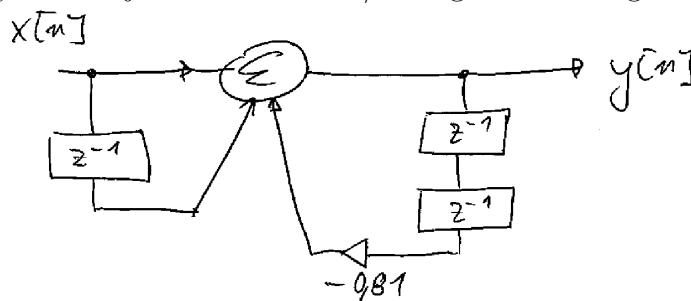


ISS – Numerické cvičení / Numerical exercise 4

Číslicové filtry / Digital filters

Honza Černocký, FIT VUT Brno, November 4, 2022

Číslicový filtr je zadán následujícím schématem / A digital filter is given by its scheme:



1. Najděte jeho diferenční rovnici / Determine its difference equation.
2. Proveďte Z-transformaci této rovnice / Perform Z-transform of this equation.
3. Najděte přenosovou funkci filtru $H(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$. / Find the transfer function of the filter $H(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$.
4. Napište hodnoty koeficientů b_k čitatele a a_k jmenovatele / write values of coefficients b_k of the numerator and a_k of the denominator.
5. Upravte $H(z)$ na tvar vhodný pro hledání kořenů polynomů. / Modify $H(z)$ to allow for finding roots of polynomials.
6. Najděte kořeny polynomu v čitateli. / Find roots of polynomial in the numerator.
7. Najděte kořeny polynomu ve jmenovateli. / Find roots of polynomial in the denominator.
8. Převeďte $H(z)$ do tvaru obsahujícího nulové body a póly / Convert $H(z)$ to the form including zeros and poles.
9. Zakreslete nuly a póly do komplexní roviny z . Nezapomeňte vyznačit jednotkovou kružnici. / Draw the zeros and poles to complex plane z . Draw also the unit circle.
10. Ověřte stabilitu filtru / Check the stability of the filter.
11. Pro libovolnou normovanou kruhovou frekvenci $\omega_1 \in [0, \pi]$ graficky vyznačte, jak budete počítat hodnotu frekvenční charakteristiky pro tuto frekvenci. Pomůcka: vycházíme z $H(z)$ přeepsané pomocí nul a pólů. Nahradíme z za $e^{j\omega_1}$ a uvědomíme si, že bod $e^{j\omega_1}$ leží na jednotkové kružnici. Namalujeme vektory z nulových bodů ($e^{j\omega_1} - n_i$) jednou barvou a vektory z pólů ($e^{j\omega_1} - p_i$) jinou barvou. / Help: we depart from $H(z)$ written with poles and zeros. We substitute z for $e^{j\omega_1}$ and remember that point $e^{j\omega_1}$ is on the unit circle. We draw vectors from zeros ($e^{j\omega_1} - n_i$) with one color and vectors from poles ($e^{j\omega_1} - p_i$) with a different color.
12. Určete modul a argument frekvenční charakteristiky filtru na normované kruhové frekvenci $\omega_1 = 0$ rad. / Estimate the magnitude and phase of the frequency response of the filter at normalized angular frequency $\omega_1 = 0$ rad.
13. Dtto pro $\omega_1 = \frac{\pi}{2}$ rad. / Dtto for $\omega_1 = \frac{\pi}{2}$ rad.
14. Dtto pro $\omega_1 = 0.999\pi$ rad. Proč ne π ? / Dtto for $\omega_1 = 0.999\pi$ rad. Why not π ?
15. Zakreslete od ruky celý průběh frekvenční charakteristiky a porovnejte jej s průběhem vypočítaným přesně (ukáže vyučující). / Draw the complete frequency response by hand and compare it with the one computed precisely (shown by the tutor).