

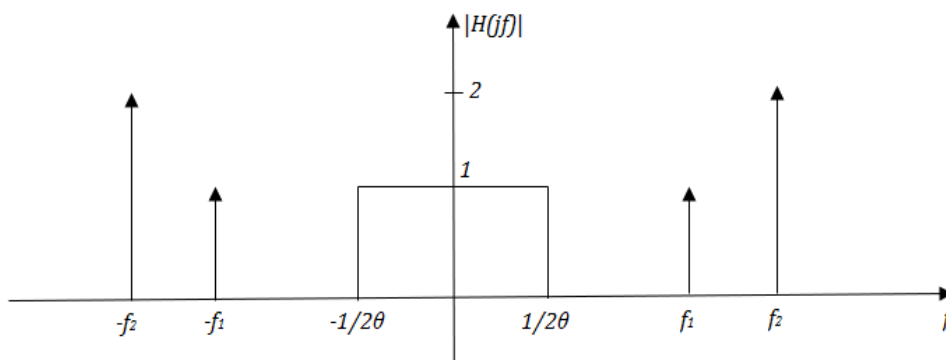
OSNOVI KOMUNIKACIJA I TEORIJA INFORMACIJA

PISMENI ISPIT

29. 8. 2023.

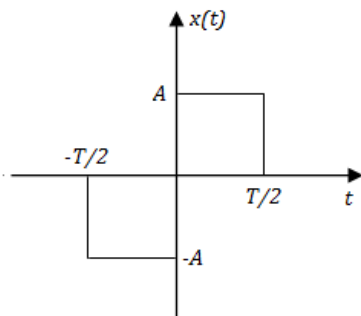
1. (20%)

a) (10%) Odrediti signal $x(t)$ čija je spektralna gustina amplituda prikazana na slici 1.



Slika 1. Spektralna gustina amplituda signala $x(t)$ u Zadatku 1.a

b) (10%) Odrediti spektralnu gustinu amplituda i faza signala $x(t)$, prikazanog na slici 2.



Slika 2. Signal $x(t)$ u Zadatku 1.b

2. (40%)

a) (13%) Naponski signal $x(t) = A \cdot \sin(\omega_0 t - \pi/4) + 1$, gdje je $A=2V$, $f_0=1\text{Hz}$, dovodi se na analogno/digitalni konvertor koji se sastoji od odmjerača, kvantizera i IKM (eng. PCM) koda. Odmjeravanje se vrši u trenucima nT_s , gdje je $T_s=0.25\text{s}$, $n=0,1,2,\dots$ Nacrtati vremenski oblik signala na izlazu odmjerača. Kvantovanje se vrši uniformnim kvantizerom sa $q=8$ kvantizacionih nivoa. Nacrtati karakteristiku kvantizera, te vremenski oblik signala na izlazu kvantizera. Nacrtati vremenski oblik signala na izlazu koda. Smatrati da se vrši kodovanje sa povratkom na nulu (RZ).

- b) (27%) Za prenos signala $x(t)$ koristi se IKM. Granična frekvencija spektra signala $x(t)$ je 4.4 kHz.
- (2%) Odrediti najmanju frekvenciju odmjera vanja signala $x(t)$.
 - (16%) Ako vrijednosti amplituda odmjera ka na ulazu u uniformni kvantizer sa 4 nivoa kvantizacije podliježu raspodjeli čija je funkcija gustine vjerovatnoće data sa:

$$p_x(x) = \begin{cases} \frac{k}{\pi(1+x^2)}, & |x(t)| \leq 8V \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

odrediti odnos signal/šum kvantizacije. Nacrtati karakteristiku kvantizera.

- (6%) Koliki bi bio odnos signal/šum kvantizacije ako je funkcija gustine vjerovatnoće uniformna?

$$p_x(x) = \begin{cases} \frac{1}{16}, & |x(t)| \leq 8V \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

- (3%) Koliko iznosi decibelski odnos signal/šum kvantizacije u slučaju uniformnog 5-bitnog kodovanja?

Napomena: Prilikom računanja integrala koristiti [rad].

3. (20%) Dat je diskretni izvor bez memorije sa listom simbola $S=\{A, B, C, D, E, F, G, H\}$. Poznate su vjerovatnoće $P(A)=0.22, P(B)=0.11, P(D)=0.02, P(F)=0.08, P(H)=0.12$, te je poznato da je $P(C) : P(E) : P(G) = 4 : 3 : 2$.

- (2%) Koliko iznosi entropija izvora?
- (2%) Koliko iznosi maksimalna entropija izvora i za koje vjerovatnoće simbola A, B, C, D, E, F, G i H?
- (9%) Konstruisati binarni, ternarni i kvaternarni kompaktan kod. Koliko iznosi srednja dužina kodnih riječi, a koliko varijansa srednje dužine kodnih riječi u slučaju binarnog kodovanja? Kombinovane simbole pri konstrukciji koda smještati tako da se dobije bolji rezultat u pogledu varijanse srednje dužine kodnih riječi.
- (7%) Sekvencu CBEA kodovati aritmetičkim kodovanjem. Koliko bita zauzima poruka?

4. (20%)

- (14%) Sekvencu BDBBADBCAACABABCBAADBCB kodovati LZ77 (veličina prozora $W=8$), LZ78 i LZW algoritmom. U slučaju kodovanja LZ77 i LZW algoritmom, odrediti stepen uštede. Koji slučaj je bolji?
- (6%) Kao zaštitni kod u telekomunikacionom sistemu se koristi Hemingov kod (12,8). Ako se na prijemu dobija sekvenca 011001100110, odrediti informacionu sekvencu koja je kodovana. Ako se na kodnu riječ doda još jedan kontrolni bit za opštu provjeru na parnost, odrediti vjerovatnoću greške koja se ne može detektovati (vjerovatnoća greške jednog bita je $p=0.0001$).

Vrijeme izrade: **180 minuta**.