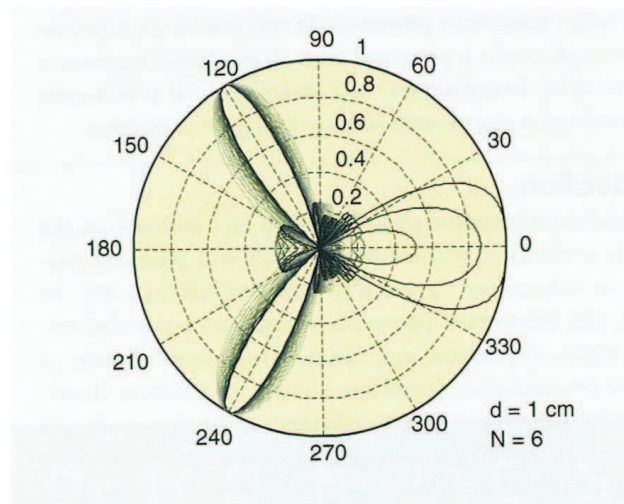


III appello - Febbraio 2013

Prova scritta

Il candidato risponda ai quesiti riportando i risultati negli appositi spazi sul secondo foglio.

1. Si determini l'impedenza di ingresso di una linea in aria a 50Ω , chiusa su un carico $Z_L = (40 - j20) \Omega$, lunga $20 m$ ed operante a $500 MHz$. Si trovi poi il valore del coefficiente di riflessione sulla sezione di carico e su quella di ingresso. Si consiglia l'uso della Carta di Smith.
2. Un campo elettromagnetico alla frequenza di $\nu = 2 GHz$ incide su una superficie di rame con $\sigma = 5.5 \cdot 10^7 S/m$. Si calcoli (a) lo spessore di penetrazione δ , (b) la costante di attenuazione α e (c) l'attenuazione in potenza, espressa in dB , dopo quattro spessori di penetrazione.
3. Una guida stampata ha un carico normalizzato pari a $y_L = 0.3 - j0.6$. Si determinino le due coppie di valori distanza dal carico e lunghezza dello stub necessari per adattare la linea.
4. In un cavo a basse perdite con $Z_0 = 50 \Omega$ si propaga un'onda diretta sinusoidale con ampiezza di $3 V$. Si trovi (a) la potenza trasportata dall'onda diretta, da quella riflessa e la potenza netta trasferita al carico se $Z_L = (100 + j50) \Omega$. Si trovi infine la potenza riflessa se (b) $Z_L = 50 \Omega$.
5. In figura è riportato il diagramma di radiazione di una schiera di antenne, allineata orizzontalmente, comandata elettronicamente e che può operare in modalità Broadside (i due lobi sulla sinistra) o end-fire (il lobo a destra). Si misuri sulla figura l'HPBW dei lobi considerando che il diagramma della schiera Broadside è riportato in figura in intensità, quello della schiera end-fire in ampiezza. Si calcoli anche la direttività della schiera end-fire.



6. Se la massima densità di potenza irradiata da un dipolo $\lambda/2$ è $S_{max} = 100 \mu W/m^2$ ad una distanza di $3 km$, qual'è il valore della corrente I_0 con cui è alimentato?
7. Determinare il guadagno e il diametro di un'antenna parabolica con $\epsilon_{ap} = 0.85$ necessari per un radar a $10 GHz$ che emette $200 kW$, ha una sensibilità di $-90 dBm$ e viene utilizzato per vedere bersagli con una cross-section di $2 m^2$ a $150 km$ di distanza.
8. Un dipolo lungo $\lambda/4$ viene posto a contatto con un piano metallico che si può supporre infinitamente esteso. Quanto vale la sua direttività e la sua resistenza di radiazione?

Risposte

1. La linea ha $z_L = 0.8 - j0.4$ e lunghezza elettrica $l/\lambda = 20/0.6 = 33.33$. Utilizzando la Carta di Smith, si deve ruotare di 0.33λ in senso orario dal punto di carico (0.394λ) arrivando fino a 0.224λ ove si legge $z_i = 1.6 + j0.3$. Pertanto $Z_i = (80 + j15) \Omega$.

Il coefficiente di riflessione si ottiene direttamente dalla carta. Al carico vale:

$$\rho_L = 0.24 e^{j256^\circ}$$

mentre sulla sezione di ingresso:

$$\rho_i = 0.24 e^{j18^\circ}.$$

2. (a) Lo spessore di penetrazione vale:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^9 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5.5 \cdot 10^7}} = 1.5 \mu m.$$

- (b) La costante di attenuazione vale:

$$\alpha = \frac{1}{\delta} = 0.67 \cdot 10^6 \text{ Np/m}.$$

- (c) L'attenuazione in potenza è data dal fattore $e^{2\alpha z}$. Pertanto:

$$10 \log e^{2\alpha z} = 10 \log e^{2 \cdot \frac{1}{\delta} \cdot 4\delta} = 80 \log e = 34.7 \text{ dB}.$$

3. Posizionato il punto di carico sulla Carta delle ammettenze, si ruoti, a modulo del coefficiente di riflessione costante, fino ad intersecare la circonferenza $g = 1$ alle distanze:

$$d_1 = 0.091 \lambda + 0.181 \lambda = 0.272 \lambda$$

$$d_2 = 0.091 \lambda + 0.319 \lambda = 0.410 \lambda$$

in corrispondenza delle quali si leggono rispettivamente le suscettanze $b_1 = 1.7$ e $b_2 = -1.7$, che possono essere annullate inserendo stub di lunghezza:

$$l_1 = 0.335 \lambda - 0.25 \lambda = 0.085 \lambda$$

$$l_2 = 0.25 \lambda + 0.165 \lambda = 0.415 \lambda.$$

4. La potenza diretta e quella riflessa sono date da:

$$P^d = \frac{|V_+|^2}{2Z_0} = \frac{3^2}{2 \cdot 50} = 90 \text{ mW}$$

e

$$P^r = -|\rho|^2 \frac{|V_+|^2}{2Z_0}.$$

È quindi necessario calcolare il coefficiente di riflessione al carico la cui espressione è:

$$\rho_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{z_L - 1}{z_L + 1} = \frac{(2 + j) - 1}{(2 + j) + 1} = \frac{1 + j}{3 + j} = 0.4 + j0.2,$$

e quindi $|\rho_L|^2 = 0.2$ da cui

$$P^r = -0.2 \frac{3^2}{2 \cdot 50} = -18 \text{ mW}.$$

La potenza netta trasferita al carico vale:

$$P = P^d + P^r = 90 - 18 = 72 \text{ mW}.$$

Infine se il carico risulta adattato si ha $\rho_L = 0$ e quindi $P^r = 0$.

5. Per il diagramma in intensità si deve porre $I = 0.5$ da cui si deduce un angolo $HPBW = 30^\circ$. Per il diagramma in ampiezza si deve porre invece $E = 0.707$ da cui $HPBW = 50^\circ$. Utilizzando la formula approssimata si ha $D = 40000/(50 \cdot 50) = 16$.

6. La densità di potenza irradiata da un di dipolo a mezz'onda vale:

$$S(r, \theta) = \frac{15I_0^2}{\pi r^2} \left[\frac{\cos^2((\pi/2)\cos\theta)}{\sin^2\theta} \right]$$

Il massimo si ha per $\theta = \pi/2$:

$$S_{max} = \frac{15I_0^2}{\pi r^2}$$

da cui

$$I_0 = \sqrt{\frac{\pi r^2 S_{max}}{15}} = \sqrt{\frac{\pi 9 \cdot 10^6 100 \cdot 10^{-6}}{15}} = 13.7 \text{ A.}$$

7. Si applichi la formula del radar:

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{D_T^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4},$$

da cui, assumendo il rendimento unitario:

$$D_T = G_T = \sqrt{\frac{P_R (4\pi)^3 R^4}{P_T \lambda^2 \sigma}} = 52825 = 47.2 \text{ dB.}$$

Dalla

$$A_{eff} = \frac{D \lambda^2}{4\pi} = 3.78 \text{ m}^2,$$

si ha $A_{geom} = A_{eff}/\varepsilon_{ap} = 4.45 \text{ m}^2$ da cui infine il diametro $d = 2.38 \text{ m}$.

8. Il semidipolo a quarto d'onda in corrispondenza del piano metallico può essere descritto tramite un dipolo a mezz'onda utilizzando la regola dell'immagini. A parità di corrente d'alimentazione si ha $D = 1.64 \times 2 = 3.28$ e $R_{irr} = 73.1 / 2 = 36.55$.