Domácí úkol ARI 05

Ladislav Štefka

25. března 2018

Úkol 1 Zpětná vazba

Porovnejte dva systémy, jejichž schémata jsou na následujících obrázcích.Zjistěte, jaký mezi nimi může být rozdíl z hlediska stability. Rada: Najděte podmínky stability každého z nich, porovnejte je, a případné rozdíly vysvětlete.

Přenos systémů můžeme vyjádřit jako kaskádní zapojení dvou systémů - $K(s)$ a $F(s)$, kde systém F představuje zpětnovazební systém, jehož přenos je dán $H(S) = \frac{F(s)}{1+F(s)G(s)}$, kde podsystém F je v přímé a podsystém G ve zpětné vazbě.

První systém:

$$H(s) = K(s)\,F(s) = \frac{r(s)}{p(s)} \frac{\frac{b(s)}{a(s)}}{1 + \frac{b(s)}{a(s)} \frac{q(s)}{p(s)}} = \frac{r}{p} \frac{bp}{(ap + bq)} \tag{1}$$

Druhý systém:

$$H(s) = K(s)\,F(s) = r(s) \frac{\frac{b(s)}{a(s)} \frac{1}{p(s)}}{1 + \frac{b(s)}{p(s)\,a(s)} q(s)} = r \frac{b}{(ap + bq)} \tag{2}$$

Ačkoliv lze matematicky oba systémy vykrátit a dostat do stejného tvaru, z hlediska stability nejsou totožné. První systém má ve svém charakteristickém polynomu i člen $p(s)$, který se u druhého systému díky zpětné vazbě "vykrátí". První systém může tedy díky tomuto členu přenášet jistou nestabilitu.

Úkol 2 Přímá vazba

Chování systému s přenosem $P(s) = P_1(s)P_2(s)$, ovlivňuje porucha, která přichází "doprostřed soustavy". Naštěstí tuto poruchu můžete před vstupem do soustavy měřit. Navrhněte přímovazební a zpětnovazební část regulátoru (tedy přenosy F(s) a C(s)) tak, aby porucha co nejméně ovlivňovala výstup soustavy a aby celý systém byl stabilní.
Rada: Nejprve vypočtete přenos poruchy na výstup soustavy. V tomto zvláštním případě lze tento přenos velmi vhodně upravit jednoduchou volbou přímovazebního regulátoru. Potom navrhněte stabilizující zpětnovazební regulátor.

Ze zadání:

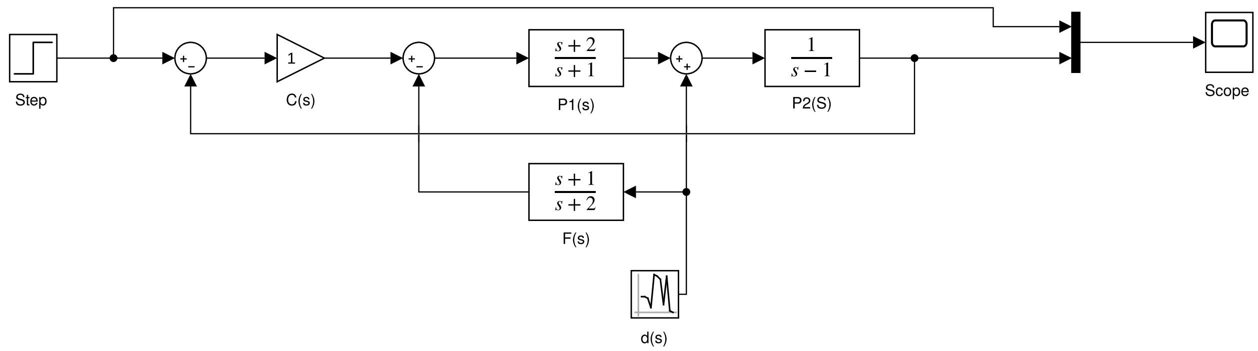
$$P_1(s) = \frac{s+2}{s+1} \qquad P_2(s) = \frac{1}{s-1} \tag{3}$$

Porucha ovlivňuje chování systému. Přímá vazba lze použít k potlačení poruchy. Nejdříve vyjádřím přenos poruchy.

$$H_{y,d}(s) = \frac{P_2(s)(1 - F(s)P_1(s))}{1 + C(s)P_1(s)P_2(s)} \tag{4}$$

Z rovnice lze vidět, že chybu lze snadno redukovat dvěma způsoby. Zvětšením citlivostní funkce L(s) a tedy jmenovatele $1 + C(s)P_1(s)P_2(s)$ a hlavně malým členem $(1 - F(s)P_1(s))$, tedy ideálně by mělo platit

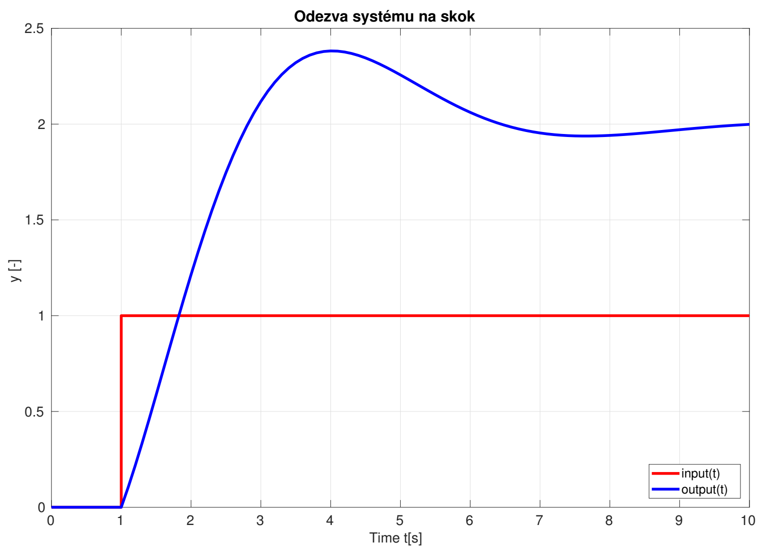
$$F(s) = P_1^{-1}(s) \tag{5}$$



Obrázek 1: Model v simulinku

Inverzi $P_1(s)$ lze snadno nalézt, půjde pouze o reciprokou hodnotu zlomku a protože má stabilní nulu v -2, nebude jako pól regulátoru F(s) zanášet do systému nestabilitu.

Tímto jsme odstranili vliv chyby, musíme ale odstranit překmit, který vznikl.



Obrázek 2: Odezva bez zpětnovazebního regulátoru C(s)=1

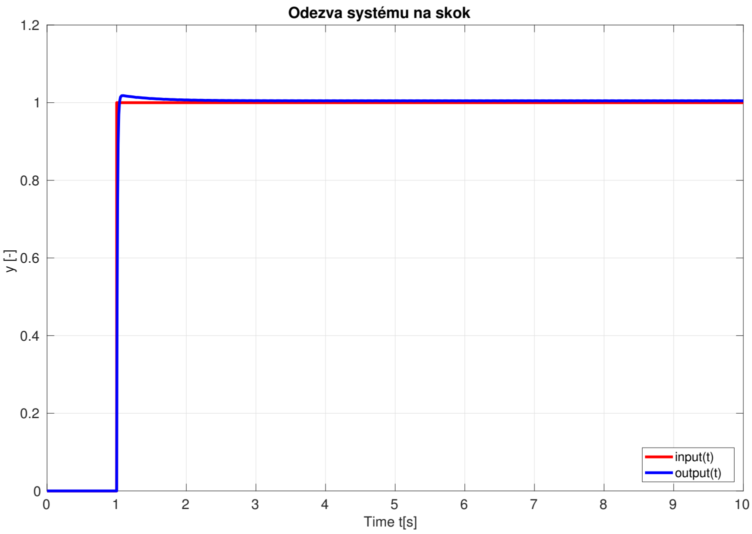
Pokud vyjádříme ustálenou hodnotu odchylky na skok pro $C(s) = 1$ dostáváme

$$e_{ss,step} = \lim_{s\to 0} sH_{y,r}(s)\frac{1}{s} = \frac{1}{1 + \lim_{s\to 0} L(s)} = \frac{1}{1 + K_p}, \tag{6}$$

kde K_p je konstanta polohy a pro náš případ, kde $C(s) = C$ je pouze proporcionální regulátor, platí

$$K_p = \lim_{s\to 0} = 2C. \tag{7}$$

Pokud chceme dosáhnout nulové odchylky $e_{ss,step}$ stačí pouze zvyšovat konstantu C, čímž dosáhneme menší odchylky.
Velkých zesílení nelze ale často dosáhnout, proto použijeme určitou "rozumnou"hodnotu - pro C= 100, již nelze překmit téměř pozorovat.



Obrázek 3: Odezva bez zpětnovazebního regulátoru pro C(s) = 100

Reference

[1] Leslie Lamport, *LATEX: A Document Preparation System*. Addison Wesley, Massachusetts, 2nd Edition, 1994.

[2] LATEXtutorials, http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/

[3] Studenti předmětu ARI 2011, *ARI song (videoklip)* http://www.youtube.com/watch?v=5gDfQK7dD7c