



# Komunikácia medzi PC a PLC pri monitorovaní a riadení procesu splynovania uhlia

Neustále rastúci tlak na ekonomickú efektívnosť zavádzania automatizácie sa v poslednom čase zameriava popri nákladoch spojených s prevádzkou riadeného systému aj na spôsob tvorby aplikačného vybavenia riadiaceho systému. Z rôznych aplikačných oblastí automatizácie prichádzajú požiadavky najmä na zjednodušenie a urýchlenie inžinierskych činností, zvyšovanie spoľahlivosti a zjednodušenie správy aplikačného programového vybavenia a možnosť jeho rekonfigurácie z dôvodu zmeny výrobného postupu alebo poruchy časti riadiaceho systému. Tiež sú tu požiadavky na variabilnosť aplikačného vybavenia pre riadiace systémy od rôznych výrobcov.

Programovateľný logický automat (PLC – Programmable Logic Controller) je zariadenie určené na monitorovanie a riadenie rôznych procesov a zariadení. PLC automat cyklicky zaznamenáva a vyhodnocuje vstupné signály a na základe riadiaceho programu, ktorý je uložený v jeho pamäti, nastavuje hodnoty výstupov. Pri tvorbe aplikácií nie je programátor viazaný obmedzenými inštrukciami, ale má k dispozícii vyššie programovacie jazyky, ktoré mu umožňujú tvoriť ľubovoľné algoritmy. Výhodou je možnosť tvoriť vlastné funkčné bloky na riešenie často sa opakujúcich úloh a programovať systémy pomocou štandardných jazykov PLC [1].

## 1. Konfigurácia a algoritmy PLC automatu na monitorovanie a riadenie procesu splynovania

Na monitorovanie a riadenie procesu splynovania uhlia bol vytvorený riadiaci systém, ktorý je založený na báze PLC automatu. Riadiaci systém bol aplikovaný na PLC automat X20 od firmy B&R (obr. 1). Je to nová generácia výkonných PLC automatov pre priemyselné aplikácie.



Obr.1 PLC automat B&R X20

PLC zostava obsahuje systémový modul so 400 MHz procesorom Intel® Celeron a jeho súčasťou je komunikačné rozhranie na komunikáciu PLC automatu s PC prostredníctvom sériovej linky RS232 a sieťového protokolu TCP/IP. Konfigurácia PLC so stručným opisom jednotlivých modulov a ich použitie v riadiacom systéme je uvedená v tab. 1

Všetky zariadenia, ktoré sú na PLC zapojené v prúdovej slučke, majú vlastné elektrické napájanie prúdovej slučky 24 VDC zo zdrojov, ktoré sú v rozvážacej skrini, alebo má dané zariadenie vlastný zdroj. Pokiaľ ide o ovládanie elektromagnetických ventilov a servoventilov, PLC vysiela signál 24 VDC spínaciemu relé, ktoré zapne silový obvod 24 VAC. Analógové napätové signály napr. z niektorých tlakomerov nepotrebujú žiadne ďalšie prídavné elektrické napájanie. Pripojené termočlánky sú zdrojom vlastného elektrického napätia.

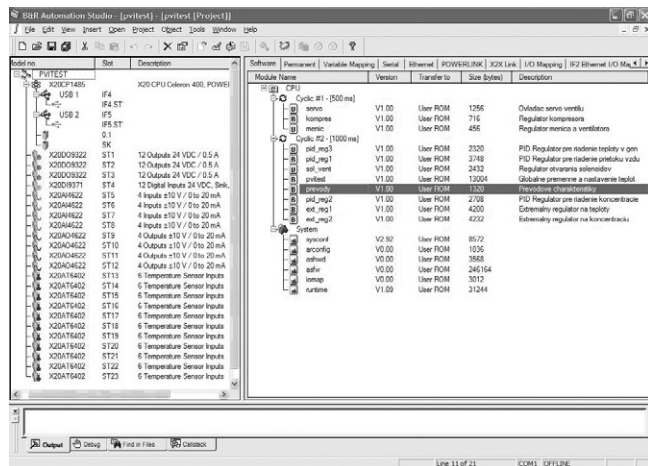
PLC automat je konfigurovateľný prostredníctvom PC z prostredia aplikácie B&R Automation Studio®. Komunikácia PC s PLC je zabezpečená prostredníctvom sériovej linky RS232 alebo prostredníctvom rozhrania TCP/IP. Celá konfigurácia PLC je umiestnená v projektovom súbore s názvom pvitest. Na obr. 2 je znázornená prehľadná stromová štruktúra celej zostavy a riadiace algoritmy. Každý modul sa dá osobitne konfigurovať a na jeho porty možno napojiť premenné z riadiacich algoritmov. Riadiace algoritmy sú umiestnené v tzv. cyklických moduloch, pričom každý modul má názov podľa svojho významu.

modul	počet	Opis modulu	Použitie modulu
X20CP1485	1	Procesorový modul s dvoma USB portmi, jedným slotom na SD kartu, jedným portom TCP/IP, konektormi na napájanie modulov a RS232 signálne vodiče.	Modul zabezpečuje hlavný riadiaci cyklus (program nahraný z prostredia Automation Studio®), zabezpečuje el. napájanie ostatných modulov a komunikuje po sériovej linke RS232 s počítačom.
X20DO9322	3	Digital output modul - obsahuje 12 digitálnych výstupov 24 VDC/0,5 A.	Moduly zabezpečujú otváranie a zatváranie elektromagnetických ventilov (solenoidov), signál na otváranie a zatváranie servoventila, signály pre frekvenčný menič ventilátora, signál na zap./vyp. kompresorov.
X20DI9371	1	Digital input modul – obsahuje 12 digitálnych vstupov 24 VDC/0,5 A.	Momentálne nevyužitý modul v zostave PLC.
X20AO4622	4	Analog output – obsahuje 4 výstupy +/-10 V alebo 0 až 20 mA (modul má konfigurovateľné porty).	Na jeden z modulov je v prúdovej slučke napojený signál pre frekvenčný menič ventilátora na nastavenie požadovanej frekvencie.
X20AI4622	4	Analog input - obsahuje 4 vstupy +/-10 V alebo 0 až 20 mA (modul má konfigurovateľné porty).	Na moduly sú v prúdovej alebo napätovej slučke napojené tlakomery, snímače diferenčného tlaku, analyzátor plynov.
X20AT6402	11	Teplotný modul - má 6 vstupov pre teplotné senzory (termočlánky), dá sa nakonfigurovať pre termočlánky typu K, J, S, N.	Pripojenie termočlánkov na monitorovanie teplôt v experimentálnom zariadení.

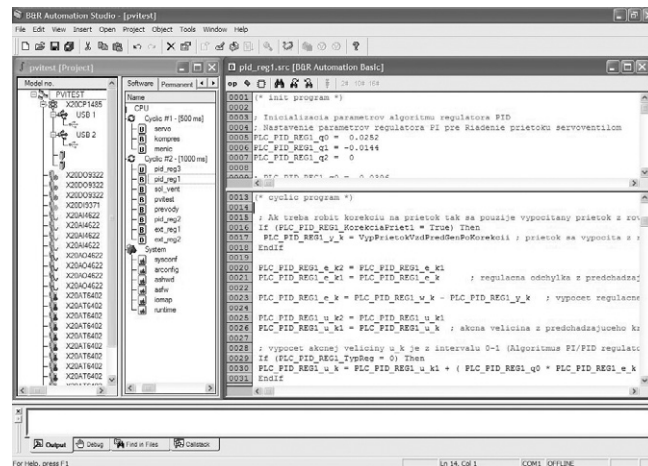
Tab.1: Konfigurácia PLC automatu v riadiacom systéme

Názov algoritmu	Cyklický modul	Funkcia algoritmu
servo	Cyclic #1	Algoritmus slúži ako ovládač na riadenie servopohonu regulačného ventilu. Zabezpečuje vysielanie digitálneho (24 V) signálu na otváranie a zatváranie ventilu v presných 500 ms prerušovaných alebo neprerušovaných impulzoch.
kompres	Cyclic #1	Algoritmus dvojpohovej regulácie tlakovania (on-off control). Zabezpečuje zapínanie a vypínanie kompresorov podľa stavu tlaku v tlakovej nádobe.
menic	Cyclic #1	Algoritmus slúži ako ovládač frekvenčného meniča. Vykonáva prevod žiadanej frekvencie (0 – 50 Hz) na napätový signál (0 – 10 V), vysielanie signálu na štart a reset meniča. Zmenou frekvencie je dosiahnutá zmena výkonu odsávacieho ventilátora.
PID_reg1	Cyclic #2	Algoritmus diskrétného PI regulátora na stabilizáciu prietoku vzduchu servoventilom. Spolupracuje s ovládačom „servo“, ktorý sa nachádza v prvom cyklickom module.
PID_reg2	Cyclic #2	Algoritmus diskrétného PI regulátora na stabilizáciu koncentrácie vybraných zložiek (CO, O <sub>2</sub> ) v plyne syngas riadením prietoku vzduchu a výkonu odsávacieho ventilátora.
PID_reg3	Cyclic #2	Algoritmus diskrétného PI regulátora na stabilizáciu vybranej teploty v splynovacom generátore prostredníctvom riadeného prietoku vzduchu.
Sol_vent	Cyclic #2	Algoritmus zabezpečuje cyklické otváranie elektromagnetických ventilov. Ventily sa otvárajú postupne za sebou, pričom algoritmus vysiela digitálny signál na ich otvorenie.
PVI_test	Cyclic #2	Algoritmus, ktorý deklaruje globálne premenné riadiaceho systému na komunikáciu cez PVI rozhranie.
prevody	Cyclic #2	Algoritmus zabezpečuje prevod elektrických signálov (prúdové a napätové) na skutočnú meranú procesnú veličinu (tlak, teplota, prietok).
Ext_reg1	Cyclic #2	Algoritmus extrémneho regulátora na teploty. Využíva služby algoritmu "PID_reg1" na stabilizáciu prietoku s cieľom extremalizácie vybranej teploty v generátore.
Ext_reg2	Cyclic #2	Algoritmus extrémneho regulátora na koncentrácie plynov (CO, pomer CO/CO + CO <sub>2</sub> ) a výhrevnosti. Využíva služby algoritmu „PID_reg1“ na stabilizáciu prietoku s cieľom extremalizácie zložky v produkovanom plyne syngas a výhrevnosti.

Tab.2: Riadiace algoritmy a ich funkcie v riadiacom systéme



Obr. 2 Štruktúra PLC automatu s riadiacimi algoritmi aplikácii B&R Automation Studio



Obr.3 Obrazovka zdrojového kódu riadiaceho algoritmu

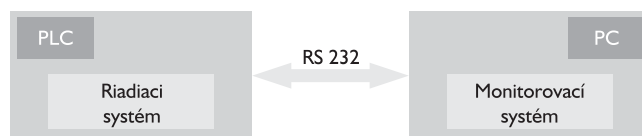
Názvy a funkcie jednotlivých riadiacich algoritmov sú uvedené v tab. 2.

Zdrojový kód riadiaceho algoritmu v cyklickom module je napísaný v jazyku Automation Basic (obr. 3). Po skompilovaní projektu sa binárny kód odošle na PLC automat, ktorý ho cyklicky vykonáva. Premenné, ktoré sú z PLC odosiadané do PC, musia byť v projekte deklarované ako globálne.

## 2. Komunikácia medzi PLC a PC

Na monitorovanie a riadenie procesu splynovania uhlia v laboratórnych podmienkach bol vytvorený integrovaný monitorovací a riadiaci systém. Monitorovací systém je naprogramovaný v prostredí SCADA/HMI aplikácie PROMOTIC. Aplikácia slúži na tvorbu rozsiahlych vizualizačných prostredí a procesných obrazoviek (panelov). PROMOTIC je

komplexný SCADA objektový softvérový nástroj na tvorbu aplikácií, ktoré umožňujú monitorovať a riadiť technologické procesy v najrôznejších oblastiach priemyslu. Monitorovací systém obsahuje jednoduché algoritmy na vizualizáciu a ukladanie nameraných dát, nastavovanie vlastností objektov a obsluhu udalostí. Systém je rozdelený do 15 obrazov a každý obraz ukazuje aktuálny stav procesu splynovania. Algoritmy riadiaceho systému sú vytvorené v cyklických moduloch PLC automatu. Monitorovací systém je vytvorený tak, aby umožňoval komunikáciu s riadiacim automatom a zároveň vizualizoval priebeh



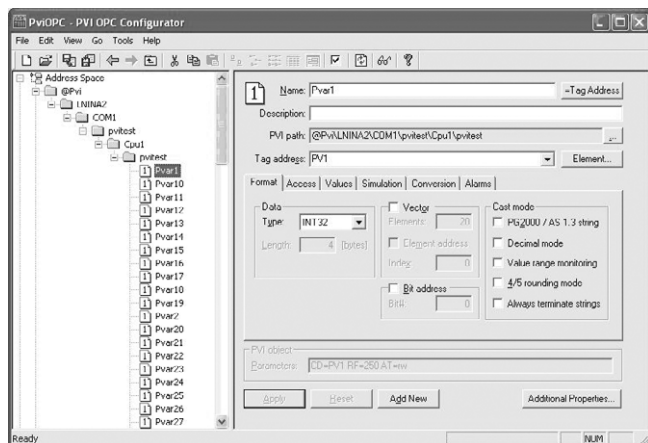
Obr.4 Prepojenie riadiaceho a monitorovacieho systému.



procesu splynovania. Zjednodušená schéma prepojenia PC s PLC automatom je uvedená na obr. 4 [2].

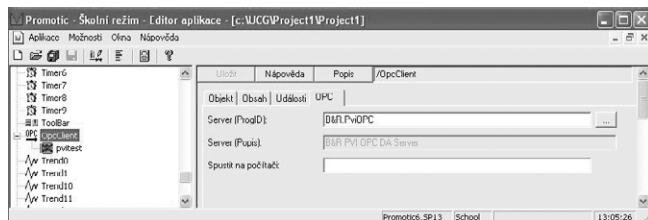
Na komunikáciu medzi počítačom, na ktorom je implementovaný monitorovací systém, a PLC automatom bola použitá sériová linka RS 232 s 9-pinovým konektorom. Nakoľko počítač nemal vstupný 9-pinový konektor na sériovú linku, musela sa použiť zásuvná PCMCIA karta, ktorá požadovaný konektor doplnila [3, 4].

Na zaistenie správnej komunikácie monitorovacieho systému s PLC automatom musel byť na počítači, na ktorom sa monitorovací systém spúšťa, nainštalovaný tzv. OPC Server. OPC Server je rezidentná aplikácia (ovládač) dodávaná spolu so systémom na programovanie PLC automatov. Spolu s prostredím B&R Automation Studio sa nainštaluje aj komunikačný server – OPC Server. Prostredie Automation Studio bolo použité na naprogramovanie riadiaceho systému a prostredie PROMOTIC na vybudovanie monitorovacieho systému. Po spustení monitorovacieho systému v prostredí PROMOTIC sa zároveň spustí aj aplikácia PVI Manager. Táto aplikácia zachytáva údaje prichádzajúce po sériovej linke (alebo cez protokol TCP/IP) a poskytuje ich stále rezidentne spustenému OPC Serveru. OPC Server sa konfiguruje tak, že sa konfiguračné údaje zapisujú do súboru C:\BRAutomation\PVI\Cfg\PviOPC.mdb. Do súboru sa zapisujú nastavenia pre jednotlivé premenné, ktorých hodnoty sa z PLC prenášajú do monitorovacieho systému a späť. Konfiguračný súbor sa edituje pomocou programu s názvom PVI OPC Configurator, ktorý sa nainštaluje do PC spolu s B&R Automation Studiom. Na obr. 5 je znázornená obrazovka na konfiguráciu premenných v programe PVI OPC Configurator.



Obr.5: Konfigurácia premenných na strane OPC Servera pomocou programu PVI OPC Configurator

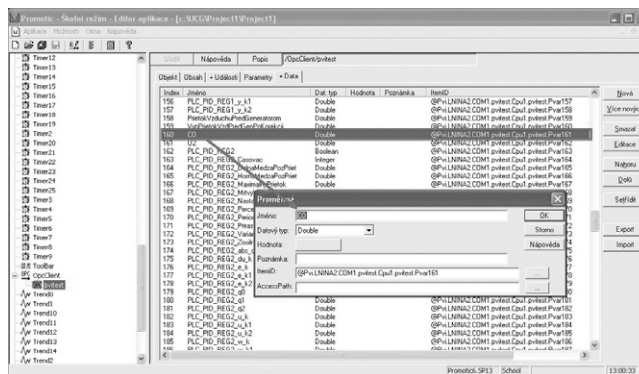
Monitorovací systém funguje ako OPC Klient a preberá údaje od OPC Servera. Z toho dôvodu treba nakonfigurovať premenné rovnako aj na strane OPC Klienta. V prostredí PROMOTIC využijeme na túto konfiguráciu objekt s názvom OpcClient. V prvom rade treba zadať názov OPC Servera, z ktorého bude Klient preberať dáta (obr. 6). Potom možno konfigurovať premenné na strane OPC Klienta, pri ktorých treba definovať názov premennej, jej dátový typ a Item ID, ktorý predstavuje cestu k premennej na strane OPC Servera (obr. 7).



Obr.6: Konfigurácia OPC Klienta v prostredí PROMOTIC

**Záver**

Príspevok poukazuje na jednu z možností komunikácie medzi PC a PLC automatom pri riadení procesov. Komunikácia je zabezpečená prostredníctvom sériovej linky RS 232 a ďalej na strane počítača pro-



Obr.7: Konfigurácia premenných na strane OPC Klienta v prostredí PROMOTIC

stredníctvom OPC Server – Klient. Využitie takejto komunikácie je realizované pri monitorovaní a riadení procesu splynovania uhlia v laboratórnych podmienkach s využitím PLC automatu. Riadiace algoritmy na monitorovanie procesu sú naprogramované v prostredí Automation Studio a umiestnené na PLC, ktorého základnou úlohou je zber procesných veličín a riadenie procesu nastavením parametrov regulačných zariadení. Hlavným softvérom aplikácie je monitorovací systém vytvorený v prostredí PROMOTIC, ktorý procesné veličiny vizualizuje, príp. ukladá do databázových súborov, a umožňuje operátorovi vykonávať rozhodnutia pri riadení procesu.

**Podakovanie**

Tento príspevok vznikol za podpory projektu aplikovaného výskumu APVV 0582-06 a grantových projektov VEGA s číslom 1/0365/08, 1/0404/08 a 1/0567/10 zo Slovenskej grantovej agentúry pre vedu.

**Literatúra**

- [1.] JTERPÁK, J. – DORČÁK, Ľ. – PETRÁŠ, I. – MADUDA, V.: Aplikácia riadenia spaľovania na PLC. In: Process Control 2006: Proceedings of the 7th International Scientific-Technical Conference: June 13 – 16, 2006, Kouty nad Desnou, Czech Republic. ISBN 80-7194-860-8. – P. R222-1-R222-6.
- [2.] LACIAK, M. – KAČUR, J.: Automatizovaný systém riadenia podzemného splynovania uhlia v laboratórnych podmienkach. In: AT&P journal, 8/2009, s. 47 – 52. ISSN 1336-233X.
- [3.] KOSTÚR, K. – KAČUR, J.: The Monitoring & Control of Underground Coal Gasification. In: Acta Montanistica Slovaca, 13/2008, s. 111 – 117. ISSN 1335-1788.
- [4.] LACIAK, M. – KAČUR, J.: Optimálne riadenie procesu splynovania uhlia v laboratórnych podmienkach. In: AT&P journal, 4/2010, s. 47 – 50. ISSN 1336-233X.

**Ing. Marek Laciak, PhD.**

Ing. Jan Kačur  
 Technická univerzita v Košiciach, F-BERG  
 Ústav riadenia a informatizácie výrobných procesov  
 B. Nemcovej 3, 042 00 Košice  
 Tel.: 055 6025175  
 Fax: 055 6025190  
 e-mail: marek.laciak@tuke.sk  
 e-mail: jan.kacur@tuke.sk