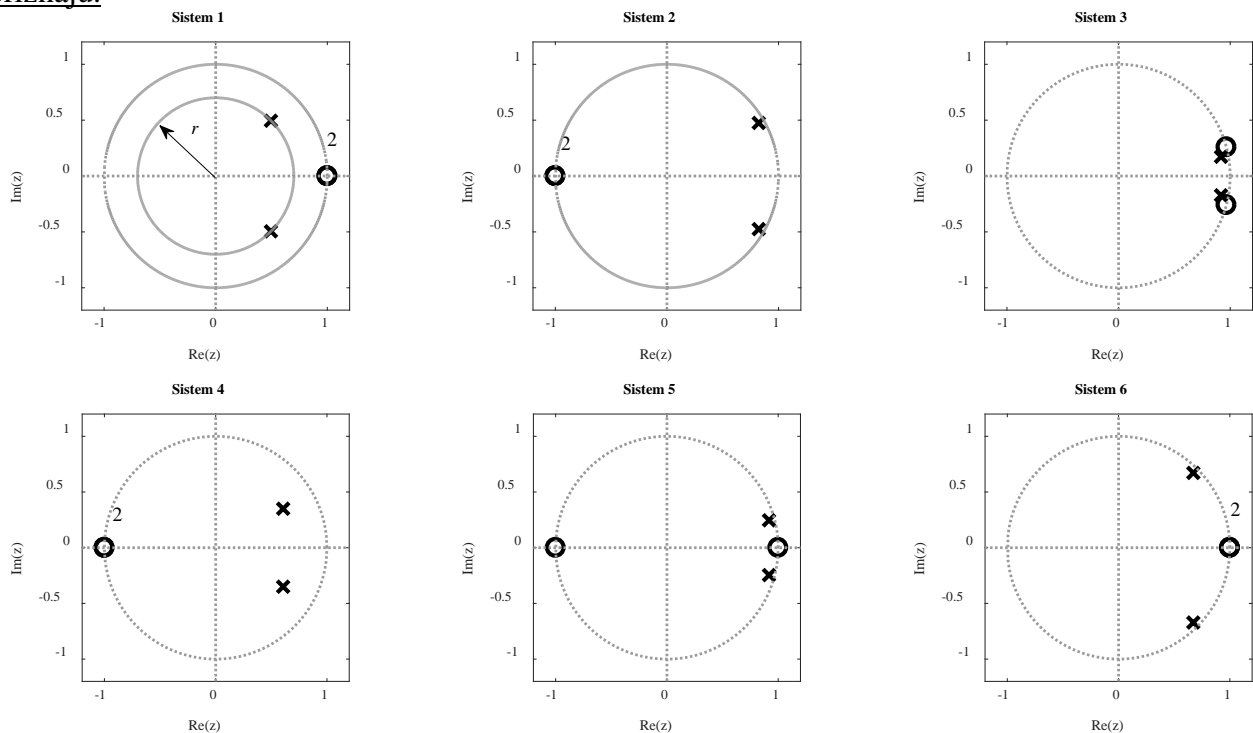


1. Trajanje ispita 180 minuta.
2. Ispit se radi u vežbanci.
3. Na naslovnoj strani **obavezno** zaokružiti redne brojeve zadataka koji su rađeni.

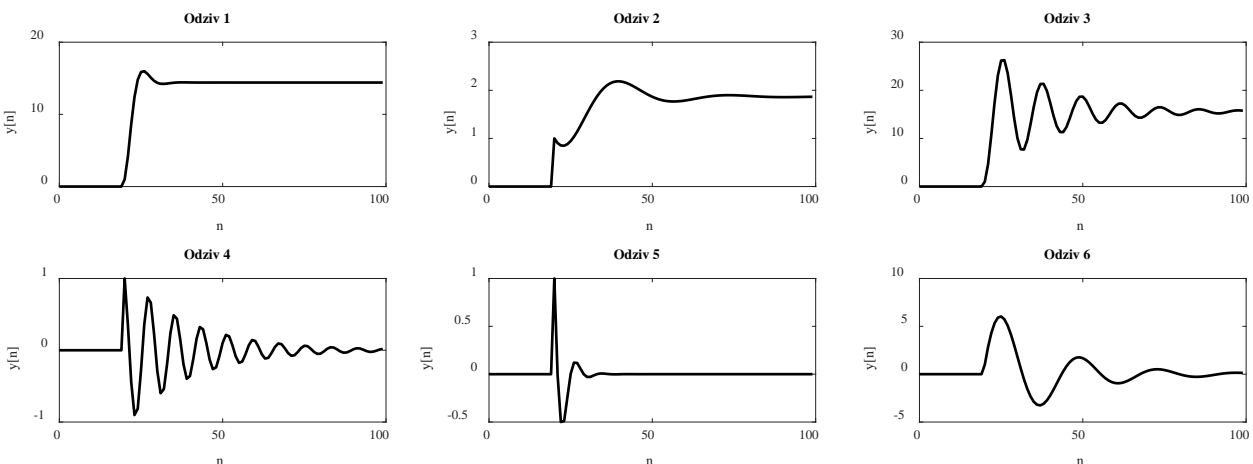
Zadatak 1 (20 poena)

Na slici 1.a) su prikazani rasporedi nula i polova za 6 različitih digitalnih kauzalnih rekurzivnih filtera drugog reda sa čisto realnim koeficijentima. Na slici 1.b) su prikazani odzivi ovih filtera na vremenski pomešanu Hevisajdovu pobudu, ali u izmešanom redosledu.

- a) [6] Odredite kog su tipa (NF, VF, PO, NO) pojedini filteri čiji su nule i polovi nacrtani na slici 1.a) (*Primer: Sistem 1 - PO...*). Ukratko obrazložite odgovor.
- b) [6] Odredite koji odziv sa slike 1.b) odgovara kom filteru sa slike 1.a) i navedite parove (*Primer: Sistem 1 – Odziv 1*). Obrazložite odgovor. Odgovori bez obrazloženja se ne priznaju.
- c) [4] Odredite prenosnu funkciju $H_1(z)$, sistema 1, ako je poznato da je $r = \sqrt{2}/2$.
- d) [4] Ako biste projektovali FIR filter koji zadovoljava iste gabarite kao filter iz tačke c) kog sve tipa (I, II, III i/ili IV) može biti taj FIR filter? Obrazložiti odgovor. Odgovori bez obrazloženja se ne priznaju.



Slika 1.a) Raspored nula i polova



Slika 1.b) Odzivi sistema na Hevisajdovu pobudu

Zadatak 2 (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.
- b) [10] Korišćenjem osobina DFT-a izračunajte $X_1[k]$ i $X_2[k]$ iz $X[k]$, a zatim skicirajte amplitudski i fazni spektar oba signala.
- d) [10] Ako se signal $x_1[n]$ pomnoži pravougaonom prozorskom funkcijom dužine 5 odbiraka, skicirajte amplitudski spektar DFT-a novodobijenog signala $y_1[n] = x_1[n] \cdot w_{R5}[n]$ i objasnite zbog čega se dobija takav spektar.

Zadatak 3 (25 poena)

Impulsno invarijantnom transformacijom potrebno je projektovati digitalni IIR filtar propusnik opsega iz analognog Batervortovog prototipa. Specifikacije filtra su: granične učestanosti nepropusnog opsega $\Omega_{a1} = 9/20$, $\Omega_{a2} = 5/4$, širina propusnog opsega $B = 1/5$, maksimalno dozvoljeno slabljenje u propusnom opsegu $\alpha_p = 3$ dB i minimalno slabljenje u nepropusnom opsegu $\alpha_a = 24$ dB. Učestanost odabiranja signala na ulazu u filtar je $f_s = 2$ Hz.

- a) [15] Odredite granične učestanosti ω_{pN} i ω_{aN} normalizovanog analognog NF prototipa, a zatim odredite minimalni red NF prototipa kojim će se zadovoljiti definisane specifikacije.
- b) [5] Odredite prenosnu funkciju analognog prototipa propusnika opsega.
- c) [5] Odredite širine prelaznih zona digitalnog filtra koji se dobija diskretizacijom analognog prototipa iz tačke b).

Zadatak 4 (30 poena)

Na digitalni filtar iz zadatka 3 je potrebno dodati interpolatore i decimatore tako da se ceo sistem ponaša kao propusnik opsega kod koga su širine prelaznih zona duplo uže od filtra iz zadatka 3. Pomoću trougaone prozorske funkcije i impulsnog odziva idealnog filtra potrebno je projektovati FIR filtar koji se koristi za promenu učestanosti odabiranja signala (decimaciju i interpolaciju). Filtar treba da bude 14. reda i da ima linearnu faznu karakteristiku.

- a) [10] Izračunajte impulsni odziv $h[n]$ idealnog filtra koji se koristi za projektovanje filtra za promenu učestanosti odabiranja iz ovog zadatka.
- b) [5] Odredite i skicirajte trougaoni prozor koji je potrebno iskoristiti za projektovanje FIR filtra, a zatim odredite impulsni odziv traženog FIR filtra korišćenjem dobijenih rezultata iz ove i prethodne tačke.
- c) [5] Nacrtati direktnu realizaciju FIR filtra iz tačke b).
- d) [5] Skicirajte blok šemu sistema koji se ponaša kao propusnik opsega duplo užih prelaznih zona nego filtar iz zadatka 3, a koji koriste blokove projektovanog FIR filtra iz tačke c) i filtar iz zadatka 3.
- e) [5] Da li je moguće, na isti način, samo korišćenjem drugih interpolatora i decimatora, omogućiti da rezultujući filtar ima prelazne zone uže 4 puta od originalnih? Objasnite odgovor.