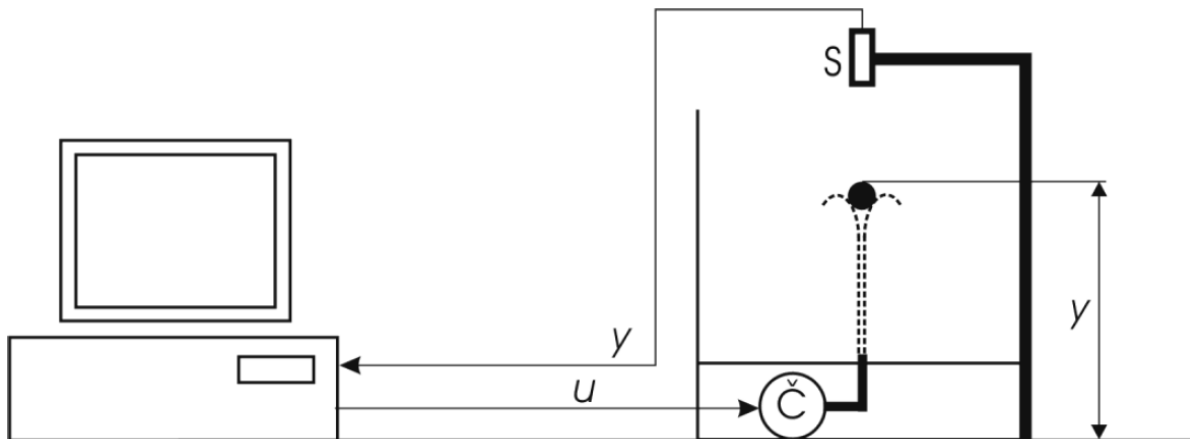


Vodní levitace – seřizování PID regulátoru

Popis úlohy:

Efekt levitace míčku na vodním sloupci je dosažen díky vztlakovým silám vznikajícím v mezní vrstvě při obtékání míčku laminárním proudem kapaliny. V závislosti na velikosti průtoku tryskou zaujímá míček určitou horizontální kvazi-stacionární polohu. Při zvýšení průtoku tryskou, díky vyšší rychlosti kapaliny při opuštění trysky nastane rovnovážný stav gravitační a síly od proudu kapaliny působících na míček ve větší vzdálenosti od trysky a naopak.

Velikost průtoku kapaliny závisí na aktuálním výkonu čerpadla, který je řízen napěťovým signálem z měřicí karty PC. Poloha míčku je snímána ultrazvukovým čidlem polohy. Napěťový signál z čidla nesoucí informaci o poloze míčku je sveden a zpracován měřicí kartou počítače. Algoritmus řízení a zpracování signálu je realizován pomocí programu Matlab/Simulink.



Obr. 1 Schéma soustavy Vodní levitace

(u – signál ovládající výkon čerpadla Č, y – výška levitujícího míčku měřená ultrazvukovým senzorem S)

Úkol

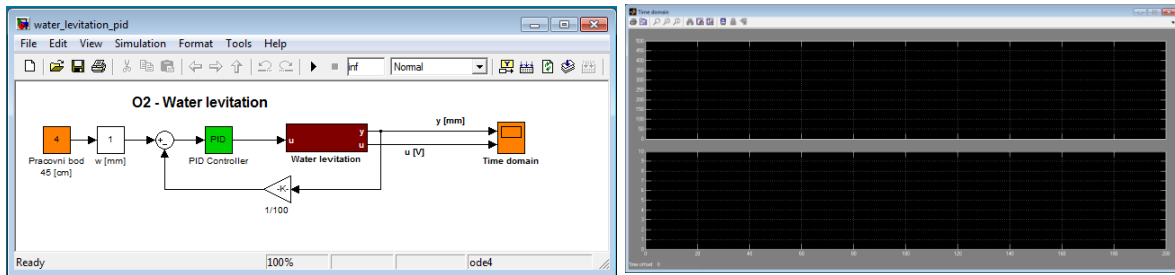
Seříd'te PID regulátor metodou kritického nastavení podle Zieglera-Nicholse.

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. Teoretický základ pro vypracování úlohy naleznete v [1] nebo v [2].

Doporučený postup experimentu:

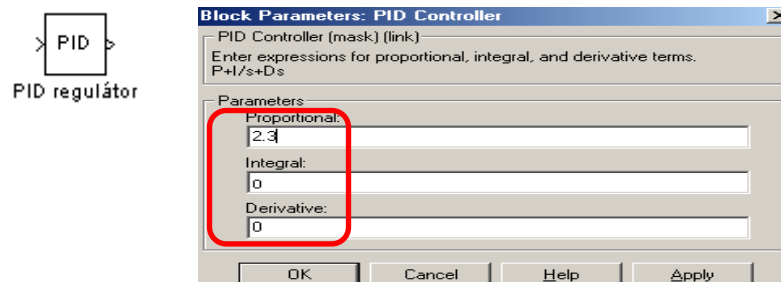
1. Spusťte PC a přihlaste se k účtu „*student*“ (bez hesla).
2. Proved'te obnovení úlohy kliknutím na ikonu „*Obnovení úlohy O2*“, která se nachází na ploše.

3. Spusťte úlohu kliknutím na ikonu „**Úloha O2 - Vodní levitace**“, která se nachází na ploše, a vyčkejte úplného spuštění aplikace (viz. obr. 4).



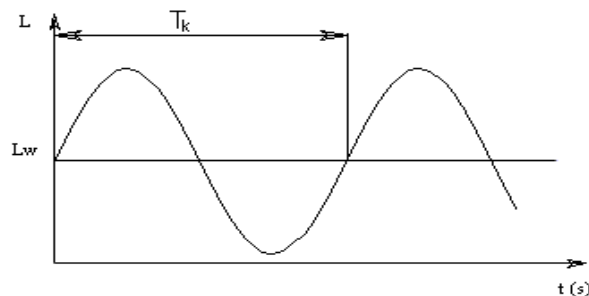
Obr. 4 Okna prostředí aplikace

4. **Provede vyučující:** Kolébkovým vypínačem zapnete zdroj stejnosměrného napětí s nastaveným napětím 24 V.
5. Zapněte řídicí jednotku úlohy, která leží na PC, přestavením obou páčkových vypínačů do horní polohy (**levý** - zapíná napájení čerpadla; **pravý** – zapíná napájení snímače vzdálenosti a měřicího obvodu). Zapnutí řídicí jednotky signalizují rozsvícené červené LED diody umístěné nad vypínači.
6. Vyřaďte ID složku na daném PID regulátoru (Obr. 5).



Obr. 5 Vyřazení ID složky na PID regulátoru

7. Zahajte experiment kliknutím na černou šipku v horní liště okna modelu řízení nebo stisknutím kombinace kláves „**Ctrl+T**“.
8. Zvyšujte hodnotu parametru r_0 (na obr. 5 parametr P), dokud nedosáhnete ustálených kmitů soustavy (Obr. 6), které odpovídají kritickému zesílení r_{0k} .



Obr. 6 Záznam kmitavého netlumeného průběhu y levitujícího míčku (L_y) při dosažení r_{0k}

9. Hodnota r_0 odpovídá kritickému zesílení r_{0k} . Ze záznamu na obr. 6 určete kritickou periodu soustavy T_k [s].
10. Na základě takto zjištěných hodnot a pomocí níže uvedené Tab. 1 vypočítejte optimální hodnoty parametrů (r_0 , T_i , T_d) nastavení PID regulátoru a taktéž dalších kombinací P, I a D složky.

Tab. 1

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	$0.6 r_{0k}$	$T_k/2$	$T_k/8$

11. Vypočítané parametry (r_0 , T_i , T_d) nastavte v bloku PID regulátoru (viz obr. 5), kde za jednotlivé složky P, I a D se dosadí: $P = r_0$, $I = r_0/T_i$ a $D = r_0 * T_d$.
12. Podle průběhu regulačního pochodu y (resp. levitujícího míčku L_y) zhodnoťte kvalitu tohoto pochodu a vhodnost volby typu regulátoru P, PI, PD a PID.
- 13. Po ukončení měření vypněte řídicí jednotku úlohy přestavením obou páčkových vypínačů do dolní polohy.**

UPOZORNĚNÍ

Použité čerpadlo není konstruováno pro nepřetržitý provoz, a proto je nutné vypínat jeho napájení, není-li delší dobu používáno.

Literatura

- [1] Zítek, P.: *Automatické řízení pro bakaláře*. 1. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2009. 150 s. ISBN:978-80-01-04377-6.
- [2] Hofreiter, M.: *Příklady z automatického řízení*. 3. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta strojní, 2009. 117 s. ISBN 978-80-01-04441-4