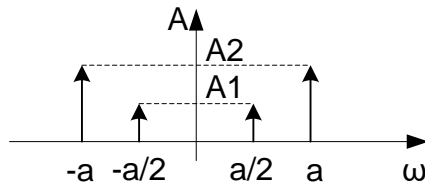


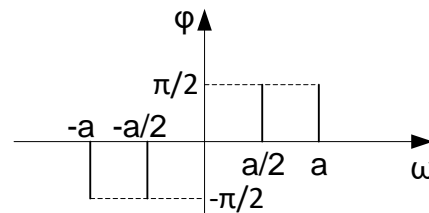
1. Trajanje ispita 180 minuta.
2. Ispit se radi u vežbanci.
3. Na naslovnoj strani **obavezno** zaokružiti redne brojeve zadataka koji su rađeni.

---

**Zadatak 1 (20 poena)**



Slika 1a



Slika 1b

Pretpostavljena amplitudska i fazna karakteristika spektra fizičkog signala  $x(t)$  iz kojeg je potrebno dobiti informacije prikazane su na slikama 1a i 1b respektivno. Informacija se dobija iz vrednosti amplituda. Potrebno je projektovati sistem za digitalnu obradu signala koji na osnovu informacija iz fizičkog signala generiše izlazni signal po nekom algoritmu. Usled nesavršenosti, senzor fizičkog signala unosi harmonijske komponente i na učestanostima većim od  $a$ . Izlazni signal ne sme da sadrži harmonijske komponente više od  $2a$ .

- a) [5] Nacrtajte šemu potrebnog sistema za digitalnu obradu signala i ukratko objasnite ulogu svakog bloka na šemi.
- b) [2] Odrediti minimalnu učestanost odabiranja koja je potrebna da bi se dobila kompletna informacija o ulaznom signalu.
- c) [5] Izračunajte signale  $y_1[n]$  i  $y_2[n]$  koji se dobijaju ako se ulazni signal  $x(t)$  odabira učestanošću  $\omega_1 = 2a$  odnosno  $\omega_2 = 4a$ .
- d) [3] Nacrtajte spektar signala  $y[n]$  koji se dobija ako se ulazni signal  $x(t)$  odabira učestanošću  $3a/2$ .
- e) [5] Koliko je najmanje potrebno uzeti tačkica za računanje DFTa ako je učestnost odabiranja  $83a/7$  da ne bi došlo do curenja spektra?

---

**Zadatak 2 (30 poena)**

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

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

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 tačkica tako da se taj blok može iskoristiti za izračunavanje konvolucije navedene dve sekvence. Algoritam treba da bude sa konstantnom geometrijom leptirova.
- b) [5] Ako je potrebno da se na izlazu pojavi sekvenca frekventnih komponenata u tačnom redosledu, kako treba preurediti izlazni niz? Opišite 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 3 (25 poena)**

Bilineranom transformacijom potrebno je projektovati visokopropusni digitalni IIR filtar 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  $\omega_{pN}$  i  $\omega_{aN}$  normalizovanog analognog NF prototipa, a zatim odredite minimalni red filtra kojim će se zadovoljiti definisane specifikacije.
- b) [10] Skicirajte raspored nula i polova prototipske analogne funkcije prenosa VF filtra.
- c) [5] Odredite prenosnu funkciju traženog visokopropusnog digitalnog IIR filtra.

---

**Zadatak 4 (25 poena)**

Potrebno je projektovati FIR filtar propusnik opsega 4. reda sa konstantnim grupnim kašnjenjem sintezom pomoću pravougaone prozorske funkcije i impulsnog odziva idealnog filtra. Propusni opseg je između učestanosti  $\pi/3$  i  $2\pi/3$ .

- a) [5] Izračunajte impulsni odziv  $h[n]$  idealnog filtra propusnika opsega učestanosti.
- b) [3] Odredite i skicirajte pravougaoni prozor koji je potrebno iskoristiti za projektovanje FIR filtra.
- c) [5] Odredite impulsni odziv traženog FIR filtra korišćenjem rezultata iz tačaka a) i b). Zašto postoji i koliko je kašnjenje impulsnog odziva?
- d) [3] Skicirajte direktnu realizaciju filtra iz c).
- e) [4] Ako su u realizaciji pod d) kašnjenja sabirača  $t_{p,add} = 1 \mu\text{s}$  i kašnjenja množača  $t_{p,mul} = 10 \mu\text{s}$ , kolika je maksimalna učestanost odabiranja u sistemu da bi sistem ispravno radio?
- g) [5] Skicirajte transponovanu strukturu iz tačke d). Kolika je maksimalna učestanost odabiranja u ovom slučaju?