
PRÍKLAD 6.1

Navrhňte dolnopriepustný filter, ktorý má hranicu pásma prepúšťania .

Na základe predchádzajúcich úvah urobíme prvé rozmiestnenie nulových bodov a pólov. Rozmiestnenie núl a pólov ako aj odpovedajúci priebeh magnitúdovej frekvenčnej charakteristiky je na [obr.6.3](#).

Posunutím koreňov bližšie k jednotkovej kružnici ovplyvňujeme priebeh výslednej magnitúdovej frekvenčnej charakteristiky výraznejšie ako tými, ktoré ležia bližšie k začiatku ([obr.6.4](#)).

Z priebehov je zrejmé, že pásmo prepúšťania, ale aj pásmo tlmenia je samozrejme ovplyvňované jednak polohou zvolených koreňov, ale aj ich počtom.

Táto metóda je veľmi jednoduchá a po krátkom zácviku ju možno veľmi úspešne používať. Umožňuje interaktívne premiestňovanie, resp. pridávanie koreňov s ohľadom na zmenu priebehu magnitúdovej frekvenčnej charakteristiky. Prísnejšie požiadavky realizovať pomocou tejto metódy je aj pre skúseného návrhára pomerne problematické a treba ich riešiť pomocou iných vhodnejších metód.

Príklad 6.2

Navrhnite dolnopriepustný filter typu Cauer-Čebyšev, ktorý má spĺňať nasledujúce požiadavky:

pásmo prepúšťania	$0 - f_k = 6 \text{ kHz}$	$A_{\max} = 1 \text{ dB}$
pásmo tlmenia	$f_k = 8.8 \text{ kHz} \rightarrow \infty$	$A_{\min} = 30 \text{ dB}$
vzorkovacia frekvencia	$f_{vz} = 32 \text{ kHz}$	

Zo základných požiadaviek formulovaných v zadaní nájdeme prenosovú funkciu spojitého filtra, ktorá tieto požiadavky spĺňa. Prenosovú funkciu diskrétného filtra $H(z)$ vypočítame z prenosovej funkcie spojitého filtra $H(s)$ pomocou rov.(6.30), resp. (6.31), ktorý predstavuje bilineárnu transformáciu. Zo vzťahu (6.34) je zrejmé, že pomocou neho môžeme zabezpečiť stotožnenie jedného bodu frekvenčnej charakteristiky spojitaj sústavy s bodom diskrétnaj sústavy. Keďže v spojitých sústavách je transformovanie pre návrh filtrov na báze prevádzkových parametrov zabezpečené k hraničnej frekvencii pásma prepúšťania, t.j. k hodnote f_k , teda $\omega_{kNOR} = \frac{\omega_k}{\omega_k} = 1$. Hodnota pomerového kmityčtu potom je

$$\Phi_k = \frac{f_k}{f_{vz}} = 0,1875$$

Pomocou parametra α zabezpečíme súhlas ω_{kNOR} a ϕ_k

$$\omega_{kNOR} = \alpha \cdot \tan\left(\frac{\Omega_k}{2}\right) = \alpha \cdot \tan\left(2\pi \cdot \frac{\Phi_k}{2}\right) = 1$$

z tejto rovnice vypočítame parameter

$$\alpha = \frac{1}{\tan(\pi\Phi_k)} = \frac{1}{\tan(0,1875 \cdot \pi)} = 1,4966$$

Vypočítame pomerový kmityčet Φ_k odpovedajúci hranici pásma tlmenia

$$\Phi_k = \frac{f_k}{f_{vz}} = 0,275$$

Využijeme rov.(6.34), a pomocou nej vypočítame normovaný kmityčet PT analógovaj filtra.

$$\omega_{kNOR} = 1,4966 \cdot \tan(\pi \cdot \Phi_k) = 1,7523$$

Požiadavky na analógovaj filter v normovanom tvare na základe predchádzajúcich úvah sú nasledujúce:

pásmo prepúšťania:	$\omega_{kNOR} \in \langle 0, 1 \rangle$	$A_{\max} \leq 1 \text{ dB}$
pásmo tlmenia:	$\omega_{kNOR} \in \langle 1,7523, \infty \rangle$	$A_{\min} \geq 30 \text{ dB}$

Týmto požiadavkám zodpovedá prenosovaj funkcia

$$H(s) = \frac{1 + 0,25518s}{(1 + 1,8s)(1 + 0,407s + 0,985s^2)}$$

a po úprave:

$$H(s) = \frac{1 + 0,25518s}{1 + 2,2s + 1,714s^2 + 1,7687s^3}$$

Prenosovú funkciu diskrétného filtra $H(z)$ dostaneme, ak urobíme substitúciu podľa rov.(6.31)

$$s^n \rightarrow \alpha^n \cdot \left[\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right]^n = 1,4966^n \cdot \left[\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right]^n$$

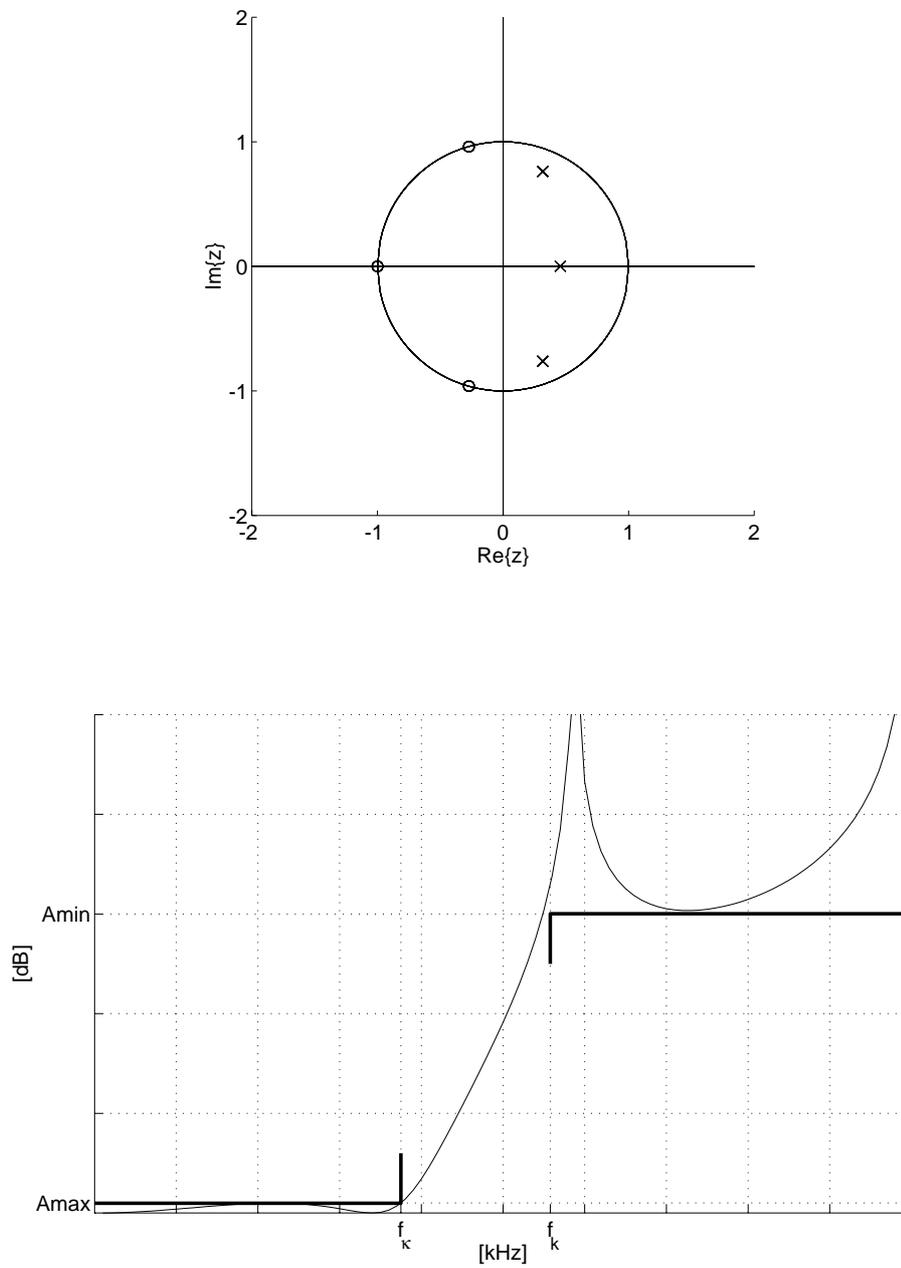
Potom po zaokruhlení dostaneme:

$$H(s) = \frac{1 + 0,25518 \left(1,5 \cdot \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right)}{1 + 2,2 \left(1,5 \cdot \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right) + 1,7 \left(1,5 \cdot \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right)^2 + 1,77 \left(1,5 \cdot \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right)^3}$$

a po úprave

$$H(z) = \frac{0,0984 + 0,2407z^{-1} + 0,1863z^{-2} + 0,044z^{-3}}{1 - 1,0892z^{-1} + 1,5162z^{-2} - 0,3112z^{-3}}$$

Rozloženie koreňov prenosovej funkcie a priebeh prevádzkového tlmenia navrhnutého filtra je na obr. 6.15.



Obr.6.15. Rozloženie koreňov prenosovej funkcie a priebeh prevádzkového tlmenia navrhnutého filtra

Príklad 6.3

Navrhnite hornopriepustný filter, ktorý má spĺňať nasledujúce požiadavky:

$$\text{pásma prepúšťania } f_k = 8,8 \text{ kHz} - \infty \quad A_{\max} \leq 1 \text{ dB}$$

$$\text{pásma tlmenia } 0 - f_k = 6 \text{ kHz} \quad A_{\min} \geq 30 \text{ dB}$$

$$\text{vzorkovacia frekvencia } f_{vz} = 32 \text{ kHz}$$

Pre návrh filtra využijeme rov.(6.73). Z tejto môžeme vyjadriť parameter

$$\beta = \omega_{NOR} \cdot \tan\left(\frac{\Omega}{2}\right) = \tan(\pi \cdot \phi_k) = 0,668178637$$

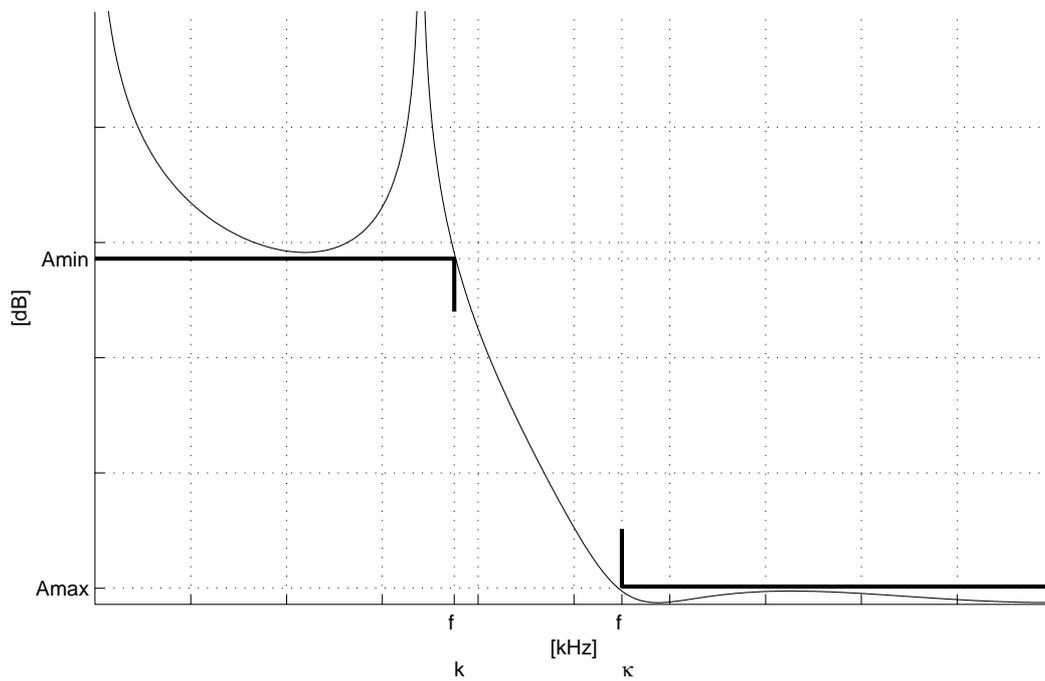
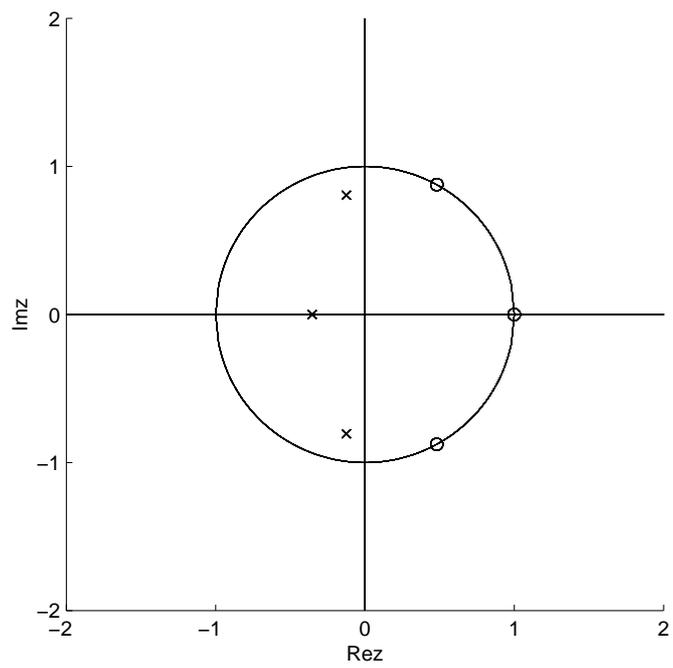
Prenosová funkcia analógového NDP filtra bude mať tvar:

$$H(s) = \frac{1 + 0.25518s}{1 + 2.2s + 1.714s^2 + 1.7687s^3}$$

Prenosovú funkciu digitálneho HP filtra dostaneme dosadením rov.(6.73) do prenosovej funkcie $H(s)$. Po úprave má tvar:

$$H(z) = \frac{0.312 - 0.846z^{-1} + 0.756z^{-2} - 0.222z^{-3}}{1 + 0.2137z^{-1} + 0.6317z^{-2} + 0.0575z^{-3}}$$

Priebeh prevádzkového tlmenia navrhnutého filtra je na obr. 6.16.



Obr.6.16. Frekvenčná charakteristika prevádzkového tlmenia