

Konwerter Ethernet/UART

Łatwe dołączenie mikrokontrolera do sieci cyfrowej

Aplikacje z mikrokontrolerami coraz częściej komunikują się z różnymi urządzeniami poprzez sieć cyfrową Ethernet.

Za jej pomocą można dostać się np. do zasobów domowego komputera PC lub globalnego Internetu. Niektóre mikrokontrolery mają wbudowane odpowiednie interfejsy komunikacyjne, ale zazwyczaj są one przeznaczone do nieco bardziej skomplikowanych zadań, niż np. pomiar temperatury w odległej lokalizacji, a przez to – mogą sporo kosztować.

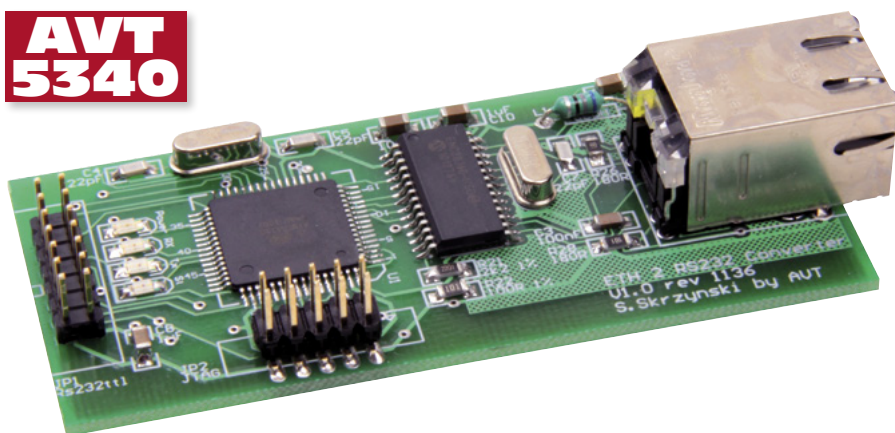
Ich użycie może przypominać „wytaczanie armaty na wróbla”, a i migracja programu napisanego dla „młodszego brata” nie będzie łatwa.

W takiej sytuacji rozwiązaniem może być użycie modułu konwertera, który umożliwi dołączenie mikrokontrolera do sieci Ethernet za pomocą UART. Owszem, nie osiągniemy w ten sposób prędkości transmisji 100 Mbit/s, ale czy dołączenie wspomnianego czujnika wymaga aż tyle?

Rekomendacje: *prezentowany projekt jest tanią alternatywą dla modułów dostępnych na rynku, niewiele przy tym ustępując im funkcjonalnością.*

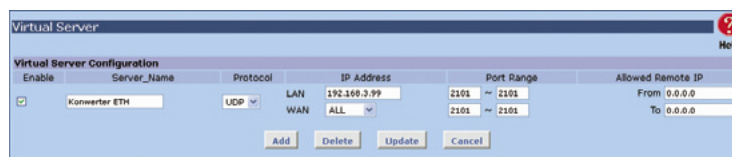
Tanie układy scalone dla kart sieciowych jak np. RTL8019 lub RTL8201 są kłopotliwe w sterowaniu oraz wymagają utworzenia oprogramowania obsługującego stos komunikacyjny TCP/IP. Istnieją oczywiście układy typu W3100A czy NM7010A ze sprzętowym stosem TCP/IP, ale są one dosyć kosztowne. Te sytuację zapewne zauważyła Microchip i zaoferowała układ ENC28J60. Jest tani, komunikuje się za pomocą interfejsu SPI, dzięki czemu liczba połączeń z systemem nadrzędnym jest niewielka. Producent dostarcza

**AVT
5340**

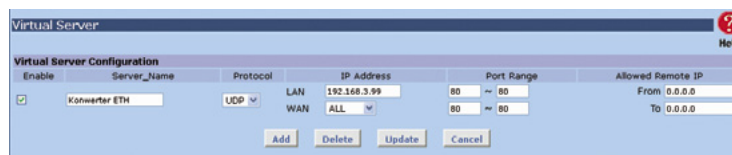


Przekierowanie portów

Jeśli chcemy komunikować się konwerterem z Internetem, a po drodze znajduje się router, należy przekierować porty. Dla danych jest to (domyślnie) port 2101.



Dla konfiguracji jest to port 80.



Jeśli w sieci lokalnej jest już włączony serwer WWW, to można zmienić port WAN na np. 81.



Wówczas, aby wyświetlić stronę zawierającą konfigurację konwertera, w przeglądarce należy wpisać adres w postaci: http://publiczny_adres_ip:81.

także biblioteki TCP/IP, dzięki czemu implementacja układu jest dość łatwa.

Konwerter Ethernet/UART opisywany w artykule może pełnić nie tylko rolę modułu zmieniającego standard transmisji, ale również wyposażono go w kilka linii I/O, co pozwala konwerterowi na sterowanie dołączonymi układami lub kontrolę ich stanu. Jego opis będzie koncentrował się na budowie i obsłudze modułu przez użytkownika. Nie będziemy skupiać się na programie, chociaż udostępniam kody źródłowe. Nie będę też opisywał teorii funkcjonowania sieci Ethernet i protokołów komunikacyjnych. Wszystko dlatego, że przygotowuję cykl ar-

tykułów opisujący zagadnienia komunikacji za pomocą mikrokontrolera AVR pracującego w sieci Ethernet. Przykłady będą uruchamiane na płycie ewaluacyjnej z układem ENC28J60 i mikrokontrolerem ATmega128. Warto wspomnieć, że większość z nich da się uruchomić z użyciem opisywanej płytki konwertera.

Budowa i zasada działania

Schemat ideowy konwertera pokazano na **rysunku 1**. Układ scalony ENC28J60 jest dołączony do gniazda RJ45 zintegrowanego z transformatorem separującym oraz diodami LED. Kartą steruje mikrokontroler ATme-

W ofercie AVT *

- AVT-5340 A+: 42 zł
- AVT-5340 B: 94 zł
- AVT-5340 C: 128 zł
- AVT-5340 UK: 30 zł

Podstawowe informacje:

- Dwukierunkowa konwersja UART na Ethernet.
- 6 (max 11) wejść/wyjść cyfrowych
- 2 wejścia analogowe (rozdzielczość 10 bit)
- 1 wyjście PWM, 2 wejścia przerwań.
- konfigurowanie i sterowanie za pomocą strony WWW.
- Sterowanie przez UDP.
- Zasilanie 3,3 V/160 mA.

Funkcje diod led:

- Diody na płycie konwertera:
 - POWER (niebieska) podczas pracy migocze z częstotliwością ok. 1 Hz.
 - RX (zielona) rozbłyśka na 30 ms po odebraniu danych UDP.
 - TX (żółta) rozbłyśka na 30 ms po wystąpieniu danych UDP.
 - STATUS (czerwona) miga, gdy błąd pamięci EEPROM.
- Diody na gnieździe RJ45:
 - LINK (zielona) świeci się po dołączeniu do sieci (do switcha, routera, komputera PC itp).
 - ACK (żółta) świeci się podczas transmisji danych.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 16163, pass: 61skq530

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-1668 Moduł Ethernet dla Arduino (EP 3/2012)
- AVT-5250 Karta przełączników (EP 8/2010)
- AVT-5200 Uniwersalny sterownik ethernetowy (EP 9/2009)
- AVT-1528 Interfejs internetowy z ENC28J60 (EP 8/2009)
- AVT-5157 Przekaznik internetowy (EP 11/2008)
- AVT-2859 Internetowy sterownik urządzeń (EdW 3/2008)
- AVT-974 Sterownik z interfejsem TCP/IP (EP 3/2007)
- AVT-966 Karta przełączników sterowana przez internet (EP 2/2007)
- AVT-1443 Uniwersalny interfejs ethernetowy (EP 1/2007)
- AVT-956 Ethernetowy sterownik (EP 11/2006)
- AVT-953 Karta wejść z interfejsem Ethernet (EP 10/2006)
- AVT-927 Uniwersalny interfejs internetowy (EP 4-5/2006)
- AVT-5055 Internetowy interfejs dla mikrokontrolera (EP 3-5/2002)

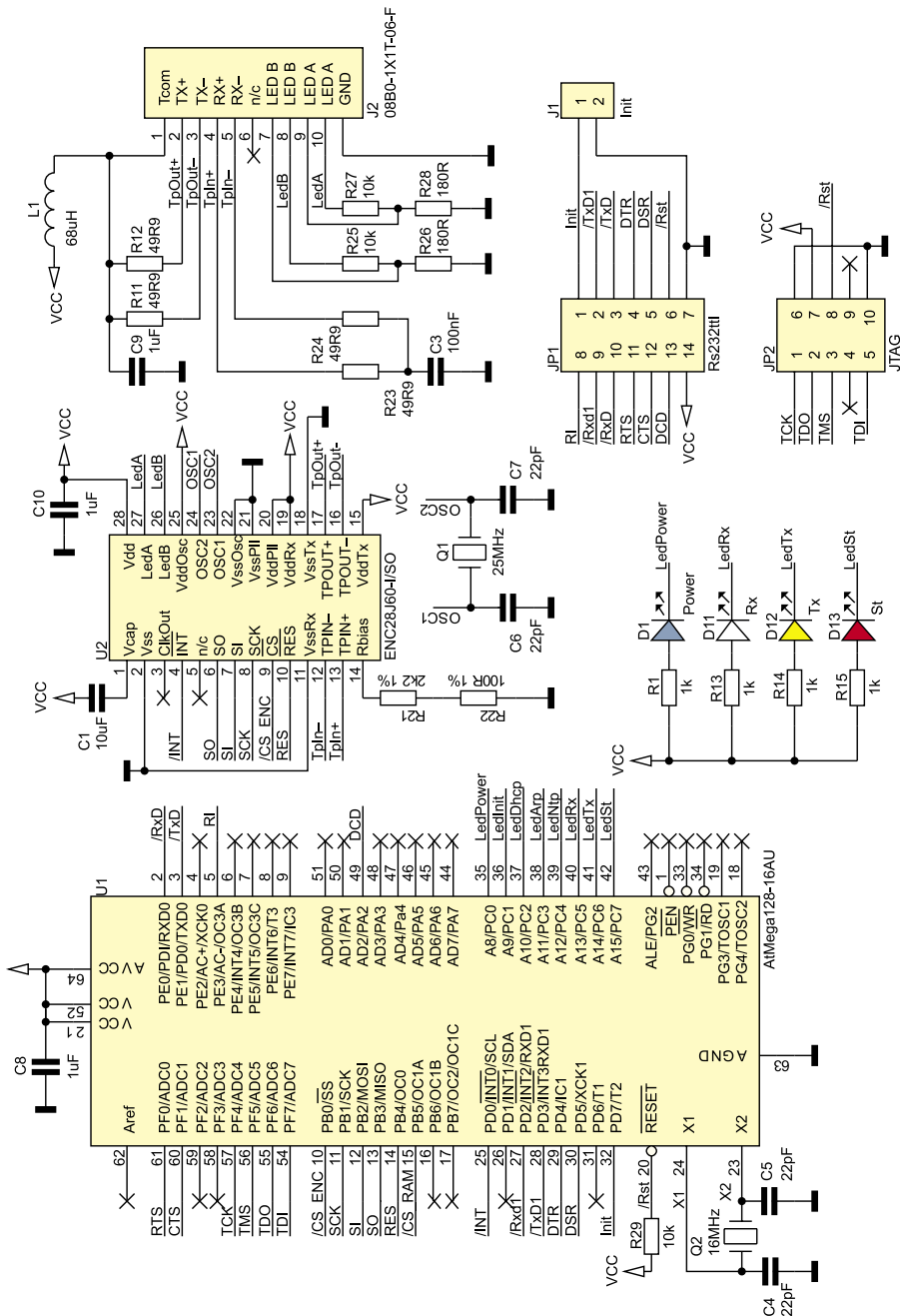
*** Uwaga:**

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:

- AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
- AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
- AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
- AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf
- AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie posiada obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf
- AVT xxxx CD oprogramowanie (nie często spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć klikając w link umieszczony w opisie kitu)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja posiada załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C) - <http://sklep.avt.pl>

ga128A za pośrednictwem interfejsu SPI. Do programowania/debugowania oprogramowania służy złącze JTAG (JP2). Konwerter jest zasilany napięciem 3,3 V. Na złącze JP1 wprowadzono linie dwóch interfejsów szeregowych, oraz 6 linii I/O, w tym dwa wejścia analogowe.



Rysunek 1. Schemat ideowy konwertera Ethernet/UART

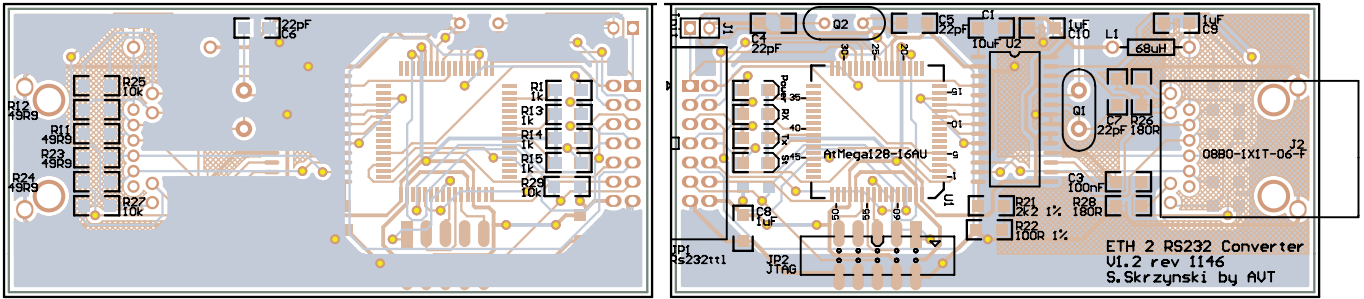
Montaż i uruchomienie:

Schemat montażowy konwertera pokazano na **rysunku 2**. Montaż jest typowy i przez to nie wymaga szczegółowego omawiania. Ze względu na to, że elementy są montowane po obu stronach płytki, zaleca się najpierw montaż elementów na warstwie spodniej. Do pierwszych prób z konwerterem wystarczy zasilic go ze źródła napięcia 3,3 V ±10%. Po zaprogramowaniu mikrokontrolera konwerter powinien być widoczny w sieci pod adresem 192.168.3.99 (maska 24-bitowa 255.255.255.0). Aby zmienić adres, należy na komputerze podłączonym do tej samej sieci ustawić adres w tej samej sieci, co pokazano na zrzutach ekranowych umieszczonych na **rysunkach 3...6**. Po powyższych czynnościach w oknie przeglądarki wpisujemy adres <http://192.168.3.99>.

Powinien pokazać się ekran jak na **rysunku 7**. Klikamy w zakładkę „sieci” (**rysunek 8**), gdzie można zmienić adres MAC, IP, adres bramy domyślnej oraz komunikat.

Adres MAC adres można zmienić tylko raz. Trzeba pamiętać, aby adresy MAC w jednej podsieci nie powtarzały się. Adres MAC modułów zakupionych w AVT jest ustalony na 00:51:56:54:00:00. Bajty 51, 56, 54 tworzą ciąg znaków „AVT”. Jeśli używamy jednego modułu, to MAC nie musi być zmieniony, natomiast jeśli będziemy przeprowadzali próby z kilkoma modułami, należy zmienić ich adresy MAC i zadbać o to, aby nie powtarzały się.

Adres bramy jest istotny, jeśli konwerter ma komunikować się z innym modułem lub programem w sieci odległej. Maskę podsieci należy ustawić zgodnie z regułami obowią-



Rysunek 2. Schemat montażowy konwertera Ethernet/UART

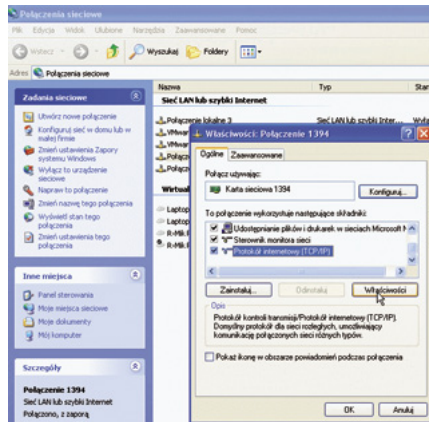


Rysunek 3. Wybranie właściwości sieci



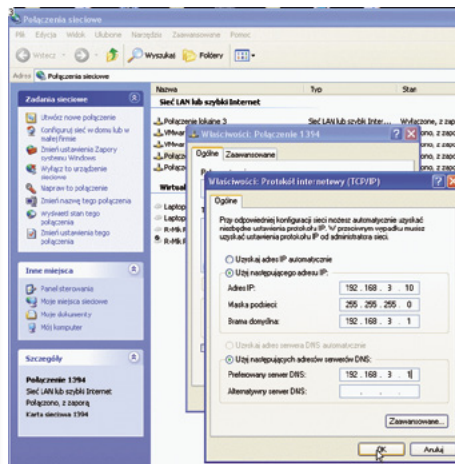
Rysunek 4. Wybranie właściwości połączenia sieciowego

zującymi dla danej sieci. Adresy IP należy ustawić tak, aby nie pokrywały się z adresem innego urządzenia. Po zmianie adresu IP lub MAC adresu, konwerter zresetuje się. Restart trwa około 2 sekund. W przypadku zmiany adresu IP po restarcie konwertera można kliknąć w „Skocz pod nowe IP”.

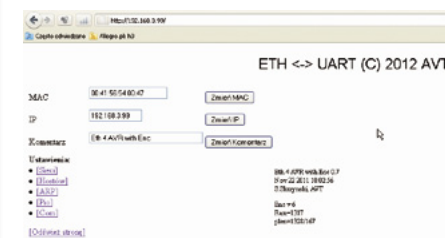


Rysunek 5. Wybranie właściwości protokołu TCP/IP v4

Trzeba pamiętać, że jeśli przy zmianie IP zmieniliśmy podsieć, to aby „dostać się” do konwertera należy zmienić ustawienia parametrów protokołu TCP/IP komputera wcześniej opisanym sposobem. Adres można także zmienić w kodzie źródłowym w pliku *endc.c*. Należy odnaleźć tam `#define STDIP` i zmienić na inny adres, skompilować program i wgrać do CPU.



Rysunek 6. Przykładowe parametry połączenia TCP/IP



Rysunek 7. Strona główna konwertera



Rysunek 8. Widok zakładki Sieci

Rysunek 9. Komunikat o dokonaniu zmian

gram i wgrać do CPU. Jeśli podczas zmiany adresu popełnimy błąd, albo zapomnimy jaki adres ma konwerter, to można go przywrócić przez założenie zworki na jumper J1 (INIT) i włączenie zasilania. Adres konwertera po zerowaniu zworką INIT definiuje instrukcja `#define STDIP3tRST`.

Do dalszych prób z konwerterem trzeba zbudować adapter, którego schemat pokazano na **rysunku 9**. Można nie będnymy używali, np. MAX3232 lub diody LED.

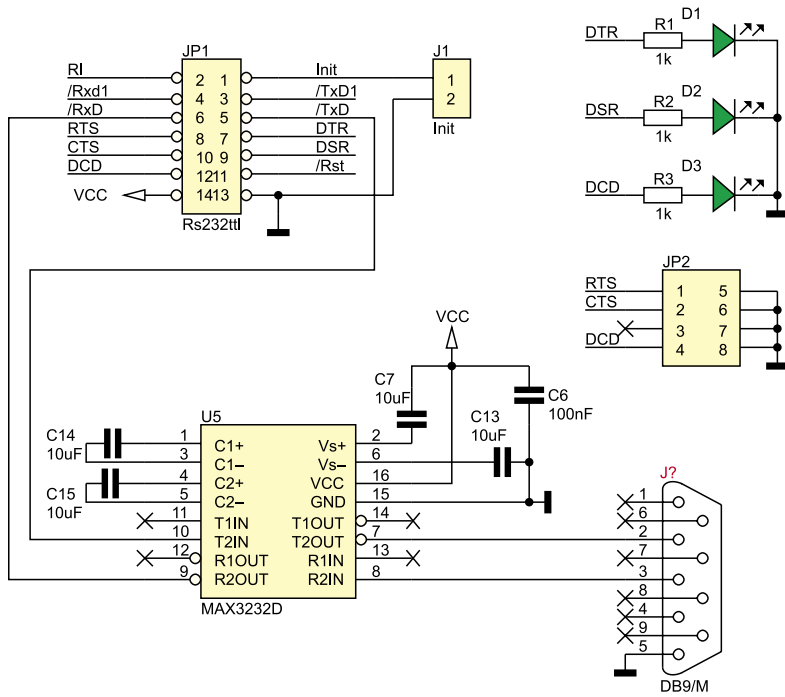
Test transmisji danych. Wyjście MAX3232 łączymy z komputerem. W programie terminala ustawiamy wybraną prędkość transmisji np. 9600. Format ramki: 8 bitów danych, parzystość none, pojedynczy bit stopu, bez sterowania przepływem. Oczywiście należy wybrać numer portu COM, do którego podłączyliśmy konwerter. Przykładową nastawę parametrów pokazano na **rysunku 10**. Tę samą parametry transmisji należy ustawić w konwerterze (zakładka COM, **rysunek 11**). Na komputerze PC uruchamiamy program *Hercules SETUP utility*. W zakładce UDP wpisujemy adres naszego konwertera (domyślnie 192.168.3.99), zmieniamy numer portu na 2101, naciskamy *Listen*. Po wpisaniu tekstu komunikatu w okienku *Send* i kliknięciu na przycisk *Send* powinien on pojawić się w oknie terminala. Towarzyszy temu mignięcie diody RX na konwerterze.

Test wejść/wyjść cyfrowych. Klikając na przyciski „change” (zakładka PIO)

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

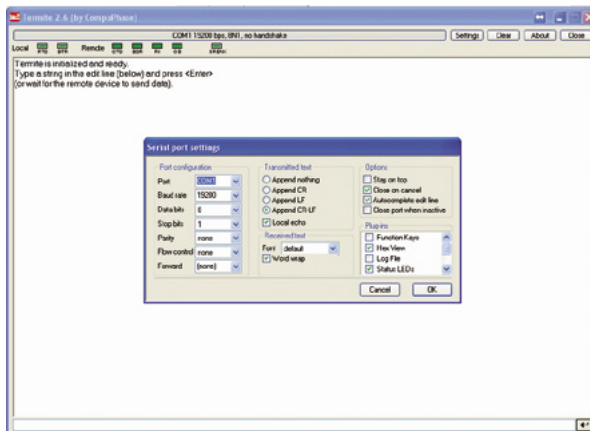
Wykaz elementów

- Rezystory:** (SMD 1206)
 R1, R13...R15: 1 kΩ
 R21: 2,2 kΩ/1%
 R25, R27, R29: 10 kΩ
 R11, R12, R23, R24: 49,9 Ω (ewentualnie 51Ω)
 R22: 100 Ω/1%
 R26, R28: 180 Ω
- Kondensatory:** (SMD 1206):
 C8...C10: 1 μF
 C1: 10 μF
 C4...C7: 22 pF
 C3: 100 nF
- Półprzewodniki:**
 U1: ATmega128-16AU (PQFP64)
 U2: ENC28J60-I/SO
 D1: dioda LED niebieska 1206 (POWER)
 D11: dioda LED biała 1206 (RX)
 D13: dioda led czerwona 1206 (ST)
 D12: dioda LED żółta 1206 (TX)
- Inne:**
 L1: 68 μH (dławik osiowy)
 Q2: 16 MHz (HC49-U)
 Q1: 25 MHz (HC49-U)
 J2: gniazdo Ethernet 08D0-1X1T-06-F
 J1: goldpin 1×2 (INIT)
 JP2: ZL301-2×5 (JTAG)
 JP1: IDC14MLP (232TTL)



Rysunek 10. Schemat płytki przejściowej umożliwiającej przetestowanie konwertera

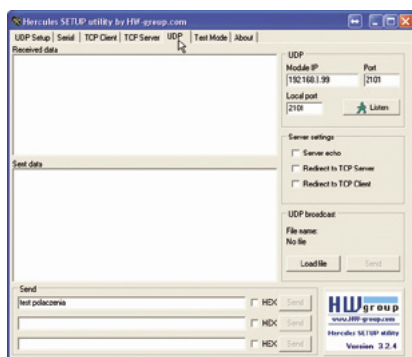
zmieniamy stan portów wyjściowych. Zwierając piny 2, 8 10 z masą odczytujemy ich stan na ekranie na naciśnięciu przycisku przeglądarki „odśwież”. Ekran jest także automatycznie odświeżany przez przeglądarkę co 5 sekund. Przykładowa nastawa dwóch konwerterów, skonfigurowanych do przesyłania informacji między sobą w podsięci pokazano na rysunkach 15...18.



Rysunek 11. Parametry transmisji komputera PC

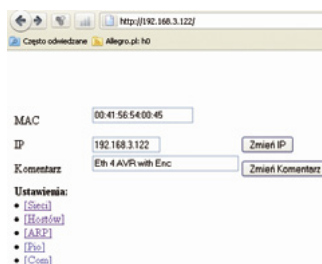


Rysunek 12. Parametry transmisji konwertera



Rysunek 13. Ekran programu Hercules SETUP Utility

Rysunek 14. Zakładka PIO (testowanie wejść/wyjść)

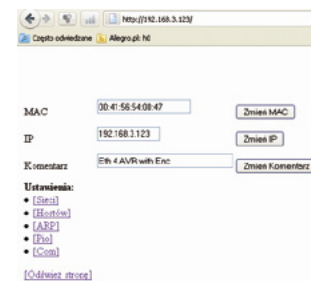


Rysunek 15. Ustawianie parametrów IP dla konwertera nr 1

Konwerter o adresie IP 122 nadaje pod adres 123, przez port 2101 (UDP OUT). Nasłuch prowadzi także na porcie 2101 (UDP IN), natomiast konwerter o IP 123, nadaje na adres 122. Warto zastanowić się, w jaki sposób konwerter stwierdza, że należy wysłać dane. W zakładce Com można ustawić dwa parametry: prędkość portu COM0 oraz czas Overtime0. Konwerter odbierane znaki



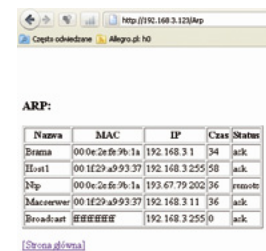
Rysunek 16. Ustawienie parametrów HOST dla konwertera nr 1



Rysunek 17. Ustawianie parametrów IP dla konwertera nr 2



Rysunek 18. Ustawienie parametrów HOST dla konwertera nr 2



Rysunek 19. Widok zakładki ARP



Rysunek 20. Uzupelnienie adresu broadcast dla konwertera nr 1

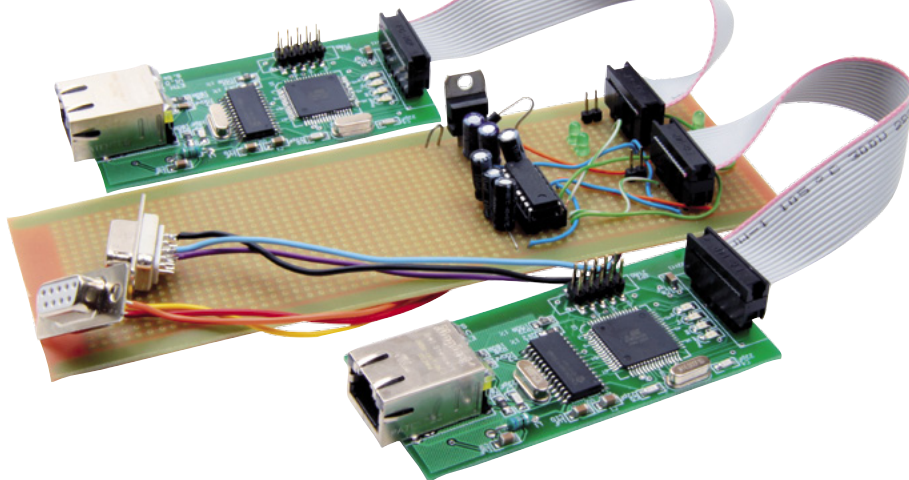
zapamiętuje w buforze. Dane z bufora są wysyłane w dwóch przypadkach:

- po zapełnieniu bufora,
- jeśli kolejne znaki nie zostaną odebrane po czasie określonym przez *Overtime*.

Trzeba pamiętać, że przy mniejszych prędkościach transmisji, należy zwiększyć parametr *Overtime*. Najlepsze ustawienie to *czas transmisji bajtu* $\times 2$. Czas transmisji bajtu wynosi: *prędkość bitowa* $\times 10$ (uwzględniamy bajt startu i stopu). Dla prędkości 2400 *Overtime* powinno być ustawione na 10 ms, bo $1/2400 \times 10 = 0,00416$ czyli ponad 4 ms.

Wyżej zaprezentowany sposób umożliwia transmisje punkt-punkt. Jeśli chce się stworzyć sieć master-slave? Nic prostszego. Wystarczy w adresie *Host* wpisać adres broadcastowy. Jeśli nie wiemy jako jest to adres dla danej sieci lokalnej, należy kliknąć w zakładkę *Arp* (rysunek 19).

Pierwszy wiersz zawiera opisy tablicy, kolejne wiersze stan, w którym są poszczególne cele. Kolumna *MAC* zawiera adres MAC pozyskany za pomocą zapytania ARP. Jeśli odpowiedzi jeszcze nie otrzymano, to w kolumnie są same 0. Jeśli kolumna *IP* zawiera adres spoza sieci lokalnej, adres *MAC* będzie kopią adresu bramy domyślnej. Pole *Status* informuje o aktualnym statusie celu. Komunikat *ack* oznacza, że otrzymano od-



powieź na zapytanie ARP. Wtedy w polu *MAC* jest wpisywany adres *MAC* celu. Komunikat *remote* informuje, że wpis dotyczy zasobu poza siecią lokalną. Wtedy w kolumnie *MAC* zostanie wpisany adres *MAC* bramy domyślnej. Komunikaty *w4...w64* informują o kolejnych próbach pozyskania adresu *MAC* za pomocą zapytania ARP. W kolumnie *IP* jest wyświetlany adres *IP* zasobu. Kolumna *Czas* informuje, za ile sekund nastąpi ponowne wysłanie zapytania ARP. Na samym dole znajduje się wyliczony na podstawie adresu *IP* i maski podsieci adres broadcast. Dla sieci o adresie 192.168.3.XXX będzie to adres 192.168.3.255. Wpisujemy go w zakładce *Host* (rysunek 20). Oprogramowanie konwertera ignoruje pakiety broadcast wysyłane z własnego adresu, dlatego nie będzie niepożądanego echa.

Podsumowanie

Konwerter wypróbowano we współpracy z modulem DigiConnectME – działał bez zarzutu. Pozytywne były również wyniki prób przeprowadzonych przy transmisji danych pomiędzy systemem z mikrokontrolerem a oprogramowaniem pracującym pod kontrolą systemów operacyjnych Windows XP i Linux, które to za pośrednictwem sieci lokalnej komunikowało się z urządzeniem.

W materiałach dodatkowych do artykułu jest dostępne źródło programu konwertera, natomiast w najbliższej przyszłości zostanie opublikowany cykl artykułów opisujących oprogramowanie, dzięki czemu można będzie uruchamiać własne programy na konwerterze.

Sławomir Skrzyński, EP
slawomir.skrzynski@ep.com.pl

REKLAMA

AP AUSPICIOUS

PRODUCENT ELEMENTÓW STEROWNICZYCH I SYGNALIZACYJNYCH

- przyciski niepodświetlane monostabilne
- przyciski podświetlane mono i bistabilne
- lampki sygnalizacyjne
- przełączniki sterownicze obrotowe
- przełączniki sterownicze obrotowe z zamkiem
- przełączniki monostabilne zespolone
- przyciski bezpieczeństwa (STOP)
- dostępne standardy: \varnothing 22 lub \varnothing 30 mm
- konstrukcja segmentowa
- dowolne konfiguracje elementów stykowych
- połączenia bagnetowe i zatraskowe
- możliwość wyboru źródeł światła (BA9s):
żarówki, neonówki, diody LED



Electronic Components

Transfer Multisort Elektronik

93-350 Łódź, ul. Ustronna 41, Polska, tel.: 42 645 55 55, fax: 42 645 55 00, e-mail: tme@tme.pl, www.tme.pl