

10. Impulsni odziv diskretnog sistema je

$$h(n) = \begin{cases} 0.7^n, & \text{za } n=0,1,2,\dots,19,20 \\ 0, & \text{izvan} \end{cases}$$

Na ulaz sistema se dovodi signal sa sledećim nenultim članovima

$$x(n) = \begin{cases} 1, & \text{za } n=0,1,2,\dots,997,998,999 \\ 0, & \text{izvan} \end{cases}$$

- a) Napisati program u MATLABu za određivanje odziva sistema na pobudu  $x(n)$ . Koliko nenulih članova ima odziv sistema?
- b) Napisati program u MATLABu za crtanje signala  $h(n)$ ,  $y(n)$ .
- c) Napisati program u MATLABu koji primenom DFT određuje odziv  $y(n)$ .

Odgovor:

$$h(n) = \begin{cases} 0.7^n, & \text{za } n=0,1,2,\dots,19,20 \\ 0, & \text{izvan} \end{cases}$$

$$x(n) = \begin{cases} 1, & \text{za } n=0,1,2,\dots,997,998,999 \\ 0, & \text{izvan} \end{cases}$$

$n1=0:20;$

$h=[1 zeros(1,79)];$

$x1=0:999;$

$x1=n2+1;$

$x=x1 zeros(1,200);$

$y=conv(h,x);$

$k1=0: length(h)-1;$

$k2=0: length(x)-1;$

$k3=0: length(y)-1;$

$subplot(3 1 1); stem(k1,h);$

$subplot(3 1 2); stem(k1,x);$

$subplot(3 1 3); stem(k1,y);$

$H=fft(h,1024);$

$X=fft(x,1024);$

$Y=H.*X;$

$y=ifft(Y);$

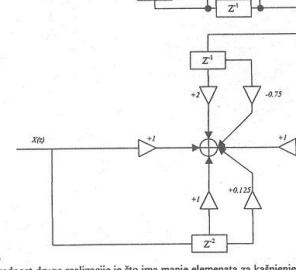
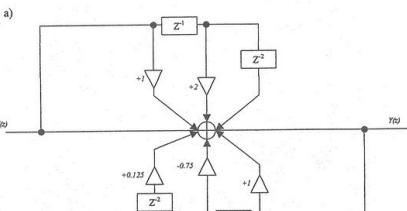
18. Diskretni sistem je zadat sledećom funkcijom prenosa

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + z^{-2}}{1 - 0.75z^{-1} + 0.125z^{-2}}$$

- a) Nacrtati dijagram toka koji odgovara direktnoj realizaciji 1. vrste za  $H(z)$ .
- b) Nacrtati dijagram toka koji odgovara direktnoj realizaciji 2. vrste za  $H(z)$ .
- c) Objasniti prednost 2. realizacije u odnosu na prvu.

Odgovor:

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + z^{-2}}{1 - 0.75z^{-1} + 0.125z^{-2}}$$



c) Prednost druge realizacije je što ima manje elemenata za kašnjenje.

24. Digitalni filtri

- a) Navedi osnovne uporedne karakteristike IIR i FIR filtra u odnosu na:
- red filtra, stabilitet i faznu karakteristiku.

b) Projektovati u MATLABu niskopropusni FIR filter dvadesetog reda ( $N=20$ ), sa normalizovanom graničnom učestančušću  $\omega_n = 0.35$ . Pri projektovanju koristiti Hamming-ov prozor.

- c) Nacrtati amplitudsku i faznu karakteristiku projektovanog filtra u 1024 tačke.

Odgovor:

a)

Uz iste postavljene uslove u razvoju, red FIR filtra bi bio mnogo veći od IIR filtra,

FIR filter ne unosi faznu izobiljanju za razliku od IIR koji se koriste kod sistema koji zahtevaju visoku selektivnost amplitudskih karakteristika. FIR filtri garantuju linearnu faznu karakteristiku i konstantno grupno kašnjenje.

b,c)

$N=20;$

$Wn=0.35;$

$b=fir1(N,Wn,hanning(N+1));$

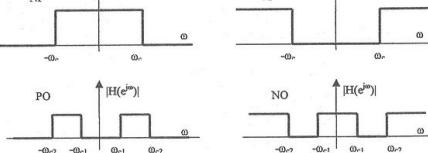
$frqz(b,1,1024);$

25. Digitalni filtri

- a) Skiciraj 4 osnovna tipa filtra u frekvencijskom domenu.
- b) Karakteristike filtra u vremenskom domenu (pobuda → odziv).
- c) Uporedna analiza FIR i IIR filtra (red, stabilitet, faza).

d) Projektovati u MATLABu pojasnu bramku kao FIR filter pedesetog reda ( $N=50$ ), između normalizovanih graničnih učestančušća  $\omega_{n1} = 0.4$  i  $\omega_{n2} = 0.7$ . Pri projektovanju koristiti Blackman-ov prozor. Nacrtati amplitudsku i faznu karakteristiku projektovanog filtra.

a)

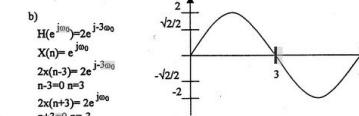


7. Zadat je ulazni signal  $x(n) = \sin(\omega_0 n)$ ,  $\omega_0 = \frac{\pi}{4}$

- a) Grafički prikazati (nacrtati) zadati signal  $x(n)$  za  $n=0,1,2,\dots,9,10$ ,
- b) Grafički prikazati signal na izlazu linearnečeg vremenski nepromenljivog sistema ako je prenosna funkcija sistema  $H(e^{j\omega_0}) = 2e^{-j\omega_0 n}$ .

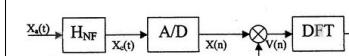
Odgovor:

$$\begin{aligned} a(n) &= \sin(\pi/4 * n) \\ n=1, & x(1)=\sqrt{2}/2 \\ n=2, & x(2)=1 \\ n=3, & x(3)=\sqrt{2}/2 \\ n=4, & x(4)=0 \\ n=5, & x(5)=-\sqrt{2}/2 \\ n=6, & x(6)=-1 \\ n=7, & x(7)=-\sqrt{2}/2 \\ n=8, & x(8)=0 \\ n=9, & x(9)=\sqrt{2}/2 \\ n=10, & x(10)=1 \end{aligned}$$

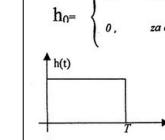


8. Nacrtati i objasniti blok šemu analizatora spektra. Pretpostaviti da je ulazni signal  $x(t)$  analogni signal (npr. govor) koji se nalazi u sumi. Koliko spektar, koji se posmatra na izlazu analizatora, predstavlja vernu representaciju spektra signala  $x(t)$ ?

Odgovor:



$$h_0 = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq T \\ 0, & \text{za ostale} \end{cases}$$



Funkcija prenosa kola zadrške 0. reda

$$h_1 = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq 2T \\ 0, & \text{za ostale} \end{cases}$$



Funkcija prenosa kola zadrške 1. reda

4. Napisati program u MATLABu za generisanje i crtanje 1000 odbiraka diskretnog signala definisanih na sledeći način:

$$x(n) = \alpha \sin(2\pi f_0 n + \varphi), \text{ gde je } \alpha=0.9, \text{ učestančušća } f_0 = 2400 \text{ Hz i fazni ugao } \varphi = \pi/8. \text{ Učestančušću odabiranja je } 8 \text{ kHz. Početni vremenski trenutak je } n=0.$$

Odgovor:

$$\begin{aligned} x(n) &= \alpha \sin(2\pi f_0 n + \varphi), & \alpha=0.9, & f_0 = 2400 \text{ Hz, } \varphi = \pi/8, & f_{od}=8000 \text{ Hz, } n=0; \\ N=1000; & & a=0.9; & f_0=2400; & faza=pi/8; \\ a=0.9; & & f_0=2400; & faza=pi/8; & T=f_0/f_0; \\ f_0=8000; & & T=1/f_0; & f_0=8000; & t=0:n*T; \\ n=1000; & & n=1000; & n=1000; & x=(a.^n)*sin(2*pi*f_0.*n+faza); \\ k=0: length(x)-1; & & k=0: length(x)-1; & k=0: length(x)-1; & stem(k,x); \end{aligned}$$

12. Proveriti linearnost sistema čije su ulazno izlazne relacije

$$a) y(n) = \phi(x(n)) = \frac{1}{7}[x(n) + x(n-3)].$$

$$b) y(n) = \phi(x(n)) = 2x^2(n).$$

Odgovor:

$$a) y(n) = \phi(x(n)) = \frac{1}{7}[x(n) + x(n-3)]$$

$$\phi(ax_1(n) + bx_2(n)) = \phi(x_1(n) + bx_2(n)) = \frac{1}{7}[x_1(n) + x_2(n-3)] =$$

$$= \frac{1}{7}[ax_1(n) + bx_1(n) + x_1(n-3)] + \frac{1}{7}[bx_2(n) + x_2(n-3)] =$$

$$= ax_1(n) + bx_1(n) + x_1(n-3) = \phi(x_1(n)) + bx_1(n)$$

$$b) y(n) = \phi(x(n)) = 2x^2(n)$$

$$\phi(ax_1(n) + bx_2(n)) = \phi(x_1(n) + bx_2(n)) = 2(ax_1(n) + bx_2(n)) =$$

$$= 2(a^2 x_1^2(n) + b^2 x_2^2(n) + 2abx_1(n)x_2(n)) =$$

$$= a^2 y_1(n) + b^2 y_2(n) + 4ab \sqrt{y_1(n)y_2(n)} \text{ sistem je nelinear}$$

13. Diskretni sistemi

- a) Dati definicija kauzalnosti diskretnog sistema.

- b) Da li su sledeći sistemi kauzalni ili nekauzalni:

$$a) -y(n) = x(n-1) - x(n)$$

$$b) y(n) = x(n-1) - x(n-2)$$

- c) Dati definicija stabilnosti diskretnog sistema.

- d) Grafički predstaviti blok dijagramom sledeći diskretni sistem

$$y(n) - 0.25y(n-1) = x(n) - 3.15x(n-2)$$

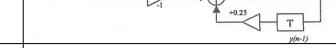
Odgovor:

$$a) Sistem je kauzalan ako signal na izlazu zavisi samo od onih vrednosti za koje je  $n \geq 0$ .$$

$$b) -y(n) = x(n-1) - x(n) je kauzalan jer tekući odbirajući signal na izlazu zavisi od tekućeg i prethodnog  $y(n-1) = x(n) - x(n-1)$  dati sistem nije kauz.$$

$$c) Za diskretni sistem kažemo da je stabilan ako i samo ako ograničeni ulazni niz prouzrokuje ograničeni izlazni niz  $|x(n)| \leq A \Rightarrow |y(n)| \leq B$   $\forall n$$$

$$d) y(n) = 0.25y(n-1) - x(n) + 3.15x(n-2)$$



20. Diskretni sistem je zadat sledećom diferencijonom jednačinom

$$y(n) + 2y(n-2) = 0.5x(n) + 3y(n-1) + 2x(n-2)$$

- a) Primenom Z transformacije odrediti prenosnu funkciju  $H(z)$ .

- b) Da li je zadati sistem IIR ili FIR tipa?

- c) Nacrtati dijagram toka koji odgovara direktnoj realizaciji 2. vrste za  $H(z)$ .

- d) Odrediti polove funkcije prenosa i komentarišati stabilnost zadatog sistema.

Odgovor:

$$a) y(n) + 2y(n-2) = 0.5x(n) + 3y(n-1) + 2x(n-2)$$

$$y(n) + 2y(n-2) - 3y(n-1) = 0.5x(n) + 2x(n-2)$$

$$Y(z) + 2Z^{-2}Y(z) - 3Z^{-1}Y(z) = 0.5X(z) + 2Z^{-1}X(z)$$

$$Y(z)(1 + 2Z^{-2} - 3Z^{-1}) = X(z)(0.5 + 2Z^{-1})$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{0.5 + 2Z^{-1}}{1 + 2Z^{-2} - 3Z^{-1}} * \frac{Z^2}{Z^2}$$

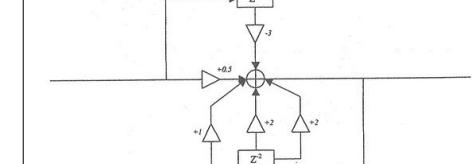
$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{2 + 0.5Z^2}{2 + 3Z + 2Z^2}$$

b)

Sistem je IIR tipa jer se polovi ne nalaze u koordinatnom početku kompleksne ravni.

c)

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{0.5 + 2Z^{-2}}{1 + 2Z^{-2} - 3Z^{-1}}$$



d) Pošto su polovi van jediničnog kruga sistem nije stabilan.