ARI-HW_07

Matěj Pinkas

5. April 2024

1 Příklad

- Uvažujeme soustavu s přenosem otevřené smyčky:

$$L(s) = K\frac{1}{s(s+50)(5+100)}$$

- Zadaná soustava:

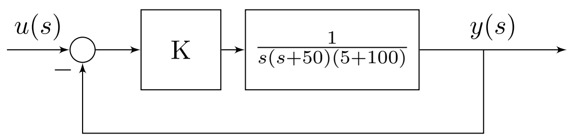

Figure 1: Systém s otevřenou smyčkou $L(s)$

a) Použití frekvenční metody k návrhu zesílení tak, aby měl výsledný zpětnovazební systém (uzavřená smyčka) překmit na skok reference: 20%

$$OS_{\%} = 20\% \qquad\qquad OS = 0,2$$

$$\zeta = -\frac{\ln(OS)}{\sqrt{\pi^2 + \ln(OS)^2}} \approx -\frac{-1,60944}{\sqrt{\pi^2 + 2,59029}} \approx 0,45595$$

$$PM = \arctan\left(\frac{2\zeta}{\sqrt{-2\zeta^2 + \sqrt{1+4\zeta^4}}}\right) \approx 0,840337\ \textbf{rad}$$

- Pomocí PM určíme amplitudu, tuto amplitudu hledáme na Bodeho grafu kde vyčteme frekvenci pro tuto amplitudu ω_{PM}

$$\text{Amplituda } \omega_{PM} \cdots -\pi + PM \approx -2,30126$$
$$\omega_{PM} = 25,4\ \textbf{rad/s}$$

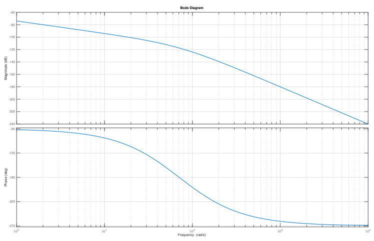

Figure 2: Konstanta z Bodeho grafu

- Získanou frekvenci dosadíme do předpisu $L(s)$, tedy $L(j\omega)$
- $L(j\omega)$ bude rovna 0 dB = 1
- Upravením funkce získám odhad pro K

$$|L(j\omega_{PM})| = \left| \frac{K}{j\omega_{PM}(j\omega_{PM}+50)(j\omega_{PM}+100)} \right| = 1$$
$$K \approx 146970,8429$$

b) Ověření simulací

$$L(s) = K\frac{1}{s(s+50)(5+100)} = \frac{146970,8429}{s^3+150s^2+5000s}$$
$$T(s) = \frac{L(s)}{1+L(s)} = \frac{1,47\cdot 10^5 s^3 + 2,205\cdot 10^7 s^2 + 7,349\cdot 10^8 s}{s^6+300s^5+32500s^4+1,647\cdot 10^6 s^3 + 4,705\cdot 10^7 s^2 + 7,349\cdot 10^8 s}$$

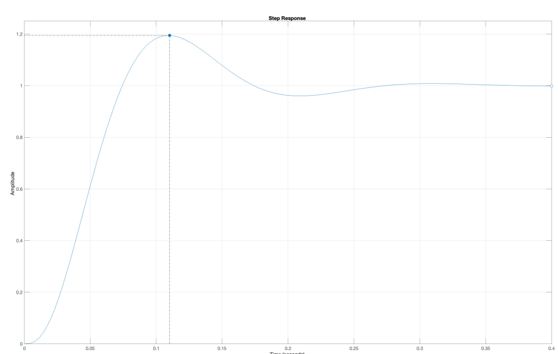

Figure 3: Odezva na jednotkový skok

2 Příklad

a) Určení řádu astatismu
Řád astatismu systému určím z počtu pólů v nule. Tento systém má v nulové frekvenci sklon 0 dB/dek z toho můžu určit astatismus řádu 0 systému
- Obecně přenos otevřené smyčky:

$$L(s) = K\frac{\prod(s+z_k)}{s^0\prod(s+p_k)}$$

b) Konstanty ustáleného stavu

$$K_p = \lim_{s\to 0} L(s) = \lim_{s\to 0} K\frac{\prod(s+z_k)}{s^0\prod(s+p_k)} = \left|\frac{K\prod(z_k)}{\prod(p_k)}\right| = konst.$$
$$K_v = \lim_{s\to 0} sL(s) = \lim_{s\to 0} sK\frac{\prod(s+z_k)}{s^0\prod(s+p_k)} = \left|0\frac{K\prod(z_k)}{\prod(p_k)}\right| = 0$$
$$K_a = \lim_{s\to 0} s^2L(s) = \lim_{s\to 0} s^2K\frac{\prod(s+z_k)}{s^0\prod(s+p_k)} = \left|0^2\frac{K\prod(z_k)}{\prod(p_k)}\right| = 0$$

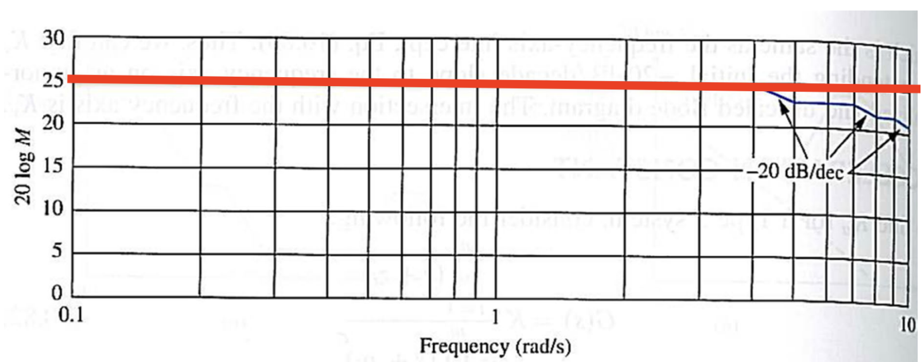

Figure 4: Bodeho graf

- Konstantu K_p z Bodeho grafu vyčtu pomocí proložení přímkou počáteční úsečky grafu. A tam kde přímka protne 0dB je hodnota rovna konstantě. V tomto případě je přímka rovnoběžná s frekvenční osou, tak jsem určil $K_p = \infty$

c) Ustálené odchylky na:

$$e_{ss} = \lim_{s\to 0} s\frac{r(s)}{1+L(s)}$$

- skok:

$$r(s) = \frac{1}{s} \quad e_{ss,skok} = \lim_{s\to 0} s\frac{r(s)}{1+L(s)} = \lim_{s\to 0} s\frac{\frac{1}{s}}{1+L(s)} = \frac{1}{1+K_p} = \frac{1}{\infty} = 0$$

- rampa:

$$r(s) = \frac{1}{s^2} \quad e_{ss,rampa} = \lim_{s\to 0} s\frac{r(s)}{1+L(s)} = \lim_{s\to 0} s\frac{\frac{1}{s^2}}{1+L(s)} = \frac{1}{0+K_v} = \frac{1}{0} = \infty$$

- parabola:

$$r(s) = \frac{1}{s^3} \quad e_{ss,parabola} = \lim_{s\to 0} s\frac{r(s)}{1+L(s)} = \lim_{s\to 0} s\frac{\frac{1}{s^3}}{1+L(s)} = \frac{1}{0+K_a} = \frac{1}{0} = \infty$$