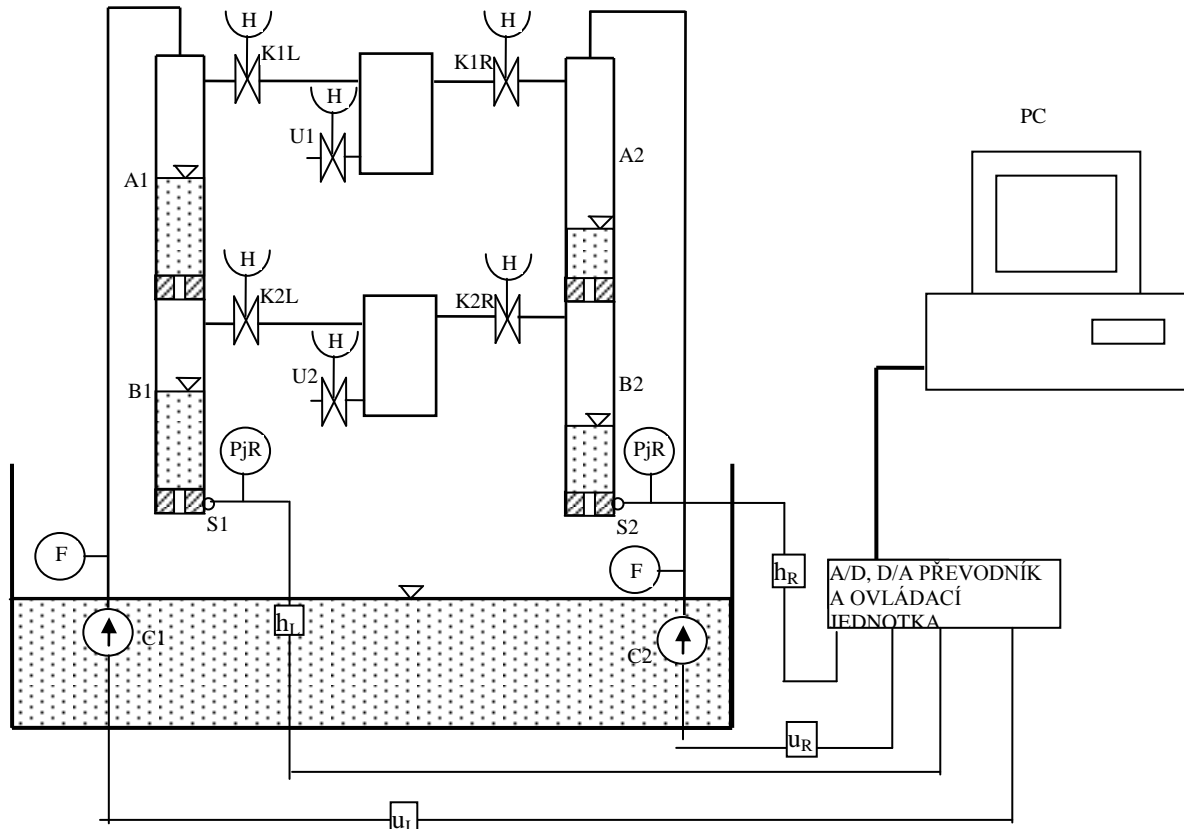


HPS - SEŘÍZENÍ PID REGULÁTORU PODLE PŘECHODOVÉ CHARAKTERISTIKY

Schéma



Obr. 1 – Schéma úlohy

Popis úlohy

Čtyři válcové nádoby jsou propojeny podle výše uvedeného schématu. Výšky hladin v nádržích B1 a B2 jsou snímány tlakovými snímači S1 a S2. K plnění nádrží A1 a A2 slouží čerpadla C1 a C2. Nádoby A1 a B1 resp. A2 a B2 jsou propojeny otvory. Dvojice propojených nádob spolu tvoří soustavu 2. řádu. Tlaky v souřadných nádobách (A1, A2 a B1, B2) mohou být vyrovnávány otevřením kohoutů (K1L, K1R a K2L, K2R). Do nádob můžeme přivést barometrický tlak otevřením ventilů U1 resp. U2.

Vstupy u do soustavy jsou napájecí napětí u_L čerpadla C1 a u_R čerpadla C2.

Výstupy soustavy jsou výšky hladiny h_L nádoby B1 a h_R nádoby B2.

Úkoly

Podle průběhů přechodových odezev nastavte parametry PID regulátorů jedné z nádob dvěma modifikacemi metody Zieglera - Nicholse. Určete, které nastavení je pro dané požadavky (rychlé ustálení, resp. krátká doba regulace t_r , malé přeregulování κ_{max} , kmitavost) na regulační pochod vhodnější.

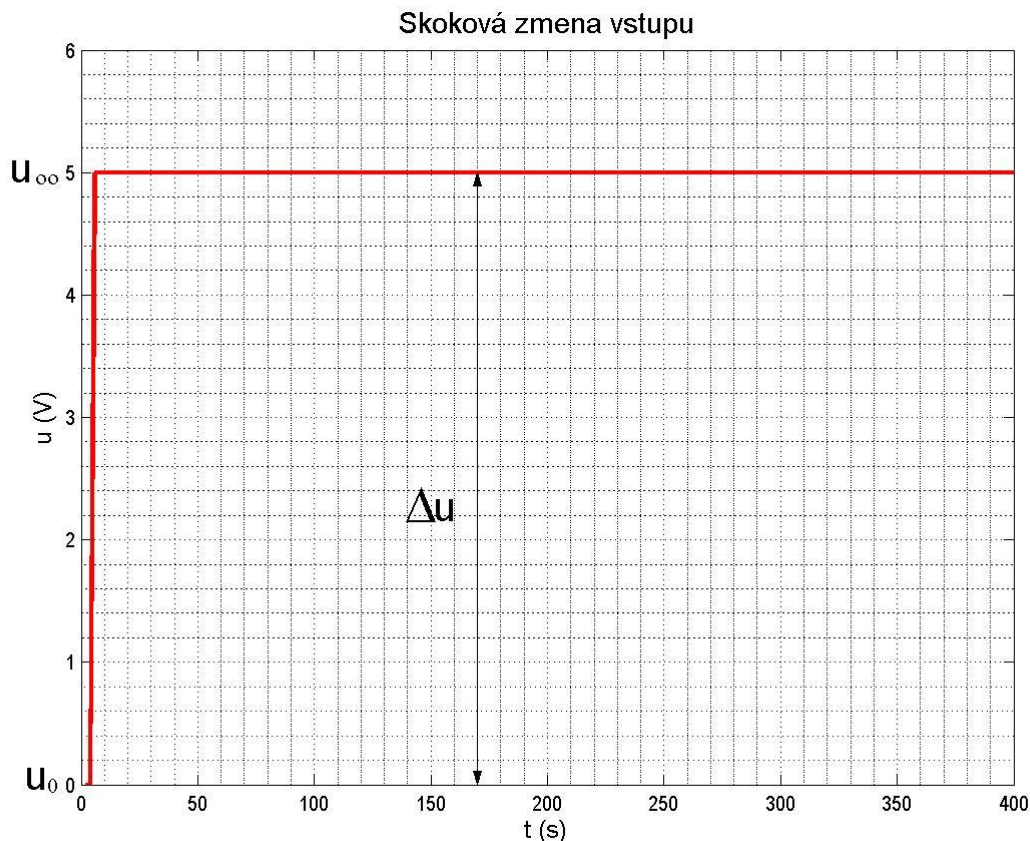
Poznámky k řešení

Pro tuto úlohu zůstávají všechny kohouty K1L, K1P, K2L, K2P, U1 a U2 otevřeny. Máme tedy dvě soustavy 2. řádu, které se navzájem neovlivňují. Nejprve vykreslete současně přechodové charakteristiky pravé a levé soustavy. Výpočet parametrů proveďte už pouze pro jednu soustavu, kterou určí asistent.

Postup řešení

- 1) Spusťte SW MATLAB.V okně „Current Directory“, které zpravidla bývá v levém dolním rohu obrazovky, vstupte do adresáře `C:\MATLAB6p5p1\work\uloha1` a spusťte vykreslování přechodových charakteristik obou soustav tak, že do příkazového řádku „Command Window“, které zpravidla bývá v pravém dolním rohu obrazovky, napíšete příkaz: `pch` a stisknete „Enter“. Po zadání příkazu se otevřou tři okna. V okně „Figure No. 1“ a „Figure No. 2“ se vykreslují přechodové charakteristiky obou soustav a v okně „vystup“ se vypisují aktuální výšky hladin v centimetrech.

Přechodová charakteristika je odezva výstupu h , tedy výšky hladiny ve válci B1 resp. B2, na skokovou změnu vstupu Δu , kterým je napájecí napětí čerpadel C1 resp. C2. Průběh vstupu do obou soustav je na obr. 2.



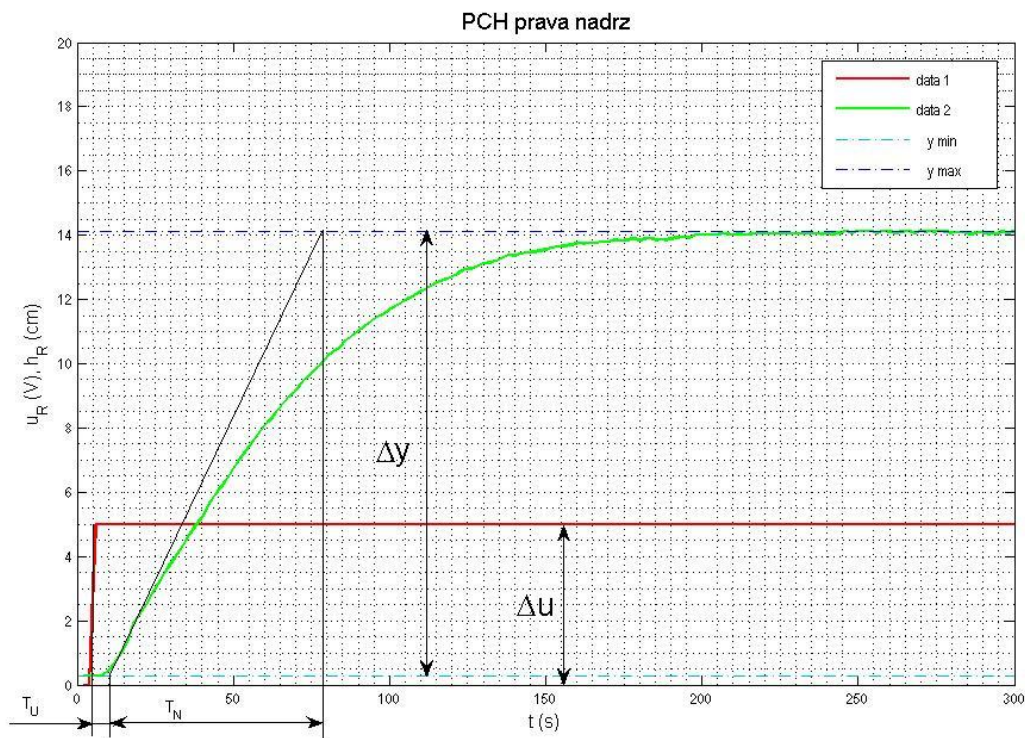
Obr. 2 – Skoková změna vstupu u

- 2) Potom, co program ukončí vykreslování, přivolejte asistenta, který vybere pro kterou ze soustav budete nastavovat regulátor.

- 3) Z tvarů přechodové charakteristiky určete pro danou soustavu dobu průtahu T_U , dobu náběhu T_N a podle níže uvedených vztahů vypočítejte statickou citlivost S_U a koeficient Θ .

Při určování doby průtahu T_U a náběhu T_N postupujte následovně:

- Maximalizujte si okno s obrázkem.
- V okně obrázku zvolte nabídku „Tools“ → „Data Statistics“. V nabídce „Statistics for“ zvolte možnost „data2“ a pouze ve sloupečku „Y“ zaškrtněte políčka „min“ a „max“. Na obrázku se vám vykreslí přímky odpovídající hodnotám y_0 a y_∞ . Číslo v okně „Data Statistics“ u políčka „min“ odpovídá hodnotě y_0 , číslo u políčka „max“ odpovídá hodnotě y_∞ a číslo v políčku [„range“, „Y“] odpovídá hodnotě Δy . Tyto hodnoty si opište.
- Odhadněte polohu inflexního bodu a proložte jím tečnu k průběhu přechodové charakteristiky (viz. obr. 3). Na panelu nástrojů v okně obrázku klikněte na ikonku přímky a tahem myši ji vložte.
- Odečtěte doby průtahu T_U a náběhu T_N (viz. obr. 3). **Pozor!!! Doba průtahu začíná v okamžiku skoku vstupu u a končí v průsečíku tečny s přímkou y_0 , která však v našem případě není zároveň osou t . Doba náběhu je pak mezi průsečíkem tečny s přímkou y_0 a průsečíkem tečny s přímkou y_∞ .**



Obr. 3 – Příklad přechodové charakteristiky

Vztahy pro výpočet koeficientů:

$$S_U = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{(y_\infty - y_0)}{(u_\infty - u_0)} \quad (\text{viz. obr. 2}) \quad (1)$$

$$\Theta = \frac{T_U}{T_N} \quad (2)$$

- 4) Vypočítejte parametry PID regulátoru podle následujících tabulek pouze dvěma metodami , které vybere vyučující.
- a) Metoda Zieglera a Nicholse s malým překmitem (viz. tab. 1).

Tab. 1 – Nastavení podle Zieglera a Nicholse s malým překmitem

parametry	r_0	T_i	T_d
vztahy	$\frac{0,66}{S_U \Theta}$	$2 \cdot T_U$	$1,32 \cdot T_U$

- b) Metoda Nastavení podle Zieglera a Nicholse bez překmitu (viz. tab. 2).

Tab. 2 – Nastavení podle Zieglera a Nicholse bez překmitu

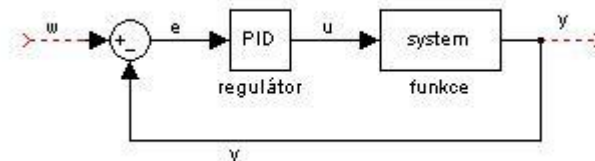
parametry	r_0	T_i	T_d
vztahy	$\frac{0,4}{S_U \Theta}$	$5 \cdot T_U$	$1,32 \cdot T_U$

- 5) Soustava je zapojena s regulátorem v uzavřeném regulačním obvodu (viz. obr. 4). Regulujte výšku hladiny zvolené soustavy PID regulátorem. Regulaci soustavy spustíte příkazem: *regl* (pro levou soustavu), resp. *regr* (pro pravou soustavu). Po spuštění regulace zadejte požadovanou hodnotu akční veličiny (tedy žádanou výšku hladiny v centimetrech) z intervalu $\langle 5,8 \rangle$ pro pravou soustavu a z intervalu $\langle 7,10 \rangle$ pro levou soustavu tak, že do příkazového řádku napíšete hodnotu a stisknete klávesu "Enter". Dále zadejte vybranou metodou vypočtené parametry PID regulátoru a sledujte regulaci. **Po skončení regulace uložte graf průběhu regulace do adresáře:** *C:\MATLAB6p5p1\work\uloha1\grafy* například jako: *ZN11.fig*, *ZNr1.fig*, *ZN12.fig* nebo *ZNr2.fig*

Pozn.:

Veličiny v uzavřeném regulačním obvodu:

- Řídící veličina w je žádanou hodnotou regulované veličiny. Je vstupem uzavřeného regulačního obvodu (URO) (viz. obr. 5) Regulovaná veličina by se měla v důsledku regulace ustálit na této hodnotě.
- Regulovaná veličina y bývá výstupem ze soustavy. V našem případě je to výška hladiny v nádobě B1 resp. B2.
- Regulační odchylka e je rozdílem řídicí a regulované veličiny a udává hodnotu s jakou se liší aktuální stav regulované veličiny od požadované hodnoty. Je vstupem regulátoru, který z ní dle svého algoritmu vypočte akční zásah. Cílem regulace je tedy také nulová regulační odchylka.
- Akční veličina u je akčním zásahem regulátoru, kterým se regulátor snaží dostat regulovanou veličinu na požadovanou hodnotu.



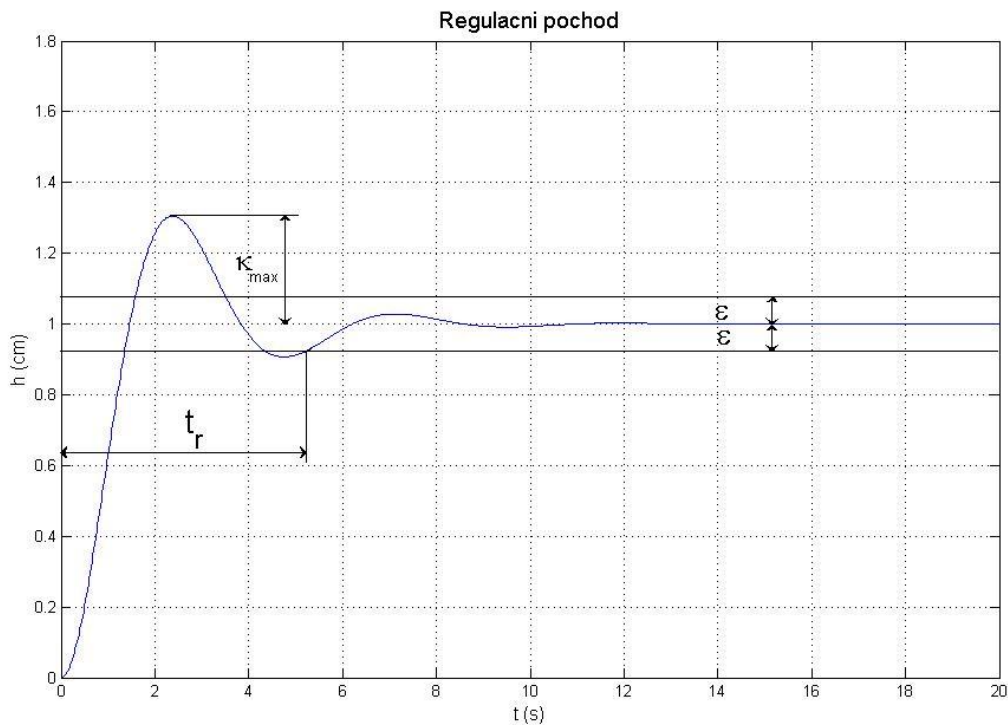
Obr. 4 – Uzavřený regulační obvod

- 6) Analogicky, jako podle 4) provedte regulace zvolené soustavy PID regulátorem, nastaveným podle druhé z vybraných metod. Řídící veličinu je vhodné volit stejnou pro obě metody. Grafy regulačních pochodů **vždy uložte do zmíněného adresáře**.
- 7) Z uložených regulačních pochodů určete pomocí obrázku (obr. 5) hodnoty přeregulování κ_{max} , dobu regulace t_r a kmitavost pro všechny regulační pochody a zapište do tabulky (tab. 4).

Pozn.: Doba regulace trvá od začátku regulace do okamžiku, kde se odchylka regulované veličiny od její žádané hodnoty ustálí v intervalu $\langle -\varepsilon, \varepsilon \rangle$, kde $\varepsilon = 0.05\kappa_{max}$. To znamená, že pro $t: t > t_r$ platí: $h-w < |\varepsilon|$.

Pro regulační pochod bez překmitu uvažujte $\varepsilon = 0.01(h_\infty - h_0)$.

Pro přesné zjištění doby t_r , tzn. místa ustálení regulačního pochodu, použijte v grafu zoom.



Obr. 5 – Obecný průběh regulačního pochodu

Tab. 4 – Tabulka pro vyplnění odečtených údajů

Metoda	Kmitavost ano/ne	Doba regulace t_r	Přeregulování κ_{max}

- 8) Určete nejvhodnější metodu nastavení při požadavku:
- krátké doby regulace t_r .
 - malé přeregulování κ_{max} .
 - nekmitavosti.