**Regulace výšky hladiny**

**Milan Poláček**

# Úvod

Na cvičení jsme si ukazovali základy řízení a regulace. Vaším úkolem bude implementovat PID regulátor pro regulaci výšky hladiny.

|  |
| --- |
|  |
| Obrázek 1: Ukázka možného vzhledu modelu |

Máme zdroj toku, který nám generuje stálý definovaný tok. Za ním je zapojena nádrž, která se tímto tokem plní. Poté máme ventil, který dokáže nastavovat průtok na přesně danou vstupní hodnotu (q = vstup). Za tím máme zdroj tlaku 0, čili vypouštíme tok do prázdna.

# Zadání

Vytvořte si pq konektor, který bude obsahovat proměnné toku a tlaku (dělali jsme v minulých úlohách).

* Vytvořte si blok zdroje tlaku (dělali jsme v minulých úlohách).
* Vytvořte si analogicky blok zdroje toku Q – ten bude podobný, jen budeme nastavovat místo tlaku tok a to externí proměnnou – podobně jako v bloku source u pružinky na kuličce.

model Qsrc

pq pq;

Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput u;

equation

pq.q = - u;

end Qsrc;

* Vytvořte si blok nádrže, kde

𝑜𝑏𝑗𝑒𝑚=∫𝑣𝑡𝑜𝑘 𝑧 𝑜𝑏𝑜𝑢 𝑘𝑜𝑛𝑒𝑘𝑡𝑜𝑟ů

𝑡𝑙𝑎𝑘 𝑛𝑎 𝑜𝑏𝑜𝑢 𝑘𝑜𝑛𝑒𝑘𝑡𝑜𝑟𝑒𝑐ℎ= 𝜌∗𝑔∗ℎ

𝑜𝑏𝑗𝑒𝑚=𝑣ýš𝑘𝑎 ℎ𝑙𝑎𝑑𝑖𝑛𝑦∗𝑝𝑙𝑜𝑐ℎ𝑎

, kde 𝜌 = 1000 kg.m-3, plocha budiž 1. Na výstupní RealOutput konektor přivedete výšku hladiny h

* Vytvořte si blok ventilu, kde

𝑣𝑡𝑜𝑘=𝑣ý𝑡𝑜𝑘

𝑝𝑟ů𝑡𝑜𝑘=0,𝑢<0 a 𝑝𝑟ů𝑡𝑜𝑘=u,𝑢≥0

kde *u* je řídící vstup.

* Vytvořte si blok regulátoru, kde

error=aktualni hodnota− referencni hodnota

𝑣𝑦𝑠𝑡𝑢𝑝=𝑃∗𝑒𝑟𝑟𝑜𝑟+𝐼∗∫𝑒𝑟𝑟𝑜𝑟 𝑑𝑡 + D∗𝑑𝑒𝑟𝑟𝑜𝑟/𝑑𝑡

, kde P, I a D jsou parametry proporčního, integračního a derivačního členu regulátoru. Hint: Integrační složku si vemte zvlášť a postupujte jako když Integral(tok) = volume Pro víc informací o PID pohledejte například http://en.wikipedia.org/wiki/PID\_controller. Začněte nejdříve pouze se členem P (např. 10) a poté prozkoumejte chování dalších členů.

* Na začátku simulace je nádrž prázdná. Požadujeme výšku hladiny 50 cm. V 10 s snížíme požadovanou hladinu na 0,25 m, změna proběhne za 0,01s (pozor na jednotky). (Hint: Ramp)
* Na začátku simulace pouštíme tok 0,1 m3.s-1. Po 20 s zvýšíme rychlost toku na 0,2 m3.s-1.
* Pozorujte a popište průběhy a schopnosti regulace.

## Bonus

Integrační složka regulátoru vykazuje nežádoucí chování, které se označuje jako wind-up. Omezte tento nežádoucí vliv a demonstrujte změnu v regulaci. (+1b).

Realizujte tento systém pouze pomocí přenosových funkcí (+1b).

# Řešení

Podle zadání jsem implementoval modely, které jsme již implementovali dříve (konektor a tlak). Dále jsem vytvořil model toku podle přiloženého kódu v zadání.

Model nádrže (u mne Tank) jsem opatřil parametry konstant (plochou podstavy a gravitačním zrychlením) a implementoval rovnice dle pokynů zadání, které jsem doplnil o rovnice ze znalostí fyziky. Model ventilu jsem založil na znalostech chlopně z jiných domácích cvičení. Vytvoření PID regulátoru, vyžadovalo samostatnou rovnici pro část s I složkou, jelikož v open modelice nelze integrovat. Této „výhody“ jsem následně využil v bonusovém úkolu pro antiwind-up, kde jsem sestavil podmínku, která při záporném výstupu nulovala část s I složkou. Model PID regulátoru jsem implementoval, tak aby koeficienty P,I a D byli parametry a šlo tedy v simulaci rychle re-simulovat s novými parametry.

Model regulace jsem sestavil podle obrázku 1. Pro splnění zadání bylo třeba i logického uvažování a pro bloky *ramp* a *step* bylo potřeba využít i parametru offset, abychom mohli nastavit hodnoty dle zadání.

# Diskuze

Experimentálně jsem nastavil pár hodnot a jak je vidět v grafech konkrétně u běžných PID regulátorů (červená křivka), tak za tzv. wind-up, laicky řečeno „překmit“ od požadované hodnoty způsobuje I složka.

Poměr mezi velikostmi P a I složky také určuje rychlost regulace při změně viz grafy a požadovaná změna výšky hladiny v čase 10 s. Poslední překmit je vidět ve 20 vteřině, kdy se nám změní přítok.

D složka se nám snaží „predikovat“ změny a díky ní jsou nízké překmity. V reálném světě ale „čistá“ derivace neexistuje a lze tedy předpokládat, že tento model se bude v tomto směru lišit od reality.

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MOS\8\img8\prekmitPID8-5-0.3.png |
| 1. Graf referenční výšky hladiny (modře) a reálného stavu výšky hladiny (červeně) pro nastavení PID regulátoru (P=8, I=5, D=0.3) |

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MOS\8\img8\prekmitAntiPID8-2-0.3.png |
| 1. Graf referenční výšky hladiny (modře), reálného stavu výšky hladiny pro PID regulátor (červeně) a PID regulátor s antiwind-up (zeleně) pro nastavení regulátorů (P=8, I=2, D=0.3) |

# Závěr

Na modelech je možné si prakticky ozkoušet regulaci s PID regulátorem. Jelikož, ale model vytváří téměř ideální vlastnosti (na derivaci přivedená skoková změna by měla ve výsledku být Diracovým impulsem).

Výhodou tohoto modelu je přesné nastavení PID regulátoru, jelikož v reálném světě se jeho hodnoty nastavují pomocí potenciometrů a do regulátoru přichází vždy data s nějakým šumem, a proto ho nelze tak jednoduše nastavovat jako v tomto modelu.