

2. gyakorlat: Rádiós összeköttetések

P.2.1. Szabadtéri rádióösszeköttetés szakaszcsillapítása

Számítsa ki a 10 km szakasztávolságú, 450 MHz frekvencián üzemelő rádióösszeköttetés szabadtéri csillapítását! Az adó és a vevőantenna nyeresége egyaránt 20 dB. Határozza meg a vett jel feszültségét, ha a leadott jel teljesítménye 1 watt, a vevő bemenő impedanciája (az antenna hullámimpedanciája) pedig 50 Ω!

P.2.2. Példa: Kétutas terjedés

Egy 10 km szakasztávolságú földfelszíni rádióösszeköttetés vevőantennája 10 m magasságban van. Akár növeljük, akár csökkentjük az antenna magasságát, a vett jel teljesítménye csökken. Tudjuk, hogy az adóantenna 20 m magasságban van, s azt is, hogy mindkét antenna nyeresége 10-10 dB.

a) Mekkora az üzemi hullámhossz?

b) Mekkora a szakaszcsillapítás?

P.2.3. Kétutas terjedés, ha a reflexió nem teljes

A 450 MHz-es sávban működő adótól 3 km távolságban azt tapasztaljuk, hogy a vett jel teljesítménye a vevőantenna magasságának függvényében 10 és 90 nW között változik. Ha a magasságváltozás 5 méter, akkor a vett jel teljesítménye eredeti értékére áll vissza. (A vevőantenna nyeresége tekinthető 3 dB-nek).

a) Adja meg a jelenség magyarázatát!

b) Becsülje meg az adóantenna magasságát, továbbá a földreflexió tényező értékét!

P.2.4. Kétutas terjedés kábellel

Milyen magasan kell elhelyezni a vevőantennát, ha a terjedés kétutas, és az antenna levezető kábelének csillapítása 0.2 dB/m? Az adóantenna magassága 20 m, a szakasztávolság 5 km, az üzemi frekvencia 450 MHz.

P.2.5. Műholdas összeköttetések

Mekkora lehet az 1.1 m átmérőjű, 12 GHz-s műholdas műsorsugárzás vételére szolgáló parabolaantenna nyeresége? Milyen pontossággal kell ezt az antennát a szinkronpályán mozgó (látszólag álló) műholdra irányítani? Mekkora lehet a műholdon elhelyezett antenna nyeresége, ha az adott műsort egy kb. 2000 km átmérőjű körön belül élő közönségnek szánjuk?

P.2.6. Radar

Adott egy nagy-hatótávolságú távolfelderítő radar. Mekkora lehet a céltárgy úgynevezett hatásos felülete (mekkora felületről reflektálódik a radar által kibocsátott jele a radar felé), ha ismert, hogy a kibocsátott impulzus teljesítménye 360 kW; a radar antennájának nyeresége 34.38 dB, hatásos felülete pedig 25 m²; a felderített céltárgy távolsága a radartól 112 km; a céltárgyról visszaérkező vételi jelteljesítmény 1 pW?

Szokaszcsillapítás: $a_2 = a_1 \left| \frac{E_0}{E_k} \right|^2$

$$a_{2\text{dB}} = a_{1\text{dB}} + 20 \log_{10} \left(\frac{E_0}{E_k} \right)$$

$$\Rightarrow a_{2\text{dB}} = 20 \log_{10} \left(\frac{r^2}{k r k_r} \right) - G_{T\text{dB}} - G_{R\text{dB}}$$

c) Vett. teljesítmény

$$P_R = P_T \cdot 10^{-\frac{a_{\text{dB}}}{10}}$$

d) Egyéb hatások

Mi van, ha $\Gamma \neq -1$

$$\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} = \frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} = \sqrt{\frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}}}$$

pl. $P_{\text{max}} = 9P_{\text{min}} \rightarrow |\Gamma| = 0,5 \rightarrow \Gamma = -0,5$

3. gyakorlat

2017.02.23.

Diagram showing an antenna with power P_A and distance r . The antenna is represented by a circle with a vertical line through its center. The surface area S_0 is the area of a sphere with radius r , and S_T is the area of the antenna's aperture. The equations are:

$$S_0 = \frac{P_A}{4\pi r^2}$$

$$S_T = \frac{P_A}{T}$$

$$\Rightarrow G_A = \frac{S_T}{S_0} = \frac{4\pi r^2}{T}$$

Antennagyerevéség

A_n : Hatásos felület

$$P_x = A_n \cdot G_A \cdot S_0$$

$$A_n = G_v \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

vett
teljesítmény

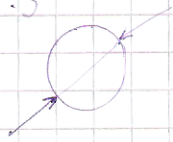
$$P_v = G_v \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot G_A \cdot \frac{P_A}{4\pi r^2} = G_v G_A \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 \cdot P_A$$

$$a_{sz} = 10 \lg \frac{P_H}{P_V} = 10 \lg \left[\left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{1}{G_H G_V} \right] \stackrel{[dB]}{=} G = 10 \lg G$$

$$\stackrel{[dB]}{=} 20 \lg \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right) - G_A^{dB} - G_V^{dB} \quad \text{Stokesscsilla-}$$

pítés

1) 2.5



$$D = 1,1 \text{ m}$$

$$A_k \approx \frac{D^2 \pi}{4}$$

$$f_0 = 12 \text{ GHz}$$

$$300 \text{ MHz} \approx 1 \text{ m hullóhossz!}$$

$$1,1^2 \cdot \frac{3,14}{4}$$

$$\lambda = 2,5 \text{ cm} \leftarrow$$

a) $A_k = 0,95 \text{ m}^2$

$$G = A_k \frac{4\pi}{\lambda^2} \approx \frac{12}{2,5^2 \cdot 10^{-4}} \approx \underline{\underline{2 \cdot 10^4}}$$

$$G^{dB} = 10 \lg(2 \cdot 10^4) = \underbrace{10 \lg 2}_{3 \text{ dB}} + \underbrace{10 \lg 10^4}_{40 \text{ dB}} = \underline{\underline{43 \text{ dB}}}$$

b)

$$\frac{1}{G} = \frac{T}{4\pi r^2} \Rightarrow G = \frac{4\pi r^2}{T}$$



$$T = R^2 \pi = (\alpha \cdot r)^2 \pi$$

$$180^\circ \Leftrightarrow \pi$$

$$\frac{180^\circ}{\pi} \approx 60^\circ$$

$$G = \frac{4\pi r^2}{(\alpha \cdot r)^2 \pi} = \frac{4}{\alpha^2} = \alpha = \frac{2}{\sqrt{G}} =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2 \cdot 10^4}} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\underline{\underline{\alpha = 0,84^\circ}}$$

2) 2.1

$$r = 10 \text{ km}$$

$$G_H = G_V = 20 \text{ dB}$$

$$f_0 = 4.50 \text{ MHz} \quad \lambda = \frac{2}{3} \text{ m}$$

a)

$$a_{sz} = 20 \lg \left[\frac{4\pi r}{\lambda} \right] - G_H^{\text{dB}} - G_V^{\text{dB}} =$$

$$= 20 \lg \left[\frac{12,56 \cdot 10^4}{2/3} \right] - 20 - 20 =$$

$$= 20 \lg 18 + 80 - 20 - 20 = 25,1 + 40 \approx \underline{\underline{65 \text{ dB}}}$$

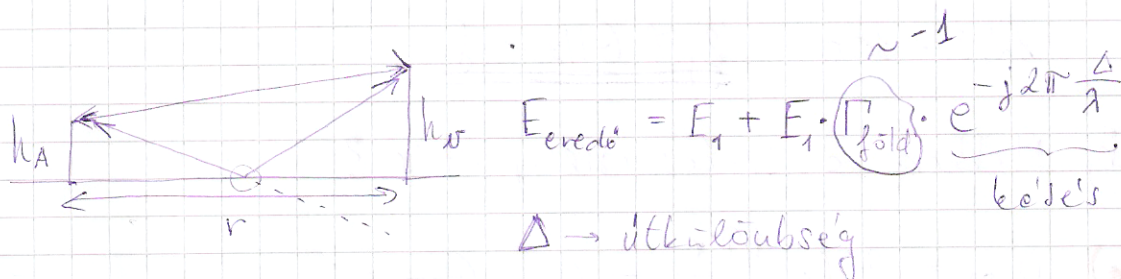
b) $P_H = 1 \text{ W}$

$$P_V = 1 \cdot 10^{-6,5} = 10^{-7} \cdot 10^{0,5} = 3,16 \cdot 10^{-7} = 0,316 \cdot 10^{-6} =$$

$$= 0,3 \mu\text{W} \Rightarrow P_V = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R} \Rightarrow U_{\text{eff}} = \sqrt{50 \cdot 0,3 \mu\text{W}} =$$

$$= 15 \cdot 10^{-6} \text{ V}^2 \Rightarrow \underline{\underline{U_{\text{eff}} \approx 4 \text{ mV}}}$$

3) Kétutas fejedés



$$|E_{\text{eredo}}| = |E_1| \cdot \left| 2 \sin \frac{\pi \Delta}{\lambda} \right|$$

$$P_{\text{eredo}} \sim |E_{\text{eredo}}|^2$$

1) $\Delta = \frac{\lambda}{2} + k \cdot \lambda$

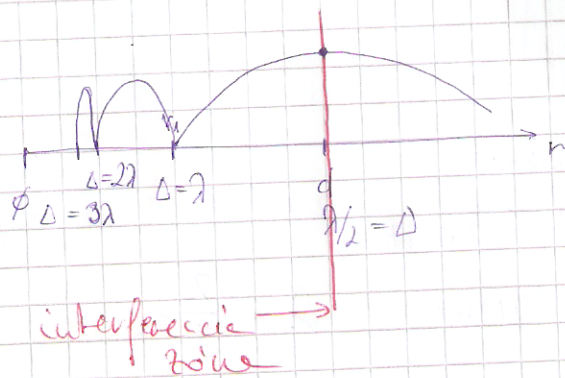
$$|E_e|^2 = 4 \cdot |E_1|^2$$

6dB-el csökken

2) $\Delta = k \cdot \lambda$

$$|E_e| = \phi$$

$$\Delta = \frac{2 k_A k_v}{r}$$



$$\frac{\lambda}{2} = \frac{2 k_A k_v}{d} \Rightarrow d = \frac{4 k_A k_v}{\lambda} \quad \text{Interferencia
ka t\u00e9v z\u00f3na}$$

2.2)

$$r = 10 \text{ km}$$

$$k_v = 10 \text{ m}$$

$$k_A = 20 \text{ m}$$

$$G_H = G_v = 10 \text{ dB}$$

$$a) \text{ most: } \Delta = \frac{1}{2} \lambda \Rightarrow \lambda = 2\Delta = 2 \cdot \frac{2 \cdot k_A k_v}{r} =$$

$$= \frac{4 \cdot 10 \cdot 20}{10^4} = 8 \cdot 10^{-2} = \underline{0,08 \text{ m}} = \underline{8 \text{ cm}}$$

$$100 \text{ cm} \Rightarrow 300 \text{ MHz}$$

$$12,5 \cdot 300 = \underline{\underline{3,75 \text{ GHz} = f}}$$

b) Mekkora a szelvény csillapítás? ?

$$(1 \text{ utas}) a_{sz} = 20 \lg \frac{4\pi r}{\lambda} - G_A - G_v =$$

$$= 20 \lg \frac{12,56 \cdot 10^4}{8 \cdot 10^{-2}} - 10 - 10 =$$

$$= 120 + 3,4 - 10 - 10 = \underline{\underline{103,4 \text{ dB}}}$$

$$\Downarrow$$

$$(2 \text{ utas}) 103,4 - 6 \text{ dB} = \underline{\underline{97,4 \text{ dB}}}$$

(4) 2.3

$$\left. \begin{aligned} P_{V1} &= 10 \mu\text{W} \\ P_{V2} &= 90 \mu\text{W} \end{aligned} \right\}$$

a) $\left| \frac{E_2}{E_1} \right|_{\max}^2 =$

90 μW
 $|E_2|_{\max}^2 = (1 + |\Gamma|)^2 |E_1|^2$

$$E_e = E_1 + E_1 \Gamma e^{-j2\pi \frac{\Delta}{\lambda}}$$

$$E_e = E_1 \left(1 + \Gamma e^{-j2\pi \frac{\Delta}{\lambda}} \right)$$

~~$\left| \frac{E_2}{E_1} \right|$~~

$$|E_2|_{\min}^2 = (1 - |\Gamma|)^2 |E_1|^2$$

10 μW

$$\frac{(1 + |\Gamma|)^2}{(1 - |\Gamma|)^2} = \frac{90}{10} = 9$$

$$\frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = 3 \Rightarrow \underline{\underline{|\Gamma| = 0,5}}$$

b)

$$\Delta = \frac{2 h \lambda h \nu}{r}$$