

Vaja 5

Ime in priimek: _____

Frekvenčni odziv prepustnega filtra z zarezo

Fourierova preslikava v diskretnem času predstavlja frekvenčni odziv sistema. S tem dejstvom, in z definicijo preslikave Z, si bomo pomagali pri današnji vaji.

Filter z zarezo (ti. "notch" filter) uporabljamo, kadar iz signala želimo izločiti točno odločeno frekvenčno komponento. V našem primeru bomo načrtali sistem za obdelavo signalov, ki temelji na uporabi signalnega procesorja. Uporabili ga bomo za odstranjevanje motilne frekvence 50 Hz, ki se pogosto pojavi v signalih zaradi motenj, ki jih povzročajo elektroenergetski sistemi.

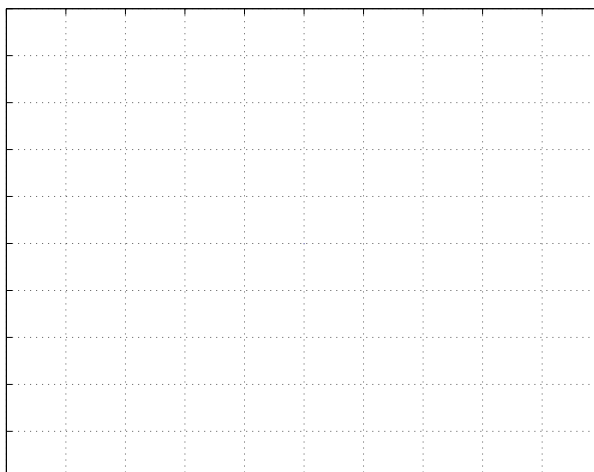
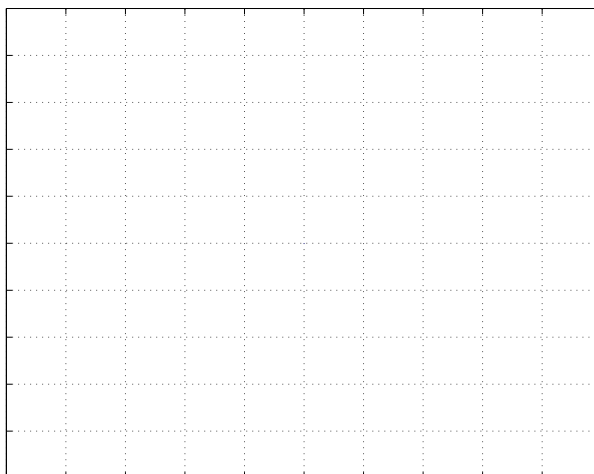
5.1 Filter z zarezo

1. Predpostavimo, da je vzorčna perioda uporabljenega vzorčevalnika zveznega signala enaka $T_s = 1ms$. Kakšna je lahko najvišja frekvenca analognega signala, da ne pride do prekrivanja signalov?

2. Filter z zarezo naj ima naslednji frekvenčni odziv:

$$H(e^{j\omega}) = \frac{[1 - e^{-j(\omega-\omega_0)}][1 - e^{-j(\omega+\omega_0)}]}{[1 - 0.9e^{-j(\omega-\omega_0)}][1 - 0.9e^{-j(\omega+\omega_0)}]} \quad (5.1)$$

Z uporabo Matlaba narišite amplitudni in fazni potek $H(e^{j\omega})$ v območju $0 \leq \omega \leq \pi$ za normirano frekvenco $\omega_0 = 2\pi/5$!
(`w=0:0.01:pi; ...plot`)

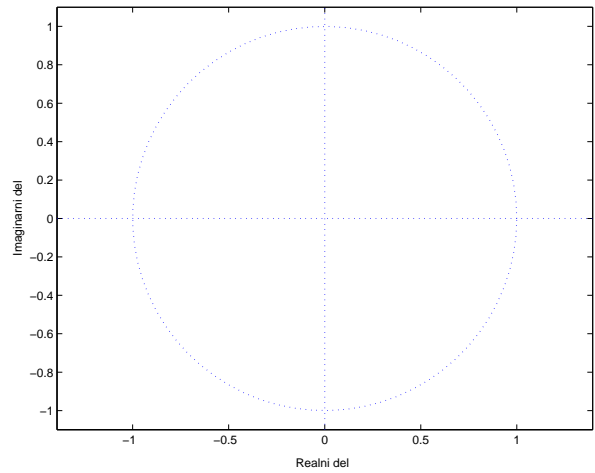
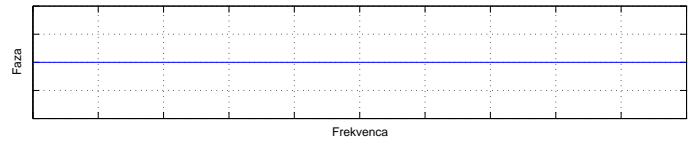
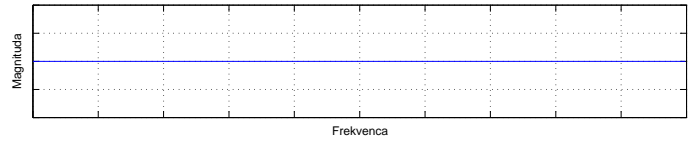


3. Izpeljite koeficiente a in b filtra $H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$ za poljuben ω_0 . Pri tem upoštevajte, da je $z = e^{j\omega}$; nadomestite ustrezne člene v enačbi 5.1 in skrajšajte rezultat!

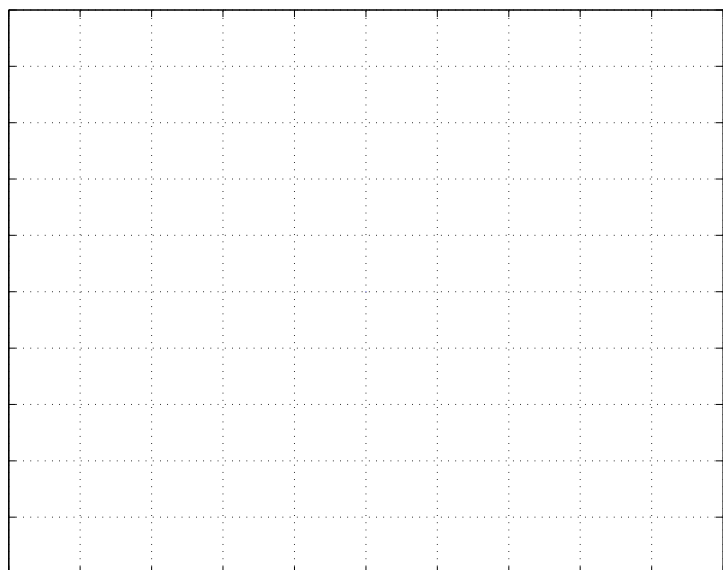
$a = [\text{_____}] ;$

$b = [\text{_____}] ;$

4. Izračun verificirajte tako, da uporabite za $\omega_0 = 2\pi/5$; novo prenosno funkcije narišite z ukazom `freqz`! Oblika prenosne funkcije se mora ujemati z izračunom iz prve točke naloge. Oglejte si lego korenov filtra z ukazom `zplane`.



5. Oblikujte in narišite 150 vzorcev sinusnega signala frekvence 50 Hz pri vzorčni frekvenci $f_s = 1000Hz$.

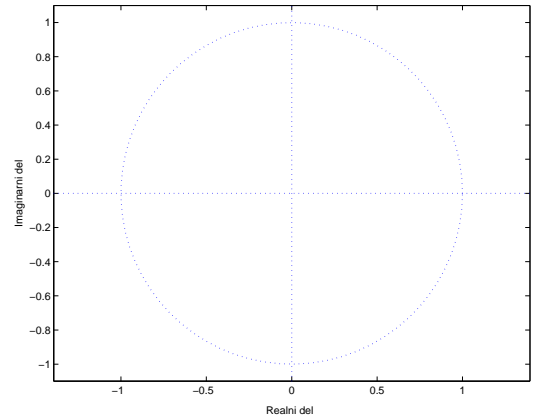
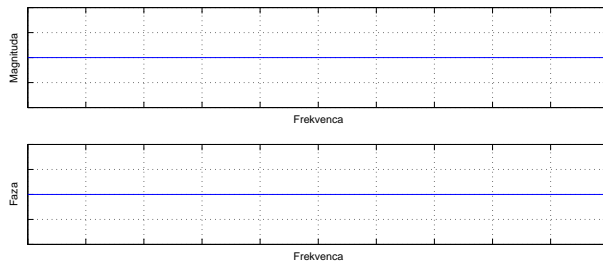


Izračunajte ustrezno **normirano frekvenco** $\omega_0 = 2\pi \frac{f}{f_s}$, nato pa še koeficiente filtra a in b, ki izloča 50 Hz motilni signal.

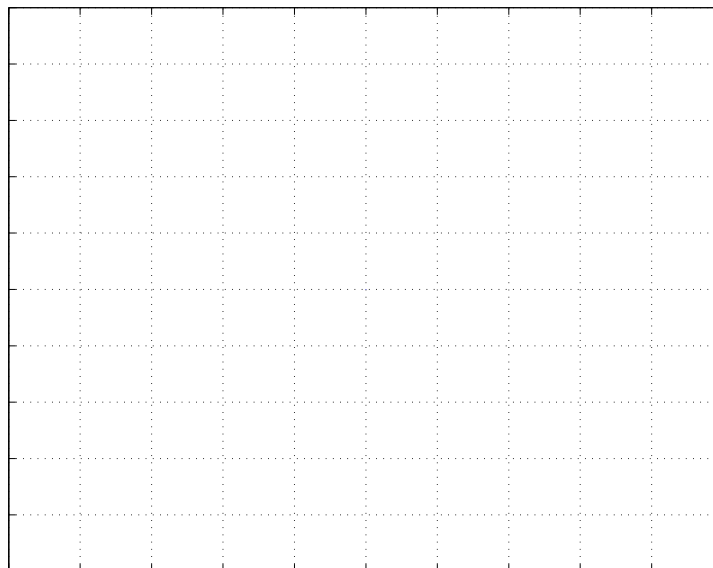
a = [_____] ;

b = [_____] ;

Oglejte si prenosno karakteristiko novega filtra in lego njegovih korenov!



Filtrirajte signal z ukazom `filter` in narišite rezultat! Komentirajte!



6. Frekvenčni odziv $H(e^{j\omega})$ predstavlja obnašanje filtra z zarezo v stacionarnem stanju. Na odzivu boste zato opazili prehodni pojav, ki nastopi, preden filter popolnoma izniči frekvenco 50Hz . Ocenite trajanje prehodnega pojava (v ms) od začetka delovanja filtra do točke, kjer izhodni signal filtra predstavlja manj kot 1% amplitude vhodnega signala.

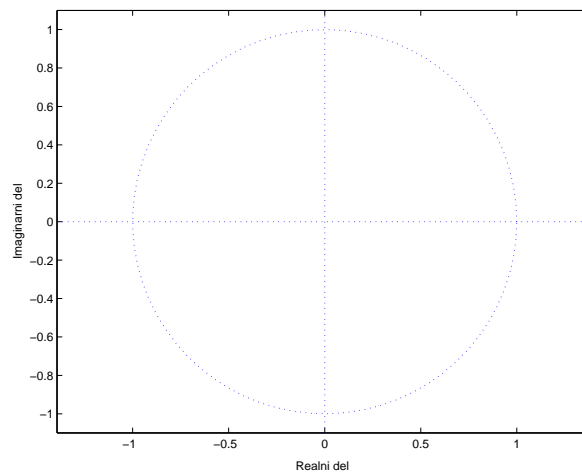
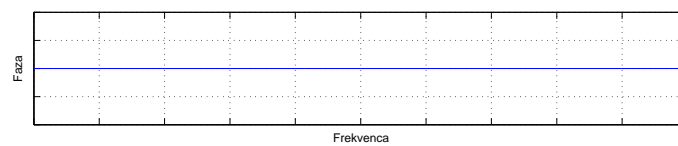
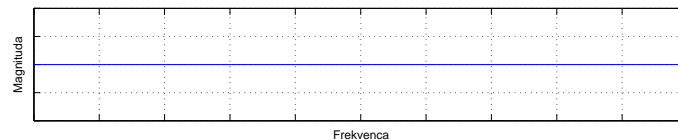
5.2 Odziv filtra v stacionarnem stanju

Oglejmo si še, kako odziv filtra na sinusni signal lahko razdelimo na dva dela: prehodni pojav in stacionarni odziv. Raziščimo razmerje med stacionarnim odzivom filtra in frekvenčnim odzivom $H(e^{j\omega})$!

1. Projektirajte filter z zarezo z $\omega_0 = \pi/5$. Izračunajte koeficiente a in b ustreznega filtra. Narišite fazni in amplitudni odziv filtra ter korene v z ravnini.

$a = [\text{_____}] ;$

$b = [\text{_____}] ;$



2. Izberite frekvenco, ki je blizu frekvenci ω_0 na primer $\omega = \omega_i = \pi/5 + 0.01$. Stacionarni odziv filtra na sinusni signal frekvence ω_i lahko izračunamo po enačbi $y_{ss}[n] = |H(e^{j\omega_i})| \cdot \cos(\omega_i n - \phi(\omega_i))$. Izračunajte y_{ss} v območju $0 \leq n \leq 100$!
3. Določite odziv $y[n]$ filtra na sinusni signal $v[n] = \cos(\omega_i n)$ v istem območju. Takšen odziv predstavlja vsoto prehodnega pojava in stacionarnega odziva. Uporabite MATLAB-ovo funkcijo `y=filter(b, a, v)`.
4. Narišite signala $y[n]$ in $y_{ss}[n]$ na isti graf in ju primerjajte, predvsem tam, kjer je n velik. Sistem je stabilen, zato pričakujemo, da bosta odziva po končanem prehodnem pojavu skoraj enaka. Torej lahko frekvenčni odziv sistema pri $\omega = \omega_i$ tudi izmerimo ($n \rightarrow \infty$)! Izračunajte in narišite prehodni pojav $y_t[n] = y[n] - y_{ss}[n]$.

