

ROBUST CONTROLLERS

Michal Dobias

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xdobia04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Pivoňka

E-mail: pivonka@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This text deals briefly with robustness which is one of the characteristics of controllers. This attribute is described in the text; there are two ways described of its examination and a simple review of the results. These two ways of evaluation of the robustness are applied on a chosen kind of controllers (PSD, adaptive PSD and LQ controller). All the tests are accomplished in MATLAB- Simulink program.

1. ÚVOD

V dnešnej dobe je pestrosť a počet úloh, v ktorých sú nasadené regulátory veľmi početná. V týchto úlohách sa môže jednať o jednoduché riadenie teploty v miestnosti až po sústavu niekoľkých regulátorov obsluhujúcich výrobnú linku. Jednou z požiadaviek na takýto regulátor môže byť práve robustnosť.

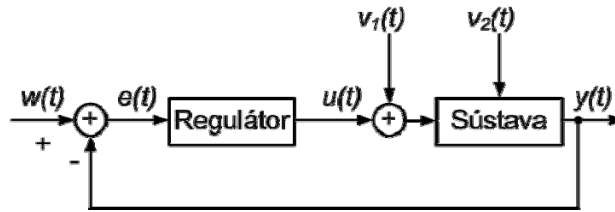
2. ROBUSTNOSŤ REGULÁTOROV

Slovník pojem robustnosť definuje v ako sila, mohutnosť alebo „vlastnosť byť silný“, prípadne „kvalita byť odolný proti preťaženiu, nátlaku alebo zmenám v pracovnom postupe, procese; či náhodám alebo nepredvídaným okolnostiam“. Jedná sa o takú dynamiku regulačného obvodu, ktorá umožní regulátoru vykonávať činnosť podľa požiadavkov na vybranej sústave aj v prípade, že ide o sústavu, ktorá v priebehu času mení svoje vlastnosti. Práve preto je dôležité, aby regulátor bol schopný s takýmito zmenami pracovať, keďže tieto zmeny nie sme schopný dostatočne presne určiť a predvídať počas návrhu regulátoru.

2.1. POPIS REGULAČNÉHO DEJU

Pre porovnanie vybraných typov regulátorov na základe integrálnych kritérií (kvadratické, ITAE) bol navrhnutý regulačný proces (Obrázok 1), ktorý je popísaný takto:

- $t = 0$ s je veličina $w(t)$ nastavená skokom z hodnoty nula na hodnotu jedna. Tento interval je označený ako t_1 a je rovný 100 s.
- po uplynutí t_1 je na vstup sústavy privedená porucha $v_1(t)$ v tvare jednotkového skoku. Tento interval je označený ako t_2 a je rovný 100 s.
- po skončení t_2 začína pôsobiť porucha $v_2(t)$ v tvare jednotkového skoku a tento trvá 100 s. Po uplynutí tohto intervalu je regulačný proces ukončený.



Obrázok 1 Popis regulačného obvodu.

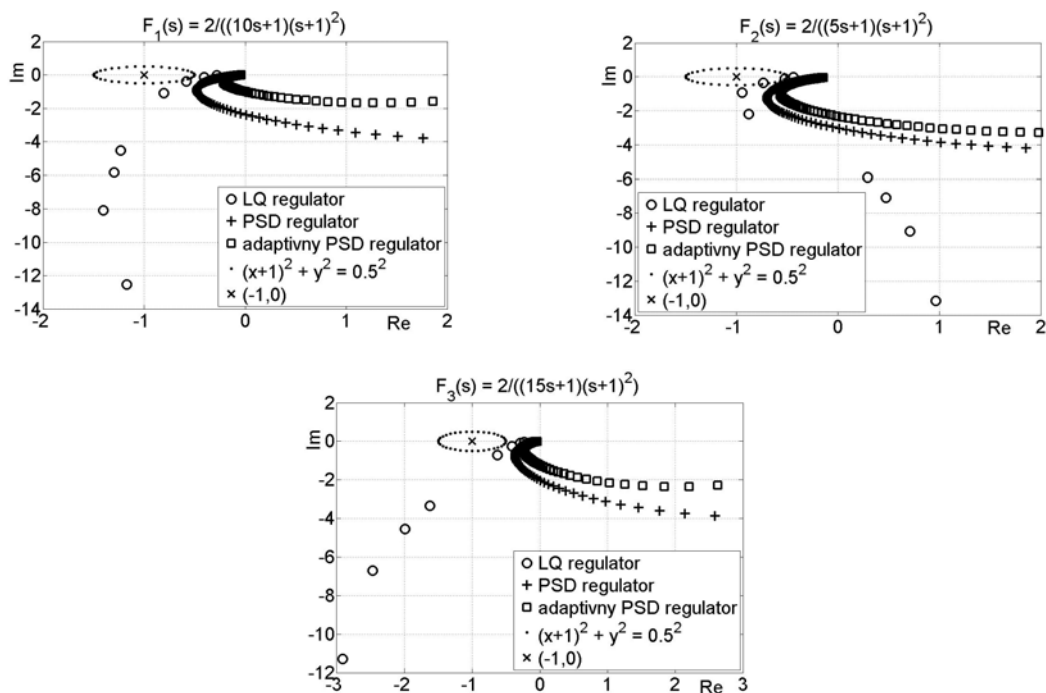
2.2. ZÁSoba STABILITY V MODULE

Ďalším spôsobom porovnania regulátorov je vyšetrovanie zásoby stability v module daného otvoreného regulačného obvodu. Princípom je, že v komplexnej rovine je zostrojená okolo bodu $[-1,0]$ kružnica s polomerom r a priebeh frekvenčnej charakteristiky daného systému nesmie pretínať túto kružnicu.

3. VÝSLEDKY SIMULÁCIÍ

Pre účel tohoto článku boli vybrané tri regulátory, ktorých výsledky budú porovnané nižšie v texte. Sú to tieto nasledovné typy:

- PSD regulátor $F_R(z^{-1}) = \left[1 + \frac{T}{T_I} \frac{z^{-1}}{1+z^{-1}} + \frac{T_D}{T} \left(1 - e^{-\frac{TN}{T_D}} \right) \frac{1-z^{-1}}{1 - e^{-\frac{TN}{T_D}} z^{-1}} \right] [1]$ (1)
- Adaptívny PSD regulátor s použitím algoritmom (1) a online identifikáciou pomocou metódy najmenších štvorcov
- Kvadratický optimálny regulátor (LQ regulátor)



Obrázok 2 Výsledky vyšetrovania zásoby stability v module otvoreného regulačného obvodu.

	PSD reg.		Adapt. PSD reg.		LQ reg.	
	Kvadr.	ITAE	Kvadr.	ITAE	Kvadr.	ITAE
$F_1(s)$	2,5	644,3	4,1	1364,0	5,8	1222,0
$F_2(s)$	1,7	434,8	3,3	762,3	4,3	858,5
$F_3(s)$	3,3	861,8	6,0	2214,0	7,3	1702,0

Tabuľka 1 Výsledky integrálnych kritérií.

4. ZÁVER

Výsledky prezentované v tomto texte boli súčasťou druhého semestrálneho projektu a tiež doplnené o nové poznatky, ktoré budú prezentované v diplomovej práci. V tomto texte sú uvedené dva možné prístupy k porovnaniu robustnosti regulátorov. Prvým sú výsledky získané pomocou integrálnych kritérií (konkrétne kvadratického a ITAE kritéria) a je nimi vyšetřovaný vyššie popísaný regulačný dej, kde nám kritéria podávajú určitý obraz o kvalite regulácie a v dôsledku úmyselne spôsobenej zmeny parametra sústavy aj o ich robustnosti. Integrálne kritéria poskytli najlepšie výsledky pre klasický PSD regulátor s algoritmom (1). Druhým spôsobom porovnania robustnosti regulátorov je vyšetřenie zásoby stability v module. Tento spôsob vyhodnotil adaptívny PSD regulátor ako najlepší v porovnaní so zvyšnými dvomi regulátormi. Je dôležité spomenúť, že parametre použitých PSD regulátorov boli navrhnuté pomocou modifikovanej metódy Ziegler – Nichols; pre adaptívny PSD regulátor bol použitý algoritmus uvedený v [2] a LQ regulátor bol navrhnutý metódou pokus - omyl s prihliadnutím na čo najkratší regulačný dej s minimálnym prekmitom. Všetky regulátory pracovali s periódou vzorkovania $T = 0,1$ s a použitý model sústavy mal prenosovú funkciu $F_1(s) = \frac{2}{(10s+1)(s+1)^2}$. Pre simuláciu zmeny parametra sústavy boli použité tieto prenosové funkcie $F_2(s) = \frac{2}{(5s+1)(s+1)^2}$ $F_3(s) = \frac{2}{(15s+1)(s+1)^2}$. Vidíme, že veľkosť zmeny globálnej konštanty sústavy je pre obidva prípady značne radikálna. Z uvedených obrázkov a výsledkov simulácií je môžeme pozorovať dôležitý výsledok, ktorý hovorí o tom, že vybrané regulátory boli schopné aj po zmene prenosovej funkcie sústavy úspešne a bezpečne regulovať túto sústavu.

LITERATURA

- [1] Pivoňka, P., Schmidt, M.: Comparative Analysis of Discrete Derivative Implementations in PID Controllers. VUT FEKT Brno 2007.
- [2] Pivoňka, P.: Číslicová řídicí technika. Skriptum, VUT FEKT, Brno, 2003.
- [3] Dobias, M.: Robustnost regulátorů. Semestrální práce II, VUT FEKT Brno, 2008.