(38) ANTENE

Izračunaj najmanjšo medsebojno razdaljo med oddajno in sprejemno anteno velikosti $d=10cm$ za zvezo, ki deluje na 10GHz, da ne bo niti v primera oddajne antene niti v primera sprejemne antene napaka večja od $\frac{\pi}{8}$.

$\lambda = \frac{c_0}{f} = \frac{3\cdot10^8\,m/s}{10\cdot10^9\,Hz} = 3cm$

$r_0 \geq \frac{2d^2}{\lambda} = \frac{2\cdot(0,1m)^2}{0,03m} = 66,7cm$

$r \geq r_{0,min} + r_{s,min} = 1,33m$

(39) Izračunaj Fraunhoferjev pogoj za anteno v obliki satelitskega krožnika s premerom $d=80cm$, ki deluje na 12 GHz.

$\lambda = \frac{c_0}{f} = \frac{3\cdot10^8\,m/s}{12\cdot10^9\,Hz} = 2,5cm$

$r_0 \geq \frac{2d^2}{\lambda} = \frac{2\cdot(0,8m)^2}{0,025\cdot m} = 51,2m$

(40) Izračunaj Fraunhoferjev pogoj za anteno radioteleskopa s premerom $d=30m$, ki deluje na frekvenci 30 GHz.

$\lambda = \frac{c_0}{f} = \frac{3\cdot10^8}{30\cdot10^9} = 1cm$ $\quad r_0 \geq \frac{2d^2}{\lambda} = \frac{2\cdot(30m)^2}{0,01\,m} = 180km$

(41) Izračunaj dolžino ojačka primernega za sprejem signala iz satelita na frekvenci 12GHz z zahtevanim dobitkom 35dBi.

$A = \frac{\lambda^2}{4\pi}\cdot D = \frac{(0,025m)^2}{4\pi}\cdot 5000 = 0,25m^2$

$l = \frac{a^2+b^2}{2\lambda} = \frac{0,5m^2}{0,05m} = 10m$

(42) Izračunaj od katere frekvence navzgor je uporabno globoko zrcalo premera 1,2m.

$2r = 5\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{2r}{5} = \frac{1,2m}{5} = 24cm$

$f = \frac{c_0}{\lambda} = \frac{3\cdot10^8\,m/s}{0,24m} = 1,25\,GHz$

(43) S pomočjo parabolnega zrcala sprejemamo 12GHz signal iz satelita. Izračunajte dovoljena odstopanja na površini zrcala, če naj so dovoljena odstopanja smernosti 1dB oziroma 0,25dB.

$\lambda = \frac{c_0}{f} = \frac{3\cdot10^8\,m/s}{12\cdot10^9\,Hz} = 25mm$

$\Delta_{1dB} \leq \frac{\lambda}{16} = \frac{25mm}{16} = 1,6mm$

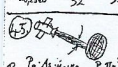
$\Delta_{0,25dB} \leq \frac{\lambda}{32} = \frac{25mm}{32} = 0,8mm$

(44) Izračunaj pri katerem razmerju f/d je gorišče ravno v ravnini odprtine $f=h$.

$f = \frac{d^2}{16h} \;/\cdot f \qquad f^2 = \frac{d^2\cdot f}{16h}$

$\frac{f^2}{d^2} = \frac{f}{16h} \Rightarrow \frac{f}{d} = \sqrt{\frac{f}{16h}} = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{f}{h}} = \frac{1}{4} = 0,25$

(45)



$P_s = \frac{P_0\cdot A_s\cdot\eta_s\cdot\eta_p}{A_g} = \frac{P_0\,\pi r_s^2\,\eta_s\,\eta_p}{\pi r_g^2}$

$P_s' = \frac{P_0\cdot A_s\cdot\eta_s\cdot\eta_p}{A_g} = \frac{P_0\,\pi r_s^2\,\eta_s\,\eta_p}{\pi r_g^2} =$

$= \frac{P_0\,\pi\,(2r_s)^2\,\eta_s\,\eta_p}{\pi r_g^2}$

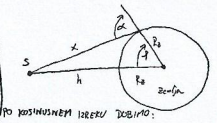
$P_s' = 4P_s$

(46) Izračunaj potrebno moč oddajnika na krovu TV satelita, ki uspešnega z anteno z dobitkom $G_0=40dB$, sprejemniki se nahajajo na zemlji na razdalji $d=38000km$ ... $\eta_s = \eta_p = \eta_r = 1$

$T_s = T_0\left(10^{\frac{F}{10}}-1\right) = 75,9K$ $\quad P_s = P_N\cdot\frac{4\pi}{\lambda^2} = 4,38\cdot10^{-19}W\cdot\frac{4\pi}{(0,03m)^2} = 1,39\cdot10^{-12}W$

$P_N = B\cdot k_0\,(T_A+T_s) = 4,38\cdot10^{-19}W$ $\quad P_0 = \frac{P_s}{A_{ig}}\cdot\frac{4\pi d^2}{G_0} = \frac{1,39\cdot10^{-12}}{\pi\cdot0,3^2\cdot0,7}\cdot\frac{4\pi(3,8\cdot10^7)^2}{10^4} = 4,57W$

(37) Izračunajte potrebno moč oddajnika $P_0=?$ na krovu TV satelita, da bo s svojim signalom na frekvenci $f=12\,GHz$ pokrivil območje s površino $A_g=20000km^2$, ki se nahaja na povprečni zemljepisni širini $\varphi=46°$. Satelit se nahaja v geostacionarni tirnici na višini $h=35800km$ nad ekvatorjem, sprejemniki zahtevajo gostoto pretoka moči vsaj $S=1\frac{nW}{m^2}$ vključno s predpisano rezervo. ($R_Z=6378km$, $T_Z=1436min$)



$x = \sqrt{(h+R_Z)^2 + R_Z^2 - 2(h+R_Z)R_Z\cos\varphi} = 38025km$

po sinusnem izreku

$\frac{x}{\sin\varphi} = \frac{h+R_Z}{\sin(180°-\alpha)} = \frac{h+R_Z}{\sin\alpha} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{h+R_Z}{x}\sin\varphi\right) =$

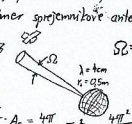
$= 52,93°$

Geografsko področje je manjše zaradi ukrivljenosti Zemlje.

$A_g' = A_g\cos\alpha$

$P_0 = S\,A_g\cos\alpha = 18,06W$

(35) Na nebu imamo več satelitov, ki oddajajo različne satelitske programe na istih frekvencah. Za koliko morajo biti razmaknjeni sateliti, da se med seboj ne motijo, če zveza deluje na valovni dolžini 4cm in je premer sprejemnikove antene 0,5m?



$\Omega_0 = \frac{4\pi}{D_s} = \frac{4\pi}{6168} > 2\cdot10^{-3}\,srd$

$D_s = \frac{4\pi}{\lambda^2}\cdot A_s = \frac{4\pi}{\lambda^2}\cdot\pi r_s^2 = \frac{4\pi^2}{(0,04m)^2}\cdot(0,5m)^2 = 6168 = 37,9dBi$

$A = r^2\cdot\Omega = 2\pi rh = 2\pi r^2(1-\cos\alpha) \qquad h = r - r\cos\alpha$

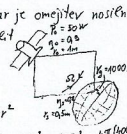
$\Omega_0 = 2\pi(1-\cos\alpha) \Rightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{\Omega_0}{2\pi}$

razvoj v vrsto $\quad \cos\alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2} + \dots$

$\frac{\alpha^2}{2} \approx \frac{\Omega_0}{2\pi} \qquad \alpha = \sqrt{\frac{\Omega_0}{\pi}} = \sqrt{\frac{2\cdot10^{-3}}{\pi}} = 0,025\,rd = 1,5°$

Sosednja satelita morata biti $3°$ stran.

(34) Na višini 10000km želimo postaviti satelit, ki bo s signalom satelitske televizije pokrival geografsko področje polmera 1000km. Kakšna naj bo smernost antene na satelitu? Koliko moči sprejme satelitski sprejemnik, če ima uporabnik satelitsko anteno s polmerom 0,5m in izkoristkom 0,8 (izkoristek oddajne antene znaša 0,9)? Izračunajte slabljenje radijske zveze. Kakšna je najnižja frekvenca zveze, če na satelitu ne more biti večji krožnik kot s polmerom 1m, kar je omejitev nosilne rakete?



$A_g = \Omega_0 r_g^2$

$D_0 = \frac{4\pi}{\Omega_0} = \frac{4\pi r_g^2}{A_g} = \frac{4\pi r_g^2}{\pi r_g^2} = \frac{4\pi\,(10000km)^2}{\pi\,(1000km)^2} = 6400 = 38dBi$

$P_s = \frac{P_0 A_0 \eta_0 \eta_s}{A_g} = \frac{P_0\,\pi r_0^2\,\eta_0\eta_s}{\pi r_g^2} = \frac{50W\cdot(0,5m)^2\cdot0,8\cdot0,9}{(1000km)^2} =$

$= 9\cdot10^{-12}W = 9_p W = -80,5dBm$

SLABLJENJE RADIJSKE ZVEZE

$a = 10\log\frac{P_0}{P_s} = 10\log\frac{9_p W}{50W} = 10\log\frac{9\cdot10^{-12}W}{50W} = -127,4dBm$

$A_0 = \pi r_0^2 = \frac{\lambda^2}{4\pi}D_0 \Rightarrow \lambda^2 = \frac{4\pi^2 r_0^2}{D_0} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi r_0}{\sqrt{D_0}} = \frac{2\pi\cdot1m}{80} = 7,85cm$

$f \geq \frac{c_0}{\lambda} = 3,82\,GHz$

(36) Iz satelita želimo narediti zvezo do mobilnega uporabnika, ki ima neusmerjeno anteno. Kolikšno oddajno moč potrebujemo na satelitu? Zveza naj deluje na frekvenci $f=1,6\,GHz$. Smerni diagram oddajne antene enakomerno pokriva krožno področje s polmerom $r=100km$ na Zemlji. Za zadovoljivo kakovost zveze zadošča $U_s=0,4\mu V_{eff}$ na vhodnih sponkah sprejemnika z impedanco $Z=50\Omega$ ($c=3\cdot10^8\,m/s$)

$P_s = \frac{U_s^2}{Z} = \frac{(0,4\cdot10^{-6}V)^2}{50\Omega} = 3,2\cdot10^{-15}W$

$A_s = \frac{\lambda^2}{4\pi}\cdot G_s = \frac{G_s}{4\pi}\left(\frac{c_0}{f}\right)^2 = 2,738\cdot10^{-3}\,m^2$

$A_g = \pi r^2 = 3,14\cdot10^{10}\,m^2$

$P_0 = P_s\cdot\frac{A_g}{A_s} = 36_m W$

ZA MODULNO ZVEZO POTREBUJEMO ČIM MANJŠO FREKVENCO IN ČIM VEČJO ODDAJNO MOČ.