

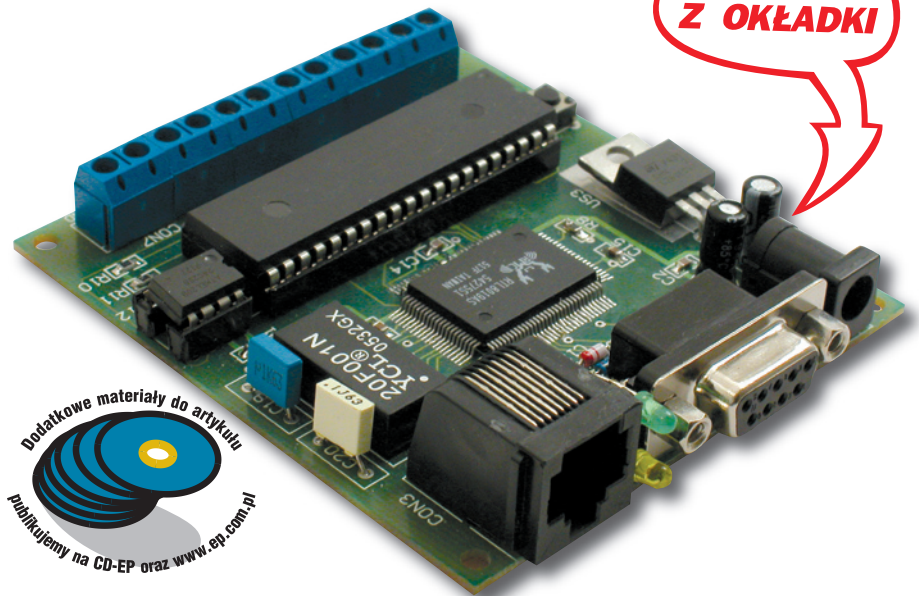
Karta wejść z interfejsem Ethernet

AVT-953

**PROJEKT
Z OKŁADKI**

Przedstawiony w numerze 4/2006 *Elektroniki Praktycznej* „Uniwersalny Interfejs Internetowy” cieszy się dużym zainteresowaniem Czytelników. Dlatego postanawiamy kontynuować ten temat przedstawiając kilka dedykowanych rozwiązań opartych na komunikacji z wykorzystaniem interfejsu Ethernet.

Rekomendacje: wykonanie karty polecamy Czytelnikom zainteresowanym budową urządzeń pracujących w sieci Ethernet. Będzie to pouczające i ciekawe doświadczenie.



W przedstawionym artykule zostanie opisana karta wejść cyfrowych, umożliwiająca wizualizację poszczególnych stanów w przeglądarce internetowej. Rozwiązanie takie pozwala na niemalże nieograniczone kontrolowanie sygnałów cyfrowych – poczynając od wewnętrznej sieci LAN, poprzez sieć przewodową Internet, a kończąc na bezprzewodowym dostępie poprzez telefon komórkowy. Pomimo tego, że generowana strona jest przystosowana do przeglądarki Internetowej typowego komputera, to jest ona na tyle prosta, że może być wyświetlona na ekranie telefonu komórkowego. Do testów została użyta przeglądarka OperaMini (www.opera.com).

Karta posiada 11 wejść i może zostać zastosowana, na przykład do zdalnej obserwacji stanu wejść centrali alarmowej. Na wszystkich wejściach zostały zastosowane rezystory wymuszające stan wysoki, dzięki temu do wejść można bezpośrednio dołączyć czujniki z wyjściem stykowym (kontaktrony, przyciski mechaniczne, itp.). Możliwe jest także dołączenie innych układów z wyjściem typu otwarty kolektor, jak również typowych wyjść cyfrowym o poziomach TTL. Stany wejść na generowanej przez procesor stronie internetowej wyświetlane są w postaci tabeli. Pomimo tego, że układ stanowi gotowe rozwiązanie, to istnieje jednak możliwość zmiany sposobu wyświetlania strony i wi-

zualizacji wejść. Stwarza to możliwość dostosowania strony www do potrzeb użytkownika. Strona internetowa jest zapisywana w nieulotnej pamięci EEPROM, może więc być wielokrotnie modyfikowana. W dalszej części artykułu zostanie opisana budowa domyślnej strony oraz wskazane parametry, których należy użyć we własnej stronie tak, aby poprawnie wyświetlać stan wejść karty. W interfejsie Ethernetowym został zastosowany układ RTL8019. Karta wejść umożliwia pracę zarówno w trybie dynamicznego pobierania adresu IP, jak również ustalania statycznego. Przewidziano możliwość zmiany adresu MAC karty sieciowej, co umożliwi pracę kilku kart w jednej sieci LAN. Do konfiguracji parametrów karty został zastosowany port szeregowy RS232.

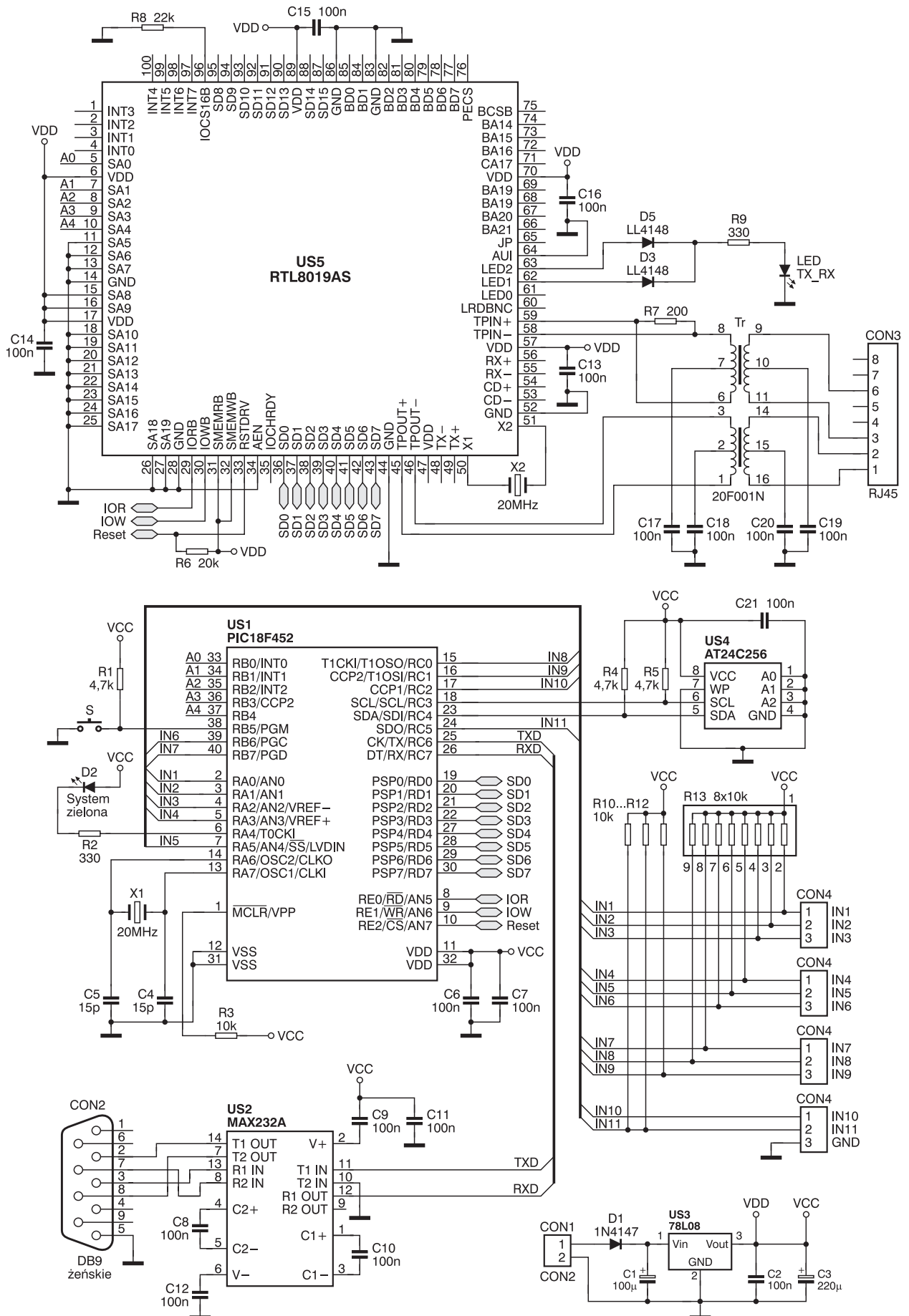
Budowa

Schemat elektryczny karty jest przedstawiony na **rys. 1**. Można wyróżnić dwa bloki funkcjonalne: blok interfejsu sieci LAN i blok sterujący.

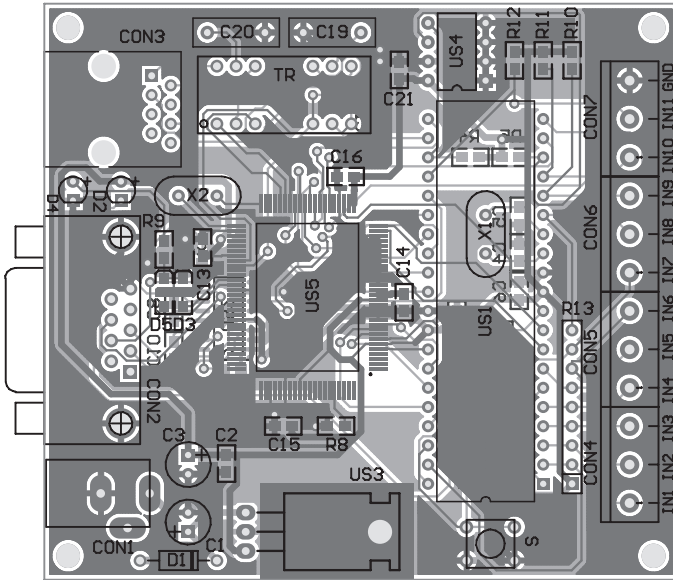
Głównym elementem interfejsu sieciowego jest układ US5. Jest to specjalizowany kontroler sieci Ethernet. Układ ten umożliwia komunikację z prędkością 10 Mb zgodną ze standardem 10BaseT realizując funkcje warstwy sieciowej. Jest to konwerter danych pomiędzy stroną siecią LAN i interfejsem równoległym służącym do komunikacji

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytką o wymiarach 84x76 mm
- Zasilanie 9...12 V/100 mA
- Liczba wejść cyfrowych: 11
- Tryb dynamicznego pobierania adresu sieciowego (DHCP)
- Możliwość pracy ze stałym adresem IP
- Możliwość zmiany adresu MAC urządzenia
- Możliwość „wgrania” własnej strony internetowej
- Konfiguracja przez port szeregowy
- Zapis strony internetowej przez port szeregowy lub sieć LAN (FTP)
- Sygnalizacja diodami świecącymi o stanie pracy



Rys. 1. Schemat ideowy karty



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płycie karty

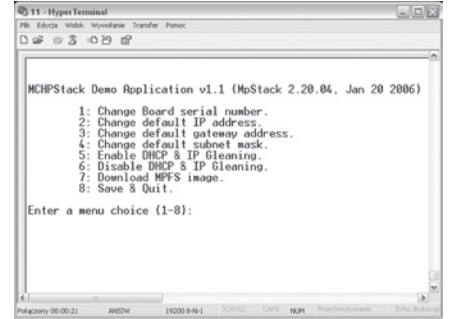
z procesorem. Układ został skonfigurowany do pracy w trybie ósmiobitowym, co pozwala na dołączenie do niego mikrokontrolera przy użyciu do tego minimalnej liczby wyprowadzeń. Sygnały SD0...SD7 stanowią dwukierunkową magistralę komunikacyjną, dla której kierunek przesyłania danych wyznaczają sygnały IOR i IOW. Linie A0...A4 są wejściami adresowymi umożliwiającymi ustawienie adresów rejestrów wewnętrznych służących do konfiguracji parametrów pracy układu RTL8019AS. Wewnątrz układu znajdują się bufony: nadawczy i odbiorczy o rozmiarze 16 kB, stanowiące zabezpieczenie przed utratą danych, jeśli mikrokontroler nie będzie w stanie odbierać ich w czasie rzeczywistym. Układ jest taktowany

sygnałem zegarowym wytworzonym przy pomocy dołączanego rezonatora kwarcowego o częstotliwości 20 MHz. Do sygnalizacji pracy układu służy dioda świecąca D4. Poprzez połączenie sygnałów z wyjść „LED1” i „LED2” za pomocą diod D3 i D5 jedna dioda świecąca sygnalizuje zarówno stan odbierania danych, jak również wysyłania. W spoczynku jest ona wyłączona, a zapala się w czasie transmisji danych.

Obwody wejściowe i wyjściowe dla interfejsu sieciowego skierowane są na złącze CON3 poprzez transformator separujący TR. Złącze CON3 jest typu RJ45 i umożliwia dołączenie karty do huba lub switcha za pomocą typowego kabla sieciowego. Układ jest zasilany napięciem równym 5 V, możliwe jest więc bezpośrednie połączenie sygnałów sterujących i danych do mikrokontrolera zasilanego napięciem o tej samej wartości.

Głównym elementem bloku sterującego jest natomiast mikrokontroler typu PIC18F452. Do dyspozycji programisty jest 1,5 kB pamięci RAM i 16 k słów pamięci programu, mimo że zastosowany procesor posiada jej 32 kB. Wynika to z tego, że w rodzinie układów PIC18 jedno słowo pamięci programu ma długość 16 bitów. Procesor

wany sygnałem zegarowym wytworzonym przy pomocy dołączanego rezonatora kwarcowego o częstotliwości 20 MHz. Do sygnalizacji pracy układu służy dioda świecąca D4. Poprzez połączenie sygnałów z wyjść „LED1” i „LED2” za pomocą diod D3 i D5 jedna dioda świecąca sygnalizuje zarówno stan odbierania danych, jak również wysyłania.



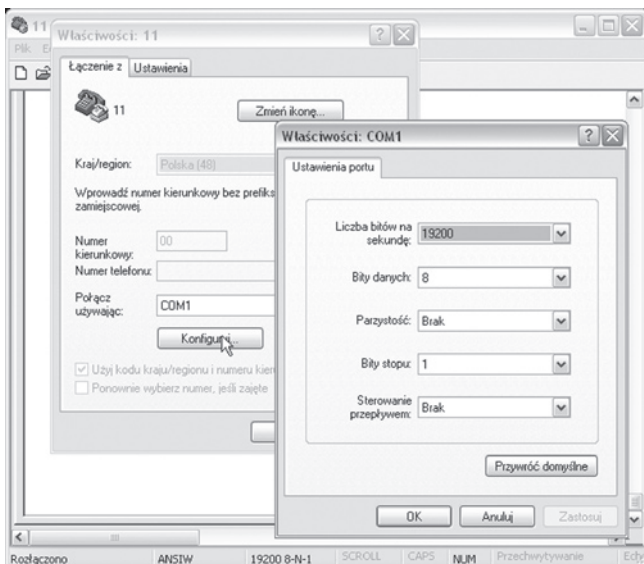
Rys. 4. Okno zmiany parametrów karty

jest taktowany podobnie jak układ RTL8019 sygnałem o częstotliwości 20 MHz wytworzonym jednak za pomocą dodatkowego rezonatora kwarcowego X1. Do zerowania po włączeniu zasilania wykorzystano poprzez wewnętrzny moduł mikrokontrolera, dlatego na wejściu !MCLR na stałe wymuszono stan wysoki poprzez dołączenie rezystora R3.

Magistrala danych jest obsługiwana przez port RD oraz sygnały sterujące połączone z portem RE. Linie adresowe są dołączone do portu RB. Wejścia pomiarowe zostały utworzone z wolnych wyprowadzeń portów RA, RB i RC. Pozwoliło to na uzyskanie jedenastu wejść cyfrowych. Zostały one wyprowadzone na złącza CON4...CON7. Na wszystkich liniach jest wymuszony stan wysoki za pomocą rezystorów R10...R12 oraz zawartych w drabince R13. Dzięki temu możliwe jest dołączenie sygnałów sterujących pochodzących z wyjść układów cyfrowych, obwodów typu otwarty kolektor oraz przełączników mechanicznych.

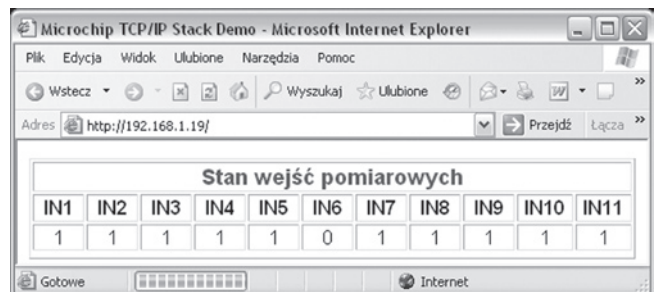
Zawartość strony internetowej jest przechowywana w zewnętrznej pamięci EEPROM (US4). Komunikacja z nią odbywa się poprzez szynę I²C, a zastosowana pamięć ma pojemność 32 kB.

Do komunikacji z komputerem wykorzystywany jest port RS232,

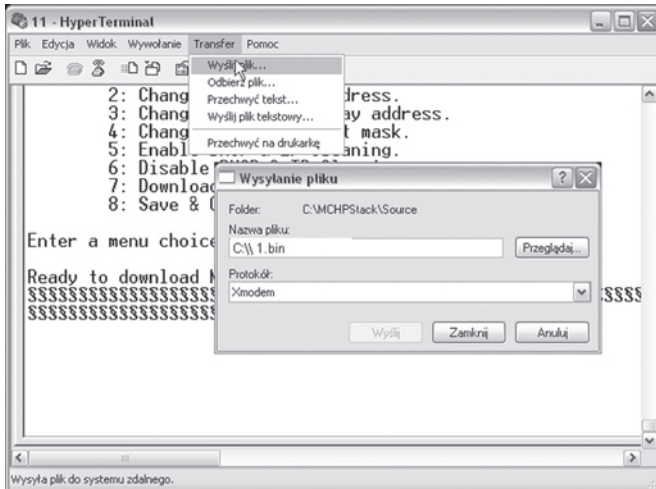


Rys. 3. Konfiguracja Hyperterminala

Do komunikacji z komputerem wykorzystywany jest port RS232,



Rys. 5. Wygląd strony internetowej



Rys. 6. Wysyłanie strony internetowej Hyperterminalem

do obsługi którego został zastosowany konwerter napięć w postaci układu MAX232A. Specjalna wersja tego układu pozwana na prawidłową pracę z kondensatorami o niskiej pojemności (typowo 100 nF), co z kolei pozwala na użycie miniaturowych elementów SMD. Sygnały pochodzące z komputera są kierowane do złącza CON2, a dalej do układu US2 i do procesora.

Do transmisji danych wykorzystano tylko linie RxD i TxD bez linii sprzętowego sterowania przepływem danych (CTS, RTS). Interfejs szeregowy służy do ustawiania parametrów sieciowych karty za pomocą komputera. Wymaga to wprowadzenia procesora w tryb programowania, do czego służy przycisk S. Do sygnalizacji pracy procesora służy dioda D2. Wszystkie układy karty są zasilane napięciem o wartości 5 V uzyskanym z wyjścia stabilizatora US3. Na jego wejściu znajduje się dioda zabezpieczająca przed dołączeniem napięcia zasilającego o nieprawidłowej polaryzacji.

Montaż

Karta wejść cyfrowych została zmontowana na płytce przedstawionej na rys. 2. W układzie zostały użyte elementy zarówno w obudowach do montażu powierzchniowego, jak i przewlekane. Są one

umieszczone są po obu stronach płytki. Przy ich lutowaniu należy więc zachować dużą precyzję. Jako pierwszy być wlotowany układ US5 (od umownej strony elementów) oraz układ US2 (od umownej strony ścieżek). W dalszym etapie należy wlotować rezystory i kondensatory SMD umieszczone

po obu stronach płytki. Dalszy montaż należy przeprowadzić w typowy sposób, od elementów najmniejszych do największych. Stabilizator US3 montowany jest w pozycji leżącej. Wyprowadzenia diod świecących należy zagiąć pod kątem 90° i wlotować je, dopasowując wysokość tak, aby były jedna nad drugą. W ostatnim etapie montowane są złącza. Do zasilania układu wymagany jest zasilacz o napięciu wyjściowym 9...12 V i wydajności prądowej minimum 100 mA. Dodatkowo, do połączenia z hubem lub switchem będzie potrzebny kabel sieciowy (skrętka komputerowa zakończona wtykami RJ45).

Po prawidłowym zmontowaniu układu i dołączeniu zasilania dioda świecąca D2 będzie błyskała. Aby w pełni uruchomić układ należy dodatkowo połączyć go z komputerem poprzez port szeregowy za pomocą złącza CON2. Pozwoli to na ustawienie i odczyt parametrów pracy układu. Do tego celu w komputerze musi zostać uruchomiony program terminala obsługujący port szeregowy (na przykład Hyperterminal). Przykład konfiguracji programu jest przedstawiony na rys. 3.

Oprogramowanie karty umożliwia pracę ze statycznym oraz dynamicznym adresem IP. Domyślnie adres jest pobierany dynamicznie z routera. Jeśli zostanie skonfigu-

rowany do takiego przydzielania adresów, to po włączeniu zasilania karty nastąpi pobranie adresu, a informacja o tym zostanie wysłana do komputera przez port szeregowy. Pozwoli na ustalenie adresu karty bez konieczności sprawdzania tego w routerze. Informacja o przydzielonym adresie IP jest wysyłana do komputera po każdym jego pobraniu (przy włączeniu zasilania) lub zmianie. Z reguły router zapamiętuje adres MAC urządze-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 4,7 kΩ 0805
 R2: 330 Ω 0805
 R3: 10 kΩ 0805
 R4, R5: 4,7 kΩ 0805
 R6: 20 kΩ 0805
 R7: 200 Ω 0805
 R8: 22 kΩ 0805
 R9: 330 Ω 0805
 R10...R12: 10 kΩ 0805
 R13: RPACK 8x10 kΩ

Kondensatory

C1: 100 μF/25 V przewlekany
 C2: 100 nF 0805
 C3: 220 μF/16 V przewlekany
 C4, C5: 15 pF 0805
 C6...C18: 100 nF 0805
 C19, C20: 100 nF przewlekany
 C21: 100 nF 0805

Półprzewodniki

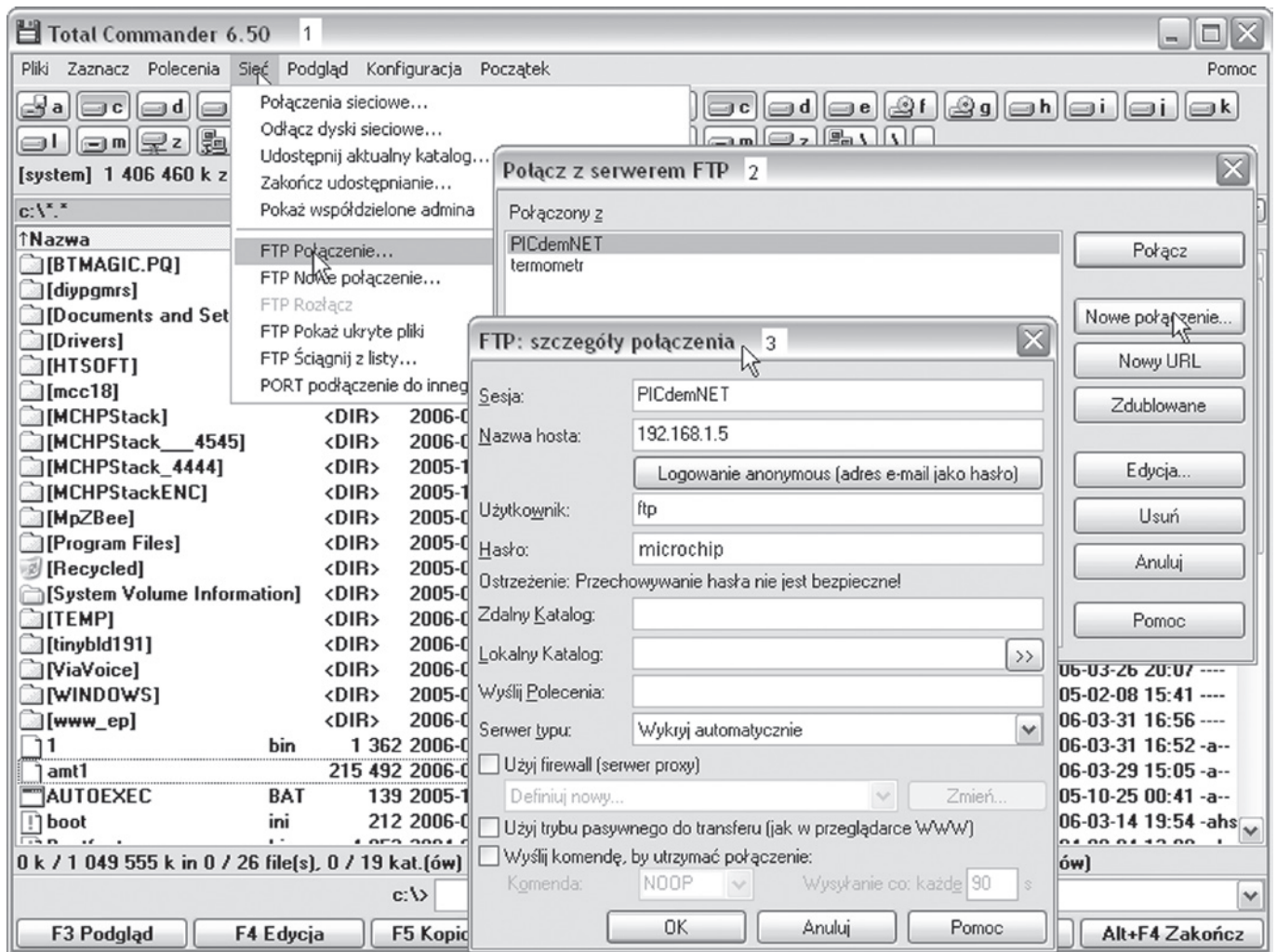
D1: 1N4007
 D2: LED 3 mm zielona
 D3: LL4148 SOD80
 D4: LED 3 mm żółta
 D5: LL4148 SOD80
 US1: PIC18F452 DIP40 zaprogramowany
 US2: MAX232A SO16
 US3: LM7805 TO220
 US4: AT24C256 DIP8 zaprogramowana
 US5: RTL8019AS

Inne

CON1: gniazdo zasilania współosiowe
 CON2: DB9 żeńskie
 CON3: RJ45
 CON4...CON6: ARK3 5 mm
 CON7: ARK2 5 mm
 S: mikrowłócznik
 TR: transformator 20F001
 X1, X2: rezonator kwarcowy 20 MHz niskoprofilowy
 podstawki: DIP8, DIP40

List. 1. Zawartość pliku „index.htm”

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Microchip TCP/IP Stack Demo</TITLE>
</HEAD>
<FRAMESET rows="100%" border=0>
<FRAME name="center" src="Status.cgi" scrolling=no>
</FRAMESET>
</HTML>
```



Rys. 7. Konfiguracja Total Commandera jako klienta FTP

nia i przy kolejnym jego „pojawieniu” się przydziela ten sam adres. W przypadku jednak rekonfiguracji urządzeń sieciowych, przydzielony adres może ulec zmianie i ponownie trzeba będzie „odnaleźć” adres karty. Aby mieć pewność, że karta zawsze będzie miała ten sam adres, można zastosować adres statyczny, który jest ustalany w trybie konfiguracyjnym karty wejść cyfrowych. Procesor jest wprowadzany w tryb ten poprzez naciśnięcie przycisku S przy wyłączonym zasilaniu i włączenie zasilania. W oknie Hyperterminala zostanie wyświetlone menu umożliwiające zmianę opisanych parametrów (rys. 4). Dioda „System” będzie wygaszona. Chcąc wybrać daną pozycję, należy z klawiatury komputera nacisnąć przypisaną do niej cyfrę. Pierwsza pozycja „Change Board serial number” służy do zmiany numeru seryjnego sterownika. Podana liczba może się zawierać w przedziale 0...65535. Zmiana numeru seryjne-

go jest tak naprawdę zmianą MAC adresu urządzenia. Zaprogramowany procesor jako adres MAC przyjmuje domyślną wartość 00-04-A3-00-00-00. adres MAC jest identyfikatorem danego urządzenia i w jednej sieci każde urządzenie musi mieć unikatową wartość tego adresu. Aby możliwe było użycie więcej niż jednej karty, konieczna jest zmiana jej adresu, co wykonuje się to zmieniając numer seryjny. Zmiana dotyczy czterech ostatnich znaków tego adresu (00-04-A3-00-XX-XX). Wartości zapisane są w kodzie hexadecimalnym, co umożliwia użycie 65535 różnych adresów.

Opcja „Change default IP address” pozwala na ustawienie statycznego adresu IP. „Change default gateway address” umożliwia ustawienie adresu bramy internetowej dla pracy ze statycznym adresem IP. „Change default subnet mask” pozwala na ustawienie maski podsięci dla pracy ze statycznym adresem IP. „Enable DHCP & IP

Gleaning” konfiguruje procesor do dynamicznego pobierania adresu IP. „Disable DHCP & IP Gleaning” powoduje wyłączenie dynamicznego pobierania adresu IP i przełączenie procesora w tryb statyczny, stosując wcześniejsze ustawienia parametrów trybu statycznego.

Przykładowe parametry dla pracy ze stałym IP mogą być następujące:

```
Adres IP: 192.168.1.5
Maska podsięci: 255.255.255.0
Adres Bramy: 192.168.1.1
```

Ustawienia te są jednak zależne od konfiguracji sieci lokalnej i dlatego maska podsięci i adres bramy mogą być inne. Niezbędne informacje o sieci można uzyskać logując się na router.

Funkcja „Download MPFS image” służy do zapisania strony internetowej do pamięci EEPROM sterownika.

„Save & Quit” powoduje zapis wcześniej podanych parametrów do pamięci i wyjście z trybu programowania.

Po ustawieniu wszystkich parametrów wybranie przydzielonego do karty adresu w formacie `http://192.168.1.5` spowoduje wyświetlenie strony przedstawionej na **rys. 5**. Stan wejść jest przedstawiony w tabeli, w której „0” reprezentuje stan logicznego zera na wejściu karty, a „1” stan logicznej jedynki. Strona jest automatycznie aktualizowana co trzy sekundy.

Z uwagi na różnorodność zastosowań karty wejść cyfrowych, sposób wyświetlania stanów poszczególnych wejść można dostosować do własnych potrzeb poprzez modyfikację strony zapisanej w pamięci EEPROM (US4). Strona zawarta domyślnie składa się z dwóch plików: „`index.htm`” i „`status.cgi`”. Ich źródła przedstawione są na **list. 1** i **list. 2**. Uruchomienie pliku „`index.htm`” w przeglądarce internetowej powoduje wyświetlenie zawartości pliku „`status.cgi`”. Plik ten można modyfikować, zmieniając w ten sposób wygląd wyświetlanej strony. Przy modyfikacjach należy pamiętać, że stan wejść jest zapisywany przez procesor w rejestrach. Do odczytania stanu konkretnego wejścia, należy podać adres tego rejestru. W pliku źródłowym strony, są to parametry poprzedzone znakiem „%”. Zmodyfikowana stronę należy następnie skompilować i wgrać do pamięci EEPROM karty.

Kompilacja jest wykonywana kompilatorem, który należy uruchomić z odpowiednimi parametrami. Aby ułatwić ten proces, na stronie EP zostanie udostępnione archiwum o nazwie „`Wejścia Ethernet.zip`”. Po rozpakowaniu, na dysku zostanie utworzony katalog o nazwie „1” oraz pliki: „`1.bin`”, „`MPFS.exe`” i „`www.bat`”. W katalogu znajdują się pliki źródłowe strony internetowej. Plik „`1.bin`” jest skompilowanym plikiem wyników domyślnej strony, „`MPFS.exe`” jest kompilatorem, a „`www.bat`” plikiem uruchamiającym kompilator z odpowiednimi parametrami. Po modyfikacji strony należy uruchomić plik `www.bat` inicjujący proces kompilacji, której wynikiem będzie zamiana zawartości istniejącego pliku „`1.bin`”.

Tak utworzony plik można umieścić w pamięci modułu na dwa sposoby: przesyłając dane portem szeregowym lub przez połączenie sieciowe FTP. W pierwszym

List. 2. Zawartość pliku „`status.cgi`”

```
<html><meta http-equiv="refresh" content="3">
<head><title>Web Server Status</title></head>
<body><center>
<font face=helvetica>
<table border=1>
<thead align=center>
<tr><td colspan=11><b><FONT SIZE=4 COLOR="#0000ff">Stan wejść pomiarowy-
ch</FONT></b></td></tr>
</thead>
<tfoot align=center>
<tr><td colspan=11></td></tr>
</tfoot>
<colgroup width=50 align=center>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
<col>
</colgroup>
<tbody>
<tr><th> IN1 </th><th> IN2 </th><th> IN3 </th><th> IN4 </th>
<th> IN5 </th><th> IN6 </th><th> IN7 </th><th> IN8 </th>
<th> IN9 </th><th> IN10 </th><th> IN11 </th></tr>

<tr><td> %00 </td><td> %01 </td><td> %02 </td><td> %03 </td>
<td> %04 </td><td> %05 </td><td> %06 </td><td> %07 </td>
<td> %08 </td><td> %09 </td><td> %0: </td></tr>
</tbody>
</table>
</center></body></html>
```

przypadku zostanie użyty program HyperTerminal, który należy skonfigurować tak, jak dla ustawiania parametrów (**rys. 3**) i wprowadzić procesor w tryb ustawiania parametrów. Następnie należy wybrać polecenie 7 („`Download MPFS image`”), a z menu Hyperterminala „`Transfer`” i „`Wyślij plik`”. Zostanie wówczas otwarte okno przedstawione na **rys. 6**. Jako protokół transmisyjny należy wybrać „`Xmodem`”, a poleceniem przeglądaj wskazać skompilowany plik i wysłać do modułu poleceniem „`Wyślij`”. Po wysłaniu danych należy odświeżyć stronę w przeglądarce internetowej i po tej czynności zostanie wyświetlona zaktualizowana strona.

Stronę można wgrać także zdalnie, bez konieczności podłączenia modułu do komputera przez port szeregowy. Do tego celu konieczny będzie program klienta FTP. Sposób transferu pliku zostanie przedstawiony na przykładzie menedżera plików „`Total Commander`”. W tym celu program należy odpowiednio skonfigurować. Przykład takiej konfiguracji jest przedstawiony na **rys. 7**. Z menu „`Siec`” wybieramy „`FTP połączenie`”, w nowo otwartym oknie (2) wybieramy „`Nowe połączenie`”, co spowoduje otwarcie kolejnego okna (3). Należy w nim wpisać parametry połączenia. Jako „`Sesja`” należy wpisać nazwę, pod jaką będzie dostępne dane

połączenie, aby nie trzeba było każdorazowo wpisywać wszystkich parametrów. W naszym przypadku jest to nazwa „`PICdemNET`”, ale może być ona dowolnie zmieniona. W polu „`Nazwa hosta`” należy podać adres IP, który jest przydzielony dla karty wejść cyfrowych. W przykładzie jest to wewnętrzny adres sieci LAN „`192.168.1.5`”. Jako nazwę użytkownika należy podać „`ftp`”, a jako hasło „`microchip`”. Tak utworzone połączenie sieciowe może być nawiązywane poprzez zaznaczenie jego nazwy i naciśnięciu przycisku „`Połącz`”. Po połączeniu się z modulem internetowym, w jednym oknie `Total Commandera` będzie widoczna zawartość dysku, a w drugim module internetowego. Połączenie to służy jedynie do wysyłania danych do interfejsu internetowego, dlatego zawartość katalogu modułu zawsze będzie pusta. Aby wysłać plik strony internetowej, wystarczy przeciągnąć go z okna dysku do okna modułu internetowego. Po przesłaniu pliku, zawartość zostanie zapisana przez procesor w pamięci EEPROM i od tej chwili moduł będzie wyświetlał zmodyfikowaną stronę. W przypadku niepowodzenia (błędnie wyświetlanej strony) można przywrócić domyślną, pobierając ją z archiwum „`Wejścia Ethernet.zip`”.

Krzysztof Pławiuk, EP
krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl