

Riadenie rektifikačnej kolóny riadiacim systémom SIMATIC S7-300

Magdaléna Ondrovičová, Monika Bakošová, Marek Čáran, Mária Karšaiová

Úvod

Príspevok je venovaný riadeniu rektifikačnej kolóny, ktorá sa nachádza na Katedre informatizácie a riadenia procesov FCHPT STU v Bratislave, pomocou riadiaceho systému SIMATIC 300.

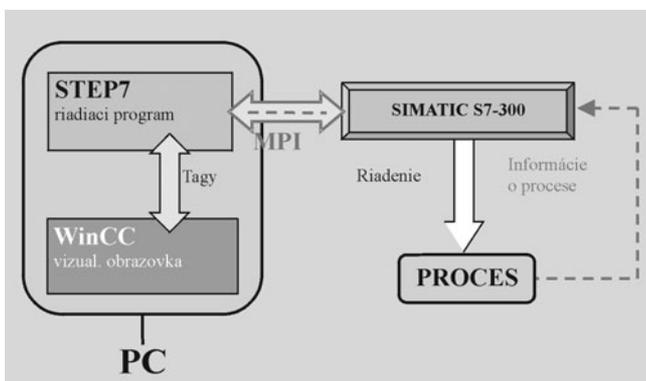
Návrh riadenia a riadiaceho systému

Cieľom riadenia rektifikačnej kolóny je zabezpečiť požadované zloženie produktov rektifikácie – destilátu na hlave a zvyšku na dne kolóny. S prihliadnutím na konštrukciu kolóny a jej technické možnosti [1], akčnou veličinou môže byť prietok pár voľným prierezom kolóny alebo spätný tok kondenzátu (reflux). Takáto konfigurácia sa bežne používa aj v priemysle. Zloženie destilátu a zvyšku sa zisťujú nepriamo, pomocou merania teploty odporovými teplomerami [2], [3]. Výstupné signály z teplomerov sa privádzajú do riadiaceho počítača a z neho idú riadiace signály k akčným členom, triakovému regulátoru výkonu a k čerpadlám na dávkovanie spätného toku a odber zvyšku. Komunikáciu snímačov a akčných členov s riadiacim počítačom zabezpečujú analógové vstupno-výstupné moduly. Na riadenie zloženia destilátu je využitý priemyselný riadiaci systém SIMATIC S7-300.

Riadiaci systém SIMATIC S7-300

Celý riadiaci systém pozostáva zo štyroch hlavných častí, ktoré spolu tvoria kompaktný celok.

- **Priemyselný Rack PC 830** patrí do strednej triedy priemyselných PC, postavených na báze technológie od Intelu, vhodný na používanie v priemyselnom prostredí.
- **Pracovná stanica SIMATIC S7-300** je univerzálne PLC, ktoré je schopné pôsobiť v širokom spektre aplikácií automatizačného inžinierstva. Pracovná stanica obsahuje:
 - napájací modul PS 307 5 A,
 - centrálnu procesorovú jednotku CPU 315 - 2 DP,
 - modul rozhrania IM 360,
 - vstupno-výstupné I/O moduly.
- **Prepojenie PC a pracovnej stanice SIMATIC** je realizované pomocou kábla MPI (multipoint interface).
- **STEP7 a WinCC** je programátorský a vizualizačný softvér, ktorý slúži na programovanie PLC, sprístupňuje dáta používateľovi a je komfortnou alternatívou monitoringu a riadenia reálnych procesov.



Obr.1 Komunikácia medzi jednotlivými zložkami riadiaceho systému

Hlavné kroky, ktoré sú potrebné na vytvorenie kompaktného riadiaceho systému, sú nasledovné:

1. Vytvorenie projektu v programe STEP7, v ktorom sú uložené všetky programy a dáta potrebné na riadenie.
2. Konfigurácia siete, ktorá umožňuje prepojenie PC s pracovnou stanicou SIMATIC pomocou zvoleného rozhrania. V projekte, ktorý riadi laboratórnu rektifikačnú kolónu, je zvolené prepojenie pomocou rozhrania MPI.
3. Konfigurácia I/O modulov umožňuje prepojenie medzi pracovnou stanicou a reálnym procesom.
4. Konfigurácia premenných umožňuje definovať a modifikovať jednotlivé premenné, ktoré sú potrebné pre správny chod riadiaceho programu.
5. Napísanie riadiaceho programu. Programovací jazyk STEP7 umožňuje riadiaci program napísať pomocou klasických príkazov, programovaním funkčných blokov alebo kombináciou oboch typov. Vytvorený program po nakopírovaní do RAM pamäte CPU možno kedykoľvek diagnostikovať a logicky testovať aj bez chodu reálneho procesu.
6. Vytvorenie vizualizačného prostredia umožňuje používateľovi definovať si vlastné vizualizačné prostredie pre daný proces pomocou programu WinCC, ktorého súčasťou je grafický editor. WinCC umožňuje rozmiestnenie jednotlivých ovládacích prvkov, vstupno-výstupných polí a monitorovacích okien na obrazovke používateľa tak, aby mal neustály prehľad o priebehu procesu a rýchlymi zásahmi ho mohol aktívne ovplyvňovať.
7. Prepojenie riadiaceho programu a vizualizačného prostredia. Vizualizačné prostredie a riadiaci program je potrebné prepojiť prostredníctvom tagov.

V programe STEP7 je možné pracovať s nasledujúcimi blokmi:

- **OB** – organizačné bloky. Určujú štruktúru používateľského programu. Blok OB1 reprezentuje hlavný program, ktorý pracuje v cyklickom režime tak, že si načítava jednotlivé FB bloky.
- **FB** – funkčné bloky. Sú samostatne programovateľné a obsahujú „pamäť“, ktorá ukladá vnútorné premenné do týchto blokov. To znamená, že logická operácia obsiahnutá v uvedených blokoch sa vykonáva nezávisle od ostatných blokov.
- **FC** – funkcie. Obsahujú rutiny pre najčastejšie používané funkcie (neobsahujú „pamäť“).
- **DB** – dátové bloky. Každý naprogramovaný FB blok musí mať k sebe asociovaný dátový blok DB, v ktorom sú uložené používateľské dáta.

MAN_ON	prepínanie medzi manuálnym a automatickým riadením
P_SEL	zapnutie/vypnutie P-zložky
I_SEL	zapnutie/vypnutie I-zložky
D_SEL	zapnutie/vypnutie D-zložky
SP_INT	vstup žiadanej veličiny
PV_INT	meraná veličina
MAN	regulačná odchýlka
GAIN	zosilnenie
TI	integračná konštanta
TD	derivačná konštanta
LMN	výstup z regulátora
LMN_P	výstup P-zložky

Tab.1

Pomocou týchto blokov je možné naprogramovať všetky potrebné logické operácie, ako aj riadenie reálneho procesu [4], [5]. Na riadenie rektifikačnej kolóny bol použitý PID regulátor, ktorý sa ako funkčný blok FB 41 nachádza v knižnici blokov programu STEP7. Regulátor má viacero vstupov a výstupov, pričom všetky nemusia byť obsadené. Najdôležitejšie vstupy uvádza tab. 1.

Program WinCC slúži na vytvorenie vizualizačných okien, pomocou ktorých je možné bežiaci proces monitorovať a aktívne do neho zasahovať. Všetky dôležité dáta čerpá z programu STEP7, s ktorým je prepojený prostredníctvom tagov.

Tagy môžu byť:

- Interné – slúžia na uchovávanie interných premenných (napr. viditeľnosť okna a podobne).
- Externé – slúžia na komunikáciu s PLC.

Externé tagy sa definujú v tzv. „tag management“. Ide o tagy pre snímanie teploty destilátu a zvyšku (v stupňoch Celzia), pre výkony čerpadiel pre dávkovanie refluxu a odber zvyšku (v percentách výkonu), pre prietoky refluxu a zvyšku (v $\text{cm}^3/\text{min.}$) a tag pre výkon ohrievacích špirál, ktorými sa riadi prietok pár v kolóne (v percentách výkonu).

Vytvorenie vizualizačnej obrazovky a ovládacích prvkov

Pre rektifikačnú kolónu boli vytvorené dve vizualizačné obrazovky. Na jednej je zobrazený model rektifikačnej kolóny vrátane riadiacich a ovládacích prvkov pre jednotlivé zariadenia kolóny. Druhá obrazovka slúži na vizualizáciu trendových okien, ktoré sledujú jednotlivé veličiny v čase [1].

Návrh regulátora na riadenie rektifikačnej kolóny

Pre riadenie laboratórnej kolóny bola zvolená LD konfigurácia riadenia, keď sa zloženie destilátu riadi prietokom spätného toku [6]. Pri návrhu parametrov regulátora bola použitá Strejcova metóda, ktorá vychádza z nameranej prechodovej charakteristiky.

Dynamické vlastnosti systému boli aproximované pomocou identifikácie náhradného prenosu Strejcovou metódou:

$$F(s) = \frac{K}{(Ts+1)^n} = \frac{0,87}{(263,86s+1)^3} = \frac{b_0}{a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0} \quad (1)$$

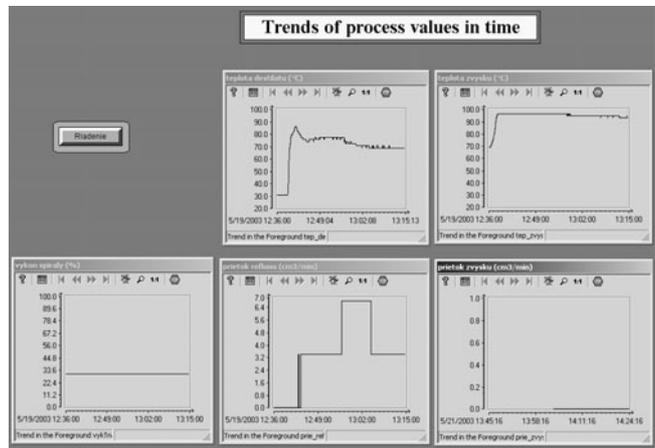
Na výpočet zosilnenia P-regulátora bola použitá Strejcova metóda syntézy regulátora [7] $Z_p = 0,575$.

Realizácia riadenia rektifikačnej kolóny

V kolóne sa delila binárna zmes metanol – voda, ktorej zloženie bolo 12 % mólových metanolu. Prietok nástreku bol nastavený na $78 \text{ cm}^3/\text{min.}$, teplota $86,7 \text{ }^\circ\text{C}$ zodpovedala teplote varu zmesi. Zloženie nástreku, destilátu a zvyšku, ako aj ich prietoky nie sú nezávislými veličinami, ale sú navzájom viazané materiálovými bilanciami. Po zohľadnení týchto podmienok boli nastavené tieto parametre zariadení:

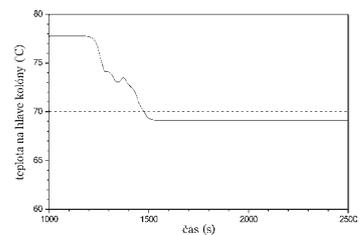
- výkon triakového regulátora príkonu 30 %,
- čerpadlo refluxu 4 % výkonu,
- čerpadlo zvyšku 29 % výkonu.

Pri takomto nastavení dosiahla kolóna ustálený stav, pričom teplota na hlave kolóny bola $77,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Vtedy bola nastavená žiadaná teplota destilátu $70 \text{ }^\circ\text{C}$ a zapnuté riadenie P-regulátorom s nastavenou hodnotou zosilnenia $Z_p = 0,575$. Priebiehy všetkých mera-



Obr.3 Trendové grafy

ných veličín, ako sú teplota destilátu a zvyšku, prietoky refluxu a zvyšku, ako i výkon špirál, je možné vidieť na trendových grafoch vizualizačnej obrazovky (obr. 3). Výsledok riadenia je zobrazený aj v grafe na obr. 4.



Obr.4 Riadenie P-regulátorom

Záver

Príspevok prezentoval návrh a realizáciu riadenia rektifikačnej kolóny pomocou riadiaceho systému SIMATIC 300. Úspešným riadením prostredníctvom jednoduchého regulátora, navrhnutého pomocou Strejcovej metódy, bola overená komunikácia medzi jednotlivými zariadeniami rektifikačnej kolóny a riadiacim programom, ako aj operátorskou obrazovkou. Realizácia riadenia rektifikačnej kolóny pomocou riadiaceho systému SIMATIC je príspevkom k úspešnému budovaniu laboratória reálnych procesov, ktoré sa v budúcnosti bude využívať na vyvíjanie a testovanie moderných metód riadenia technologických procesov.

Tento príspevok vznikol s grantovou podporou VEGA MŠ SR a SAV pre projekty č. 1/0135/03 a 1/1046/04.

Literatúra

- [1] ONDROVIČOVÁ, M., BAKOŠOVÁ, M., KARŠAIOVÁ, M., NAGY, J.: Vizualizácia laboratórnej rektifikačnej kolóny pomocou riadiaceho systému SIMATIC. AT&P journal 9 (11), 2002, s. 77 – 79.
- [2] DOJČANSKÝ, J., LONGAUER, J.: Chemické inžinierstvo II. Malé Centrum, Bratislava 2000.
- [3] BAFRNCOVÁ, S. a kol.: Chemické inžinierstvo tabuľky a grafy. STU, Bratislava 2000.
- [4] SIMATIC. Manual. Programming with STEP7 v. 5.1.
- [5] www.siemens.com
- [6] BAKOŠOVÁ, M., ONDROVIČOVÁ, M.: Určenie konfigurácie na riadenie rektifikačných kolón. AT&P journal 4, 1997, s. 46 – 48.
- [7] BAKOŠOVÁ, M. a kol.: Základy automatizácie. STU Bratislava 2003.

Ing. Magdaléna Ondrovičová
doc. Ing. Monika Bakošová, CSc.
Ing. Mária Karšaiová, CSc.
Ing. Marek Čáran

Katedra informatizácie a riadenia procesov
FCHPT STU Bratislava
e-mail: magdalena.ondrovicova@stuba.sk

21

