

Možnosti návrhu a implementace vícerozměrového řízení pro úlohu dvou spojených nádrží

Ing. Daniel Kajzr, Ing. Leoš Beran PhD.

Abstrakt

Článek je zaměřen na návrh řízení vícerozměrového procesu a jeho následnou implementaci pro možnosti řízení reálné laboratorní úlohy. Pro tyto účely se zdá být vhodné použití doplňku B&R Target for Simulink. Tento nástroj umožňuje převod Simulink modelů na automaticky generovaný kód a jeho přímou implementaci na PLC. Článek ověřuje použití tohoto nástroje na několika navržených regulačních modelech pro decentralizované řízení. Všechny navržené regulátory byly úspěšně testovány na laboratorní úloze řízení výšky hladin dvou spojených nádrží, která byla řízena pomocí PLC a Matlab Real Time Toolboxu. V závěru článku je provedeno zhodnocení použití doplňku B&R Target for Simulink a porovnání řízení využívající tento doplněk se stávajícím řízením.

Úvod

Práce se zabývá možnostmi návrhu a implementace řízení pro reálnou úlohu. Pro návrh, modelování a simulaci se často používá prostředí Matlab [1]. Matlab a jeho simulační nástroj Simulink nám umožňuje navrhování a vytváření simulačních modelů pomocí blokových schémat. Tento způsob návrhu a simulace je přehledný, intuitivní a časově efektivní. Pokud chceme v Matlabu navržený a odsimulovaný regulátor implementovat pro řízení reálného procesu, máme v podstatě dvě možnosti.

První možnost implementace je rozšíření PC o měřicí kartu a rozšíření Simulinku o knihovnu Real Time Toolbox. Tato sestava se běžně používá na univerzitách, ale pro použití v průmyslových aplikacích je nevhodná. Druhá možnost je naprogramovat navržený regulátor do PLC kódu a řídit reálný proces pomocí PLC automatu. Metod jak programovat PLC respektive programovacích jazyků používaných v PLC je mnoho [2], ale i přes velkou škálu PLC programovacích jazyků je ruční psaní programů časově náročné a může vést k nesprávné interpretaci regulačního modelu vytvořeného v Simulinku. Z těchto důvodů se zdá jako zajímavá myšlenka použití automatického generátoru kódu, bez nutnosti ručního psaní kódu.

Automatický generátor kódu nám umožňuje transformovat simulační model ze Simulinku na PLC kód. Takovýchto generátorů je v dnešní době více a liší se možnostmi převodu a jazykem PLC kódu. Náš článek se zaměřuje na použití generátoru nástroje B&R Target for Simulink, protože je plně automatický a odpadá u něj nutnost ruční implementace vygenerovaného kódu do PLC [3].

Účelem tohoto článku je zhodnocení použití nástroje BR Target for Simulink pro implementaci navržených regulačních struktur do PLC. Regulační struktury jsou navrženy na základě přenosové matice, získané z identifikačního měření. Nejdříve jsou simulovány a následně testovány na reálném zařízení, které se skládá ze dvou spojených nádrží. Tato reálná soustava je obtížně říditelná, má silné křížové vazby a velké číslo podmíněnosti. V poslední části článku je provedeno porovnání dosažených výsledků regulace pomocí simulačního modelu a Matlab Real Time Toolboxu s výsledky regulace pomocí PLC automatu B&R a transformovaného simulačního modelu.

Experiment a metody

V Matlabu navržené a v Simulinku odsimulované regulační struktury, byly implementovány do PLC B&R X20CP1484-1. Jedná se o PLC založené na platformě Intel Celeron 266 s 2x16 Kb L1 cache, vnitřní paměti pro proměnné 64kB a nejkratším cyklem 800 μ s s dobou instrukce 0.007 μ s. PLC je vybaveno komunikačními porty RS232, Ethernet, POWERLINK, USB a X2X Link. Byly použity analogové vstupní a výstupní moduly X20. Modul analogových vstupů X20AI4222, který má

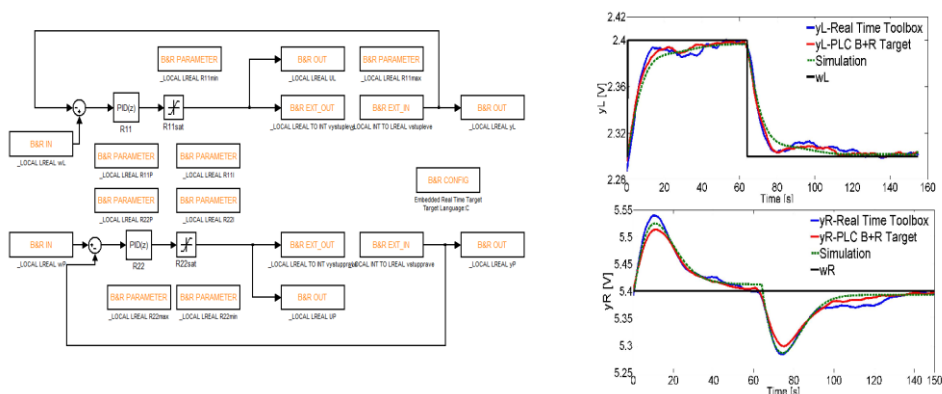
Rozšířený Abstrakt

rozsah ± 10 V a rozlišení 13 bit obsahující čtyři samostatné výstupy. Dále byl připojen modul čtyř analogových výstupů X20AO4622, tento modul má vstupní rozsah ± 10 V a používá 12 bit rozlišení.

Před provedením samotného experimentu bylo nutné z důvodu nelineárnosti úlohy nejdříve zvolit pracovní body, které ležely v pracovní oblasti, pro kterou byla úloha dvou spojených nádrží linearizována. Experiment probíhal tak, že na jedné nádrži se provedl kladný skok žádané hodnoty při zachování konstantní hodnoty hladiny u druhé nádrže. Po dosažení žádaných hodnot se provedl záporný skok pro navrácení do pracovního bodu. Obdobně probíhal experiment i u druhé nádrže.

Výsledky a diskuze

Pro provedení zhodnocení dosažených výsledku byly porovnány výsledky simulace, výsledky regulace pomocí Matlab Real Time Toolboxu a výsledky regulace pomocí PLC B&R. Všechny navržené regulátory byly testovány na reálné úloze dvou spojených nádrží na sledování změny žádané hodnoty.



Obrázek 1. Ukázka regulačního modelu a naměřených průběhu u regulační struktury dvou SISO regulátorů

Závěr

Tento článek demonstruje využití doplňku BR Target for Simulink pro implementaci regulačních modelů z prostředí Simulink na reálné PLC. Využití tohoto nástroje bylo demonstrováno na decentralizovaném řízení vícerozměrové úlohy se silnými křížovými vazbami a velkým číslem podmíněnosti. Byly odzkoušeny jak jednoduché SISO regulátory zanedbávající účinky křížových vazeb, tak i nasazení matice regulátorů a dekompozičních filtrů pro eliminaci těchto vazeb. Všechny navržené regulátory se s využitím tohoto doplňku podařilo úspěšně implementovat na reálné PLC. Během implementace jsme nenarazili na výrazné problémy, které by komplikovaly nasazení automatizovaného generování kódu. Průběh samotné implementace byl relativně snadný a rychlý. Dále byl proveden experiment na reálné úloze a grafické vyhodnocení výsledků jednotlivých způsobů regulace a výsledků simulace. Výsledky experimentu potvrdily zlepšení výsledků regulace v případě nasazení dekompozice a matice regulátorů. Dosažené výsledky regulace pomocí PLC a doplňku Target for Simulink odpovídaly poměrně věrně výsledkům regulace pomocí Matlab Real Time Toolboxu. Celkově můžeme konstatovat, že použití tohoto doplňku výrazně zjednodušuje a zrychluje implementaci navržených regulátorů.

Reference

- [1] W. Bequette, Process Control: Modeling, Design and Simulation, Prentice Hall Professional, 2003.
- [2] International Electrotechnical Commission, “IEC International Standard IEC 61131–3: Programmable Controllers, Part 3: Programming Languages”, IEC, 2003.
- [3] B&R Automation Studio Target for Simulink, Technical Manual TM140