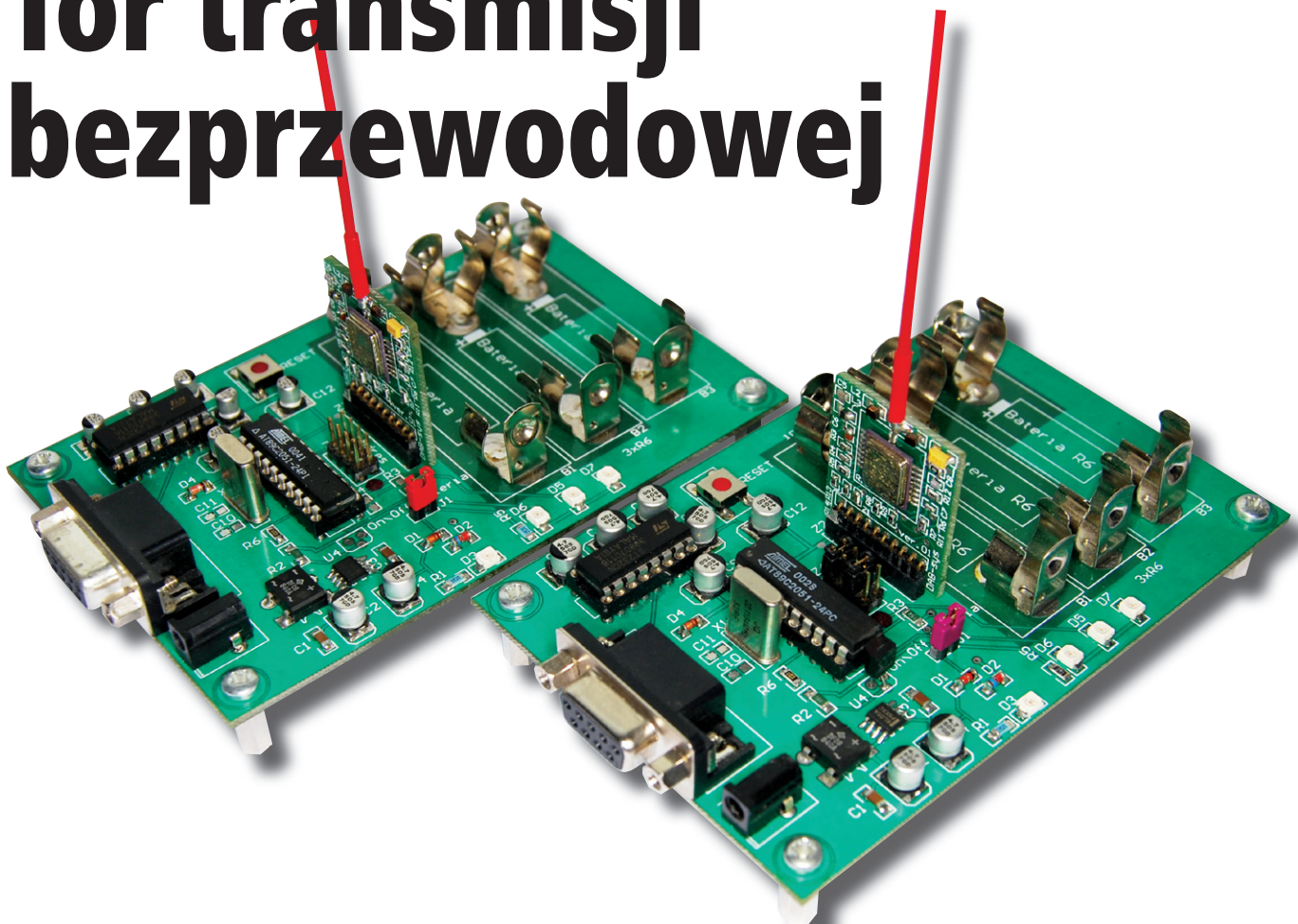


Tor transmisji bezprzewodowej



Minęły już czasy, gdy wykonanie bezprzewodowego toru transmisji danych drogą radiową było praktycznie niewykonalne dla elektronika nie posiadającego odpowiedniego sprzętu pomiarowego. Postęp jaki dokonał się w tej dziedzinie jest wręcz przeogromny. W artykule prezentujemy sposób wykonania toru radiowego z użyciem prostych modułów radiowych firmy RFM. Autor położył szczególny nacisk na bezpieczeństwo transmisji danych.

Rekomendacje: Projekt polecamy szczególnie konstruktorom zajmującym się budową torów radiowej transmisji danych w różnych aplikacjach. Urządzenie może też przydać się automatykom, modelarzom i entuzjastom robotyki.

AVT-5184

W ofercie AVT:
AVT-5184A – płytka drukowana

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki bazowa:
 - Wymiary: 117×76 mm
 - Mikrokontroler AT89C2051-24PI (lub AT89C4051-24PI)
 - Rezonator kwarcowy 22,1184 MHz
 - Interfejs RS232
 - Napięcie zasilania 9...12 VDC/VAC
 - Maksymalna prędkość transmisji 115200 kb/s
- Płytki modułu:
 - Wymiary: 26×30 mm
 - Napięcie zasilania 5 VDC
 - Maksymalna prędkość transmisji 22,5 kb/s

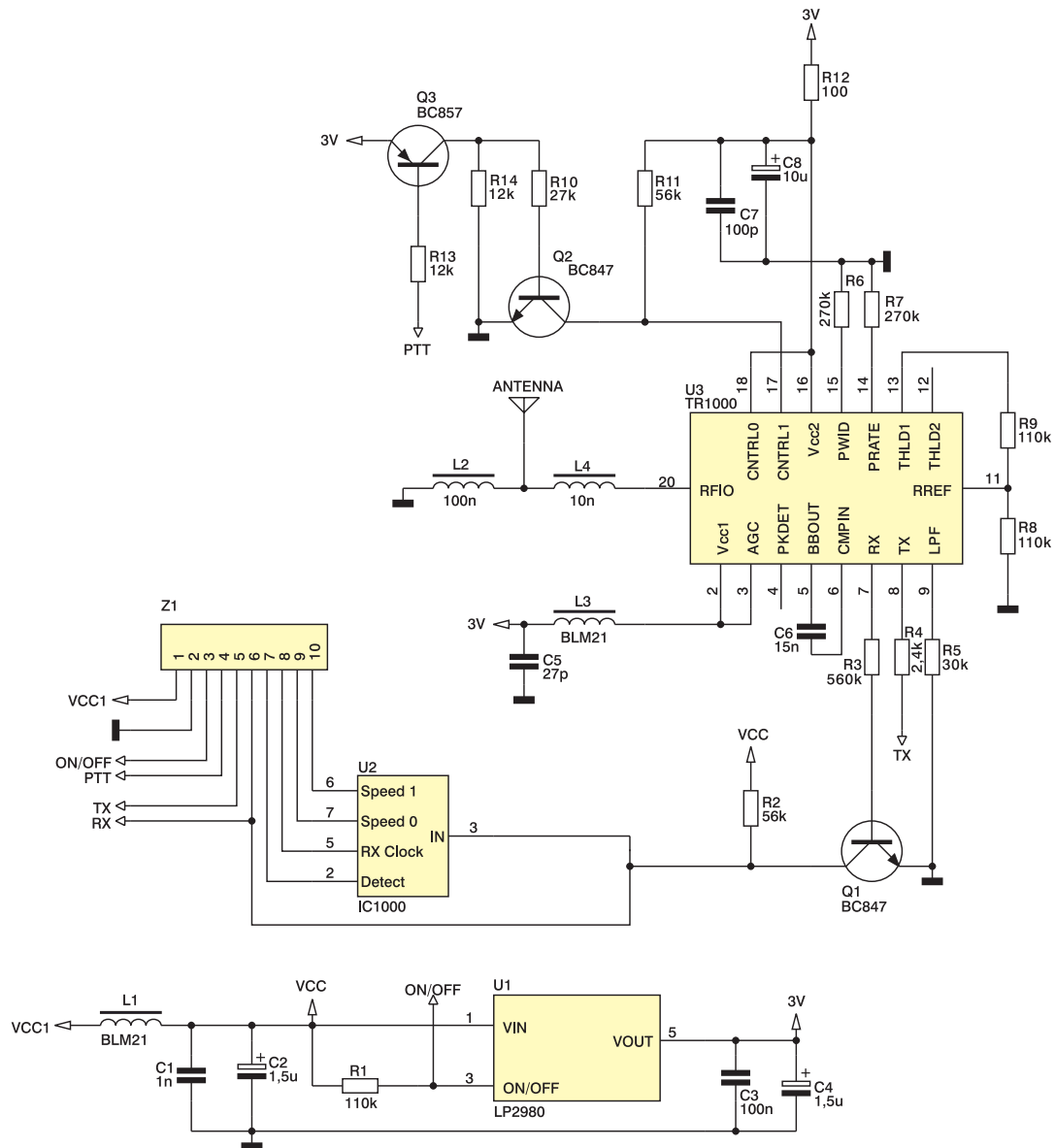
W jednym z moich projektów do transmisji danych pomiarowych z obiektu do komputera, miało być zastosowane łącze radiowe. Ze względu na to, że obiekt był w ruchu a dane o jego temperaturze musiały być przekazywane na bieżąco, zakładałem wykorzystanie gotowego modułu do transmisji danych, łatwego do kupienia u dystrybutorów. Co prawda, na rynku można kupić szereg różnych radiomodemu z dołączonym do nich bogatym oprogramowaniem narzędziowym, jednak ze względu na ich cenę, a często też z powodu gabarytów, nie mogły zostać wykorzystane w opracowywanym projekcie. Musiałem więc opracować taki modemu we własnym zakresie.

Pierwszy godny uwagi opis dotyczył układu GJRF400 firmy Gran-Jansen AS (firma ostatnio zmieniła nazwę na BlueChip Communication) z Norwegii. Co prawda, pobieżna analiza



PROJEKTY POKREWNE wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Radiomodemu na pasmo 433 MHz	EP 2/2004	AVT-563
Radiowy system zdalnego sterowania z kanałem zwrotnym	EP 7-8/2003	AVT-517
Tor transmisji danych na podczerwień	EP 9/2002	AVT-1350
Tor transmisji danych w podczerwieni	EP 8/1998	AVT-1187



Rys. 1. Schemat modułu radiowego

aplikacji wskazywała na to, że układ raczej nie będzie zastosowany w wyżej wymienionym projekcie z powodu dość dużej liczby elementów zewnętrznych, które czyniły montaż pracochłonnym oraz były powodem dosyć wysokiego kosztu modułu, jednak ze względu na wysokie parametry techniczne GJRF 400 i duże możliwości postanowiłem wykonać radiomodem na tym układzie z myślą o wykorzystaniu go w przyszłości, tym bardziej, że na stronie internetowej były dostępne pliki programów, potrzebne do zaprogramowania procesora PIC 16C63, który zapewniał komunikację między układem a światem zewnętrznym. Przeprowadzone testy potwierdziły wysokie walory praktyczne układu. Idealnie nadaje się on do transmisji danych w systemach z tzw. widmem rozproszonym – do dyspozycji mamy 32 kanały radiowe, od $f_{00}=433,92$ MHz do $f_{31}=434,69$ MHz. Praca z widmem rozproszonym zapewnia dużą odporność na zakłócenia oraz w znacznym stopniu eliminuje możliwość przechwycenia transmisji przez osoby trzecie. Przeglądając ostatnio firmową stronę internetową www.bluechip.no,

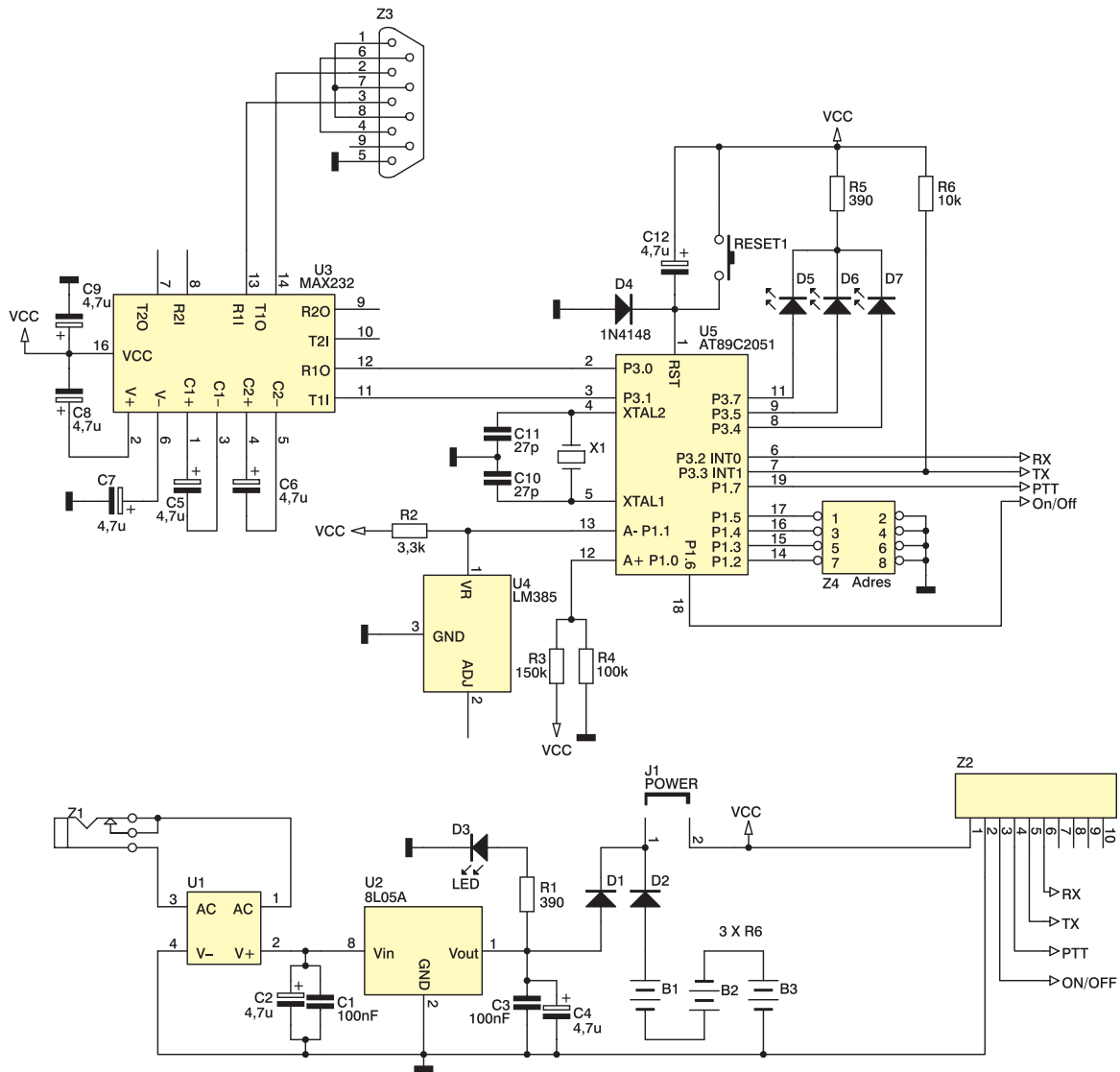
zauważyłem, że firma oferuje w chwili obecnej dość dużą gamę gotowych modułów opartych na układzie GJRF400.

W trakcie dalszych poszukiwań, w numerze 12/99 „Elektroniki Praktycznej”, znalazłem artykuł opisujący zestaw ewaluacyjny Virtual Wire DR1300-DK. Zestaw jest produkowany przez amerykańską firmę RF Monolithics, Inc. – w skrócie RFM – i ma pomagać użytkownikom w projektowaniu radiowych torów do dwukierunkowej transmisji danych cyfrowych. W oparciu o produkowane przez firmę RFM scalone transceivery serii TR 1000 i TR 3000 w krajach europejskich należy stosować układy TR1001 pracujące z częstotliwością 868,35 MHz lub TR 3000 na 433,92 MHz. Transceivery te zdawały się spełniać wszelkie warunki wynikające z założeń projektowych, należało jeszcze sprawdzić je w praktyce. Pozostało rozważyć czy zakupić gotowy kit, czy wykonać go samodzielnie. Podjęcie decyzji o samodzielnym wykonaniu układu ułatwiła jego cena – może jak na warunki zachodnie nieduża, jednak w polskich realiach nie do przyjęcia. Poza tym istniała obawa, że

zestaw nie spełni oczekiwań i zakup okaże się bezużyteczny.

Budowa i zasada działania

Na stronie internetowej firmy RFM (www.rfm.com) znalazłem wszystkie dane potrzebne do wykonania kitu, tj. schemat, dokładne opisy układów TR3000 oraz oprogramowanie. Dwa pierwsze próbne tory do transmisji danych wykonałem w taki sposób, że na jednej płytce umieściłem układ transceivera oraz procesor AT89C2051. Jedynym odstępstwem od oryginalnej aplikacji było zastąpienie MAX 218 układem MAX 232, który jest tańszy i można go nabyć bez problemu. Pewną trudnością może być wlutowanie układu TR3000, ponieważ pola lutownicze umieszczone są na spodniej stronie podłoża ceramicznego i po przyłożeniu go do druku nie ma do nich dostępu. I tu też okazało się, że firma RFM poważnie traktuje swoich klientów, ponieważ umieszcza dokładny opis okraszony szeregiem fotografii obrazujących krok po kroku proces wlutowania układu (naprawdę jest to możliwe do wykonania). Meto-



Rys. 2. Schemat płytki bazowej

dę tę warto jednak zastosować dopiero przy montażu końcowym, ponieważ tak wlutowany transceiver jest praktycznie nie do odzyskania. Do prób i testów warto go wlutować w trochę inny sposób, zastosowany w powodzeniem przeze mnie – do pół kontaktowych transceivera trzeba najpierw przylutować krótkie odcinki cienkiej srebrzanki. Po uprzednim wyrównaniu ich za pomocą nożyczek, tak, aby miały równą długość i ukształtowaniu płaskoścypami, by pasowały do pół lutowniczych obwodu drukowanego. Tak spreparowany układ możemy bez problemu wlutować, a gdy zajdzie taka konieczność, możemy go za pomocą nożyczek wyciąć i nieuszkodzony powtórnie użyć.

Do prób użyłem programu terminalowego ściągniętego ze strony internetowej firmy RFM, który znajduje się w pliku „vwt97v02”. Po zaprogramowaniu procesora (plik z oprogramowaniem sw000205.asm, otrzymałem od firmy RFM po uprzednim wypełnieniu formularza na stronie internetowej) przystąpiłem do testów. Wyniki testów potwierdziły wysokie walory transceiverów, transmisja odbywała się bez problemów, pakiety były kwitowane jako poprawne na ogół za pierwszym razem, sporadycznie

strona odbiorcza żądała powtórnej transmisji któregoś z nich. W związku z powyższym został opracowany docelowy moduł transceivera, którego opis postaram się pokrótce przedstawić.

Transceiver pracuje w typowej aplikacji w konfiguracji z modulacją OOK zapewniającej maksymalny transfer danych w torze radiowym z prędkością 22,5 kbps. W związku z tym, że część mikroprocesorowa urządzenia na ogół zasilana jest napięciem 5 V, a układy serii TR 1000 i TR 3000 mogą być zasilane napięciem z zakresu 2,7 do 3,5 V, na płytce umieszczono scalony stabilizator typu LP2980, który dostarcza napięcie zasilające transceiver o wartości 3 V. Stabilizator ten posiada możliwość wyłączenia go za pomocą stanu logicznego przyłożonego do wyprowadzenia On/Off, dzięki temu procesor ma możliwość wyłączenia lub włączenia modułu. Tranzystory T1 i T3 zapewniają konwersję poziomów między procesorem a układem TR 3000, a tranzystor T2 spełnia rolę klucza „nadawanie/odbiór”.

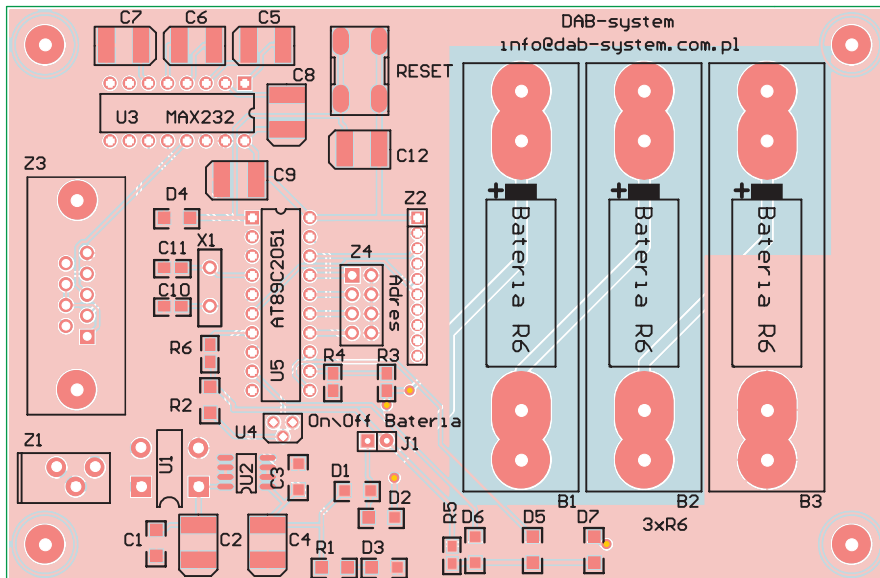
Na płytce umieszczono również układ IC1000. Jest to ekstraktor danych, również produkowany (zaprogramowany) przez firmę RFM. W rzeczywistości jest to procesor PIC12LC508A

z oprogramowaniem, które analizuje dane obierane przez transceiver, po wykryciu sekwencji startowej Pin 2 „Start Detect” zmienia stan na przeciwny, w tym momencie w takt sygnału zegarowego Pin 5 „Rx Clock” możemy odczytywać dane pojawiające się na wyprowadzeniu „RX Data” transceivera. Przez zmianę stanu logicznego wyprowadzeń Pin 6,7 „Speed 0, Speed 1” możemy ustawić jedną z czterech prędkości odbioru danych, tj. 2400, 4800, 9600, 19200 bps. Zastosowanie układu IC1000 w znacznym stopniu upraszcza nam stworzenie oprogramowania sterującego pracą modułu transceivera. Moduł o wymiarach 30×26×7 mm został zmontowany na płytce z drukiem dwustronnym, z metalizacją otworów, wszystkie elementy SMD.

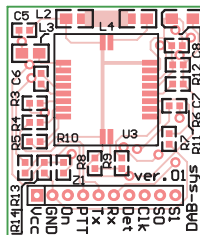
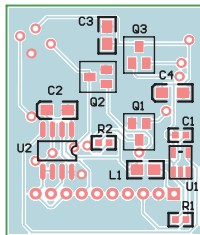
Uruchomienie

Schemat modułu radiowego umieszczono na rys. 1, natomiast płytki bazowej na rys. 2. Na dalszych (rys. 3 i rys. 4) umieszczono schematy montażowe obu płytek.

Na płytce bazowej swoje miejsce znalazły procesor, mostek prostowniczy i stabilizator, co umożliwia zasilanie całości z zewnętrznego zasilacza. Dodałem również układ LM385,



Rys. 3. Płytki bazowa



Rys. 4. Płytki modułu

który dostarcza napięcie odniesienia dla komparatora umieszczonego w strukturze procesora. Umożliwia to automatyczne monitorowanie napięcia zasilającego przez procesor w przypadku, gdy układ jest zasilany z baterii i powiadomienie stacji bazowej o rozładowaniu baterii. Na płytce umieszczone są trzy diody LED, dwie z nich spełniają szczególnie ważne zadanie podczas przeprowadzanych testów. Dioda D7 sygnalizuje odbiór sygnału radiowego (niekiedy „naszego”) – umożliwia nam to ocenę ewentualnych zakłóceń w miejscu zamontowania modułu i podjęcie kroków zaradczych.

Pierwszym działaniem może być odpowiednie dobranie długości anteny. W większości przypadków stosowałem jako antenę prosty odcinek przewodu o długości ok. 250 mm. Jeżeli po umieszczeniu modułu w miejscu docelowym dioda D7 rozbłyśka sporadycznie lub są przerwy w jej świeceniu wynoszące około 1 s, moduł jest w stanie odebrać poprawnie pakiety.

Problem pojawia się wtedy, gdy dioda świeci prawie bez przerwy, co wskazuje na

duży ciągły poziom zakłóceń i tu można spróbować dobrać długość anteny na minimum zakłóceń. Ujmujemy w dwa palce antenę w odległości ok. 5 cm od punktu jej przyłutowania do płytki i powoli przesuwamy ku górze, równocześnie obserwując diodę, na ogół znajdziemy taką wysokość, na której poziom zakłóceń ulega radykalnemu zmniejszeniu i w tym miejscu odcinamy zbędny odcinek przewodu znajdujący się między palcami. Oczywiście, jest to prymitywna metoda, jednak tania i w wielu wypadkach dająca dobre rezultaty. Jeżeli w żaden sposób nie da się ograniczyć zakłóceń do takiego poziomu, aby była możliwość przeprowadzenia transmisji, pozostaje nam tylko zastosować układ TR1001 pracujący na mniej rzadziej wykorzystywanej częstotliwości 868,35 MHz. Druga dioda D6 wskazuje, że został odebrany poprawny pakiet danych. Obie diody warto zastosować w układach docelowych, informacji, jakich mogą udzielić – ułatwi nam to przeprowadzenie diagnostyki w razie wystąpienia jakichkolwiek problemów z transmisją danych; dioda D5 sygnalizuje transmisję danych z komputera.

Podsumowanie

Moduły firmy RFM są godne polecenia wszędzie tam, gdzie użytkownikom zależy na stworzeniu taniego i pewnego łącza radiowego do transmisji danych. Dodatkowym atutem jest niewielka cena transceiverów serii TR1000 i TR3000, prosta aplikacja oraz niewielka ilość dodatkowych elementów zewnętrznych. W przypadku gdy maksymalny transfer danych o prędkości 115,2 kbps okaże się za mały, można zastosować układ TR1100, który zapewnia prędkość rzędu 1 Mbps. Nie do pogardzenia jest też bogate wsparcie techniczne dostępne na stronie internetowej firmy RFM, zawierające bardzo dokładne opisy oferowanych układów. Zamieszczono tam również sporo programów wraz ze źródłami, co

WYKAZ ELEMENTÓW

Płytki bazowa

Rezystory (0805)

R1, R5: 390 Ω
R2: 3,3 kΩ
R3: 150 kΩ
R4: 100 kΩ
R6: 10 kΩ

Kondensatory (SMD)

C1, C3: 100 nF
C2, C4...C9, C12: 4,7 μF/50 V
C10, C11: 27 pF

Półprzewodniki

U1: Mostek prostowniczy DF08 (DIL)
U2: 8L05A (SMD)
U3: MAX232 (DIP)
U4: LM385 (TO92)
U5: AT89C2051 (DIL)

D1, D2, D4: 1N4148 (SMD)

D3: LED SMD żółta
D5, D6, D7: LED SMD zielona

Inne

Z1: złącze zasilania
Z2: gniazdo goldpin 1×10 (raster 2 mm)
Z3: gniazdo kątowe DB9F
Z4: goldpin 2×4 + 2× jumper
J1: goldpin 1×2 + jumper
X1: rezonator kwarcowy 22,1184 MHz
RESET1: mikroswitch (SMD)
B1, B2, B3: gniazda baterii R6 (3 kpl.)
Podstawki DIL16, DIL20: × 1 szt.

Moduł radiowy

Rezystory (0603)

R1, R8, R9: 110 kΩ
R2, R11: 56 kΩ
R3: 560 kΩ
R4: 2,4 kΩ
R5: 30 kΩ
R6, R7: 270 kΩ
R10: 27 kΩ
R12: 100 Ω
R13, R14: 12 kΩ

Kondensatory (SMD)

C1: 1 nF
C2, C4: 1,5 μF
C3: 100 nF
C5: 27 pF
C6: 15 nF
C7: 100 pF
C8: 10 μF

Półprzewodniki (SMD)

U1: LP2980
U2: IC1000
U3: TR1000
T1, T2: BC847
T3: BC857
L1, L3: BLM21
L2: 100 nH
L4: 10 nH

Inne

Z1: listwa goldpin łamana 1×10 (raster 2 mm)

powinno ułatwić tworzenie własnego oprogramowania.

Pozostaje jeszcze odpowiedź na pytanie, czy samodzielne wykonanie układu – kitu – było opłacalne, odpowiedź w tym konkretnym przypadku brzmi: tak. Koszt całości łącznie z wykonaniem profesjonalnych obwodów drukowanych wyniósł około 35% ceny zbytu zestawu ewaluacyjnego *Virtual Wire* firmy RFM.

Andrzej Biliński
dabsystem@republika.pl

