

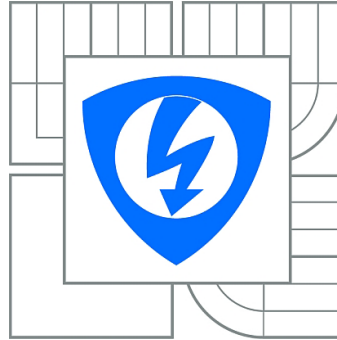
Regulace fyzikální soustavy:

Projekt do předmětu Číslicová řídicí technika

Vypracoval: **Pavel Vejnar** **134657**
Michal Zátopek **136589**

Email: xvejna02@stud.feec.vutbr.cz
xzatop03@stud.feec.vutbr.cz

Datum: **2.12.2012**



Zadání:

Realizujte diskrétní PID a β -PID regulátory v s-funkci v prostředí MATLAB/Simulink. S-funkce by měla umožňovat přepínání mezi automatickým a manuálním režimem, beznárazové přepínání mezi regulátory a volitelný filtr žádané hodnoty. Tyto řídicí algoritmy následně implementujte do programovatelného automatu. Jako regulovanou soustavu použijte jeden Vámi zvolený fyzikální model v laboratoři CLG.

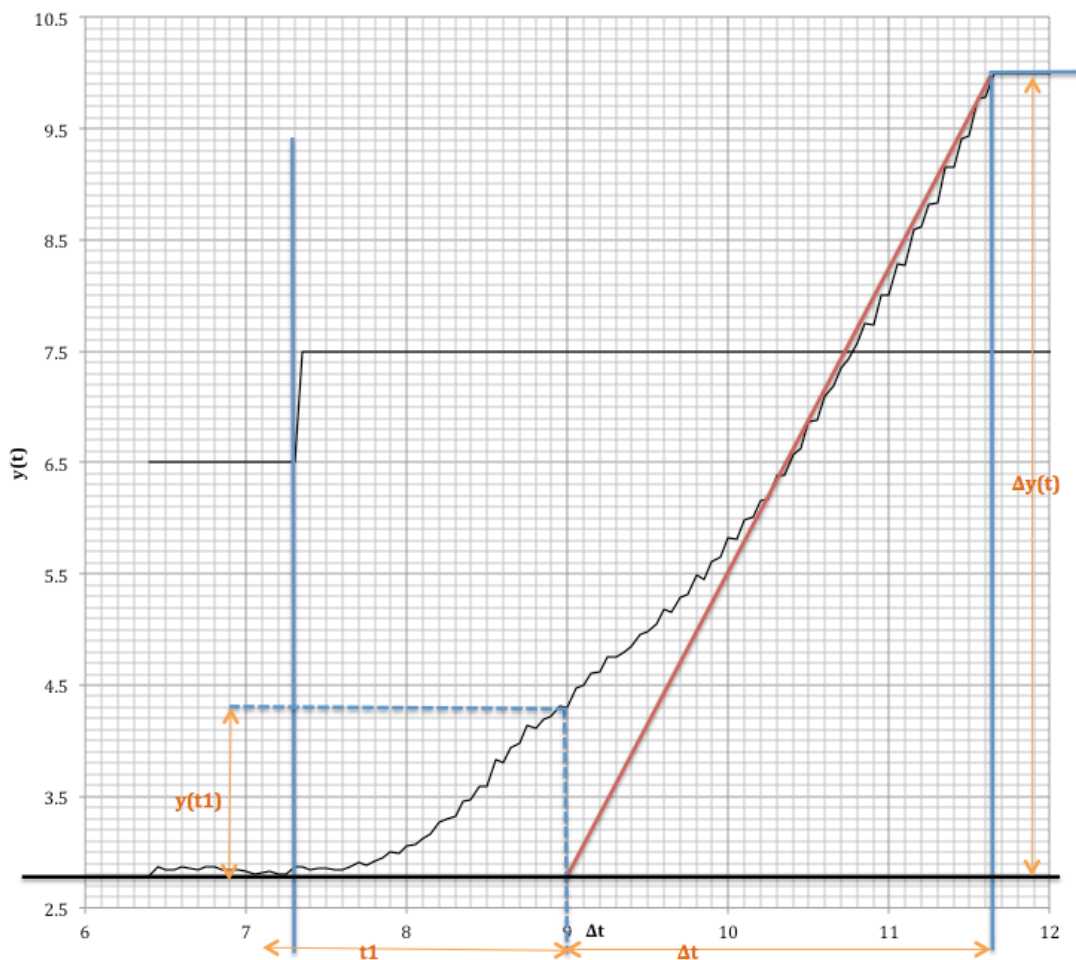
Vypracování:

MĚŘENÍ NA FYZIKÁLNÍ SOUSTAVĚ:

Nalezení vhodného matematického modelu jsme prováděli pomocí aproximace astatické soustavy. Celou identifikaci značně znepříjemnilo čidlo měřící výšku kelímku. Funguje až od určité výšky kelímku. Není tedy možné odměřit kompletní přechodovou charakteristiku.

Pomohli jsme si tedy, že při hodnotě 6.5 (z 10) je kelímek zhruba v ustálené poloze a jeho výška se mění zanedbatelně. Následný jednotkový skok na 7.5, nám vykreslil potřebnou přechodovou charakteristiku, kde se následně daly odečíst všechny potřebné parametry.

- $\Delta y(t) = 7.3$
- $\Delta t = 2.65$
- $y = 1.7$
- $t_1 = 1.7$



Obr. 1 Přechodová charakteristika s odečtenými parametry

MATEMATICKÝ MODEL SOUSTAVY:

Astatickou soustavu lze aproximovat operátorovým přenosem:

$$G(s) = \frac{k_v}{s(Ts + 1)^n}$$

Kde:

$$k_v = \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\Delta y(t)}{\Delta t} = \left(\frac{7.3}{2.65} \right) = 2.7547$$

n	1	2	3	4	5	6
$\frac{y(t_1)}{k_v \cdot t_1}$	0,368	0,271	0,224	0,195	0,175	0,16

Tabulka 1 pro odečtení poměru

$$f(n) = \frac{y(t_1)}{k_v \cdot t_1} = \frac{1.7}{2.7547 \cdot 1.7} = 0.363$$

Hodnotu poměru dosadíme do Tabulky 1 a odečteme hodnotu n , tj. 1

A dopočítáme T :

$$T = \frac{t_1}{n} = 1.7$$

Nyní dosadíme do operátorového přenosu:

$$G(s) = \frac{2.7547}{s(1.7s + 1)^1}$$

Získali jsme tedy matematický model soustavy.

PARAMETRY REGULÁTORU:

Pro nalezení vhodných parametrů jsme zvolili Ziegler-Nicholsonovu metodu.

Výpočet byl proveden pomocí Matlabu.

Nejprve jsme nastavili soustavě zpoždění 0.2s, způsobené především roztáčením a zastavováním ventilátoru.

`set(Fsp, 'InputDelay', 0.2)`

Padeho aproximací jsme provedli výpočet soustavy

`Fspad=pade(Fsp, 4)`

Funkce Margin určí kritickou hodnotu zesílení a periodu soustavy

`[Gm, Pm, Wcg, Wcp] = margin(Fspad)`

a hodnoty jsou následující:

- $Gm=1.898$
- $Wcg=1.6821$

Poté, podle tabulkových hodnot, dopočítáme jednotlivé složky v regulátoru

$K = 0.6 \quad Gm = 1.1099$

$T_{krit} = (2 \pi) / Wcg = 3.7354$

$T_i = 0.5 \quad T_{krit} = 1.8677$

$T_d = 0.125 \quad T_{krit} = 0.4669$

Pro výsledné regulátory jsme zvolili N 10 a periodu vzorkování 0.05s, což je perioda nastavená i v Automation Studiu.

REALIZOVANÉ ALGORITMY S-FUNKCE:

Naše realizovaná SFCN má 3 vstupy a 1 výstup. První vstup je žádaná hodnota, druhý je vstup ze zpětné vazby a třetí je pro přepnutí mezi regulátory (PID=0, B-PID=1). Výstupem je akční zásah.

Žádaná hodnota je upravena pomocí filtru žádané hodnoty.

$$Y = \alpha U + (1 - \alpha) \cdot U(k-1) - a \cdot Y(k-1)$$

Kde

$$a = e^{\frac{-T_s}{T_d + T_i}}$$

Diskrétní PID regulátor jsme realizovali pomocí rovnice

$$F_R(z^{-1}) = K_R \left(1 + \frac{T_D}{T} (1 - z^{-1}) + \frac{T}{T_I} \frac{1}{1 - z^{-1}} \right)$$

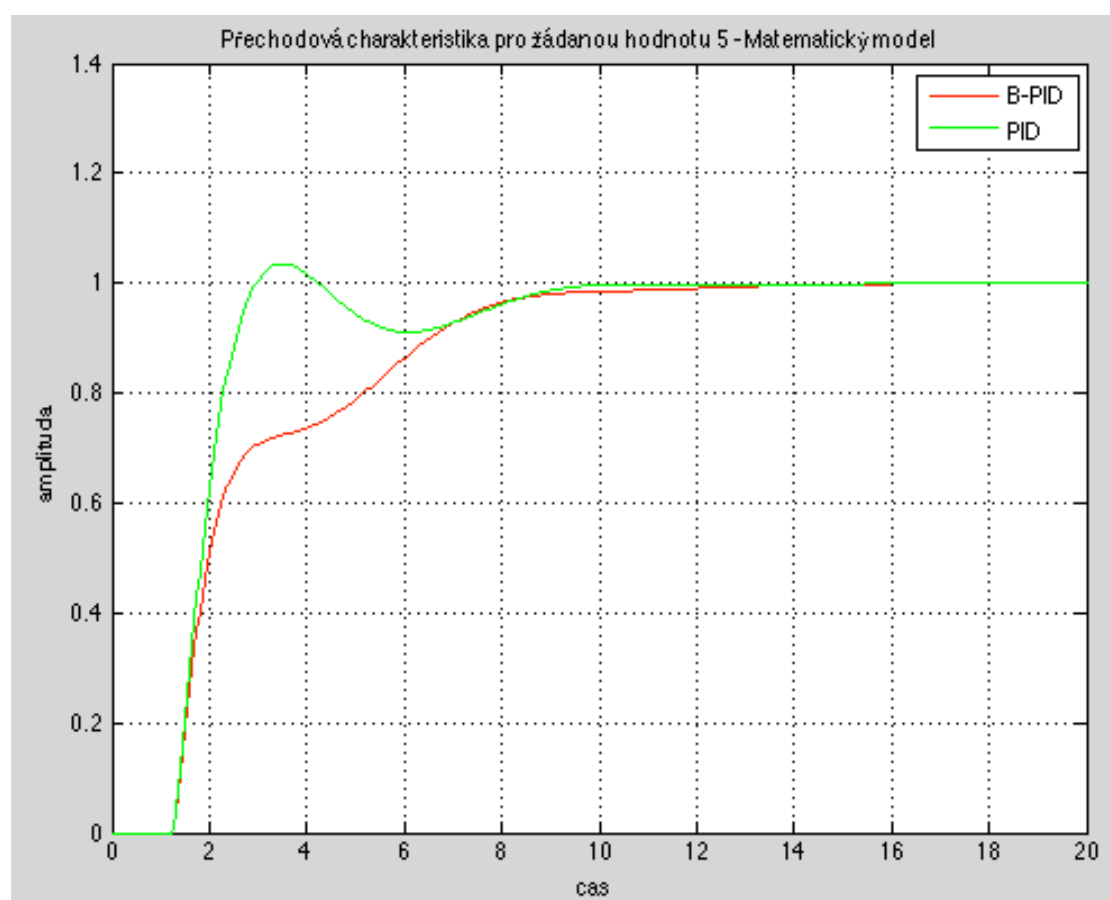
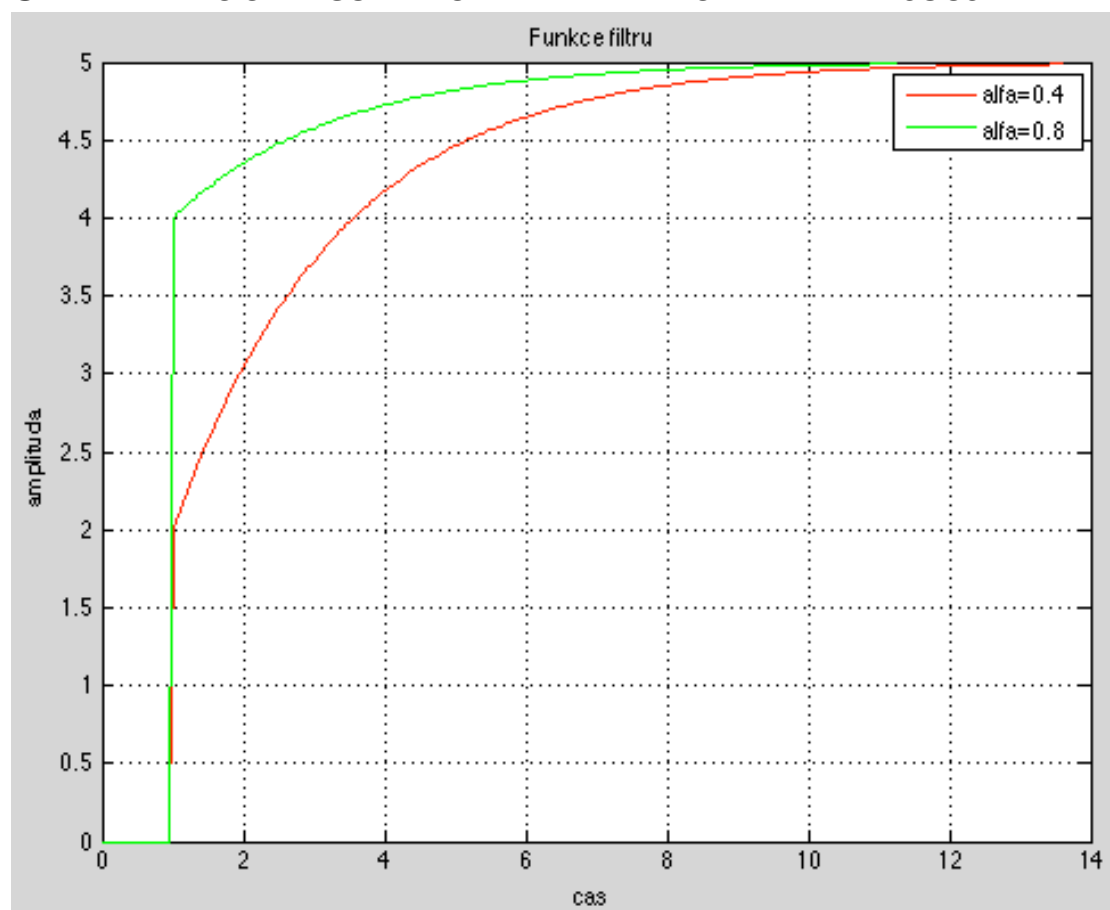
Diskrétní B-PID regulátor jsme realizovali pomocí rovnice

$$U(z) = K \left(\beta W(z) - Y(z) + \frac{T_z^{-1}}{T_I (1 - z^{-1})} (W(z) - Y(z)) - N \frac{1 - z^{-1}}{1 - e^{\frac{-T_s}{T_D}} z^{-1}} Y(z) \right)$$

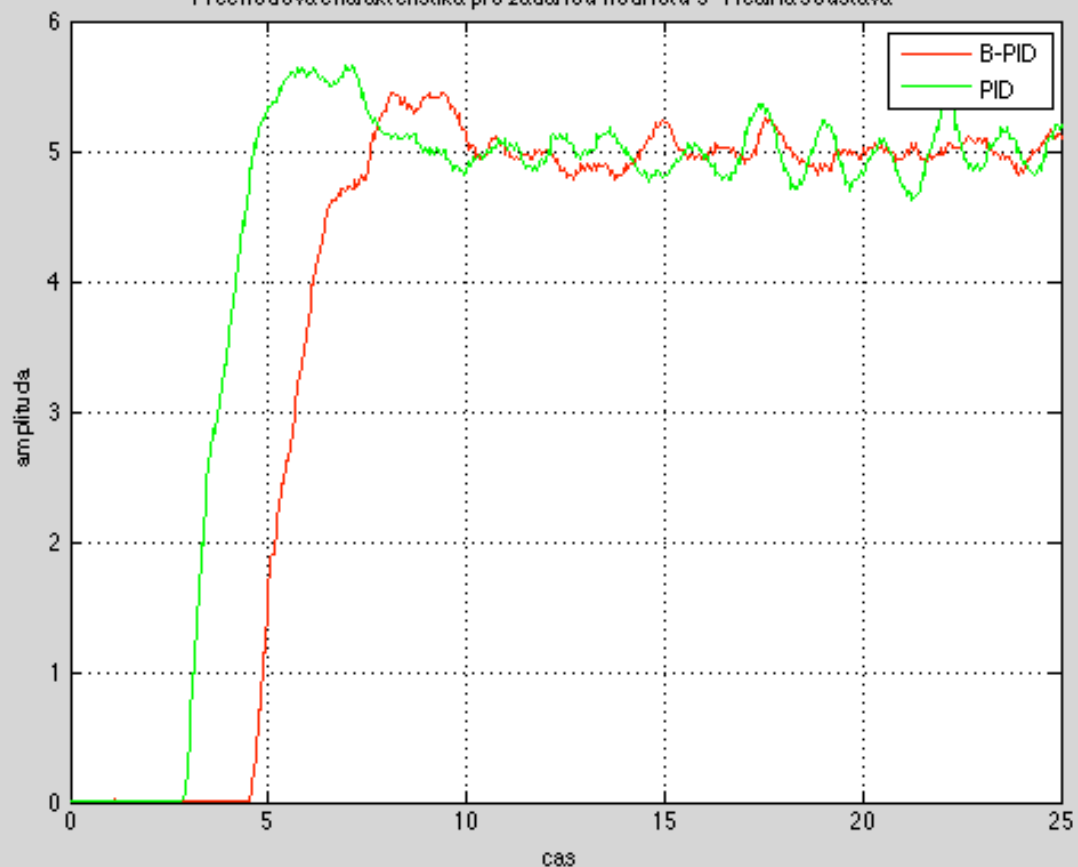
Dále jsme do obou regulátorů implementovali antiwindup, omezením integrační složky.

A nakonec jsme přidali bez nárazové přepínání mezi regulátory, kde principem je přepočítání integrační složky.

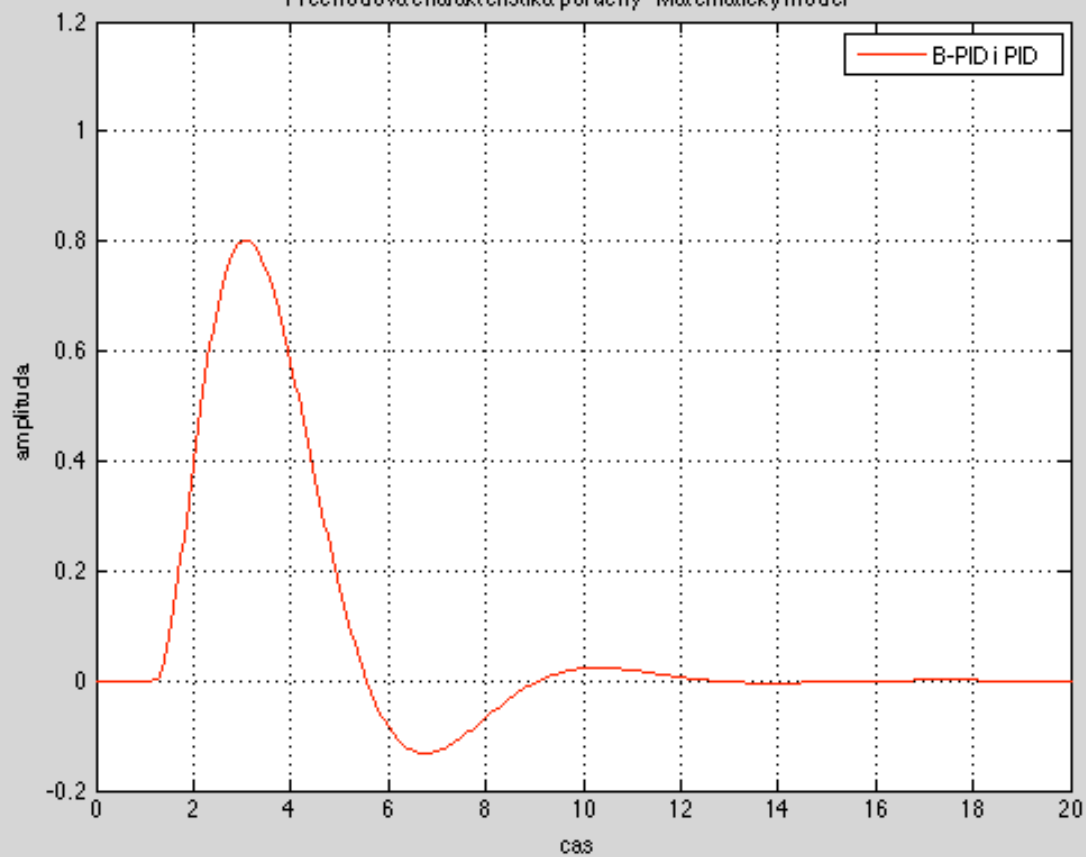
OVĚŘENÍ ŘÍDÍCÍCH ALGORITMŮ NA MATEMATICKÉ A REÁLNÉ SOUSTAVĚ:

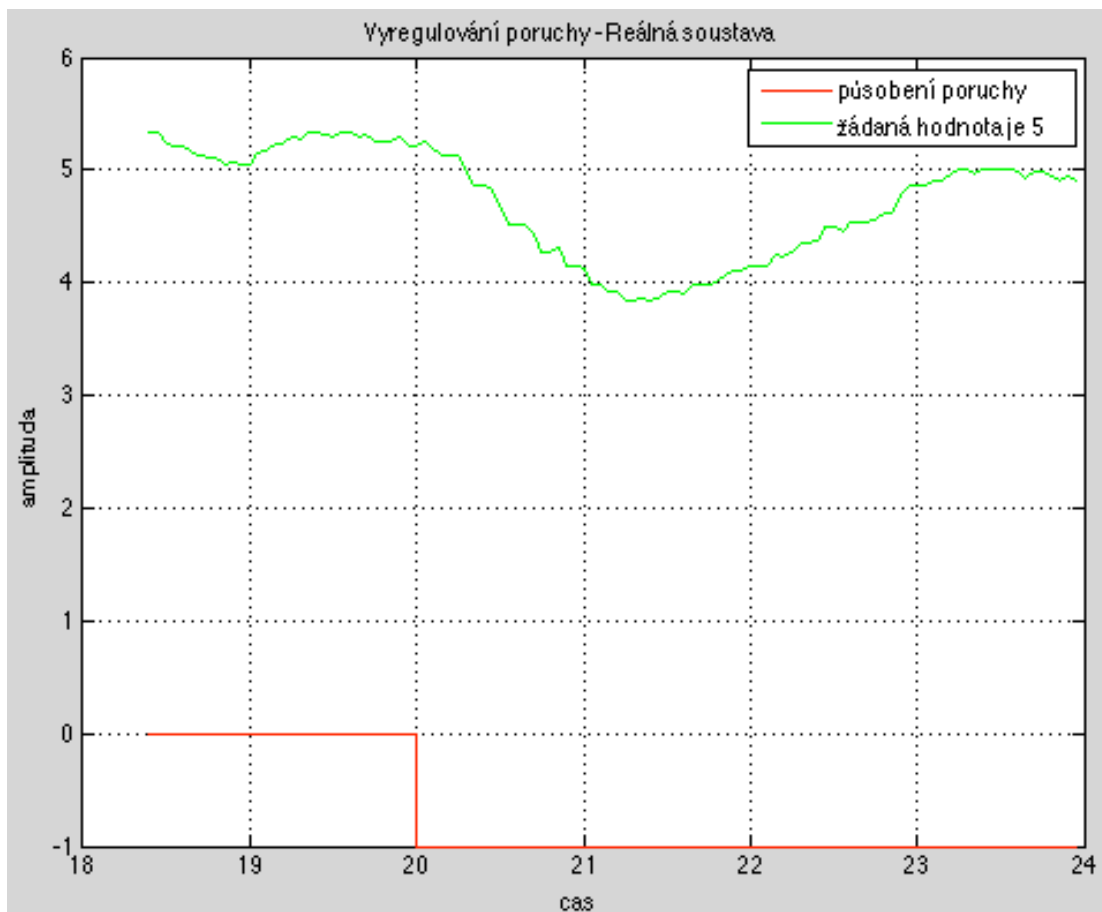


Prechodová charakteristika pro žádanou hodnotu 5 - Reálná soustava



Prechodová charakteristika poruchy - Matematický model





Závěr:

Reálnou soustavu se nám podařilo uregulovat s odchylkou 10%. Matematický model jsme však uregulovali s ustálenou odchylkou 0%. Konstantní porucha se nám podařila vyregulovat. Reálná soustava se občas chová nepředpokladatelně, neboť výškové čidlo zkreslí hodnotu. Identifikaci soustavy jsme museli provádět z konstantní výšky při roztočeném ventilátoru, protože čidlo nepracuje v celém rozsahu.

Zdroje:

- [1] PIVOŇKA, P.: Číslicová řídicí technika, VUT Brno, skriptum, 2003.
- [2] <http://sites.google.com/site/modelovaniidentifikasi/>
- [3] http://195.178.89.122/CAAC_PHP/CAAC/cesky/identifikace/apr_asvr/apr_asvr.php
- [4] http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17354
- [5] http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15107