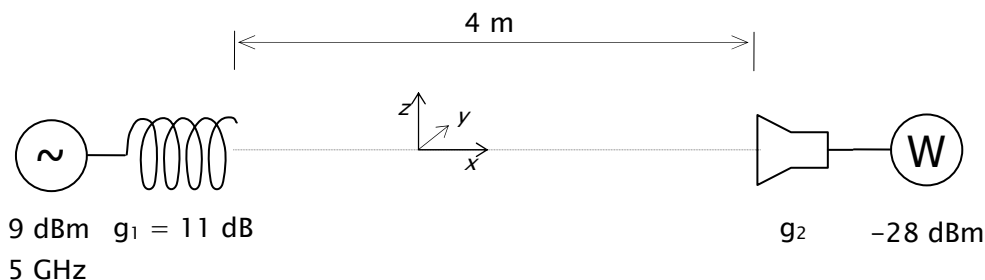


1. (6 bodova) Komunikacijski sustav sastoji se od helikoidne antene dobitka 11 dB koja zrači desno kružno polarizirani val i od lijevak antene nepoznatog dobitka. Razmak između antena je 4 m, snaga generatora 9 dBm, a frekvencija iznosi 5 GHz. Na prijemu je izmjerena snaga -28 dBm. Ako su obje antene prilagođene na impedanciju sustava, koliko iznosi dobitak lijevak antene? Kolika je njena usmjerenost, ako je faktor iskorištenja 0.9? Ako lijevak antenu zakrenemo za 30° oko osi x, koliko će iznositi snaga na prijemu?



Rješenje:

Ovaj zadatak rješava se primjenom Friisove formule, u koju treba uračunati dodatno gubitke zbog nesklada polarizacija odašiljačke i prijamne antene. Prijamna antena je lijevak antena, dakle ona prima linearnu polarizaciju. Kako je izračeni val kružno polariziran, a kružna polarizacija rastavlja se na dvije jednake (ortogonalne) linearne komponente, slijedi faktor gubitaka zbog depolarizacije

$$k_{pol} = \frac{1}{2}.$$

Friisova formula glasi

$$W_2 = W_1 G_1 G_2 \left(\frac{\lambda}{4r\pi} \right)^2 k_{pol},$$

a jedina nepoznanica u njoj je dobitak G_2 . Slijedi

$$G_2 = \frac{W_2}{W_1} \frac{1}{G_1} \frac{1}{k_{pol}} \left(\frac{4r\pi}{\lambda} \right)^2.$$

Preostali brojevi koje treba uvrstiti u formulu su:

$$W_2 - W_1 \text{ [dB]} = -37 \text{ dB} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = 10^{\frac{W_2 - W_1 \text{ [dB]}}{10}} = 1.995 \cdot 10^{-4};$$

$$g_1 = 11 \text{ dB} \Rightarrow G_1 = 10^{\frac{11}{10}} = 12.589;$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^9} = 0.06 \text{ m} \Rightarrow \left(\frac{4r\pi}{\lambda} \right)^2 = 7.018 \cdot 10^5$$

Slijedi dobitak nepoznate antene $G_2 = 22.24$, odnosno u decibelima $g_2 = 13.47 \text{ dB}$.

Veza usmjerenosti i dobitka preko faktora iskorištenja je

$$g = k \cdot D,$$

dakle usmjerenost je $D = g/k = 24.71$, odnosno u decibelima $d = 13.93 \text{ dB}$.

Ako antenu zakrenemo za 30° oko osi x, ništa se neće promijeniti, jer još uvijek ćemo imati situaciju da kružno polarizirani val dolazi na antenu linearne polarizacije pa će faktor gubitaka zbog depolarizacije ostati nepromijenjen, $k_{pol} = \frac{1}{2}$. Snaga na prijemu ostaje $W_2 = -28 \text{ dBm}$.

2. (9 bodova) Parabolična antena na frekvenciji 10 GHz ima kutove usmjerenosti glavne latice $\Theta_D = 6^\circ$ i $\Phi_D = 7^\circ$ i faktor iskorištenja 0.8. Ako pretpostavimo da je njena efektivna površina (uz uračunate gubitke) jednaka površini njenog otvora A , odrediti granicu daleke zone za tu antenu. Ako se anteni privede snaga 0.1 W, kolika će biti jakost električnog polja na toj udaljenosti u smjeru maksimalnog zračenja?



Rješenje:

U ovom zadatku prvo treba odrediti usmjerenost preko približne formule za računanje usmjerenosti antene preko kuteva usmjerenosti:

$$D \approx \frac{41253}{\Theta_D \cdot \Phi_D} = \frac{41253}{6^\circ \cdot 7^\circ} = 982 \quad (d \approx 30 \text{ dB}).$$

U sljedećem koraku, iz usmjerenosti se može izračunati efektivna površina ove antene, uz uračunate gubitke:

$$A_{ef} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G = \frac{(c/f)^2}{4\pi} k \cdot D = \frac{(0.03)^2}{4\pi} 0.8 \cdot 982 = 0.056 \text{ m}^2.$$

Otvor antene ima površinu jednaku efektivnoj površini antene:

$$A = A_{ef} = 0.056 \text{ m}^2.$$

Za određivanje granice daleke zone potrebno je odrediti najveću dimenziju antene. Za slučaj ovakve parabolične antene, najveća njena dimenzija je promjer otvora. Budući da je otvor parabole kružnog presjeka, možemo iz površine odrediti njegov radijus:

$$A = r^2 \pi \Rightarrow r = \sqrt{A/\pi} = 0.134 \text{ m}.$$

Najveća dimenzija antene je dakle

$$d_{\max} = 2r = 0.268 \text{ m}.$$

Iz toga slijedi granica daleke zone

$$R_{99} = \frac{2(d_{\max})^2}{\lambda} = 4.78 \text{ m}.$$

Električno polje izračeno u smjeru maksimuma izračunat će se preko izračene gustoće snage, koju možemo odrediti izrazom

$$P_{\max} = \frac{W_0}{4r^2 \pi} G = \frac{W_0}{4R_{99}^2 \pi} k \cdot D = \frac{0.1}{4 \cdot 4.78^2 \pi} 0.8 \cdot 982 = 0.274 \text{ W/m}^2.$$

Jakost električnog polja je napokon

$$E = \sqrt{P_{\max} \cdot \eta} = \sqrt{0.274 \cdot 376.7} = 10.1 \text{ V/m}.$$