

Regulácia výšky hladiny

Cvičenie č. 10

Spojité procesy

Filip Lobpreis
Matúš Machata
6. apríla 2023

Obsah

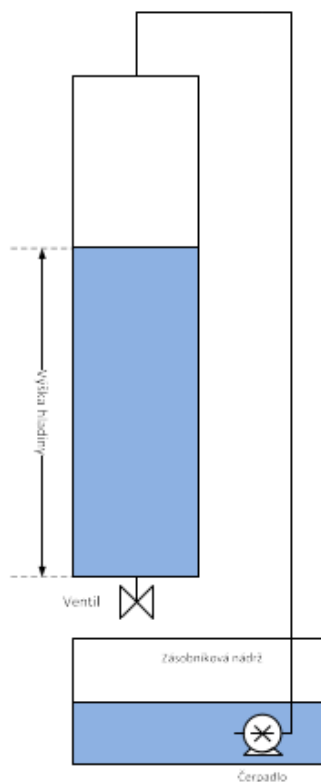
1	Zadanie	1
2	Pomôcky	3
3	Merania	3
3.1	Meranie 1	3
3.2	Hysteréza s hodnotou 0,5	5
3.3	Hysteréza s hodnotou 0,8	6
4	Zhrnutie	7

1 Zadanie

Cieľom zadania je osvojiť si postup návrhu regulácie výšky hladiny na laboratórnom modeli a experimentálne overiť navrhnuté riešenie.

Uvažujeme laboratórny model hydraulického systému podľa obr. 1, ktorý sa skladá z valcovej nádrže, manuálneho ventilu, tlakového snímača výšky hladiny, čerpadla a zásobníkovej nádrže. Čerpadlo vytláča vodu do valcovej nádrže. Odtiaľ tečie voda cez manuálny ventil do zásobníkovej nádrže.

Regulovanou veličinou je výška hladiny vo valcovej nádrži, akčnou veličinou je prietok čerpadla. Prietok čerpadla je ovládaný pomocou riadiaceho napätia zosilňovacím členom v rozsahu 0-12V. Snímač tlaku má výstup 0-10V a hodnota tlaku je prepočítavaná na výšku hladiny.



Obr. 1. Laboratórny model hydraulického systému

Obr. 1: Prvá časť zadania z cvičenia č. 9 z predmetu spojité procesy

Na riadenie systému je použitý PID regulátor. Obmedzenie výstupu regulátora je zabezpečené anti wind up systémom, kde pri dosiahnutí hranice obmedzenia je vypnutá integračná zložka. Bez takejto úpravy by regulátor mohol zvyšovať výstup integračnej zložky za obmedzenia. Po zmene regulačnej odchýlky by integračná zložka mohla pôsobiť proti ostatným zložkám a znemožnila by tak zmenu výstupu regulátora, tzv. wind up efekt.

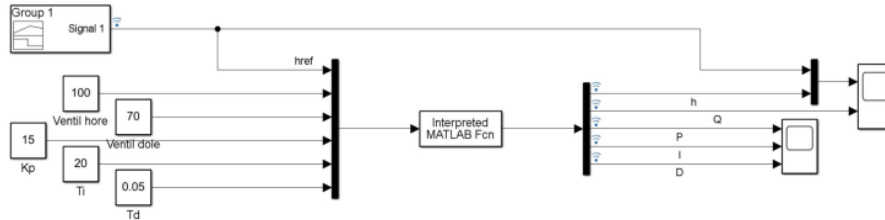
Úlohy:

1. Navrhnete PID regulátor výšky hladiny a experimentálne ho overte na laboratórnom modeli.
2. Vykonajte aspoň 6 experimentov s rôznym nastavením parametrov PID regulátora. Analyzujte vplyv jednotlivých zložiek regulátora (K_p , T_i a T_d) na výslednú kvalitu regulácie. Pokúste sa dosiahnuť čo najlepšiu kvalitu regulácie.
3. Urobte písomné zhrnutie a diskusiu dosiahnutých výsledkov.
4. Vypracovaný dokument pre laboratórne cvičenie uložte vo formáte pdf pod názvom *cv10_Priezvisko1_Priezvisko2* do miesta odovzdania v AIS.

Obr. 2: Druhá časť zadania z cvičenia č. 9 z predmetu spojité procesy

2 Pomôcky

V tomto zadání je našou úlohou experimentálne overiť návrh regulácie výšky hladiny na laboratórnom modeli hydraulického systému a overiť navrhované riešenie. Pri tomto zadání sme použili už preddefinovanú schému v programe *Simulink* (Obr. 3).



Obr. 3: Schéma modelu z cvičenia č. 9 z predmetu spojité procesy

V tomto zapojení vidíme viacero vstupných signálov, tie sú už preddefinované. **href** (referenčná výška hladiny), **Ventil hore** (prietok vstupného prietoku do nadrž), **Ventil dole** (prietok výstupného prietoku nadrž). Hodnoty, ktoré sa budú meniť v priebehu meraní sú parametre *PID* regulátora.

$$G_R(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

má nasledujúci priebeh (viď Obr. ??).

Signál **d** reprezentuje poruchu systému. Poruchovou veličinou sú otáčky ventilátora, ktoré sú závislé

3 Merania

3.1 Meranie 1

V prvom zadání sme zvolili hodnoty parametrov regulátora nasledovne: K_p 15, T_i 20 T_d 0,05. Výsledok simulácie môžeme vidieť na obrázkoch

V prvej časti merania (od času 0s po 300s) máme žiadanú teplotu 28°C s ventilátorom zapnutým na 100%. V druhej časti merania (od času 300s po 600s) máme žiadanú teplotu 31°C s ventilátorom zapnutým na 100%. V tretej časti merania (od času 600s po 900s) máme žiadanú teplotu 31°C s ventilátorom zapnutým na 25% a v poslednej časti merania (od času 900s po 1800s) má systém vertikálne investované správanie ako prvé dve časti merania. Systém má žiadanú hodnotu teploty nastavenú na 31°C a ventilátor je zapnutý na 100% a prechádza do stavu, kde je žiadaná hodnota teploty 28°C a ventilátor zostane zapnutý na 100%. 1.

3.2 Hysteréza s hodnotou 0,5

V druhom meraní máme zvolenú hodnotu hysterézy 0,5. Rozdelenie časti simulácie je rovnaké ako v prvom meraní. Rozdiel nastáva v responzívnosti systému na zmenu teploty. V druhom meraní je responzívnosť systému menšia meranej teploty na snímači T2 je menšia a zároveň aj strmosť tejto zmeny je menšia.

3.3 Hysteréza s hodnotou 0,8

Tak isto ako pri druhom meraní, frekvencia a strmosť zmeny teploty T2 sa zmenšili kvôli zvýšeniu hodnoty hysterézy

4 Zhrnutie

tým máme menšiu periódu zapínania, resp. vypínania ohrievacej špirály. Zároveň sme mohli vidieť zmenu strmosti zmeny teploty na snímači T2. Túto strmosť a taktiež aj frekvenciu ovplyvňuje aj vypnutie ventilátora, čo si môžeme všimnúť v čase od 600s po 900s na každej simulácii v už spomínaných obrázkoch. Hodnota hysterézy teda ovplyvňuje dvojpólovú reguláciu výstupnej teploty. ak nám záleží na najpresnejšom udržiavaní žiadanej hodnoty, tak sa nám oplatí zvoliť si menšiu hodnotu hysterézy. Naopak ak chceme dosiahnuť čo najmešie zaťaženie ohrievacej špirály tak je vhodné zvoliť si väčšiu hodnotu hysterézy.