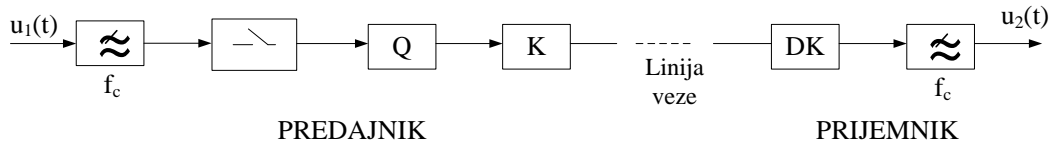


IMPULSNO KODNA I DELTA MODULACIJA

1. Na slici je prikazana blok šema sistema za prenos IKM signala:



Odabiranje signala $u_1(t)$ vrši se u trenucima $t=kT_0$, gdje je $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ i $T_0=125 \mu s$ period odabiranja. Amplitude odbiraka signala $u_1(t)$ nalaze se u intervalu $|u_1(t)| \leq 0,8V$ i kvantiziraju se u kvantizatoru Q, tako što je taj interval podijeljen ravnomjerno na 8 kvantizacionih nivoa. U koderu K obavlja se kodiranje kvantiziranih odbiraka binarnim kodom.

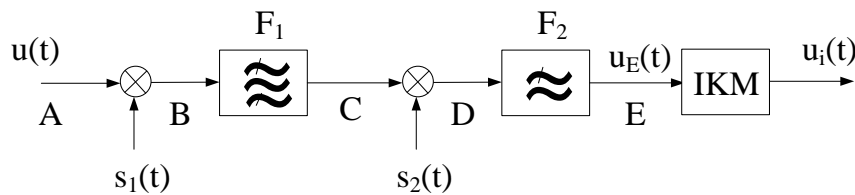
Prijemnik se sastoji od dekodera DK i idealnog filtra propusnika niskih učestanosti.

Ako je,

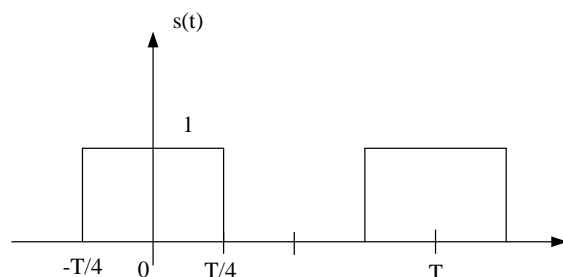
$$u_1(t) = U \sin(\omega_m t + \pi/4),$$

pri čemu je $U=0,8V$ i $f_m=2kHz$,

- a) Prikazati vremenske oblike signala na izlazu iz odabirača, kvantizatora i kodera,
 - b) Pronaći signal na izlazu iz prijemnika i izračunati grešku koja se unosi postupkom kvantizacije.
2. Signal $u(t)$ čiji se spektar nalazi u opsegu učestanosti od f_N do f_V , pri čemu je $f_V=4f_N$, treba da se prenosi sistemom sa impulsnom kodnom modulacijom. Kodiranje se obavlja sa $n=8$ bita. Da bi se potrebna širina propusnog opsega svela na najmanju moguću mjeru, vrši se prethodna obrada signala $u(t)$ kao što je prikazano na slici 1. Može se smatrati da su svi sklopovi na šemi idealni. Signali $s_1(t)$ i $s_2(t)$ su periodični sa osnovnim učestanostima f_1 i f_2 , a njihov oblik je prikazan na slici 2.
- a) Odrediti minimalne vrijednosti f_1 i f_2 , kao i granične vrijednosti učestanosti filtara F_1 i F_2 , s tim da propusni opseg filtra F_1 bude najniži mogući,
 - b) Koliko puta se smanjuje digitalni protok sistem za prenos IKM signala u odnosu na slučaj kada se ne vrši prethodna obrada signala $u(t)$?
 - c) Nacrtati blok šemu prijemnika koja odgovara predajniku sa slike 1.



Slika 1



Slika 2

3. Dat je sistem za prenos 30+2 telefonska signala u multipleksu sa vremenskom raspodjelom i impulsnom kodnom modulacijom. U ovom sistemu 16-ti i 32-gi telefonski kanal služe isključivo za prenos pomoćnih signala potrebnih za funkcionisanje sistema.

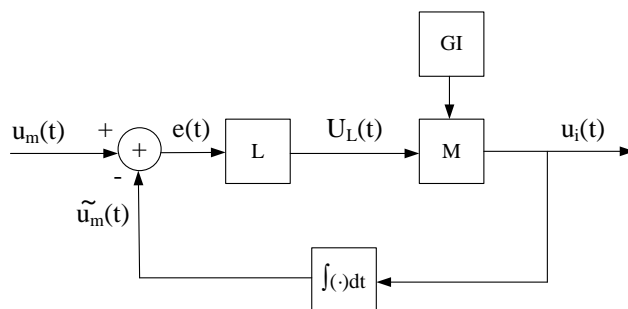
Ovim sistemom potrebno je prenijeti multipleksni signal sastavljen od $M=4$ mizička i N telefonskih signala sa vremenskom raspodjelom i impulsnom kodnom modulacijom. Učestanost odabiranja signala u svakom telefonskom signalu je $f_{0T}=8\text{kHz}$, a broj kvantizacionih nivoa je $q_T=2^8$. Maksimalna učestanost u spektru muzičkog signala je 15kHz . Odnos signal/šum kvantizacije za ovaj signal treba da iznosi 72dB .

a) Odrediti minimalnu vrijednost učestanosti odabiranja muzičkog signala pod uslovom da ona bude umnožak učestanosti od 8kHz ,

b) Odrediti broj telefonskih signala koji se mogu prenijeti ovim sistemom,

c) Nacrtati jedan mogući raspored kanala u vremenskom intervalu $T_0=125\ \mu\text{s}$.

4. Na slici je prikazana blok šema delta modulatora.



Karakteristika limitera može se predstaviti sledećim izrazom: $u_L(t)=\Delta \cdot \text{sgn}[e(t)]$.

Iz generatora impulsa (GI) dobijaju se impulsi vrlo kratkog trajanja, pri čemu je površina svakog impulsa ravna 1Vs , a učestanost ponavljanja je $f_0=1/T_0$. Odabiranje signala počinje u trenutku $t=T_0/2$, pri čemu je $\tilde{u}_m(t) = 0$ za $t < T_0/2$. Ako na ulaz u modulator dolazi signal:

$$u_m(t)=kt, \quad t \geq 0,$$

gdje je k konstanta, nacrtati vremenske oblike signala $u_m(t)$, $\tilde{u}_m(t)$ i $u_i(t)$ kada je:

a) $k = \Delta \cdot f_0/2$; b) $k = 2\Delta \cdot f_0$; c) $k = \Delta \cdot f_0$.

5. Odnos signal/granularni šum u sistemu prenosa sa delta modulacijom na izlazu iz filtra čija je granična učestanost f_c , dat je pod uslovom da nema preopterećenja uslijed strmine sledećim izrazom:

$$A_{Nq} = 3 \frac{\overline{U_m^2} f_s}{\Delta^2 f_c}$$

Sa $\overline{U_m^2}$ označena je srednja kvadratna vrijednost prenošenog signala, Δ je korak kvantizacije, f_s je učestanost odabiranja, dok je $f_c = 4\text{kHz}$.

a) Ako se ovim sistemom prenosi signal $u_m(t)=U_m \cos 2\pi f_c t$, pri čemu nema preopterećenja uslijed strmine, a odnos signal/granularni šum treba da bude 48dB , izračunati minimalnu vrijednost učestanosti odabiranja.

b) Naći minimalnu vrijednost binarnog protoka u sistemu prenosa sa IKM za isti prenošeni signal i za isti zahtijevani odnos signal/šum kvantizacije kao u tački a).

c) N telefonskih signala potrebno je prenijeti u multipleksu sa vremenskom raspodjelom i delta modulacijom. Ako su karakteristike sistema sa delta modulacijom iste kao pod a) izračunati maksimalan broj telefonskih signala koji se mogu prenijeti ovim sistemom. Maksimalna moguća učestanost impulsa na liniji veze iznosi $1,024\text{MHz}$.