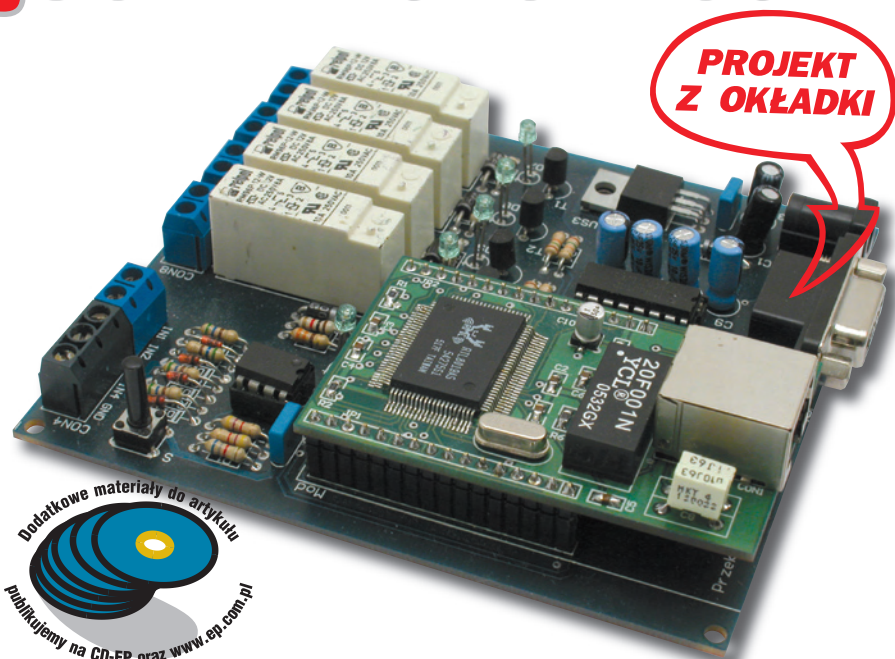


Karta przekaźników z interfejsem Ethernet

AVT-966

Kontynuując serię projektów opartych na interfejsie Ethernet proponujemy tym razem kartę przekaźników sterowaną przez stronę internetową. Karta zawiera 4 przekaźniki i jest dodatkowo wyposażona w 4 wejścia cyfrowe. Oprócz głównej funkcji sterującej może więc pełnić także funkcję nadzorującą cztery linie wejściowe.

Rekomendacje: przedstawiamy kolejny projekt realizujący sterowanie układami domowej automatyki poprzez Internet.



Dodatkowe materiały do artykułu publikujemy na CD-EP oraz www.ep.com.pl

Zastosowane na karcie przekaźniki mogą sterować zarówno obwodami stałoprądowymi (na przykład 12 V), jak również zasilanymi z sieci energetycznej 230 V. Obciążalność styków pozwala przełączać prądy o maksymalnym natężeniu równym 10 A.

Stany wejść cyfrowych, stany przekaźników oraz przycisków umożliwiających zmianę stanów przekaźników prezentowane są na generowanej przez procesor stronie internetowej. Zaletą takiego rozwiązania jest uniwersalność, gdyż do obsługi karty nie jest wymagane dodatkowe oprogramowanie uruchamiane na komputerze sterującym, wystarczy sama przeglądarka internetowa. Dzięki temu do obsługi karty przekaźników można zastosować dowolny komputer z dowolnym systemem operacyjnym (np. Windows, Linux). Bez przeszkód, do sterowania można także zastosować komputer typu PocketPC, czy nawet telefon komórkowy. Jedynym wymaganiem urządzenia sterującego jest dostęp do Internetu i możliwość wyświetlenia strony internetowej. Podstawowym ogniwem, w którym może odbywać się komunikacja z kartą przekaźników jest lokalna sieć LAN przyporządkowana do jednego routera.

Jeśli taka sieć udostępnia dodatkowo dostęp bezprzewodowy, to kartę można kontrolować również w sposób bezprzewodowy (karta jest dołączana przewodowo, ale komputer może mieć bezprzewodowy dostęp do sieci LAN). Poza obsługą w obrębie jednej sieci możliwe jest też sterowanie z odległego miejsca poprzez sieć Internet. W takim jednak przypadku konieczne jest odpowiednie skonfigurowanie routera, tak aby przekierowywał port o numerze 80 na wewnętrzny adres IP przydzielony dla karty przekaźników.

Pomimo tego, że układ stanowi gotowe rozwiązanie, to istnieje możliwość jego modyfikacji poprzez zmianę sposobu wyświetlania strony internetowej. W domyślnej stronie, stany wejść oraz stany przekaźników są reprezentowane w postaci dwóch tabel. Strona jest zapisywana w nieulotnej pamięci EEPROM, tym samym można ją wielokrotnie modyfikować. W dalszej części artykułu zostanie opisana budowa domyślnej strony ze wskazaniem parametrów, których należy użyć we własnym projekcie, aby poprawnie wyświetlać stan wejść i wyjść karty.

Zastosowany interfejs ethernetowego został zaimplementowany na układzie RTL8019, który umożliwia

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 110x100 mm
- Zasilanie 12 V/200 mA
- Tryb dynamicznego pobierania adresu sieciowego (DHCP)
- Możliwość pracy ze stałym adresem IP
- Możliwość zmiany adresu MAC urządzenia
- Liczba wejść cyfrowych: 4
- Liczba wyjść przekaźnikowych: 4
- Obciążalność wyjść przekaźnikowych: 10 A
- Obsługa przez przeglądarkę internetową
- Możliwość sposobu wyświetlania strony internetowej
- Konfigurowanie karty przez port szeregowy
- Zapis strony internetowej przez port szeregowy lub sieć LAN (FTP)
- Sygnalizacja stanu pracy diodami LED

komunikację z prędkością 10 Mb/s. Przewidziano pracę karty zarówno w trybie dynamicznego pobierania adresu IP, jak również ustalania statycznego. Z uwagi na fakt, że wszystkie karty domyślnie posiadają ten sam adres MAC, istnieje możliwość jego zmiany. Dzięki temu będzie możliwa praca 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 podzielić go na dwa bloki funkcjonalne: blok interfejsu sieci LAN i blok sterujący.

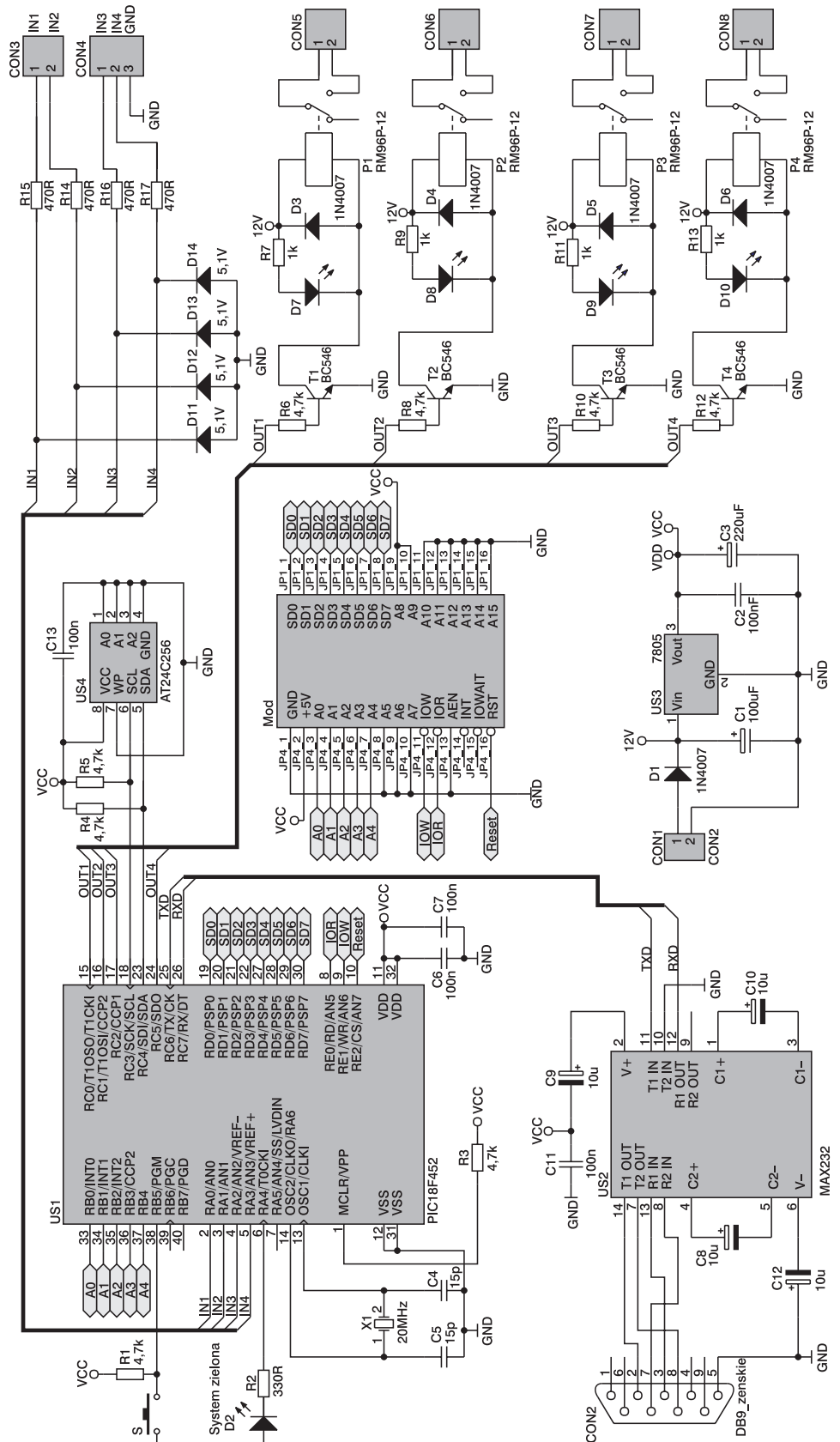
Za komunikację w warstwie sieciowej odpowiada gotowy moduł ethernetowy. Zastosowano układ RTL8019AS wraz z elementami wymaganymi do jego pracy. Od strony sieciowej znajduje się złącze RJ45, które służy do podłączenia ze switchem sieciowym. Sygnały służące do komunikacji z procesorem zostały wyprowadzone na dwa złącza szpilkowe. Moduł nie jest skonfigurowany do pracy w trybie umożliwiającym bezpośrednią współpracę z procesorem, w związku z czym odpowiednie stany na wejściach adresowych wykonane są zewnętrznie na płycie karty przekaźników.

Układ RTL8019AS jest konfigurowany do pracy w trybie 8-bitowym, co pozwala na dołączenie do niego mikrokontrolera, używając 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. Pozostałe linie adresowe są ustawione na stałe poprzez dołączenie do masy lub do plusa zasilania.

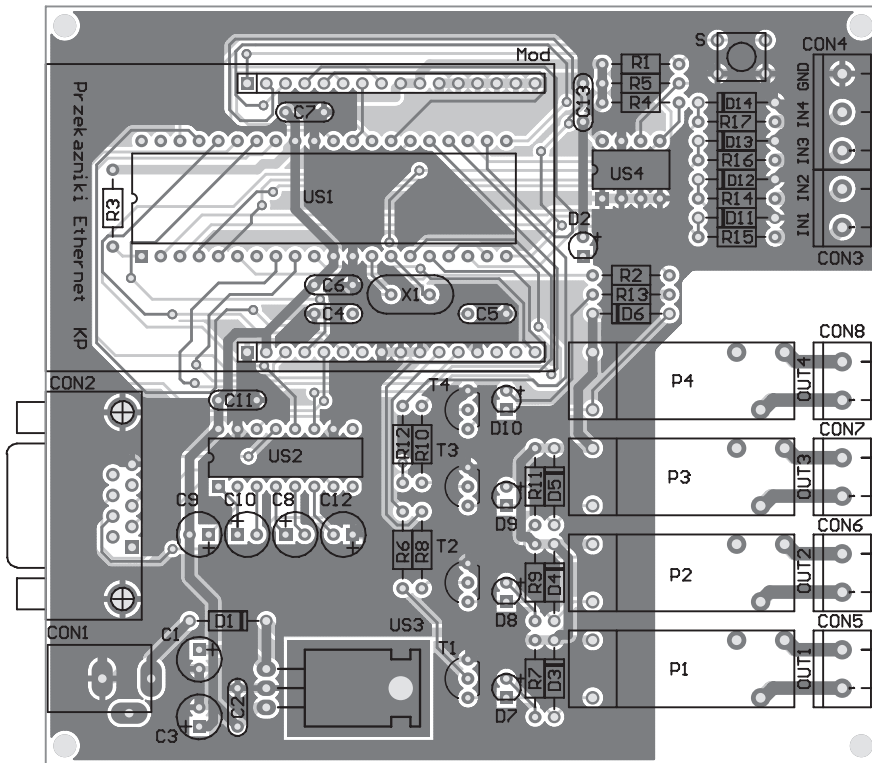
Głównym elementem całego urządzenia jest mikrokontroler typu

PIC18F452. Posiada on 32 kB pamięci programu oraz 1,5 kB pamięci RAM. Ze względu na to, że w ro-

dzinie układów PIC18 jedno słowo pamięci programu ma długość 16 bitów, więc do dyspozycji jest



Rys. 1. Schemat elektryczny karty przekaźników



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce karty przekazników

16 k słów. Procesor jest taktowany sygnałem o częstotliwości 20 MHz wygenerowanym przy pomocy rezonatora kwarcowego X1. Zerowanie po włączeniu zasilania następuje w wyniku wytworzenia odpowiedniego impulsu poprzez wewnętrzny blok zerowania, dlatego na wejściu MCLR jest na stałe wymuszony stan wysoki poprzez dołączony rezystor R3. Magistrala danych jest obsługiwana przez port RD oraz sygnały sterujące (IOR i IOW) połączone z portem RE. Linie adresowe są dołączone do portu RB.

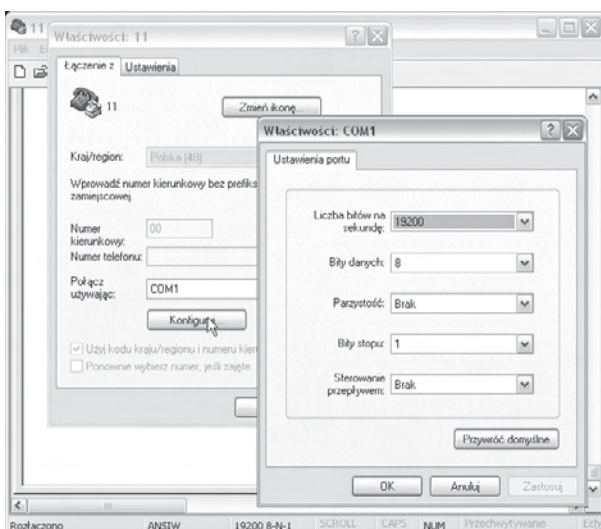
Wejścia pomiarowe zostały utworzone z wyprowadzeń RA0...RA4 portu RA. Sygnały wejściowe kierowane są ze złącza CON3 i CON4 do procesora przez układ zabezpieczający przed zbyt wysokim napięciem. Na każdej z linii została zastosowana dioda Zenera, która wraz z szeregowym rezystorem ogranicza wartość napięcia wejściowego do około 5 V. Sterowanie przekaznikami odbywa się poprzez wyprowadzenia RC0, RC1, RC2, RC5. Na każdym z wyjść znajduje się wzmacniacz tranzystorowy oraz dioda świecąca, sygnalizująca stan przekazywanego sygnału. Dodatkowo diody prostownicze D3...D5 służą do zabezpieczenia tranzystorów przed wysokim napięciem indukowanym w cewkach przekazywanego sygnału. Ich styki zostały dołączone do złącza CON5...CON8. Zawartość strony internetowej jest przechowywana w zewnętrznej pamięci EEPROM (US4) o pojemności 32 kB. Komunikacja z pamięcią odbywa się poprzez magistralę I²C. Wymiana danych z komputerem odbywa

się natomiast przez port RS232, do obsługi którego został zastosowany typowy konwerter napięć – układ MAX232. Sygnały pochodzące z komputera kierowane są do złącza CON2, 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 sieciowej karty za pomocą komputera. Wymagane jest do tego wprowadzenie procesora w tryb programowania, co wykonuje się za pomocą przycisku „S”. Do sygnalizacji pracy procesora służy dioda D2. Układy cyfrowe karty oraz moduł ethernetowy są zasilane napięciem 5 V uzyskanym ze stabilizatora (US3). Na jego wejściu znajduje się dioda zabezpieczająca przed dołączeniem napięcia zasilającego o nieprawidłowej polarizacji.

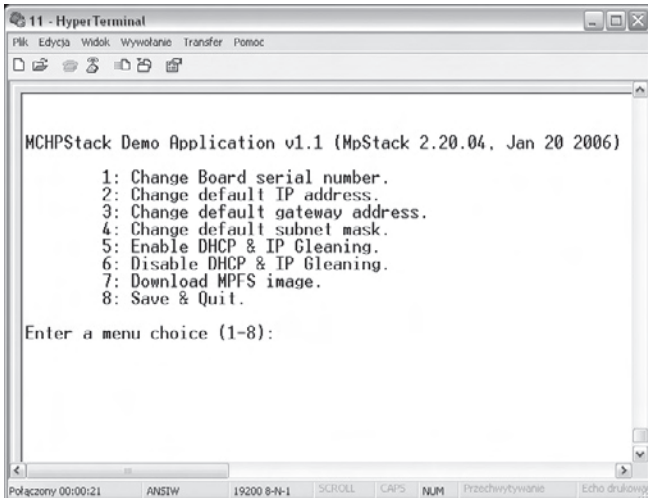
Montaż

Karta przekazników została zmontowana na płytce przedstawionej na rys. 2. Dzięki zastosowaniu zintegrowanego modułu ethernetowego uniknięto konieczności montowania elementów SMD. Pozostaje tylko wlutowanie kilku elementów „przewlekanych”, do czego nie jest potrzebna specjalna lutownica, ani też nadzwyczajna precyzja. Montaż elementów należy rozpocząć od elementów najmniejszych (rezystory, diody, ale bez LED-ów). Następnie wlutowywane są podstawki pod układy scalone, tranzystory i kondensatory. Stabilizator US3 powinien być zamontowany w pozycji leżącej. W ostatnim etapie umieszczamy na płytce wszystkie złącza oraz przekazywane sygnały. Moduł ethernetowy jest umieszczony nad procesorem. W miejscu przeznaczonym dla złącza należy wlutować dwa gniazda typu Goldpin. Na samym końcu do płytki powinny być wlutowane diody świecące, których wysokość należy dostosować tak, aby wystawały ponad pozostałe elementy.

Do zasilania układu wymagany jest zasilacz o napięciu wyjściowym 12 V i wydajności prądowej minimum 200 mA. Dodatkowo do połączenia z hubem lub switchem będzie potrzebny kabel sieciowy (skrętka komputerowa zakończona wtykami RJ45).



Rys. 3. Przykładowa konfiguracja programu Hyperterminal



Rys. 4. Menu wyświetlone w oknie Hyperterminala umożliwiające zmianę konfiguracji karty

Po prawidłowym zmontowaniu układu i dołączeniu zasilania dioda świecąca D2 będzie błyskała. Do pełnego uruchomienia układu należy dodatkowo połączyć go z komputerem poprzez port szeregowy za pomocą złącza CON2. Pozwoli to na ustawienie i odczytanie 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

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 urządzenia 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 przekazników. W tryb

adres jest pobierany dynamicznie z routera. Jeśli karta zostanie skonfigurowana do takiego przydzielenia adresów, to po włączeniu zasilania karty, pobierze ona adres automatycznie, a informacja o tym zostanie wysłana do komputera przez port szeregowy. Pozwoli to na ustalenie, pod jakim adresem znajduje się karta bez konieczności sprawdzenia tego

ten procesor jest wprowadzany poprzez włączenie zasilania po wcześniejszym naciśnięciu i przytrzymaniu przycisku „S”. W oknie Hyperterminala zostanie wyświetlone menu umożliwiające zmianę opisanych parametrów (rys. 4). Dioda „System” będzie świeciła w sposób ciągły. Daną pozycję menu wybiera się z klawiatury komputera poprzez wskazanie przypisanej do niej cyfry. Pierwsza pozycja „Change Board serial number” służy do zmiany numeru seryjnego sterownika. Podana liczba może się zawierać w przedziale od 0 do 65535. Zmiana numeru seryjnego jest tak naprawdę zmianą MAC adresu urządzenia. Zaprogramowany procesor jako MAC adres przyjmuje domyślną wartość 00-04-A3-00-00-00. MAC adres jest identyfikatorem danego urządzenia i w jednej sieci każde urządzenie musi mieć inny adres. Aby możliwe było użycie więcej niż jednej karty, konieczna jest zmiana jej adresu. Wykonuje się to zmieniając numer seryjny. Zmiana dotyczy czterech ostatnich znaków tego adresu (00-04-A3-00-XX-XX). Należy zwrócić uwagę na to, że wartości są zapisane w kodzie hexadecymalnym, możliwe jest więc uzyskanie 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 podsieci 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 podsieci: 255.255.255.0
Adres Bramy: 192.168.1.1

Ustawienia te są jednak zależne od konfiguracji sieci lokalnej, i dlatego maska podsieci i adres bramy mogą być inne. Niezbędne informacje o sieci można uzyskać logując się do routera.

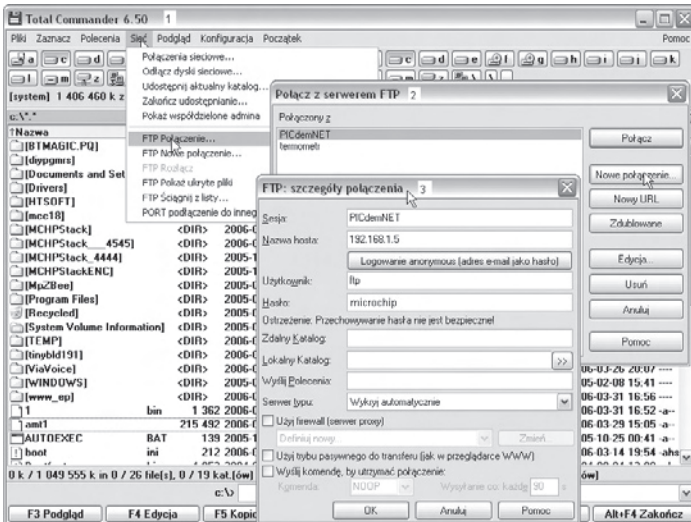
List. 1. Zawartość pliku index.htm

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Karta przekazników</TITLE>
</HEAD>
<FRAMESET rows="10%,10%" border=1>
  <FRAME name="left" src="Status.cgi" marginheight=2 marginwidth=2>
  <FRAME name="top" src="Commands.cgi" marginheight=2 marginwidth=2>
</FRAMESET>
</HTML>
```

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>
  <caption align="bottom">&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</caption>
  <thead align=center>
    <tr><td colspan=4>Wejścia</td></tr>
  </thead>
  <tfoot align=center>
    <tr><td colspan=4></td></tr>
  </tfoot>
  <colgroup width=100 align=center>
    <col>
    <col>
    <col>
    <col width=100>
  </colgroup>
  <tbody>
    <tr><th> IN1 </th><th> IN2 </th><th> IN3 </th><th> IN4 </th></tr>
    <tr><td> %00 </td><td> %01 </td><td> %02 </td><td> %03 </td></tr>
  </tbody>
</table>
</center></body></html>
```

Rys. 7. Okno wyświetlane podczas transferu danych do pamięci umieszczonej na karcie przekazników przy wykorzystaniu połączenia internetowego

stronie EP zostanie udostępnione archiwum o nazwie „Karta_przekazników_Ethernet.zip”. Po rozpakowaniu, na dysku zostanie utworzony katalog o nazwie „Karta_przekazników” oraz zostaną zapisane pliki: karta_przekaznikow.bin, MPFS.exe i karta_przekaznikow.bat. W katalogu znajdują się pliki źródłowe strony internetowej. Plik karta_przekaznikow.bin jest skompilowanym plikiem wynikowym domyślnej strony, MPFS.exe to kompilator, a karta_przekaznikow.bat to plik uruchamiający kompilator z odpowiednimi parametrami. Po modyfikacji strony należy uruchomić plik karta_przekaznikow.bat, który zainicjuje proces kompilacji. Jej wynikiem będzie zamiana zawartości istniejącego pliku karta_przekaznikow.bin.

Tak utworzony plik można umieścić w pamięci karty przekazników na dwa sposoby: wykorzystując port szeregowy lub połączenie sieciowe FTP. W pierwszym 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”. Otwarte zostanie wówczas okno przedstawione na rys. 6. Jako protokół należy wybrać „Xmodem”, a poleceniem przeglądając wskazać skompilowany plik i wysłać do modułu poleceniem „Wyślij”. Po wysłaniu danych należy odświeżyć stronę w przeglądarce

internetowej, co spowoduje wyświetlenie zaktualizowanej strony.

Stronę można wgrzywać 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 przedstawiono na rys. 7. Z menu „Sieć” wybieramy „FTP połączenie”, w nowo otwartym oknie (2) wybieramy „Nowe połączenie”. Otwarte zostanie kolejne okno (3), w którym należy wpisać parametry połączenia. Jako „Sesja” należy wpisać nazwę, pod jaką będzie dostępne dane połączenie, aby nie trzeba było każdorazowo wpisywać wszystkich para-

metrów. W naszym przypadku jest to nazwa „PICdemNET”, ale może to być nazwa zupełnie dowolna. W polu „Nazwa hosta” należy podać adres IP, który jest przydzielony dla karty przekazników. W przypadku 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 naciśnięcie przycisku „Połącz”. Po połączeniu się z modułem internetowym, w jednym oknie Total Commandera będzie widoczna zawartość dysku, a w drugim modułu 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 „Karta_przekazników_Ethernet.zip”.

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

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 4,7 kΩ
 R2: 330 Ω
 R3...R6: 4,7 kΩ
 R7: 1 kΩ
 R8: 4,7 kΩ
 R9: 1 kΩ
 R10: 4,7 kΩ
 R11: 1 kΩ
 R12: 4,7 kΩ
 R13: 1 kΩ
 R14...R17: 470 Ω

Kondensatory

C1: 100 μF/16 V
 C2: 100 nF
 C3: 220 μF/16 V
 C4, C5: 15 pF
 C6, C7: 100 nF
 C8...C10: 10 μF/16 V
 C11: 100 nF
 C12: 10 μF/16 V
 C13: 100 nF

Półprzewodniki

D1: 1N4007
 D2: dioda LED 3 mm zielona
 D3...D6: 1N4007
 D7...D10: dioda LED 3 mm zielona
 D11...D14: dioda Zenera 5,1 V
 T1...T4: BC547
 U1: PIC18F452 zaprogramowany
 U2: MAX232
 U3: LM7805
 U4: AT24C256 zaprogramowana

Inne

CON1: gniazdo zasilania do druku
 CON2: DB9 męskie do druku
 CON3: ARK2 (5 mm)
 CON4: ARK3 (5 mm)
 CON5...CON8: ARK2 (5 mm)
 P1...P4: RM96P-12 V
 X1: rezonator kwarcowy 20 MHz
 S: mikrowłócznik
 Mod: moduł Ethernet – kit AVT1443
 listwa Goldpin 16x1 (żeńska) – szt. 2
 podstawki: DIP8 – 1 szt., DIP16
 1 szt., DIP40 1 szt.