

## Drugi domaći zadatak iz predmeta Principi modernih telekomunikacija

### TEORIJA

1. a) Objasniti postupak idealnog odabiranja signala. Koji uslovi moraju da budu ispunjeni da bi se na prijemu od diskretizovanog signala mogao rekonstruisati originalni kontinualni signal? Kako se ovaj uslov menja ako na raspolaganju nemamo idealni, već realni NF filter.

b) Signal  $x_{od}(t)$  dobija se idealnim odabiranjem signala  $x(t)=8\cos(2\pi\times 100t)+2\cos(2\pi\times 500t)$ , za učestanost odabiranja jednaku  $f_s=1200\text{Hz}$ . Nacrtati amplitudske spektre signala  $x(t)$  i  $x_{od}(t)$  u opsegu od 0Hz do 4000Hz. Objasniti na koji način se može izvršiti rekonstrukcija signala.

c) Ponoviti prethodnu tačku za slučaj kada je učestanost odabiranja  $f_s=900\text{Hz}$  (amplitudski spektar signala  $x_{od}(t)$  nacrtati u opsegu do 3kHz). Da li je ovom slučaju moguće izvršiti rekonstrukciju signala? Obrazložiti odgovor.

2. a) Napisati opšti izraz za verovatnoću greške po simbolu pri prenosu polarnih višenivovskih ( $M$ -arnih) signala u osnovnom opsegu učestanosti, u slučaju dejstva aditivnog belog Gausovog šuma (ABGŠ). Ukratko opisati postupak izvođenja izraza. Koji od  $M$  mogućih vrednosti simbola su ugroženiji dejstvom šuma i zbog čega?

b) Na koji način se vrši mapiranje bita u simbole primenom Grejevog koda. Ilustrovati na primeru  $M=8$ . Koji odnos tada postoji između verovatnoće greške po simbolu i verovatnoće greške po bitu? Obrazložiti odgovor.

### ZADACI

1. Signal  $x(t)$  čini periodična unipolarna povorka pravougaonih impulsa periode  $T=2\text{ms}$ , vremena trajanja impulsa  $\tau=0.4\text{ms}$  i amplitude  $U=1\text{V}$ . Vreme početka impulsa je  $t_0=-\tau/2$ .

a). Odrediti izraz za amplitudski spektar signala. Nacrtati amplitudski spektar signala  $x(t)$ , u opsegu učestanosti do 5kHz. Koliko iznosi komponenta na 0Hz i šta ona predstavlja?

b). Odrediti srednju snagu signala  $x(t)$ . Odrediti računskim putem koliki deo ukupne srednje snage signala je sadržan u prvih  $N$  harmonika, za vrednosti  $N=2, 3, 4, 5$ .

c). Odrediti srednju snagu signala na izlazu filtra propusnika opsega učestanosti amplitudske karakteristike

$$|H_{POV}(jf)| = \begin{cases} 0.8, & 1.1\text{Hz} \leq f \leq 2.1\text{Hz}, \\ 0, & \text{ostalo.} \end{cases}$$

d) Kako bi izgledao amplitudski spektar signala u slučaju kada bi perioda signala ostala nepromenjena, a trajanje impulsa se smanjilo, tako da  $\tau \rightarrow 0$ ,  $U\tau=1$ .

2. Analogni signal  $u(t)$  konvertuje se u digitalni primenom IKM. Maksimalna učestanost u spektru signala  $u(t)$  jednaka je  $f_m=20\text{kHz}$ , dok je raspodela amplituda odbiraka signala uniformna u opsegu  $[-1, 1]\text{V}$ . Odabiranje se vrši učestanošću koja je 20% veća od učestanosti određene teoremom odabiranja. Maksimalna dozvoljena greška kvantizacije je 0.5mV. Dobijeni binarni signal prenosi se u osnovnom opsegu učestanosti, korišćenjem linije veze koja se može predstaviti idealnim NF filtrom.

a) Odrediti minimalan potreban broj kvantizacionih nivoa  $q=2^n$ , a zatim binarni protok  $V_b$  dobijenog digitalnog signala.

b) Odrediti minimalnu širinu propusnog opsega potrebnog za prenos dobijenog binarnog signala bez dejstva intersimbolske interferencije (ISI). Koliko bi iznosila minimalna širina opsega učestanosti potrebna za prenos digitalnog signala koji je dobijen multipleksiranjem  $N=10$  signala opisanih tekstom zadatka?

3. Digitalni signal protoka  $V_b=2.4\text{Mb/s}$  prenosi se  $M$ -QAM modulacionim postupkom. Nacrtati blok šemu predajnika i odrediti protoke u karakterističnim tačkama (na izlazu iz pojedinih blokova predajnika), kao i širinu opsega učestanosti koju zauzima modulirani signal po kriterijumu "prve nule u spektru" za slučajeve:

a)  $M=16$ , b)  $M=64$ .

**NAPOMENA:** Domaći zadaci bi trebalo da budu čitko i jasno napisani, sa potrebnim objašnjenjima i komentarima.