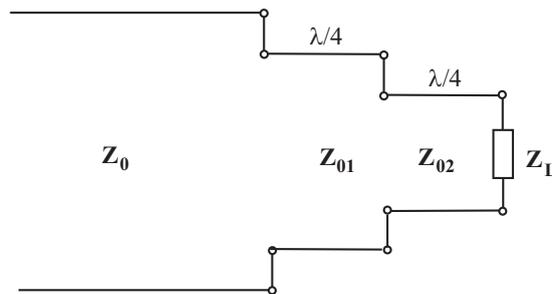


II appello - Febbraio 2014

Prova scritta

1. Il campo elettrico in un mezzo è dato da $\vec{E} = 16 e^{-0.05x} \sin(2 \times 10^8 t - 2x) \hat{z} \text{ V/m}$. Si trovi a) la costante di propagazione $\gamma = \alpha + j\beta$, b) la lunghezza d'onda, c) la velocità dell'onda, d) l'indice di rifrazione, e) il fasore campo magnetico.
2. Un'antenna, connessa ad una linea in aria e senza perdite a 150Ω , produce un rapporto d'onda stazionaria $S = 2.6$. Se le misure sulla linea indicano che la distanza tra due massimi è pari a 120 cm e che il primo minimo di tensione è a 100 cm dal carico, si calcoli a) la frequenza di lavoro, b) l'impedenza di ingresso dell'antenna, c) il coefficiente di riflessione lungo la linea.
3. Una linea con $Z_0 = 50 \Omega$ è connessa a due trasformatori a $\lambda/4$ con impedenze caratteristiche Z_{01} e Z_{02} a loro volta chiusi su un carico $Z_L = 75 \Omega$, come riportato in figura. Determinare l'impedenza caratteristica Z_{01} che garantisce l'adattamento della linea se $Z_{02} = 30 \Omega$.



4. Si trovi l'ammettenza di ingresso di una linea a circuito aperto di impedenza caratteristica 300Ω e lunghezza 0.04λ .
5. Un collegamento a microonde di 16.09 km a 300 MHz utilizza due parabole identiche con guadagno di 30 dB . La potenza dell'antenna trasmittente è di 500 W . Si calcoli la potenza ricevuta a) nel caso di massimo allineamento e b) nel caso in cui la direzione del collegamento coincida con gli estremi dell'HPBW per entrambe le antenne.
6. Un dipolo a mezz'onda irradia una potenza $P = 36.54 I_o^2 \text{ W}$ si calcoli la sua resistenza di radiazione R_{irr} . Un semidipolo a quarto d'onda posto verticalmente su un piano conduttore, alimentato con la stessa corrente I_o che resistenza di radiazione presenta?
7. Le antenne di una schiera lineare uniforme sono spaziate di $\lambda/4$ e alimentate con sfasamento δ . Dato il fattore di schiera:

$$AF = \cos \left[\frac{1}{2} (KL \cos \theta + \delta) \right]$$

si trovino le direzioni di zero di AF quando a) $\delta = 0$, b) $\delta = \pi/2$, c) $\delta = -\pi/2$, e) $\delta = \pi/4$.

8. Una parabola con area efficace di 9 m^2 irradia una potenza di 5 kW alla frequenza di 3 GHz . Se l'antenna presenta un rendimento dell'80% qual'è il suo EIRP e il suo ERP?

Risposte

1. a) $\gamma = (0.05 + j2) m^{-1}$.
 b) $\lambda = 2\pi/\beta = 2\pi/2 = \pi m$.
 c) $v_p = \omega/\beta = 10^8 m/s$.
 d) $n = c/v_p = 3 \times 10^8/10^8 = 3$.
 e) $\vec{H} = \frac{1}{\eta} \hat{i} \times \vec{E} = -\frac{3}{120\pi} 16 e^{-0.05x} e^{-j2x} \hat{j} A/m = -127 e^{-0.05x} e^{-j2x} \hat{j} mA/m$.
2. a) Dal testo $\lambda/2 = 120 cm$ ovvero $\lambda = 240 cm$ e quindi $\nu = c/\lambda = 125 MHz$.
 b) Per calcolare l'impedenza di carico si può ricorrere alla relazione

$$Z_L = Z_0 \frac{1 - jS \tan(\beta l_{min})}{S - j \tan(\beta l_{min})}$$

Essendo

$$\beta l_{min} = \frac{2\pi}{\lambda} l_{min} = \frac{2\pi}{240} 100 = 0.833\pi$$

si ha $\tan(\beta l_{min}) \simeq -0.59$ e quindi

$$Z_L = 150 \frac{1 + j2.6 \cdot 0.59}{2.6 + j0.59} = 150 \frac{(1 + j1.5)(2.6 - j0.59)}{(2.6 + j0.59)(2.6 - j0.59)} = (73 + j70) \Omega$$

c) Il modulo del coefficiente di riflessione è:

$$|\rho| = \frac{S - 1}{S + 1} = \frac{2.6 - 1}{2.6 + 1} = 0.444$$

La fase del coefficiente di riflessione è invece:

$$\phi = -\pi - 2\beta l_{min} = -\pi - 2 \frac{2\pi}{240} (-100) = 0.666\pi = 120^\circ$$

e quindi

$$\rho_L = |\rho_L| e^{j\phi} = 0.444 e^{j120^\circ}$$

da cui

$$\rho = \rho_L e^{j2\beta l} = 0.444 e^{j0.666\pi} e^{j1.666\pi l}$$

Alternativamente, per risolvere l'esercizio utilizzando la carta di Smith, si traccia la circonferenza a modulo del coefficiente di riflessione costante, $|\rho| = 0.444$ ottenuto da S , e si identifica l'intersezione con l'asse reale ove $z = 0.38$. Tale impedenza si trova ad una distanza $l_{min} = 100/240 = 0.42 \lambda$ dal carico. Ruotando di tale quantità verso il carico si identifica $z_L = 0.48 + j0.46$ da cui $Z_L = (73 + j70) \Omega$.

3. Il carico normalizzato vale $z_L = 75/30 = 2.5$. All'ingresso del trasformatore di impedenza Z_{02} viene visto come $1/2.5 = 0.4$, ovvero $0.4 \cdot 30 = 12 \Omega$. Per avere la linea adattata deve dunque essere $Z_{01} = \sqrt{50 \cdot 12} = 24.5 \Omega$.
4. Per una linea in circuito aperto si possono usare le relazioni $Z_i = jZ_0 \cot \beta l$ o $Y_i = j \tan \beta l / Z_0$ da cui si ricava $Y_i = j0.867 mS$. Alternativamente, utilizzando la carta di Smith delle ammettenze, ruotando in senso orario di 0.04λ dal punto di circuito aperto, si legge una suscettanza pari a 0.26 a cui corrisponde $Y_i = j0.26/300 = j0.867 mS$.

5. Si ha: a)

$$P_R = P_T G_T G_R \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 i_T i_R = 500 \cdot 1000^2 \left(\frac{3 \times 10^8 / 3 \times 10^8}{4\pi 16.09 \times 10^3} \right)^2 1 \cdot 1 = 12.23 \text{ mW}$$

ovvero $P_R = 10.87 \text{ dBm} = -19.13 \text{ dBW}$.

b)

$$P_R = P_T G_T G_R \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 i_T i_R = 500 \cdot 1000^2 \left(\frac{3 \times 10^8 / 3 \times 10^8}{4\pi 16.09 \times 10^3} \right)^2 0.5 \cdot 0.5 = 3.05 \text{ mW}$$

ovvero $P_R = 4.85 \text{ dBm} = -25.15 \text{ dBW}$.

6. Essendo $P = (1/2)R_{irr}I_o^2$ si ha $R_{irr} = 73.1 \Omega$.

Per la presenza del piano conduttore la potenza irradiata dal semidipolo è la metà di quella che verrebbe irradiata dal dipolo intero e pertanto anche la sua resistenza di radiazione si dimezza: $R_{irr} = 73.1/2 = 36.55 \Omega$.

7. a) Con $\delta = 0$ si ha $AF = \cos((\pi/4) \cos \theta)$ e quindi il fattore di schiera non si può mai annullare.
c) Con $\delta = \pi/2$ si ha $AF = \cos((\pi/4) \cos \theta + (\pi/4))$ che fornisce come unica soluzione $\cos \theta = 1$ da cui $\theta = 0$.
d) Con $\delta = -\pi/2$ si ha $AF = \cos((\pi/4) \cos \theta - (\pi/4))$ che non si può mai annullare.
e) Con $\delta = \pi/4$ si ha $AF = \cos((\pi/4) \cos \theta + (\pi/8))$ che non si può mai annullare.

8. Applicando la

$$\frac{A_{eff}}{D} = \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

con $\lambda = 3 \times 10^8 / 3 \times 10^9 = 0.1 \text{ m}$ si ottiene $D = 11309$ da cui il guadagno G :

$$G = D\delta = 11309 \cdot 0.80 = 9047.2.$$

Si ha pertanto

$$EIRP = GP = 9047.2 \cdot 5 \times 10^3 = 45.236 \text{ MW} = 76.55 \text{ dBW}$$

$$ERP = EIRP - 2.14 = 74.41 \text{ dBW}$$