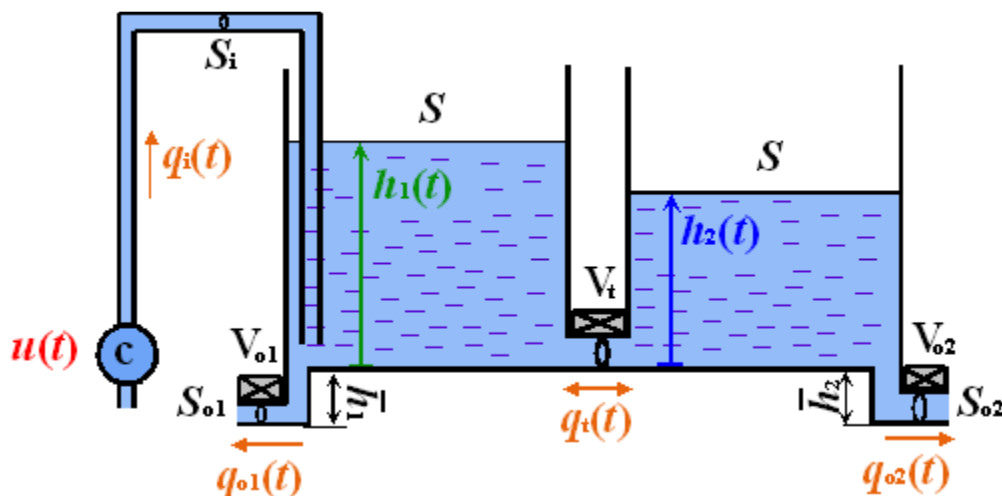


## Automatické řízení – simulační úloha

# DVOUVÁLCOVÁ VODÁRNA SE ZUBOVÝM ČERPADLEM

Principiální schéma modelu nacházejícího se v laboratoři K26 je na obr. 1.



Obr. 1: Dvouválcová vodárna se zubovým čerpadlem

Jedná se o nelineární stabilní systém se čtyřmi vstupy

- napětí na zubovém čerpadle  $u$  [V] (akční veličina),
- míra otevření  $v_{o1}$  [-] ventilu  $V_{o1}$  (poruchová veličina), 0 – uzavřen, 1 – plně otevřen
- míra otevření  $v_t$  [-] ventilu  $V_t$  (poruchová veličina), 0 – uzavřen, 1 – plně otevřen
- míra otevření  $v_{o2}$  [-] ventilu  $V_{o2}$  (poruchová veličina), 0 – uzavřen, 1 – plně otevřen

a třemi výstupy

- průtok kapaliny za čerpadlem  $q_i$  [ $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ] (při měření nepoužíváme z důvodu ne příliš přesného měření),
- 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 jednak odtéká zpět do zásobníku přes ventil  $V_{o1}$ , jednak přetéká do druhé (pravé nádrže) přes ventil  $V_t$ . Z druhé (pravé nádrže) voda odtéká zpět do zásobníku přes ventil  $V_{o2}$ .

## Modelování

Za předpokladu zanedbatelné dynamiky zubového 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:

$$S\dot{h}_1(t) = k_c u(t) - v_t S_t \operatorname{sgn}(h_1(t) - h_2(t)) \sqrt{2g|h_1(t) - h_2(t)|} - v_{o1} S_{o1} \sqrt{2g(h_1(t) + \bar{h}_1)}$$

$$S\dot{h}_2(t) = v_t S_t \operatorname{sgn}(h_1(t) - h_2(t)) \sqrt{2g|h_1(t) - h_2(t)|} - v_{o2} S_{o2} \sqrt{2g(h_2(t) + \bar{h}_2)}$$

kde  $S, S_{o1}, S_{o2}$  a  $S_t$  [ $\text{m}^2$ ] je po řadě průřez obou válců, ventilu  $V_{o1}, V_{o2}$  a  $V_t, k_c$  [ $\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{V}^{-1}$ ] je konstanta čerpadla,  $g$  [ $\text{ms}^{-2}$ ] je gravitační zrychlení.  $\bar{h}_1$  a  $\bar{h}_2$  jsou výšky dna jednotlivých tanků oproti čerpadlu (viz. Obr. 1).

Motor 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 %]