

Układy radiowe na pasma ISM - firmy Infineon

Firma Infineon jest producentem m.in. scalonych układów radiowych przeznaczonych do stosowania w bezlicencyjnych pasmach ISM (Industrial, Scientific, Medical). W artykule przedstawiamy układy wybrane z oferty tej firmy, przystosowane do pracy w europejskich pasmach 434 MHz i 868 MHz.



Infineon produkuje trzy grupy układów radiowych ISM: nadajniki, odbiorniki oraz transceivery. Są one przystosowane do przesyłania danych z wykorzystaniem dobrze znanych modulacji FSK lub ASK i charakteryzują się stosunkowo niewielką liczbą elementów zewnętrznych koniecznych do prawidłowej pracy.

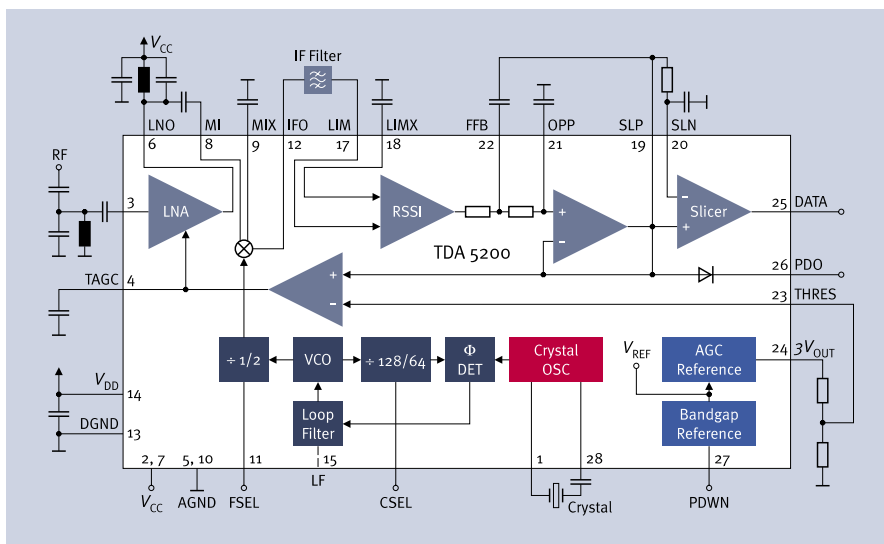
Układy, które przedstawimy w artykule, doskonale nadają się do stosowania w systemach zdalnego sterowania, w lokalnych systemach telemetrycznych, systemach alarmowych, w systemach bezprzewo-

dowej transmisji danych cyfrowych na niewielkie odległości, a także wielu innych aplikacjach.

Odbiorniki

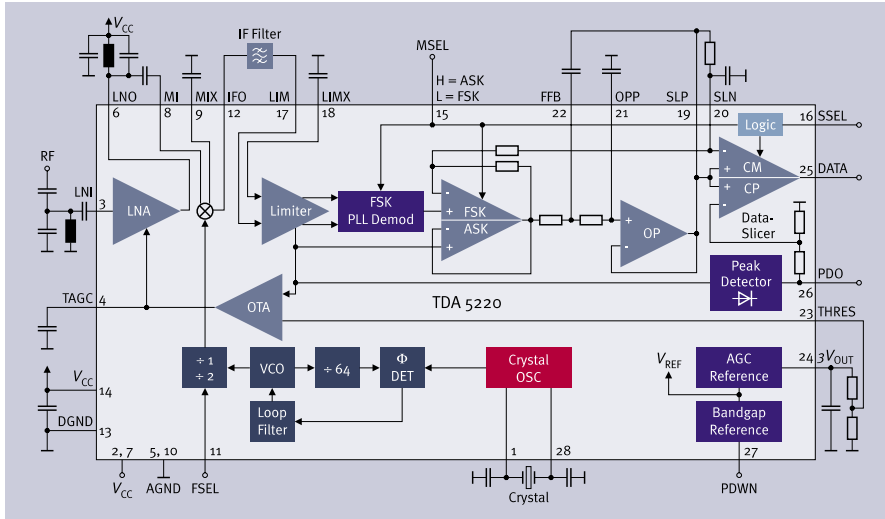
Odbiorniki na pasma ISM produkowane przez firmę Infineon wyposażono w superheterodynowe tory odbiorcze, dzięki czemu ich selektywność i czułość są wysokie. Schemat blokowy odbiornika TDA5200 (może pracować w pasmach 434 i 868 MHz, modulacja ASK) pokazano na **rys. 1**. W strukturze układu producent zintegrował cały tor odbiorczy, łącznie

z syntezą częstotliwości, wzmacniaczem częstotliwości pośredniej oraz obwodami formującymi wyjściowy sygnał danych, dzięki czemu liczba niezbędnych elementów zewnętrznych jest niewielka. Układ jest przystosowany do zasilania napięciem o wartości 4,5...5,5 V, przy którym pobór prądu nie przekracza 4,6...4,8 mA. Odbiornik wyposażono w wejście umożliwiające sprzętowe przełączenie go w tryb obniżonego poboru mocy („uśpienie”), w którym układ pobiera nie więcej niż 100 μ A. Maksymalna zalecana przez producenta prędkość transmisji danych wynosi 4 kb/s (przy poziomie sygnału wejściowego 1-6...-13 dBm), przy której wartość współczynnika BER (Bit Error Rate) wynosi $2 \cdot 10^{-3}$. Dane przesyłane torem radiowym z układem TDA5200 powinny być kodowane



Rys. 1. Schemat blokowy odbiornika TDA5200





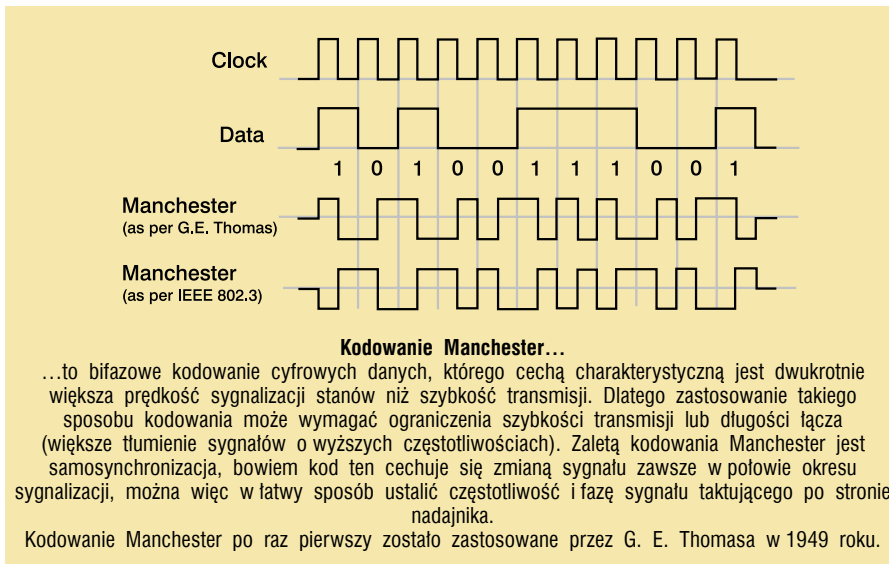
Rys. 2. Schemat blokowy odbiornika TDA5220

kodek Manchester. Standardowy zakres temperatur pracy układu TDA5200 wynosi $-40...+85^{\circ}\text{C}$.

Nieco większe możliwości oferuje użytkownikom odbiornik

TDA5210, który jest „pinowo” zgodny z układem TDA5200, ale może odbierać także sygnały FSK. Podstawowe cechy i możliwości tego układu są takie same jak

TDA5200, jedynie – ze względu na nieco bardziej skomplikowaną budowę – TDA5210 pobierają nieco większy prąd (w zależności od trybu pracy 5,2...5,9 mA) przy takim samym napięciu zasilania. Obydwa opisane odbiorniki wyposażono w wewnętrzne komparatory (*slicery*) służące do ekstrakcji z toru odbiorczego sygnału danych, przy czym poziom odniesienia dla komparatora jest generowany automatycznie. Taki sposób pracy komparatora jest możliwy także w kolejnym odbiorniku – TDA5220 (jego schemat blokowy pokazano na rys. 2) – ale dodatkowo przewidziano możliwość „uszywnienia” wartości napięcia referencyjnego, co pozwala w niektórych przypadkach zwiększyć maksymalną prędkość transmisji danych (nawet do 100 kb/s). Typowa maksymalna prędkość transmisji danych wynosi 4 kb/s, zalecana wartość napięcia zasilającego wyno-



Oznaczenia układów ISM firmy Infineon

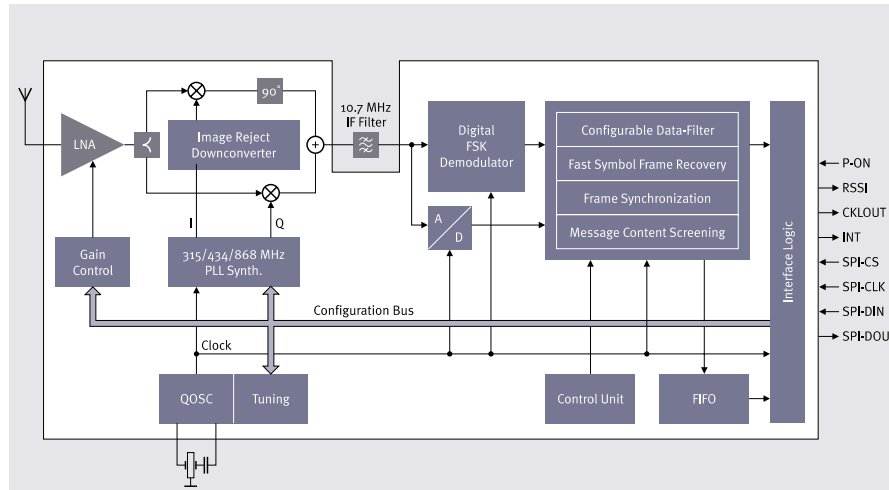
Transceivery
TDA 525 Z
 Zakres częstotliwości
 0 : 868MHz
 1 : 315 MHz
 2 : 915 MHz
 5 : 434 MHz

Odbiorniki
 Zakres częstotliwości
 0 : 434MHz / 868MHz
 1 : 315MHz
 2 : 915 MHz

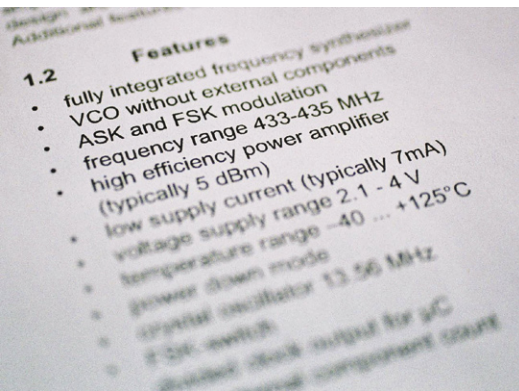
TDA 52 y Z
 Rodzaje modulacji
 0 : ASK
 1 : ASK/FSK
 2 : Switchable ASK/FSK and data slicer reference
 3 : Multichannel ASK/FSK with digital baseband processing

Nadajniki
 Zakres temperatur
 A : -25°C to $+85^{\circ}\text{C}$
 K : -40°C to $+125^{\circ}\text{C}$
 Moc wyjściowa
 0 : +5dB
 1 : +10dBm

TD x 51 y Z F
 Zakres częstotliwości
 0 : 434MHz / 868MHz
 1 : 315 MHz
 2 : 915 MHz
 3 : 345 MHz
 6 : 868 MHz
 Obudowa
 Blank : TSSOP16
 F : TSSOP10



Rys. 3. Schemat blokowy układu TDA5230



si 5 V ±10%, a zakres temperatur pracy -40...+105°C.

Znacznie większą uniwersalnością cechują się układy TDA5230 (rodzina SmartLEWIS), ponieważ wyposażono je w możliwość zmiany częstotliwości odbieranego kanału bez konieczności zmiany wartości elementów zewnętrznych oraz zaawansowany tor obróbki odbieranego sygnału (*Digital Baseband Processing*), którego zadaniem jest wyekstrahowanie z odbieranych danych poprawnych ramek, których odczyt – za pośrednictwem pamię-

Tab. 1. Zestawienie podstawowych cech i parametrów odbiorników ISM

Typ układu	Modulacja	Maksymalna prędkość transmisji danych [kb/s]	Napięcie zasilania [V]	Pasma [MHz]	Inne	Obudowa
TDA5200	ASK	4	5 ±10%	434/868	Prosty odbiornik bipolarny	TSSOP28
TDA5210	ASK/FSK	4	5 ±10%	434/868	Prosty odbiornik bipolarny	TSSOP28
TDA5220	ASK/FSK	4	5 ±10%	434/868	Prosty odbiornik bipolarny	TSSOP28
TDA5230	ASK/FSK	20	3,3/5 ±10%	434/868	Magistrala SPI, wbudowana pamięć FIFO, możliwość pracy samodzielnej, konieczna konfiguracja, technologia CMOS	TSSOP28
TDA7200	ASK/FSK	4	5 ±10%	434	Prosty odbiornik bipolarny	TSSOP28

ci FIFO o pojemności 128 bitów – jest możliwy dzięki wbudowanemu interfejsowi SPI. „Inteligencja” wbudowana w odbiornik TDA5230 pozwala na autonomiczne wrywanie przez ten układ zadanych ciągów bitów (identyfikatorów), których odebranie może uruchomić gromadzenie danych w pamięci FIFO lub

– przykładowo – służyć do budzenia mikrokontrolera współpracującego z odbiornikiem. Odbiornik może samodzielnie monitorować do 3 kanałów radiowych, oczekując na zadaną przez użytkownika sekwencję danych.

Możliwości konfiguracji tego układu są bardzo duże, ale zapew-

R E K L A M A

Ja nie śpię, ja czuwam...
Minimum energii. Maksimum ochrony.

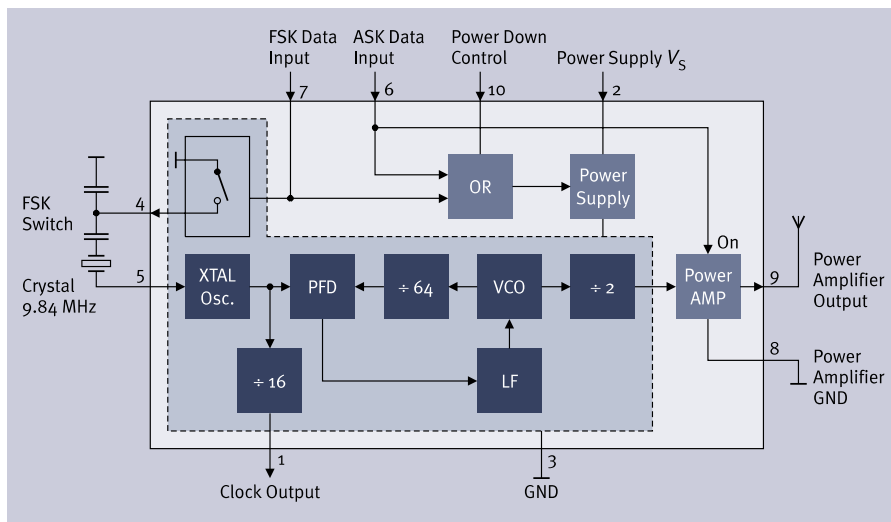


TDA5230 scalony odbiornik RF

Układ TDA5230 firmy Infineon jest wielozakresowym odbiornikiem RF do urządzeń zasilanych bateryjnie, jak zdalne sterowanie, układy alarmowe, automatyka domowa i aplikacje samochodowe. Zaawansowane funkcje obróbki sygnału pozwalają odciążać procesor główny. Bardzo niski pobór prądu zapewnia długi czas pracy z baterii.

Cechy układu:

- zakresy: 302-320MHz, 433-450MHz, 865-870MHz
- modulacja ASK/FSK
- zintegrowany syntetyzer RF
- możliwość pracy wielokanałowej
- ASK: < -108dBm @ 434MHz
- pobór prądu w stanie uśpienia < 1µA
- pobór prądu w trakcie pracy < 8mA
- dwa zakresy zasilania: 3,3V lub 5V
- zakres temperatur: -40°C ... +125°C



Rys. 4. Schemat blokowy układów TDx510x

nienie jego pracy zgodnie z wymaganiami użytkownika wymaga operowania na kilkudziesięciu rejestrach zaimplementowanych wewnątrz układu. Są one dostępne za pośrednictwem magistrali SPI (w trybie *Hold*). Producent przygotował do tego celu specjalne oprogramowanie (dla Windows), które publikujemy na płycie CD-EP2/2008B. Unikatową cechą układów TDA5230 jest zapisany w pamięci ROM 32-bitowy, niepowtarzalny numer jednoznacznie charakteryzujący układ.

W układach TDA5230 zastosowano w torze radiowym dodatkowe elementy, które zapobiegają wpły-

wowi na jakość transmisji sygnałów lustrzanych, a „przy okazji” pozwoliły one na znaczne zmniejszenie liczby niezbędnych zewnętrznych podzespołów. Schemat blokowy tego układu pokazano na rys. 3. Standardowy zakres temperatur pracy wynosi $-40...+105^{\circ}\text{C}$, a zalecane wartości napięcia zasilającego to 3,3 lub 5 V.

Przedstawione dotychczas układy są przeznaczone do stosowania w urządzeniach o wysokich wymaganiach (przede wszystkim w sprzęcie samochodowym), głównie ze względu na szeroki zakres temperatur pracy oraz zwiększoną ponad typowe standardy odporność

linii I/O na udary ESD. Propozycją dla aplikacji niskobudżetowych jest układ TDA7200, który jest tanim odbiornikiem na pasmo 434 MHz, przystosowanym do pracy w zakresie temperatur $-20...+70^{\circ}\text{C}$. Jego ogólna charakterystyka jest praktycznie identyczna z pozostałymi odbiornikami oferowanymi przez firmę Infineon.

Nadajniki

W ofercie produkcyjnej firmy Infineon znajduje się kilka typów układów nadawczych, które charakteryzują się mocą wyjściową od 2...5 dBm (TDx510x) aż do 10 dBm (TDx511x). Nadajniki wyposażono we wzmacniacze mocy z wyjściami niesymetrycznymi, dzięki czemu mogą one pracować z wieloma rodzajami anten, także prętowych. Zestawienie najważniejszych cech scalonych nadajników znajduje się w tab. 2.

Układ TDA5100 (przystosowany do pracy w zakresie temperatur $-25...+85^{\circ}\text{C}$) jest dostępny także w wersji oznaczonej symbolem TDK5100, które to układy mogą pracować w zakresie temperatur otoczenia $-40...+125^{\circ}\text{C}$. Ponieważ inne istotne parametry są dla obydwu typów układów identyczne, skupimy się na omawianiu jednej ich wersji.

Prezentowane nadajniki są przystosowane do transmisji sygnałów cyfrowych z modulacją ASK lub FSK w pasmach 434 lub 868 MHz (dewiacja FSK wynosi odpowiednio 24 lub 27 kHz). Maksymalna częstotliwość modulacji sygnału wyjściowego wynosi 20 kHz. Układy są przystosowane do zasilania napięciem z zakresu 2,1...4 V, a wbudowany monitor napięcia zasilającego zapobiega nieprawidłowej pracy układu. W przypadku, gdy nadajnik będzie wykorzystywany tylko w jednym zakresie częstotliwości (434 MHz), można zastosować nieco uproszczoną wersję układu TDx5100 oznaczoną sufiksem „F” – układy TDK5100F są dostarczane w nieco mniejszych niż pierwotne obudowach TSSOP10, do ich prawidłowej pracy potrzebne jest także nieco mniej elementów. Na rys. 4 pokazano schemat blokowy (i jednocześnie aplikacyjny) układów TDx510x.

Układ TDA7100 jest także dostarczany w obudowie TSSOP10

Tab. 2. Zestawienie podstawowych cech i parametrów nadajników ISM

Typ układu	Modulacja	Maksymalna prędkość transmisji danych [kb/s]	Napięcie zasilania [V]	Pasmo [MHz]	Inne	Obudowa
TDx5100	ASK/FSK	20	2,1...4	434/868		TSSOP16
TDK5100F	ASK/FSK	20	2,1...4	434		TSSOP10
TDA7100	ASK/FSK	20	2,1...4	434		TSSOP10
TDK5110	ASK/FSK	20	2,1...4	434/868	Duża moc wyjściowa	TSSOP16
TDK5110F	ASK/FSK	20	2,1...4	434	Duża moc wyjściowa	TSSOP10
TDK5116F	ASK/FSK	20	2,1...4	868	Duża moc wyjściowa	TSSOP10

Tab. 3. Zestawienie podstawowych cech i parametrów transceiverów ISM

Typ układu	Modulacja	Maksymalna prędkość transmisji danych [kb/s]	Napięcie zasilania [V]	Pasmo [MHz]	Inne	Obudowa
TDA5250	FSK/ASK	64	2,1...5,5 V	868	Wbudowany interfejs komunikacyjny I ² C/SPI, duża moc wyjściowa (+13 dBm)	TSSOP38
TDA5255	FSK/ASK	100	2,1...5,5 V	434		TSSOP38

i można go potraktować jako tańszy odpowiednik układu TDK5100 tyle, że przystosowany do pracy w węższym zakresie temperatur: -20...+70°C.

Przedstawione układy nadawcze dostarczają do anteny sygnał o mocy maksymalnej 4 dBm (dla zakresu 868 MHz) lub 6 dBm (dla zakresu 434 MHz). Infineon oferuje także układy o mocy wyjściowej 9,5...16 dBm (w zależności od napięcia zasilającego, dla zakresu 434 MHz) – TDK5110F czy 12...13 dBm (przy napięciu zasilania 3 V, w paśmie 868 MHz) – TDK5110 oraz TDK5116F.

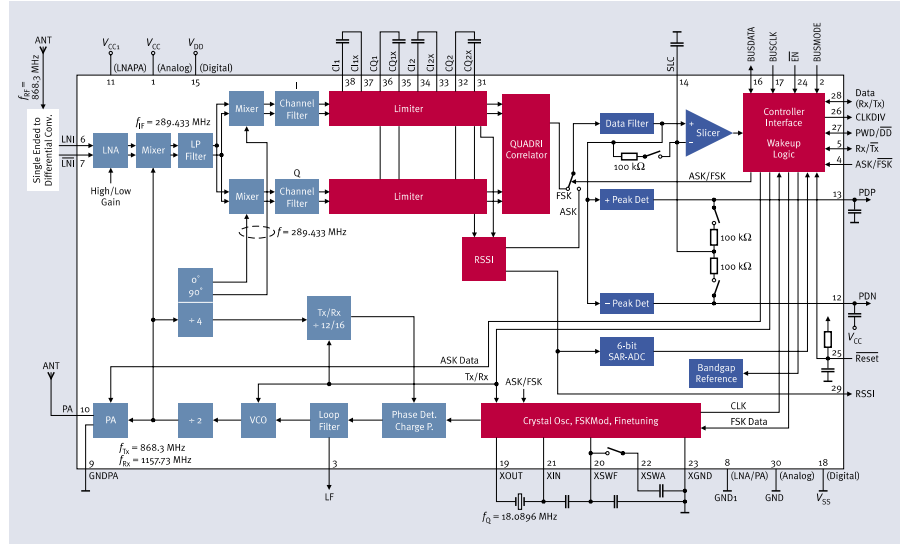
X – A lub K, w zależności od zakresu temperatur pracy

Transceivery

Schemat blokowy transceivera TDA525x pokazano na rys. 5. W odróżnieniu od „dyskretnych” scalonych nadajników i odbiorników, transceivery są dostępne w wersjach jednopasmowych, ale wyposażono je w możliwość programowej zmiany kanału radiowego.

Nadajnik i odbiornik ma niezależnie wyprowadzone linie antenowe, co wymaga zastosowania zewnętrznego przełącznika antenowego (diodowego). Poza tym szczególnie aplikacja transceiverów TDA525x jest dość prosta, a liczba niezbędnych elementów nie przekracza kilkunastu.

Prezentowane układy wyposażono w przełączalny interfejs I²C/SPI, który służy zarówno do konfiguracji układu, jak i dwukierunkowego transferu danych. Rejestry podzielono na 5 grup, w zależności od przeznaczenia, co ułatwia posługiwanie się nimi, zwłaszcza że na



Rys. 5. Schemat blokowy transceiverów TDA525x

początku nie jest to zbyt proste, ze względu na dużą ich liczbę. W celu ułatwienia przeprowadzania prób z transceiverami producent udostępnił bezpłatny program (publikujemy go na CDEP2/2008B) służący do konfiguracji rejestrów prezentowanych układów, który komunikuje się z nimi poprzez interfejs Centronics.

W torze odbiorczym układów TDA525x zaimplementowano blok detekcji ramki danych, której budowa musi być zgodna z zalecaną przez producenta w dokumentacji. Niezbędnym fragmentem transferu danych jest nadawanie/odbiór preambuły, która synchronizuje tor odbiorczy. Zaletą rozwiązania zastosowanego w układach TDA525x jest zdolność do samodzielnej detekcji prędkości przesyłania danych.

Interesującym elementem wyposażenia układów TDA525x jest zbudowany 6-bitowy przetwornik

A/C, który służy do konwersji do postaci cyfrowej wartości sygnału RSSI lub do pomiaru wartości napięcia zasilającego, co umożliwi zdalne monitorowanie stanu zasilania.

Prezentowane transceivery są przystosowane do pracy w zakresie temperatur -40...+85°C, producent dostarcza je w obudowach TSSOP38.

Podsumowanie

Układy radiowe na pasma ISM produkowane przez firmę Infineon nie należą do rynkowej awangardy, ale można przypuszczać, że zamiarem producenta było oferowanie układów przeznaczonych do wymagających aplikacji, w których podstawowym kryterium jest niezawodność: stąd nacisk na szerokie zakresy temperatur pracy i podwyższona odporność linii I/O na udary ESD. Niewielu producentów oferuje podobne „wyposażenie”, co warto wziąć pod uwagę podczas doboru układów do aplikacji.

Pod innymi względami jak: pobór prądu, łatwość obsługi, moc wyjściowa, czułość toru odbiorczego itp., prezentowane układy należą do przyzwoitej rynkowej średniej, w ofercie firmy Infineon brakuje jedynie pary nadajnik-odbiornik na pasmo 2,4 GHz, które coraz chętniej jest wykorzystywane w aplikacjach ISM.

Andrzej Gawryluk, EP

Dodatkowe informacje
<http://www.infineon.com/WirelessControl>

