

## 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:

- a) Korak kvantizacije  $\Delta u$  pri ravnomjernoj kvantizaciji,
- b) Srednju kvadratnu vrijednost signala  $u(t)$ ,
- c) Srednju kvadratnu vrijednost greške koja se unosi postupkom kvantizacije,
- d) Odnos srednje kvadratne vrijednosti signala i srednje kvadratne vrijednosti greške uslijed kvantizacije,
- e) 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 amplitudu odbiraka ulaznog signala, a  $u$  amplitudu odbiraka signala na izlazu iz kompresora. Sa  $\mu$  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:

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

- a) Naći odnos signal/šum kvantizacije za  $\mu=255$ , ako se kvantizacija obavlja u 128 nivoa.
- b) 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  $f_M=24\text{kHz}$ .

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

4. Na slici je prikazana principna šema sistema za prenos  $N=24$  telefonska signala u multipleksu sa vremenskom raspodjelom. 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  $K_1$ ?

