

Karol GRANDEK, Janusz WRZUSZCZAK

POLITECHNIKA OPOLSKA, WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI I INFORMATYKI,
INSTYTUT AUTOMATYKI I INFORMATYKI

Sieci komputerowe w rozproszonych systemach automatyki

Dr inż. Karol GRANDEK

Adiunkt w Zakładzie Automatyki i Systemów Informatycznych Instytutu Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej. Prowadzi prace z zakresu projektowania rozproszonych systemów automatyki na bazie sieci sterowników PLC.



e-mail: grandek@po.opole.pl

Dr inż. Janusz WRZUSZCZAK

Adiunkt w Zakładzie Automatyki i Systemów Informatycznych Instytutu Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej. Prowadzi prace z zakresu modelowania i syntezy systemów sterowania w oparciu o technologie internetowe i narzędzia Matlab/Simulink.



e-mail: jwzu@po.opole.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia projektowania sieci komputerowych w aplikacjach rozproszonych systemów automatyki. Jako praktyczne – przemysłowe rozwiązanie służy system PCD firmy Saia-Burgess. Instytut Automatyki i Informatyki PO współpracuje od 16 lat z przedstawicielem Saia-Burgess w Polsce a mianowicie z firmą SABUR. W laboratoriach Instytutu zainstalowanych jest 11 sterowników programowalnych PCD1, PCD2 i PCD4, które sterują modelami fizycznymi kilkunastu procesów przemysłowych i jednym obiektem rzeczywistym [1]. Sterowniki programowalne są połączone w podsieci i sieć komputerową przemysłową zbudowaną na bazie RS485, RS232 i TCP/IP. Jako jednostki programujące-serwisujące przyłączonych jest 11 stacji PC z środowiskiem narzędziowym PG5 v1.4 z połączeniem poprzez RS232, oraz 30 komputerów PC z komunikacją poprzez TCP/IP.

Słowa kluczowe: sterowanie rozproszone, sieci przemysłowe

Computer networks in distributed control systems

Abstract

The paper deals with the design problems of computer networks in applications of distributed control and monitoring systems. As a case study the industrial system based on PCD solution of Saia Burgess PLCs and programming environment of PG5 v1.4 has been discussed. The Institute of Automatic Control and Computer Science of Opole University of Technology and Saia Burgess representative in Poland SABUR has been cooperating for 16 years. The system consists of 11 PCD1, PCD2 and PCD4 PLCs controlling some models of industrial plants and a real-life one linked with 30 PCs throughout a proprietary master- multi slaves SBUS and the Ethernet segment with TCP/IP protocol stack..

Keywords: distributed control, field buses

1. Wprowadzenie

Sieci komputerowe umożliwiają realizację algorytmów sterowania dla procesów technologicznych równoległych. Są to systemy czasu rzeczywistego, w których współpraca wymaga zastosowania komunikacji. Wymianę danych realizują aplikacje komunikacyjne zintegrowane z aplikacją sterowania na poszczególnych stacjach (węzłach) sieci. Dla procesów technologicznych stacjami są często sterowniki programowalne PLC lub komputery przemysłowe. Stanowią one tzw. poziom sterowania w warstwowym modelu systemu informatycznego przedsiębiorstwa. Stacje warstwy (poziomu) sterowania mogą wykonywać również inne zadania poza aplikacjami sterowania, np. zadania właściwe dla systemów SCADA. Ujawnia się to obecnie przy zastosowaniu tzw. technologii internetowych, gdy część danych jest przetwarzana w sterownikach PLC przez serwery webowe w postaci stron html.

Procesy sterowania równoległego muszą wymieniać określone dane (stany zmiennych procesowych) w zadanym czasie. Jest to tzw. czas rzeczywisty, ponieważ dane nie przekłamate nadchodzą z akceptowanym opóźnieniem wynikającym z organizacji komunikacji, którą określa protokół komunikacyjny. Opóźnienie w nadejściu danych musi być uwzględnione w aplikacjach sterujących poszczególnymi procesami. Procesy równoległe mogą wymieniać potrzebne im dane na różne sposoby:

- poprzez wymianę zmiennych stanu wspólnych dla wszystkich procesów wykonywanych współbieżnie,
- poprzez wymianę zmiennych globalnych,
- poprzez wysyłanie wiadomości o zmianie stanu zmiennej procesu do innego/innych procesów, dla których ta wiadomość ma istotne znaczenie.

W pierwszym wypadku procesy mogą odczytywać (lecz nie zmieniać) stan określonych zmiennych innych procesów, i na tej podstawie mogą podejmować akcje opisane algorytmem sterowania. Ten sposób komunikacji prowadzi do przeciążenia sieci (odczyt zmiennych również, gdy nie zostały one zmienione przez proces).

Wymiana zmiennych globalnych (dowolne zmienne programowe) nie wymaga dodawania aplikacji komunikacyjnej. Zmienne globalne definiowane są w pakietach. Pakiety przesyłane są wewnątrz grup: nadawca-odbiorca/cy. Nadawca pakietu przesyła go do odbiorców, każdy z pakietów ma numer identyfikacyjny. Odbiorcy nie znają nadawcy pakietu, i nie wysyłają potwierżeń do nadawcy.

W trzecim przypadku - wysyłanie wiadomości o zmianie stanu zmiennej - każdy proces, którego stan uległ zmianie i ma to mieć wpływ na zdalne procesy (nie koniecznie wszystkie), przesyła wiadomość o tym do procesów zdalnych. Tą wiadomością są oczywiście wartości zmiennych. Ten sposób komunikacji umożliwia zmniejszenie liczby operacji odczytu stanu zmiennych – zmniejszenie opóźnień komunikacyjnych.

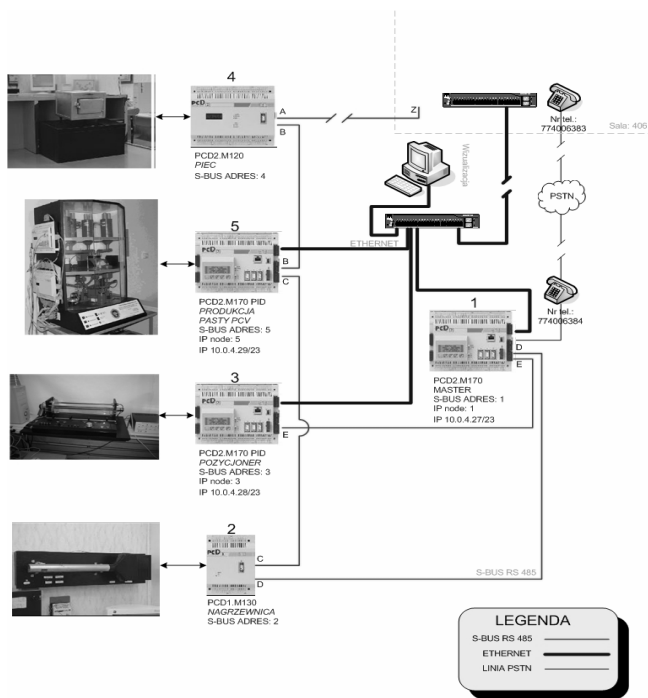
Trzy sposoby wymiany danych są w różny sposób stosowane w istniejących sieciach i związanych z nimi protokołach komunikacyjnych [2].

Projektowanie sieci komputerowej – komunikacyjnej dla rozproszonych systemów automatyki obejmuje wiele złożonych zadań. Niezależnie rozwiązanie zadań prowadziłoby do wykluczających się artefaktów. Dlatego ogromną rolę odgrywają tu doświadczenia praktyczne i standardy opracowane przez firmy branży automatyki i informatyki a jednocześnie wdrożone w aplikacjach przemysłowych.

2. Sieć komunikacyjna sterowników PLC

Na rys.1 przedstawiono segment sieci przemysłowej rozproszonego systemu sterowania obejmującego automatyzację następują-

cych procesów technologicznych: pieca przemysłowego linii produkcyjnej masy PCV, pozycjonera i dmuchawy powietrza. Algorytmy sterowania są zaimplementowane na sterownikach PCD (o adresach odpowiednio 4, 5, 3 i 2), które połączone zgodnie ze specyfikacją S-bus są stacjami komunikacyjnymi w architekturze „klient-serwer” z jednym masterem (stacja o adresie 1).



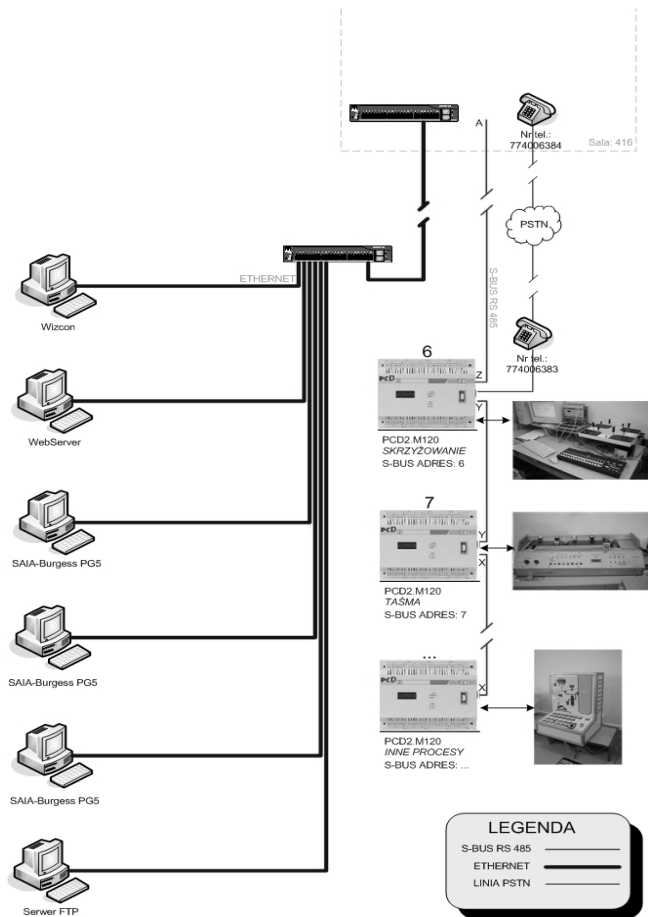
Rys. 1. Struktura podsieci komunikacyjnej w laboratorium APP
Fig. 1. Structure of communication sub-network in the lab of automation of industrial processes

Ponadto stacje 1, 3 i 5 są połączone łączem Ethernet. Zastosowanie tego łącza pozwala wymieniać informacje w systemie na poziomie procesu, a nie ogranicza się tylko do poziomu warstwy nadzorczej. Główne czynniki przemawiające za wykorzystaniem sieci Ethernet w systemach automatyki to:

- bogaty wybór i dostępność interfejsów fizycznych wykorzystujących do przesyłu danych różnorodne media np. skrętka UTP, FTP, STP oraz światłowody,
- wykorzystanie ogólnodostępnych protokołów komunikacyjnych takich jak TCP/IP oraz typowych urządzeń do budowy sieci: switch, hub lub router. Urządzenia te są zmodyfikowane – przystosowane do warunków przemysłowych (stabilizowane zasilanie DC, znacznie zwiększony zakres temperaturowy ich pracy oraz odporności na zanieczyszczenia i wilgotność, wyeliminowanie wentylatorów oraz dodatkowe wyjścia sygnalizacyjne),
- w ważnych instalacjach technologicznych możliwość budowy sieci z redundancją,
- wykorzystanie bardzo rozbudowanych narzędzi diagnostycznych do kontroli przepływu danych oraz zarządzania priorytetem przesyłania informacji pomiędzy poszczególnymi urządzeniami.

Protokół TCP/IP staje się obecnie standardem komunikacyjnym dla różnorodnych aplikacji IT wykorzystujących sieci komputerowe.

Sieć z rys. 1 połączona jest Ethernetem z podsiecią w pracowni projektowania sieci przemysłowych (rys. 2), w której znajdują się również sterowniki PLC – stacje o adresach 6, 7 i 8 sterujących procesami technologicznymi: skrzyżowanie, ciąg transportowy, palenisko pomocnicze w procesie produkcji klinkieru.



Rys. 2. Stacje operatorskie i sterowniki PLC w pracowni projektowania sieci przemysłowych
Fig. 2. Operating stations and PLCs in the lab of designing of field bus systems

3. Pakiet WebServer

Łącze Ethernetowe pozwala m.in. na zastosowanie technologii internetowych w aplikacjach sterowania w rozproszonych systemach automatyki. W sieciach przedstawionych na rys. 1 i 2 umożliwia to oprogramowanie - pakiet WebServer. Służy on wsparcia aplikacji sterowania i komunikacji sterowników PCD za pomocą przeglądarki internetowej. Pakiet WebServer jest zbiorem programów: WebBuilder oraz WebConnect. WebBuilder jest programem typu plug-in do środowiska PG5 i służy do konwersji stron *.html oraz *.htm do postaci binarnej, która jest następnie wgrzywana do sterownika. WebConnect jest serwerem HTML.

Składnik Web-Servera o nazwie WebConnect instalowany i uruchamiany jest komputerze PC. Komputer ten pełni wtedy rolę serwera WWW, równocześnie może być także stacją operatorską (sześć komputerów PC na rys. 2). Na sterownikach PCD zainstalowane są trzy składniki Web-Servera: *HTML Server*, *Data Server* i *S-Bus Driver* - część aplikacji Web-Server, która wraz ze składnikami znajdującymi się na komputerze PC tworzy serwer WWW. Odwołania do stron znajdujących się w systemie mogą pochodzić z dowolnej stacji, warunkiem jest odpowiednie ustawienie tablic routingu lub tunelowania na interfejsie wyjściowym sieci lokalnej (w przypadku, gdy urządzenia nie posiadają globalnych adresów IP).

3.1. Składniki aplikacji Web Server w PLC

Zainstalowany na PLC Web Server tworzą: *HTML Server*, *Data Server* i *S-Bus Driver*.

HTML Server jest główną częścią systemu Web Server. Przesyła strony HTML (i wymagane obrazy) zażądane przez przeglądarkę do PC poprzez Driver S-Bus. Driver S-Bus może przesłać dane do PC przez połączenie szeregowe, modemowe lub TCP/IP. HTML Server sprawdza także w wysyłanych stronach, czy nie zawierają tzw. „PDP key” czyli punktu/ów identyfikacji danych procesu. Jeżeli znajdzie taki odnośnik-punkt wysyła go do składnika Data Server. Data Server analizuje go i pobiera, a następnie zwraca do HTML Server odpowiadającą mu zmienną aplikacji (np. wartość zmiennej procesowej).

3.2. Strony wbudowane pakietu Web Server

W aplikacji sterownika umieszczone są cztery wbudowane, standardowe strony .htm wywoływane przez Web Server. Dostęp do nich jest zapewniony po skonfigurowaniu WebConnect w aplikacji użytkownika. Są to:

- start.htm – podstawowa strona wbudowana sterownika, jest stroną domyślną. Jeżeli następuje odwołanie do strony, która nie zostaje znaleziona wyświetlany jest start.htm. Na tej stronie znajdują się także odnośniki do pozostałych stron wbudowanych,
- pwdform.htm – strona, formularz służący do zalogowania do sterownika,
- status.htm – strona z informacjami o bieżącym stanie sterownika (tryb RUN/STOP) oraz wersja firmware,
- varlist.htm – strona, przy pomocy której można odwoływać się do zmiennych (zasobów) sterownika,
- Strony HTML, obrazy, grafiki, aplety Javy.

Użytkownik może definiować za pomocą standardowych narzędzi własne strony html również z zawartością grafiki, apletów

Javy, obrazów. Są one elementami systemu sterowania analogicznymi do programów SCADA. Umieszcza się je w predefiniowanym katalogu PC - Local directory albo w obszarze danych aplikacji użytkownika w sterowniku PLC. Oprogramowane Web Server działa w następujący sposób – zapytanie o stronę html jest wysyłane do sterownika, jeżeli HTML Server jej nie znajduje w PLC sprawdza, czy strona znajduje się w katalogu na dysku PC i jeżeli tak - wtedy ją używa – przekazuje przeglądarce stron www.

4. Podsumowanie

Protokół TCP/IP zdominował powszechnie ofertę projektów sieci komputerowych, w tym dedykowanych, dla rozproszonych systemów automatyki. Wyposażenie sterowników PLC w karty Ethernetu zwiększyło zainteresowanie nimi projektantów-informatyków również ze względu na potencjalne możliwości ich zastosowań w warstwie sterowania nadrzędnego. Systemy wizualizacyjne budowane w oparciu o technologie internetowe stanowiącą dużą konkurencję dla dotychczasowych systemów SCADA.

5. Literatura

- [1] Grandek K., Kaliczyńska M., Rojek R. Mikroprocesorowe sterowniki PLC. XIV KKA, Zielona Góra, 2002.
- [2] Grandek K., Wrzuszczak J.: Software Design of Communicaton Tasks in Grafset. IFAC Workshop on Programmable Devices and Systems PDS'2004, Kraków, 18-19.11.2004, str. 161-165.

Artykuł recenzowany

INFORMACJE



VIII Sympozjum Pomiarów Magnetycznych SPM 2006

Częstochowa, 16-17 października 2006

Tradycyjnie co trzy lata od roku 1985 odbywa się Sympozjum Pomiarów Magnetycznych. Pierwsze Sympozjum Pomiarów Magnetycznych zostało zorganizowane przez profesora Jacka Ryszarda Przygodzkiego w Kielcach. Wszystkie następne też były prowadzone przez pierwszego organizatora, początkowo w Kielcach, potem w Warszawie. Praktycznie do dnia dzisiejszego nie zmieniła się wykładnia, kierująca potrzebą istnienia tego Sympozjum. Podobnie jak w przedmowie do materiałów Pierwszego Sympozjum, można w pełni przytoczyć stwierdzenie, że grono osób „zajmujących się w kraju pomiarami magnetycznymi prezentowało wyniki swoich prac zwykle na peryferiach krajowych konferencji metrologicznych”. Problem ten pozostał do dnia dzisiejszego pomimo istnienia i działania Sympozjum. Obecnie mamy szerokie możliwości prezentacji osiągnięć z tego zakresu na forum międzynarodowym, niemniej dla rozwoju badań o wymiarze krajowym, często na potrzeby lokalne, celowe wydaje się zintensyfikowanie oddziaływania na rozwój badań z problematyki pomiarów magnetycznych.

Nie zawsze będą one silnie wspomagane ze strony przemysłu, ale pozwolą na przybliżenie tej tematyki, a tym samym na zwrócenie uwagi na, często niedocenianą, możliwość uzyskania efektów z zakresu diagnostyki, czy rozwoju nowych urządzeń, opierających się w swoich podstawach na badaniach z zakresu pomiarów magnetycznych.

Tradycyjnymi organizatorami SPM są Oddziały Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej, a także Politechniki, kolejno Świętokrzyska, Warszawska, a obecnie Częstochowska (Wydział Elektryczny). Współorganizatorem VIII SPM jest też Komisja Metrologii Oddziału Katowickiego Polskiej Akademii Nauk. Przewodniczącym Komitetu Naukowego VIII SPM jest profesor Sławomir Tumański z Politechniki Warszawskiej. Szersze informacje o programie sympozjum - <http://www.spm.el.pcz.czyst.pl>

*Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego VIII SPM
Dr hab. inż. Roman Janiczek, prof. nadzw. PCz.*