

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)

Dat je signal:

$$x(t) = \cos(2\pi \cdot 1000 \text{ Hz} \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 1240 \text{ Hz} \cdot t) + \sin(2\pi \cdot 1300 \text{ Hz} \cdot t).$$

Signal se odabira učestanošću odabiranja $f_s = 11250$ Hz. Potrebno je uraditi frekvencijsku analizu signala $x(t)$ korišćenjem diskretne Furijeove transformacije.

- a) [3] Napišite izraz za diskretan signal $x[n]$, dobijen diskretizacijom signala $x(t)$ u N tačaka.
- b) [7] Odredite minimalan broj odbiraka N_{min} digitalnog signala $x[n]$ za koji prilikom izračunavanja diskretne Furijeove transformacije ne dolazi do curenja spektra.
- c) [5] Skicirajte diskretnu Furijeovu transformaciju signala $x[n]$ izračunatu u N_{min} tačaka.
- d) [5] Skicirajte diskretnu Furijeovu transformaciju signala $x_{d9}[n]$ koji je dobijen tako što je iz signala $x[n]$ uzet svaki deveti odbirak.

Zadatak 2 (40 poena)

Digitalni sistem ima impulsni odziv:

$$h[n] = 2\delta[n] + \delta[n-2] - \delta[n-3].$$

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 preklopi i saberi – *overlap-and-add*). Dužina bloka je $L = 5$. Pojedinačne konvolucije se izračunavaju korišćenjem diskretne Furijeove transformacije. Neka je ulazni signal:

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

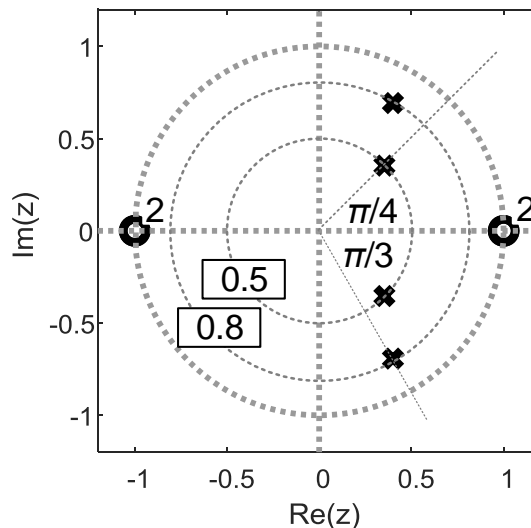
- a) [5] Izračunajte minimalnu potrebnu dužinu N na kojoj treba izračunavati DFT u postupku izračunavanja blok konvolucije korišćenjem DFT.
 - b) [15] Korišćenjem diskretne Furijeove transformacije izračunajte rezultate obrade prva dva bloka signala $x[n]$: $y_1[n]$ i $y_2[n]$.
 - c) [5] Korišćenjem rezultata iz tačke b) odredite odziv $y[n] = x[n] * h[n]$
 - d) [10] Nacrtajte šemu koja realizuje *radix-2* algoritam za izračunavanje DFT-a u 8 tačaka korišćenjem preuređivanja u frekvencijskom domenu.
 - e) [5] Korišćenjem bloka iz tačke d) nacrtajte šemu kojom se izračunava IDFT u 8 tačaka. Umesto šeme, možete i objasniti izrazom i rečima.
-

Zadatak 3 (10 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] 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 (30 poena)

Bilineranom transformacijom potrebno je projektovati visokopropusni digitalni IIR filter iz analognog Batervortovog prototipa. Specifikacije filtra su: granična učestanost propusnog opsega $\Omega_p = 2\pi/3$, granična učestanost nepropusnog opsega $\Omega_a = \pi/3$, maksimalno dozvoljeno slabljenje u propusnom opsegu $\alpha_p = 3$ dB i minimalno slabljenje u nepropusnom opsegu $\alpha_a = 24$ dB.

a) [10] Odredite granične učestanosti ω_{pN} i ω_{aN} normalizovanog analognog NF prototipa, a zatim odredite minimalni red filtra kojim će se zadovoljiti definisane specifikacije.

b) [10] Odredite prenosnu funkciju traženog visokopropusnog digitalnog IIR filtra.

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 visokih učestanosti.