

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 (25 poena)

Dat je signal:

$$x(t) = \cos(2\pi \cdot 150\text{Hz} \cdot t).$$

- a) [5] Napišite izraz za diskretan signal $x[n]$, dobijen diskretizacijom signala $x(t)$ periodičnom povorkom delta impulsa sa učestanšću $f_s = 200$ Hz.
- b) [5] Napišite izraz za signal $x_r(t)$, dobijen idealnim kolima za rekonstrukciju od signala $x[n]$. Da li se dobija isti signal kao $x(t)$? Obrazložite zašto.
- c) [5] Nacrtajte šemu koja realizuje *radix-2* algoritam za izračunavanje DFT-a u 4 tačke korišćenjem preuređivanja u vremenskom domenu.
- d) [5] Korišćenjem šeme iz tačke c) izračunajte $Y[k]$, DFT sekvence $x[n]$ pomnožene pravougaonom prozorskom funkcijom dužine 4. Na šemi naznačite odgovarajuće međurezultate.
- e) [5] Korišćenjem bloka iz tačke c) i dovoljnog broja oduzimača kao dodatnih blokova, nacrtajte šemu kojom se izračunava IDFT u 4 tačke.

Zadatak 2 (25 poena)

Digitalni sistem ima impulsni odziv:

$$h[n] = 2\delta[n] + \delta[n - 2].$$

Na ulaz ovog sistema se može dovesti proizvoljan signal velike dužine. Zbog toga se izračunavanje odziva sistema na pobudu veće dužine izračunava blok konvolucijom kada se segmenti ulazne sekvence preklapaju (metod selektuj i sačuvaj – *select-and-save* ili *overlap-and-save*). Dužina bloka je $L = 6$. Pojedinačne cirkularne konvolucije se izračunavaju korišćenjem diskretne Furijeove transformacije. Neka je ulazni signal:

$$x[n] = \delta[n] - \delta[n - 1] + 2\delta[n - 2] + 3\delta[n - 3] + 2\delta[n - 4] + 3\delta[n - 5] - \delta[n - 6].$$

- a) [5] Izračunajte minimalnu potrebnu dužinu N na kojoj treba izračunavati DFT u postupku izračunavanja blok konvolucije korišćenjem DFT.
 - b) [15] Izračunajte rezultate obrade prva dva bloka signala $x[n]$: $y_1[n]$ i $y_2[n]$.
 - c) [5] Korišćenjem rezultata iz tačke b) odredite odziv $y[n] = x[n] * h[n]$
-

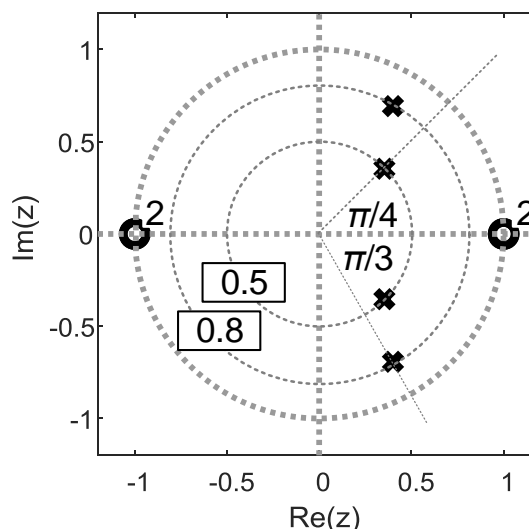
Zadatak 3 (15 poena)

Na slici 3 je prikazan raspored nula i polova jednog digitalnog filtra 4. reda.

a) [5] Sa slike očitajte vrednosti nula i polova navedenog sistema, a zatim obrazložite da li je navedeni filter NF, VF, PO ili NO filter.

b) [5] Izračunajte koeficijente funkcije prenosa ovog sistema i nacrtati direktnu kanoničku realizaciju ovog filtra.

c) [5] Odredite koeficijente kaskadne realizacije ovog sistema, a zatim nacrtajte ovu realizaciju gde su kaskade realizovane kao filteri drugog reda direktne transponovane realizacije.



Slika 3 – Raspored nula i polova sistema iz zadatka 3

Zadatak 4 (35 poena)

Impulsno invarijantnom transformacijom potrebno je projektovati digitalni IIR filter 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 filter 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.

Potrebno je projektovati FIR filter istih graničnih učestanosti kao i traženi IIR filter. FIR filter treba da bude 10. reda i potrebno ga je sintetisati pomoću pravougaone prozorske funkcije i impulsnog odziva idealnog filtra.

c) [10] Izračunajte impulsni odziv $h[n]$ FIR filtra propusnika opsega učestanosti.

d) [5] Ako bi se umesto pravougaone, za sintezu filtra koristila Hamingova prozorska funkcija, kakve bi razlike u pogledu širine prelazne zone i slabljenja u nepropusnom opsegu imao taj filter u poređenju sa projektovanim FIR filtrom.