

EMIL MICHTA
ROBERT SZULIM

UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI
INSTYTUT METROLOGII ELEKTRYCZNEJ

Systemy pomiarowo – sterujące z wbudowanymi serwerami WWW

Streszczenie

W artykule przedstawiono strukturę i stos protokołowy internetowego systemu pomiarowo – sterującego z wbudowanymi serwerami WWW. Opisano budowę i działanie wbudowanego serwera WWW i sposób ustawiania parametrów protokołu TCP/IP. Przedstawiono sposób modyfikacji oprogramowania wbudowanego serwera WWW, sposób ładowania stron WWW oraz przykładowe strony WWW do realizacji funkcji pomiarowych i funkcji sterujących.

Abstract

In the paper, structure and protocol stack of Internet Measurement System with embedded WWW servers are presented. Components, functioning and way of TCP/IP protocol parameters setting of the Embedded WWW Server are described. Way of Embedded WWW Server software modification, way of WWW pages loading and example WWW pages to measurement and control functions are presented.

WPROWADZENIE

Dynamiczny rozwój sieci komputerowych i technologii internetowych doprowadził do stanu, w którym występowanie infrastruktury komunikacyjnej oraz narzędzi do tworzenia aplikacji informatycznych jest powszechne. Sytuacja ta ma wpływ na obserwowane tendencje wprowadzania tych technologii do inteligentnych urządzeń pomiarowych, sterujących i systemów pomiarowo – sterujących [1,2,3,8,9,10].

INTERNETOWY SYSTEM POMIAROWO - STERUJĄCY

Internetowy system pomiarowo sterujący jest to system, który tworzą trzy podstawowe elementy: system komunikacyjny ze stosem protokołowym TCP/IP, serwer WWW, do którego bezpośrednio lub za pośrednictwem sieci przemysłowej podłączone są czujniki i elementy wykonawcze oraz stacje klienckie z przeglądarkami internetowymi, przy użyciu których użytkownik uzyskuje dostęp do danych pomiarowych i ma możliwość oddziaływania na obiekt. Ze względu na sposób wykonania (mikroprocesory 8- i 16-bitowe) i ograniczone możliwości serwerów WWW stosowanych w internetowych systemach pomiarowo - sterujących określane są one jako wbudowane nano- lub piko-serwery WWW. W systemach tych informacje pomiarowe i sterujące pomiędzy serwerem WWW a użytkownikiem

przesyłane są postaci tekstowych stron WWW napisanych w języku znacznikowym HTML. Na rys. 1 przedstawiono strukturę przykładowego systemu pomiarowo – sterującego.

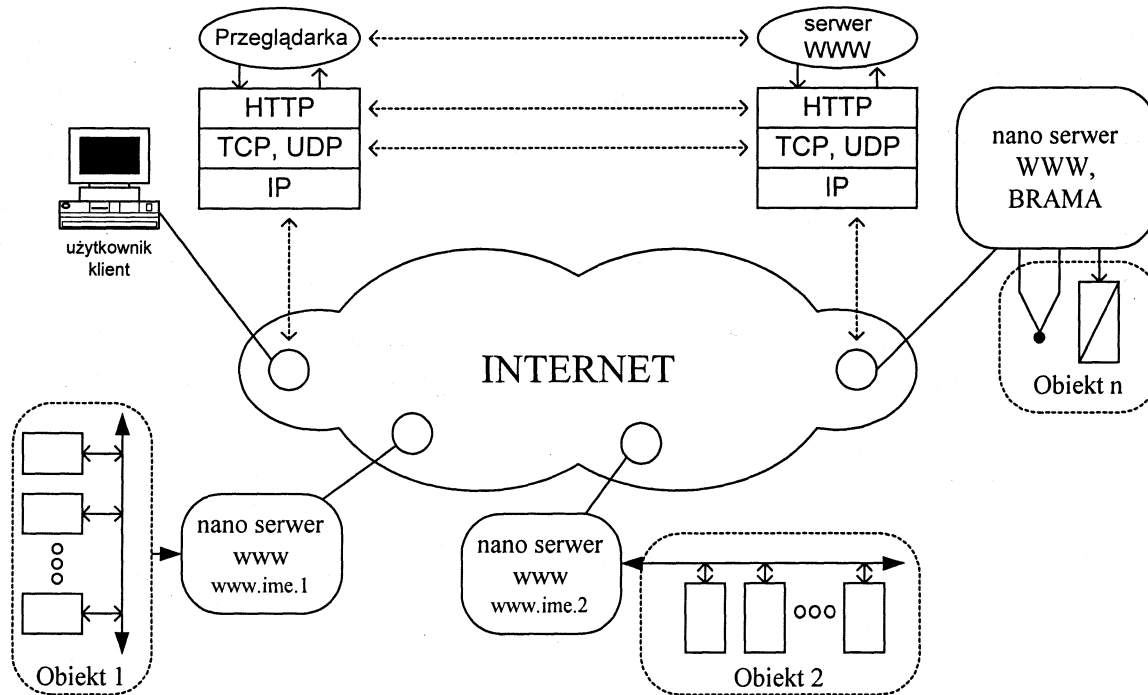
Zakres zastosowań internetowych systemów pomiarowo - sterujących może być bardzo szeroki. Zdalne pomiary, diagnostyka, konfigurowanie, załączanie wykonywane z poziomu przeglądarki internetowej standaryzują interfejs użytkownika i znacznie upraszczają dostęp do zasobów wbudowanego serwera WWW. Wykorzystywanie w środowisku systemów pomiarowo – sterujących sprawdzonych i wykorzystywanych w środowisku informatycznym standardowych protokołów komunikacyjnych oraz internetowych technologii informatycznych znacznie ułatwia integrację urządzeń pochodzących od różnych dostawców oraz integrację z systemem informacyjnym firmy. Przewiduje się, że liczba urządzeń wbudowanych z wyjściem do sieci Internet będzie znacznie szybciej przyrastała niż obserwowany od 1995 r. przyrost stacji roboczych [4,11].

Internetowe systemy pomiarowo - sterujące posiadają wiele atrakcyjnych zalet, jednak ich stosowanie wymaga bardzo starannego rozwiązania, przede wszystkim zagadnień bezpieczeństwa [3,4,10]. Ponadto, w takich systemach trudne jest dotrzymanie wygórowanych warunków czasu rzeczywistego [5,7]. Zagadnienia te nie będą w artykule poruszane.

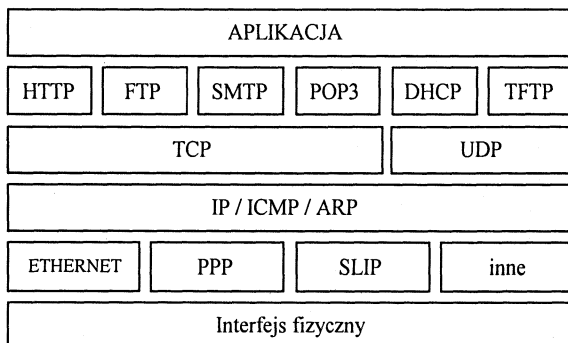
WBUDOWANE SERWERY WWW

Wbudowany serwer WWW jest najważniejszym elementem internetowego systemu pomiarowo – sterującego. Część sprzętowa serwera bazuje na mikrokontrolerach jednoukładowych 8- lub 16-bitowych, sterownikach do sieci Ethernet 10Base-T lub do sieci telefonicznej, zewnętrznej szeregowej pamięci DataFlash o pojemności od 128kB do 1MB oraz układy I/O do sprzężenia z obiektem. Serwer WWW realizuje wiele funkcji programowych, wśród których należy wymienić: otwarty stos protokołowy TCP/IP, oprogramowanie serwera WWW oraz oprogramowanie aplikacyjne. Strukturę stosu TCP/IP będącego zestawem kilku protokołów komunikacyjnych pracujących na różnych poziomach przedstawiono na rys. 2. Ze względu na ograniczenia sprzętowe, wbudowane serwery WWW realizują jedynie niezbędne funkcje stosu TCP/IP.

Serwer WWW identyfikowany jest przez unikalny adres IP lub nazwę domenową. W zależności od sposobu implementacji stosu TCP/IP, wbudowane serwery WWW mogą być wykonane w następujących wariantach:



Rys. 1. Struktura internetowego systemu pomiarowo - sterującego.



Rys. 2. Struktura stosu protokolowego TCP/IP.

- Stos TCP/IP i oprogramowanie aplikacyjne wykonywane jest przez ten sam mikrokontroler,
- Stos TCP/IP wykonywany jest przez specjalizowany układ, który połączony jest mikrokontrolerem serwera WWW,
- Stos TCP/IP wykonywany jest w bramie, która połączona jest z mikrokontrolerem aplikacji portem szeregowym.

W pierwszym wariantcie duże wymagania stawiane są mikrokontrolerem, ponieważ obsługa stosu TCP/IP jest absorbująca i mikrokontrolerom pozostaje niewiele czasu na wykonywanie aplikacji. Budowa serwera WWW z wykorzystaniem specjalizowanych układów (np.: S-7600AS firmy Seiko Instruments) lub dedykowanych bram (np.: iChip firmy Connect One, SmartStack firmy e-Device, EMIT firmy emWare), znacznie odciąża mikrokontroler i zmniejsza wymagania na rozmiar układów pamięciowych. Do specjalizowanych układów lub dedykowanych bram mogą zostać przeniesione funkcje związane z bezpieczeństwem, których obsługa jest również czasochłonna.

PARAMETRY PROTOKOŁU TCP/IP

Do poprawnej pracy serwera potrzebne są właściwe parametry protokołu TCP/IP. Parametry te ustawia się specjalnym programem konfiguracyjnym, którego wygląd zamieszczono na rys. 3.

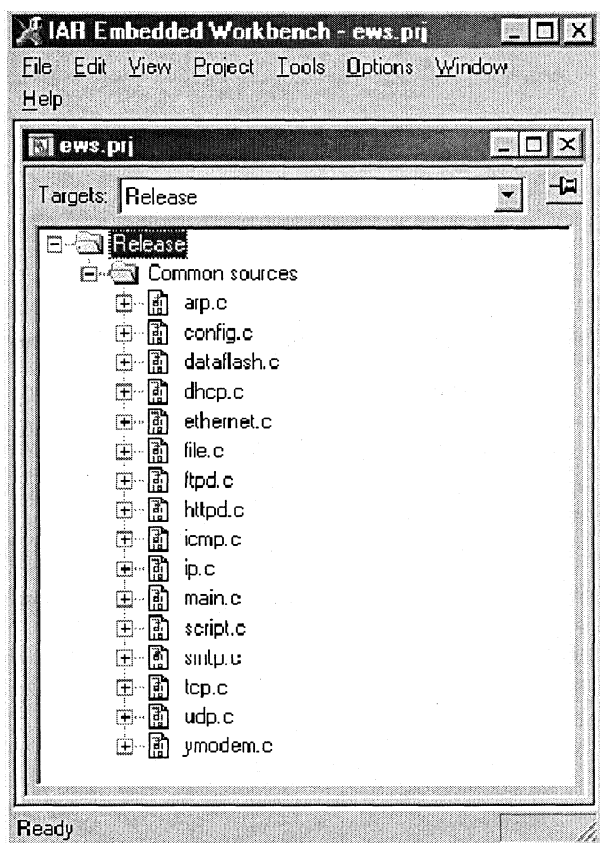
Rys. 3. Strona konfiguracyjna serwera WWW

Najważniejszy parametr to adres IP. Może on być ustawiony statycznie dla serwera lub może być odczytywany dynamicznie z serwera DHCP. Serwer nie ma stałego numeru MAC. Można go zmienić i wprowadzić różne wartości. Jeśli w oprogramowaniu serwera wykorzystane będą funkcje obsługi poczty elektronicznej, to należy skonfigurować ustawienia

dotyczące konfiguracji części pocztowej jak: adres nadawcy i odbiorcy, adres serwera pocztowego. Serwer może również pracować z protokołem FTP. Aby to było możliwe należy włączyć jego obsługę i ustawić nazwę użytkownika i hasło dostępu do serwera.

MODYFIKACJA OPROGRAMOWANIA SERWERA WWW

Modyfikowanie oprogramowania wbudowanego serwera WWW, czyli sposobu jego pracy wymaga znajomości programowania w języku C i znajomości pracy mechanizmów wymiany danych w Internecie. W szczególności wymagana jest znajomość działania protokołów TCP/IP, HTTP i FTP. Oprogramowanie serwera jest budowane w sposób modułowy. Programista ma możliwość wyboru modułów, z których będzie korzystał jego serwer. Wyboru modułów należy dokonać na etapie kompilacji programu serwera WWW. Wygląd okna wyboru modułów oprogramowania przedstawiono na rys. 4.

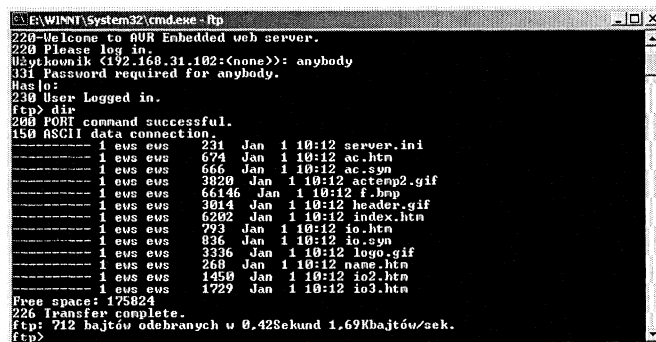


Rys. 4. Zestaw modułów oprogramowania serwera.

Sposób działania serwera zdeterminowany jest przez wybór modułów dokonany przez programistę. Domyślnie ładowane są wszystkie wymienione powyżej moduły obsługi różnych protokołów. Ale jeśli programista stwierdzi, że nie potrzebuje obsługi poczty elektronicznej to może zrezygnować z jej obsługi i wyłączyć moduły za nią odpowiedzialne. Wtedy kod skompilowanego programu obsługi serwera będzie mniejszy.

ŁADOWANIE STRON DO SERWERA WWW

Serwer WWW przechowuje strony w postaci plików tekstowych w formacie html. Mogą to także być pliki graficzne w dowolnych formatach lub aplety java. Przechowywane one są w pamięci flash serwera w systemie plikowym, który jest utworzony programowo i przypomina system plikowy FAT z komputera PC. Dostęp do tego systemu jest możliwy poprzez FTP. Na rys. 5 przedstawiono sesję z programem FTP i wygląd systemu plikowego na wbudowanym serwerze WWW.

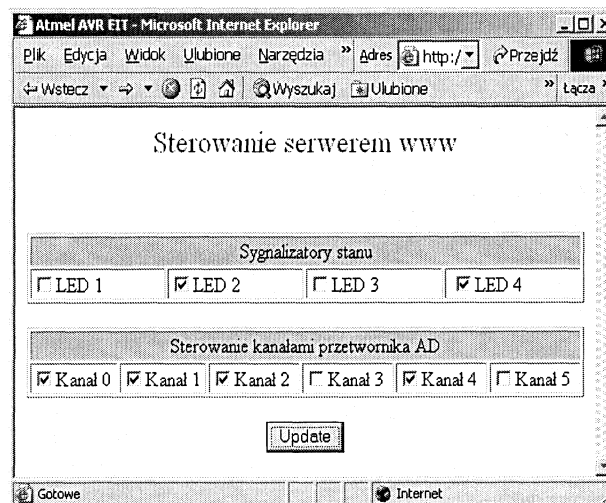


Rys. 5. Sesja z programem FTP i system plikowy serwera WWW.

Aby zmienić wygląd stron umieszczonych na serwerze i oglądanych przez użytkowników sieci przez przeglądarki należy przekopiować nowe pliki do systemu plikowego serwera. Oczywiście dostęp jest możliwy po podaniu prawidłowej nazwy konta i hasła użytkownika. Serwer posiada 128 KB pamięci przeznaczonej na program obsługi serwera (który zajmuje domyślnie ok. 30 KB) i system plikowy, w którym umieszczone są pliki html. Możliwe jest rozszerzenie wielkości pamięci do 2 MB.

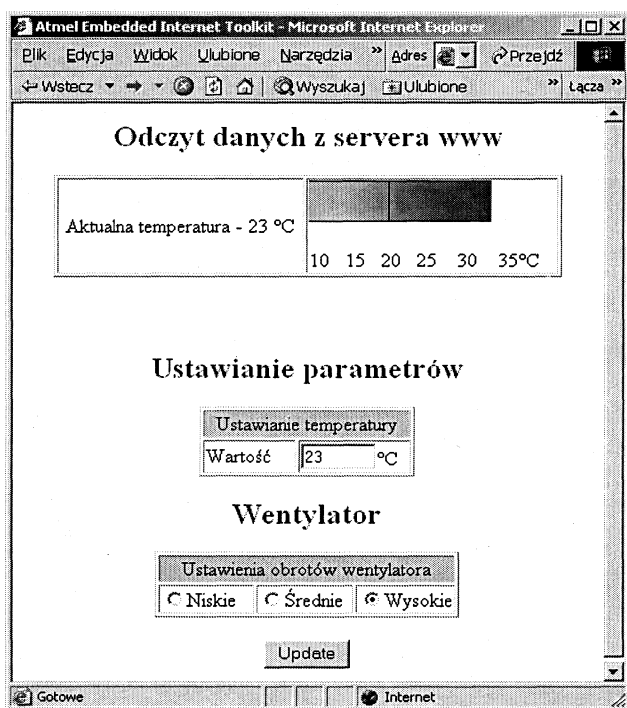
PRZYKŁADOWE STRONY WWW

Przykładowe strony dostępne na przeglądarkach przedstawiono na rys. 6 i 7.



Rys. 6. Strona do realizacji funkcji sterujących.

Strony umieszczone na serwerze mogą być statyczne i dynamiczne. Statyczne, to takie, które nie odwołują się do parametrów sprzętowych serwera np. do dołączonych urządzeń. Strony dynamiczne mogą odczytywać i sterować parametrami urządzeń dołączonych do serwera. Prezentowany w artykule serwer posiada wbudowany 10 bitowy przetwornik AD. Możliwe jest odczytywanie parametrów tego przetwornika w sposób programowy i prezentowanie wyników na stronach WWW. Można także odwoływać się do innych urządzeń poprzez dwa porty RS-232. Strona, która dynamicznie odczytuje lub ustawia parametry składa się z dwóch części: z podprogramu obsługi napisanego w języku C i umieszczonego w oprogramowaniu serwera i części HTML umieszczonej jako pliki html w systemie plikowym serwera.



Rys. 7. Strona do realizacji funkcji pomiarowych.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono strukturę internetowych systemów pomiarowo – sterujących z wbudowanymi serwerami WWW zwracając uwagę na wbudowane serwery WWW bazujące na 8 i 16-bitowych mikrokomputerach jednokładowych oraz stosie protokołowym TCP/IP. Przedstawiono sposób konfigurowania i programowania serwera WWW z programowo realizowanym stosem TCP/IP, zbudowanego na bazie mikrokomputera AVR firmy Atmel. Zaprezentowano przykładowe dynamiczne strony WWW do realizacji funkcji pomiarowych i sterujących. Przedstawiony w artykule nowy kierunek rozwoju systemów pomiarowo – sterujących może otworzyć nowe możliwości wykorzystania inteligentnej aparatury pomiarowo – sterującej dzięki wykorzystaniu standardowego interfejsu użytkownika i powszechnie dostępnej internetowej technologii komunikacyjnej

LITERATURA

1. Automation Research Corporation: *Device & Field Network. Market Studies*. 1999.
2. Hirschman Network Systems: *Distributed Communication Architecture*. 1998.
3. Lee K.B., Schneeman R.D.: *Internet-Based Distributed Measurement System and Control Application*. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, June/99, pp. 23-27.
4. Lutz A.T.: *Using TCP/IP as an Instrument Interface*. Sensors Magazine, July, 1998, pp.798-802.
5. Michta E.: *Modele komunikacyjne sieciowych systemów pomiarowo – sterujących*. Monografia 99. Politechnika Zielonogórska, 2000.
6. Michta E.: Ethernet przemysłowy w systemach pomiarowo-sterujących o architekturze sieciowej Metrologia Wspomagana Komputerowo - MWK 2001 : V Szkoła - Konferencja. Rynia k/Warszawy, 2001 .- T. 2 : Referaty, s. 263—268.
7. Michta E.: Ethernet przemysłowy i brama intranetowa w strukturze informacyjnej przedsiębiorstwa. Komputerowe Systemy Wielodostępne, Ciechocinek, 2001, s. 45-54.
8. Michta E.: Technologie internetowe w sieciowych systemach pomiarowo-sterujących. Mezura - Auromecon 2001 : Konferencja. Poznań, 2001, s. 131-138.
9. National Instruments: *Integrating the Internet into Your Measurement System.*, 1999, pp. 1-9.
10. Pfeiffer O.: *Embedded Internetworking with 8- and 16-bit Microcontrollers*. Embedded Systems Conference East, Chicago, 2001.

Artykuł recenzowany.