

Zbigniew ŚWIDER, Waldemar MIKLUSZKA, Dariusz RZOŃCA, Bartosz TRYBUS

POLITECHNIKA RZESZOWSKA, KATEDRA INFORMATYKI I AUTOMATYKI

Integracja protokołów CAN i MODBUS w rozproszonym systemie sterowania

Dr hab. inż. Zbigniew ŚWIDER

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Rzeszowskiej. Od 1986 r. pracownik Politechniki Rzeszowskiej. Na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach uzyskał stopień doktora nauk technicznych (1992) oraz doktora habilitowanego nauk technicznych (2004). Od początku pracy zawodowej zajmuje się sterownikami mikroprocesorowymi, metodami automatycznego doboru nastaw regulatorów PID a ostatnio błędami arytmetyki zmienno-przecinkowej.

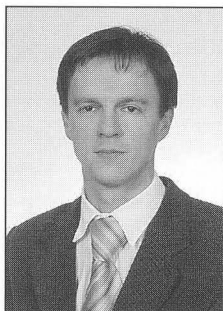
e-mail: swiderzb@prz-rzeszow.pl



Dr inż. Bartosz TRYBUS

Absolwent specjalności Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH. W 2004 r. uzyskał tam również stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka. Od 1996 pracuje w Katedrze Informatyki i Automatyki Politechniki Rzeszowskiej. Zajmuje się projektowaniem systemów czasu rzeczywistego, w tym komputerowych systemów automatyki.

e-mail: btrybus@prz-rzeszow.pl



Mgr inż. Waldemar MIKLUSZKA

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Rzeszowskiej (1996, kierunek elektrotechnika). Od 1996 r. pracownik Politechniki Rzeszowskiej. W swojej pracy zawodowej zajmuje się magistralami i protokołami komunikacyjnymi w systemach automatyki. Ma otwarty przewód doktorski na AGH w Krakowie z dziedziny formalnej weryfikacji protokołów komunikacyjnych.

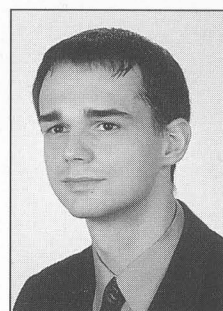
e-mail: wma@prz-rzeszow.pl



Mgr inż. Dariusz RZOŃCA

Jest absolwentem Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej na kierunku Informatyka. Obecnie asystent w Katedrze Informatyki i Automatyki Politechniki Rzeszowskiej. Zajmuje się zagadnieniami związanymi z komunikacją w systemach mikroprocesorowych.

e-mail: drzonca@prz-rzeszow.pl



Streszczenie

W artykule przedstawiono rozwiązania pozwalające na integrację dwóch przemysłowych protokołów stosowanych w rozproszonych systemach sterowania - CAN i MODBUS. Opracowane w Katedrze Informatyki i Automatyki Politechniki Rzeszowskiej mikroprocesorowe konwertery protokołów oraz moduły programowe pozwalają na rozszerzenie funkcjonalności typowego systemu automatyki poprzez możliwość stosowania urządzeń różnych firm (konwertery protokołów) oraz zdalne monitorowanie i modyfikacje poprzez sieć Internet czy sieć telefonii GSM (aplikacje).

Abstract

The paper presents solutions for integration of two industrial protocols: CAN and MODBUS, which are used in distributed control systems. Microprocessor-based protocol converters and program modules developed in Computer Science and Control Chair in Technical University of Rzeszow allow functionally extend a typical control system with possibilities of using equipment from different manufacturers (protocol converters) as well as remote monitoring and modification via Internet or GSM networks (applications).

Słowa kluczowe: komunikacja CAN i MODBUS, konwersja protokołów, zdalne monitorowanie, technologia COM i DCOM, ASP.NET

Keywords: CAN and MODBUS communication, protocol conversion, remote monitoring, COM and DCOM technology, ASP.NET

1. Wstęp

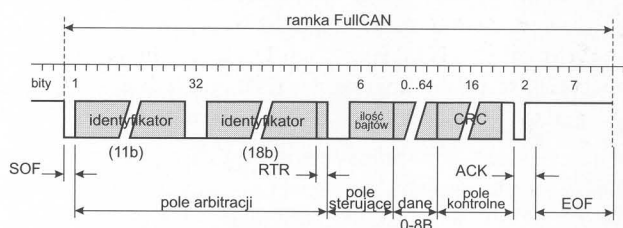
W obecnie stosowanych przemysłowych układach sterowania niezbędna jest szybka komunikacja pomiędzy poszczególnymi urządzeniami wchodzącymi w skład rozproszonego systemu. Pozwala ona na wymianę danych pomiędzy oddalonymi fizycznie sterownikami, często różnych firm, czy stacjami operatorskimi. Głównym problemem jest tu integracja różnych protokołów komunikacyjnych dla zapewnienia prawidłowej wymiany danych.

W artykule przedstawiono kilka opracowanych w KIA PRz urządzeń pozwalających na połączenie elementów rozproszonego systemu, wykorzystujących protokoły CAN i MODBUS oraz zdalne monitorowanie układu sterowania poprzez sieć Internet czy łącza telefonii GSM.

2. Magistrala polowa CAN

CAN to szeregowo łączy komunikacyjne, w którym obsługa transmisji jest realizowana sprzętowo. Został opracowany na początku lat 80-tych w firmie Bosch. Obecnie większość czołowych firm elektronicznych produkuje kontrolery CAN jako układy peryferyjne lub wbudowane w procesory. Najważniejsze cechy CAN-a to [1]: 1) do 8 bajtów danych w komunikacie, 2) komunikaty rozpoznawane przez identyfikatory, 3) automatyczna obsługa dostępu do magistrali, 4) sprzętowa obsługa błędów. Przykładami przemysłowego zastosowania są magistrale bazujące na łączu CAN takie jak DeviceNet Allen-Bradleya, Smart Distributed System Honeywella i CANOpen.

Obecnie w praktyce funkcjonują dwie wersje protokołu: 2.0A (BasicCAN) i 2.0B (FullCAN). Wersja 2.0B jest wersją rozszerzoną formatu 2.0A. Komunikat CAN składa się z 6 pól - arbitracji, sterującego, danych, sumy kontrolnej, potwierdzenia i znacznika końca (rys. 1).

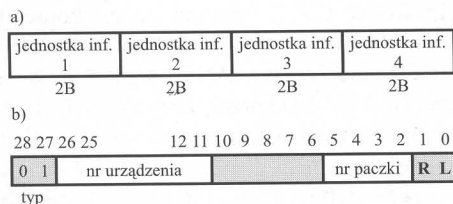


Rys. 1. Ramka komunikatu FullCAN

Fig. 1. FullCAN message frame

Identyfikator znajdujący się w polu arbitracji określa priorytet dostępu do magistrali - im mniejsza wartość liczbową, tym priorytet wyższy. Dane transmitowane są dwuprzewodową magistralą zakończoną rezystorami (terminatorami), w postaci sygnału różnicowego, dzięki czemu zapewniono dużą odporność na zakłócenia.

W oparciu o magistralę FullCAN został opracowany w KIA PRz protokół komunikacyjny CANpsw [2] wykorzystywany przez urządzenia PSW/WWT-166 do wymiany danych procesowych. Protokół przewiduje, że każde urządzenie może nadawać do 2 komunikatów co 50ms i 4 komunikaty co 0.5s. Każdy komunikat może zawierać do czterech dwubajtowych jednostek informacyjnych (4×2B tworzących paczkę danych), mogących zawierać 1 zmienną analogową lub 16 zmiennych binarnych. Strukturę paczki danych pokazano na rys. 2a.



Rys. 2. Format komunikatu rozgłoszeniowego FullCAN: a) paczka danych z 4 jednostkami informacyjnymi; b) identyfikator (R - REGULACJA, L - LOGIKA)
Fig. 2. FullCAN broadcast message format: (a) data pack with 4 data units; (b) identifier of broadcast messages (R - REGULATION, L - LOGIC)

Podstawowe informacje o komunikacji zapisane są w identyfikatorze CAN, którego strukturę pokazano na rys. 2b. Numer nadajnika jest kodowany unitarnie na 16-bitowym polu "nr urządzenia". Umożliwia to efektywne wykorzystanie filtra komunikatów w odbiorniku CAN. Urządzenia odbierają dzięki niemu jedynie komunikaty z zaprogramowanych stacji. Unitarnie kodowany jest też numer paczki danych (od 1 do 4) oraz pole L/R (L - logika, R - regulacja) informujące o cyklu komunikacyjnym, w którym nadawany jest komunikat.

Typ komunikatu został zakodowany na dwóch najbardziej znaczących bitach (28 i 27), by umożliwić priorytetowanie grup komunikatów.

3. Protokół MODBUS

Protokół komunikacyjny MODBUS [4] opracowany przez firmę Modicon stał się światowym standardem w urządzeniach automatyki. Umożliwia on komunikację na zasadzie *master-slave*, co oznacza że jest tylko jedno urządzenie główne inicjujące transmisję (*master*) i jedno lub więcej urządzeń podrzędnych wykonujących polecenia (*slave*). Komunikację rozpoczyna *master*, adresując komunikat do konkretnego sterownika. Wskazany *slave* wykonuje polecenie i odpowiada (komunikacja typu *query/response*). Możliwe jest również wysłanie wiadomości rozgłoszeniowej (*broadcast*) przeznaczonej dla wszystkich sterowników. Na wiadomość taką urządzenia podrzędne nie odpowiadają (*broadcast /no response*).

Komunikaty w protokole MODBUS zorganizowane są w ramki składające się z pól znacznika początku, adresu urządzenia podrzędnego, wywoływanej funkcji, danych, kontroli poprawności transmisji, oraz znacznika końca. Ogólna postać ramki przedstawiona jest w Tab. 1.

Protokół MODBUS definiuje dwa tryby transmisji - ASCII oraz

Tab. 1. Ramka komunikatu MODBUS

Tab. 1. MODBUS message frame

Znacznik początku	Adres urządzenia	Kod funkcji	Dane	Suma kontrolna	Znacznik końca
-------------------	------------------	-------------	------	----------------	----------------

RTU. W trybie ASCII komunikaty składają się ze znaków ASCII - dwa znaki na jeden bajt, reprezentujące szesnastkowy zapis wartości bajtu. W trybie RTU kodowanie jest binarne. Dużą wadą trybu ASCII jest znacznie zwiększona długość poszczególnych komunikatów, dlatego zazwyczaj korzysta się z trybu RTU.

Urządzenia różnych producentów wykorzystujące protokół MODBUS różnią się często między sobą obsługiwanymi funkcjami. Zazwyczaj jednak w większości urządzeń zaimplementowane są podstawowe funkcje, tzw. funkcje klasy 1. W zupełności wystarczają one do odczytu wybranych wartości wewnętrznych sterownika jak i zapisu/odczytu konfiguracji. Zostały one przedstawione w Tab. 2.

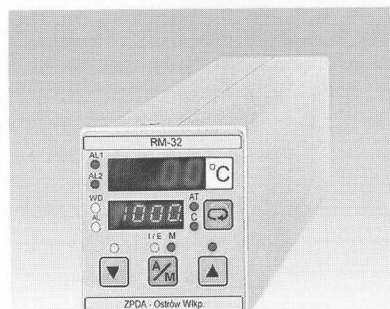
Tab. 2. Podstawowe funkcje MODBUS

Tab. 2. Basic MODBUS functions

Nr funkcji	Nazwa	Opis
1	READ COIL STATUS	Odczyt wielu wyjść binarnych
2	READ INPUT STATUS	Odczyt wielu wejść binarnych
3	READ HOLDING REGISTERS	Odczyt wielu rejestrów wyjściowych
4	READ INPUT REGISTERS	Odczyt wielu rejestrów wejściowych
5	FORCE SINGLE COIL	Zapis jednej zmiennej binarnej
6	PRESET SINGLE REGISTER	Zapis jednego rejestru
7	READ EXCEPTION STATUS	Odczyt bajtu alarmów
15	FORCE MULTIPLE COILS	Zapis wielu zmiennych binarnych
16	PRESET MULTIPLE REGISTERS	Zapis wielu rejestrów

4. Komunikacja pionowa w protokole MODBUS

Jednym z urządzeń opracowanych w KIA PRz wykorzystujących protokół MODBUS jest regulator mikroprocesorowy RM-32. Jest on uniwersalnym jednoobwodowym regulatorem PID przeznaczonym do automatyzacji procesów technologicznych w energetyce, ciepłownictwie, przemyśle maszynowym, spożywczym i innych. Realizuje regulację stałowartościową oraz stosunku ze sterowaniem ciągłym lub 3-pozycyjnym (ze sprzężeniem od siłownika lub bez). Regulator kontroluje włączanie siłownika, wyłączniki krańcowe i ew. przeciążenia. Wszystkie wejścia i wyjścia posiadają separację galwaniczną. Może on również pracować jako wskaźnik procesowy pełniąc jednocześnie funkcję stacyjki sterowania ręcznego. Regulator jest konfigurowany za pomocą wskaźników i przycisków w panelu czołowym (rys.3) lub programu konfiguracyjnego dla komputera PC.



Rys. 3. Regulator mikroprocesorowy RM-32

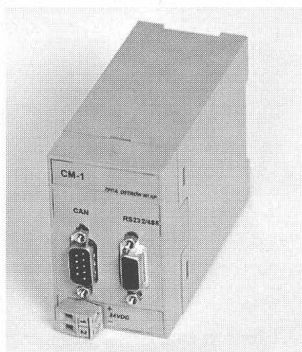
Fig. 3. RM-32 microprocessor controller

Regulator może pracować w rozproszonym systemie automatyki komunikując się z komputerem nadrzędnym (komunikacja pionowa) w standardzie RS-232 lub RS-485 według protokołu MODBUS RTU. Zaimplementowano wszystkie funkcje podstawowe tego protokołu (Tab. 2), co umożliwia współpracę RM-32 z różnymi powszechnie stosowanymi systemami wizualizacji np. Wizcon, Fix czy InTouch. Pozwala to także na zbieranie i przetwarzanie danych pomiarowych z obiektu w celu realizacji precyzyjnego samostrojenia (tzn. automatycznego doboru nastaw regulatora) dla zadanej przez technologa kształtu przebiegów (oscylacyjne, aperiodyczne), odpowiednio do sterowanego procesu.

Obsługa regulatora RM-32 z poziomu komputera PC odbywa się za pomocą specjalnego modułu MODBUS-COM będącego aplikacją usługową (serwerem). Technologia COM (*Component Object Model*, [5]) umożliwia wywoływanie udostępnionych funkcji z poziomu innych programów bez łączenia kodu, bibliotek, itp. Nie ma przy tym znaczenia, w jakim języku programowania został napisany serwer, a w jakim aplikacja z niego korzystająca. Serwer COM pracujący na komputerze podłączonym do sterownika (lub wielu sterowników) korzysta ze standardowego protokołu MODBUS i portu szeregowego RS232 (lub RS485). Moduł COM zapewnia pełną obsługę komunikatów MODBUS, włącznie z obliczaniem sumy kontrolnej, tworzeniem odpowiedniej ramki i jej wysłaniem. Na zewnątrz udostępnia gotowe funkcje, będące odpowiednikami poszczególnych funkcji MODBUS. Zadaniem aplikacji operatorskiej jest jedynie utworzenie połączenia serwera COM ze sterownikiem przez wskazanie parametrów portu i transmisji (prędkość, parzystość, itp.). Następnie wywołuje się odpowiednią funkcję (metodę) komunikacyjną, podając w parametrach adres (numer sterownika i dane zależne od funkcji (np. ilość rejestrów do odczytania i adres początkowy). Na podstawie danych przekazanych podczas wywołania funkcji serwer COM obliczy sumę kontrolną, przygotowuje odpowiednią ramkę i wyśle ją do sterownika, zaś po uzyskaniu odpowiedzi zwróci odczytane dane do wywołującego programu.

5. Konwersja CAN-MODBUS

Konwerter protokołów CM-1 (rys. 4) [6] jest urządzeniem tłumaczącym komunikaty z magistrali FullCAN (w protokole CANpsw) na standardowy protokół MODBUS RTU.

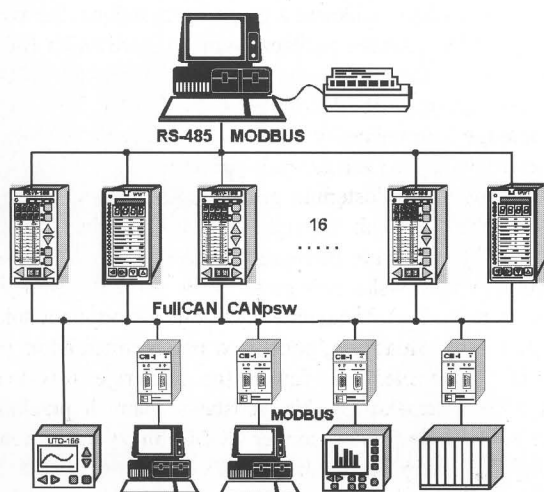


Rys. 4. Konwerter komunikacyjny CM-1
Fig. 4. CM-1 protocol converter

CM-1 powstał jako jedno z urządzeń rozproszonego systemu sterowania PSW/WWT-CAN. W systemie wykorzystane zostały urządzenia zaprojektowane w KIA PRz i produkowane przez ZPDA w Ostrowie Wielkopolskim. W skład systemu wchodzi do 16 programowalnych sterowników wielofunkcyjnych PSW-166 [3], wskaźników wielkości technologicznych WWT-166 (stacji pomiarowych), paneli operatorskich UTO-166. PSW-166 i WWT-166 są aparaturowymi urządzeniami automatyki obsługującymi po ok. 60 sygnałów obiektowych (analogowych i binarnych). Komunikują się między sobą za pomocą magistrali Full-CAN (kanał komunikacji poziomej), a do komunikacji z komputerem nadrzędnym w protokole MODBUS RTU (kanał komunikacji pionowej) służy im magistrala RS-485. Urządzenia PSW-166 i WWT-166 są przeznaczone do regulacji ciągłej, sterowania logiczno-sekwencyjnego i obliczeń technologicznych.

Konwerter komunikacyjny CM-1 służy do połączenia magistrali poziomej FullCAN rozproszonego systemu sterowania PSW/WWT-CAN z pomocniczymi stacjami operatorskimi, dużymi sterownikami PLC lub innymi systemami komunikującymi się wg protokołu MODBUS (rys. 5). Dzięki temu PSW/WWT-CAN staje się systemem otwartym. W stacjach operatorskich funkcjonują typowe pakiety wizualizacji, jak InTouch, Fix, Wizcon, Asix, SWSN.

Od strony łącza szeregowego CM-1 komunikuje się w protokole MODBUS RTU, pełniąc rolę urządzenia *slave*. Od strony CAN komunikuje się za pomocą protokołu CANpsw ze sterownikami PSW/WWT-166, będąc dla nich urządzeniem nadrzędnym typu *master*. Urządzenie nadrzędne, chcąc pobrać lub wysłać dane do systemu rozproszonego, wysyła do CM-1 określone polecenia adresowane do jednego ze sterowników PSW-166 lub stacji



Rys. 5. Struktura rozproszonego systemu sterowania PSW/WWT-CAN
Fig. 5. Structure of the PSW/WWT-CAN Distributed Control System

WWT-166. Konwerter CM-1 tłumaczy je na komunikat CAN odbierany przez wskazany PSW-166 lub WWT-166 (*slave*). Urządzenie odpowiada komunikatem CAN, który konwerter CM-1 tłumaczy na komunikat MODBUS przekazywany do stacji nadrzędnej.

Dane nadawane komunikatami rozgłoszeniowymi pomiędzy PSW-166 i WWT-166 są odbierane z magistrali CAN przez konwerter CM-1 i zapamiętywane w jego pamięci operacyjnej. Na żądanie urządzenia nadrzędnego CM-1 przesyła dane pobrane ze swojej pamięci, nie angażując niepotrzebnie urządzeń PSW/WWT-166. Duża szybkość komunikacji CAN powoduje, że praktycznie nie widać różnicy w reagowaniu stacji głównej i stacji pomocniczych.

6. Urządzenia automatyki w sieci Internet

Możliwość komunikacji ze sterownikami i innymi urządzeniami automatyki za pośrednictwem sieci Internet spotyka się w ostatnich latach z coraz większym zainteresowaniem. Zastosowanie tego rodzaju łączy dotyczy przede wszystkim wymiany danych pomiędzy dwoma oddalonymi urządzeniami, najczęściej sterownikiem i komputerem. Zastosowanie sieci Internet sprawia, że nie muszą one znajdować się w fizycznej bliskości. W ten sposób można zrealizować szereg nowoczesnych rozwiązań, których celem może być: a) zapewnienie możliwości śledzenia przebiegu procesu mimo znacznego oddalenia od instalacji, b) jednoczesne nadzorowanie pracy kilku obiektów rozmieszczonych daleko od siebie, c) zdalne konfigurowanie i zmiana parametrów pracy urządzeń.

Jedną z dróg przy tworzeniu tego typu rozwiązań jest umożliwienie przesyłu w sieci ogólnego przeznaczenia komunikatów protokołu komunikacyjnego stosowanego w systemach automatyki (tzw. tunelowanie). Przykładem jest OpenMODBUS/TCP, będący pewną modyfikacją protokołu MODBUS, umożliwiającą wykorzystanie go w typowej sieci Ethernet [7]. Ogólnie mówiąc, OpenMODBUS/TCP osadza typową, przedstawioną wcześniej ramkę MODBUS w ramce TCP, jak to zostało pokazane w Tab. 3.

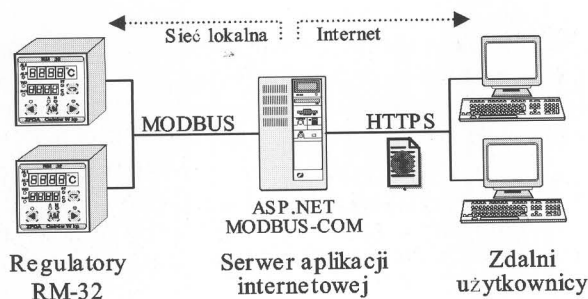
Kontrola poprawności transmisji odbywa się za pomocą standardowych mechanizmów TCP, nie zaś poprzez typową sumę kontrolną komunikatu MODBUS. Z kolei adres urządzenia został zastąpiony przez jednobajtowy identyfikator jednostki w celu umożliwienia komunikacji poprzez bramki wykorzystujące pojedynczy adres IP do obsługi wielu niezależnych jednostek.

Tab. 3. Ramka TCP komunikatu w OpenMODBUS/TCP
Tab. 3. TCP frame of OpenMODBUS/TCP

Ramka TCP						
Identyfikator transakcji	Identyfikator protokołu	Długość	Ramka MODBUS			Suma kontrolna
			Adres urządzenia (Identyfikator jednostki)	Kod funkcji	Dane	

Protokół OpenMODBUS/TCP niesie ze sobą stosunkowo dużo możliwości, takich jak nadzór i kontrola nad sterownikiem z dowolnego komputera w sieci lokalnej, a nawet z dowolnego komputera na świecie, co jest dużym ułatwieniem dla operatora. Niestety, należy podkreślić niewystarczające zabezpieczenia, stwarzające możliwości przejścia poufnych danych, bądź nawet sabotażu (celowego lub też przypadkowego). Przy braku zaawansowanych metod kontroli dostępu, uwierzytelniania i szyfrowania może to być bardzo dużym zagrożeniem.

Rozwiązanie problemów wynikających z użycia ogólnie dostępnego medium transmisyjnego, jakim jest sieć Internet, wymaga w wielu przypadkach rezygnacji ze standardowych protokołów i zastosowania dedykowanych urządzeń i aplikacji. Przykładem jest tu system zdalnej obsługi regulatora RM-32. W rozwiązaniu tym założono, że program do zdalnej obsługi regulatora będzie wykonywany nie u zdalnego użytkownika (internetowego), lecz po stronie sieci lokalnej. Główną rolę pełni w tym przypadku serwer aplikacji internetowej, który pośredniczy między siecią lokalną a użytkownikiem internetowym (rys. 6).



Rys. 6. Struktura systemu zdalnej obsługi regulatora RM-32
Fig. 6. Structure of the RM-32 controller remote access system

Ze względów bezpieczeństwa przyjęto, że nie ma możliwości bezpośredniego odwoływania się do urządzenia, jak w protokole OpenMODBUS. Użytkownik otrzymuje natomiast ograniczony zestaw funkcji służących do wykonywania typowych zadań związanych z obsługą i konfiguracją sterownika. Co więcej, poprzez Internet są przesyłane wyłącznie obrazy związane z interfejsem (do użytkownika) oraz jego polecenia dotyczące zdalnej obsługi (do serwera aplikacji internetowej). Jest to realizowane za pomocą języka ASP.NET służącego do tworzenia dynamicznych (zmiennych) stron WWW, które są wyświetlane w przeglądarce internetowej na komputerze użytkownika zdalnego [8]. Program ASP definiuje jak ma wyglądać strona WWW przy zajęciu określonych warunków oraz jakie czynności podjąć, gdy użytkownik prowadzi interakcję ze stroną (np. naciska przyciski na stronie). W proponowanej konfiguracji komputer zdalny nie musi mieć zainstalowanego na stałe żadnego specjalizowanego oprogramowania do zdalnej obsługi - użytkownik pracuje z interfejsem, który poprzez Internet dostarcza przeglądarce moduł obsługi zdalnej ASP.NET.

Architektura oparta o centralny serwer pozwala odseparować sieć lokalną od Internetu oraz umieścić w jednym miejscu funkcjonalność związaną ze zdalnym dostępem do urządzenia. W prezentowanym rozwiązaniu zrealizowano mechanizm autoryzacji (logowania) użytkownika zdalnego oraz szyfrowanie transmisji (protokół internetowy HTTPS). Serwer aplikacji internetowej może obsługiwać kilka regulatorów i użytkowników jednocześnie, kolejując odpowiednie zdarzenia oraz wykrywając i zapobiegając ewentualnym konfliktom.

Serwer aplikacji internetowej komunikuje się z regulatorem RM-32 w protokole MODBUS za pomocą opisanego w p.4 modułu COM. Technologia *Distributed COM* (DCOM [5]) stwarza dodatkową ewentualność rozproszenia poszczególnych elementów systemu w sieci lokalnej. Można bowiem oddzielić oprogramowanie do komunikacji pionowej od komputera z serwerem internetowym. Na pierwszym z nich, podłączonym bezpośrednio do jednego lub kilku sterowników znajduje się serwer MODBUS-COM, zaś na drugim komputerze - aplikacja internetowa. Możliwe jest także współdzielenie serwera COM przez kilka różnych programów pracujących na różnych komputerach w sieci.

W KIA PRz opracowano także dwa rozwiązania sprzętowe, oparte na mikrokontrolerach, służące do konwersji protokołu MODBUS. Jedno z powstałych urządzeń umożliwia podłączenie sterownika do lokalnej sieci Ethernet i zdalną obsługę z dowolnego komputera. Zastosowano tu zaawansowaną kontrolę dostępu, oraz silne algorytmy kryptograficzne podnoszące poziom bezpieczeństwa. Drugie z urządzeń wykorzystuje standardową sieć GSM. Pozwala to na przykład na zastosowanie urządzenia do łatwej kontroli wielu stacji pomiarowych umieszczonych w miejscach, gdzie brak odpowiedniej infrastruktury uniemożliwia inne rozwiązania¹.

¹ Wzmiankowane urządzenia zostały szczegółowo opisane w innym artykule zamieszczonym w niniejszym numerze.

4. Podsumowanie

W artykule zaproponowano rozwiązanie problemu integracji protokołów CAN i MODBUS dla potrzeb przemysłowego rozproszonego systemu sterowania. Wykorzystano w nim sprzętowe konwertery protokołów oraz możliwość rozszerzenia funkcjonalności systemu o zdalną obsługę urządzeń poprzez sieć Internet i telefonię komórkową GSM. Prezentowane rozwiązanie zostało przetestowane w laboratorium KIA PRz.

Praca jest częściowo finansowana przez KBN, grant nr 4 T11A 017 24.

5. Literatura

- [1] Lawrenz W.: CAN System Engineering, Springer, Berlin 1997.
- [2] Mikluszka W.: Diagnostyka i kontrola komunikacji w systemie sterowania PSW/WWT-CAN, KKA'02 Zielona Góra 2002.
- [3] Trybus L., Cisek J., Mikluszka W.: Stacja pomiarowa WWT-166 - charakterystyka ogólna, MWK'99, Rynia 1999.
- [4] Modicon MODBUS Protocol Reference Guide. Massachusetts 1996
- [5] Templeman J., Mueller J.P.: COM Programming with Microsoft .NET, Microsoft Press 2003.
- [6] Mikluszka W., Trybus B.: Konwersja protokołów w rozproszonym systemie sterowania PSW/WWT-CAN, SCR'01 Krynica 2001.
- [7] Swales A.: Open MODBUS/TCP specification. Schneider Electric 1999.
- [8] Building Secure Microsoft ASP.NET Applications, Microsoft Press 2003.

Title: Integration of CAN and MODBUS protocols in a distributed control system

Artykuł recenzowany

Zapraszamy do publikacji reklam w PAK-u w roku 2005

Reklama	Czarno-biała	Kolorowa
I okładka	---	3000 zł
II okładka	---	2700 zł
III okładka	---	2600 zł
IV okładka	---	2800 zł
1 strona (175x225 mm)	1000 zł	1500 zł
1/2 strony (175x125 mm)		
- pozioma	600 zł	900 zł
1/2 strony (85x225 mm)		
- pionowa	600 zł	900 zł
1/4 strony (85x125 mm)	300 zł	450 zł
*1/8 strony (85x60 mm)	200 zł	300 zł

*) tylko według indywidualnych uzgodnień

**Artykuły techniczno-informacyjne
oraz
wkładki firmowe**
ceny według indywidualnych uzgodnień

Do wszystkich cen doliczamy podatek VAT 22%