{B0}|^2 e^{-4\alpha l}) = 42.38 \text{ W}$$

$$P_{\text{diss}} = P_g - P_L = 3.93 \text{ W}$$