

Vzduchová levitace – seřizování PID regulátoru

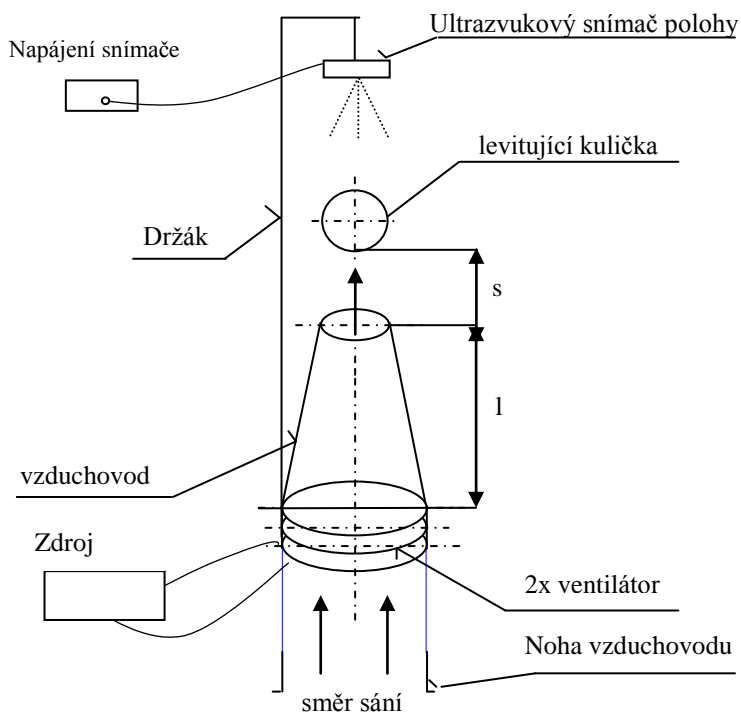
Obsah:

1. Seřízení PID regulátoru podle kritického nastavení regulačního obvodu metodou Ziegler-Nichols. (strana 2)
2. Hodnocení průběhu regulačního pochodu uzavřeného regulačního obvodu (URO) s různými typy regulátorů (P, PI, PD, PID). (strana 4)

Popis úlohy:

Regulovanou veličinou $L_y(t)$ je poloha levitujícího tělesa (polystyrénový míček) o průměru $d = 40\text{mm}$, které se pohybuje v proudu vzduchu. Rozsah tohoto pohybu je dán veličinou s (2-18cm od vyústění vzduchovodu - viz Obr.1).

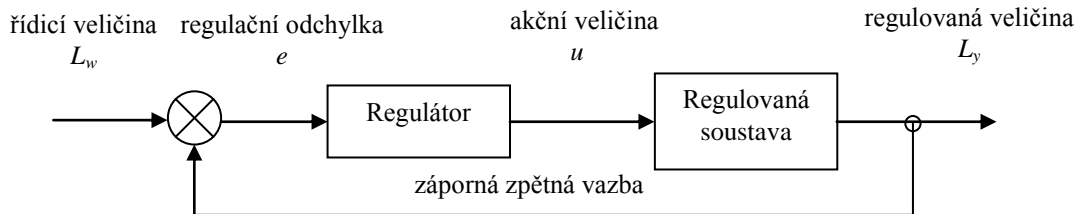
K regulaci polohy je použit PID regulátor, který byl realizován v programu *Matlab – Simulink*. Ke snímání skutečné hodnoty levitujícího tělesa L_y je použit ultrazvukový snímač.



Obr. 1 Schéma úlohy Vzduchová levitace

Uzavřený regulační obvod

Na Obr. 2 je schéma uzavřeného regulačního obvodu (URO), který tvoří PID regulátor a samotná soustava.



Obr.2 Uzavřený regulační obvod úlohy „Vzduchová levitace“

Řídicí veličinou w je námi žádaná výška levitujícího tělesa L_w , která se porovnává se skutečnou polohou, vzniká tzv. regulační odchylka e . Akční veličinou u je v našem případě napájecí napětí U_{pr} vstupující do ventilátorů (proud vzduchu vyvozeného v sérii řazených ventilátorů je úměrný vstupnímu napětí). Výstupní regulovanou veličinou je výška levitujícího tělesa L_y .

1. Seřízení PID regulátoru metodou kritického nastavení podle Zieglera-Nicholse

Regulační obvod lze při určitém nastavení parametrů přivést na hranici stability - tj. do netlumeného a samobuzeného kmitavého průběhu regulované veličiny. Metoda navržená Zieglerem a Nicholsem předpokládá vyřazení integrační a derivační složky ($T_i \rightarrow \infty$, $T_d \rightarrow 0$) používaného PID regulátoru a nalezení takového zesílení r_0 (tzv. **kritické zesílení r_{0k}**), při kterém dojde k výše popsanému průběhu. Na hranici stability kmitá obvod netlumenými kmity o konstantní amplitudě A . Doba těchto kmitů se nazývá **kritická perioda T_k** . Na základě dvou parametrů r_{0k} a T_k zjistíme podle vztahů uvedených v Tab. 1 optimální hodnoty stavitelných parametrů PID regulátoru.

Poznámka:

Pro nastavení PID regulátoru je doporučena žádaná výška (řídící veličina) $L_w = 10$ cm.

Doporučený postup:

- Ve Win2000 spusťte úlohu kliknutím na ikonu „Vzduchová levitace – seřízení PID regulátoru“ a vyčkejte úplného spuštění aplikace.
- Proveďte nastavení hodnoty žádané výšky levitujícího tělesa $L_w = 10$ cm (Obr. 3).
- Zvolte typ regulátoru „PID“ a vyřaďte ID složku na zvoleném PID regulátoru (Obr. 4).
- Vlastní regulační pochod (s parametry $T_i \rightarrow \infty$, $T_d \rightarrow 0$ a např. $r_0 = 0.5$) probíhá po spuštění simulace příkazem Start (Obr. 5)
- Pozvolna zvyšujte zesílení r_0 proporcionální složky PID regulátoru.
- Zvyšujte hodnotu parametru r_0 , dokud nedosáhnete ustálených kmitů soustavy (Obr. 6), které odpovídají kritickému zesílení r_{0k} .



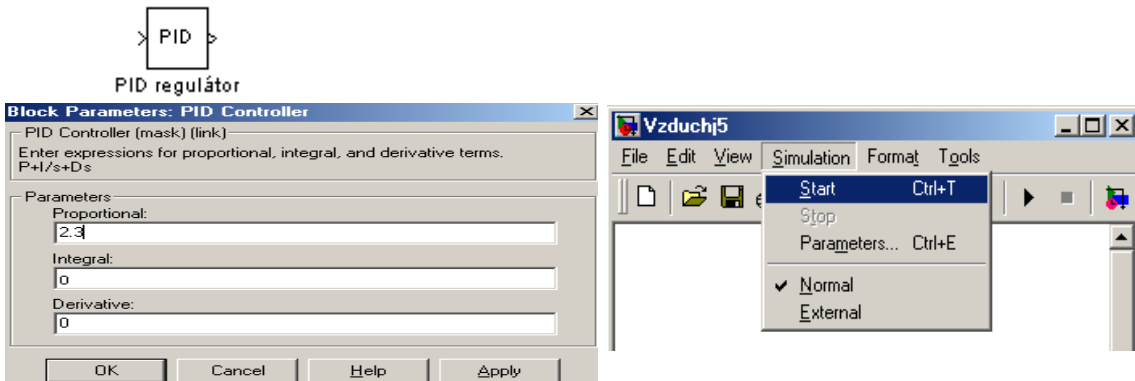
Obr. 3 Nastavení žádané výšky L_w

- g) Hodnota r_0 odpovídá kritickému zesílení r_{0k} . Ze záznamu určete kritickou periodu soustavy T_k [s].
- h) Na základě takto zjištěných hodnot a pomocí níže uvedené Tab. 1 vypočítejte optimální hodnoty parametrů (r_0 , T_i , T_d) nastavení PID regulátoru.

Tab. 1

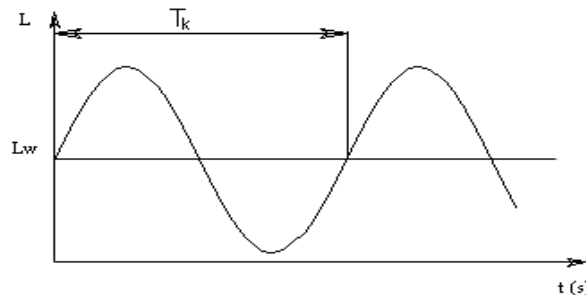
Typ reg.	r_0	T_i	T_d
PID	$0.6r_{0k}$	$0.5T_k$	$0.12T_k$

- i) Vypočítané parametry (r_0 , T_i , T_d) nastavte v bloku PID regulátoru podle Obr. 7.



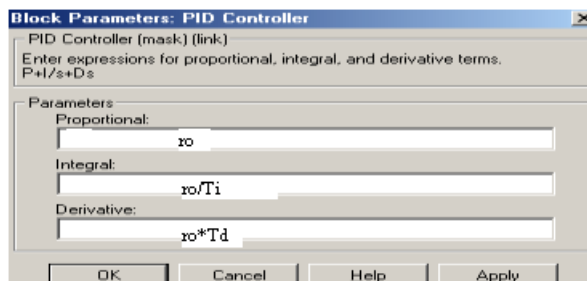
Obr. 4 Vyřazení ID složky na PID regulátoru

Obr. 5 Start regulačního pochodu



Obr. 6 Záznam kmitavého netlumeného průběhu regulované veličiny L_y při dosažení r_{0k}

- j) Na základě zjištěných průběhů $L_y(t)$ zhodnoťte vliv parametrů PID regulátoru na regulační pochod.



Obr. 7 Nastavení parametrů (r_0 , T_i , T_d) pro zvolený PID regulátor

2. Průběh regulačního pochodu uzavřeného regulačního obvodu URO s různými typy regulátorů (P, PI, PD, PID)

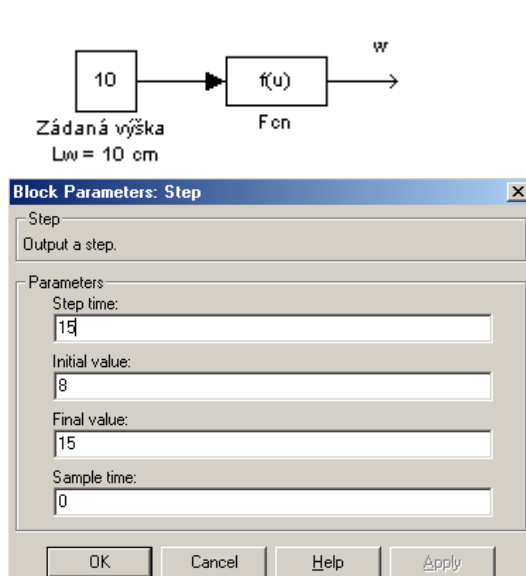
Průběh regulačního pochodu (např. překmit či útlum regulované veličiny, doba regulace) ovlivňuje zvolený typ regulátoru, který je v uzavřeném obvodu (Obr. 2) zapojen. V případě, že je zjištěna kritická hodnota zesílení r_{0k} a zároveň kritická perioda T_k , je možné vypočítat dle tabulky (Tab. 2) stavitelné optimální parametry pro využití různých typů regulátorů.

Tab.2 Stanovení parametrů regulátoru metodou Zigler - Nichols

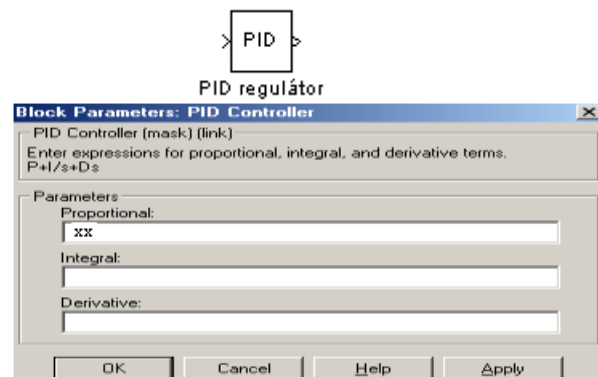
Typ regulátoru	r_0	T_i	T_d
P	$0.5 r_{0k}$	-	-
PI	$0.45 r_{0k}$	$T_k/1.2$	-
PD	$0.4 r_{0k}$	-	$T_k/20$
PID	$0.6 r_{0k}$	$T_k/2$	$T_k/8$

Doporučený postup:

- Zvolte průběh změny hodnoty žádané výšky levitujícího předmětu $L_w = 8$ cm na hodnotu $L_w = 15$ cm za dobu $t = 15$ s. (Obr.8).
- V dialogovém okně regulátoru (Obr. 9 – zvolte opět typ regulátoru „PID“) nastavujte vypočítané hodnoty stavitelných parametrů podle Vámi zvoleného typu regulátoru.
- Vlastní regulační pochod probíhá po spuštění simulace příkazem Start (Obr. 5)
- Postupně využívejte pro regulaci různých typů regulátorů s Vámi vypočítanými stavitelnými parametry (viz Tab.2).



Obr. 8 Nastavení změny hodnoty žádané veličiny L_w



Obr. 9 Nastavení parametru regulátoru typu P

- Podle průběhu regulačního pochodu (resp. regulované veličiny L_y) zhodnoťte kvalitu tohoto pochodu a vhodnost volby typu regulátoru pro několik různých hodnot žádané veličiny L_w . Záznam $L_y(t)$ přiložte k referátu.