

VÝVOJ NOVÉHO REGULAČNÍHO ALGORITMU KOTLE VERNER S PODPOROU PROGRAMU MATLAB

S. Vrána, V. Plaček

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

Abstrakt

Kotel Verner A25 je automatický kotel pro spalování biomasy, alternativních pelet, dřevních pelet a obilí, který je určen pro ekologické vytápění rodinných domů, bytů, dílen, provozoven a podobných objektů. Je vybaven vlastním řídicím systémem, jednoúčelovou automatikou. Na pilotním kotli určeném k experimentování byly zjištěny některé provozní jevy, které zhoršují ekologické parametry provozu a je žádoucí navrhnout opatření k jejich zlepšení. Např. pokud není dosažen plný výkon kotle, dochází k jeho zhášení a znovuzapalování. Nežádoucí je také zvýšená produkce CO po provedeném roštování. Cílem je navrhnout nový řídicí systém, který by některé z těchto nepříznivých vlastností odstranil. Náhrada stávající automatiky musí být ekonomická, resp. umožnit rozšíření o nové funkce jako je např. vzdálené ovládání a sledování stavu kotle, detekce zhoršené funkce senzorů (diskredibilita) nebo samoseřizovací možnosti. Pro stádium výzkumu bylo navrženo použít programovatelný automat propojitelný pomocí nástrojů programového balíku REX s výpočetním a simulačním programem MATLAB/Simulink.

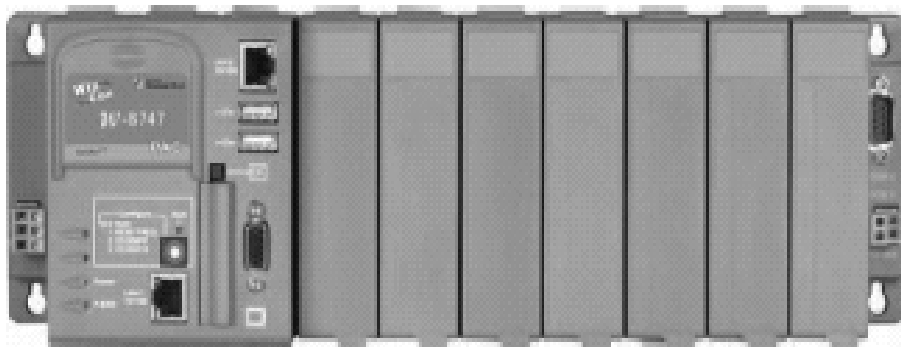
Úvod

Kotel Verner A25 je vybaven vlastní automatikou pro řízení spalování, která umožňuje nadefinovat pouze několik provozních režimů. Není programovatelná, proto bylo nutné pro uvažované experimenty vybrat vhodný programovatelný automat. Zvolen byl programovatelný automat Wincon.

Jedním z hlavních důvodů pro tento výběr byla existence možnosti využít speciální software pro vývoj řídicích algoritmů, programový balík REX, který byl vyvinut na Západočeské univerzitě. Tento programový balík je kompatibilní s prostředím Simulink programu Matlab. Díky tomu je možné provádět velmi jednoduše simulace navrhovaného řídicího systému. Navíc algoritmus vyvinutý pomocí nástrojů programového balíku REX umožňuje komunikaci s prostředím Simulink, takže je možné snadno získávat data z provozu a pomocí programu Matlab provádět jejich analýzu. Na základě výsledků je možné provádět korekce nastavení parametrů řídicího algoritmu. Kompatibilita s programem Matlab a jeho prostředím Simulink také umožňuje snadné rozšíření regulačního algoritmu o detekci zhoršené funkce senzorů (diskredibility) [2] nebo samoseřizovací možnosti řídicího algoritmu [3].

Charakteristika programovatelného automatu Wincon

Základní částí programovatelného automatu je řídicí jednotka Wincon-8741. Tato je v současné době vybavena zásuvnými moduly I-8017H (osmikanálový analogový vstup), I-8024 (čtyřkanálový analogový výstup), I-8053 (16kanálový



Obr. 1 – Wincon W-8741-G

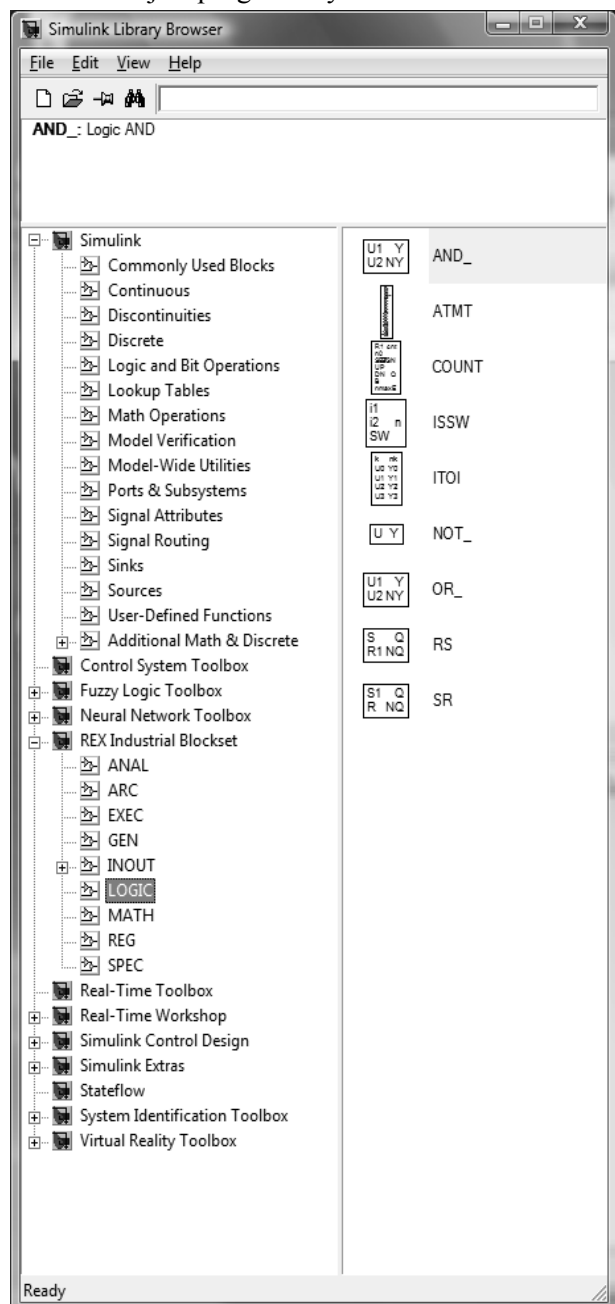
digitální vstup), I-8064 (osmikanálový reléový výstup) a I-87018 (vstup pro termočlánky). Jelikož řídicí jednotka obsahuje celkem sedm slotů pro zásuvné moduly, je možné měřicí a řídicí stanici dále rozšířit [1]. Softwarově je programovatelný automat Wincon založen na základním programovém

vybavení Microsoft Windows CE a umožňuje spuštění programu RexCore, který umožňuje vykonávání algoritmů vyvinutých pomocí nástrojů programového balíku REX.

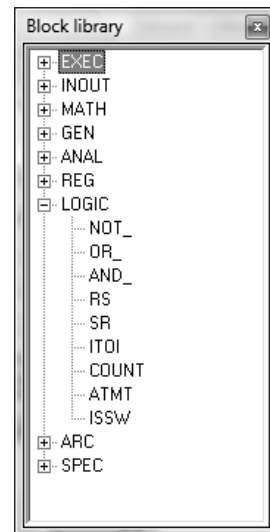
1.1.1 Programový balík REX

Hlavními programy programového balíku REX jsou programy RexDraw a RexView. První z nich je určený pro vlastní vývoj algoritmů, jejich správu a kompilaci, druhý je určený pro uložení konfigurace programovatelného automatu, jeho diagnostiku, kontrolu běhu jak vlastního automatu, tak jednotlivých algoritmů. Je také umožněno měnit parametry právě vykonávaného algoritmu. Dalším programem tohoto programového balíku je program RexCore, který slouží k vykonávání algoritmů vyvinutých pomocí programu RexDraw. Program RexCore je dodáván v několika verzích pro zařízení se základním programovým vybavením Windows, Windows CE a Phar Lap ETS.

Dále je s programovým balíkem REX dodávána knihovna funkčních



Obr. 3 – Knihovna funkčních bloků RexLib jako součást prostředí Simulink



Obr. 2 – Knihovna funkčních bloků programu RexDraw

bloků RexLib, umožňující vývoj algoritmů v prostředí Simulink programu Matlab. Výhodou vývoje algoritmů v prostředí Simulink je možnost vyvíjený algoritmus simulovat, což programu RexDraw ani RexView

neumožňují. Na druhou stranu v prostředí Simulink není možné navržený algoritmus zkompilovat, takže se bez programu RexDraw neobejdeme. Knihovna funkčních bloků RexLib obsahuje stejné bloky jako program RexDraw [4].

1.1.2 Komunikační možnosti

Programovatelný automat Wincon má komunikační možnosti. Kromě běžných rozhraní RS-232 a RS-485 obsahuje také dvě rozhraní Ethernet, takže umožňuje i komunikaci pomocí protokolu TCP/IP a UDP/IP. V nyní používané verzi programového balíku REX v1.40 je možné připojit pouze zařízení, jejichž protokol byl do programového balíku REX implementován, v nově vydané verzi 1.41 je umožněno vytvořit si i vlastní komunikační protokol, takže by mělo být možné připojit prakticky jakékoliv zařízení.

Program RexDraw a stejně tak knihovna RexLib obsahuje komunikační blok RDC. Tento blok umožňuje vzájemné propojení dvou programovatelných automatů využívajících programový balík REX a propojení s prostředím Simulink s knihovnou RexLib, přičemž v jednom blokovém schématu je možné použít více bloků RDC a propojit tak více zařízení.

Komunikace pomocí bloku RDC probíhá protokolem UDP/IP. Podobným způsobem je možné využít OPC server.

Provedené experimenty

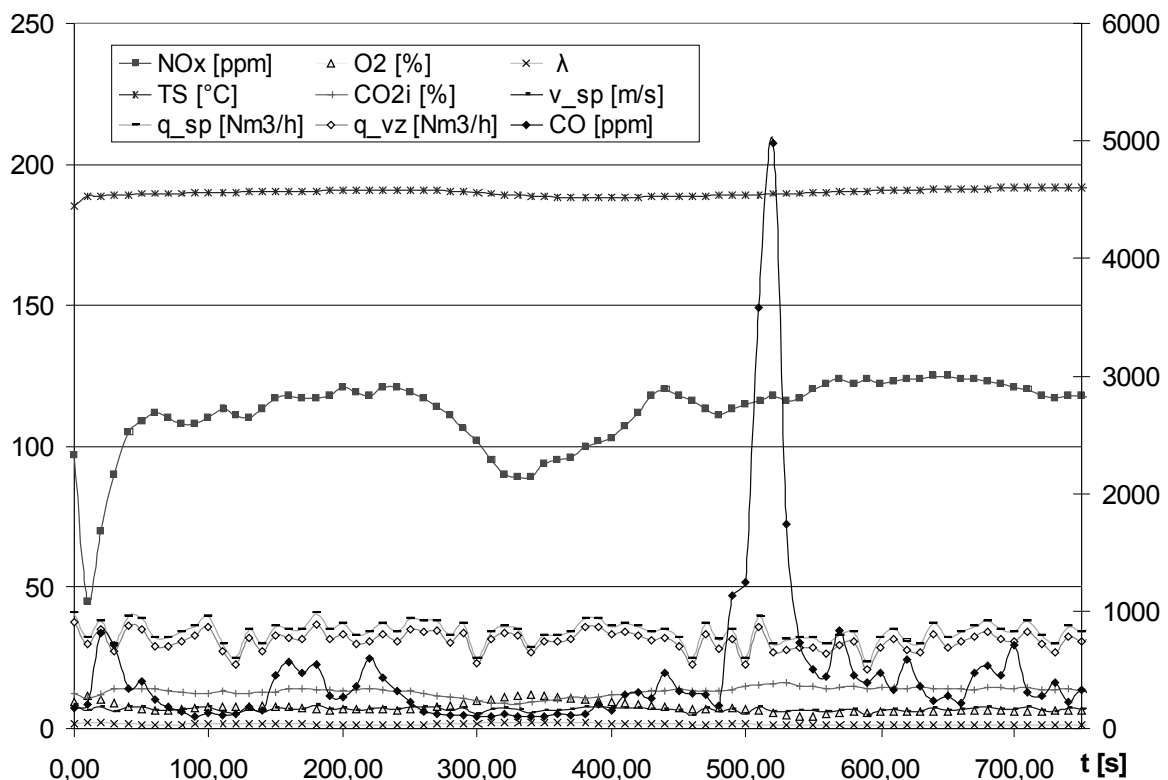
S pomocí programovatelného automatu Wincon bylo provedeno několik experimentů na kotli Verner. Kromě programovatelného automatu bylo k měření využito i analyzátoru spalin. Programovatelný automat byl při těchto experimentech využit pro ovládání průtoku vzduchu a měření a ukládání hodnot měřených veličin, které nebylo možné měřit pomocí analyzátoru spalin.

K přenosu naměřených dat z programovatelného automatu do počítače k dalšímu zpracování bylo využito prostředí Simulink programu Matlab s knihovnou RexLib.

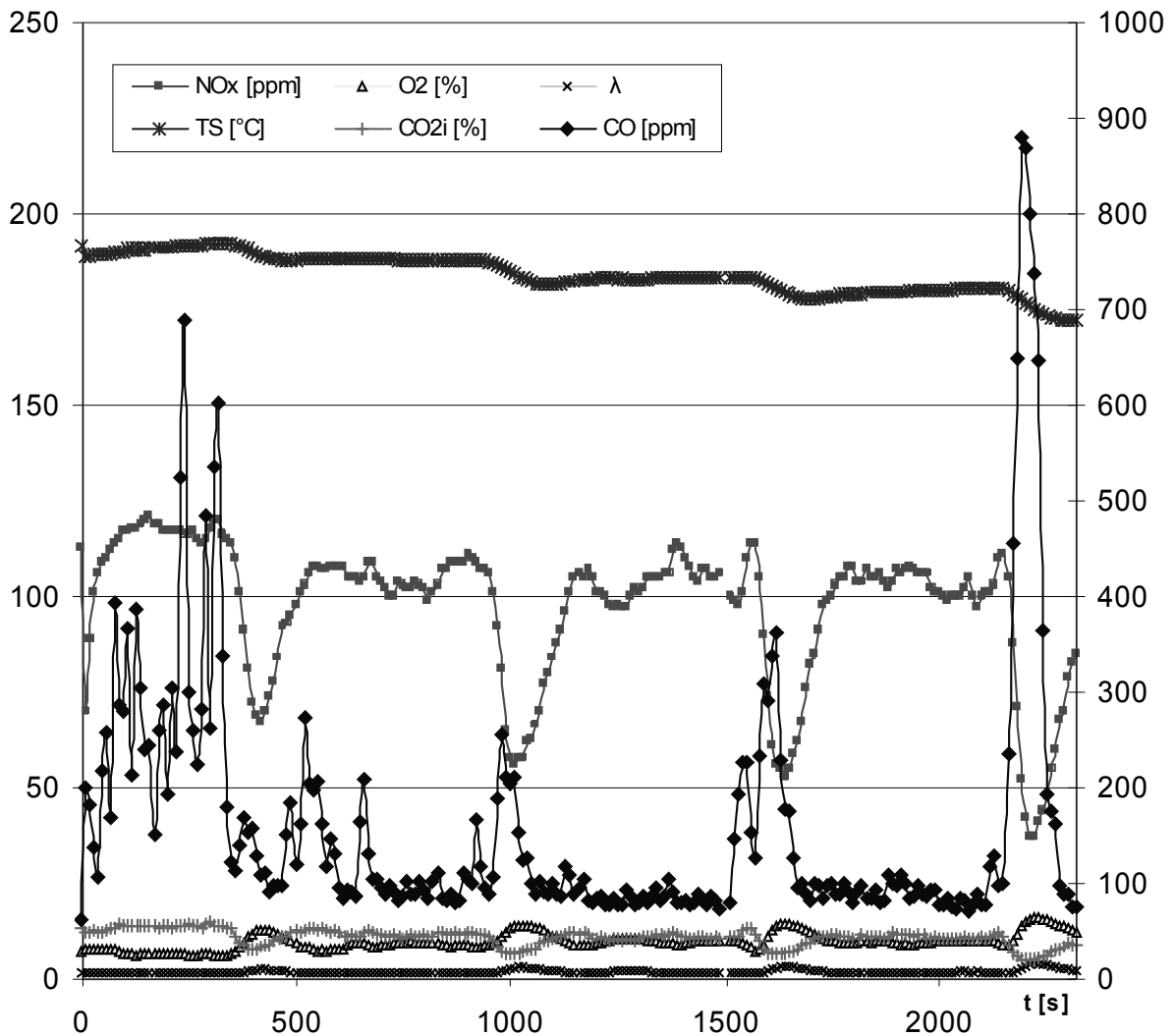
1.2 Naměřená data

Naměřená data z průběhu spalování v kotli Verner jsou zobrazena na obr. 4 (data z průběhu spalování v nominálním režimu) a obr. 5 (data z průběhu spalování při sníženém výkonu). V obou obrázcích jsou vidět špičky v průběhu množství CO ve spalinách. Tyto špičky jsou způsobeny nedokonalým spalováním po roštování. Také je zde vidět, že při provozu kotle při sníženém výkonu dochází ke zhoršení spalovacího procesu. Toto zhoršení spalovacího procesu je vidět hlavně v průběhu O_2 , kdy při provozu kotle za sníženého výkonu dochází ke zvýšení množství O_2 ve spalinách. K tomuto zvýšení množství O_2 ve spalinách při provozu kotle v nominálním režimu nedochází.

Dále je v obr. 5 vidět postupný pokles teploty spalin TS (při měření veličin z průběhu spalování byl nejprve změřen průběh spalování v nominálním režimu a poté průběh spalování při sníženém výkonu kotle). Z toho, že teplota spalin při snížení výkonu neklesá spojitě, ale stupňovitě, lze odhadnout, že pro provedení roštování může při provozu kotle za sníženého výkonu docházet až k téměř úplnému vyhasnutí kotle.



Obr. 4 – Průběh veličin změřených na kotli Verner v nominálním režimu



Obr. 5 – Průběh veličin při sníženém výkonu kotle Verner

Cílem nového řídicího systému je odstranit tato zvýšení množství CO a O₂ ve spalinách a učinit tak kotel šetrnější k životnímu prostředí. Druhým cílem je regulace spalování takovým způsobem, aby nedošlo ke zhoršení spalování při provozu kotle za sníženého výkonu.

Další vývoj

Nejbližším úkolem vyplývající ze zmíněného cíle je úplné odpojení stávající automatiky a přepojení na programovatelný automat Wincon. V první fázi by měl programovatelný automat provádět stejný algoritmus jako současná automatika, navíc umožňující takové zásahy do spalovacího procesu, které současná automatika neumožňuje. To by mělo umožnit další experimenty, které umožní identifikaci a určí další cíle a směr vývoje algoritmu nového řídicího systému.

Pro standardní nasazení nejspíše nebude využita řídicí jednotka Wincon-8741, jako vhodnější se jeví využití řídicí jednotky Wincon 8331 nebo Wincon 8341. Možné je též nahrazení modulů I-8053 a I-8064 modulem I-8042 (16kanálový digitální vstup a 16kanálový digitální výstup). Není vyloučeno ani použití programovatelného automatu jiného typu.

Závěr

Z experimentů na kotli Verner A25 s využitím programovatelného automatu Wincon vyplývá, že programovatelný automat Wincon v kombinaci s programovým balíkem REX poskytuje užitečné nástroje pro nalezení možností, jakým způsobem zlepšit funkce původní automatiky. Velkou předností této koncepce je možnost spolupráce s prostředky, které nabízí software firmy MathWorks. Programovatelný automat Wincon má dostatečný počet vstupů a výstupů pro řízení a je snadno rozšiřitelný. Jeho výhodou jsou také bohaté možnosti komunikace s dalšími zařízeními, takže je

například možné připojit operátorský panel, nebo jinou formu vzdáleného ovládní. Vedle odstranění nepříznivých vlastností kotle při spalování při sníženém výkonu se jeví jako vhodné rozšířit možnosti řídicího algoritmu o detekci diskredibility senzorů např. kyslíkové sondy, neboť spaliny se mohou usazovat na aktivních částech těchto senzorů a tím zhoršovat jejich funkci.

Poděkování

Prezentované výsledky vznikly v rámci řešení výzkumného záměru MSM6840770035, kde se na realizaci experimentů významně podílel Ing. Jan Hrdlička, Ph.D. Vedle úkolů tohoto projektu, které jsou ekologického rázu, popisované technické řešení umožňuje testování pokročilých regulačních algoritmů vyvíjených v rámci projektu GAČR 101/07/1667 pod vedením prof. Ing. Bohumila Šulce, CSc.

Literatura

- [1] Elcom IPC, s.r.o. *Zásuvné I/O karty pro modulární systémy - ICPDAS - měření a sběr dat* [online] [cit. 2008-10-06] URL: <<http://www.wincon.cz/chapters.asp?dept=2016&menu=20>>
- [2] Šulc B., Klimánek D. Control Variable Sensor Discredibility Detection in Bioenergetic Processes. In: *Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2007)*. Crete Island, Greece, 2007.
- [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*. IIIS, 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

Ing. Viktor Plaček

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky
Technická 4
166 07 Praha 6 – Dejvice
E-mail: viktor.placek@fs.cvut.cz
Tel.: +420 2 2435 2651