

Leszek WOLSKI
Andrzej WÓJTOWICZ

INTERFEJS ETH-NET v.10 DO STEROWANIA I MONITORINGU OBIEKTÓW PRZEMYSŁOWYCH ZA POŚREDNICTWEM SIECI ETHERNET

STRESZCZENIE *W pracy przedstawiono rozwiązanie techniczne uniwersalnego urządzenia sterującego – monitorującego wykorzystującego do komunikacji komputerową sieć ethernetową. Przedstawiono dotychczas opracowane wersje urządzenia, opisano ich budowę i sposoby ich wykorzystania przy pomocy różnego oprogramowania.*

1. WSTĘP

Wzrost zapotrzebowania na tanie urządzenia służące do monitoringu oraz sterowania urządzeniami przemysłowymi za pomocą rozproszonego systemu sieciowego, zainspirował autorów do budowy prototypu takiego urządzenia. Urządzenie ETH-NET, opracowane w Oddziale Instytutu Elektrotechniki w Gdańsku, pozwala na wykorzystanie możliwości transmisji ethernetowej w przemysłowych i domowych zastosowaniach. Urządzenia tego typu umożliwiają wdrożenia nowej jakości monitoringu i sterowania wykorzystując jako medium transmisji sieć komputerową o globalnym zasięgu INTERNET.

mgr inż. Leszek WOLSKI
e-mail: leszek.wolski@iel.gda.pl

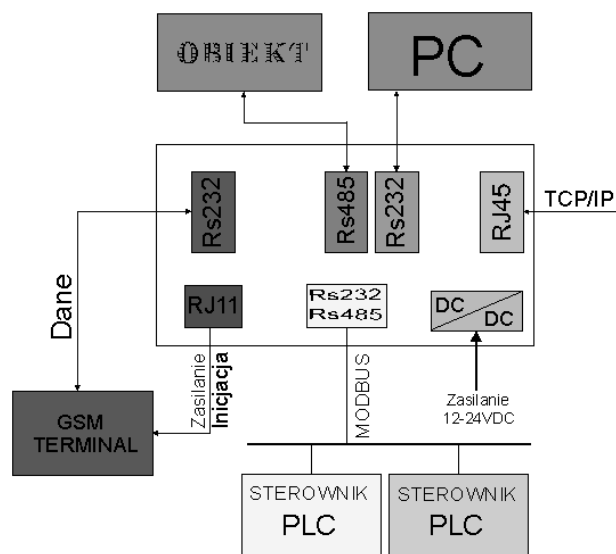
mgr inż. Andrzej WÓJTOWICZ
e-mail:andrzej.wojtowicz@iel.gda.pl

Instytut Elektrotechniki, Oddział w Gdańsku

2. ETHERNETOWE MODUŁY KOMUNIKACYJNE

2.1. Moduł ETH-NET v.08

Pierwszym zaprojektowanym modułem ethernetowym był moduł ETH-NET v.08. Podstawowym założeniem przy projektowaniu tego modułu było umożliwienie monitorowania i sterowania urządzeniem przemysłowym za pośrednictwem sieci Ethernet. Urządzenie to miało za zadanie zadawanie i odczytywanie parametrów, przesyłanie danych i monitoring pracy sterowanego urządzenia. Połączenie z siecią lokalną zostało zrealizowane poprzez separowane galwanicznie złącze RJ45. Przyjęto, że napięcie zasilania powinno mieścić się w przedziale od 12 do 24 V DC, przy czym zasilanie poszczególnych podzespołów powinno być separowane i stabilizowane na poziomie 5 V. Założenia projektowe modułu zostały przedstawione na rys. 1.

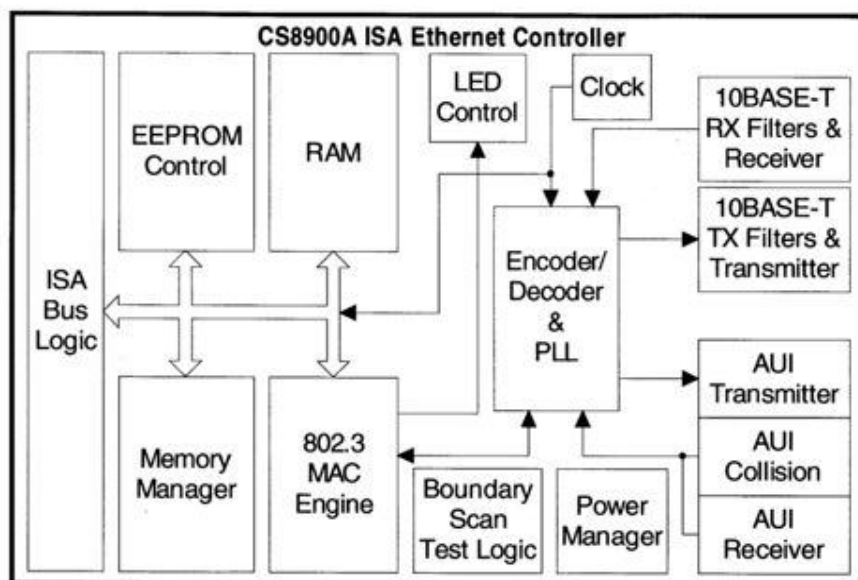


Rys. 1. Graficzne przedstawienie założeń projektowych modułu

Dodatkowe założenia związane z możliwością rozbudowy interfejsu:

- przystosowanie urządzenia do pracy w sieci telefonii komórkowej, czyli wbudowanie złącza do komunikacji z siecią GSM 900/1800 oraz złącza zasilającego i inicjującego moduł telefonii GSM;
- wbudowanie złącza umożliwiającego połączenia z lokalnymi sieciami sterowników PLC w oparciu o standard RS232 lub RS 422.

Jednym z najistotniejszych elementów interfejsu jest kontroler sieciowy. Użyty został 16-bitowy układ CS8900A firmy CIRRUS LOGIC charakteryzujący się następującymi parametrami transmisyjnymi: standard 10Base-T w sieci UTP, dwukierunkowa transmisja danych cyfrowych, kompatybilność z normą IEEE 802.3. Układ ten może również pracować z 8-bitową szyną danych. Posiada on 4 KB pamięci RAM oraz rozbudowany szeregowo-równoległy interfejs do połączenia z mikroprocesorem. Poprzez ten interfejs mikroprocesor zapisuje lub odczytuje informacje do/z wewnętrznych rejestrów CS8900. Szczegółowe dane kontrolera CS8900A dostępne są na stronie internetowej firmy CIRRUS LOGIC (www.cs.com). Schemat blokowy kontrolera transmisji sieciowej CS8900A przedstawiono na rys. 2.

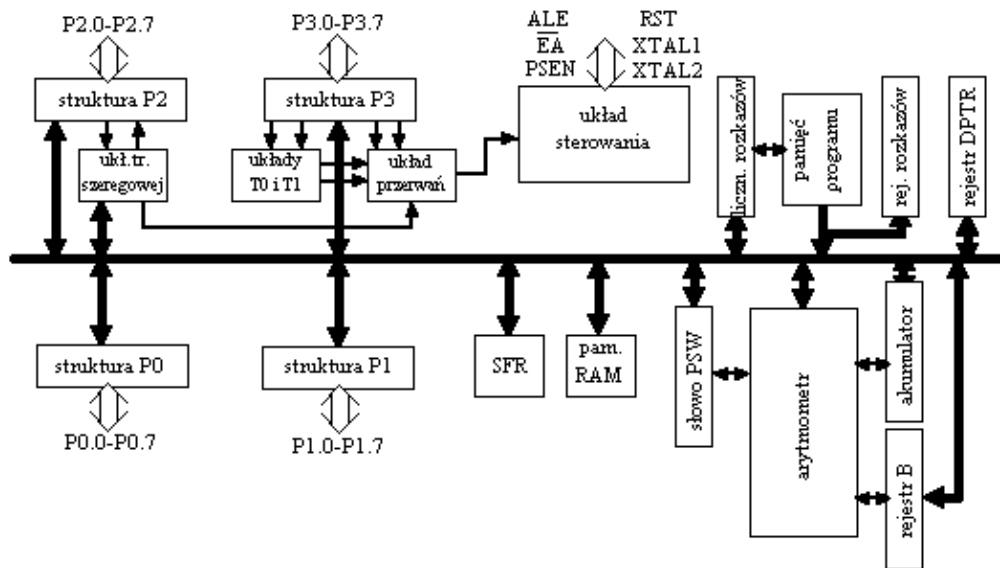


Rys. 2. Schemat blokowy kontrolera sieciowego CS 8900A

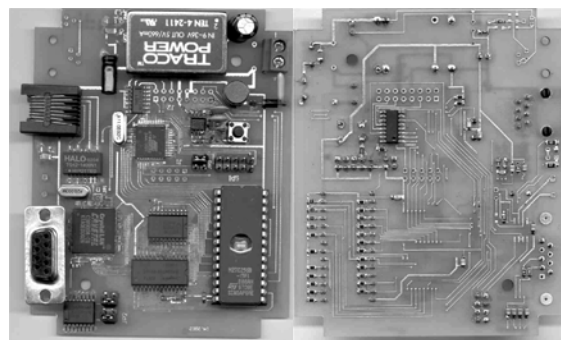
Do pracy w charakterze jednostki centralnej zastosowany został 8-bitowy procesor firmy ATMEL AT89S8252. Na wewnętrzną pamięć danych tego procesora składają się dwa bloki: 128 bajtów ciągłego obszaru pamięci RAM oraz obszar 128 bajtów niespójnego bloku rejestrów specjalnych (SFR) mikrokontrolera. Oprócz tego dostępna jest pamięć Flash o pojemności 8 kB i pamięć EEPROM o pojemności 2 kB. Układ mieści się w obudowie TQFP44. Uproszczony schemat blokowy mikrokontrolera 89S8252 przedstawiono na rys. 3.

Zewnętrzna pamięć EPROM 27C256 w obudowie DIP 28 obsadzona została w podstawce precyzyjnej, w celu umożliwienia jej programowania z wykorzystaniem zewnętrznego programatora. Rozwiązanie to pozwala również na

wykorzystanie symulatora EPROMÓW. Pozostałe układy takie jak: RAM 62C256, przerzutnik 74LS573, dekodery adresów 74LS137, drivery MAX232 oraz MAX485 są przystosowane do montażu powierzchniowego (SOIC) w celu miniaturyzacji obwodu drukowanego. Widok interfejsu sieciowego od strony elementów i od strony ścieżek przedstawiono na rys. 4.



Rys. 3. Uproszczony schemat blokowy mikrokontrolera 89S8252



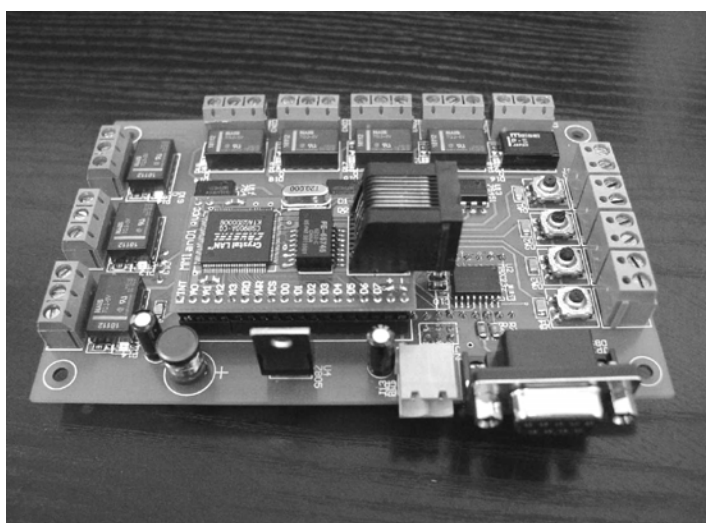
Rys. 4. Interfejs sieciowy. Widok od strony elementów i od strony ścieżek

2.2. Moduł ETH-NET v.10

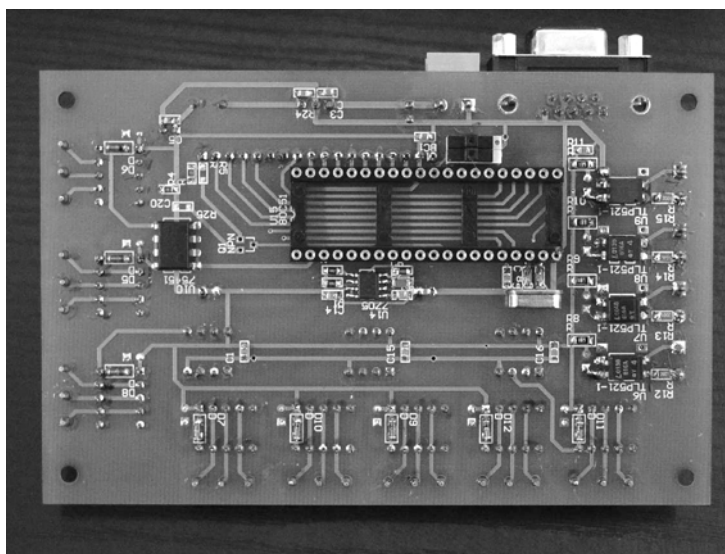
Interfejs sieciowy ETH-NET v.10 jest nowszą i bardziej rozbudowaną wersją interfejsu sieciowego ETH-NET v.08. Jądrzem układu jest procesor

T89C51RD2 firmy ATMEL zawierający 64 kB pamięci programu typu flash. Procesor może być programowany w układzie docelowym przy użyciu standardowego złącza RS-232. Moduł jest wyposażony w osiem wyjść przekaźnikowych o prądzie znamionowym 1 A i napięciu 230 V i cztery izolowane galwanicznie wejścia. Wszystkie wejścia jak i wyjścia dodatkowo wyposażone są w sygnalizację optyczną za pomocą diod LED w obudowach SMD.

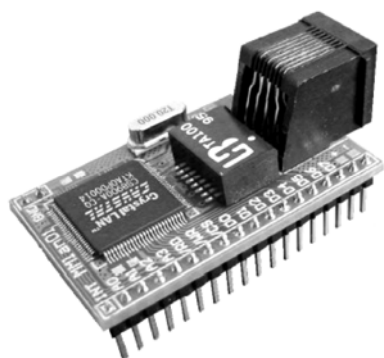
Widok interfejsu sieciowego ETH-NET v.10 przedstawiono na rys. 5 i 6.



Rys. 5. Widok interfejsu sieciowego ETH-NET v.10 od strony elementów



Rys. 6. Widok interfejsu sieciowego ETH-NET v.10 od strony obwodu drukowanego



Rys. 7. Widok płytki modułu MMLan z procesorem sieciowym CS8900

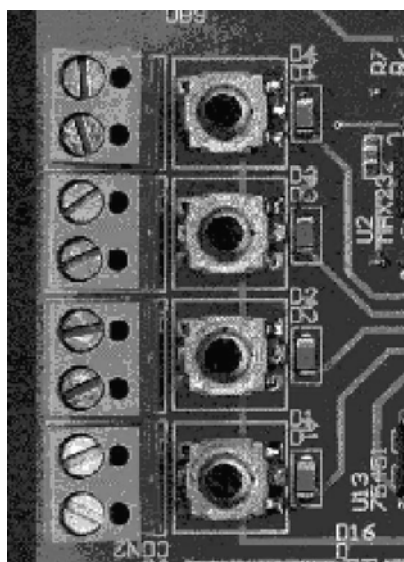
Zasadniczą zmianą było zastąpienie interfejsu sieciowego własnej konstrukcji modułem interfejsu sieciowego z wyprowadzoną magistralą do procesora sterującego, produkowanym przez firmę Propox z Gdyni pod nazwą MMLan. Widok modułu MMLan przedstawiono na rys. 7.

Dodatkowo moduł posiada dwie sygnalizacyjne diody LED

LED D1 – LAN – aktywność sieciowa;

LED D2 – Link – monitorująca stan połączenia sieciowego.

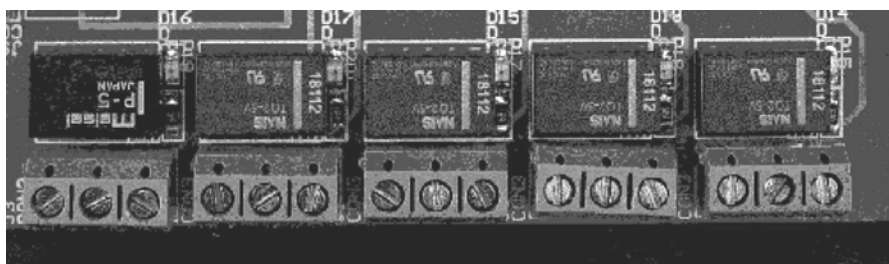
Implementacja wejść i wyjść cyfrowych powoduje, że interfejs ETH-NET v.10 zyskuje możliwość nowych zastosowań dzięki funkcjom zdalnego sterownika i monitorowania wejść napięciowych. Wejścia cyfrowe wyposażone są w diody świecące LED sygnalizujące stany linii wejściowych oraz dodatkowe przyciski monostabilne mogące służyć do symulacji wejść. Widok części modułu ETH-NET v.10 zawierającej wejścia cyfrowe przedstawiono na rys.8.



Rys. 8. Widok wejść cyfrowych interfejsu sieciowego ETH-NET v.10

Stany wyjść cyfrowych również są sygnalizowane przy pomocy diod świecących LED, a urządzeniami wyjściowymi są przekaźniki. Widok wyjść cyfrowych przedstawiono na rys. 9.

Interfejs ETH-NET v.10 odpowiada również funkcjonalnie modułowi ETH-NET v.08 w zakresie transferu danych pomiędzy siecią Ethernet a złączem RS232.

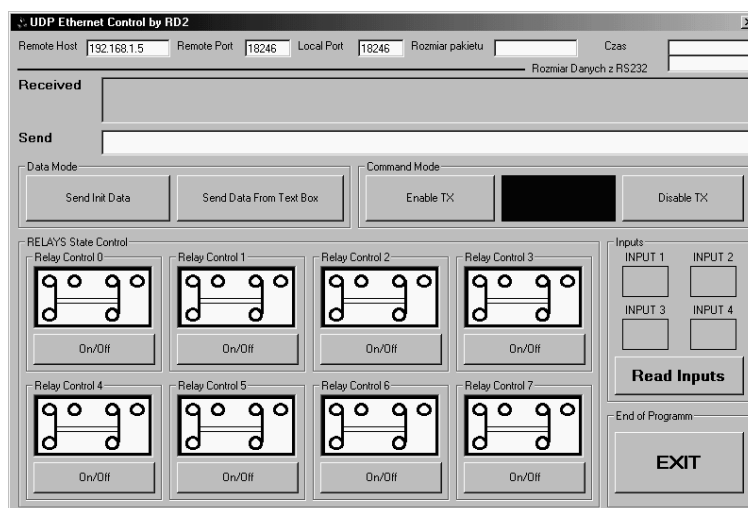


Rys. 9. Widok przekaźnikowych wyjść cyfrowych interfejsu sieciowego ETH-NET v.10

3. OPROGRAMOWANIE STERUJĄCE

3.1. Oprogramowanie stanowiskowe

W celu ułatwienia wykorzystania modułu ETH-NETv10 opracowana została aplikacja sterująca, pracująca pod systemem operacyjnym Windows 95/98/ME/2000. Widok głównego ekranu sterującego tego programu przedstawiono na rys. 10.

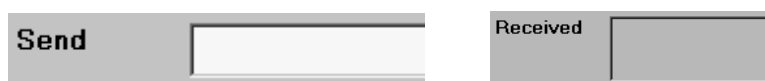


Rys. 10. Widok ekranu sterującego

Program sterujący stworzony został w środowisku programistycznym Visual Basic 6.0 będący częścią pakietu VisualStudio6.0, przeznaczonego do programowania w środowisku Windows. Elementem głównym sterującym

transmisją w tym programie jest kontrolka typu OCX (magictcp.ocx) pozwalająca sterować transmisją i odbiorem danych w protokole TCP/UDP.

Odpowiednie kontrolki programu umożliwiają wprowadzanie, przesyłanie i odbiór danych typu ASCII. Dane te przesyłane są do interfejsu ETH-NET, retransmitowane do złącza szeregowego RS-232 i wyświetlane w konsolce Send. Analogicznie dane ze złącza szeregowego interfejsu przesyłane są poprzez sieć Ethernet do programu komunikacyjnego i wyświetlane w kontrolce Received. Widok kontrolki nadawania i odbioru przedstawiono na rys. 11.



Rys. 11. Widok kontrolki nadawanych i odbieranych danych

Aby móc odbierać dane nadawane z interfejsu najpierw należy włączyć pozwolenie na nadawanie poprzez wybranie w polu odpowiedniej kontrolki. Kontrola nadawania odbywa się z wykorzystaniem kontrolki EnableTX oraz DisableTX, a aktualny stan obrazowany na polu sygnalizacyjnym. Kolor czerwony oznacza brak zezwolenia na nadawanie przez interfejs, stan zielony włączone nadawanie. Widok i stan kontrolki przedstawiają rys. 12. Domyślnie po resecie możliwość nadawania jest wyłączona.



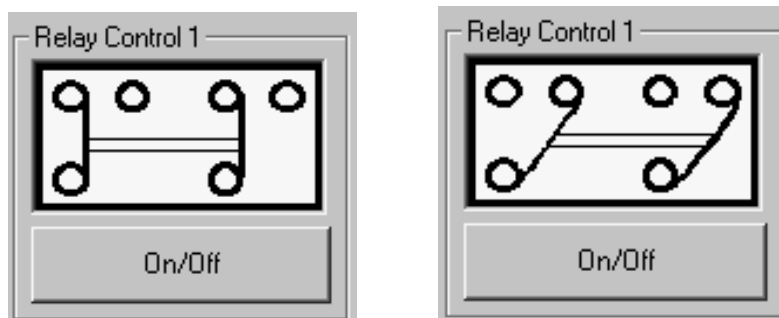
Rys. 12. Widok kontrolki sterowania nadawaniem
(lewy rysunek – stan nieaktywny, prawy rysunek – stan aktywny).

Każdy odebrany pakiet jest identyfikowany, a informacje o nim wyświetlane w odpowiednich kontrolkach dialogowych programu. Do informacji tych należy rozmiar całego odebranego pakietu, czas jego odebrania i dla danych typu ASCII rozmiar danych tekstowych. Wygląd kontrolki informacyjnej przedstawiono na rys. 13.



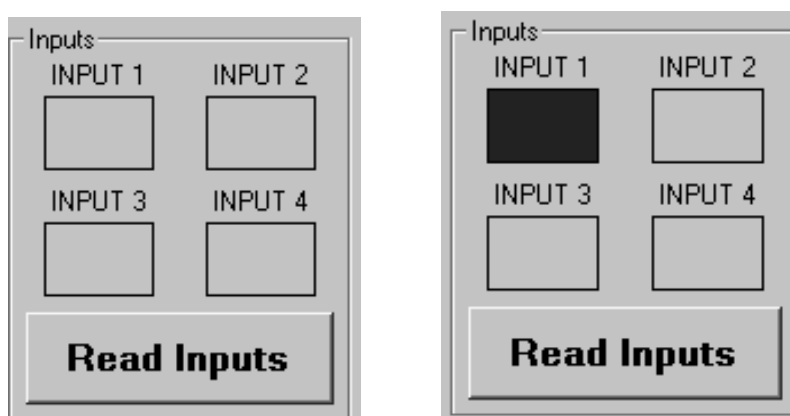
Rys. 13. Widok kontrolki informacyjnej

Ponieważ interfejs ETH-NETv10 oprócz wejścia komunikacyjnego posiada jeszcze wejścia i wyjścia binarne stworzono dodatkowo kontrolki sterujące stanami wyjść cyfrowych obrazujących przełączające się styki przekaźnika. Widok kontrolki wyjścia przekaźnika w stanie aktywnym i nieaktywnym zademonstrowany został na rys. 14.



Rys. 14. Widok kontrolki sterującej wyjściem binarnym
(lewy rysunek – stan nieaktywny, prawy rysunek – stan aktywny)

Wejścia binarne są na bieżąco monitorowane i wizualizowane za pomocą pola zmieniającego kolor w zależności od stanu wejścia. Jeżeli stan jest nieaktywny to pole jest szare jeżeli wejście jest aktywne to pole jest w kolorze czerwonym. Widok kontrolki wejść binarnych przy aktywnym i nieaktywnym stanie wejściowym zademonstrowany został na rys. 15.



Rys. 15. Widok kontrolki monitorującej wejścia binarne
(lewy rysunek – stan nieaktywny, prawy rysunek – stan aktywny)

Do konfiguracji programu komunikacyjnego służy kilka okien dialogowych umożliwiających wprowadzanie danych. Podstawowymi danymi wprowadzanymi przez użytkownika są numer IP zdalnego interfejsu („Remote Host”) oraz

numery portów: na jaki dane będą wysyłane („Remote Port”) i na jakim będą odbierane („Local Port”). Widok okna konfiguracyjnego programu przedstawiono na rys. 16.



The image shows a configuration window with three input fields. The first field is labeled 'Remote Host' and contains the IP address '192.168.1.5'. The second field is labeled 'Remote Port' and contains the number '18246'. The third field is labeled 'Local Port' and also contains the number '18246'. The fields are arranged horizontally and are separated by small gaps.

Rys. 16. Widok okna konfiguracyjnego programu

Dane wprowadzone przy pomocy okien konfiguracyjnych są zapamiętywane i używane w następnych sesjach komunikacyjnych.

3.2. Oprogramowanie serwerowe.

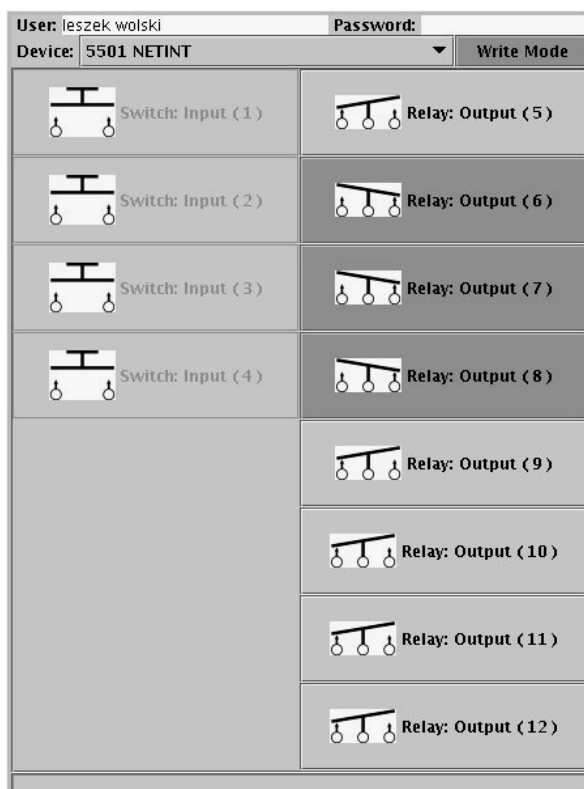
Przy projektowaniu systemu przyjęto podstawowe założenie, że do pracy nie będzie wymagane dodatkowe oprogramowanie poza systemem operacyjnym. W tym celu użyta została standardowa przeglądarka internetowa, za pomocą której pobierana jest strona internetowa pozwalająca na wizualizację i sterowanie określonym obiektem. Ponieważ język html ma duże ograniczenia, do realizacji tego zadania wykorzystano aplety napisane w języku JAVA. Aplety te skompilowane na serwerze mogą być uruchamiane u użytkownika przy pomocy dowolnej przeglądarki internetowej z zainstalowaną obsługą języka JAVA.

Dodatkowym założeniem było uniezależnienie pracy systemu wizualizacji od systemu operacyjnego komputera, na którym zostanie ona uruchomiona. Również w tej dziedzinie JAVA jest dobrym rozwiązaniem, gdyż aplet aplikacji w postaci byte-code może być uruchomiony przy pomocy wirtualnej maszyny (będącej integralną częścią przeglądarki obsługującej JAVA) w dowolnym systemie operacyjnym. Dzięki temu powstaje tylko jeden kod, a poprawność działania zweryfikowana w jednym systemie daje pewność prawidłowej pracy również w innych systemach.

Wygląd graficznego interfejsu użytkownika (rys. 17) jest automatycznie dopasowywany do standardowego wyglądu aplikacji w danym systemie operacyjnym, a także zachowuje domyślne lokalizacje przycisków sterowania oknem i kolory aplikacji.

Inicjalizację połączenia z serwerem przeprowadza klient, rozpoczynając proces identyfikacji użytkownika. Moduł komunikacji ze zdalnym klientem, posiada wyspecjalizowany obiekt pośredniczący w tym logowaniu. Po jego prze-

prowadzeniu, moduł rozpoczyna proces otwarcia nowej sesji. Umożliwia to klientowi stworzenie własnego kanału komunikacyjnego.



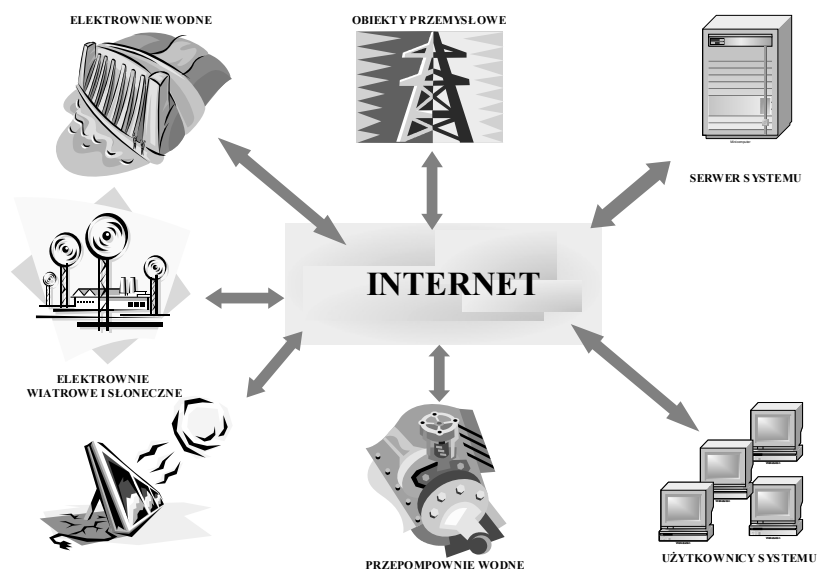
Rys. 17. Wygląd panelu sterującego oprogramowania serwera

Wykorzystanie w komunikacji pomiędzy serwerem a klientem mechanizmu RMI, umożliwia realizację zdalnych wywołań metod Javy. Dzięki niemu moduł komunikujący się z klientem działa tak jakby sieć była niewidoczna.

4. WNIOSKI

Wykorzystanie potencjalnych możliwości urządzeń typu ETH-NET ograniczone jest jedynie inwencją projektantów. Mogą one służyć jako urządzenia zabezpieczające, alarmowe, kontroli np. czasu pracy, przesyłania obrazu czy interfejsy komunikacyjne dla urządzeń które nie mają możliwości integracji z siecią ethernet. Możliwość rozbudowy o dodatkowe czujniki, przetworniki analogowo-cyfrowe, przetworniki obrazu itp. pozwala na ich instalowanie w wielu rodzajach urządzeń przemysłowych.

Możliwości zdalnej kontroli i sterowania za pośrednictwem sieci Internet i wizualizacji serwerowej pozwalają na rozszerzenia znaczenia pojęcia sterowania rozproszonego do pojęcia „globalnego”. Dziedziny implementacji takiego systemu oraz jego schemat przedstawiony jest na rys. 18.



Rys. 18. Układ systemu i dziedziny możliwych implementacji

Opracowane w IEL-OG aplikacje do wizualizacji i sterowania z zastosowaniem technologii internetowych są w fazie ciągłego rozwoju i znajdują zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu.

Rękopis dostarczony, dnia 21.10.2004 r.

Opiniował: dr inż. Stefan Wójtowicz

ETH-NET V.10 INTERFACE TO MONITOR AND CONTROL INDUSTRIAL DEVICES OVER ETHERNET NETWORK

Leszek WOLSKI
Andrzej WÓJTOWICZ

ABSTRACT *The technical solution of building ethernet interface for controlling and monitoring industrial devices by computer network is presented in this paper. Additionally software for control and visualisation of ethernet interface actual state over Internet is described.*

Inż. Andrzej Wójtowicz studia ukończył na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej w roku 2003. W Gdańskim Oddziale Instytutu Elektrotechniki zatrudniony jest od 1994 r. w zespole Energoelektroniki i Sterowania. Swoje zainteresowania skupia na problematyce budowy przemienników częstotliwości. Jest współautorem kilku wdrożeń zrealizowanych w IEL.

