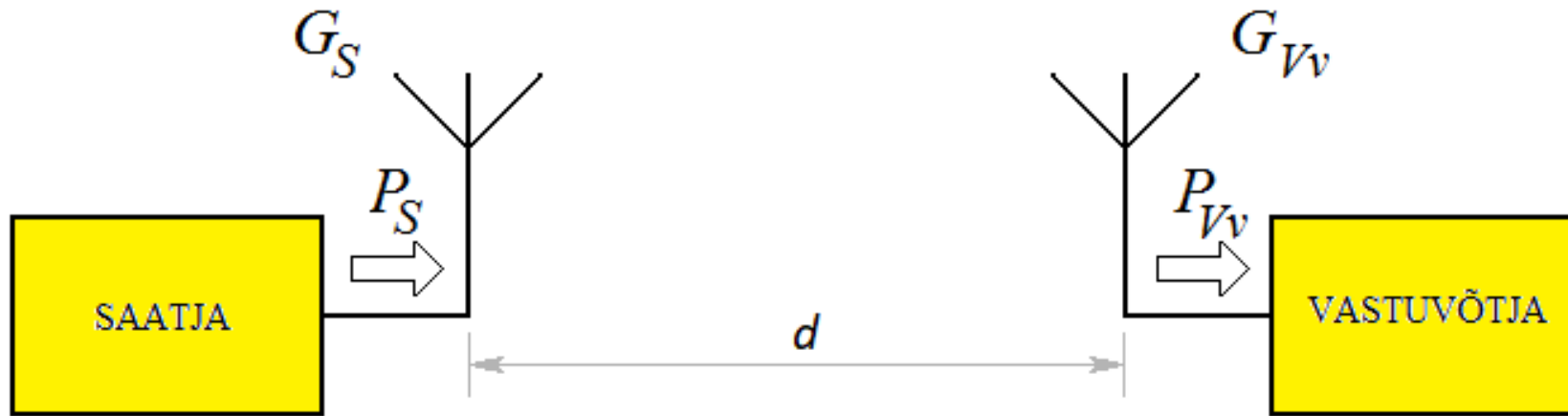


Harjutus 4

Raadiokanal

IEE1100 Arvutivõrgud

Friisi valem



$$P_{Vv} = P_S G_S G_{Vv} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

$$G[dBi] = 10 \cdot \log(g)$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Ülesanded



- 1.) Motorola VX-2000 raadiosaatja väljundvõimsus on 50 W ja tundlikkus $-4 \text{ dB}\mu\text{V}$ (sisendimpedants 50Ω). Kui suure vahemaa taha saaks kahe sellise raadio vahel, töösagedusel 165 MHz, teoreetiliselt sidet pidada? Siinjuures eeldame et jaamade vahe on otsenähtavus ja täiendavad kaod kanalis puuduvad ja mõlema antenni võimendus on 5,2 dBi.
- 2.) Kui palju muutuks sidekaugus, kui töösageduseks seada 135 MHz?

Lingi bilanss

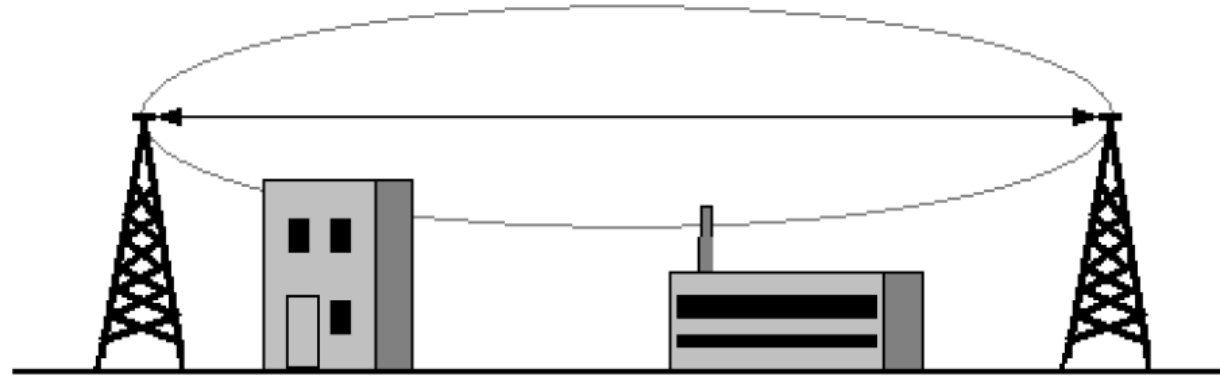
- Friisi valemi esitus logaritmilisel kujul:
 - Saatja võimsus P_S [dBm]
 - Võimsus vastuvõtja sisendis P_{VV} [dBm]
 - Mõnikord kasutatakse võimsuse mõõtühikuna ka dBW
 - Saate G_S - ja vastuvõtuantenni G_{VV} võimendused [dBi]
 - Ekvivalentne isotroopne kiirgusvõimsus $EIRP = P_S + G_S$
 - Vaba ruumi kadu FSL [dB]

$$FSL = 20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)$$

- Muud kaod L [dB]

$$P_{VV} = P_S + G_S + G_{VV} - FSL - L$$

Fresnelli tsoonid



- Esimese Fresnelli tsooni raadius r_1 on leitav valemiga:

$$r_1 = \sqrt{\lambda \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

- Kus d_1 ja d_2 on vastavalt kaugused esimesest ja teisest antennist
- Vähemalt 60 % Fresnelli tsoonist peaks olema takistuste vaba.
- Soovitav on, et takistuste vaba oleks vähemalt 80% tsoonist.

Ülesanded

3.) 5 GHz sagedusel töötava raadioreleelingi pikkus on 10 km ja lingi mõlemas otsas on antennid võimendusega 17 dBi. Milline on minimaalne vajalik saatevõimsus P_s , kui on vastuvõtja tundlikkus on -97dBm

4.) Kui kõrgete mastide otsas peaksid antud antennid asuma, et maapind jääks esimesest Fresnelli tsoonist täielikult välja?

5.) Kui kõrged peaksid mastid olema, kui arvestame asjaoluga, et maapind pole tegelikult lame vaid Maa on ligikaudu kerakujuline raadiusega 6371 km?

Bitivea tõenäosus

- Digitaalse andmeedastuse kvaliteeti iseloomustab ülekandel tekkinud vigade arv. Mida väiksem on bitiveavea tõenäosus P_b , seda kvaliteetsem on ülekanne.
- Bitivigade tõenäosus sõltub signaal-müra suhtest S/N vastuvõtjas.
- Digitaalsel edastusel kasutatakse suhte S/N asemelt tihtipeale biti energia E_b [J] suhet valge müra võimsuse spektraaltihedusse η [W/Hz]. Kaks suurust on omavahel seotud spektraalefektiivsuse ρ [bitt/s/Hz] kaudu:

$$\frac{S}{N} = \frac{E_b}{\eta} \cdot \rho$$

- Konkreetne seos E_b / η ja P_b vahel sõltub kasutatavast modulatsiooni- viisist ning demoduleerimise teostamise viisist.

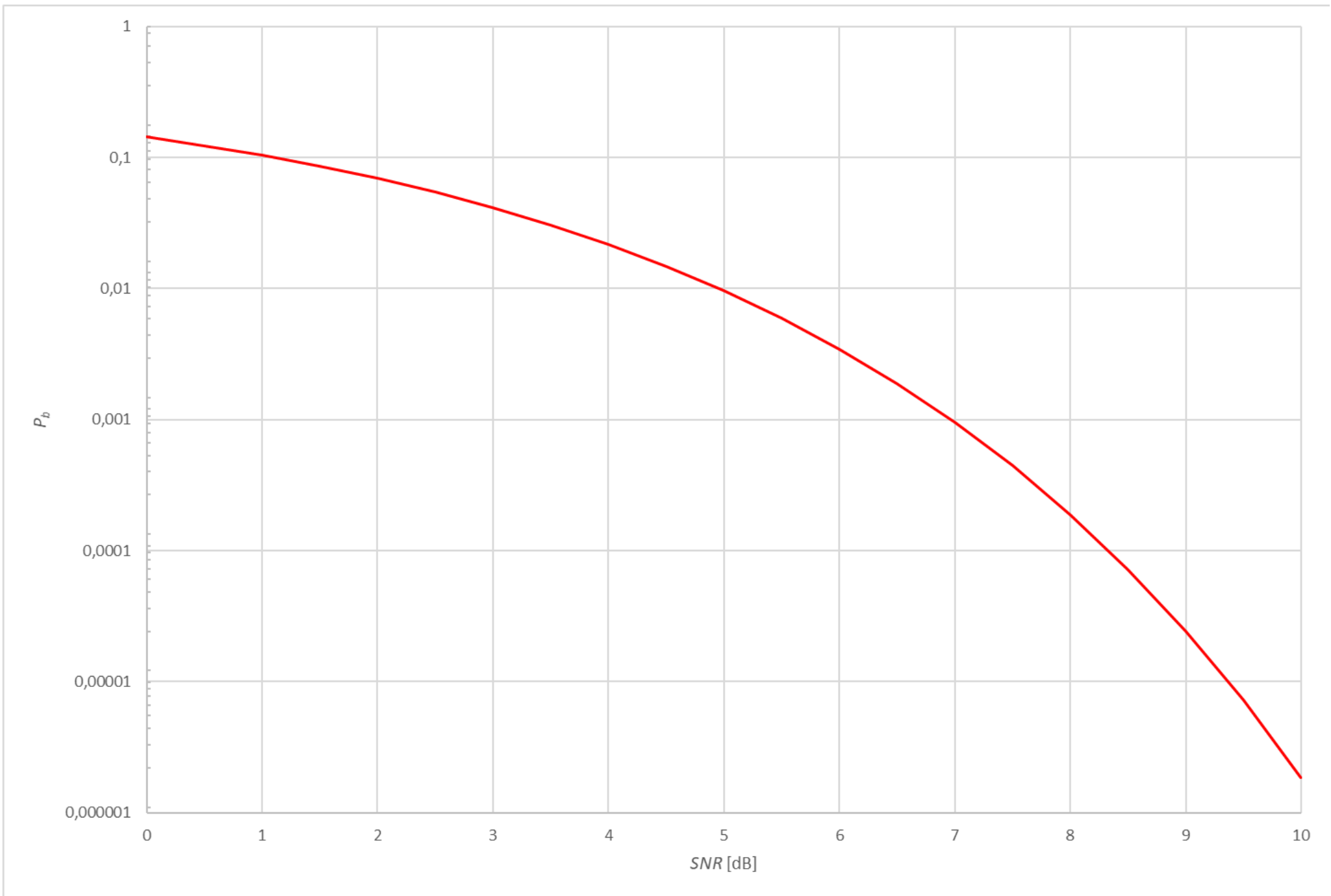
Ülesanded

Binaarset sagedusmanipulatsiooni kasutades edastatakse 24 kHz ribalaiusega kanalis andmeid kiirusega 9,6 kbitt/s. On teada, et FSK mittekoherentsel vastuvõtul on bitivea tõenäosus leitav avaldisega (vt graafik järgmisel slaidil):

$$P_b = \frac{1}{2} e^{-\frac{E_b}{2\eta}}$$

6.) Kui suur on bitivea tõenäosus, kui signaal-müra suhe on 7 dB?

7.) Kui palju peab signaal-müra suhet suurendama, et bitivea tõenäosus väheneks kümme korda?



Ülesannete vastused:

- 1.) 38000 km
- 2.) Sidekaugus suureneks 1,22 korda 46486 km-ni
- 3.) -4,6 dBm ehk 0,35 mW
- 4.) Vähemalt 12,25 m kõrgused
- 5.) 14,2 m kõrgused
- 6.) $9,65 \cdot 10^{-4}$
- 7.) Suurendama 1,37 korda ehk 1,36 dB võrra.