

1. Ispit traje 180 minuta.
 2. Ispit se radi u vežbanci.
 3. Na naslovnoj strani **obavezno** zaokružiti redne brojeve zadataka koji su rađeni.
-

Zadatak 1 (25 poena)

Date su realne sekvence $x_1[n]$ i $x_2[n]$:

$$x_1[n] = \cos(2\pi Fn) \text{ i } x_2[n] = \sin(2\pi Fn), \quad n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

- a) [5] Ako je $F = 1/4$, izračunajte $X[k]$, DFT sekvence $x[n] = x_1[n] + j \cdot x_2[n]$ u $N = 8$ tačaka. DFT treba računati po definiciji.
 - b) [5] Korišćenjem osobina DFT-a izračunajte $X_1[k]$ i $X_2[k]$ iz $X[k]$.
 - c) [8] Ako se relativna učestanost pomenutih signala F menja u opsegu od 0 do 1 skicirajte zavisnost amplitudske karakteristike $X[2]$ od učestanosti F . Za koje vrednosti F je $|X[2]|$ jednako nuli?
 - d) [7] Ako se signal $x[n]$ pomnoži pravougaonom prozorskom funkcijom dužine 6 odbiraka, skicirajte amplitudski spektar DFT-a novodobijenog signala $y[n] = x[n] \cdot w_{R6}[n]$ i objasnite zbog čega se dobija takav spektar.
-

Zadatak 2 (25 poena)

Iz analognog Batervortovog prototipa i bilinearnom transformacijom potrebno je projektovati digitalni IIR filter propusnik opsega četvrtog reda. Filter se nalazi u sistemu čija je učestanost odabiranja $f_s = 10$ Hz i treba da propušta učestanosti u opsegu od $f_{p1} = 0,6$ Hz do $f_{p2} = 1$ Hz. Maksimalno dozvoljeno slabljenje u propusnom opsegu treba da bude $\alpha_p = 3$ dB.

- a) [20] Odredite prenosnu funkciju traženog digitalnog IIR filtera propusnika opsega.
 - b) [5] Ako bi se filter umesto iz Batervortovog, filter iz tačke a) projektovao iz eliptičkog prototipa, da li bi se dobio filter čije su prelazne zone šire ili uže? Na istoj slici, skicirajte oblik amplitudske karakteristike filtera iz tačke a) i oblik amplitudske karakteristike filtera koji bi se dobio iz eliptičkog prototipa.
-

Zadatak 3 (15 poena)

Digitalni kauzalni rekurzivni filter drugog reda definisan je sledećom diferencnom jednačinom

$$y[n] = \frac{7}{8} y[n-1] - \frac{5}{8} y[n-2] + x[n].$$

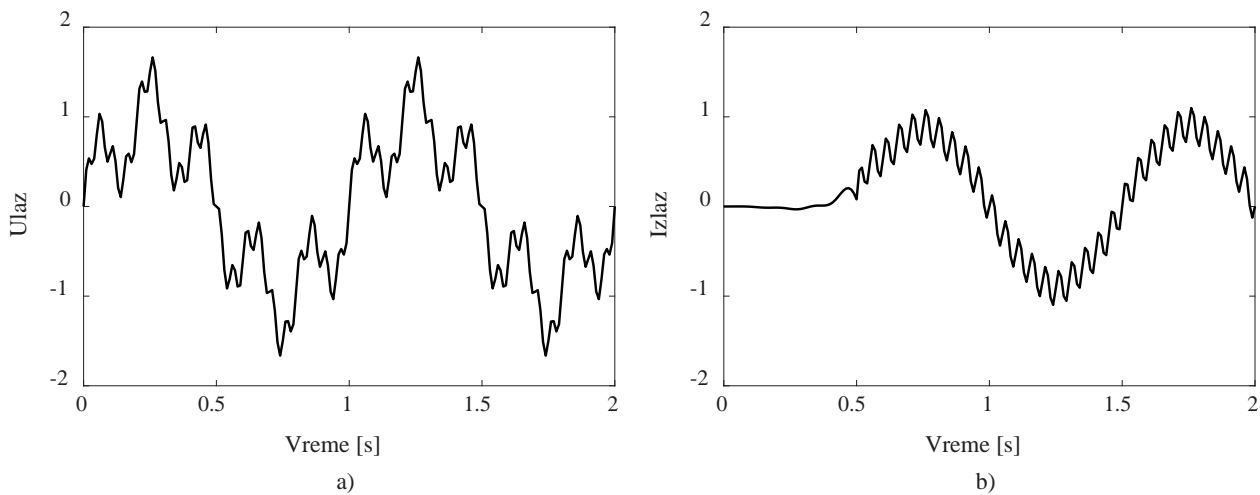
Kvantizacija se vrši na izlazu poslednjeg sabirača i to na 4 bita (označeni brojevi u drugom komplementu). Pobudni signal $x[n]$ se takođe predstavlja na 4 bita.

- a) [10] Skicirajte navedeni sistem i proverite da li dolazi do graničnog ciklusa usled prekoračenja ako se sistem pobudi signalom $x[n] = -0.75_{10} \delta[n] - 0.625_{10} \delta[n-1]$ i ako za početne uslove važi da je $y[-2] = y[-1] = 0$.
 - b) [5] Na koji način se mogu izbeći granični ciklusi usled prekoračenja?
-

Zadatak 4 (35 poena)

Pomoću pravougaone prozorske funkcije i impulsnog odziva idealnog filtra potrebno je projektovati FIR filter 50. reda kojim se filtrira signal prikazan na slici 4.a) i dobija signal prikazan na slici 4.b). Učestanost odabiranja je $f_s = 50$ Hz. Filter treba da ima linearnu faznu karakteristiku.

- [5] Odredite tip filtra (NF, VF, PO, NO) koji je potrebno projektovati kako bi se filtrirao signal sa slike 4. Procenite graničnu/e učestanost/i filtra i napišite na osnovu čega biste baš nju/njih odabrali?
- [10] Izračunajte impulсни odziv $h[n]$ idealnog filtra koji se koristi za projektovanje filtra iz ovog zadatka.
- [5] Odredite i napišite izraz za pravougaoni prozor koji je potrebno iskoristiti za projektovanje FIR filtra, a zatim odredite i zapišite izraz za impulсни odziv traženog FIR filtra.
- [5] Objasnite zašto odziv kasni u odnosu na pobudu i napišite koliko je to kašnjenje.
- [5] Skicirajte direktnu transponovanu realizaciju projektovanog FIR filtra.
- [5] Ako se koeficijenti filtra i svi odbirci signala predstavljaju sa 12 bita u drugom komplementu, metodom najgoreg slučaja (*worst-case analysis*) odredite kolika je minimalna dužina reči signala na izlazu filtra kojom se obezbeđuje da nikada ne dođe do prekoračenja opsega.



Slika 4 – Ulazni i izlazni signali iz zadatka 4
