

# Radiowe tory transmisji cyfrowej

## Zestaw ewaluacyjny Virtual Wire

*W artykule prezentujemy zestaw testowy Virtual Wire, który firma RFM opracowała dla najnowszej rodziny hybrydowych transceiverów radiowych do cyfrowej transmisji danych TR3000.*

Systemy radiowe małej mocy, służące do bezprzewodowej ochrony mienia, sterowania i transmisji danych, dysponują zazwyczaj mocą nadawania mniejszą od 1 mW i zasięgiem od 3 do 60 m. Światowa produkcja tego typu urządzeń przekracza aktualnie 60 milionów w roku. Stale pojawiają się też nowe możliwości ich zastosowań, a sprzedaż roczna, jak się oczekuje, powinna osiągnąć pod koniec tej dekady 100 milionów sztuk.

Do klasycznych już dziś zastosowań systemów radiowych małej mocy należą sterowniki otwierania drzwi garażowych domowe i samochodowe systemy alarmowe, tj. urządzenia, w których transmisja sygnału radiowego odbywa się tylko w jednym kierunku. W ostatnim czasie pojawiło się i rośnie nadal zapotrzebowanie na systemy charakteryzujące się dwukierunkowym przesyłaniem danych. Systemy te pozwolą na wyeliminowanie kłopotliwych w instalowaniu przewodów w wielu produktach wykorzystujących technikę cyfrową, podobnie jak telefony bezprzewodowe wyeliminowały już potrzebę prowadzenia kabli telefonicznych. Oto tylko niektóre z możliwości zastosowań nowych systemów: czynniki kodu paskowego i drukarki nalepek z kodem paskowym; „inteligentne” nalepki ułatwiające odszukanie i identyfikację towarów w magazynie; bezprzewodowe, automatyczne systemy pomiarowe; czytniki kart kredytowych i drukarki rachunków, przenośne urządzenia do zbierania danych, urządzenia śledzące położenie obiektów w terenie, łącza telekomunikacyjne dla terminali do komputerów przenośnych typu HPC (ang. High Performance Computers)

i osobistych cyfrowych asystentów PDA (ang. Personal Digital Assistant), sportowe urządzenia telemetryczne, systemy przeglądania danych, samochodowe urządzenia diagnostyczne, czujniki alarmowe, karty identyfikacji osób kontroli dostępu.

Większość systemów bezprzewodowych małej mocy wysyła i odbiera sygnały radiowe w kanałach używanymi wspólnie z innymi urządzeniami radiowymi. Stąd też użytkownicy tych urządzeń borykają się z problemami zakłóceń wynikającymi z interferencji przesyłanych sygnałów. W związku z tym zjawiskiem, systemy radiowe małej mocy muszą być tak zaprojektowane, aby nie były w stanie stworzyć niebezpiecznej sytuacji dla użytkownika, nie spowodować uszkodzenia systemu lub innych obiektów, a także nie doprowadzić do utraty ważnych danych.

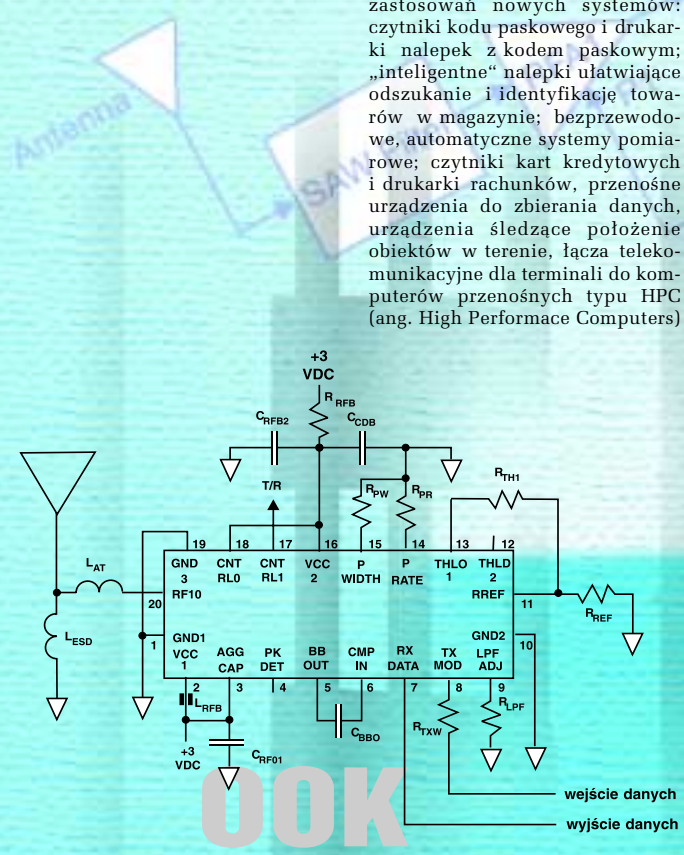
Firma RF Monolithics (RFM) specjalizująca się w produkcji zarówno podzespołów jak i kompletnych modułów przeznaczonych do radiowej transmisji sygnałów, wprowadziła ostatnio na rynek scalony transceiver TR3000. Układ ten przeznaczono specjalnie do zastosowań w dziedzinie transmisji danych cyfrowych drogą radiową na niewielkie odległości. Ten hybrydowy układ scalony w ceramicznej obudowie charakteryzuje się: dużą odpornością na zakłócenia, małymi wymiarami, niewielkim poborem prądu, znikomą liczbą elementów zewnętrznych i bardzo korzystną ceną. Duża elastyczność konfiguracji ułatwia konstruktorowi optymalizację układu do konkretnych zastosowań.

Część odbiorcza układu TR3000 odznacza się dużą czułością i stabilnością. Detektor logarytmiczny o szerokim zakresie dynamiki, w połączeniu z układem cyfrowego ARW oraz układem segmentowania danych (ang. data slicer), zapewnia doskonałą odporność na zakłócenia wewnątrzkanałowe. Dwa takie układy segmentowania danych, wykorzystywane do konwersji sygnałów analogowych na strumień danych, odznaczają się dużą czułością progową dla sygnałów o małych poziomach (z możliwością regulacji progu), a także dobrym tłumieniem sygnałów interferencyjnych. Logarytmiczny detektor odbiornika charakteryzuje się dynamiką przekraczającą 70dB, co w połączeniu z 30-decybelowym tłumieniem wnoszonym przez układ cyfrowego ARW pozwala na uzyskanie cał-

kowitego zakresu dynamiki równego aż 100dB. Dzięki tak dużej wartości tego parametru, kilka transceiverów może pracować w niewielkiej odległości od siebie nie zakłócając się. Ponadto układ ARW chroni ich odbiorniki przed nasyceniem w momencie pojawienia się silnych sygnałów interferencyjnych. Wyjątkowo dobre tłumienie zakłóceń pochodzących spoza kanału uzyskano stosując w odbiorniku dwustopniowy filtr z falą powierzchniową (SAW).

Transceiver umożliwia nadawanie jak i odbiór sygnałów modulowanych zarówno w trybie kluczowania amplitudy ASK (ang. amplitude-shift keyed), z możliwością regulacji głębokości modulacji, jak i w trybie bistabilnym OOK (ang. on-off keyed). Wyjątkowo duża szybkość przesyłania danych w trybie modulacji ASK wynosi 115,2kb/s. Nadajnik transceiwera pracuje poprawnie aż do częstotliwości 1 GHz i ma możliwość regulacji mocy szczytowej. W nim również wykorzystano filtrowanie typu SAW, tym razem do tłumienia wytwarzanych przezeń sygnałów harmonicznych mogących przedostać się do anteny.

Układ TR3000 pracuje stabilnie w zakresie napięć od 2,7 do 3,5 V i pobiera ze źródła niewielki prąd, którego wartość zależy od wybranej prędkości transmisji i typu modulacji. Wybierając, na przykład modulację OOK i prędkość przesyłania danych 2,4 kb/s, uzyskuje się przy odbiorze niewielki pobór prądu rzędu 1,8 mA (zwiększający się wraz ze wzrostem prędkości transmisji, ale wynoszący np. przy prędkości 115,2 kb/s tylko 4,8 mA), zaś przy nadawaniu nie przekraczający 12 mA. Dodatkową oszczędność źródła zasilania, którym najczęściej są baterie, przyniosło zastosowanie specjalnego trybu „uspiania” transceiwera (ang. Sleep Mode), w którym pobór prądu spada do zaledwie 5µA. Przy transmisji 24 kb/s, modulacji OOK i częstotliwości pracy od 433,72 do 434,12MHz, czas przełączenia transceiwera z trybu nadawania na odbiór wynosi 19,2 ms, a z trybu odbioru na nadawanie - 12 µs. Podobnie przejście z nadawania na



Rys. 1 Schemat aplikacyjny transceiwera TR3000 pracującego w konfiguracji z modulacją OOK.

odbiór i odwrotnie, w trybie ASK i przy prędkości 115,2 kb/s wymaga odpowiednio 520  $\mu$ s i 12  $\mu$ s. Cztery tryby pracy transceivera: odbiór, nadawania z modulacją ASK, nadawanie z modulacją OOK i stan uśpienia są kontrolowane przez specjalną funkcję *Modulation and Bias Control*.

Transceiver TR3000 pracuje poprawnie zarówno przy ujemnych jak i dodatnich temperaturach (-40..+85°C). Schematy aplikacyjne transceivera pracującego z modulacją OOK i ASK przedstawiono na rys. 1 i 2.

Aby wspomóc konstruktorów aplikacji układu TR3000, wykorzystujących systemy z dwukierunkowym przesyłaniem danych cyfrowych drogą radiową, firma RFM wyprodukowała zestaw uruchomieniowy Virtual Wire DR1300-DK.

Zestaw ten zawiera zarówno urządzenia jak i oprogramowanie umożliwiające realizację połączenia bezprzewodowego między dwoma komputerami PC z wykorzystaniem do tego celu złącz interfejsów szeregowych RS-232C tych komputerów oraz systemu operacyjnego MS-DOS. Zestaw umożliwia budowę dwóch węzłów dwukierunkowej transmisji danych i zawiera: dwie płytki drukowane z układami radiowymi, dwie płytki mikrokontrolera; dwie anteny referencyjne, dyskietkę z oprogramowaniem umożliwiającym tworzenie przykładowych aplikacji oraz instrukcję obsługi.

**Płytki radiowa**

Sercem płytki radiowej jest przedstawiony powyżej scalony transceiver TR3000. Oba transceivery zestawu uruchomieniowego DR-1300DK (po jednym na każdej płytce) zostały skonfigurowane na częstotliwość pracy 433,92 MHz (pasmo UHF), z dwukierunkowym przesyłaniem danych z prędkością 23 kb/s z modulacją typu OOK.

Zestaw umożliwia uzyskanie maksymalnego zasięgu transmisji danych 60 m w terenie otwartym. Jakkolwiek zasięg ten, w określonych warunkach, może być znacznie ograniczony przez przeszkody w postaci np. metalowych elementów budowlanych, inne znajdujące się w pobliżu nadajniki radiowe i urządzenia elektroniczne wytwarzające zakłócenia.

Oba transceivery wyposażono w dopasowane anteny. Anteny te

lutuje się bezpośrednio do płytki radiowej. Producent dopuszcza stosowanie innych zakupionych oddzielnie (lecz dopasowanych) anten, jak również anten umieszczonych z dala transceivera i połączonych z płytką transceivera 50-omowym przewodem koncentrycznym. Ten ostatni przypadek może mieć miejsce przy pracy transceivera w warunkach silnych zakłóceń emitowanych przez mikroprocesory o dużej częstotliwości pracy, układy logiczne o dużej prędkości przełączania oraz silniki zawierające szczotki. W takim wypadku transceiver umieszcza się w metalowym pudełku.

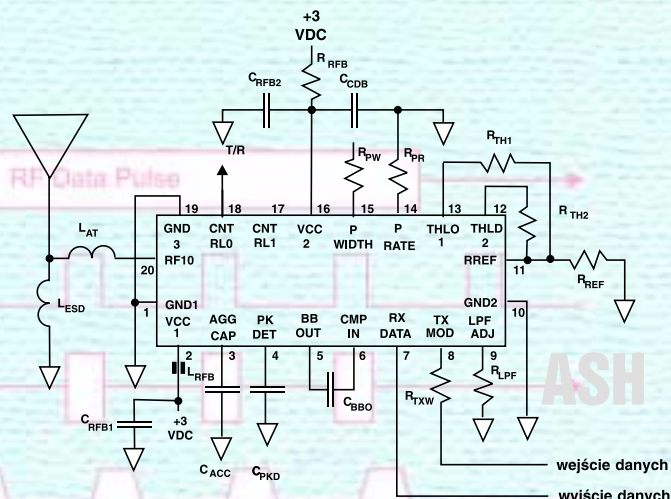
Płytkę radiową można dołączyć bezpośrednio do portu szeregowego komputera, lecz rezultaty z pewnością nie będą zadowalające. Po pierwsze, detekcja błędów w takim przypadku będzie ograniczona do sprawdzania jedynie parzystości, co może spowodować przedostawanie się wielu błędnych sygnałów. Ponadto, słabe równoważenie składowej stałej znacznie zredukuję zakres transmisji danych.

Płytkę radiową wymaga zasilania napięciem stałym z zakresu od 2,7 do 3,3 V, przy tętnieniach nie przekraczających 10 mV i maksymalnym prądzie obciążenia rzędu 12 mA. Prąd w stanie spoczynkowym, w trybie odbioru, przy zasilaniu 3 V wynosi ok. 5,5 mA.

**Płytki mikrokontrolera**

Aby zlikwidować ww. niedogodności zestaw uruchomieniowy zawiera płytkę mikrokontrolera, wykorzystywanego do realizacji kodowania pakietowego sygnałów - systemu stosowanego już szeroko w internecie i telefonii komórkowej. Popularne systemy kodowania pakietowego umożliwiają skuteczne wykrywanie błędów oraz kodowanie np. kierunku transmisji (adresy „do“ i „od“). Dzięki temu transmisja danych może odbywać się w sposób wysoce zautomatyzowany i wolny od błędów.

Zestaw uruchomieniowy umożliwia przyporządkowanie każdej płytce mikrokontrolera jednego z piętnastu adresów węzłów, przy czym adres „0“ jest przyporządkowany do wszystkich węzłów systemu. Wybór adresu węzła dokonuje się umieszczając zworę w odpowiednim miejscu płytki. Na przykład węzeł o adresie „1“ mo-



Rys. 2 Schemat aplikacyjny transceivera pracującego w konfiguracji z modulacją ASK.

że przesyłać sygnał odczytu kodu paskowego do węzła o adresie „2“, podczas gdy, w tym samym pomieszczeniu, węzeł o adresie „4“ przesyła sygnał z czytania kodu paskowego do węzła o adresie „7“. Ze względu na to, że średnie wykorzystanie kanału transmisyjnego przez zestaw DR-1300-DK jest mniejsze od 12%, wysyłane dane rozchodzą się bezkolizyjnie i bez potrzeby powtarzania transmisji. Płytkę zawiera 8-bitowy mikrokontroler oraz interfejs szeregowy RS-232C.

Podwójny scalony transceiver MAX218 dokonuje konwersji sygnałów doprowadzanych do wejścia interfejsu RS-232C na sygnały o poziomach CMOS (4,5 V) i odwrotnie - „CMOS-owy“ sygnał z wyjścia szeregowego mikrokontrolera jest przetwarzany na sygnał w standardzie RS-232C. W łatwy sposób (usuwając, układ scalony i montując zwory) można skonfigurować płytkę do bezpośredniego sterowania sygnałami o poziomach CMOS. Pracą układu MAX218 steruje mikrokontroler tak, aby zminimalizować średni pobór mocy. Trzy diody LED umożliwiają diagnostykę pracy urządzenia sygnalizując odpowiednio stan: odbioru sygnału radiowego, odbioru ważnego pakietu danych radiowych oraz odbioru wiadomości z komputera. Układy na płytce mikrokontrolera są zasilane za pomocą trzech baterii R6.

**Oprogramowanie**

Wewnętrzny pakietowy program „link-layer protocol“, zaszyty w pamięci mikrokontrolera, automatycznie zapewnia poprawny obieg informacji, tj. odbiór pozbawiony błędów i przez właściwy węzeł systemu. Program ten umożliwia: detekcję błędów, 4-bitowe adresowanie „od/do“ (z maksymalną liczbą 15 adresów węzłów), automatyczne powtarzanie komunikatów (maksymalnie 8 prób), sygnalizację awarii oraz kodowanie pakietowe z równoważeniem składowej stałej z maksymalną liczbą 32 bajtów na pakiet (w kodzie ASCII lub binarnym).

Integrację przekazywanych do komputera głównego danych, za pośrednictwem portu szeregowego (w trybie pół-dupleks), zapewnia 16-bitowa metoda obliczeniowa wykrywania błędów ISO3309. Port szeregowy pracuje z prędkością transmisji 19 kb/s, z ośmioma bitami danych (jeden bit stopu, brak bitu parzystości). Prędkość przesyłania danych, po stronie radiowej, wynosi 23 kb/s.

Ponadto, wraz z zestawem DR1300-DK jest dostarczany, na jednej dyskietce, prosty zarządzający program terminalowy z kodem źródłowym, współpracującym z programem „Virtual Wire link-layer protocol“ mikrokontrolera.

**Leszek Halicki**

Firmę RFM na polskim rynku reprezentuje firma Gamma, tel. (0-22) 663-83-76.