

Vaja 6

Ime in priimek: _____

Načrtovanje digitalnih sit s končnim impulznim odzivom

6.1 Načrtovanje nizkega sita s frekvenčnim vzorčenjem

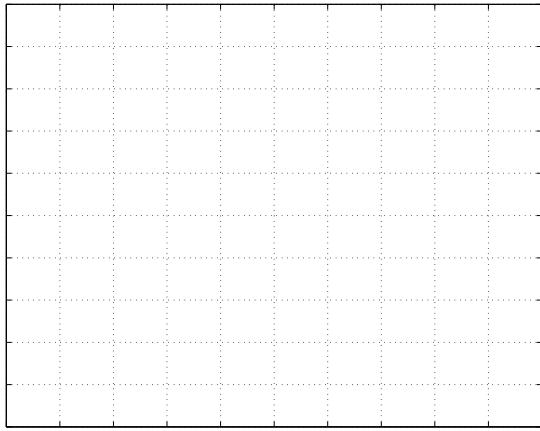
Načrtujte nizko FIR sito 23 reda z linearno fazo in s frekvenco rezanja pri $\omega_0 = 0.3\pi$ z metodo frekvenčnega vzorčenja. Predpostavite, da je vzorčna frekvenco enaka 1, kar predstavlja Nyquistovo frekvenco pri $\omega = \pi$!

Najprej oblikujte vektor vzorcev idealnega amplitudnega odziva v frekvenčnem prostoru za frekvence od 0 do π ! Iz zahteve po simetričnosti sklepajte, kakšen je manjkajoči amplitudni odziv pri preostalih frekvencah v območju od π do 2π . Za uspešno načrtovanje moramo zagotoviti vzorce v celotni frekvenčni ravnini od 0 do π

Razložite, kako to dosežemo z naslednjimi ukazi v jeziku MATLAB:

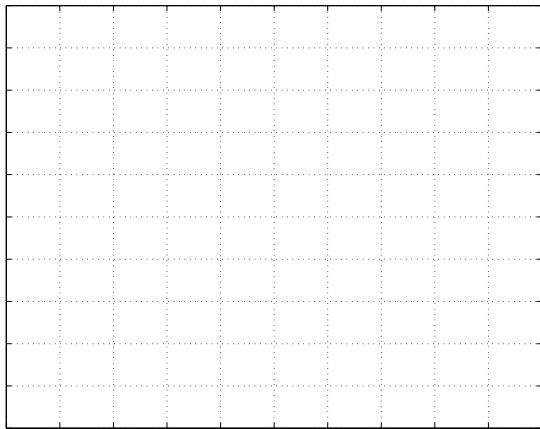
```
pass = fix(w0*L/(2*pi))+1;
Ad = [ones(1,pass), zeros(1,L-2*pass+1), ones(1, pass-1)]
```

Narišite potek Ad in komentirajte idealni frekvenčni odziv filtra.



Amplitudni odziv filtra v frekvenčnem prostoru je zdaj pripravljen. Oblikujte še vektor faznega poteka; oba skupaj predstavljata kompleksni odziv filtra z linearno fazo. Fazni potek je določen z zahtevo, da ima filter linearni fazni potek in da je kavzalen. Podrobno preučite opisani postopek!

```
M = (L-1)/2;
k = [0:L-1];
p = exp(2*pi*j*(-M)*k/L);
```

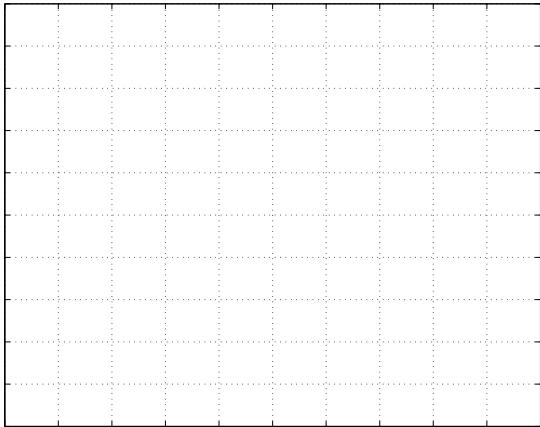
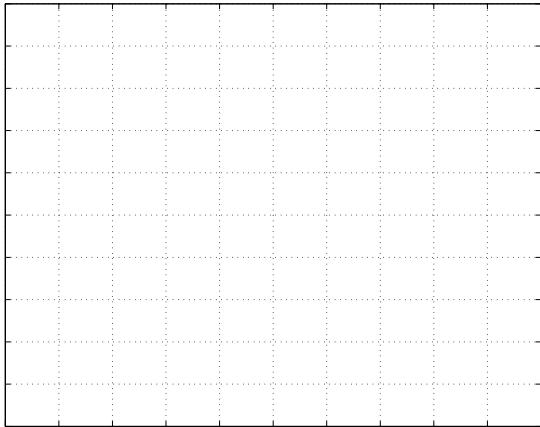


Kompleksni frekvenčni odziv filtra H predstavlja zmnožek amplitudnega in faznega vektorja po komponentah ($H=Ad.*p$).

Načrtujte filter z uporabo inverzne diskretne Fourierove transformacije z uporabo funkcije

```
h = ifft(H)
```

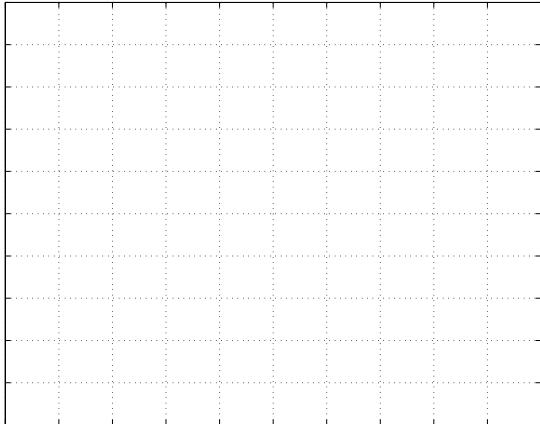
Do numeričnih napak je dobljeni vektor h realen. Če imaginarni komponente niso zanemarljivo majhne, ste se zmotili pri določanju H. Prepričajte se z uporabo funkcij `stem(real(h))`, `stem(imag(h))`.



Odstranite majhne imaginarne komponente z ukazom `h=real(h)`!

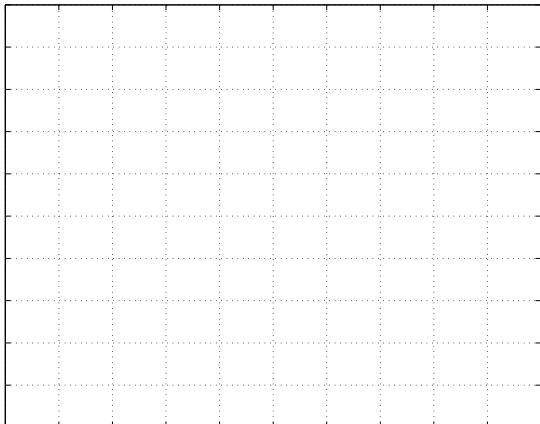
Preverite delovanje sita, ki ste ga oblikovali po opisanem postopku. To lahko storite z naslednjimi ukazi:

```
Mag = abs(fft(h, 512))
w = [0:255]* pi/256
plot(w, Mag(1:256))
```

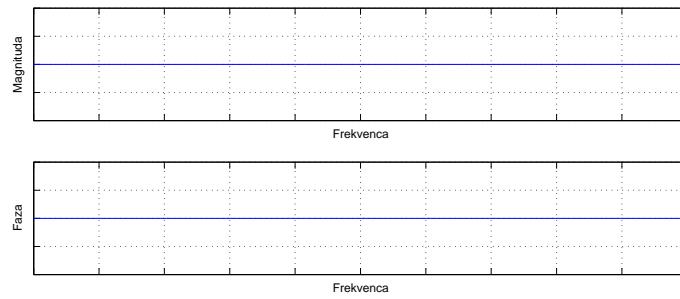


Zakaj smo narisali le polovico odziva Mag? Primerjajte dobljeni in zaželeni odziv!

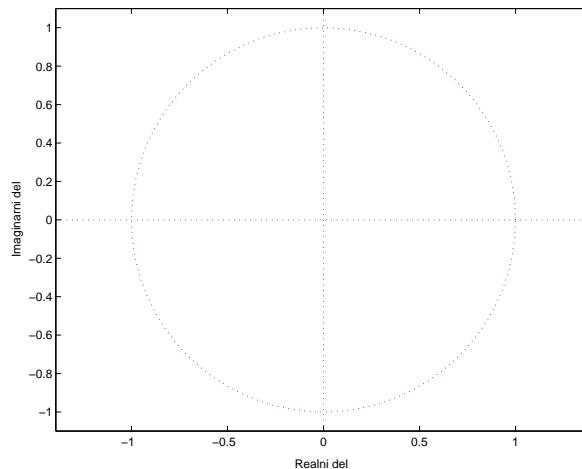
Narišite še fazni potek sita v odvisnosti od frekvence in preverite, če je fazni potek linearen. Pazite: faza poteka po modulu 2π ; sprememba predznaka je enakovredna zamiku faze za π . Odkod žagasti fazni potek? Raziskajte možnosti funkcije `unwrap`; kako lahko z njeno uporabo narišemo natančen fazni potek sita?



Poleg navedenega postopka preverite odziv filtra tudi s funkcijo `freqz`. Narišite rezultat!

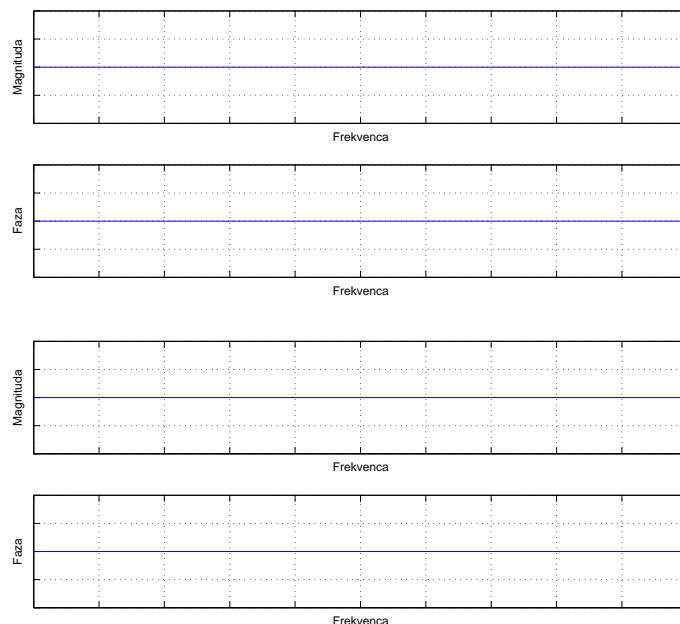


Narišite lego ničel sita v kompleksni z-ravnini z ukazom `zplane`. Povežite lego ničel z obliko frekvenčnega odziva. Povežite število ničel in dolžino filtra.



6.2 Uporaba okenskih funkcij

Z uporabo okenskih funkcij zmanjšamo učinek ti. Gibbsovega fenomena. Okenske funkcije uporabimo neposredno na izračunanem impulznem odzivu filtra (=koeficientih b). Za filter iz prve točke uporabite okenski funkciji `triang` in `hamming`.



Primerjajte odziv filtra z odzivom iz prve točke naloge!

6.3 Pasovna in zaporna sita

Pasovna in visoka sita lahko izpeljemo iz ustreznih nizkih sit. Zaradi linearnosti inverzne diskretne Fourierove transformacije velja:

$$H_{pp} = H_{n1} - H_{n2}$$

$$h_{pp}[n] = h_{n1}[n] - h_{n2}[n]$$

Velja tudi, da se nizko sito prezrcali v visoko sito z množenjem koeficientov z $(-1)^n$, $1 \leq n \leq L$ (osrednji element odziva naj bo pozitivne vrednosti). S poskusom preverite, na kakšen način se to zgodi!

V dveh korakih na podlagi rezultata z začetka naloge načrtajte pasovno zaporno sito 23. reda z $\omega_1 = 0.3\pi$ in z $\omega_2 = 0.7\pi$. Verificirajte rezultat z uporabo funkcije freqz!

