

VYHODNOCOVÁNÍ SIGNÁLŮ PŘI SAMOSEŘIZOVÁNÍ S VYUŽITÍM SPOLUPRÁCE PROGRAMŮ REX A MATLAB

S. Vrána

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky

Abstrakt

Nutnou součástí samoseřizovacích algoritmů regulátorů je průběžné vyhodnocování zpracovávaných signálů v regulačním obvodu. Bez něho není možné stanovit, zda regulační pochod přestává probíhat optimálně a je nutné změnit nastavení regulátoru. Program MATLAB obsahuje mocné nástroje pro analýzu signálu, stejně jako silnou podporu pro vývoj samoseřizovacích algoritmů. O další nástroje může být program MATLAB snadno rozšířen. Jedním z těchto nástrojů, o které může být program MATLAB rozšířen, je soubor programů REX, popříp. jeho knihovna RexLib, která obsahuje bloky použitelné přímo v prostředí Simulink programu MATLAB. Využití prostředků programu REX společně s programem MATLAB podstatně rozšiřuje možnosti vyhodnocování především v případě distribuovaného řízení a zjednodušuje vývoj algoritmů pro samoseřizování regulátorů.

1 Úvod

Potřeba vyhodnocování signálů je součástí různých technických aplikací různých oblastí, od jednoduchých detekcí dosaženého stavu po různě složité řídicí algoritmy. Jednou z těchto oblastí jsou samoseřizovací mechanismy regulátorů, kdy je vyhodnocování průběhu signálů v regulačním obvodu využito pro stanovení, zda regulační pochod probíhá optimálně nebo zda je nutné parametry regulátoru změnit a pro určení nových hodnot parametrů regulátoru. K vývoji vyhodnocovacích algoritmů lze s výhodou použít nástroje programu MATLAB a jeho prostředí Simulink. Jisté nesnáze mohou vzniknout, pokud nově vyvíjený algoritmus má běžet mimo program MATLAB. Je sice možné vytvořený algoritmus přeložit do jazyka C, který je dále možné přeložit do jazyka zvoleného zařízení (většinou assembleru), ale překladem do jazyka C vznikne zdrojový kód, který ale není příliš přehledný, zvláště v případě, kdy původní kód v jazyce programu MATLAB využívá mnoho operací s maticemi a vektory. Z uživatelského hlediska je proto výhodné využít knihovny bloků RexLib, která je přístupná prostřednictvím prostředí Simulink programu MATLAB, a programu REX.

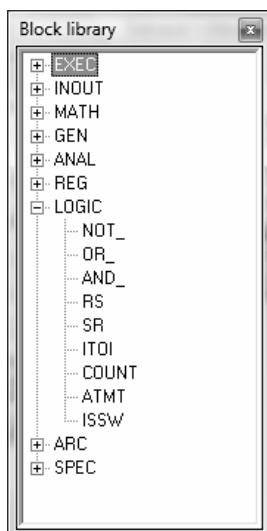
Vývoj algoritmů pomocí nástrojů REX lze provádět buď pomocí programu RexDraw, který ale neposkytuje možnosti simulace, nebo v prostředí Simulink programu MATLAB s nainstalovanou knihovnou RexLib, kdy v prostředí Simulink je proveden návrh a simulace a pomocí programu RexDraw je po té zkompileován pro použití v cílovém zařízení. Výhodou programu REX je možnost spolupráce s programem MATLAB tak, že část algoritmu může běžet na cílovém zařízení (cílových zařízeních) a část algoritmu v prostředí Simulink a také umožňuje propojit více modelů v prostředí Simulink. Soubory vytvořené v prostředí Simulink programu MATLAB jsou použitelné v programu RexDraw a naopak.

2 Knihovna bloků programu REX a knihovna RexLib

Knihovna bloků RexLib pro prostředí Simulink obsahuje všechny bloky, které je možné použít v programu RexDraw (obr. 1), včetně bloků pro konfiguraci běhu algoritmu na cílovém zařízení. Je tak možné simulovat běh algoritmu jako celku i v případě, že se skládá z více nezávislých dílčích algoritmů. Samozřejmě je zde i možnost simulovat dílčí algoritmy samostatně. Popis všech funkčních bloků knihovny RexLib a programu RexDraw je v [4].

Pro vývoj algoritmů v prostředí Simulink programu MATLAB, které poběží pomocí programu REX mimo prostředí Simulink je nutno použít pouze bloky z knihovny RexLib (obr. 2). Ostatní bloky lze použít pouze při simulaci vyvíjeného algoritmu, ale součástí algoritmu být nesmí. Pokud jsou bloky nepatřící do knihovny RexLib pojmenovány tak, že jejich název začíná slovem simulation, není nutné je před kompilací programem RexDraw z algoritmu odstraňovat. Takto pojmenované bloky totiž kompilovány nejsou.

2.1 Uživatelské funkce



Obr. 1 – Knihovna bloků programu RexDraw

že být nejvýše 16 výstupních proměnných.

2.2 Komunikační blok

Pro komunikaci mezi jednotlivými zařízeními v distribuovaném regulačním obvodu a pro komunikaci zařízení s nadřazeným programem slouží blok RDC. Tento blok umožňuje komunikaci pomocí protokolu UDP.

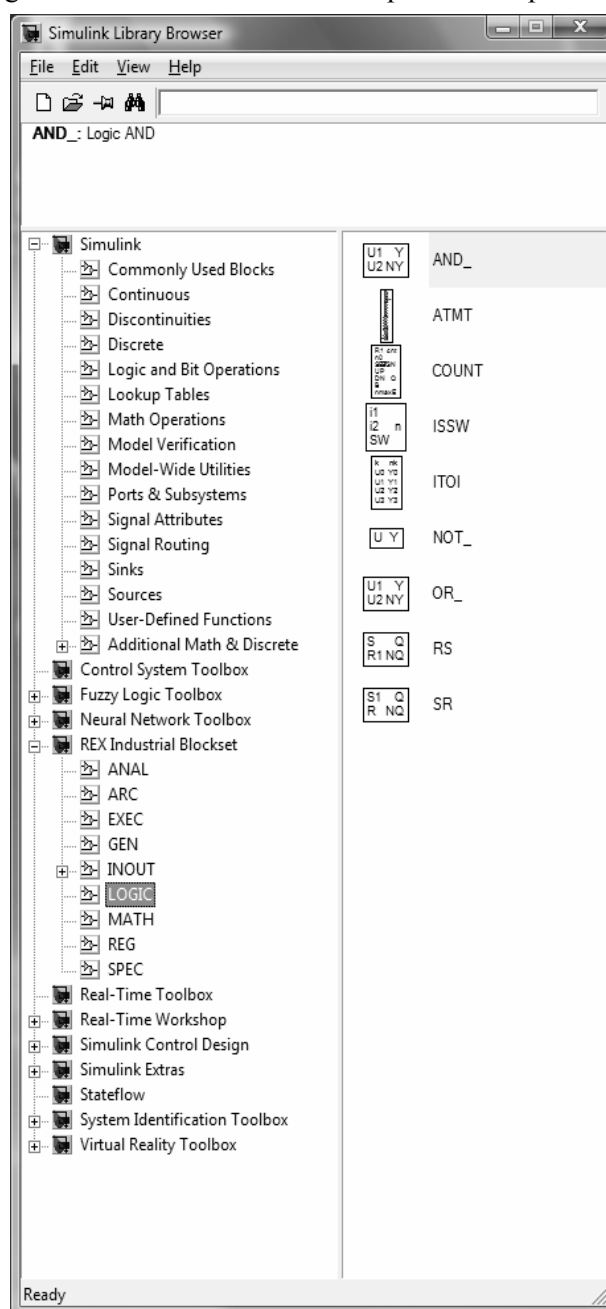
3 Samoseřizovací mechanismus PID regulátoru založený na indikaci kvality regulačního pochodu

Pomocí knihovny RexLib a programu RexDraw je vyvíjen samoseřizovací mechanismus PID regulátoru založený na indikaci kvality regulačního pochodu. Vyhodnocování kvality regulačního pochodu je prováděno pomocí vyhodnocování ukazatelů kvality regulačního pochodu, což jsou především indikátor bezpečnosti ve fázi a indikátor bezpečnosti v amplitudě. Využit je možné i jiné indikátory jako maximální citlivost, maximální komplementární citlivost, průchozí frekvence, citlivostní průchozí frekvence, frekvence při fázovém zpoždění – π nebo velikost přeregulování. V případě potřeby je možné definovat i jiné indikátory vystihující kvalitu regulačního pochodu. Pokud hodnota některého ze sledovaných indikátorů kvality regulačního pochodu neodpovídá jeho požadované hodnotě, jsou parametry regulátoru změněny tak, aby bylo dosaženo požadované hodnoty tohoto indikátoru tak, aby hodnoty ostatních sledovaných indikátorů kvality regulačního pochodu odpovídaly jejich požadovaným hod-

Prostředí Simulink standardně obsahuje bloky pro uživatelské funkce MATLAB function a S-Function. Knihovna RexLib obsahuje pro uživatelské funkce blok Rexlang. Jazyk uživatelské funkce je jazyk podobný jazyku C, proti jazyku C má ale některá omezení a naopak i možnosti navíc, které některá z omezení kompenzují.

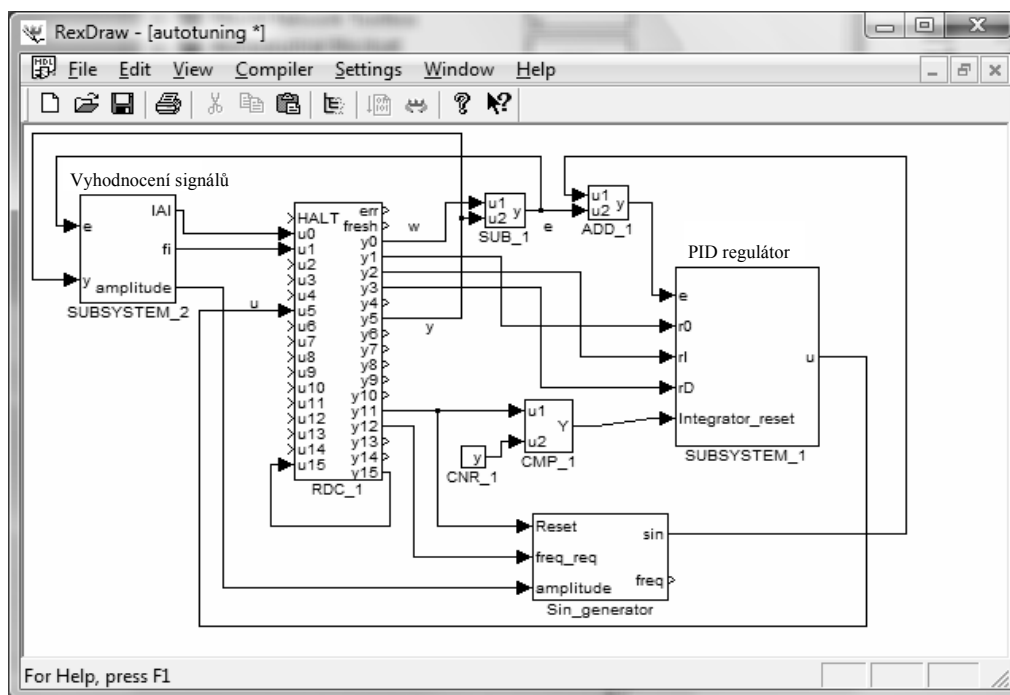
Na rozdíl od bloku MATLAB function blok Rexlang umožňuje definovat příkazy, které se mají vykonat při prvním startu uživatelské funkce, na rozdíl od bloku S-Function blok Rexlang nepoužívá stavy, takže uživatel nemusí svoje funkce přizpůsobovat procesu simulace prostředí Simulink.

Protože blok Rexlang musí správně fungovat jak v prostředí Simulink, tak mimo něj, není umožněno uživatelské funkci používat proměnné z pracovního prostoru programu MATLAB ani do tohoto pracovního prostoru ukládat svoje výsledky. Dalším omezením je, že jedna uživatelská funkce může zpracovávat nejvýše 16 vstupních proměnných a 16 parametrů a výsledkem může být nejvýše 16 výstupních proměnných.

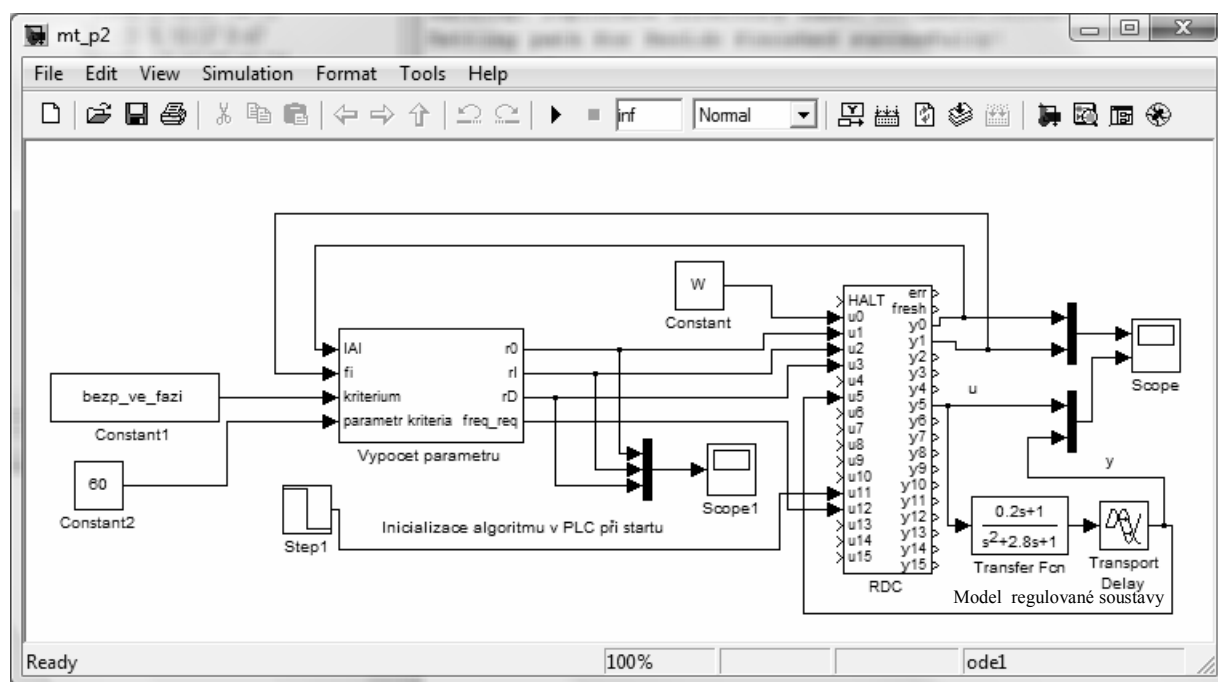


Obr. 2 – Knihovna bloků RexLib v prostředí Simulink programu MATLAB

notám. Samoseřizovací mechanismus je detailně popsán v [2] a [3].



Obr. 3 – Blokové schéma programu realizující část algoritmu v programovatelném automatu

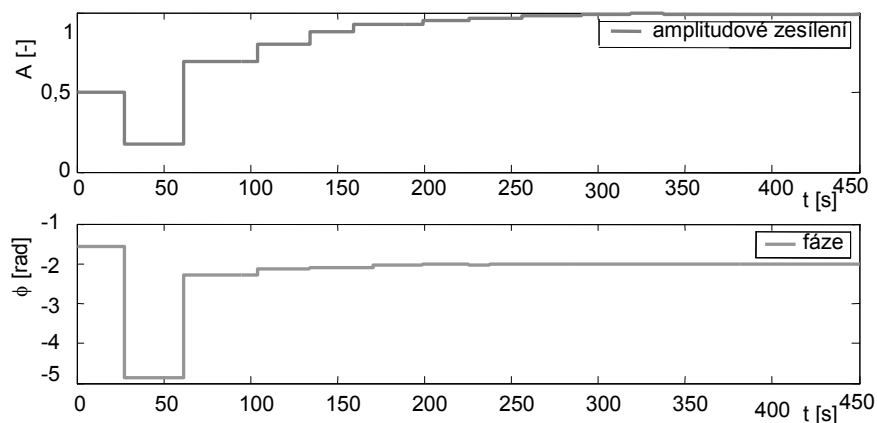


Obr. 4 – Blokové schéma programu části algoritmu realizované v prostředí MATLAB/Simulink včetně modelu soustavy

Protože se vývoj algoritmu dostal do fáze, kdy je nutné jej testovat na skutečném zařízení, z důvodů kompatibility s programem MATLAB byl zvolen programovatelný automat Wincon, na kterém lze spustit jádro programu REX. V první fázi je celý samoseřizovací mechanismus rozdělen mezi programovatelný automat a prostředí Simulink (jak je zobrazeno na obr. 3 a obr. 4) tak, že v programovatelném automatu kromě algoritmu PID regulátoru a generátoru vneseného harmonického signálu je umístěna část samoseřizovacího mechanismu, která zjišťuje velikost amplitudového zesílení a fázového zpoždění mezi vneseným harmonickým signálem vneseným do regulační odchylky a jeho odezvou v regulované veličině. Zjištěné hodnoty amplitudového zesílení a fázového zpoždění jsou

předány pomocí komunikačního bloku RDC do prostředí Simulink, kde jsou určeny jim příslušné hodnoty zvolených indikátorů kvality regulačního pochodu. Pokud hodnoty zvolených indikátorů kvality regulačního pochodu neodpovídají jejich požadovaným hodnotám, jsou vypočteny nové hodnoty parametrů regulátoru.

Současně je podle zjištěných hodnot amplitudového zesílení a fázového zpoždění určována změna frekvence tak, aby bylo dosaženo podmínek, při kterých jsou hodnoty zvolených indikátorů kvality regulačního pochodu zjistitelné přímo z průběhů signálů v regulačním obvodu. Průběh velikosti amplitudového zesílení a fázového zpoždění je zobrazen na obr. 5.



Obr. 5 – Průběhy amplitudového zesílení a fáze při zjišťování aktuální hodnoty indikátoru kvality regulačního pochodu

4 Závěr

Využití knihovny RexLib v prostředí Simulink usnadní vývoj algoritmů běžících mimo toto prostředí a jejich následný přenos do cílového zařízení. Zvláště je usnadněn vývoj algoritmů skládajících se z dílčích algoritmů a vývoj algoritmů pro distribuované regulační obvody. Výhodou je i možnost zapojení programu/programů MATLAB do distribuovaného regulačního obvodu, ať už jako součásti regulačního algoritmu nebo pouze pro nastavování parametrů algoritmů, vizualizaci, archivaci, a dlouhodobé zpracování dat, které z paměťových důvodů v některých typech zařízení nelze provádět.

Při provádění simulací, které využívají nějakou již existující část distribuovaného regulačního obvodu je nutné brát v úvahu, že přestože vyvíjená část algoritmu je při simulaci spouštěna na požádání, již existující část algoritmu v jiném zařízení běží bez přerušení a pro účely simulace je nutné ji manuálně inicializovat při spuštění simulace.

Pomocí spolupráce programů REX a prostředí Simulink programu MATLAB je prováděn další vývoj samoseřizovacího mechanismu PID regulátoru založeného na indikaci kvality regulačního pochodu.

Literatura

- [1] K. J. Åstöm, T. Hägglund. *Advanced PID control*. ISA, Research Triangle Park, North Carolina, USA, 2006, ISBN:978-1-55617-942-6
- [2] S. Vrána, B. Šulc. Zjišťování indikátorů optimálního seřízení regulátorů z frekvenčních odezev. In: *Technical computing Prague 2006*. [CD-ROM] Humusoft, Praha, Česká republika, 2006, s. 106 - 109, ISBN: 80-7080-616-8
- [3] S. Vrána, B. Šulc. Control Quality Indicators in PID Controller Autotuning. In: *The 4th International Conference on Cybernetics and Information Technologies, Systems and Applications: CITSA 2007 Jointly with The 5th International Conference on Computing, Communications and Control Technologies: CCCT 2007 PROCEEDINGS Volume II*. IIS, Orlando, Florida, USA, 2007, s. 280 - 285, ISBN-10:1-934272-08-6, ISBN-13:978-1-934272-08-4
- [4] *Funkční bloky systému REX – Referenční příručka*. Rex Controls, Plzeň, ČR, 2007, 5. vydání.

Ing. Stanislav Vrána, DiS.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky

Technická 4

166 07 Praha 6 – Dejvice

E-mail: stanislav.vrana@fs.cvut.cz

Tel.: +420 2 2435 2651