Domácí úkol ARI
Domácí úkol z přednášky 5

Josef Čech

25. března 2018

Úkol 1 Zpětná vazba

Úkol 1.1 1. systém

Nejprve nalezneme výchozí rovnosti

$$y(s) = e(s)\frac{b(s)}{a(s)} \tag{1}$$

$$e(s) = y_r(s)\frac{r(s)}{p(s)} - y(s)\frac{q(s)}{p(s)}. \tag{2}$$

Z rovnice (2) dosadíme za $e(s)$ do (1)

$$y(s) = y_r(s)\frac{r(s)}{p(s)}\frac{b(s)}{a(s)} - y(s)\frac{q(s)}{p(s)}\frac{b(s)}{a(s)} \tag{3}$$

a vyjádříme výsledný přenos ze vstupu na výstup

$$H_1(s) = \frac{y(s)}{y_r(s)} = \frac{b(s)p(s)r(s)}{p(s)\left[a(s)p(s) + q(s)b(s)\right]}. \tag{4}$$

Pokud bychom vykrátili polynom $p(s)$, tak bychom dostali systém se skrytými módy a jinými vlastnostmi.

Úkol 1.2 2. systém

Analogicky u druhého systému

$$y(s) = e(s)\frac{1}{p(s)}\frac{b(s)}{a(s)} \tag{5}$$

$$e(s) = y_r(s)r(s) - y(s)q(s). \tag{6}$$

Z rovnice (6) dosadíme za $e(s)$ do (5)

$$y(s) = y_r(s)r(s)\frac{1}{p(s)}\frac{b(s)}{a(s)} - y(s)q(s)\frac{1}{p(s)}\frac{b(s)}{a(s)} \tag{7}$$

a vyjádříme výsledný přenos ze vstupu na výstup

$$H_2(s) = \frac{y(s)}{y_r(s)} = \frac{b(s)r(s)}{a(s)p(s) + q(s)b(s)}. \tag{8}$$

Úkol 1.3 Závěr

Porovnáme-li charakteristické polynomy obou systémů

$$c_1(s) = p(s)\left[a(s)p(s) + q(s)b(s)\right] \tag{9}$$

$$c_2(s) = a(s)p(s) + q(s)b(s), \tag{10}$$

uvidíme, že nejsou z hlediska stability stejné. Druhý systém je navíc podmíněn stabilitou polynomu $p(s)$.

Úkol 2 Přímá vazba

Máme zadaný systém s přenosem $P(s) = P_1(s)P_2(s)$, kde

$$P_1(s) = \frac{s+2}{s+1} \tag{11}$$

$$P_2(s) = \frac{1}{s-1}. \tag{12}$$

Jeho chování ovlivňuje porucha, která přichází "doprostřed soustavy" dle zadání. Navrhneme přímovazební a zpětnovazební část regulátoru (tj. přenosy F(s) a C(s)) tak, aby porucha co nejméně ovlivňovala výstup soustavy a aby byl celý systém stabilní.

Nejprve z rovnosti

$$y(s) = P_2(s)d(s) - P_1(s)P_2(s)F(s)d(s). \tag{13}$$

vyjádříme přenos poruchy na výstup

$$H_{d\to y} = \frac{y(s)}{d(s)} = P_2(s) - P_1(s)P_2(s)F(s). \tag{14}$$

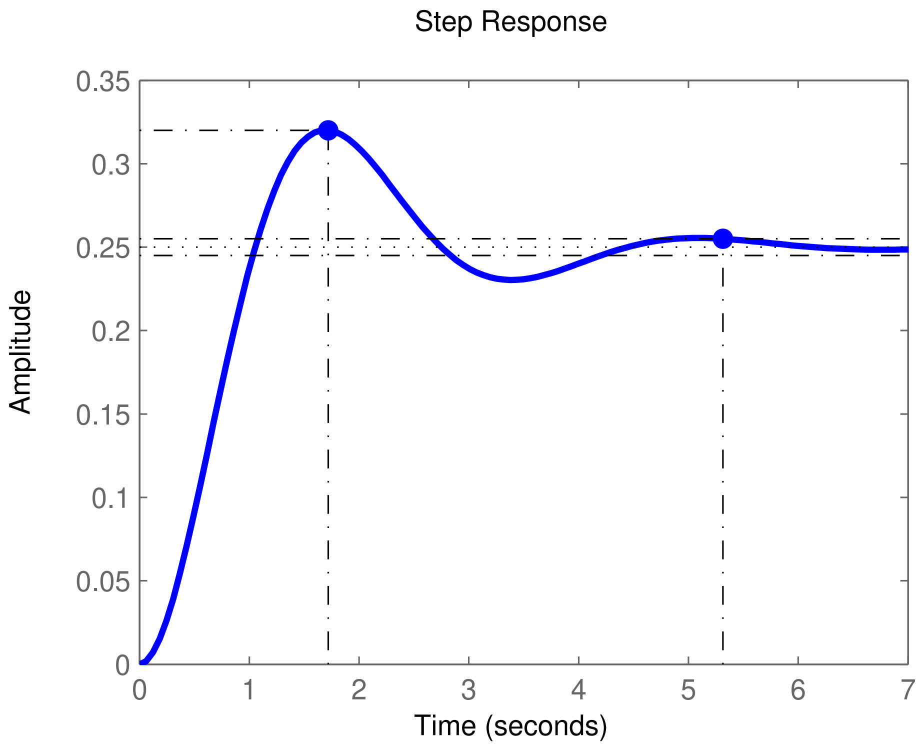
Chceme-li tento přenos minimalizovat, řešíme rovnici

$$P_2(s) - P_1(s)P_2(s)F(s) = 0, \tag{15}$$

ze které rovnou dostaneme předpis

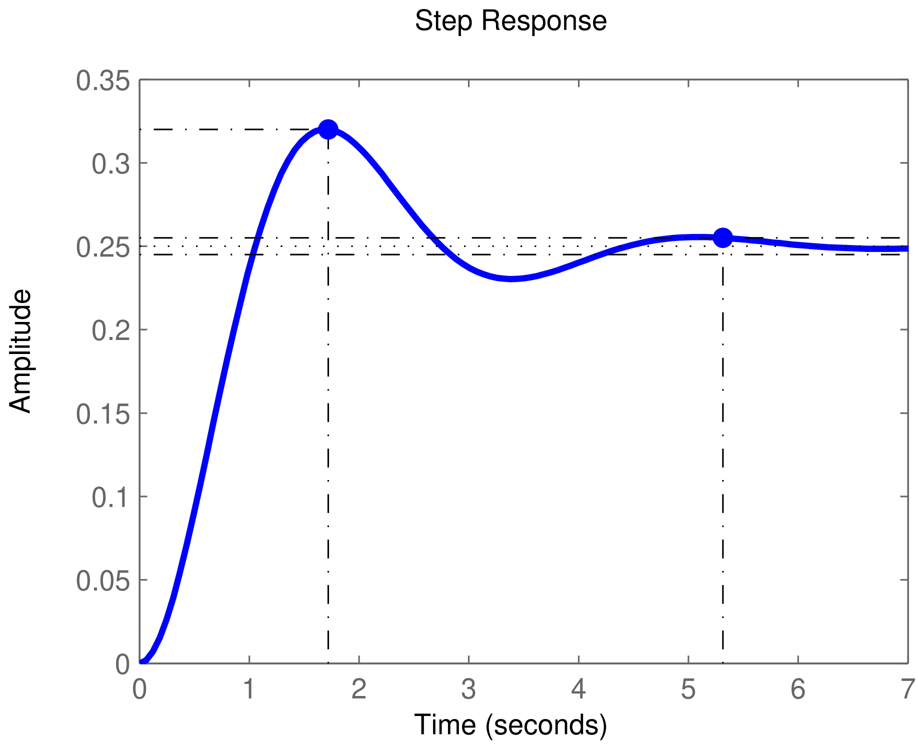
$$F(s) = \frac{1}{P_1(s)} = \frac{s+1}{s+2}. \tag{16}$$

Takto navrženou část systému otestujeme v SIMULINKu. Na obrázku xxx se můžeme přesvědčit, že jsme poruchu efektivně potlačili. Systém se však stal nestabilním.



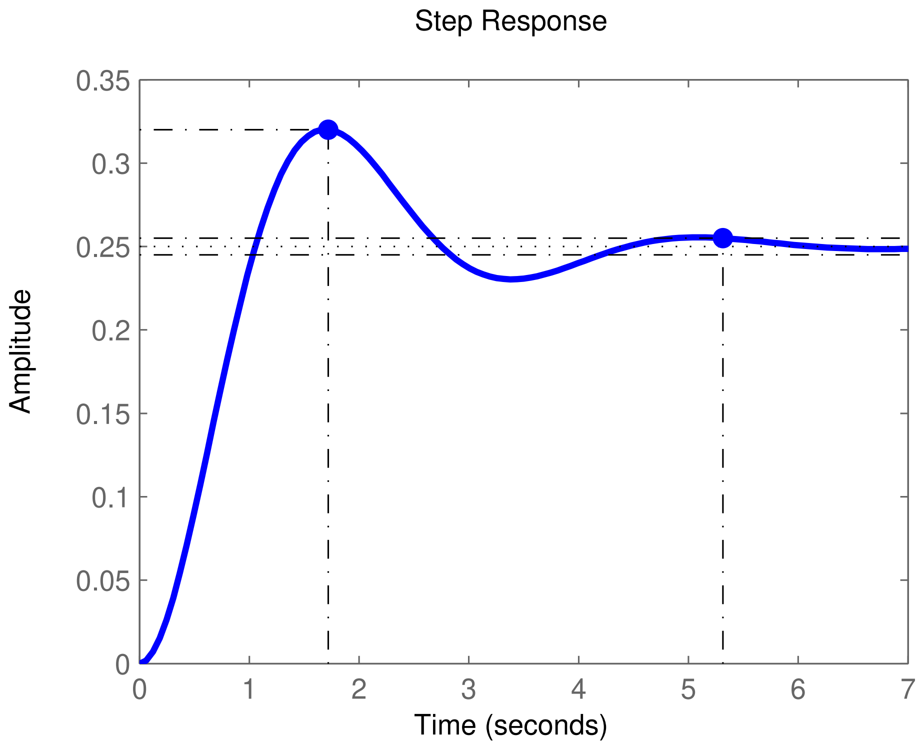
Obrázek 1: nestabilni odezva

Řešení spočívá v přidání zpětnovazebního regulátoru $C(s) =$ 10 viz. obrázek xxx, čím se soustava stabilizuje.



Obrázek 2: vysledne zapojeni

Výsledná odezva je na obrázku xxx.



Obrázek 3: vysledne zapojeni