

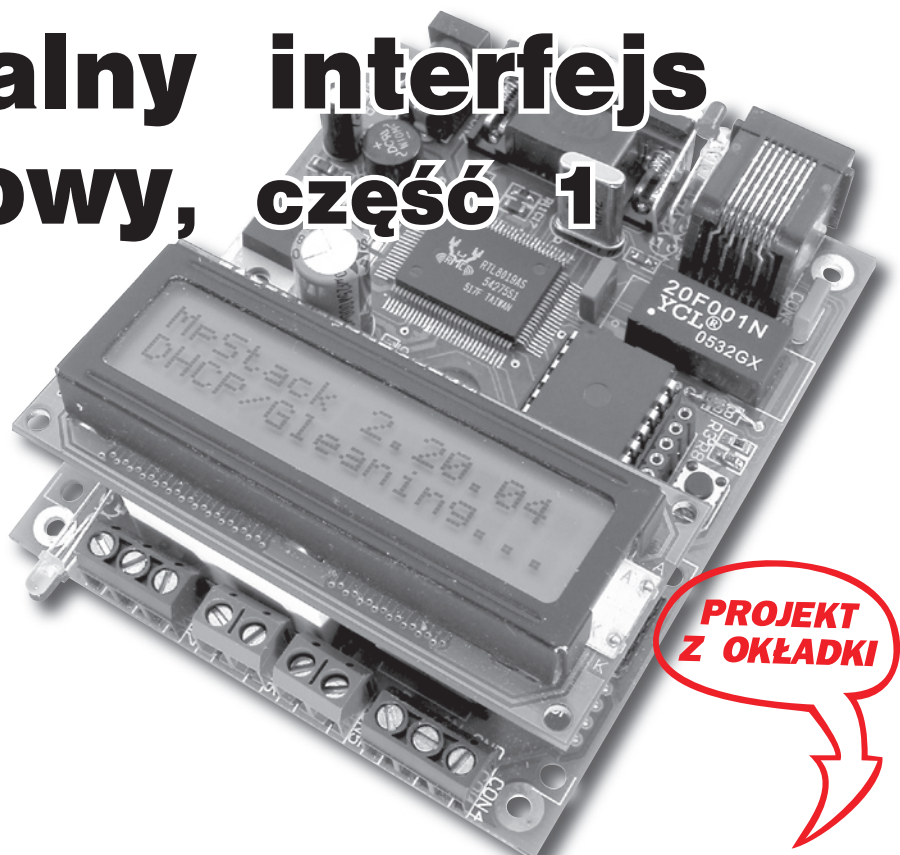
Uniwersalny interfejs internetowy, część 1

AVT-927

Internet zdaje się być domeną dużych komputerów. O tym, że serwer WWW można zbudować na niewielkim procesorku, do tego bez konieczności spędzania nad oprogramowaniem miesięcy, przekonuje na spektakularnym przykładzie autor artykułu.

Rekomendacje:

po raz pierwszy na łamach EP prezentujemy kompletne urządzenie do samodzielnego wykonania, które współpracuje z Internetem, spełniając szereg użytecznych (także w domu!) zadań.



Przedstawiony w artykule sterownik jest tak naprawdę serwerem stron WWW. Serwer ten nie jest jednak zbudowany na bazie komputera, jak to ma miejsce w typowych rozwiązaniach. Zamiast komputera zastosowany został mikrokontroler jednocukładowy firmy Microchip, dzięki czemu całe urządzenie ma niewielkie wymiary, a co najważniejsze zużywa o wiele mniej energii niż nawet najbardziej energooszczędny komputer. Przykłady użycia mikrokontrolerów do zastosowań sieciowych kilkakrotnie były już opisywane na łamach EP, jednak z uwagi na duże możliwości zastosowań postanowiliśmy po raz kolejny powrócić do tego tematu. Założeniem projektu było ograniczenie do minimum wiadomości teoretycznych na temat protokołów sieciowych i przedstawienie w pełni funkcjonalnego urządzenia. Ponieważ prezentowane urządzenie daje duże możliwości wprowadzania własnych modyfikacji, posiada ono dwojaką funkcjonalność. W podstawowej wersji po zmontowaniu sterownika użytkownik otrzymuje w pełni funkcjonalne urządzenie, które pracuje według domyślnych parametrów. Dla Czytelników, którzy chcą dokonać modyfikacji, zostanie udostępniony opis sposobu tworzenia strony internetowej zawartej w sterowniku. Dostępne są także źródła programu zawartego w mikrokontrolerze, dzięki

czemu możliwe będzie wprowadzenie własnych poprawek, np. zmiana funkcji wejść/wyjść sterownika.

Samodzielne stworzenie całego stosu protokołu komunikacyjnego jest trudne, wymaga dużego nakładu pracy i dużej wiedzy. Na szczęście producenci mikrokontrolerów chcąc pokazać wszechstronność zastosowań produkowanych układów często udostępniają źródła gotowych rozwiązań internetowych. Tak też i było w tym przypadku. Przedstawiony w artykule sterownik wykonany został na podstawie materiałów udostępnionych przez firmę Microchip pod nazwą MCHP-Stack.

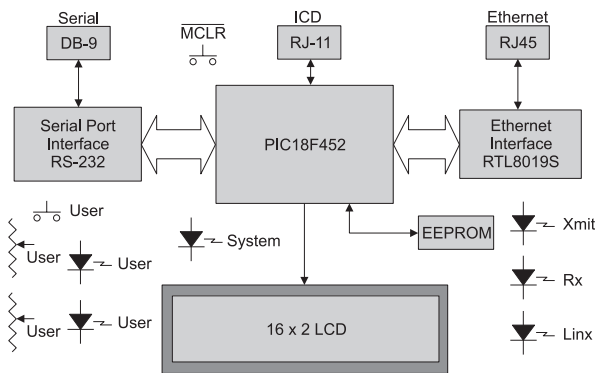
Oprogramowanie stworzone zostało dla procesora PIC18F452 i zaimplementowane w zestawie startowym PICDEM.net. Schemat blokowy tego zestawu przedstawiono na rys. 1. Oprócz mikrokontrolera bardzo ważną funkcję pełni układ RTL8019AS, który odpowiada za komunikację sieciową. Układ ten, niegdyś powszechnie stosowany w komputerowych kartach sieciowych, zyskał obecnie nowe obszary zastosowań. Z uwagi na możliwość pracy w trybie 8-bitowym doskonale nadaje się do współpracy z mikrokontrolerami. Układ umożliwia komunika-

PODSTAWOWE PARAMETRY

Właściwości sterownika internetowego

- Tryb dynamicznego pobierania adresu sieciowego (DHCP)
- Możliwość pracy ze stałym adresem IP
- Możliwość zmiany adresu MAC urządzenia
- Wejście cyfrowe
- Wejście cyfrowe z dotychczasowym mikrołącznikiem
- Wejście cyfrowe optoizolowane
- Wejście analogowe o rozdzielczości 10 bitów i zakresie pomiarowym 0...5V
- Wyjście cyfrowe
- Wyjście przekątnikowe o obciążalności styków 10A
- Obsługa poprzez przeglądarkę internetową
- Możliwość „wgrania” własnej strony internetowej
- Konfiguracja przez port szeregowy
- Zapis strony do WWW przez port szeregowy lub sieć LAN (FTP)
- Parametry pracy wyświetlane na wyświetlaczu LCD
- Sygnalizacja diodami świecącymi o stanie pracy sterownika
- Zasilanie: 9...12 V/120 mA
- Wymiary PCB: 97 x 82 mm

Oprogramowanie do zestawu opisanego w artykule opublikujemy na CD-EP5/2006.



Rys. 1. Schemat blokowy zestawu startowego PIC-DEM.net

cję w trybie 10 Mb/s, co jest zupełnie wystarczające dla takich zastosowań. Strona internetowa jest przechowywana w zewnętrznej pamięci EEPROM. Wbudowany port szeregowy pozwala na konfigurację parametrów z poziomu komputera. Wyświetlacz LCD informuje, między innymi o aktualnym adresie IP. Elementy oznaczone jako „User” pozwalają na komunikację ze światem zewnętrznym. Opisywany sterownik został zaprojektowany na bazie zestawu startowego, tak aby możliwe było wykorzystanie oprogramowania. Zmiany dotyczyły głównie układów wejścia/wyjścia, natomiast połączenia procesora z układem RTL8019 pozostały bez zmian.

Udostępnione oprogramowanie napisane jest języku C i przystosowane jest dla kompilatora MPLAB-C18 firmy Microchip. Chcąc wykonać własne modyfikacje kompilator można pobrać ze strony firmy. Dostępne są dwie wersje: standardowa wersja demo, która jest w pełni funkcjonalna jednak tylko przez 30 dni, a także wersja zwana *Student Edition*, która przez 60 dni jest w pełni funkcjonalna, po tym okresie kompilator zostanie pozbawiony kilku funkcji, ale dalej można kompilować nią programy.

Sterownik stanowi bazę sprzętową zawierającą niezbędne peryferia, które można wykorzystać w sposób inny niż to przedstawiono w artykule. Urządzenie wyposażono w wejścia i wyjścia cyfrowe oraz jedno wejście analogowe. Wyprowadzenia te można dostosować do pracy na przykład jako interfejs magistrali 1Wire. Na płycie sterownika znajduje się miejsce na rezystor podciągający linię I/O tej magistrali do plusa zasilania. Taka modyfikacja zestawu wymaga dostosowania oprogramowania zawartego w procesorze do jej obsługi.

Stronę internetową można także dostosować do własnych potrzeb dla istniejących funkcji oprogramowania. Ponieważ strona taka jest wysyłana do sterownika w postaci pliku binarnego, to konieczne jest przekształcenie opisu HTML na postać binarną. Nie jest to jednak kłopotliwe, gdyż do tego celu służy specjalny kompilator. Szczegółowy opis sposobu możliwych modyfikacji zostanie przedstawiony w drugiej części artykułu.

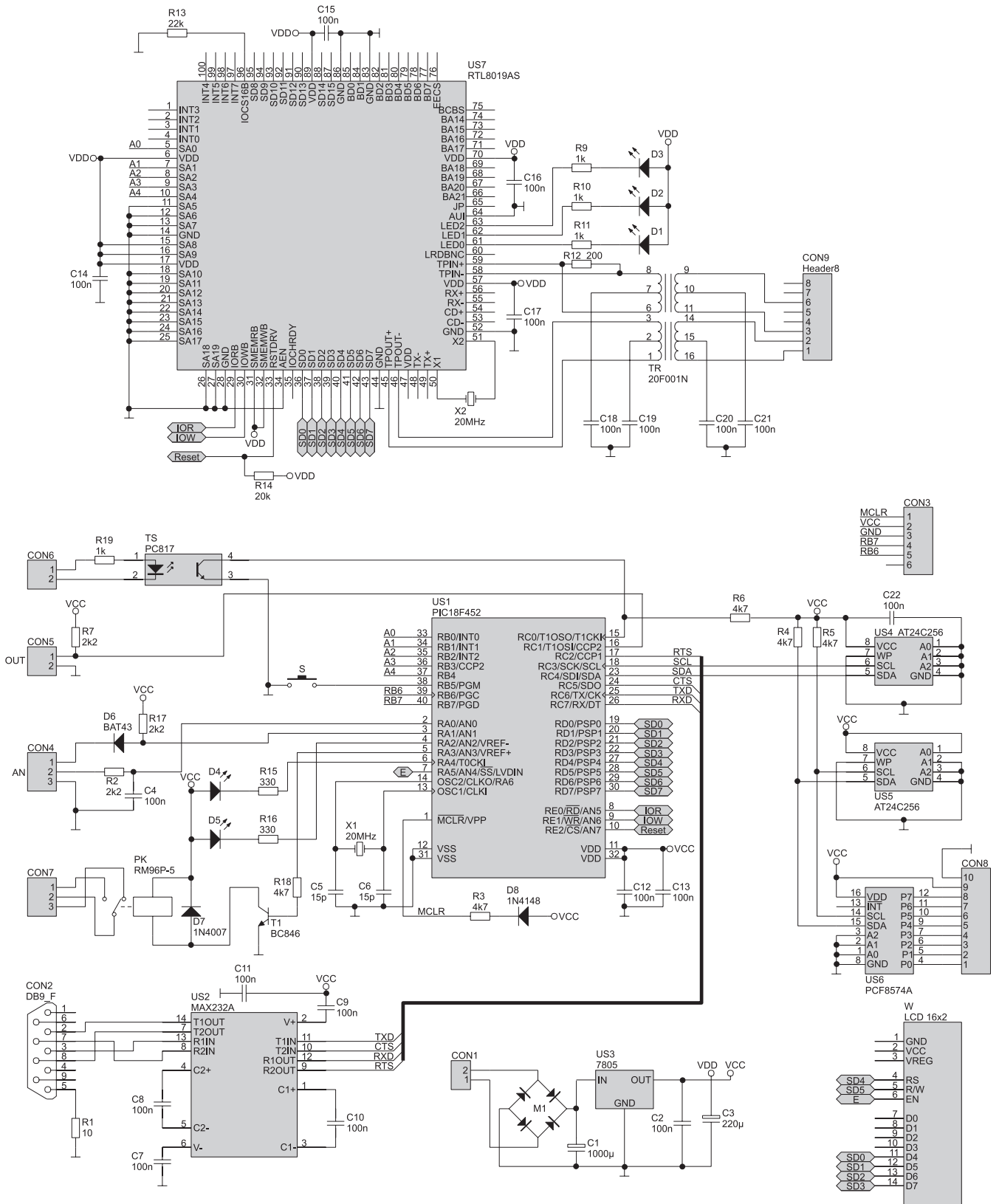
Budowa

Cały układ można podzielić na dwa główne bloki: blok interfejsu sieci LAN i blok sterujący. Schemat elektryczny kompletnego urządzenia przedstawiono na rys. 2. Jego głównym elementem jest układ US7, który jest specjalizowanym kontrolerem sieci Ethernet. Układ ten umożliwia komunikację z prędkością 10 Mb/s zgodną ze standardem 10BaseT, realizując funkcje warstwy sieciowej. Dzięki temu stanowi on konwerter danych pomiędzy stroną sieciową LAN i interfejsem równoległym. Układ został skonfigurowany do pracy w trybie ośmiobitowym, co pozwala na dołączenie do niego mikrokontrolera używając do tego minimalnej liczby wyprowadzeń. Sygnały SD0...SD7 stanowią dwukierunkową magistralę komunikacyjną, dla której kierunek przepływu 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 bufor: 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 za pomocą rezonatora kwarcowego o częstotliwości 20 MHz. Diody świecące służą do sygnalizacji pracy układu: D3 sygnalizuje wysyłanie danych, D2 odbieranie, a D1 stan połączenia z innym urządzeniem sieciowym. W przedstawionym sterowniku funkcja ta nie jest jednak wykorzystywana i dioda D1 jest cały czas wyłączona. Obwody wejściowe i wyj-

ściowe dla interfejsu sieciowego skierowane są na złącze CON9 poprzez transformator separujący TR. Złącze CON9 jest złączem typu RJ45 i umożliwia dołączenie sterownika, na przykład do *switcha* za pomocą typowego kabla sieciowego. Układ jest zasilany napięciem równym 5 V, co pozwala na bezpośrednie połączenie sygnałów sterujących i danych do mikrokontrolera zasilanego także napięciem o tej samej wartości.

Głównym elementem bloku sterowania tego bloku jest mikrokontroler typu PIC18F452. Steruje on pracą nie tylko tego bloku, ale również układu RTL8019AS, przez co można powiedzieć, że jest głównym elementem całego urządzenia. Posiada 32 kB pamięci program oraz 1,5 kB pamięci RAM. Ponieważ w rodzinie układów PIC18 jedno słowo pamięci programu ma długość 16 bitów, to do dyspozycji jest 16 kśłów. Procesor jest taktowany – podobnie jak układ RTL8019 – sygnałem o częstotliwości 20 MHz wytworzonym za pomocą dodatkowego rezonatora kwarcowego X1. Zerowanie po włączeniu zasilania następuje w wyniku generowania impulsu odpowiedniego poprzez wewnętrzny moduł. Dlatego na wejściu !MCLR na stałe wymuszony jest stan wysoki poprzez dołączony rezystor R3 i diodę D8. Zastosowanie diody z rezystorem umożliwi programowanie mikrokontrolera w systemie poprzez złącze CON3.

Magistrala danych obsługiwana jest przez port RD oraz sygnały sterujące połączone z portem RE. Linie adresowe dołączone są do portu RA. Szyna danych oprócz komunikacji z układem US7 służy także do wymiany danych z wyświetlaczem „W”. Sygnały SD0...SD7 kierowane są równoległe do wyświetlacza i układu US7, a wybór do którego układu mają być zapisane zależy od stanu wyprowadzeń IOR i IOW – dla zapisu i odczytu z układu US7 oraz wyprowadzenia „E” – dla zapisu i odczytu do wyświetlacza. Takie połączenie pozwala na obsługę wyświetlacza za pomocą tylko jednego dodatkowego wyprowadzenia procesora. Wyświetlacz jest obsługiwany w trybie 4-bitowym, dlatego linie danych wyświetlacza D4...D7 dołączone są linii SD0...SD3 magistrali. Linia SD4 służy do wyboru, czy do wyświetlacza wysyłane będą dane czy instrukcje. Natomiast linia SD5 służy do przełączania pomiędzy zapisem i odczy-

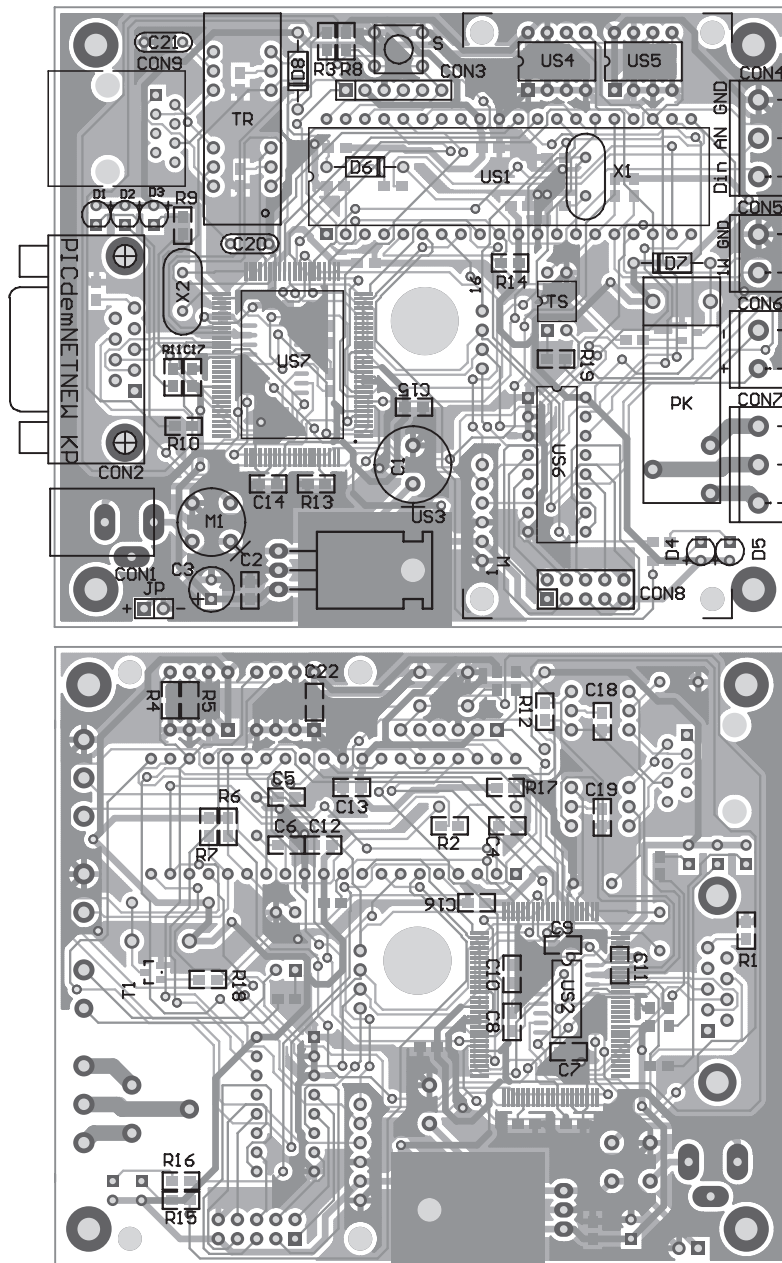


Rys. 2. Schemat elektryczny interfejsu

tem. Po ustaleniu danych na liniach danych i sterujących zatwierdzone są one impulsem generowanym na wyprowadzeniu „E”. Wyświetlacz służy do wyświetlania informacji pomocniczych i nie jest niezbędny do pracy

sterownika. Dlatego oprogramowanie procesora zostało tak zbudowane, że do wyświetlacza dane są tylko zapisywane. Dzięki temu jego brak nie wpływa na funkcjonowanie całego urządzenia.

Zawartość strony internetowej jest przechowywana w zewnętrznej pamięci EEPROM (US4). Komunikacja z nią odbywa się poprzez magistralę I2C, a zastosowana pamięć ma pojemność 32 kB (256 kb/8=32 kB). Ponieważ



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce interfejsu

do jednej szyny I2C można dołączyć kilka układów, to dla zwiększenia pojemności zostało przygotowane miejsce na drugą pamięć (US5). W podstawowej wersji urządzenia pamięć ta nie jest wykorzystywana. Do wspólnej magistrali został dołączony także układ PCF8574A, który może pełnić rolę dodatkowego portu wejścia-wyjścia. On także występuje jako opcjonalny i oprogramowanie zawarte w procesorze nie ma zaimplementowanych procedur do jego obsługi. Dodatkowo chcąc go zastosować należy obniżyć prędkość transmisji na szynie I²C, ponieważ pamięci pracują z prędkością 400 kHz, a maksymalna prędkość dla układu PCF8574A wyno-

si 100 kHz. Adresy na magistrali I²C dla poszczególnych układów przedstawiają się następująco: US4 – 0xA0, US5 – 0xA2, US6 – 0x38.

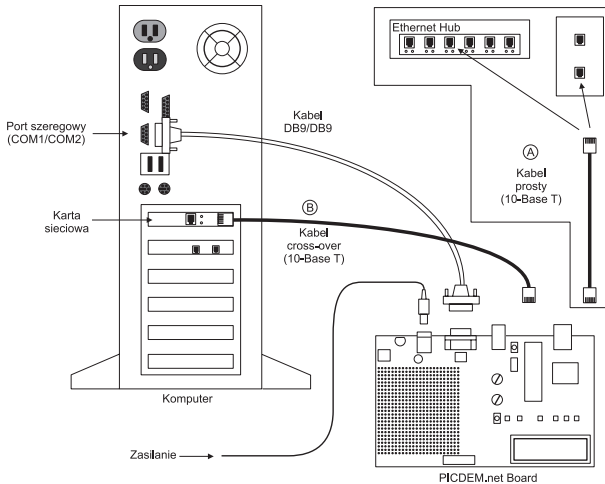
Komunikacja z komputerem odbywa się poprzez port RS232, do obsługi którego zastosowano konwerter napięć w postaci układu MAX232A. Specjalna wersja tego układu pozwala na prawidłową pracę z kondensatorami o niskiej pojemności (typowo 100 nF), co z kolei pozwala na użycie miniaturowych kondensatorów SMD. Sygnały pochodzące z komputera kierowane są do złącza CON2, dalej do układu US2 i do procesora. Oprócz sygnałów transmisji danych (Rx*D* i Tx*D*) do złącza dołączone są

sygnały sprzętowego sterowania przepływem danych (CTS, RTS). Nie są one obecnie wykorzystywane, ale w przypadku takiej potrzeby nie będzie konieczne modyfikowanie płytki, a tylko dostosowanie oprogramowania.

Interfejs szeregowy służy do ustawiania parametrów sterownika za pomocą komputera. Wprowadzenie procesora w tryb programowania wykonuje się przyciskiem S. Dodatkowo przycisk ten jest traktowany jako dodatkowe wejście cyfrowe. Może on służyć do testowania sterownika gdyż zmiana jego stanu jest aktualizowana na generowanej stronie internetowej.

Wejście optoizolowane dostępne jest na złączu CON6. Optoizolacja jest zrealizowana przez zastosowanie transoptora TS. Rezystor R19 ogranicza prąd płynący przez jego diodę nadawczą. Zastosowana wartość pozwala na poprawną pracę w zakresie napięć wejściowych 5...20 V. Na wyjściu transoptora znajduje się tranzystor, dlatego zastosowany został rezystor R6 podciągający do plusa zasilania, wymuszający stan wysoki na wejściu RC0 procesora, gdy tranzystor nie przewodzi. Wyjście cyfrowe jest wyprowadzone na złącze CON5, może ono być obciążone prądem o maksymalnej wartości 20 mA. Opcjonalny rezystor R7 może służyć do podciągania do plusa zasilania, jeśli miałyby ono być przekształcona na wejście lub na linię interfejsu magistrali 1Wire. Przekształcenie wymaga zmiany oprogramowania procesora.

Drugie wejście cyfrowe dostępne jest na złączu CON4. Wejście to jest dołączonej do wyprowadzenia procesora poprzez diodę D6 i dodatkowo podciągane do plusa zasilania rezystorem R17. Takie połączenie pozwala na bezpośrednie dołączenie styku mechanicznego (przełącznika). Przełącznik jest dołączany pomiędzy to wejście, a masę. Do wejścia tego można także doprowadzić sygnał napięciowy, przy czym może on przekraczać napięcie zasilania procesora (5 V). Wynika to z faktu, że zastosowana dioda „nie przepuszcza” napięcia dodatniego i gdy takie się pojawi, to stan wysoki na wejściu procesora wymuszony jest przez rezystor R17. Podanie stanu niskiego spowoduje wymuszenie takiego stanu także na wejściu procesora. Na złączu tym dostępne jest także wejście analogowe. Poprzez filtr dolnoprzepustowy wykonany z wykorzystaniem rezystora R2 i kondensatora C4 sygnał jest kierowany na wejście



Rys. 4. Połączenie sterownika z komputerem oraz z komputerem oraz switchem sieciowym

przetwornika analogowo-cyfrowego zawartego w mikrokontrolerze.

Wyjście przekaźnikowe jest dostępne na złączu CON7. Zastosowany przekaźnik posiada styki przełączne, dzięki czemu w zależności od zastosowania, obwód może być zamknięty w stanie spoczynku lub załączenia. Przełącznik jest sterowany przez procesor za pośrednictwem wzmacniacza z tranzystorem T1. Dioda świecąca D6 sygnalizuje stan załączenia przekaźnika. Dioda D5 sygnalizuje natomiast tryb pracy procesora.

Do uzyskania napięcia zasilania o wartości 5 V niezbędnego do pracy sterownika zastosowany został stabilizator US3. Na jego wejściu znajduje się mostek prostowniczy, dzięki któremu niezależnie od polaryzacji dołączonego napięcia na wejście stabilizatora trafi napięcie o odpowiedniej polaryzacji. Napięcie to jest także kierowane do złącza JP i może służyć do zasilania, na przykład dodatkowego przekaźnika sterowanego z wyjścia cyfrowego sterownika.

Montaż

Sterownik został zmontowany na płytce dwustronnej, której schematy montażowe przedstawiono na rys. 3. Wymiarami płytka jest dopasowana do uniwersalnej obudowy typu KM42N. W sterowniku zostały użyte elementy zarówno w obudowach do montażu powierzchniowego, jak i przewlekanych, dodatkowo umieszczone są one po obu stronach płytki. Dlatego przy ich wlotowywaniu należy zachować dużą precyzję. Ponieważ niektóre elementy zostały umieszczone na schemacie jako opcjonalne, dlatego w podstawowej wersji nie ma potrzeby ich

montowania. Dotyczy to: rezystorów R7, R13, układów US5, US6, oraz złącza JP i CON8. Montaż pozostałych elementów należy rozpocząć od wlotowania układu US7 (od strony elementów) oraz US2 (od strony ścieżek). W dalszym etapie należy wlotować rezystory i kondensatory SMD umieszczone po obu stronach płytki. Po wlotowaniu elementów SMD dalszy montaż należy przeprowadzić w typowy sposób w pierwszej kolejności montując elementy o najmniejs-

szych gabarytach. Stabilizator US3 montowany jest na leżąco. Wyprowadzenia diod świecących należy zagiąć pod kątem 90° i wlotować je dopasowując wysokość tak, aby były jedna nad drugą. W ostatnim etapie montowany jest przekaźnik i złącza. Wyświetlacz jest umiejscowiony nad przekaźnikiem, dlatego należy zamontować go stosując połączenia śrubowe, dopasowując jego wysokość do obudowy. Z uwagi na dużą odległość pomiędzy złączem wyświetlacza, a złączem na płytce sterownika połączenia te najwygodniej będzie wykonać za pomocą przewodu taśmowego. Do zasilania sterownika wymagany jest zasilacz o napięciu wyjściowym 9...12 V i wydajności prądowej minimum 120 mA. Dodatkowo do połączenia z komputerem lub ze switchem potrzebny będzie kabel sieciowy (skrętka komputerowa zakończona wtykami RJ45). Przy połączeniu z komputerem kabel ten musi być typu *cross-link* (tak zwany krosowany), a ze switchem prosty.

Na rys. 4 pokazano sposób połączenia sterownika z komputerem oraz ze switchem sieciowym na przykładzie zestawu startowego PICDEM.net. Ponieważ układ z założenia ma umożliwiać obsługę przez sieć lokalną lub za jej pośrednictwem globalnie przez sieć Internet, zostanie opisany przykład sprzężenia z lokalnym switchem. W zależności od operatora oferującego usługi internetowe są stosowane modemy kablowe lub ADSL. Za modemem znajduje się router i switch. Często wszystkie moduły znajdują się w jednym urządzeniu. Sterownik jest domyślnie ustawiony do pracy w trybie DHCP, co oznacza że pobiera adres sieciowy z lokalnej bramy,

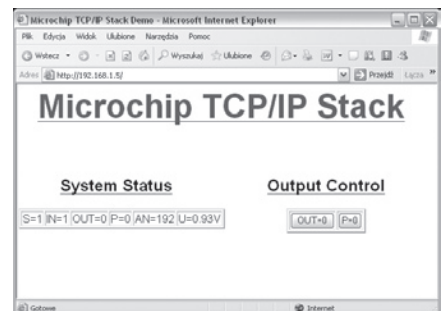
czyli routera. W routerze musi być włączona funkcja takiego przydzielania adresów. Po dołączeniu zasilania do sterownika na wyświetlaczu zostanie wyświetlona informacja:

```
MpStack 2.20.04
DHCP/Gleaning...
```

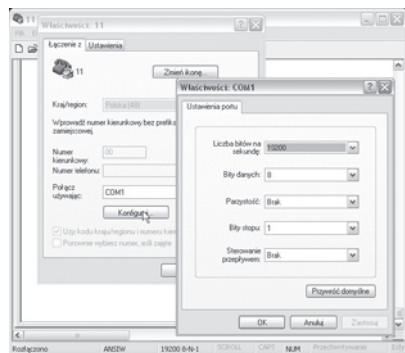
Oznacza to, że sterownik próbuje pozyskać numer IP od routera. Jeśli połączenie jest prawidłowe, to po czasie około jednej sekundy na wyświetlaczu pojawi się uzyskany adres IP. W czasie pracy dioda świecąca „System” będzie błyskała z częstotliwością 1 Hz.

Jeśli będzie to adres np. 192.168.1.5, to wpisując w przeglądarce internetowej go w postaci <http://192.168.1.5> wyświetli się strona umożliwiająca obsługę sterownika. Wygląd domyślnej strony przedstawiono na rys. 5.

Pozycje znajdujące się pod opisem „System Status” wyświetlają stan linii wejściowych i wyjściowych sterownika. Stan opisany jako S=1 wskazuje, że mikrowłącznik S na płytce sterownika nie jest naciśnięty. Jeśli zostanie naciśnięty, to parametr S przyjmie wartość S=0. Opis IN=1 wskazuje stan wejścia optoizolowanego, podobnie jak dla przycisku stan 1 oznacza, że na wejściu transoptora nie jest obecne napięcie o wymaganej wartości. Parametr OUT=0 odpowiada stanowi wyjścia OUT, natomiast parametr P=0 informuje o stanie styków przekaźnika. Parametr AN wskazuje jaka jest wartość rejestru pomiarowego przetwornika AC. Parametr ten może przyjmować wartości 0...1023. Kolejny parametr U wskazuje zawartość tego samego rejestru, ale wynik jest przekształcony, tak aby wyświetlać zmierzone napięcie wyrażone w woltach. Znajdujące się obok dwa przyciski umożliwiają zmianę stanu wyjść sterownika. Odpowiednio przycisk OUT zmienia stan wyjścia OUT,



Rys. 5. Wygląd przykładowej strony WWW



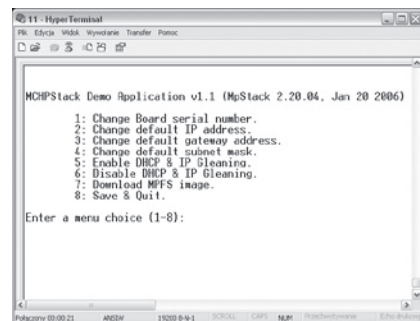
Rys. 6. Konfiguracja parametrów transmisji HyperTerminala

przycisk P zmienia stan przekaźnika. Zawartość strony jest automatycznie odświeżana co trzy sekundy aktualizując dane „System Status”. Przy naciśnięciu przycisku jego opis jest zmieniany natychmiast obrazując wydane polecenie. Natomiast dane „System Status” pobierane są ze sterownika i pokazują jaki jest w danej chwili stan wejść i wyjść, czyli efekt wydanego polecenia.

Konfiguracja poprzez port szeregowy

Chcąc zmienić domyślne parametry połączenia sieciowego należy połączyć sterownik z komputerem przez port szeregowy. Konfigurację wyko-

nuje się przy pomocy dowolnego programu terminalowego obsługującego port RS232. Jako przykład zostanie opisany HyperTerminal obecny w systemie Windows. Program należy skonfigurować do pracy z prędkością 19200 b/s, zgodnie z rys. 6. Następnie należy wprowadzić procesor w tryb programowania, poprzez naciśnięcie przycisku S przy wyłączonym zasilaniu sterownika i włączyć zasilanie. W oknie Hyperterminala zostanie wyświetlone menu umożliwiające zmianę opisanych parametrów (rys. 7). Na wyświetlaczu zamiast adresu IP będzie wyświetlany napis „Board Setup...”, a dioda „System” będzie świeciła w sposób ciągły. Chcąc wybrać daną pozycję należy z klawiatury komputera wybrać 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 seryjnego jest tak naprawdę zmianą MAC adresu urządzenia. Zaprogramowany procesor jako MAC adres przyjmuje domyślną wartość 00-04-A3-00-00-00. Adres MAC jest identyfikatorem danego urządzenia i w jednej sieci każde urządzenie musi mieć inny adres. Aby było możliwe użycie więcej niż



Rys. 7. Okno zmiany parametrów sterownika

jednego sterownika, konieczna jest zmiana jego adresu. Wykonuje się to zmieniając jego numer seryjny. Zmiana dotyczy czterech ostatnich znaków tego adresu (00-04-A3-00-XX-XX). Ponieważ wartości są zapisane w kodzie hexadecymalnym, to możliwe jest 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: 192.168.1.8
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 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.

Ina tym kończymy opis sterownika, za miesiąc zostanie przedstawiony opis tworzenia i „wgrywania” własnej strony internetowej, a także możliwości modyfikacji programu procesora.

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

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 10 Ω	0805
R2: 2.2 kΩ	0805
R3...R6: 4.7 kΩ	0805
R7: 2.2 kΩ	0805
R8: 4.7 kΩ	0805
R9...R11: 1 kΩ	0805
R12: 200 Ω	0805
R13: 22 kΩ	0805
R14: 20 kΩ	0805
R15, R17: 330 Ω	0805
R18: 4.7 kΩ	0805

Kondensatory

C1: 1000 μF/25 V
C2: 100 nF 0805
C3: 220 μF/16 V
C4: 100 nF 0805
C5, C6: 15 pF 0805
C7...C19: 100 nF 0805
C20, C21: 100 nF przewlekany
C22: 100 nF 0805

Półprzewodniki

D1: LED 3 mm zielona
D2: LED 3 mm żółta
D3: LED 3 mm czerwona
D4: LED 3 mm zielona
D5: LED 3 mm czerwona
D6: BAT43
D7: 1N4007
D8: 1N4148
M1: Mostek prostowniczy 1 A/50 V

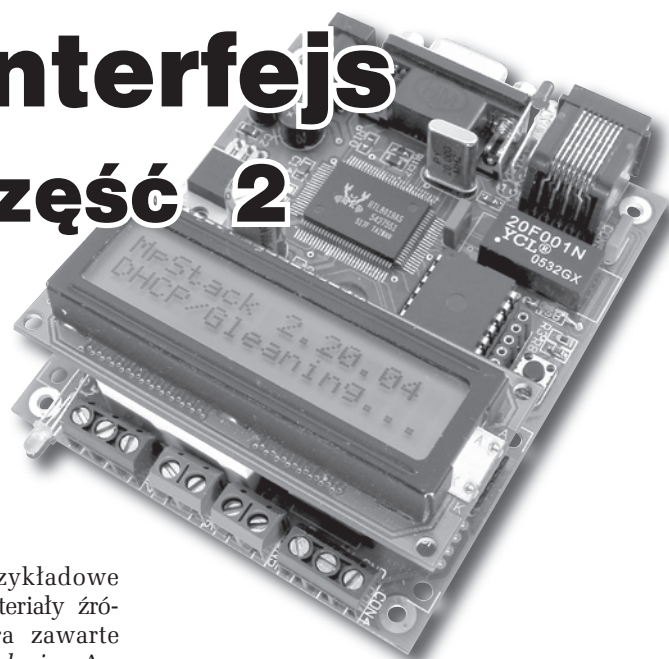
T1: BC846	SOT23
TS: Transoptor	PC817
US1: PIC18F452	zaprogramowany
US2: MAX232A	SO16
US3: LM7805	
US4: AT24C256	zaprogramowana
US5: AT24C256	opcja - opis w tekście
US6: PCF8574A	opcja - opis w tekście
US7: RTL8019A	

Inne

CON1: Gniazdo zasilania współosiowe
CON2: DB9 męskie
CON3: Goldpin 1x6 męski
CON4: ARK3-5 mm
CON5, CON6: ARK2-5 mm
CON7: ARK3-5 mm
Con8: Goldpin 2x5 męski
CON9: Gniazdo RJ45 do druku
JP: Goldpin 1x2 męski
X1, X2: Rezonator kwarcowy 20 MHz
S: Mikrowłócznik
TR: Transformator 20N0001
W: Wyświetlacz LCD 2x16 np. WC1602A0
PK: Przełącznik RM96P-5 V
Podstawki pod układy scalone: DIP40 precyzyjna - 1 szt.
DIP8 - 1 szt.

Uniwersalny interfejs internetowy, część 2

AVT-927



W części drugiej artykułu przedstawimy budowę strony internetowej zawartej w pamięci modułu internetowego oraz sposób jej modyfikacji. Opisana zostanie także budowa oraz możliwości modyfikacji programu zawartego w pamięci mikrokontrolera, tak aby możliwe było dostosowanie go do różnych zastosowań.

Rekomendacje:

po raz pierwszy na łamach EP prezentujemy kompletne urządzenie do samodzielnego wykonania, które współpracuje z Internetem, spełniając szereg pożytecznych (także w domu!) zadań.

Pakiet zawierający przykładowe strony internetowe oraz materiały źródłowe programu procesora zawarte są w archiwum *MCHPStack.zip*. Archiwum to znajduje się na stronie www.microchip.com, publikujemy je także na CD-EP5/2006B. Z uwagi na wprowadzone zmiany, do dalszych modyfikacji należy stosować oprogramowanie zawarte w uniwersalnym interfejsie internetowym. Udostępnione jest ono na stronie EP (www.ep.com.pl) oraz na CD-EP5/2006B pod nazwą *MCHPStack_EP.zip*. Cały pakiet zawarty w archiwum należy rozpakować i umieścić na dysku C. Po tej operacji na dysku pojawią się następujące katalogi i pliki: *C:\MCHPStack*, *C:\www_ep*, *C:\MPFS.exe*, *C:\www.bat*, *C:\www_ep.bin*. Zawartość katalogu *MCHPStack* jest związana z oprogramowaniem mikrokontrolera, pozostałe pliki dotyczą tworzenia strony internetowej. Takie umiejscowienie plików i katalogów jest niezbędne, ponieważ w takiej lokalizacji zostały skompilowane i niektóre polecenia odnoszą się do konkretnych nazw i miejsc na danym dysku. Po odpowiednim umieszczeniu zawartości archiwum można przejść do zapoznania się z budową i możliwościami modyfikacji oprogramowania zawartego w interfejsie internetowym. Należy przy tym zwrócić uwagę, że do modyfikacji programu zawartego w mikrokontrolerze wymagany jest programator obsługujący układ PIC18F452. Dodatkowo należy pamiętać, że wgranie zmodyfikowanego oprogramowania może spowodować niewłaściwą pracę całego urządzenia lub nawet uniemożliwić jego działanie. Dlatego do modyfikacji programu mikrokontrolera wymagana jest znajomość programowania tego układu w języku C. W razie problemów moż-

na przywrócić oryginalny program wynikowy (hex), który jest także dołączony do projektu. W prostszy i bardziej bezpieczny sposób można modyfikować stronę internetową. Nie jest do tego wymagany programator, a jedynie program terminalowy obsługujący port szeregowy, na przykład Hyperterminal zawarty w systemie Windows. Wgranie strony można także wykonać poprzez sieć LAN za pomocą klienta FTP. Szczegółowy opis możliwości modyfikacji interfejsu internetowego jest przedstawiony poniżej.

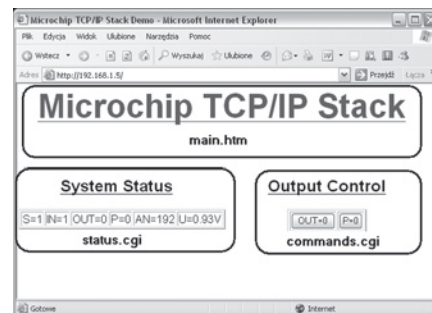
Budowa strony internetowej

Strona zawarta w pamięci interfejsu internetowego jest umieszczona w katalogu *www_ep* i składa się z czterech plików: *index.htm*, *main.htm*, *status.cgi* i *commands.cgi*. Po wybraniu w przeglądarce internetowej adresu przypisanego do modułu internetowego zostaje wyświetlona zawartość strony *index.htm* (list. 1). Kod ją opisujący dzieli stronę na trzy części (ramki), w których wyświetlane są po-

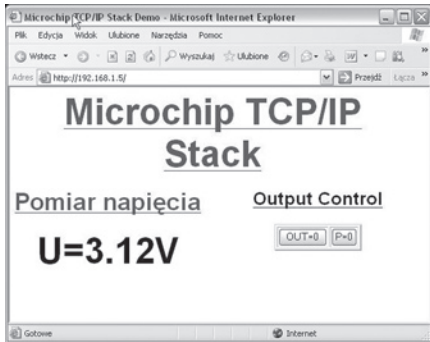
PODSTAWOWE PARAMETRY

Właściwości sterownika internetowego

- Tryb dynamicznego pobierania adresu sieciowego (DHCP)
- Możliwość pracy ze stałym adresem IP
- Możliwość zmiany adresu MAC urządzenia
- Wejście cyfrowe
- Wejście cyfrowe z dołączonym mikrołącznikiem
- Wejście cyfrowe optoizolowane
- Wejście analogowe o rozdzielczości 10 bitów i zakresie pomiarowym 0...5 V
- Wyjście cyfrowe
- Wyjście przekątnikowe o obciążalności styków 10 A
- Obsługa poprzez przeglądarkę internetową
- Możliwość „wgrania” własnej strony internetowej
- Konfiguracja przez port szeregowy
- Zapis strony do WWW przez port szeregowy lub sieć LAN (FTP)
- Parametry pracy wyświetlane na wyświetlaczu LCD
- Sygnalizacja diodami świecącymi o stanie pracy sterownika
- Zasilanie: 9...12 V/120 mA
- Wymiary PCB: 97x82 mm



Rys. 8. Przyporządkowanie plików do danych wyświetlanych w oknie przeglądarki



Rys. 9. Widok strony wyświetlającej napięcie wejściowe

szczególne komunikaty. Komunikaty te umieszczane są poprzez „wczytanie” odpowiednich plików. Ich przyporządkowanie do wyświetlanej zawartości przedstawiono na rys. 8. W głównej części strony wyświetlana jest zawartość pliku *main.htm*. Jego kod źródłowy przedstawiono na list. 2. Jak widać wczytanie tego pliku powoduje jedynie wyświetlenie napisu *Microchip TCP/IP Stack* w głównej części strony. W pliku tym można zamieścić własny, dodatkowy opis.

W dalszym obszarze strona jest podzielona na dwie części. Po lewej stronie są wyświetlane dane informacyjne dotyczące stanu wejść i wyjść modułu internetowego. Za te informacje odpowiada zawartość pliku o nazwie *Status.cgi*. Jego kod źródłowy jest przedstawiony na list. 3. Poleceniem *refresh* wymuszane jest odświeżanie przez przeglądarkę internetową strony co trzy sekundy. Pozwala to na automatyczne pobieranie aktualnych danych z procesora, a tym samym ich aktualizację. Właściwe dane wyświetlane są poprzez ich odczyt z rejestrów. Rejestry posiadają adresy %00...%05 oraz %07 (ich przyporządkowanie do odpowiednich danych przedstawiono w tab. 1). Zawartość tych rejestrów jest na bieżąco modyfikowana przez procesor w zależności od stanów na jego

Tab. 1. Przyporządkowanie adresów rejestrów do wyświetlanych danych w pliku *status.cgi*

Adres	Dotyczy	Zakres danych
%00	Wyjście przekaźnikowe	0,1
%01	Wyjście cyfrowe OUT	0,1
%02	Wejście analogowe	0...1023
%03	Wejście analogowe wyskalowane w woltach	0,00 V... 5,00 V
%04	Przycisk S	0,1
%06	Wejście cyfrowe IN	
%07	Wejście cyfrowe IN TS	0,1

List. 1. Zawartość pliku *index.htm*

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Microchip TCP/IP Stack</TITLE>
</HEAD>
<FRAMESET rows="180,250" border=0>
<FRAME name="top" src="main.htm" marginheight=5 marginwidth=5>
<FRAMESET cols="120,120" border=0>
<FRAME name="left" src="Status.cgi" marginheight=2 marginwidth=2>
<FRAME name="right" src="Commands.cgi" marginheight=2 marginwidth=2>
</FRAMESET>
</FRAMESET>
</HTML>
```

List. 2. Zawartość pliku *main.htm*

```
<HTML>
<HEAD>
</HEAD>
<BODY>
<font face=helvetica>
<center><B><U><FONT SIZE=7 COLOR="#0000ff"><P>Microchip TCP/IP Stack</P></B></U>
</FONT></center>
</BODY>
</HTML>
```

List. 3. Zawartość pliku *Status.cgi*

```
<html><meta http-equiv="refresh" content="3">
<head><title>Web Server Status</title></head>
<body><center>
<font face=helvetica>
<u><h2>System Status</h2></u>
<table border=2><tr>
<td>S=%04</td><td>IN=%07</td><td>OUT=%01</td><td>P=%00</td><td>AN=%02</td>
</tr></table>
<br>
</body></html>
```

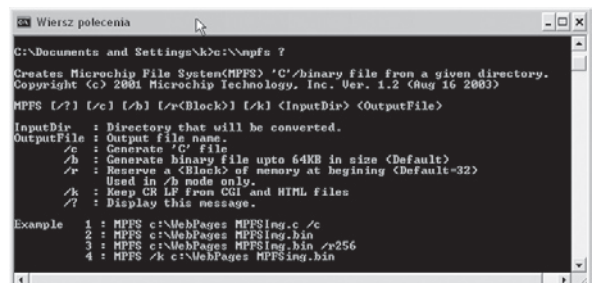
List. 4.

```
<html><meta http-equiv="refresh" content="3">
<head><title>Web Server Status</title></head>
<body><center>
<font face=helvetica>
<center><B><U><FONT SIZE=6 COLOR="#0000ff"><P>Pomiar napięcia</P></B></U></FONT>
</center>
<center><B><FONT SIZE=10 COLOR="BLACK"><P>
<td>U=%03V</td>
</P></B></FONT></center>
<br>
</body></html>
```

wejściach i wyjściach pomiarowych. W przykładowej stronie internetowej wyniki wyświetlane są w postaci tabeli. Aby wyświetlić informacje w inny sposób należy zmodyfikować plik *Status.cgi* zgodnie z zasadami tworzenia stron w języku *HTML*. W zależności od potrzeb można wyświetlić tylko niektóre parametry.

Na rys. 9 przedstawiono widok zmodyfikowanej strony wyświetlającej jedynie napięcie mierzone przez przetwornik A/C. Aby wyświetlić stronę w taki sposób należy zmodyfikować plik *Status.cgi* w sposób przedstawiony na list. 4. Jak widać w modyfikacji tej zmieniony został rozmiar czcionki oraz opis. Ponadto odczytywana jest tylko zawartość rejestru zawierającego wartość napięcia mierzonego przez przetwornik A/C. W ten sposób można dostosować wygląd strony do własnych upodobań, przy tym wyświetlając tylko te parametry, które są wykorzystywane w konkretnym zastosowaniu.

W ramce umieszczonej po prawej stronie znajduje się pole służące do zmiany parametrów sterujących interfejsem internetowym. Informacje w jaki sposób można je wykonywać znajdują się w pliku *Commands.cgi*. Jego zawartość przedstawiono na list. 5. W pliku tym znajduje się kilka prostych poleceń, które mają na celu wyświetlanie dwóch przycisków: do sterowania przekaźnikiem i wyjściem cyfrowym. Naciskając przycisk zmieniany jest jego stan na przeciwny: z 0 na 1 lub odwrotnie. Dodatkowo przeglądarka internetowa wysyła informację, który



Rys. 10. Dostępne parametry kompilatora MPFS

List. 5. Zawartość pliku *Commands.cgi*

```

<html>
<head><title>Web Server I/O Control
</title></head>
<body><center>
<font face=helvetica>
<h2><u>Output Control</u></h2>
<FORM METHOD=GET action=0>
<table border=2><tr>
<td><input type=submit name=1
value=OUT=%01></td>
<td><input type=submit name=0
value=P=%00></td>
</tr></table></form>
</body></html>
    
```

przycisk został naciśnięty. Na tej podstawie po każdorazowym naciśnięciu przycisku mikrokontroler zmienia stan przyporządkowanego wyjścia na przeciwny. W ramach dostosowania interfejsu użytkownika do własnych upodobań można zmienić wygląd przycisków, ich opis, kolor i rozmiar czcionki, itp.

Kompilacja stron WWW

Przedstawione listingi zawierające kody źródłowe strony internetowej są „zrozumiałe” dla przeglądarki internetowej, jednak dla procesora już nie. Aby je przystosować należy przeprowadzić kompilacje wszystkich plików. Kompilacji dokonuje się dołączonym kompilatorem o nazwie MPFS. Po rozpakowaniu wszystkich plików archiwum *MCHPStack_ep.zip*, zgodnie z wcześniejszym opisem, kompilator znajduje się na dysku C. Kompilator jest obsługiwany za pomocą wiersza poleceń, których składnia jest następująca:

```

mpfs [/?] [/c] [/b]
[/r<Block>] <InputDir>
<OutputFile>
    
```

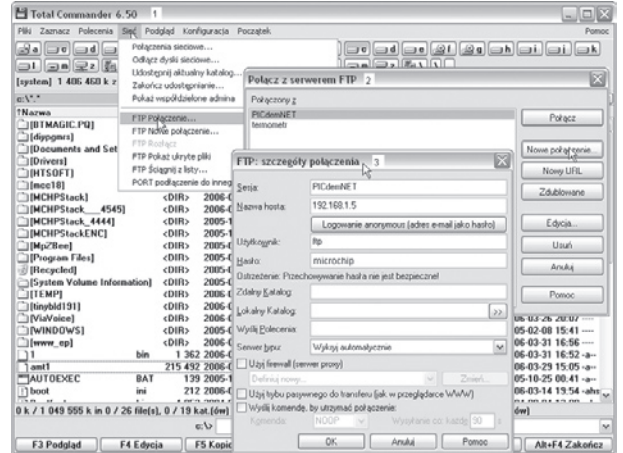
Wpisując polecenie *C:\mpfs /?* zostanie wyświetlona informacja o dostępnych poleceniach (**rys. 10**) oraz przykładach ich stosowania. Dla naszych celów wykorzystywana będzie komenda numer 2: *mpfs c:\Webpages MPFSing.bin*. Gdzie *Webpages* ozna-

cza katalog, w którym znajdują się pliki strony internetowej, a *MPFSing.bin* jest plikiem wynikowym kompilatora. W naszym przypadku katalog będzie miał nazwę *www_ep*, a plik *www_ep.bin*. Po dostosowaniu nazw polecenie będzie miało postać: *mpfs www_ep www_ep.bin*. Polecenie to należy wydać z dysku C. Aby uprościć proces kompilacji do pakietu dołączony jest plik o nazwie *www.bat*. Jego uruchomienie powoduje przeprowadzenie kompilacji z odpowiednimi parametrami, co doprowadzi do wygenerowanie pliku wyjściowego *www_ep.bin*. Plik ten jest właściwą stroną internetową, którą należy „wgrać” do pamięci modułu internetowego.

Wgrywanie strony WWW

Skompilowaną stronę internetową można umieścić w pamięci modułu na dwa sposoby: poprzez port szeregowy lub poprzez połączenie sieciowe FTP. W pierwszym przypadku użyty zostanie program HyperTerminal, który należy skonfigurować, tak jak dla ustawiania parametrów (**rys. 7** w pierwszej części artykułu) 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 okno przedstawione na **rys. 11**. Jako aktywny protokół należy wybrać *Xmodem*, a poleceniem przeglądaj wskazać plik, w którym znajduje się skompilowana zawartość strony internetowej – w przykładowym przypadku będzie to *www_ep.bin* i wysłać do modułu poleceniem *Wyślij*. Po wysłaniu danych w przeglądarce internetowej zostanie wyświetlona zaktualizowana strona.

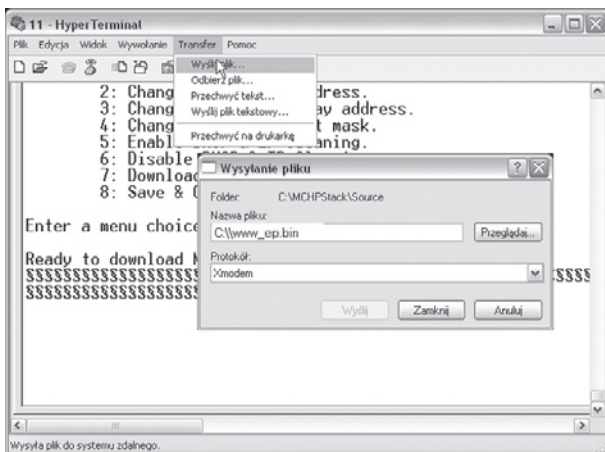
Stronę można wgrywać także zdalnie, bez konieczności podłączenia modułu do komputera przez port szeregowy. Do tego celu konieczny będzie program klienta FTP. Sposób transferu pliku zostanie



Rys. 12. Konfiguracja Total Commandera jako klienta FTP

przedstawiony na przykładzie menedżera plików *Total Commander*, który umożliwia wysyłanie danych poprzez ten protokół. W tym celu program należy odpowiednio skonfigurować. Przykład takiej konfiguracji przedstawiono na **rys. 12**. 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 parametrów. W naszym przypadku jest to nazwa *PICdemNET*, ale może to być dowolna nazwa. W polu *Nazwa hosta* należy podać adres IP, który jest przydzielony dla interfejsu internetowego, 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 modułem internetowym w jednym oknie Total Commandera będzie widoczna zawartość dysku C, 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 C do okna modułu internetowego. Po przesłaniu pliku zawartość zostanie zapisana przez procesor w pamięci EEPROM i od tej chwili moduł będzie wyświetlał zmodyfikowaną stronę.

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



Rys. 11. Wysyłanie strony internetowej Hyperterminalem