

## OSNOVI KOMUNIKACIJA I TEORIJA INFORMACIJA

PISMENI ISPIT

13.9.2022.

---

1. (25%) Odrediti i nacrtati spektar signala  $x(t)=\cos\omega_0 t$ , gdje je  $f_0=10\text{Hz}$ . Ako se signal  $x(t)$  odmjerava idealnom povorkom Dirakovih impulsa minimalne frekvencije odmjeravanja  $f_s$ , odrediti i nacrtati spektar odmjerjenog signala. Kolika je minimalna frekvencija odmjeravanja  $f_s$ ?

Nacrtati spektar odmjerjenog signala ako je frekvencija odmjeravanja signala  $x(t)$   $f_s=15\text{Hz}$ . Da li je u tom slučaju iz spektra odmjerjenog signala moguća rekonstrukcija originalnog signala  $x(t)$ ? Obrazložiti odgovor.

2. (35%)

a) (25%) Naponski signal  $x(t)=A \cdot \cos\omega_0 t$ , gdje je  $A=2\text{V}$ ,  $f_0=1\text{Hz}$ , dovodi se na analogno/digitalni konvertor koji se sastoji od odmjeraca, kvantizera i IKM (eng. PCM) kodera. Odmjeravanje se vrši u trenucima  $nT_s$ , gdje je  $T_s=125\text{ms}$ ,  $n=0,1,2\dots$ . Nacrtati vremenski oblik signala na izlazu odmjeraca. Kvantovanje se vrši uniformnim kvantizerom sa korakom kvantizacije  $0.8\text{V}$ . Nacrtati karakteristiku kvantizera, te vremenski oblik signala na izlazu kvantizera. Nacrtati vremenski oblik signala na izlazu kodera. Smatrati da se vrši kodovanje sa povratkom na nulu (RZ).

b) (10%) Na kompakt disku (CD) snimljeno je  $3\text{h}$  muzičkog sadržaja (stereo zvuk), ukupne količine  $3.1104\text{GB}$ . Prilikom snimanja, korisnim podacima dodati su biti za korekciju greške, ekstrakciju takta i kontrolni biti koji ukupno čine zaglavlje od  $50\%$ . Izračunati bitsku brzinu potrebnu za prenos korisnih podataka. Ukoliko je korištena frekvencija odmjeravanja od  $48\text{kHz}$ , izračunati broj bita kojim je izvršeno kodovanje.

3. (25%) Dat je diskretni izvor bez memorije sa listom simbola  $S=\{\text{A, B, C, D, E, F, G, H}\}$ . Poznate su vjerovatnoće  $P(\text{A})=0.03$ ,  $P(\text{C})=0.19$ ,  $P(\text{D})=0.14$ ,  $P(\text{G})=0.23$ ,  $P(\text{H})=0.11$ , te je poznato da je  $P(\text{B}) : P(\text{E}) : P(\text{F}) = 2 : 3 : 1$ .

- (4%) Odrediti entropiju i redundansu izvora.
- (4%) Šenonovim postupkom odrediti kodne riječi. Koliko iznosi prosječna dužina kodnih riječi? Kodovati sekvencu HEFA.
- (9%) Odrediti kodne riječi primjenom Hafmanovog koda u slučaju kodovanja binarnim simbolima. Koliko iznosi srednja dužina kodne riječi? Da li je dobijena srednja dužina kodne riječi minimalna moguća? Obrazložiti odgovor. Odrediti kodne riječi primjenom Hafmanovog koda u slučaju kodovanja ternarnim (kodna lista  $\{0,1,2\}$ ) i kvaternarnim simbolima (kodna lista  $\{0,1,2,3\}$ ).
- (8%) Sekvencu HEFA kodovati aritmetičkim kodovanjem. Koliko bita zauzima poruka?

4. (15%)

- (4%) Ispitati da li je kôd  $\{a, c, ad, abb, bad, deb, bbcde\}$  jednoznačno dekodiv. Da li je trenutan?
- (7%) Sekvencu ISPITISPITIISPITI kodovati LZW algoritmom. Odrediti stepen uštede.
- (4%) Kao zaštitni kôd u telekomunikacionom sistemu se koristi Hemingov kôd  $(12,8)$ . Kodovati sekvencu  $10011001$ . Kolika je vjerovatnoća greške koja se ne može detektovati ako se na kodovanu riječ doda još jedan bit za opštu provjeru na parnost, tj. ako se koristi Hemingov kôd  $(13,8)$ ? Vjerovatnoća greške jednog bita je  $p=0.0001$ .