

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 (30 poena)

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

$$x_1[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-3] \text{ i } x_2[n] = 2\cos\left(\frac{\pi n}{2}\right), n = 0, 1, 2, 3.$$

Potrebno je naći konvoluciju ove dve sekvence korišćenjem diskretne Furijeove transformacije.

- a) [10] Nacrtajte šemu koja realizuje *radix-2* algoritam za izračunavanje DFT-a korišćenjem preuređivanja u frekvencijskom domenu u minimalnom broju tačaka tako da se taj blok može iskoristiti za izračunavanje konvolucije navedene dve sekvence.
 - b) [5] Ako je potrebno da se na izlazu pojavi sekvenca frekventnih komponentata u tačnom redosledu kako treba preurediti izlazni niz? Opisati algoritam za preuređivanje.
 - c) [5] Korišćenjem dva bloka iz tačke a) izračunajte $X_1[k]$, DFT sekvence $x_1[n]$, i $X_2[k]$, DFT sekvence $x_2[n]$. Na šemama naznačite odgovarajuće međurezultate.
 - d) [10] Korišćenjem blokova iz tačke c) i još jednog bloka iz tačke a) nacrtajte šemu sistema koji izračunava konvoluciju sekvenci $x_1[n]$ i $x_2[n]$. Izračunajte konvoluciju i na šemama naznačite odgovarajuće međurezultate.
-

Zadatak 2 (35 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 $f_s = 5$ Hz i treba da propušta učestanosti u opsegu od $f_{p1} = 0,3$ Hz do $f_{p2} = 0,5$ Hz. Maksimalno dozvoljeno slabljenje u propusnom opsegu treba da bude $\alpha_p = 3$ dB.

- a) [5] Nacrtajte tipičan sistem za digitalnu obradu analognog signala. Ukratko objasniti koja je uloga svakog nacrtanog bloka.
 - b) [20] Odredite prenosnu funkciju traženog digitalnog IIR filtra propusnika opsega.
 - c) [5] Nacrtajte direktnu kanoničku realizaciju projektovanog filtra.
 - d) [5] Ako se zadrži ista funkcija prenosa iz tačke b), šta bi sve trebalo promeniti u sistemu tako da propusni opseg filtra bude od 3 Hz do 5 Hz?
-

Zadatak 3 (10 poena)

Digitalni kauzalni rekurzivni filter prvog reda definisan je sledećom diferencnom jednačinom

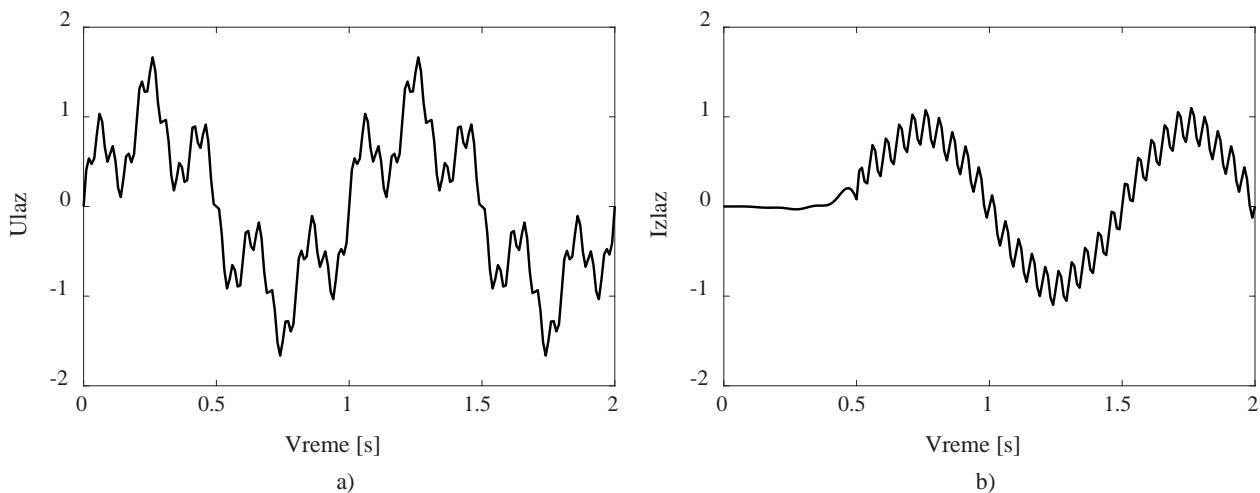
$$y[n] = 0,5y[n-1] + x[n].$$

Sistem je potrebno realizovati sa četvrorobitnom aritmetikom (označeni brojevi). Proizvod $0,5y[n-1]$ se kvantuje zaokruživanjem pre sabiranja sa signalom $x[n]$. Skicirajte navedeni sistem i proverite da li dolazi do graničnog ciklusa ako se sistem pobudi signalom $x[n] = 0.875_{10} \delta[n] = 0.111_2 \delta[n]$.

Zadatak 4 (25 poena)

Pomoću trougaone prozorske funkcije i impulsnog odziva idealnog filtra potrebno je projektovati FIR filtar 100. reda kojim se filtrira signal prikazan na slici 4.a) i dobija signal prikazan na slici 4.b). Učestanost odabiranja je $f_s = 100$ Hz. Filtar 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 impulsni odziv $h[n]$ idealnog filtra koji se koristi za projektovanje filtra iz ovog zadatka.
- [5] Odredite i napišite izraz za trougaoni prozor koji je potrebno iskoristiti za projektovanje FIR filtra, a zatim odredite i zapišite izraz za impulsni odziv traženog FIR filtra.
- [5] Objasnite zašto odziv kasni u odnosu na pobudu i napišite koliko je to kašnjenje.



Slika 4 – Ulazni i izlazni signal iz zadatka 4
