

Přenosová funkce LTI, kmitočtová charakteristika, nástroje Matlab -II

Ověřte vlastnosti filtrů IIR a FIR navržené pomocí funkcí Matlab, vyzkoušejte, co Matlab „vydrží“:

V nápovědě Matlab v oddíle: Signal Processing Toolbox - IIR Filter Design

najdete v rubrice návrhové metody vycházející z analogových technik:

Analog Prototyping – cesta návrhu podle klasických analogových metod:

Complete design functions: **besself**, **butter**, **cheby1**, **cheby2**, **ellip** (kompletní návrhové funkce)

Order estimation functions: **butterord**, **cheb1ord**, **cheb2ord**, **ellipord** (funkce pro odhad řádu filtru)

Přenosová funkce rozšíření zlomku z^n :

$$G(z) = \frac{H(z)}{F(z)} = \frac{\sum_{i=1}^{n+1} b_i z^{-i+1+n}}{1 + \sum_{i=2}^{n+1} a_i z^{-i+1+n}}$$

přejde do tvaru - čítec

$$b_1 z^n + b_2 z^{n-1} + \dots + b_n z^1 + b_{n+1} z^0$$

a jmenovatel

$$z^n + a_2 z^{n-1} + \dots + a_n z^1 + a_{n+1} z^0$$

Syntaxe: `[b,a] = butter(n,Wn,'ftype')`,

výsledkem je návrh (koeficienty) filtru Butterworth (maximálně plochý přenos v propustném pásmu) řádu n , se zlomovým/i kmitočtem/ty W_n v rozsahu od 0 do 1 (násobek Nyquistova kmitočtu – poloviny vzorkovacího kmitočtu)

význam a, b je následující:

$$H(z) = \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{b(1) + b(2)z^{-1} + \dots + b(n+1)z^{-n}}{1 + a(2)z^{-1} + \dots + a(n+1)z^{-n}}$$

`ftype`: 'high', 'low', 'stop' – horní propust, dolní propust a pásmová zadrž

podobně `[b,a] = cheby1(n,R,Wp,'ftype')` (R ... ripple)

navrhne filtr typu Čebyšev I (izoextremální charakteristika v propustném pásmu)

a dále `[b,a] = cheby2(n,R,Wst,'ftype')` (R ... rejection)

navrhne filtr typu Čebyšev II (izoextremální charakteristika v nepropustném pásmu)

a `[b,a] = ellip(n,Rp, R,Wst,'ftype')` (R_p ... ripple, R ... rejection)

navrhne filtr typu eliptický (izoextremální charakteristika)

Postup:

Navrhujeme postupně **filtry od řádu 4 výše pásmovou zádrž pro kmitočty 0.3 až 0.5**, abychom mohli dobře pozorovat souvislost polohy nulových bodů a pólů a kmitočtové charakteristiky. Pozorujeme rozdíly.

Pro funkce `butter`, `cheby1` a `cheby2` navrhnete pro zvolené kmitočty pásmovou zádrž nebo pásmovou propust, nakreslete rozložení pólů a nul a amplitudovou frekvenční charakteristiku.

Frekvenční charakteristiku nakreslíme (viz cvičení 6) pomocí funkce

```
[H,w]=freqz(b,a,f_N);    (případně jiné syntaxe, viz Help)
```

kde: `b`, `a` ... hodnoty koeficientů v přenosové funkci,

`f_N` ... horní kmitočet,

`H` ... komplexní přenos

`w` ... kmitočty odpovídající bodům `H`

Rozložení nul a pólů nakreslíme pomocí funkce `zplane(b,a)`.

Nezapomeňme, že v Matlabu vygenerované koeficienty `a` je třeba do realizační struktury použít s opačným znaménkem!