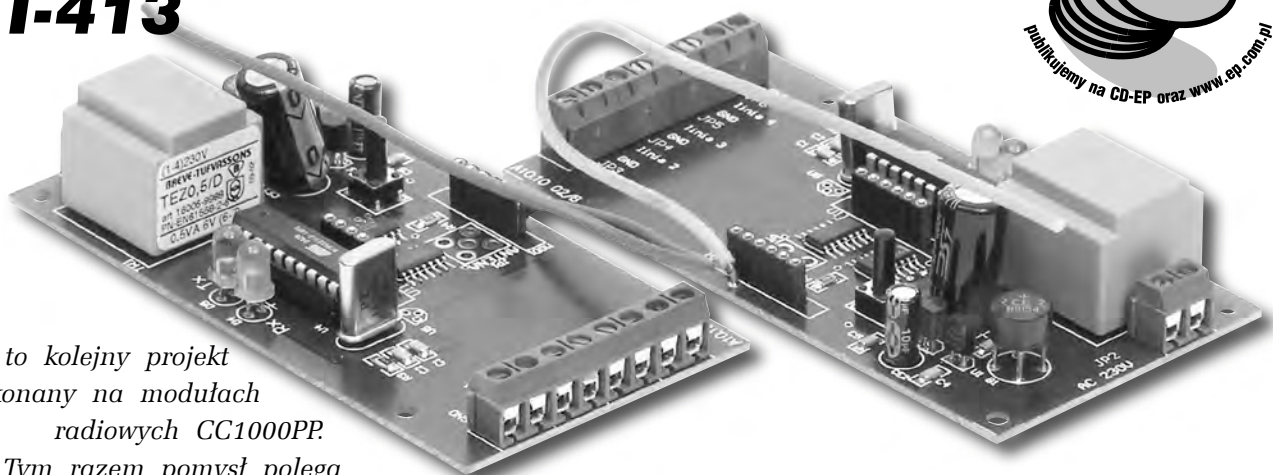


# Radiowe porty I/O na pasmo ISM

## AVT-413



*Jest to kolejny projekt wykonany na modułach radiowych CC1000PP.*

*Tym razem pomysł polega na tym, aby za pomocą bezprzewodowego łącza sterować lub odczytywać stany 4 niezależnych linii cyfrowych. Jeżeli znudziły się Wam kable, przeczytajcie o tym, jak się ich pozbyć.*

### **Rekomendacje:**

*prezentowane łącze radiowe może znaleźć zastosowanie w urządzeniach współpracujących z dowolnymi, dwustanowymi czujnikami lub modułami wykonawczymi, których dołączenie do systemu sterującego za pomocą zwykłych przewodów może się okazać kłopotliwe lub nawet niewykonalne.*

### PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytką o wymiarach 93 x 55 mm
- Zakres częstotliwości pracy: 868 MHz/434 MHz (opcjonalnie)
- Zasięg działania: do 200 metrów (zależy od anteny, jej umiejscowienia i warunków otoczenia)
- Możliwość sterowania i odczytu stanu czterech linii I/O w standardzie TTL
- Sygnalizacja stanu pracy za pomocą dwóch diod LED
- Zasilanie 9...15 VDC/200 mA
- Możliwość współpracy w ramach systemu 254 identycznych urządzeń
- Obciążalność linii wyjściowych do 10 mA

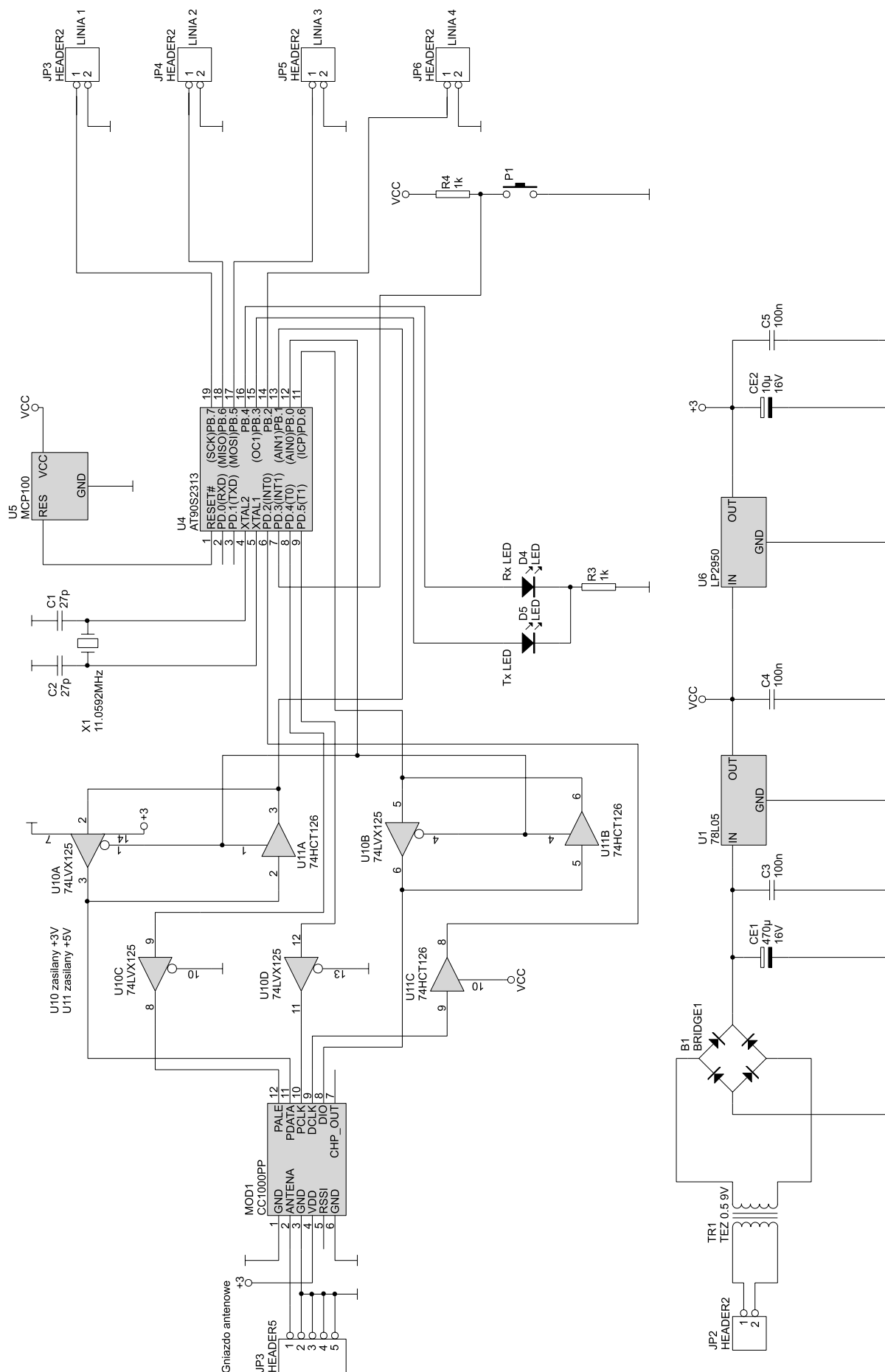
Pomysł jest prosty: zastąpić cztery kable dwustronną transmisją radiową. Dla uproszczenia, „kable” nie będą „analogowe”, ale „cyfrowe”, czyli będą przynosiły tylko dwa stany logiczne niski i wysoki, ale w obydwie strony! Połączenie będą obsługiwały dwa urządzenia, każde z modułem CC1000PP i czterema wyjściami, tj. czterema końcówkami naszych kabli sterujących. Układ powinien być jak najprostszy i po początkowym ustawieniu działać samodzielnie bez ingerencji operatora.

### Stacja łącza radiowego

Cały układ jednej z dwu bliźniaczych stacji jest w miarę prosty, o czym można się przekonać oglądając schemat na rys. 1. Nie ma też co ukrywać, że od strony sprzętowej jest to zmodyfikowana wersja modemu radiowego, którego projekt został opublikowany na tych łamach w lutym 2004 roku. Jest to związane z prostą zasadą: jeżeli jakieś rozwiązanie działa, to warto je wykorzystać, przystosowując tylko niektóre fragmenty do nowych potrzeb. Taki sposób działania nierzadko wykorzystywany przez ewolucję, pozwala zaoszczędzić sporo wysiłku i czasu. W tym przypadku jest to tym bardziej uzasadnione, że części radiowe zarówno modemu, jak i łącza pełnią podobne zadania, a zmiany uległy jedynie funkcje układów wyjściowych.

Wyjścia łącza dostosowane są do logiki 5-woltowej i z tego powodu

mikrokontroler U1 zasilany jest takim właśnie napięciem. Z kolei moduł CC1000PP potrzebuje do pracy zasilania napięciem +3 V i dlatego niezbędne są bramki U10 i U11 dopasowujące poziomy sygnał mikrokontrolera i modułu. Tak jak w przypadku modemu wykorzystywane są w tym celu bramki 74HC-T126 i 74AHC125 lub 74LVX125. Zastosowanie bramek akurat z takich grup, czyli HCT i AHC wynika z poziomów sygnałów i napięć przy jakich mogą prawidłowo pracować. Bramki 74HCT126 zasilane napięciem +5 V potrafią prawidłowo pracować z sygnałami, których poziom logiczny jedynie wynosi 2 V i dzięki temu mogą pełnić rolę interfejsu sygnałów wysyłanych z modułu do mikrokontrolera. Takimi sygnałami są impulsy synchronizacji danych SCLK, impulsy danych pobierane z wyjścia DIO modułu oraz sygnały z wyjścia PDATA, wykorzystywanego podczas programowania parametrów pracy modułu. Z kolei bramki 74AHC125 zasilane napięciem +3 V tolerują na swoich wejściach poziom sygnału o napięciu nawet +7 V i dzięki temu mogą pełnić rolę pośredników pomiędzy mikrokontrolerem, a modułem. W tym przypadku chodzi o sygnały doprowadzane do wejść modułu oznaczonych jako PALE, PCLK oraz tak, jak poprzednio DIO i PDATA. Ponieważ te ostatnie są dwukierunkowymi liniami danych muszą być obsługiwane przez dwie



Rys. 1. Schemat elektryczny radiowego łącza czteroprzewodowego

bramki – każda innego typu. Zależnie od kierunku przesyłania danych bramki te są naprzemiennie włączane portem PB.0 mikrokontrolera. Wykorzystanie do tego celu tylko jednego portu jest możliwe dzięki temu, że bramki HCT126 otwierają stan wysoki, a bramki AHC125 stan niski.

Mikrokontroler U4 oprócz nadzorowania transmisji radiowej steruje czterema wyprowadzeniami, oznaczonymi na schemacie jako JP3–6. Są to wyprowadzenia naszych logicznych przewodów, do których można dołączyć urządzenia wykonawcze np. sygnalizacyjne diody LED, przyciski, przełączniki lub rzeczywiste przewody dołączane do konkretnych urządzeń którymi można będzie sterować. Diody D4 i D5 pełnią rolę sygnalizacji aktualnego stanu stacji, gdy odbiera transmisję od stacji partnerskiej lub gdy ją sama wysyła. Przycisk P1 służy do wstępnego zestawienia łącza, a podczas normalnej pracy wymusza transmisję i odpowiedź stacji partnerskiej, w celu upewnienia się czy obydwie stacje prawidłowo odbierają swoje sygnały. Ostatnią część schematu stanowi zasilacz z transformatorem, prostownikami i dwoma stabilizatorami dostarczającymi napięć o wartości +5 V dla mikrokontrolera i +3 V dla modułu radiowego.

## Działanie układu

Jak to zostało wcześniej napisane, układ ma działać jak cztery niezależne przewody, każdy przenoszący dwa stany logiczne: wysoki i niski. Stanem podstawowym wyprowadzeń JP3–6 jest stan wysoki. W momencie, gdy stacja wykryje zwarcie do masy jednego lub większej liczby swoich wejść, powinna o tym fakcie poinformować partnera. Ten po odebraniu takiej informacji, powinien sam zwrócić do masy odpowiednie swoje wyprowadzenia i potwierdzić zgodność stanu wyprowadzeń partnerowi. Każda zmiana stanu wyprowadzeń jednego z czterech przewodów logicznych, powinna zostać odzwierciedlona w stanie wyprowadzeń partnera. Dodatkowo każda ze stacji, powinna umieć rozpoznawać komunikat partnera, nawet jeśli w pobliżu będą pracowały inne stacje. Jest to możliwe, ponieważ każde urządzenie posiada zapisany w pamięci EEPROM własny numer z przedziału 1...254 i numer partnera.

## Algorytm oprogramowania – problemy do rozwiązania

Działanie całego urządzenia zależy oczywiście od mikrokontrolera, a właściwie od oprogramowania, które nim steruje. Zadanie od strony programistycznej tylko pozornie przedstawia się łatwo. Może się o tym przekonać każdy, kto wykorzystując przedstawiony schemat spróbuje samodzielnie napisać program dla mikrokontrolera sterującego stacją.

Stosunkowo najprostszym zadaniem jest napisanie procedur programujących moduł CC1000PP oraz fragmentów kodu obsługujących nadawanie i odbiór transmisji radiowej. Opis rejestrów układu CC1000 można znaleźć na stronie internetowej producenta, czyli firmy Chipcon. Są tam także przykłady oprogramowania dla mikrokontrolerów współpracujących z układem transceivera. Chociaż w większości, przykłady napisane są dla mikrokontrolera typu PIC, łatwo można je adaptować do swoich potrzeb. Więcej kłopotów pojawia się przy konstruowaniu pewnie działającego algorytmu obsługi czterech linii logicznych. Najważniejsze są następujące dwa problemy:

1. Po pierwsze linie są dwukierunkowe, to znaczy mogą być zwierane po stronie jednej jak i drugiej stacji. Może więc zaistnieć sytuacja, gdy linia zwierana po stronie stacji A nawet po jej zwolnieniu powinna pozostać w stanie niskim ponieważ jest ciągle zwierana po stronie stacji B.
2. Drugim problemem jest możliwość wzajemnego zakłócania się stacji, gdy zaczną transmisję do partnera w tym samym momencie. Nie jest to wcale takie nieprawdopodobne, a dodatkowo trzeba wziąć pod uwagę możliwość zewnętrznych zakłóceń zniekształcających transmisję.

W trakcie prób nad programem wprowadzone zostały następujące rozwiązania:

1. Zastosowanie zostały dwa rejestry przechowujące aktualny stan linii stacji i partnera. Normalnie obydwa powinny mieć identyczną zawartość, ponieważ z założenia stany linii w obydwu stacjach powinny być identyczne. W momencie, gdy zwarta do tej pory linia w stacji A zostaje zwolniona, nowy stan zostaje

# magazyn INTERNET

Poradnikowy i edukacyjny magazyn wszystkich użytkowników internetu



## Co miesiąc w Magazynie INTERNET:

- Najbardziej aktualne informacje o globalnej sieci komputerowej
- Porady praktyczne dla początkujących i zaawansowanych
- Opisy najnowszych technologii
- Kursy dla webmasterów
- Przegląd niezbędnego oprogramowania
- Artykuły, które pomogą Twojej firmie lepiej wykorzystać internet, uniknąć zagrożeń i zaoszczędzić pieniądze
- Opisy ciekawych zastosowań internetu
- Porady dotyczące wyszukiwania informacji



**TERAZ  
W 2 WERSJACH:  
Z CD  
ORAZ  
ONLINE  
ZA JEDYNE  
9,90 ZŁ!**

## W numerze 9/2005 m.in.:

- Znajdź pracę w sieci! Jak i gdzie szukać? Na co zwracać uwagę? Przegląd e-pośredniaków
- Wielki Brat Google – świat kontrolowany przez wyszukiwarke-molocha?
- Odrzuć radio dla amatorów sieciowego nadawania
- Pytanie miesiąca: czy e-konta są bezpieczne?

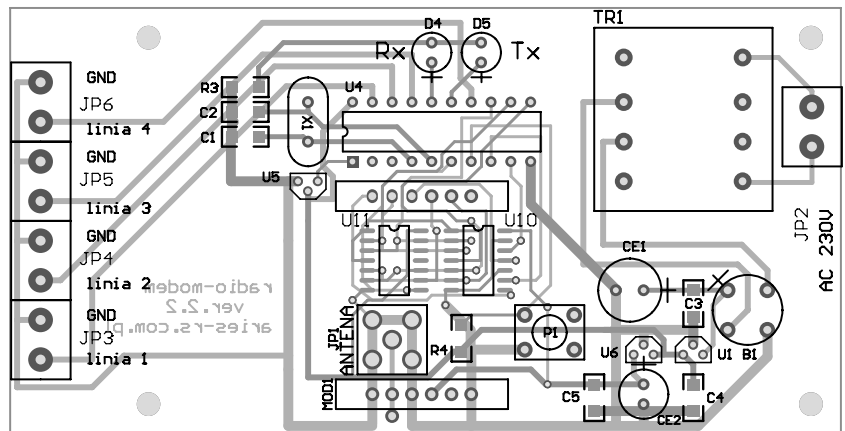
Magazyn INTERNET można nabyć we wszystkich EMPIK-ach i większych kioskach z prasą.  
Wszelkich informacji udziela  
**Dział Prenumeraty:**  
tel. (22) 568-99-22, faks (22) 568-99-00  
e-mail: prenumerata@avt.com.pl  
01-939 Warszawa, ul. Burleska 9

je zapisany do rejestru, a stacja wysyła odpowiedni komunikat do partnera. W przychodzącej jako odpowiedź transmisji, stacja partnerska podaje rzeczywisty stan swoich linii zapamiętywany w drugim rejestrze. Jeżeli stan rejestrów nie zgadza się oznacza to, że linia zwolniona w stacji A jest nadal zwierana w stacji B. Stacja A przeprowadza korektę ustawień swoich wyprowadzeń i ponownie wysyła komunikat do stacji B. Taka wymiana korespondencji trwa tak długo, aż układ stanów na wyprowadzeniach obydwu stacji będzie identyczny. Jedynym mankamentem takiego rozwiązania są krótkie dodatnie pikiny na linii zwalnianej w stacji A, która wciąż jest zwierana w stacji B. Czas trwania pików jest sumą czasów transmisji komunikatu ze stacji A do B i oczekiwania na odpowiedź.

2. Rozwiązaniem problemu wzajemnego zakłócania się stacji, które w tym samym momencie złączą swoją transmisję do partnera, jest zróżnicowanie czasu oczekiwania na odpowiedź, po którym każda ze stacji ponawia swoją transmisję. Jeżeli numer stacji A jest niższy niż numer stacji B, to czeka ona na odpowiedź przez czas równy 2 transmisjom, jeżeli jest wyższy, to czas oczekiwania jest równy 7 transmisjom. To zapobiega szkodliwej synchronizacji działania obydwu stacji i nieustannemu wzajemnemu zakłócaniu się. Między innymi z tego powodu numery obydwu stacji powinny być różne.

## Bascom kontra C

Już kilkakrotnie w listach od czytelników zdarzały się pytania o źródła programów i o to, czy są one pisane w popularnym Bascomie. Użytkowników tego pakietu muszą zmartwić, oprogramowanie do projektu nie było pisane w Bascomie lecz w języku C i kompilowane dla mikrokontrolera AT90S2313. W tym miejscu, chciałbym uciąć pojawiają-



Rys. 2. Schemat montażowy urządzenia

cią się niekiedy dyskusję o wyższości jednego bądź drugiego sposobu pisania oprogramowania. Zgodnie z przysłowiem „nie ważne czy kot jest czarny czy biały, ważne by łąpał myszy” nie jest istotne, jak oprogramowanie powstaje, ważne by działało. Ja używam języka C bo uważam go za wygodniejszy, ponadto nawet w wersji dla małych procesorów jest on bardzo podobny do „poważnych” kompilatorów i wielu rzeczy nie trzeba uczyć się dwukrotnie. Używam pakietu CodeVisionAVR, który działa bardzo przyzwoicie. Dodatkowo generuje pliki .cof, które mogą być wczytywane do darmowego pakietu narzędziowego firmy Atmel, czyli AVR Studio 4. Dzięki możliwości użycia dostępnego w tym pakiecie symulatora, dużo łatwiej i szybciej znajduje się błędy w pisaniu oprogramowaniu. Dodatkowo spodobała mi się polityka firmy, która stworzyła CodeVisionAVR (ciekawe, że jest to firma działająca w Rumunii) rozpowszechniająca jego darmową wersję ograniczoną jedynie rozmiarem kodu wynikowego, a nie czasem użytkowania.

## Montaż układu

Montaż obydwu stacji należy rozpocząć od wlutowania elementów do dwustronnych płytek drukowanych (rys. 2). W większość są to elementy przewlekane, kilka elementów montowanych powierzchniowo należy przylutować jako

pierwsze. Jeżeli przewidujemy zasilanie urządzenia z sieci, to w odpowiednim miejscu należy przylutować miniatury transformator. Jeżeli zastosujemy zewnętrzny zasilacz napięcia stałego lub zmiennego 9...12 V o wydajności prądowej 200...300 mA, to transformatora oczywiście nie trzeba wlutowywać. Zamiast tego kawałkami przewodu lub srebrzanki należy połączyć odpowiednie otwory dla wyprowadzeń transformatora tak, aby zewnętrzne zasilanie zostało doprowadzone do mostka prostowniczego B1. Ponieważ w układzie zasilacza zastosowany został mostek, więc nie jest istotna polaryzacja doprowadzanego z zewnątrz zasilania, ani to, czy jest to napięcie stałe czy zmienne. Dla złącza linii JP3-6 przewidziane zostały do montażu kostki zaciskowe w celu łatwego mocowania przewodów zewnętrznych dołączanych do stacji.

Płytkę łączą radiowego może pracować bez obudowy, jak i może być zamontowana w plastikowej obudowie chroniącej układ przed przypadkowymi zwarciami w czasie pracy. Otwory w płytce są przystosowane do jej mocowania w obudowie Z34B. W przypadku takiego wariantu zarówno płytka jak i pudełko obudowy muszą zostać odpowiednio do tego przystosowane.

Płytkę powinna być przykręcona do górnej części obudowy w takiej pozycji, aby zamontowane na niej elementy znalazły się na dole. Przed przykręceniem, należy w obudowie zaznaczyć i wywiercić kilka otworów. Będzie to otwór o średnicy 2 mm na antenę, otwór o średnicy 4 mm na wyprowadzenie oski przycisku i dwa 5 mm otwory dla diod sygnalizacyjnych nadawania i odbioru. Wszystkie te

```

List. 1. Procedura zamiany 8-bitowego słowa na dwa znaki ASCII
//tablica znaków ASCII
byte const ASCII [16] ={'0','1','2','3','4','5','6','7','8','9','A-
','B','C','D','E','F'};
//Wysyłanie dwóch znaków w kodzie ASCII reprezentujących bajt wejściowy
Hex_to_ASCII(byte val)
{
  putc(ASCII[val>>4]);
  putc(ASCII[val&0x0F]);
}

```

elementy powinny zostać zamontowane po przeciwnej stronie płytki, niż cała reszta układu. W obudowie należy także zrobić otwory lub szczeliny dla przewodów zaciskanych w kostkach wyprowadzeń JP3–6. Należy także pomyśleć o miejscu na doprowadzenie przewodu zasilania, najlepiej z dodatkową gumową odgiętką.

### Uruchomienie układu

Uruchomienie układu należy rozpocząć od sprawdzenia napięć dostarczanych przez obydwa stabilizatory. Dopiero później można włożyć do podstawki mikrokontroler, a do złącza moduł CC1000PP. Przed włożeniem do podstawki, mikrokontroler powinien oczywiście zostać zaprogramowany. Oprogramowanie mikrokontrolerów dla obydwu stacji jest identyczne z jednym wyjątkiem: numerem stacji. Numer ten wraz z kilkoma innymi parametrami musi być wstępnie zapisany do pamięci EEPROM mikrokontrolera. Bajt numeru zajmuje w pamięci pozycję 1E hex. Po wczytaniu do programatora pliku radio\_kn\_eep.hex, należy ręcznie zmienić numer tak, aby dla obydwu stacji był on różny. Pozostawienie identycznego numeru dla obydwu stacji spowoduje, że nie będą one mogły prawidłowo współpracować! Domyślnie, w pli-

ku radio\_kn\_eep.hex, bajt numeru na pozycji 1Eh ma wartość AAh.

Po sprawdzeniu poprawności montażu, należy włączyć pierwszą stację z naciśniętym przyciskiem P1. Stacja rozpocznie poszukiwanie partnera, wysyłając regularnie komunikat z zapytaniem, co będzie sygnalizowane migotaniem diody D5. Teraz należy włączyć zasilanie drugiej stacji także naciskając przycisk P1. Jeżeli wszystko działa normalnie obydwa stacje powinny nawiązać kontakt; na obydwu powinny dodatkowo zapalić się diody D4 po czym jeżeli wszystko jest w porządku diody obydwu stacji powinny przestać pulsować. W czasie tego pierwszego połączenia obydwa stacje zapamiętują numer partnera zapisując go do pamięci EEPROM swoich mikrokontrolerów. Przy następnych włączeniach stacje będą już rozpoznawały się automatycznie i nie ma potrzeby naciskania przycisku w momencie dołączania zasilania. Opisana powyżej procedura jest natomiast niezbędna, jeśli zdecydujemy się zmienić numer którejś ze stacji.

### Testy

Porty mikrokontrolera dołączone do wyjść JP3–6 mają wydajność kilku miliamperów i do testowania ich stanu można posłużyć się diodami LED połączonymi z masą i z wyjściem linii poprzez opornik ograniczający o wartości 470 Ω. Normalnie w stanie podstawowym linie mają poziom wysoki i wszystkie dołączone do nich diody powinny się świecić. Do zmiany stanu linii można wykorzystać zwykle przyciski zwierne. Końcówki przycisku należy połączyć z masą i wyjściem linii. W momencie naciśnięcia przycisku, powinna zgasnąć dioda na tej samej pozycji jednej i drugiej stacji. Po zwolnieniu przycisku diody testowe obydwu stacji powinny zapalić się na tych samych pozycjach.

Najprostszą antenę każdej stacji może stanowić kawałek drutu miedzianego o długości 16,4 cm. Zależnie od warunków w jakich obie stacje będą działać zasięg może się wahać od kilkudziesięciu do 200 m.

**Ryszard Szymaniak, EP**  
ryszard.szymaniak@ep.com.pl

#### WYKAZ ELEMENTÓW

##### Rezystory

R3, R4: 1 kΩ SMD1206

##### Kondensatory

C1, C2: 27 pF SMD1206

C3...C5: 100 nF SMD1206

CE1: 470 μF/16 V

CE2: 10 μF/16 V

##### Półprzewodniki

U1: 78L05

U4: AT90S2313 DIL20 zaprogramowany

U10: 74LVX125 SMD

U11: 74HCT126 SMD

B1: BRIDGE1 mostek prostowniczy dowolnego typu

MOD1: CC1000PP moduł transceivera

JP2...JP6: HEADER 2 kostki zaciskowe

D4, D5: LED

U6: LP2950 stabilizator +3 V

U5: MCP100 układ zerowania (opcjonalnie)

P1: SW–PB przycisk z ośką 9 mm

TR1: TEZ 0,5...9 V (opcjonalnie)

X1: 11,0592 MHz

## SZUKAMY AUTORÓW

**Redakcja Elektroniki Praktycznej nawiąże współpracę z elektronikami znającymi od strony praktycznej mikrokontrolery z rodzin: 68HC08 (szczególnie Nitrony), ARM (LPC2100), ST72 oraz mikrokontrolery z oferty firmy Renesas. Współpraca wiąże się z przygotowaniem publikacji, za które będą wypłacane atrakcyjne honoraria.**

**Zgłoszenia prosimy przesyłać na adres: ep@ep.com.pl.**

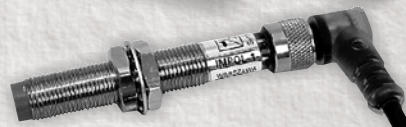
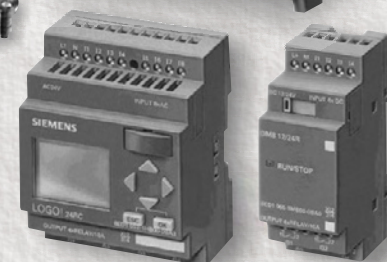
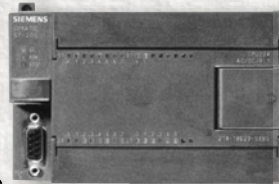




## AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA I ELEKTROTECHNIKA KOLEJOWA

- bezstykowe czujniki zbliżeniowe
- tachometry
- liczniki impulsów i czasu
- wskaźniki temperatury
- wskaźniki prądu i napięcia
- układy kontroli ruchu
- zasilacze przemysłowe 24VDC
- przekaźniki czasowe
- styczniki AC i DC
- złącza przemysłowe
- przełączniki i inne elementy stykowe
- sterowniki SIMATIC S7-200, S7-300
- falowniki SINAMICS, MICROMASTER
- panele operatorskie SIMATIC HMI
- moduły logiczne LOGO!
- przetworniki obrotowo-impulsowe

**Warsztaty z zakresu  
SIMATIC S7-200**



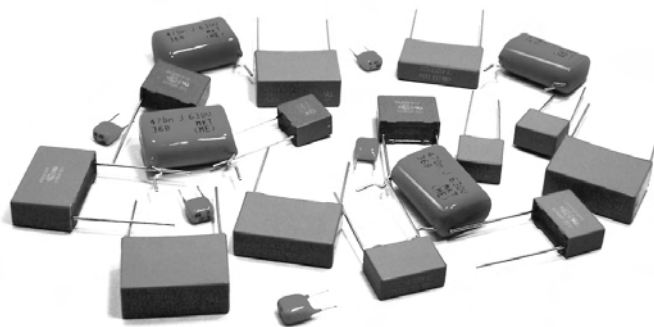
Więcej szczegółowych informacji:

**IMPOL-1 Sp.j.**  
02-255 Warszawa  
ul. Krakowiaków 103  
tel. (22) 886-56-02  
fax (22) 886-56-04  
www.impol-1.pl

**Na żądanie wysyłamy bezpłatne katalogi w/w wyrobów**

# Pilkor się lutuje!

Od 1 lipca 2006 będzie obowiązywać dyrektywa Unii o zakazie lutowania z użyciem ołowiu.



AUTORYZOWANY  
DYSTRYBUTOR



**ROPLA®**

Pilkor Electronics Co. Ltd. (dawniej Philips Electronics Korea Ltd.)  
to jeden z czterech światowych liderów w produkcji kondensatorów  
foliowych MKP klasy X2, MKT, PCX1, PCY2 nadających się  
do lutowania bezołowiowego. Rewelacyjne parametry i ceny.  
Sprawdź na naszej stronie [www.ropla.pl](http://www.ropla.pl)

Przed wszystkim  
kondensatory...