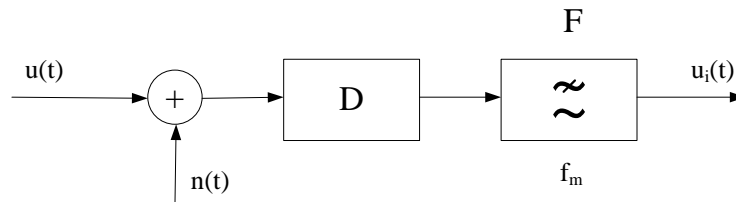


ŠUM U TELEKOMUNIKACIONIM SISTEMIMA

- Prenos ugaono modulisanih signala -

1. Na ulaz u prijemnik čija je blok šema prikazana na slici 1 dolazi ugaono modulisan signal $u(t)=U_0\sin(\omega_0t+m\sin 2\pi f_m t)$. Srednja snaga signala na ulazu u prijemnik je P_0 . Prijemnik se sastoji od demodulatora D i idealnog propusnika niskih učestanosti čija je granična učestanost f_m .



Slika 1

Pored signala $u(t)$, na ulazu postoji i aditivni Gaussov šum $n(t)$ čija je spektralna gustina srednje snage konstantna i iznosi p_N . Pronaći odnos signal/šum na izlazu iz prijemnika, ako je sklop D:

- Fazni demodulator,
- Frekvencijski demodulator.

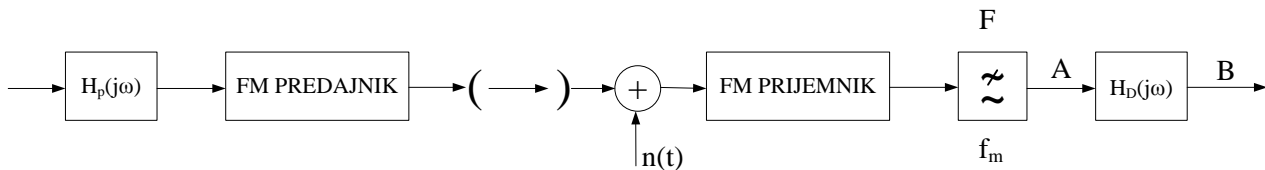
U kom slučaju, i za koliko dB je bolji odnos signal/šum?

2. Signali iz $N=600$ telefonskih kanala obrazuju multipleks. Multipleksni signal, koji zauzima opseg učestanosti od 60 kHz do 2540 kHz, prenosi se radio vezom sa frekvencijskom modulacijom.

Emisiona snaga predajnika je $P_e=5W$, a slabljenje spojnog puta do prijemnika je $a=90dB$. Takođe je poznato da maksimalna devijacija učestanosti koju izaziva test signal u jednom kanalu iznosi 280 kHz.

Izračunati odnos signal/šum u najvišem telefonskom kanalu na izlazu iz prijemnika, čiji je faktor šuma $F=10$. Za koliko dB se razlikuju odnos signal/šum u najnižem i najvišem telefonskom kanalu?

3. Na slici 2 je prikazana blok šema sistema za prenos muzičkog signala primjenom frekvencijske modulacije.



Slika 2

Spektar muzičkog signala zauzima opseg učestanosti od 0 do 15 kHz. Radi poboljšanja odnosa signal/šum na izlazu iz prijemnika u ovom sistemu su upotrijebljena dva linearna sklopa, preemfazis i deemfazis, čije su funkcije prenosa $H_p(j\omega)$ i $H_d(j\omega)$. Funkcija prenosa preemfazisa je:

$$H_p(j\omega) = j \frac{\omega}{k}, \quad \text{gdje je } k=2\pi \cdot 2100 \text{ rad/s.}$$

Da ovi sklopovi ne bi unijeli izobličenje u prenošeni signal, funkcija prenosa deemfazisa je tako izabrana da je ispunjen uslov

$$H_p(j\omega)H_d(j\omega)=1.$$

Ako je spektralna gustina srednje snage slučajnog šuma $n(t)$ na ulazu u prijemnik konstantna i iznosi p_N , izračunati:

- Odnos signal/šum na izlazu iz prijemnika i uporediti ga sa odnosom signal/šum kada preemfazis i deemfazis nisu upotrijebljeni,
- Koliko iznosi poboljšanje odnosa signal/šum na izlazu prijemnika ostvareno upotrebom preemfazisa i deemfazisa?

4. Video signal, čija je maksimalna učestanost u spektru $f_m=5\text{MHz}$, potrebno je prenijeti od geostacionarnog satelita do zemaljske satelitske stanice. Primijenjena je frekvencijska modulacija, pri čemu učestanost nosioca iznosi $f_0=4\text{GHz}$. Satelit se nalazi na udaljenosti $d=35765\text{km}$ od Zemljina površine. Slabljenje spojnog puta između satelita i zemaljske prijemne stanice može se izračunati na osnovu izraza:

$$A = \frac{P_T}{P_R} = 1,775 \cdot 10^{-15} \frac{(df_0)^2}{G_T G_R},$$

gdje su P_T i P_R srednje snage signala na izlazu iz predajnika i na ulazu u prijemnik. G_R i G_T su dobici antena prijemnika i predajnika, koji izraženi u dB iznose $10\log G_R=50\text{dB}$ i $10\log G_T=15\text{dB}$. Ako je faktor šuma prijemnika $F=4$ i ako je minimalna dozvoljena vrijednost odnosa signal/šum na izlazu prijemnika, pri kojoj ne dolazi do prekida veze 30dB , izračunati:

- Indeks modulacije FM signala,
 - Vrijednost slabljenja spojnog puta u dB, kao i minimalnu vrijednost srednje snage signala na izlazu predajnika,
 - Širinu opsega učestanosti koju zauzima FM signal.
5. VHF predajnik emituje KAM signal sa indeksom modulacije $m_0=45\%$. Modulišući signal je muzički opsega od 0 do 15kHz . Na izlazu iz prijemnika koji se nalazi na rastojanju $d=3\text{km}$ od predajnika izmjerena je odnos signal/šum od 40dB .

Ako predajnik istu snagu emituje postupkom frekvencijske modulacije uz maksimalnu devijaciju učestanosti od 60kHz , pronaći rastojanje na kojem treba da se nalazi FM prijemnik da bi se na njegovom izlazu takođe dobio odnos signal/šum od 40dB .

Pretpostaviti da su spektralne gustine snage šuma iste u oba slučaja, a da primljena snaga opada sa kvadratom rastojanja od predajnika.