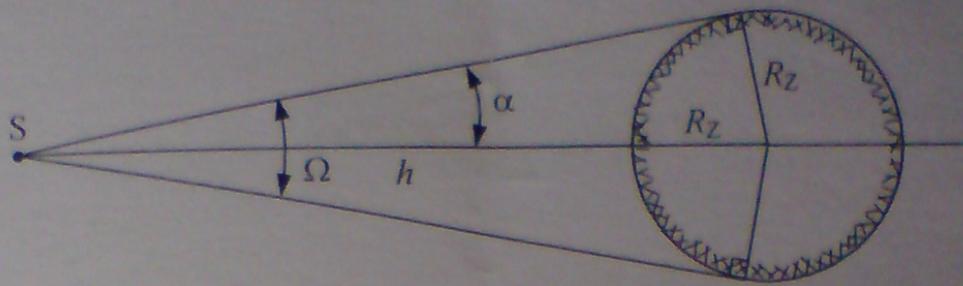


3. Določite največjo možno smernost antene $D=?$, ki jo vgradimo na geostacionarni satelit ($h=35800$ km nad površino Zemlje, $R_Z=6378$ km), da z njo enakomerno osvetlimo celotno vidno poloblo z radijskim signalom na frekvenci $f=4$ GHz.



$$\sin \alpha = \frac{R_Z}{h + R_Z}$$

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha) = 2\pi(-\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}) = 2\pi \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{R_Z}{h + R_Z}\right)^2}\right) = 2\pi \left(1 - \frac{\sqrt{h^2 + 2hR_Z}}{h + R_Z}\right)$$

$$D = \frac{4\pi}{\Omega} = \frac{2}{1 - \frac{\sqrt{h^2 + 2hR_Z}}{h + R_Z}} = \underline{\underline{173,9 = 22,4 \text{ dBi}}}$$

4. Sprejemnik ima pasovno širino $B=30$ MHz, šumno število $F=1$ dB in presečno točko tretjega reda $P_{IP3}=-10$ dBm. Izračunajte moč vhodnega signala $P_S=?$, ko bo toplotni šum spremnika enako močen kot intermodulacijski produkt. Sprejemnik je priključen na anteno s šumno temperaturo $T_A=100$ K. ($k_B=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K)

$$T_0 = 293 \text{ K}$$

$$T_s = T_0 \left(10^{\frac{F}{10}} - 1 \right) = \underline{\underline{75,9 \text{ K}}}$$

$$T = T_s + T_A = \underline{\underline{175,9 \text{ K}}}$$

$$P_N = B k_B T = 30 \cdot 10^6 / \text{s} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 175,9 \text{ K} = \underline{\underline{7,28 \cdot 10^{-14} \text{ W}}}$$

$$P_{IP3} = -10 \text{ dBm} = 100 \mu\text{W}$$

$$P_{IMD} = \frac{P_{LIN}^3}{P_{IP3}^2} \rightarrow P_s = \sqrt[3]{P_{IP3}^2 \cdot P_N} = \sqrt[3]{10^{-8} \text{ W}^2 \cdot 7,28 \cdot 10^{-14} \text{ W}} = \underline{\underline{90 \text{ nW} = -40,5 \text{ dBm}}}$$

Izračunaj temperaturo sončnega panela v obliku kroga s polmerom $r=3$ m, ki se obnaša kot čmo telo ($f_s = f_o = 1$). Pri izračunu upoštevaj kot izvor topote samo Sonce, katerega gostot svetlobnega toka na področju Zemlje znaša $1,4 \text{ kW/m}^2$. ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ Stefan-Boltzmanova konstanta)

$$\text{Površina, ki sprejema sevanje } A_s = \pi r^2$$

$$\text{Površina, ki oddaja sevanje } A_o = 2\pi r^2 = 2A_s$$

$$\text{Sprejeta moč } P_s = A_s \cdot S_s \cdot f_s = A_s \cdot S_s$$

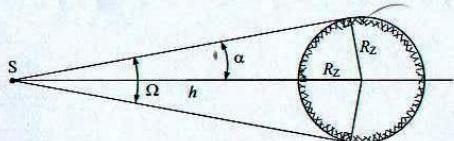
$$\text{Oddana moč } P_o = \sigma \cdot A_o \cdot f_o \cdot T^4 = \sigma \cdot 2A_s \cdot T^4$$

Ravnovesna temperatura za sončni panel je

$$T = \sqrt{\frac{S_s}{2 \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{1,4 \text{ kW/m}^2}{2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4}} = 333 \text{ K} = 333 \text{ K} - 273 \text{ K} = 60^\circ \text{C}$$

+ + + + + + + + + + + + + + + +

Določite smernost antene v dBi na geostacionarnem satelitu, ki leti na višini 35800 km nad površino Zemlje. Z anteno želimo pokriti celotno vidno poloblo. ($R_z = 6378 \text{ km}$)



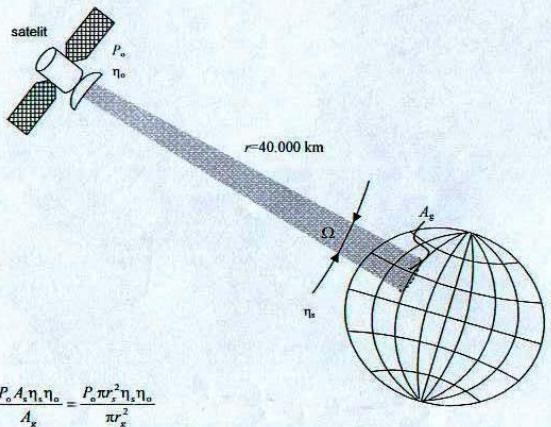
$$\sin \alpha = \frac{R_z}{h + R_z}$$

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha) = 2\pi \left(1 - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}\right) = 2\pi \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{R_z}{h + R_z}\right)^2}\right) = 2\pi \left(1 - \frac{\sqrt{h^2 + 2hR_z}}{h + R_z}\right)$$

$$D = \frac{4\pi}{\Omega} = \frac{2}{1 - \frac{\sqrt{h^2 + 2hR_z}}{h + R_z}} = \frac{173,9}{22,4} = 22,4 \text{ dBi}$$

+ + + + + + + + + + + + + + + +

Na višino 40.000 km se nahaja satelit, ki s signalom satelitske televizije pokriva geografsko področje osrednje Evrope. Uporabnik je kupil novo anteno, ki ima enkrat večji premer pri istem izkoristku. Za koliko se je povečala moč, ki jo sprejme satelitski sprejemnik?



$$P_s = \frac{P_o A_s \eta_s \eta_o}{A_g} = \frac{P_o \pi r_s^2 \eta_s \eta_o}{\pi r_s^2}$$

$$P'_s = \frac{P_o A'_s \eta_s \eta_o}{A_g} = \frac{P_o \pi r'_s{}^2 \eta_s \eta_o}{\pi r'_s{}^2} = \frac{P_o \pi (2r_s)^2 \eta_s \eta_o}{\pi r_s^2}$$

$$P'_s = 4P_s$$

++++++

Izračunajte potrebno moč oddajnika na krovu televizijskega satelita, ki razpolaga z anteno z dobitkom $G_0=40$ dB. Sprejemnik se nahaja na Zemlji na razdalji $d=38000$ km in razpolaga z anteno premera $2r=1$ m, $\eta=70\%$ in šumno temperaturo $T_A=30$ K. Šumno število sprejemnika je $F=1$ dB. Za dober sprejem zahtevamo razmerje signal/šum $S/N=15$ dB v pasovni širini $B=30$ MHz. ($k_B=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $T_0=293$ K, $c=3 \cdot 10^8$ m/s)

$$T_s = T_0 \left(10^{\frac{F}{10}} - 1 \right) = \underline{75,9 \text{ K}}$$

$$P_N = B k_B (T_A + T_s) = \underline{4,38 \cdot 10^{-14} \text{ W}}$$

$$P_s = P_N \cdot \frac{S}{N} = 4,38 \cdot 10^{-14} \text{ W} \cdot 10^{\frac{15}{10}} = \underline{1,39 \cdot 10^{-12} \text{ W}}$$

$$P_o = \frac{P_s}{A\eta} \cdot \frac{4\pi d^2}{G_0} = \frac{1,39 \cdot 10^{-12} \text{ W}}{\pi \cdot 0,5^2 \text{ m}^2 \cdot 0,7} \cdot \frac{4\pi (3,8 \cdot 10^7 \text{ m})^2}{10^4} = \underline{4,57 \text{ W}}$$

++++++

Izračunajte teoretsko zmogljivost radijske zveze, ki razpolaga z oddajnikom moči $P_0=5$ W in neusmerjeno oddajno anteno na krovu satelita. Zemeljski sprejemnik ima anteno premera $d=3$ m z izkoristkom osvetlitve $\eta_s=70\%$ in šumno temperaturo $T_A=40$ K. Šumna temperatura sprejemnika znaša $T_s=60$ K. Razdalja od satelita do sprejemnika znaša $r=3000$ km. ($k_B=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K)

$$P_s = P_o \cdot \frac{A_s \eta}{4\pi r^2} = P_o \cdot \frac{d^2 \eta}{16r^2} = \underline{2,19 \cdot 10^{-13} \text{ W}}$$

$$C = \frac{P_s}{k_B (T_A + T_s) \ln 2} = \underline{229 \text{ Mbit/s}}$$

2. Predojačevalnik za satelitski sprejemni je sestavljen iz dveh ojačevalnih stopenj, v kateri vsaka vsebuje po eden ATF-35176 tranzistor, kot prikazuje slika. V specifikaciji je zabeleženo, da ima vsak takšen tranzistor maksimalno šumno število $0,9 \text{ dB}$ in ojačenje 15 dB . Izračunaj skupno ojačanje predojačevalnika in skupno šumno število.

