

Vaja 7

Ime in priimek: _____

Načrtovanje digitalnih sit s končnim impulznim odzivom

7.1 Načrtovanje nizkega sita s frekvenčnim vzorčenjem

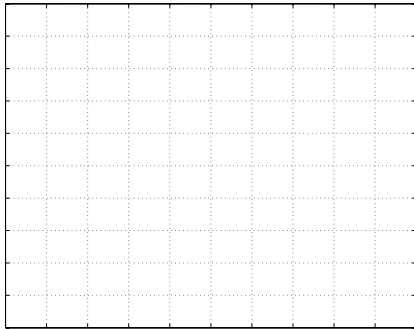
Načrtajte nizko FIR sito 23 reda z linearno fazo in s frekvenco rezanja pri $\omega_0 = 0.3\pi$ z metodo frekvenčnega vzorčenja. Predpostavite, da je vzorčna frekvenca enaka 1, kar predstavlja Nyquistovo frekvenco pri $\omega = \pi$!

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:

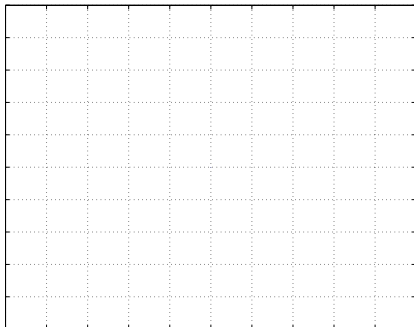
```
pass = fix(w0*L/(2*pi))+1;  
if rem(L,2) == 0, s = -1; else s = 1; end;  
Ad = [ones(1,pass), zeros(1,L-2*pass+1), s*ones(1, pass-1)]
```

Narišite potek Ad in komentirajte idealni frekvenčni odziv filtra. Čemu služi vrstica z if stavkom?



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 kavzalni. Podrobno preučite opisani postopek!

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

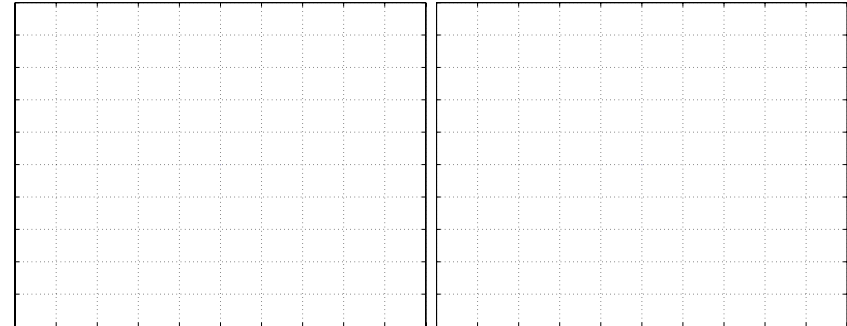


Kompleksni frekvenčni odziv filtra H predstavlja zmnožek amplitudnega in faznega vektorja po komponentah ($H=Ad \cdot p$).

Načrtajte filter z uporabo inverzne diskretne Fourierove transformacije z uporabo funkcije

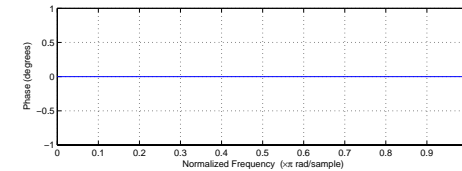
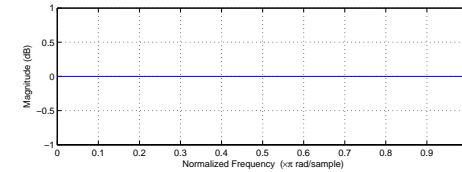
$h = \text{ifft}(H)$

Do numeričnih napak je dobljeni vektor h realen. Če imaginarne komponente niso zanemarljivo majhne, ste se zmotili pri določanju H. Prepričajte se z uporabo funkcij $\text{stem}(\text{real}(h))$, $\text{stem}(\text{imag}(h))$.

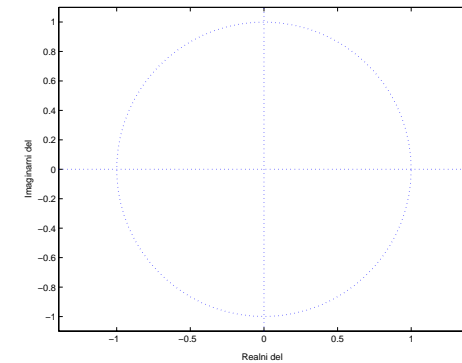


Odstranite majhne imaginarne komponente z ukazom $h=\text{real}(h)$!

Preverite delovanje sita, ki ste ga oblikovali po opisanem postopku, s funkcijo freqz . Narišite rezultat!

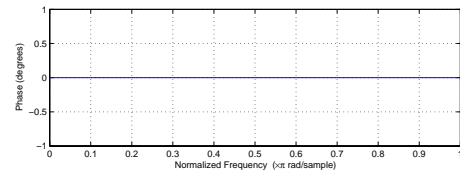
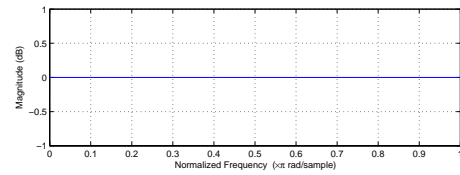


Narišite lego ničel sita v kompleksni z-ravnini z ukazom zplane . Povežite lego ničel z obliko frekvenčnega odziva. Povežite število ničel in dolžino filtra.



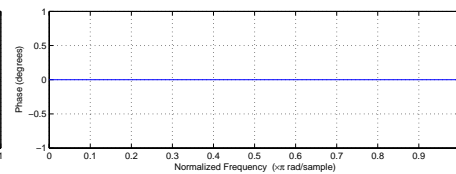
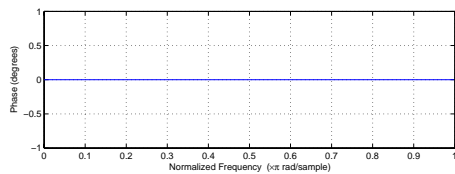
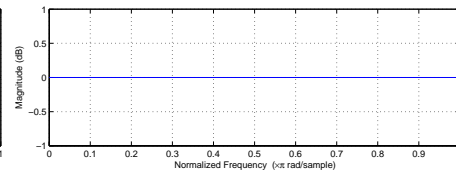
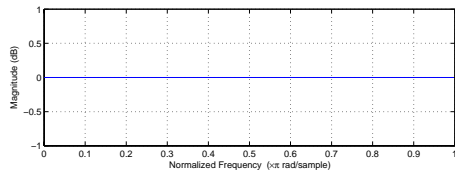
7.2 Nizko sito sode dolžine

Ponovite vajo, vendar za filter dolžine $L = 22!$ Opišite razlike glede na sito lihe dolžine! Narišite odziv filtra z ukazom `freqz`! Primerjajte prenihaj v zapori s prenihajem sita z $L = 23!$



7.3 Uporaba okenskih funkcij

Z uporabo okenskih funkcij zmanjšamo učinek ti. Gibbsovega fenomena. Za filter iz prve točke uporabite okenski funkciji `triang` in `hamming`.



Primerjajte odziv filtra z odzivom iz prve točke naloge!

Dodatek: 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 $(-1)^n$. Na kakšen način se to zgodi?

V dveh korakih načrtajte pasovno zaporno sito 31. reda z $\omega_1 = 0.2\pi$ in z $\omega_2 = 0.3\pi$. Verificirajte rezultat z uporabo funkcije `freqz`!

