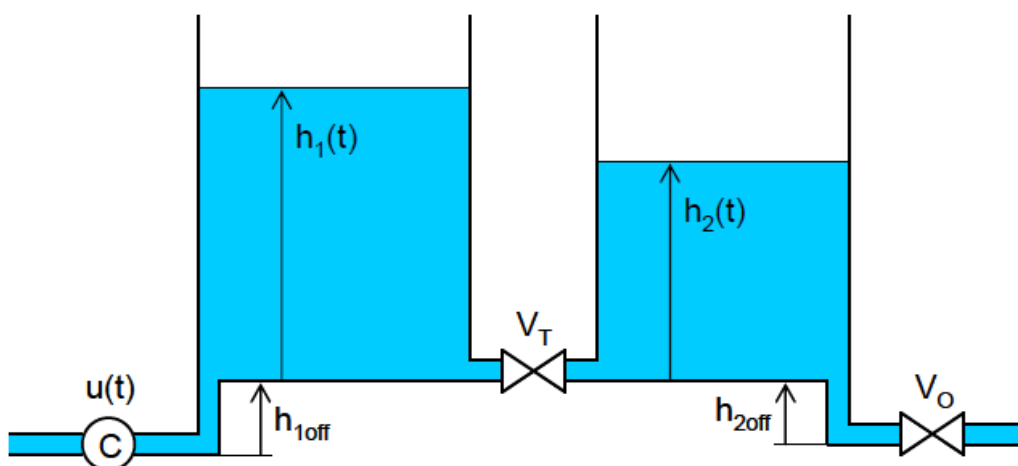


Automatické řízení – simulační úloha

DVOUVÁLCOVÁ VODÁRNA S ODSTŘEDIVÝM ČERPADLEM

Principiální schéma modelu nacházejícího se v laboratoři K23 je na obr. 1.



Obr. 1- Dvouválcová vodárna s odstředivým čerpadlem

Jedná se o nelineární stabilní systém se třemi vstupy

- napětí na odstředivém čerpadle u [V] (akční veličina),
- míra otevření v_T [-] přepouštěcího ventilu V_T (poruchová veličina), 0 – uzavřen, 1 – plně otevřen
- míra otevření v_O [-] vypouštěcího ventilu V_O z pravé nádrže (poruchová veličina), 0 – uzavřen, 1 – plně otevřen

a dvěma výstupy

- výška hladiny v první (levé) nádrži h_1 [m],
- výška hladiny v druhé (pravé) nádrži h_2 [m].

Čerpadlo čerpá vodu do první (levé) nádrže, odkud přetéká do druhé (pravé nádrže) přes přepouštěcí ventil V_T . Z druhé (pravé nádrže) voda odtéká zpět do zásobníku přes vypouštěcí ventil V_O .

Modelování

Za předpokladu zanedbatelné dynamiky odstředivého čerpadla vůči dynamice celého systému a za předpokladu, že se hladina v nádrži pohybuje mnohem pomaleji, než je výtoková rychlost, lze tento systém popsat následujícími rovnicemi:

$$\begin{aligned} S\dot{h}_1(t) &= S_u \operatorname{sgn}[k_c(u(t) - u_N)^2 \\ &\quad - \rho g(h_1(t) + h_{1off})] \sqrt{\frac{2}{\rho} |k_c(u(t) - u_N)^2 - \rho g(h_1(t) + h_{1off})|} \\ &\quad - v_T S_T \operatorname{sgn}(h_1(t) - h_2(t)) \sqrt{2g|h_1(t) - h_2(t)|} \\ S\dot{h}_2(t) &= v_T S_T \operatorname{sgn}(h_1(t) - h_2(t)) \sqrt{2g|h_1(t) - h_2(t)|} - v_o S_o \sqrt{2g(h_2(t) + h_{2off})} \end{aligned}$$

kde S, S_o, S_u a S_T [m^2] je po řadě průřez obou válců, ventilu V_o , potrubí za čerpadlem a ventilu V_T , k_c [Pa V^{-2}] je konstanta čerpadla, g [ms^{-2}] je gravitační zrychlení, ρ [kg m^{-3}] je hustota vody, u_N [V] je necitlivost čerpadla.

Čerpadlo obsahuje pásmo necitlivosti, rozsah vstupního signálu je omezen.

Úlohy:

1. Napište stavové rovnice popisující systém s obecnými parametry. Pokuste se sdružit konstanty u jednotlivých členů do jedné. [hodnocení 10 %]
2. Model z bodu 1. linearizujte ve Vámi (vhodně) zvoleném pracovním bodě a vytvořte linearizovaný model systému s obecnými parametry. [hodnocení 15 %]
3. Identifikujte všechny statické nelinearity – saturace vstupů a stavů a pásmo necitlivosti vstupu [hodnocení 5 %]
4. Pomocí vhodných experimentů na původním systému identifikujte zbylé parametry modelu [hodnocení 25 %]
5. Vytvořte v Simulinku nelineární (včetně všech statických nelinearit) a linearizovaný model. [hodnocení 25 %]
6. Porovnejte odezvy (obou výstupů) modelů z bodu 5. a skutečného systému na Vámi (vhodně) zvolené vstupní signály a počáteční podmínky. Do grafů nezapomeňte uvést vstupní signál. Zhodnoťte úlohu. [hodnocení 20 %]