

KVANTIZACIJA I SISTEMI SA IMPULSNOM MODULACIJOM

1. Signal $u(t)$ prenosi se sistemom sa impulsnom kodnom modulacijom. Kvantizacija odbiraka signala $u(t)$ obavlja se u 4 kvantizaciona nivoa. Funkcija gustine vjerovatnoće amplituda signala $u(t)$ data je izrazom:

$$p(u) = \begin{cases} ke^{-|u|}, & |u(t)| \leq 4V \\ 0 & , \text{ za ostale vrijedosti } u(t) \end{cases}$$

Odrediti:

- Korak kvantizacije Δu pri ravnomjernoj kvantizaciji,
- Srednju kvadratnu vrijednost signala $u(t)$,
- Srednju kvadratnu vrijednost greške koja se unosi postupkom kvantizacije,
- Odnos srednje kvadratne vrijednosti signala i srednje kvadratne vrijednosti greške uslijed kvantizacije,
- Ponoviti račun iz prethodnih tačaka b), c), d), ako je funkcija gustine vjerovatnoće amplituda signala $u(t)$ jednaka,

$$p(u) = \begin{cases} 1/8, & |u(t)| \leq 4V \\ 0 & , \text{ za ostale vrijedosti } u(t) \end{cases}$$

2. Pri prenosu signala govora sistemima sa impulsnom kodnom modulacijom često se koristi logaritamska karakteristika kompresije definisana kao:

$$u = F(x) = \begin{cases} \frac{U \ln(1 + 2\mu x / U)}{2 \ln(1 + \mu)}, & 0 \leq x \leq U/2 \\ -\frac{U \ln(1 - 2\mu x / U)}{2 \ln(1 + \mu)}, & -U/2 \leq x \leq 0 \end{cases}$$

gdje x predstavlja amplitude odbiraka ulaznog signala, a u amplitude odbiraka signala na izlazu iz kompresora. Sa μ je označen faktor kompresije koji predstavlja odnos najvećeg i najmanjeg koraka kvantizacije. Odbirci signala iz kompresora ravnomjerno se kvantizuju sa korakom kvantizacije $\Delta u = U/q$, gdje je q broj kvantizacionih nivoa. Ako je funkcija gustine vjerovatnoće amplituda signala $x(t)$ data sa:

$$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{U}, & -U/2 \leq x \leq U/2 \\ 0, & \text{ za ostale } x \end{cases}$$

- Naći odnos signal/šum kvantizacije za $\mu=255$, ako se kvantizacija obavlja u 128 nivoa.
- Ponoviti prethodnu tačku za $\mu=100$.

Uporediti rezultate tačaka a) i b). Šta se dešava ako se izvrši kvantizacija u 64, odnosno 256 nivoa?

3. Potrebno je od tri telefonska i jednog muzičkog signala obrazovati multipleks sa vremenskom raspodjelom primjenom impulsne amplitudske modulacije. Poznato je da telefonski signal zauzima opseg učestanosti od 300Hz do 3400Hz, a muzički od 50Hz do 10kHz.

Učestanost odabiranja telefonskog signala je $f_1=8\text{kHz}$, a muzičkog $f_M=24\text{kHz}$.

- Izračunati najmanju učestanost ponavljanja impulsa u multipleksnom signalu,
- Nacrtati principsku šemu predajnika i prijemnika.

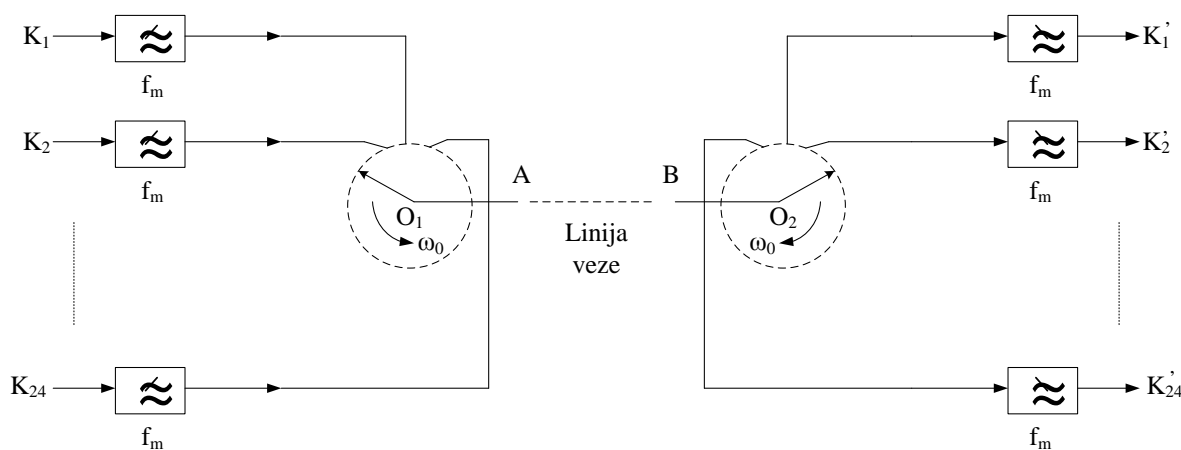
4. Na slici je prikazana principska šema sistema za prenos $N=24$ telefonska signala u multipleksu sa vremenskom raspodelom. Primijenjena je impulsna amplitudska modulacija. Učestanost odabiranja signala u svakom kanalu iznosi $f_0=8$ kHz. Predajni i prijemni odabirači O_1 i O_2 rade sinhrono i na njihovim izlazima dobijaju se impulsi vrlo kratkog trajanja. Linija veze između tačaka A i B može se predstaviti RC filtrom propusnikom niskih učestanosti, čija je granična učestanost f_c . Odziv ovog filtra na pobudu jednim impulsom sa izlaza odabirača O_1 , čija je amplituda U u trenutku $t = 0$, dat je sledećim izrazom:

$$y(t) = \begin{cases} 0 & ; t < 0 \\ Ue^{-2\pi f_c t} & ; t \geq 0 \end{cases}$$

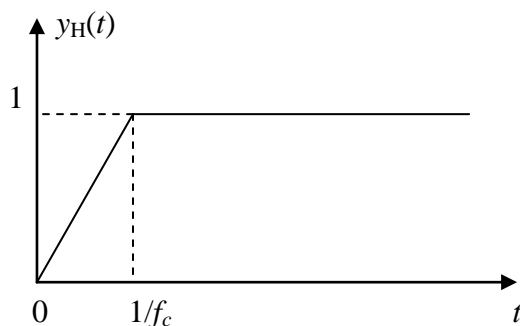
Kada se samo na ulaz K_1 dovede signal $u(t)$, tada se na izlazu K_1' dobija isti signal $u(t)$. Nivo srednje snage ovog signala iznosi N_1 .

a) Ako se zahtijeva da nivo srednje snage signala na izlazu iz K_2' koji potiče od signala koji se prenosi kanalom K_1 bude za 60 dB manji od nivoa N_1 , izračunati kolika treba da bude granična učestanost filtra f_c .

b) Koliki je tada nivo srednje snage signala na izlazu K_3' koji potiče od signala iz kanala K_1 ?



5. Signali iz N telefonskih kanala prenose se u multipleksu sa vremenskom raspodelom. Primijenjena je impulsna položajna modulacija (IPM). Impulsi su pravougaonog oblika, pri čemu je njihovo trajanje $\tau_0=0.5\mu\text{s}$. Perioda odabiranja signala u svakom kanalu iznosi $T_0=125\mu\text{s}$. Dio sistema za prenos, od izlaza uređaja za multipleksiranje do ulaza u prijemnik IPM signala, može se predstaviti filtrom propusnikom niskih učestanosti. Granična učestanost ovog filtra je $f_c=2.5\text{MHz}$. Odziv filtra na pobudu Heavisideovom funkcijom aproksimiran je funkcijom prikazanom na slici.



Ako je konstanta IPM modulatora jednaka $k=1\mu\text{s/V}$, a amplituda modulišućeg signala se nalazi u opsegu $|u_m(t)| \leq 4.65\text{V}$, odrediti najveći broj telefonskih kanala u multipleksu, pod uslovom da ne dođe do preklapanja impulsa.