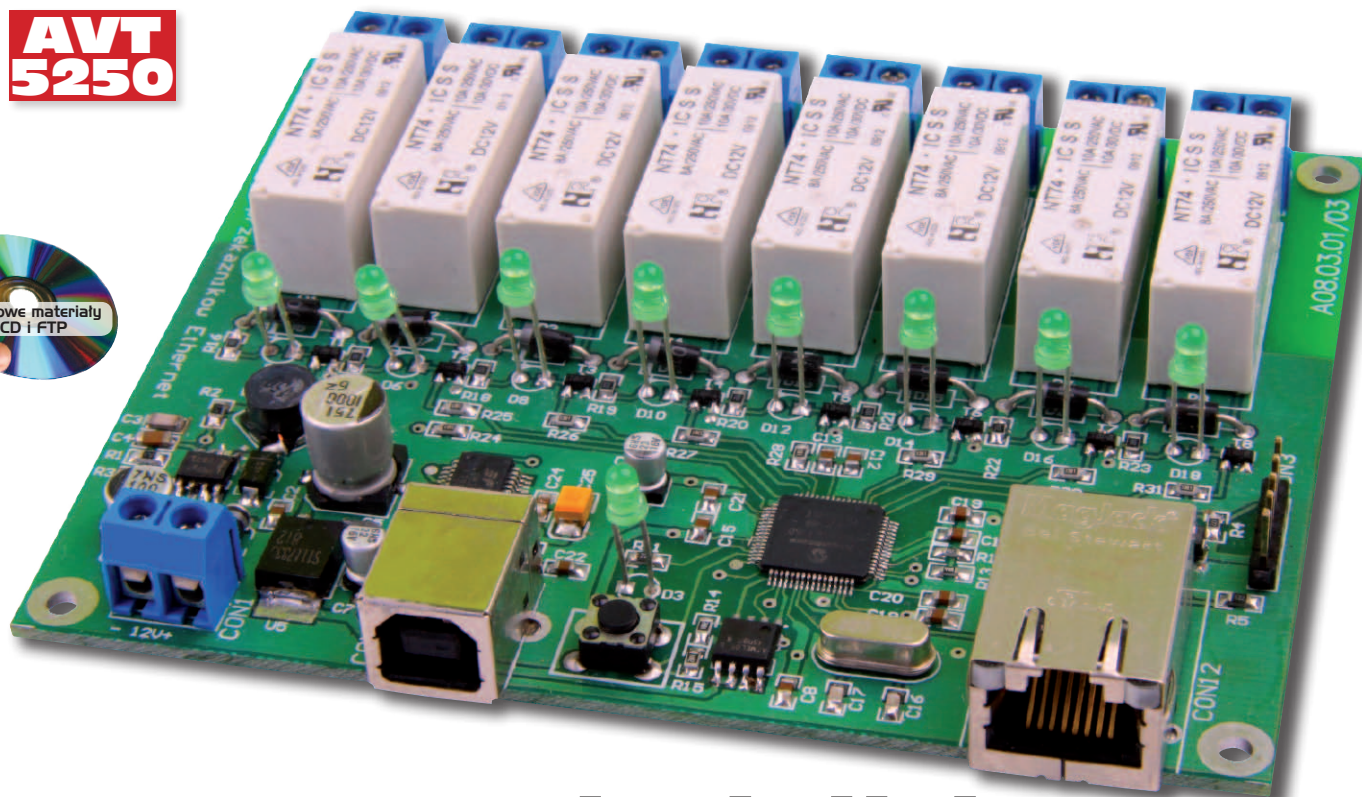


**AVT
5250**


Karta przekaźników z interfejsem Ethernet

Sterowniki ethernetowe na dobre zagościły w aplikacjach sterujących i pomiarowych, gdyż są dobrą alternatywą dla serwerów opartych na komputerach PC. Pozwalają na znaczne zmniejszenie wymiarów urządzenia oraz wartości pobieranego prądu. Oczywiście, nie zapewniają takiej funkcjonalności jak komputer, ale w większości przypadków nie są potrzebne duże moce obliczeniowe, a jedynie możliwość przesyłania niewielkich ilości danych.

Rekomendacje: karta przyda się wszędzie tam, gdzie trzeba zdalnie włączać/wyłączać urządzenia, a jest dostęp do sieci Ethernet.

Karta pozwala na sterowanie przekaźnikami poprzez interfejs Ethernet. Angażowanie do tego celu komputera wiązałoby się z dużą rozrzutnością, natomiast zastosowanie mikrokontrolera jest rozwiązaniem znacznie bardziej optymalnym.

Karta zawiera 8 przekaźników, które mogą sterować urządzeniami prądu stałego, jak również zasilanymi z sieci energetycznej (230 VAC). Zastosowane przekaźniki mogą załączać prądy natężeniu do 8 A.

Stany przekaźników oraz przyciski umożliwiające zmianę ich stanów prezentowane są na generowanej przez procesor

stronie internetowej. Zaletą takiego rozwiązania jest uniwersalność, gdyż do obsługi karty nie jest wymagane dodatkowe oprogramowanie uruchomione na komputerze sterującym – wystarczy przeglądarka internetowa. Dzięki temu do obsługi karty przekaźników można zastosować dowolny komputer pracujący pod kontrolą dowolnego systemu operacyjnego (Windows, Linux, itd.). Można też zastosować telefon komórkowy z zainstalowaną przeglądarką. Jedynym wymaganiem odnośnie do urządzenia sterującego jest dostęp do sieci komputerowej i możliwość wyświetlenia strony internetowej.

AVT-5250 w ofercie AVT:
AVT-5250A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- Tryb dynamicznego pobierania adresu sieciowego (klient DHCP)
- Możliwość pracy ze stałym adresem IP
- Możliwość zmiany adresu MAC urządzenia
- Interfejs Ethernet 10 Mb
- Praca w trybie serwera http
- Obsługa przez przeglądarkę internetową (port 80)
- Możliwość modyfikacji strony internetowej
- Pamięć strony o pojemności 1 Mb
- Zapis strony internetowej z poziomu przeglądarki internetowej
- Sygnalizacja stanu pracy diodami świecącymi
- Konfigurowanie przez port USB
- 8 wyjść przekaźnikowych (10 A/230 V)
- Zasilanie 12 V
- Pobór prądu 90 mA – przekaźniki wyłączone, 290 mA – przekaźniki włączone

Dodatkowe materiały na CD i FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 10765, pass: 4t4q4glg
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD i FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5200 Uniwersalny sterownik ethernetowy (EP 9/2009)
- AVT-5166 Serwer HTTP (EP 1/2009)
- AVT-1528 Interfejs internetowy z ENC28J60 (EP 8/2009)
- AVT-5157 Przekaźnik internetowy (EP 11/2008)
- AVT-2859 Internetowy sterownik urządzeń (EdW 3/2008)
- AVT-5118 „Wyświetlacz” ethernetowy (EP12/2007)

sieci jest również możliwe sterowanie z odległego miejsca poprzez sieć Internet. W takim jednak przypadku jest wymagane skonfigurowanie routera tak, aby przekierowywał dane z portu o numerze 80 na wewnętrzny adres IP, który został przydzielony dla karty przekazników.

Microchip typu PIC18F67J60, który zawiera w swojej strukturze kompletny interfejs MAC+PHY. Dzięki temu do pracy z siecią LAN jest wymagane jedynie gniazdko z transformatorem. Mikrokontroler oprócz obsługi połączenia sieciowego steruje także przekaźnikami.

Karta przekaźników łączy się z siecią Ethernet 10 Mb zarówno w trybie dy-



namicznego pobierania adresu IP (klient DHCP), jak również ustalania statycznego. Z uwagi na fakt, że wszystkie karty domyślnie mają ten sam adres MAC, istnieje możliwość jego zmiany. Umożliwi to pracę kilku kart w jednej sieci LAN. Do konfiguracji parametrów zastosowano port USB.

Chociaż jest to gotowe urządzenie, to istnieje możliwość jego modyfikacji poprzez zmianę sposobu wyświetlania strony internetowej. Ponieważ strona www jest zapamiętana w zewnętrznej pamięci Flash, to możliwa jest jej zmiana. Aktualizacja strony odbywa się z poziomu przeglądar-

ki internetowej. W dalszej części artykułu zostanie opisana budowa domyślnej strony oraz sposób jej modyfikacji.

Budowa

Schemat ideowy karty przełączników zamieszczono na **rysunku 1**. W schemacie można wyróżnić kilka bloków funkcjonalnych.

Głównym jest mikrokontroler PIC18F67J60, który oprócz typowych bloków peryferyjnych, jak port UART czy interfejs I²C, ma wbudowany kompletny kontroler Ethernet. Schemat blokowy kontrolera pokazano na **rysunku 2**. Zastosowany mikrokontroler jest jednym z niewielu układów,

który ma oba moduły niezbędne do komunikacji przez sieć LAN: MAC (*Media Access Control*) oraz PHY (*Physical Layer Transceiver*). Dzięki temu wszystkie funkcje komunikacji poprzez sieć LAN oraz sterowanie przełącznikami wykonywane są z użyciem tylko jednego układu. Do pracy w sieci LAN wymagane jest tylko dołączenie gniazdka Ethernet. W układzie zastosowano gotowe gniazdko z wbudowanym transformatorem oraz diodami sygnalizacyjnymi. Na **rysunku 3** pokazano jego schemat.

Do transmisji danych przewidziane są dedykowane wyprowadzenia mikrokontrolera oznaczone jako: TPIN-, TPIN+, TPOUT-, TPOUT+. Sterowanie diod świecą-

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD, 0805):

R1: 4,7 kΩ
R2: 5,6 kΩ
R3: 2 kΩ
R4: 4,7 kΩ
R5, R6: 180 Ω
R7...R10: 49,9 Ω/1%
R11: 220 Ω
R12: 2,0 kΩ/1%
R13: 270 Ω/1%
R14, R15: 10 kΩ
R16...R23: 1 kΩ
R24...R31: 3,3 kΩ

Kondensatory: (SMD, 0805)

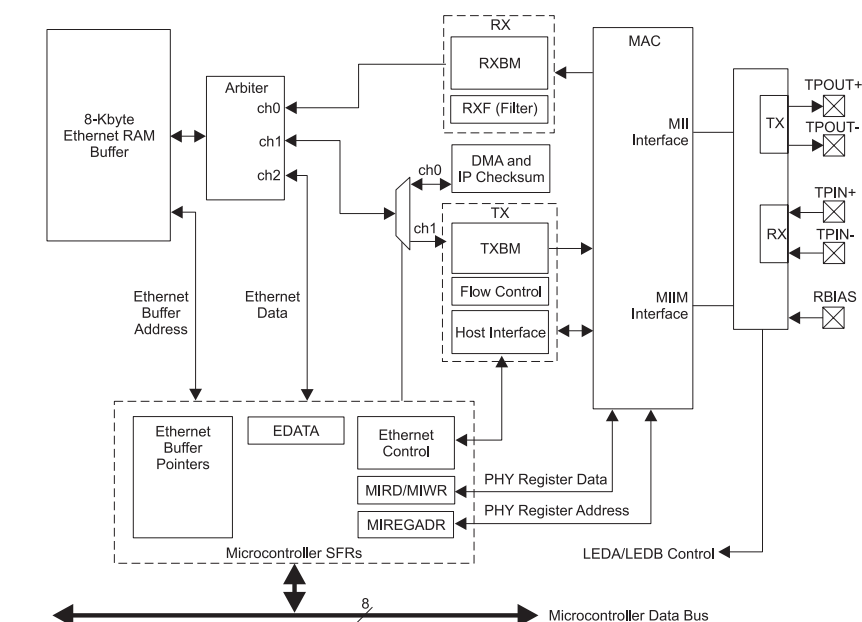
C1: 100 μF/16 V (SMD 6,3×7,7)
C2: 100 nF
C3: 220 pF
C4: 22 nF
C5: 1000 μF/6 V (SMD, Low ESR; 8,0×10,2)
C6: 100 nF
C7: 22 μF/16 V (SMD 4,0×5,4)
C8: 100 nF (0805)
C9: 22 μF/16 V (SMD 4,0×5,4)
C10...C15: 100 nF
C16, C17: 33 pF
C18...C21: 100 nF
C22: 10 nF
C23, C24: 100 nF
C25: 10 μF/10 V (tantalowy, 3528)

Półprzewodniki:

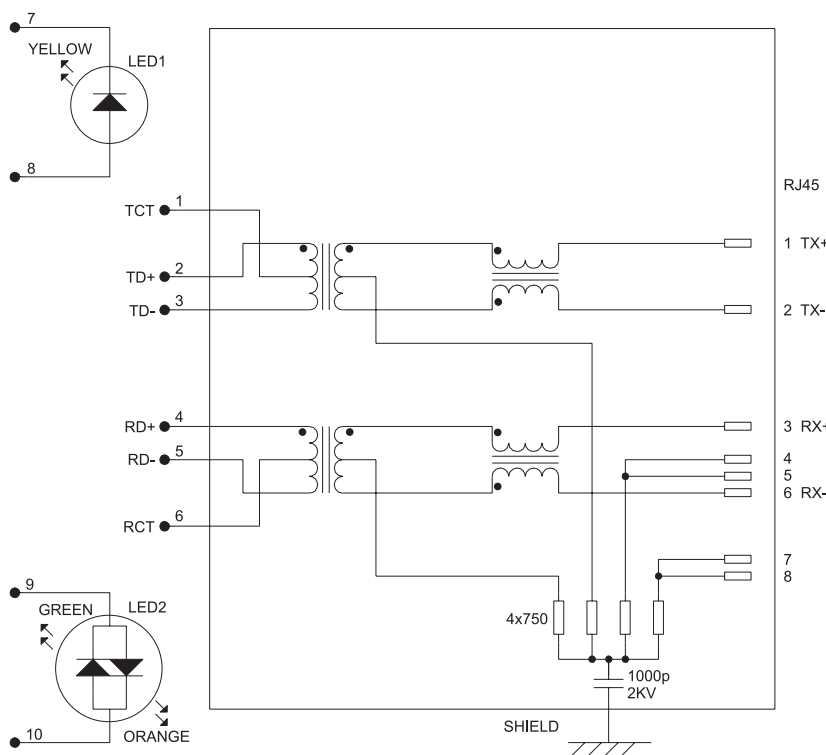
D1: LL4007
D2: SS14
D3, D4, D6, D8, D10, D12, D14, D16, D18: LED 3 mm zielona
D5, D7, D9, D11, D13, D15, D17, D19: 1N4007
T1...T8: BC846 (SOT23)
U1: PIC18f67J60 TQFP64 (zaprogramowany)
U2: L5973D (SOIC150-8)
U3: AT45DB011 (SOIC208-8)
U4: FT232RL (SSOP28)
U5: SPX1117-3,3V (TO252)

Inne:

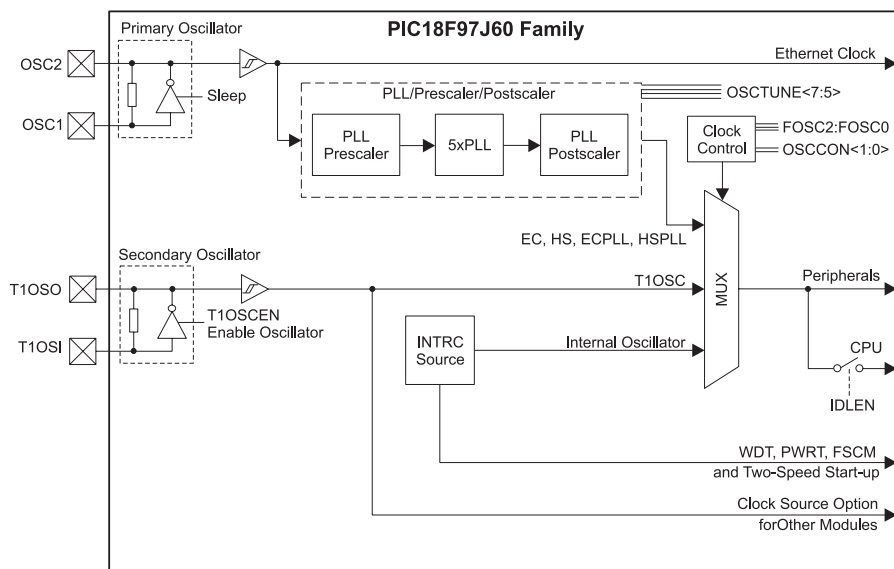
X1: Rezonator kwarcowy 25 MHz przewlekany
P1...P8: NT74 1C-12V
CON1: ARK2-5 mm
CON2: USB-B kątowny do druku
CON3: Goldpin 1×5 męski
CON4...CON11: ARK2-5 mm
CON12: Gniazdko 08B0-1X1T-06-F
FR: EMISMB403025 – filtr przeciwzakłóceńowy
L1: EMISMB403025 – filtr przeciwzakłóceńowy
L2: 15 μH/1,39 A DLCSS075F-150M
S1: mikrowłącznik



Rysunek 2. Schemat blokowy kontrolera Ethernet układu PIC18F67J60



Rysunek 3. Schemat wewnętrzny gniazdka Ethernet



Rysunek 4. Budowa bloku zegarowego mikrokontrolera

cych odbywa się poprzez wyprowadzenia RA0 i RA1. Dioda zielona (dołączona do portu RA0) sygnalizuje połączenie sieciowe (dołączenie do routera), dioda żółta (dołączona do portu RA1) sygnalizuje transmisję danych. Dodatkowa dioda D3 służy do sygnalizacji pracy mikrokontrolera.

Sygnał zegarowy konieczny do pracy mikrokontrolera jest generowany z użyciem zewnętrznego rezonatora kwarcowego o częstotliwości 25 MHz. Pomimo takiej częstotliwości rezonatora, mikrokontroler jest taktowany sygnałem o częstotliwości 41,67 MHz. Wynika to z faktu wykorzystania wewnętrznej pętli PLL pozwalającej na mnożenie wartości częstotliwości. Na **rysunku 4** pokazano budowę bloku zegarowego mikrokontrolera. Sygnał o częstotliwości rezonatora kwarcowego jest kierowany do modułu Ethernet oraz do modułu PLL. Pre-skalier dzieli częstotliwość wejściową przez 3, a następnie PLL mnoży częstotliwość $\times 5$ i w wyniku tych operacji jednostka centralna oraz peryferia taktowane są sygnałem o częstotliwości 41,67 MHz.

Do przechowywania zawartości strony internetowej oraz parametrów pracy procesora zastosowano pamięć typu DataFlash (U3) o pojemności 1 Mbit. Od strony mikrokontrolera do komunikacji z nią wykorzystano sprzętowy interfejs SPI.

Przycisk S1 (rysunek 1) służy do wprowadzenia mikrokontrolera w tryb ustawiania parametrów oraz przywrócenia parametrów startowych. Złącze CON3 umożliwia programowanie mikrokontrolera za pomocą programatora.

Jako interfejs konfiguracyjny zastosowano USB. Pozwala on na określenie parametrów połączenia internetowego karty przekazników. Wykonany został z użyciem konwertera USB/RS232 typu FT232RL (U4) zapewniającego dwukierunkową komunikację pomiędzy komputerem a mikrokontrolerem.

Układ FT232RL jest zasilany napięciem o wartości 5 V bezpośrednio z portu USB. Z uwagi na fakt, że mikrokontroler wymaga do zasilania napięcia 3,3 V, stało się konieczne dostosowanie poziomów napięć na liniach RxD i TxD. Zrealizowano to dzięki właściwościom układu FT232RL, w którym rozdzielono napięcia zasilania obwodów VCC i VCCIO. Do VCCIO dołączono napięcie 3,3 V co sprawia, że pomimo zasilania rdzenia układu napięciem 5 V obwody wejścia/wyjścia są zasilane napięciem 3,3 V.

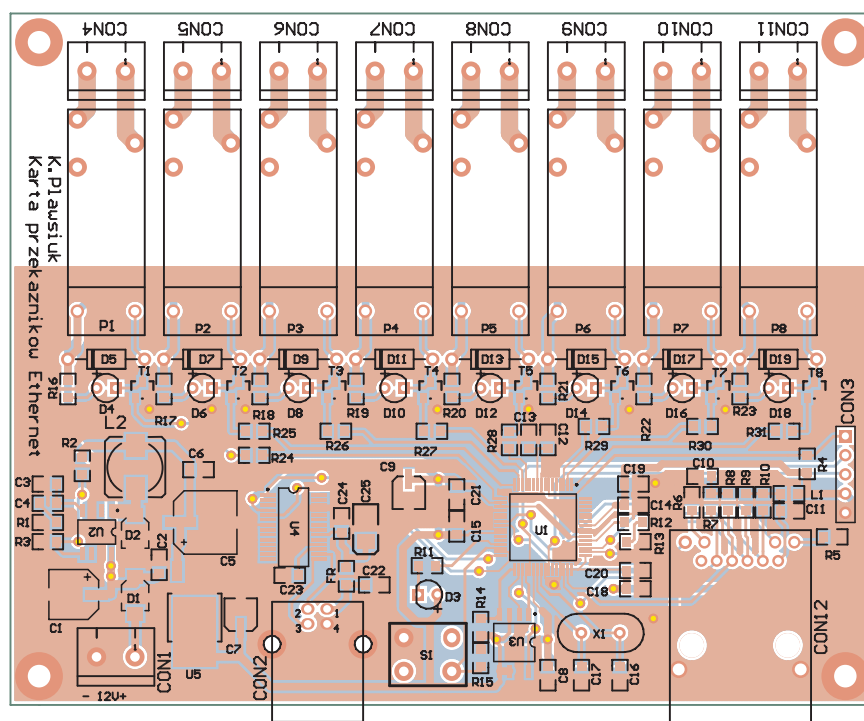
Blok wykonawczy składa się z ośmiu przekazników P1...P8. Są one zasilane z głównego napięcia zasilania o wartości 12 V. Ich sterowanie odbywa się poprzez wzmacniacze tranzystorowe T1...T8. Diody prostownicze dołączone równolegle do

uzwojeń przekazników chronią tranzystory przed uszkodzeniem w wyniku indukowania się wysokich napięć przy rozłączaniu. Diody LED sygnalizują załączenie. Styki przekazników zostały wyprowadzone na złącza śrubowe CON4...CON11.

Układ zasilania mikrokontrolera został zrealizowany z wykorzystaniem przetwornicy impulsowej oraz stabilizatora LDO. Zastosowanie przetwornicy napięcia okazało się konieczne, gdyż układ mikrokontrolera pobiera prąd rzędu 200 mA przy napięciu 3,3 V, co przy zasilaniu o wartości 12 V i zastosowaniu stabilizatora liniowego byłoby okupione koniecznością stosowania dla niego dużego radiatora. W układzie zastosowano przetwornicę typu L5973D, która dostarcza napięcie 5 V. Na wejściu przetwornicy zastosowano diodę D1, która służy do zabezpieczenia obwodu przed uszkodzeniem w przypadku dołączenia napięcia o odwrotnej polaryzacji. Rezystorami R2 i R3 jest regulowana wartość napięcia wyjściowego. Dla podanych wartości wynosi ona 5 V. Tak otrzymane napięcie jest kierowane na wejście stabilizatora U5, na którego wyjściu otrzymuje się napięcie o wartości 3,3 V służące do zasilania mikrokontrolera (U1) oraz pamięci (U3).

Montaż

Rozmieszczenie elementów na płytce karty przekazników pokazano na **rysunku 5**. Z uwagi na zastosowanie elementów przewlekanych i powierzchniowych montaż wymaga dużej precyzji. W szczególności dotyczy to mikrokontrolera (U1), od którego należy rozpocząć montaż elementów. Ponieważ raster jego wyprowadzeń



Rysunek 5. Rozmieszczenie elementów na płytce karty przekazników

wynosi zaledwie 0,5 mm, jest wymagane doświadczenie przy montażu takich układów i odpowiednia lutownica. W kolejnym etapie należy wlutować układ FT232RL (U4), a po nim pozostałe elementy SMD. Po ich wlutowaniu można przejść do montażu elementów przewlekanych zaczynając od diod prostowniczych umieszczonych przy przełącznikach (D5, D7, D9, itd.), poprzez przełączniki (P1...P8), kończąc na złączach. Na samym końcu należy wlutować diody LED dopasowując ich wysokość do ewentualnej obudowy.

Po prawidłowym zmontowaniu układu i dołączeniu zasilania do złącza CON1, dioda świecąca D3 będzie błyskała sygnalizując prawidłową pracę mikrokontrolera. Do zasilania układu należy zastosować zasilacz o napięciu +12 V i minimalnej wydajności prądowej równej 300 mA.

Aby w pełni uruchomić układ należy dodatkowo połączyć go z komputerem poprzez port USB. Pozwoli to na odczyt i ustawienie parametrów pracy.

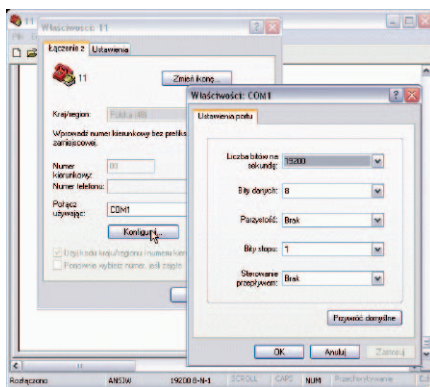
Do tego celu należy pobrać sterowniki dla układu FT232RL ze strony producenta <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm> i wypakować do dowolnego katalogu.

Po podłączeniu karty do komputera, system Windows rozpozna nowe urządzenie i rozpocznie proces instalacji sterowników. Wtedy należy wybrać opcję „Instalacja ręczna” i wskazać katalog, w którym znajdują pobrane wcześniej sterowniki. Po zainstalowaniu urządzenia pojawi się nowy port szeregowy COM z odpowiednim numerem. Przez ten port możliwa będzie komunikacja pomiędzy komputerem, a kartą przełączników. W tym celu w komputerze musi być uruchomiony program terminala obsługujący port szeregowy (na przykład Hyper Terminal). Przykład konfigurowania programu pokazano na rysunku 6.

Po prawidłowym wykonaniu powyższych czynności można przejść do konfiguracji karty przełączników.

Tryb konfigurowania

Oprogramowanie karty umożliwia pracę ze statycznym lub dynamicznym adresem IP. Domyślnie adres jest pobierany z routera dynamicznie. Jeśli pozostawimy taką nastawę, to po włączeniu zasilania karty, adres zostanie pobrany, a informacja o tym zostanie wysłana do komputera przez port USB. Pozwoli to na ustalenie, pod jakim adresem znajduje się karta, bez konieczności sprawdzania tego w routerze. Informacja o przydzielonym adresie IP jest wysyłana do komputera po każdym jego pobraniu (przy włączeniu zasilania) lub zmianie. Tuż po włączeniu zasilania jest ustalany startowy adres 169.254.1.1, który nie jest adresem pobranym z routera, a jedynie automatycznie przypisanym



Rysunek 6. Okno konfigurowania programu terminala

przez mikrokontroler. Po kilku sekundach wyświetlony zostanie prawidłowy adres pobrany z routera.

Z reguły router zapamiętuje adres MAC urządzenia i przy ponownym połączeniu przydziela ten sam adres IP. Jednak w przypadku rekonfiguracji urządzeń sieciowych 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. Ten oraz inne parametry ustalane są w trybie konfigurowania karty przełączników.

W ten tryb procesor jest wprowadzany przez wyłączenie zasilania, naciśnięcie przycisku S1 i krótkie przytrzymanie go po włączeniu zasilania. W oknie Hyper Terminala zostanie wyświetlone menu umożliwiające zmianę opisanych parametrów (rysunek 7). Dioda D3 będzie świeciła w sposób ciągły. Chcąc wybrać daną pozycję do edycji należy z klawiatury komputera wybrać przypisaną do niej cyfrę.

Pierwsza pozycja „Change Board serial number” służy do zmiany numeru seryjnego karty. Podana liczba może się zawierać w przedziale 0...65535. Zmiana numeru seryjnego jest właściwie zmianą adresu MAC urządzenia. Zaprogramowany procesor przyjmuje jako MAC adres domyślną wartość 00-04-A3-00-00-00. Adres MAC jest identyfikatorem danego urządzenia i w jednej sieci każde urządzenie musi mieć inny ten adres. Aby możliwe było użycie więcej niż jednej karty, jest konieczna zmiana jej adresu i wykonuje się to zmieniając numer seryjny. Zmiana dotyczy czterech ostatnich znaków tego adresu (00-04-A3-00-XX-XX). Ponieważ wartości zapisane są w kodzie szesnastkowym, to

możliwe jest uzyskanie 65536 różnych adresów. Jeśli w naszej sieci używamy tylko jednej karty przełączników, to tego adresu nie trzeba zmieniać.

„Change host name” definiuje nazwę karty przełączników, pod którą można ją odnaleźć w sieci lokalnej bez znajomości jej adresu IP. Pozwala to na połączenie się z kartą przełączników poprzez wpisanie nazwy a nie adresu IP. Na przykład w przeglądarce internetowej zamiast wpisywać „http://192.168.1.6” można wpisać „http://przekazniki”. Domyślną nazwą jest „http://mchpboard1”.

Opcja „Change static IP address” pozwala na ustawienie statycznego adresu IP.

„Change static gateway address” umożliwia ustawienie adresu bramy internetowej dla pracy ze statycznym adresem IP.

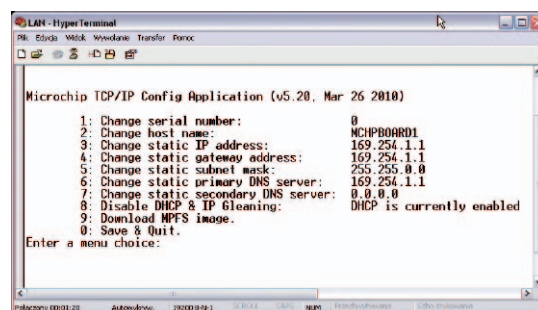
„Change static subnet mask” pozwala na ustawienie maski podsieci dla pracy ze statycznym adresem IP.

„Change static primary DNS server” pozwala na ustawienie głównego serwera DNS dla pracy ze statycznym adresem IP.

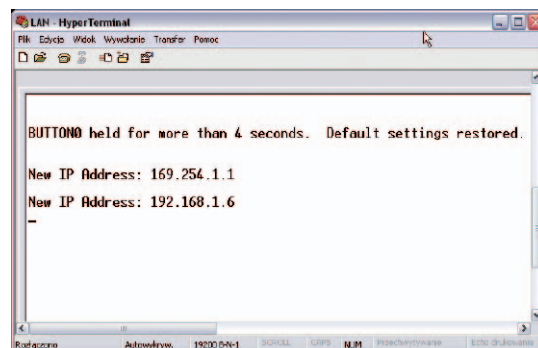
„Change static secondary DNS server” pozwala na ustawienie pomocniczego serwera DNS dla pracy ze statycznym adresem IP.

Powyższe parametry wykorzystywane są jedynie przy statycznym adresie IP. Przy dynamicznym pobierane są automatycznie z routera.

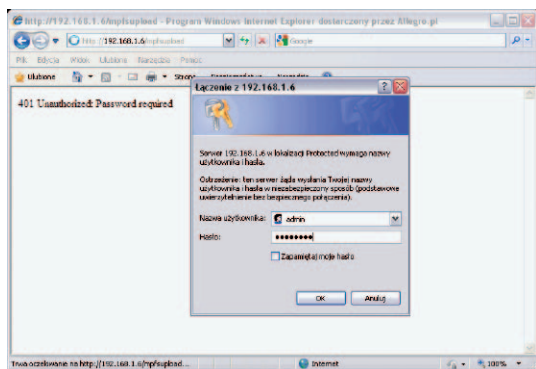
„Enable DHCP & IP Gleaning” konfiguruje procesor do dynamicznego pobierania adresu IP. „Disable DHCP & IP Gleaning” powoduje wyłączenie dynamicznego pobierania adresu IP i przełączenie procesora



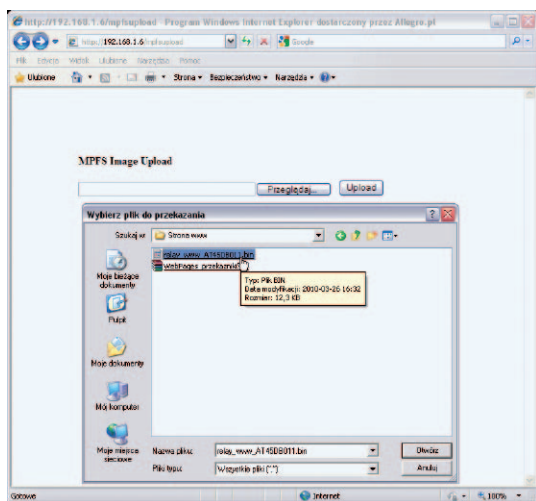
Rysunek 7. Menu główne służące do nastaw parametrów



Rysunek 8. Komunikat informujący o przywróceniu ustawień fabrycznych



Rysunek 9. Wygląd okna autoryzacji



Rysunek 10. Wybór skompilowanego pliku strony www

w tryb statyczny z użyciem wcześniejszych ustawień parametrów trybu statycznego.

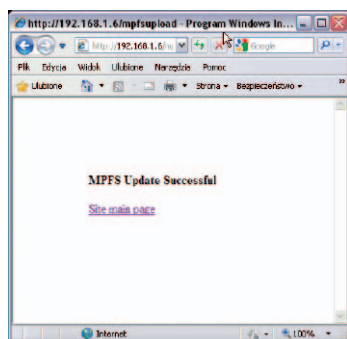
Przykładowe parametry dla pracy ze stałym IP mogą być następujące:

- adres IP: 192.168.1.6,
- maska podsieci: 255.255.255.0,
- adres Bramy: 192.168.1.1.

Te ustawienia 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.

Funkcja „Download MPFS image” nie jest używana.

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



Rysunek 11. Informacja o prawidłowo wgranym pliku strony www

Przywracanie ustawień fabrycznych

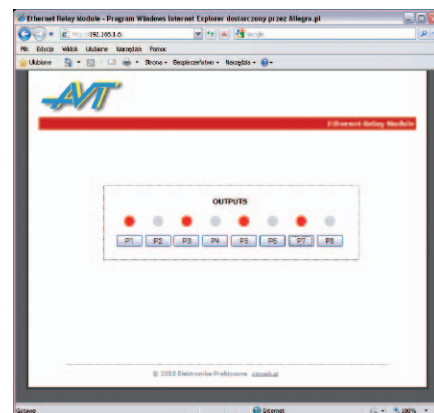
Jeśli wprowadzone ustawienia parametrów spowodowały nieprawidłową pracę lub uniemożliwiły działanie karty przekazników, jest możliwe przywrócenie ustawień fabrycznych. Po ich przywróceniu karta przekazników powróci do pracy z dynamicznie pobieranym adresem IP (DHCP). Przywrócenie tych parametrów wykonuje się analogicznie, jak wejście w tryb konfiguracji – poprzez naciśnięcie przycisku S1. Jednak z tą różnicą, że po włączeniu zasilania przycisk należy przytrzymać jeszcze przez czas około 4 sekund. W terminalu zostanie wyświetlony komunikat informujący o przywróceniu ustawień fabrycznych (rysunek 8).

Wgrywanie strony internetowej do pamięci

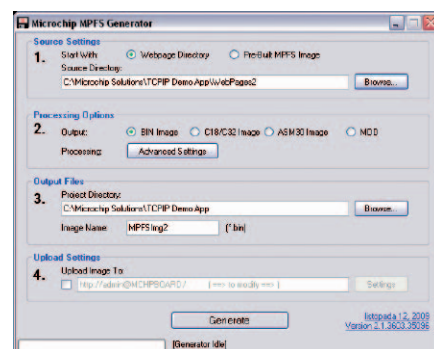
Strona internetowa przechowywana jest w zewnętrznej pamięci (U3), dlatego do uruchomienia karty nie wystarczy samo zaprogramowanie mikrokontrolera.

Mikrokontroler umożliwia generowanie strony służącej do wgrania pliku z właściwą stroną www. Strona ta jest dostępna zawsze

– nawet przy braku właściwej strony w pamięci. Jej adres jest stały: <http://192.168.1.6/mpfsupload>. Dostęp do tej strony jest zabezpieczony hasłem, aby uniemożliwić przypadkowe uszkodzenie wgranej już strony. Wygląd okna autoryzacji pokazano na **rysunku 9**. Należy podać przypisaną za stałą nazwę użytkownika oraz hasło. Domyślna nazwa użytkownika: **admin**, hasło: **relay-avt**. Po zalogowaniu się zostaniemy przeniesieni do strony umożliwiającej wybór skompilowanego pliku strony www (**rysunek 10**). Przyciskiem „Przeglądaj...” zostanie wywołane okno wyboru pliku z dysku komputera. Po jego wskazaniu przyciskiem „Upload” uruchomi się proces przesyłania pliku do pamięci karty przekazników. Po prawidłowym wgraniu strony zostanie wyświetlona informacja jak na **rysunku 11**. Wpisanie przydzielonego do karty adresu w formacie <http://192.168.1.6> lub nazwy <http://mchpboard1> spowoduje wyświetlenie strony zaprezentowanej na **rysunku 12**.



Rysunek 12. Główna strona www wyświetlana przez oprogramowanie karty



Rysunek 13. Okno programu Microchip MPFS Generator

Modyfikacja strony www

Do karty przekazników udostępnione są pliki źródłowe strony www co umożliwia jej modyfikację i dostosowanie do własnych potrzeb. Do tego celu przydane jest znajomość języków Html oraz Javascript. Pozwala to na rozbudowę strony o dodatkowe informacje.

Na **listingu 1** zamieszczono zawartość pliku *index.htm*. Przykładową modyfikacją jest zmiana częstości automatycznego odświeżania strony. Domyślnie strona jest od-



Rysunek 14. Przykład konfigurowania routera firmy Linksys dla dostępu zewnętrznego

[illegible]

Po Każdej modyfikacji pliku źródłowego strony należy go skompilować, aby uzyskać

Chcąc mieć dostęp do karty przekazników z sieci zewnętrznej, należy przekiero-

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