

Systemy automatyki firmy Allen-Bradley, część 3

Sterowniki PLC-5

Artykuł prezentuje rodzinę dużych sterowników programowalnych PLC-5 wykorzystywanych w aplikacjach wymagających zarówno obsługi dużej liczby sygnałów obiektowych jak i dużej mocy obliczeniowej przy ich przetwarzaniu. Zaprezentowane zostały przykłady aplikacyjne ilustrujące elastyczność systemu połączoną z dużymi możliwościami.

Rodzina PLC-5 wywodzi się z pierwszego, w pełni automatycznego sterownika programowalnego typu Cardlok. W latach 70-tych system ten podlegał różnym przemianom, by początkiem lat osiemdziesiątych przyjąć formę określaną jako PLC-2. Z tamtego okresu pozostał do dzisiaj jedynie standard kasety, co pozwoliło szerokiej rzeszy użytkowników na dokonanie modernizacji istniejących systemów, bez konieczności demontażu obudów i szaf sterujących. Ewolucja sterownika PLC-5 doprowadziła do powstania sześciu podstawowych typów procesorów oraz liczącej ponad 120 pozycji rodziny modułów obiektowych (dla porównania SLC-500 posiada 4 podstawowe procesory i ponad 50 modułów).

Tab.1 pokazuje typowe parametry czterech procesorów PLC-5 w zestawieniu z przedstawicielem rodziny SLC-500

Na podstawie tab.1 można dokonać doboru podstawowego typu procesora (np. PLC-5/20) oraz jego modyfikacji

(np. Ethernet PLC-5/20E). Zanim jednak wybierze się odpowiedni model procesora należy zastanowić się czy zastosować rodzinę SLC-500 czy PLC-5. W kolejnej tabeli zestawione zostały parametry wpływające na wybór odpowiedniej serii.

Jak widać z powyższych zestawień seria PLC-5 przeznaczona jest do zastosowań w aplikacjach wymagających szybkiej obsługi dużej liczby sygnałów obiektowych, wymagających często stosowania specjalizowanych modułów.

Jednym z nich jest moduł TCM, pozwalający na sprzętowe zrealizowanie 8 oddzielnych pętli PID, przy czym dla każdej z nich sygnałem wejściowym PV jest sygnał z termopary $\pm 100\text{mV}$ (rys.1).

Po przetworzeniu dane podlegają obróbce według algorytmu PID, przy czym wszystkie parametry regulatora (stałe K, T, T_D, strefa nieczułości, alarmy górny i dolny) oraz wartość zadana są podawane przez procesor główny. Ostatnim etapem jest ustawienie odpowiednich wartości w tablicy procesora, reprezentujących wyjście regulatora CV. Są to dwa słowa reprezentujące wartości analogowe dla układu chłodzenia oraz podgrzewania. Dodatkowo moduł generuje dwa przebiegi (w postaci zmian stanów bitów) o współczynniku wypełnienia proporcjonalnym do odpowiednich wartości CV. Regulacja PID znajduje zastosowanie nie tylko przy stabilizowaniu temperatury. Sterowanie pętlami w oparciu o typowe moduły analogowe i instrukcję PID w programie przedstawione zostało w poprzednim artykule. Teraz warto zaznaczyć obecność modułu 1771-PD, umożliwiającego sprzętowe zrealizowanie dwóch niezależnych pętli PID.

Jego zastosowanie pozwala na :

- odciążenie procesora głównego,
- sprzętową filtrację sygnałów obiektowych,

owych,

- zatrzymanie algorytmu podczas strojenia parametrów,

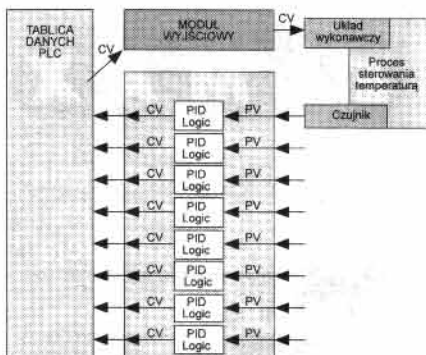
- ciągłą współpracę ze stacją zadającą w trybie ręcznym (przy przejściu w tryb automatyczny unika się skoków),

- natychmiastowe wykrycie uszkodzenia pętli prądowych,

- realizację szybkich układów kaskadowych i dwuwymiarowych,

a także na zrealizowanie wszystkich pozostałych funkcji (strefy nieczułości, alarmów itp.), dostępnych przy wersji programowej regulatora PID.

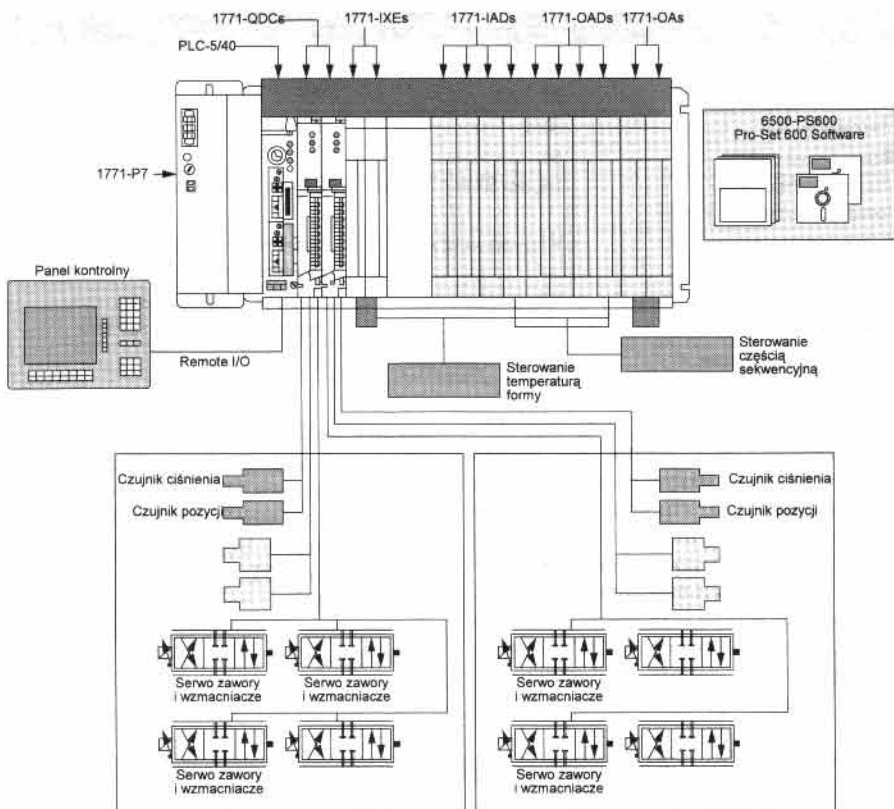
W wielu wypadkach zastosowanie tradycyjnego sterowania PID nie jest niestety wystarczające. Oczywiście można napisać skomplikowany program (wykorzystując np. instrukcję CPT [Compute], pozwalającą na wyliczanie złożonych wyrażeń matematycznych) i stosując precyzyjne moduły analogowe serii N stworzyć odpowiadający założeniom system. Często takie rozwiązanie funkcjonuje poprawnie, ale nie zawsze. Wtedy należy posiłkować się gotowymi systemami sprzętowo-programowymi. Do takich należy m.in. układ sterowania wtryskarką, przedstawiony na rys.2. Centralny moduł 1771-QDC posiada 4 wejścia analogowe do współpracy z czujnikami ciśnienia tworzywa i pozycji formy. Cztery wyjścia analogowe są wykorzystywane do sterowania zaworów hydraulicznych. System pracuje przy wykorzystaniu dwóch modułów QDC - pierwszy steruje fazą wtrysku, drugi zaś procesem zamykania i otwierania formy. Nad całością czuwa pakiet ProSet 600, zbudowany z odpowiednich programów dla procesora głównego oraz dla terminala PanelView1200. Zaletą stosowania tego systemu jest automatyczna koordynacja wykonywania poszczególnych faz procesu wraz poprawianiem charakterys-



Rys. 1.

Tabela 1.

Parametr	SLC 5/04	PLC-5/20	PLC-5/40	PLC-5/60	PLC-5/80
Pamięć (KW)	16, 32, 60	16	48	64	100
Ilość punktów I/O	960	512	2048	3072	3072
Komunikacja	1 - DH+ 1 - DH-485 lub RS-232	1 - DH+ 1 - DH+/RIO dodatkowo DeviceNet ControlNet	4 - DH+/RIO dodatkowo Ethernet DeviceNet ControlNet	4 - DH+/RIO dodatkowo DeviceNet ControlNet	4 - DH+/RIO dodatkowo Ethernet DeviceNet ControlNet



Rys. 2.

tyk układów hydraulicznych bez ingerencji operatora. Jest to wynik działania systemu ERC - Expert Response Compensation. Jednocześnie możliwe jest wpływanie poprzez terminal na profil każdej fazy oraz definiowanie parametrów poszczególnych etapów w ramach fazy (ciśnienia, prędkości). W podobny sposób funkcjonują systemy sterowania prasami oraz złożonymi układami pozycjonowania transporterów i urządzeń hydraulicznych.

W każdym z wymienionych przykładów wykorzystany został autonomiczny moduł odciążający procesor główny, ale korzystający z pewnych danych zgromadzonych w jednostce centralnej. W niektórych aplikacjach (np. kolumnach destylacyjnych, wannach szklarskich itp.) szczególnie istotne jest utrzymanie ciągłości pracujący procesora CPU, także po wystąpieniu zaniku zasilania. W tradycyjnych procesorach zaistnienie sytuacji awaryjnej powoduje zatrzymanie sterownika i w konsekwencji dużych strat materialnych. Aby zapobiec takim zdarzeniom Allen-Bradley stworzył system redundancji procesorów PLC-5. Składa się on z dwóch kaset wyposażonych w jednakowe procesory główne, w moduły back-up u 1785-BCM oraz zasilacze dołączone do różnych źródeł zasilania (rys.3). Moduły obiektowe zainstalowane są w oddzielnych kasetach połączonych z procesorami siecią RIO. W trakcie normal-

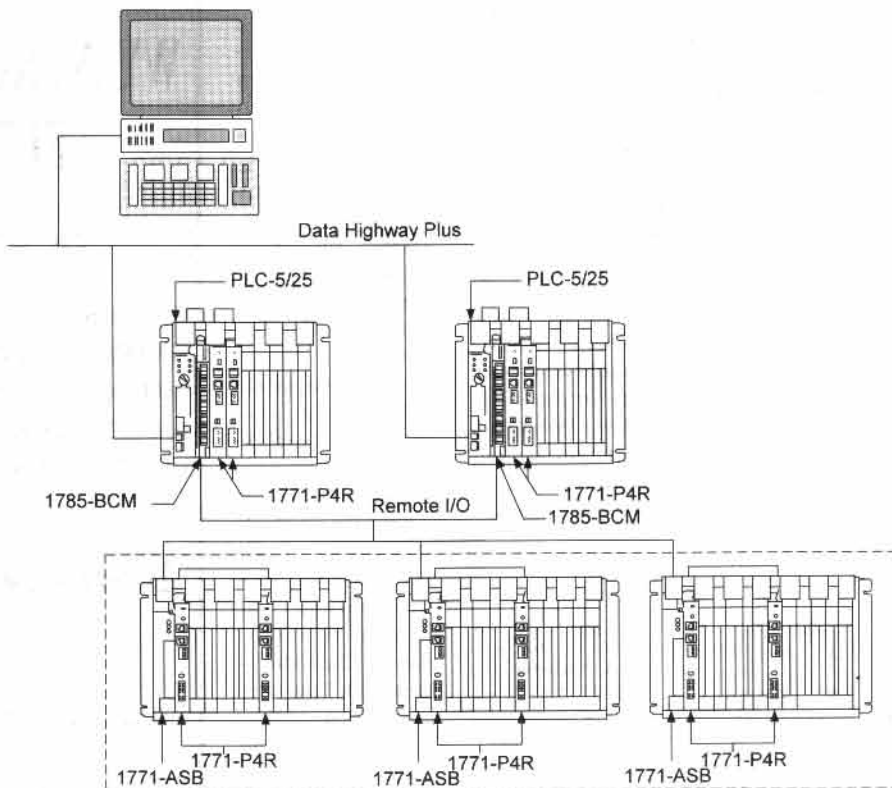
nej pracy aktywny jest procesor zasadniczy, który poprzez sieć RIO komunikuje się z obiektem, a poprzez szybką magistralę równoległą HSSL przekazuje dane do procesora pomocniczego. Dzięki takiemu połączeniu w oby-

dwu procesorach pracuje ten sam program z identycznymi danymi procesowymi.

W wypadku awarii procesora zasadniczego moduły BCM dokonują detekcji błędu i przełączają sieć RIO do procesora pomocniczego, który od tej pory spełnia rolę procesora zasadniczego. Zadziałanie systemu jest sygnalizowane w stacjach operatorskich poprzez, również redundantną, sieć DH+.

Przedstawiony system pozwala na całkowite zabezpieczenie aplikacji przed błędami procesora. W wielu wypadkach zależy nam jednak na wyeliminowaniu tylko niektórych, specyficznych dla danego typu programu, błędów. Do tego celu służy mechanizm programowej obsługi błędów, obecny także w nowszych wersjach procesorów SLC-500, który przeanalizujemy na przykładzie obsługi błędu 0034h, występującego przy wpisaniu ujemnej wartości do pola preset PRE zegara programowego T4:0. Pierwszym krokiem jest wskazanie procesorowi który z podprogramów będzie procedurą obsługi błędów. W naszym przykładzie w programie głównym umieszczamy linię, którą przedstawiono na rys.4.

Jej zadaniem jest wpisanie liczby 3 (numer podprogramu) do rejestru S:29. Bit poprzedzający ma wartość 1 tylko przy pierwszym przejściu i jest wykorzystywany do ustawiania niektórych parametrów początkowych procesora. Kolejny krok to właściwa obsługa



Rys. 3.

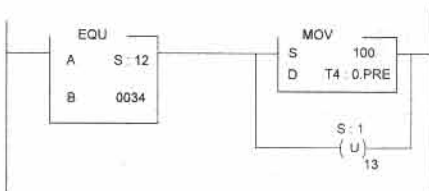


Rys. 4.

błędu. Po jego wystąpieniu w podprogramie 3, linia przedstawiona na rys. 5 powoduje sprawdzenie kodu błędu (instrukcja EQU testująca rejestr S:12), podjęcie akcji „ratunkowej” (instrukcja MOV ustawiająca wartość 100 w rejestrze PRE zegara) oraz skasowanie znacznika błędu S:1/13. Zaniechanie ostatniej czynności spowoduje zatrzymanie sterownika mimo poprawienia wartości.

Linie tego typu mogą być powielane w celu obsługi pozostałych błędów. Niektóre z nich wymagają jednak wykonania bardziej skomplikowanej akcji. W takich przypadkach instrukcję MOV zastępuje się skokiem JSR do kolejnego podprogramu (np. 6) wyspecjalizowanego w obsłudze danego błędu. Ponieważ błąd o takim samym kodzie może generować kilka instrukcji (w naszym przykładzie każdy zegar) to system poprzez swoje rejestry może nam wskazać w którym programie i w której linii wystąpił błąd.

Przerwanie generowane przez błąd nie jest jedynym, jakie możemy obsługiwać w PLC-5. Obok przerwania czasowych STI (opisywanych w cz. 1) mamy również przerwanie typu PII - Processor Input Interrupt. Jest to bardzo podobny mechanizm do występujących w SLC-500 przerwania DII. Cechą PII jest obsługa 8 niezależnych wejść przerywających. Oznacza to, że każde z tych wejść (znajdujących się w jednym module) może uruchomić podprogram obsługi PII niezależnie od stanu pozostałych. Zanim rozpocznie się obsługę konieczne jest zdefiniowanie numeru modułu generującego przerwanie, określenie stanu podlegającego reakcji (wysoki/niski) oraz podanie maski eliminującej nieużywane wejścia. Mechanizm ten jest szeroko wykorzystywany w układach zabezpieczeń (wyłączniki awaryjne, krańcowe, bariery świetlne). Niezależność wejść jest dużym atutem PII, w porównaniu z mechanizmem DI-I, reagującym jedynie na ustaloną kombinację bitów.



Rys. 5.

Tabela 2.

Parametr	SLC-500 (5/04)	PLC-5
Czas wykonania programu [ms]	0,9	0,5
Ilość modułów/kaset na procesor	30/3	max. 384/24
Ilość dostępnych modułów	50	120
Dostępność szybkich wejść (ponad 2kHz)/ilość wejść na moduł	Tak, max 50kHz / 1 na moduł	Tak, max 1 MHz / 4 na moduł
Dane analogowe z modułów	W tablicach wejść/wyjść	Kopiowane z modułów analogowych do pamięci danych.
Regulatory PID (przy założeniu 1 wejście + 1 wyjście na PID)	Tylko programowe, 60	Sprzętowe - 2 pętle na moduł Programowe, teoretycznie max 3072
Sprzętowy back-up procesora	Nie	Tak

Pokazane w artykule przykłady zastosowań nie wyczerpują oczywiście całego spektrum zastosowań PLC-5. Są one szczególnie chętnie stosowane w aplikacjach wymagających obsługi dużej liczby sygnałów, zwłaszcza analogowych. Implementowany w PLC-5 mechanizm Block-Transfer pozwala na jednoczesny odczyt do 64 słów reprezentujących 64 kanały analogowe po-

przez instrukcję BTR oraz zapis poprzez BTW. Instrukcje te mogą być oczywiście powielane w programie. Kolejną zaletą PLC-5 jest możliwość stosowania redundancji oraz wykorzystania szeregu modułów specjalizowanych, produkowanych nie tylko przez Allen-Bradley, ale także przez firmy stowarzyszone w programach Pyramid Solutions i EnAble (np. moduł do testowania wibracji wałów napędowych, generatorów itp. firmy Bentley Nevada).

Obecnie na świecie znajduje się już kilkanaście tysięcy aplikacji pracujących w oparciu o PLC-5. Znalazły one zastosowanie zarówno w zakładach charakteryzujących się sterowaniem ciągłym (przemysł spożywczy, papirniczy, che-

miczny, gumowy itp.) jak i dyskretnym (przemysł samochodowy, linie montażowe i pakujące, itp.) Warto tu także wspomnieć o symulatorach kabin lotniczych firmy Boeing, pracujących pod kontrolą PLC-5.

Rafał Tutaj

Autor jest pracownikiem działu Allen-Bradley firmy Elmark.