

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)

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

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

Potrebno je izračunati DFT obe sekvence u $N = 4$ tačke, korišćenjem hardvera koji izračunava DFT prema *radix-2* algoritmu.

- a) Nacrtajte šemu koja realizuje *radix-2* algoritam za izračunavanje DFT-a u 4 tačke.
 - b) Korišćenjem šeme iz tačke a) izračunajte $X[k]$, DFT sekvence $x[n] = x_1[n] + j \cdot x_2[n]$. Na šemi naznačite odgovarajuće međurezultate.
 - c) Korišćenjem osobina diskretne Furijeove transformacije izračunajte $X_1[k]$ i $X_2[k]$ iz $X[k]$.
-

Zadatak 2 (40 poena)

Data je funkcija prenosa digitalnog filtra:

$$H(z) = \frac{2}{1 - e^{-0,2} z^{-1}} - \frac{1}{1 - e^{-0,4} z^{-1}}.$$

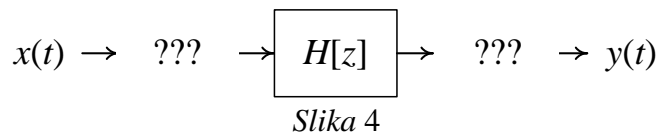
- a) Pod pretpostavkom da je digitalni filter dobijen impulsno invarijantnom transformacijom za $T = 2$ s, odredite funkciju prenosa analognog sistema $H(s)$ iz koga je dobijena navedena digitalna funkcija prenosa.
 - b) Pod pretpostavkom da je digitalni filter dobijen bilinearnom transformacijom za $T = 2$ s, odrediti funkciju prenosa analognog sistema $H(s)$ iz koga je dobijena navedena digitalna funkcija prenosa.
 - c) Da li je navedeni digitalni filter stabilan i kako to zaključujete?
 - d) Skicirajte direktnu-I realizaciju filtra.
 - e) Opišite algoritam za transponovanje filtarske strukture.
 - f) Skicirati transponovanu strukturu iz tačke d).
 - g) Ako su u realizaciji pod f) 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?
-

Zadatak 3 (10 poena)

- a) Digitalni PO filter ima karakteristične granične učestanosti $\Omega_{p,1} = \pi/3$ i $\Omega_{p,2} = \pi/2$ i dobijen je pomoću bilinearne transformacije sa $T = 0,5$ ms iz analognog prototipa. Analogni prototip je dobijen transformacijom učestanosti iz prototipskog NF filtra čija je granična učestanost $\omega_p = 1$ rad/s. Napišite smenu kojom se dobija analogni PO prototip iz prototipskog NF filtra.
- b) Ako je digitalni filter iz tačke a) dobijen pomoću impulsno-invarijantne transformacije, napišite smenu kojom se dobija analogni PO prototip iz prototipskog NF filtra u tom slučaju. Šta se dešava ako je pri diskretizaciji PO prototipa odabrano $T = 2$ ms?

Zadatak 4 (30 poena)

Na slici 4 je skiciran nepotpuni sistem za obradu analognog signala $x(t)$ čijom se obradom dobija analogni signal $y(t)$. Obrada signala se radi u digitalnom domenu. Perioda odabiranja T_s je 1 ms. Signal $x(t)$ je:



$$x(t) = 2 \text{ V} \cdot \cos((100\pi \text{ rad/s}) \cdot t) + 1 \text{ V} \cdot \cos((50\pi \text{ rad/s}) \cdot t + 45^\circ) + 1 \text{ V} \cdot \sin((200\pi \text{ rad/s}) \cdot t).$$

Sistem za digitalnu obradu signala treba da filtrira signal $x(t)$ tako da on što više liči na signal:

$$y(t) \approx 2 \text{ V} \cdot \cos((100\pi \text{ rad/s}) \cdot t) + 1 \text{ V} \cdot \sin((200\pi \text{ rad/s}) \cdot t).$$

- Docrtajte ostale elemente koji nedostaju u tipičnom sistemu za digitalnu obradu analognog signala sa slike 4, ako je blok $H[z]$ digitalni filter kojim se vrši obrada. Ukratko objasniti koja je uloga svakog nacrtanog bloka.
- Odaberite odgovarajući referentni napon konvertora korišćenih u tački a), tako da se najbolje iskoristi pun opseg konverzije, odnosno dobije što preciznija konverzija.
- Kojeg je tipa (NF, VF, PO, NO) filter $H[z]$? Ako je potrebno da isprojektujete ovaj filter, procenite graničnu/e učestanost/i filtra i napišite na osnovu čega biste baš nju/njih odabrali?
- Ako je filter $H[z]$ FIR filter 6. reda dobijen sintezom pomoću prozorske funkcije $w[n] = 1/3 \cdot w_R[n] + w_T[n]$ i ima procenjene granične učestanosti iz tačke c), odredite funkciju prenosa $H[z]$. $w_R[n]$ i $w_T[n]$ su pravougaona i trougaona prozorska funkcija respektivno.
- Ako biste projektovali FIR filter koji bi imao užu/e prelaznu/e zonu/e od filtra iz ovog zadatka, da li je red tog filtra veći ili manji od filtra iz ovog zadatka? Da li biste odabrali iste granične učestanosti? Kog sve tipa (I, II, III i/ili IV) može biti taj FIR filter? Ukratko obrazložiti odgovor.