



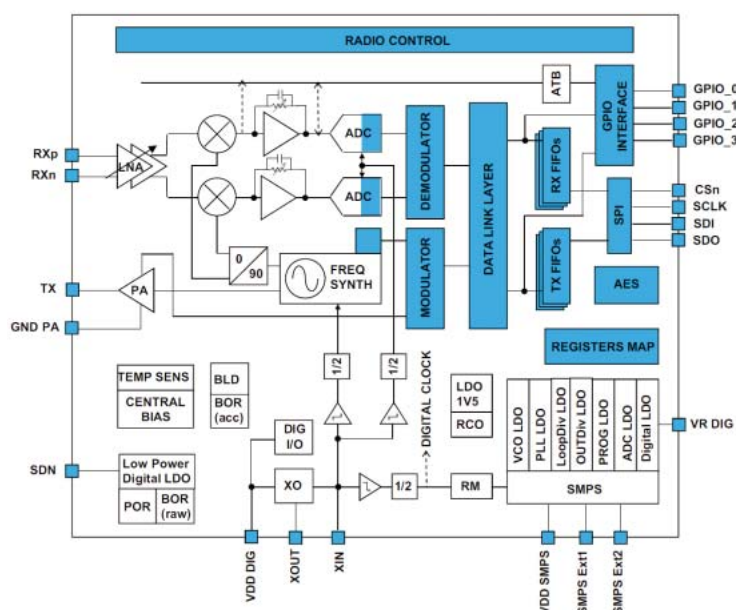
Transceiver SPIRIT1: nowa jakość na pasmach ISM

Niemal pół roku temu pisaliśmy w EP o wdrożeniu do produkcji przez STMicroelectronics jednocukładowych transceiverów na pasma ISM o nazwie SPIRIT1. Teraz mamy kolejną wiadomość: układy są już dostępne w sieciach dystrybucyjnych, a producent przygotował także zestawy startowe na wszystkie pasma radiowe mieszczące się w światowych normach ISM.

STMicroelectronics to producent przede wszystkim popularnych mikrokontrolerów STM32, ale tym razem chcemy zwrócić uwagę naszych Czytelników na jednocukładowe transceivery radiowe przystosowane do pracy w bezlicencyjnych pasmach radiowych należących do zakresów ISM (Industrial, Scientific, Medical). Są to układy o nazwie SPIRIT1, w których zintegrowano wszystkie elementy toru nadawczo-odbiorczego, przystosowanego do pracy we wszystkich podzakresach „wolnych” częstotliwości poniżej 1 GHz, tzn. 150...174 MHz, 300...348 MHz, 387...470 MHz oraz 779...956 MHz.

Schemat blokowy jednocukładowego transceivera SPIRIT1 pokazano na **rysunku 1**. Podczas konstruowania tego układu wyraźnie nie wzięto sobie za punkt honoru bicie jakichkolwiek rekordów, poza rekordowym komfortem jego aplikowania: dotyczy to zarówno fizycznej aplikacji (**rysunek 2**), poboru mocy (9 mA w trybie odbioru, 21 mA w trybie nadawania przy poziomie mocy wyjściowej +11 dBm) jak i wewnętrznych rozwiązań sprzętowych wspierających transfer danych.

SPIRIT1 umożliwia transfer danych z prędkością od 1 do 500 kb/s z wykorzystaniem wszystkich popularnych metod modulacji sygnału nośnego: 2-FSK, GFSK, MSK, GMSK, OOK oraz ASK (z odstępem międzykanałowym



Rysunek 1. Schemat blokowy transceivera jednocukładowego SPIRIT1

12,5 kHz). Duża czułość odbiornika (-118 dBm) oraz moc wyjścia o poziomie programowanym do +11 dBm pozwalają budować na prezentowanych transceiverach tory radiowe dla najbardziej wymagających aplikacji.

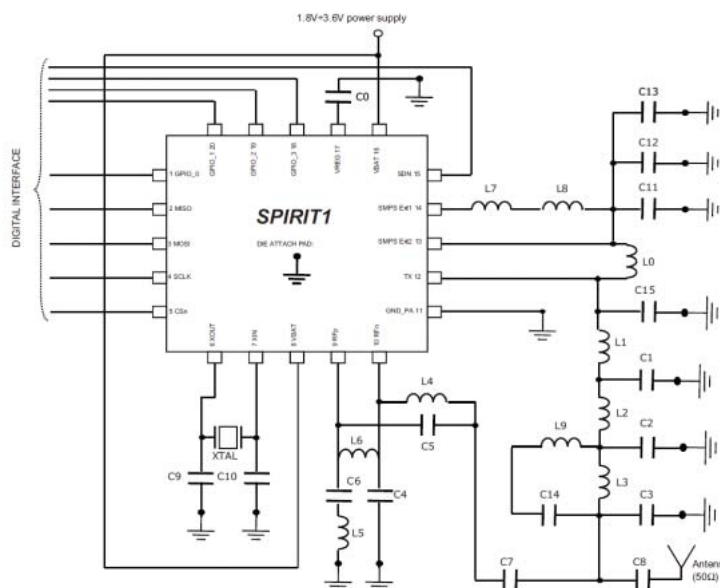
Tor radiowy jest programowany poprzez interfejs SPI, który służy także do transferu danych. W ścieżkach nadawczej i odbiorczej zastosowano niezależne bufor FIFO o pojemności po 96 bajtów każdy, a tor radiowy wyposażono w mechanizmy minimalizujące zmiany wielkości fizycznych w otoczeniu na jakość transmisji (np. filtr odbiorczy o programowanej szerokości przenoszenia, automatyczną kompensację offsetu częstotliwości referencyjnej, „inteligentny” system dywersyfikacji anten bazujący na pomiarze poziomu sygnału nośnego preambuły, wbudowany w strukturę czujnik temperatury itp.).

Prezentowany transceiver wyposażono także w sprzętowe bloki automatyzujące transmisję danych, w tym m.in. automatyczne potwierdzenie poprawnego odbioru, automatyczne żądanie retransmisji, monitorowanie czasu transmisji i sygnalizowanie wystąpienie timeout'u. Zautomatyzowano także system synchronizacji transmisji z mechanizmem CCA (*Clear Channel Assessment*), na którym bazuje mechanizm dostępu do kanału transmisyjnego CSMA.

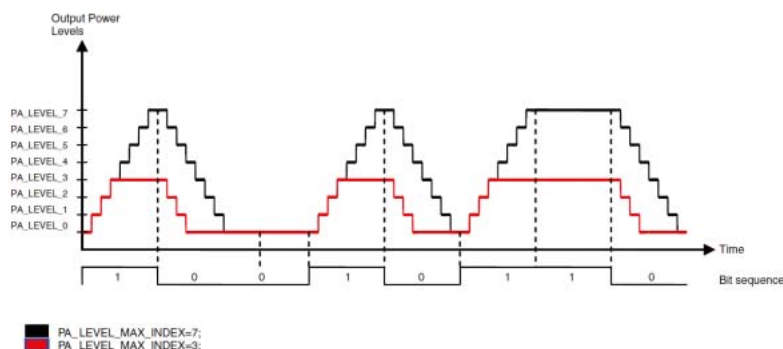
Wymienione elementy „automatyki” transmisji są wbrew pozorom łatwe do przyswojenia i bardzo przydatne zarówno w prostych systemach transmisyjnych punkt-punkt, systemach rozgłoszeniowych oraz sieciach radiowych, w których w jednym zakresie częstotliwości musi komunikować się wiele urządzeń w tym samym czasie.

Użytkownik może w protokole transmisji zaimplementować dynamicznie modyfikowaną długość ramek danych oraz automatyczną detekcję adresu urządzenia docelowego, przesyłane dane mogą być szyfrowane za pomocą sprzętowego bloku kryptograficznego AES128. Minimalizację ryzyka błędnych transferów uzyskano dzięki systemowi automatycznej synchronizacji transmisji, sprzętowej ochronie konsystencji danych z CRC oraz wbudowanemu systemowi korekcji błędów FEC (*Forward Error Correction*).

Twórcy układu zadbali także o elektromagnetyczne skutki transmisji danych za pomocą transcievera SPIRIT1 i żeby zminimalizować poziom prązków emitowanych przez niego zakłóceń zakłóceń, wyposażyli go w sprzętowy system „zaszumiania” przesyłanych danych. Jest on stosowany w torze nadawczym i odbiorczym, a jego rolą jest zminimalizowanie poziomu emisji zakłóceń podczas transmisji szybko zmieniających się danych (np. ciągu 01010101). Kolejnym zabiegiem minimalizującym emisję zakłóceń podczas nadawania jest cyfrowa modulacja ASK z dyskretnymi poziomami mocy, włączanymi stopniowo, jak pokazano na **rysunku 3**. Czasy kroków narastania i zmniejszania poziomu wyjściowego są programowane przez użytkownika.



Rysunek 2. Aplikacja transcievera jednocuklowego SPIRIT1



Rysunek 3. Cyfrowa modulacja ASK z włączanymi stopniowo, dyskretnymi poziomami mocy

Diagnostykę połączeń nawiązywanych przez transceivery SPIRIT1 ułatwiają dodatkowe mechanizmy w nich zaimplementowane: detektor nośnej, cyfrowy wskaźnik poziomu odbieranego sygnału RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), programowany detektor jakości preambuły, a także miernik jakości połączenia, bazujący na statystycznej weryfikacji danych przesyłanych i odbieranych.

Bardzo przydatnym – przede wszystkim w aplikacjach bateryjnych – wyposażeniem układów SPIRIT1 jest wbudowany w nie system monitorowania stanu baterii zasilającej (z sygnalizacją zbyt niskiej wartości napięcia zasilającego) oraz system oszczędzania energii z mechanizmami usypiania i wybudzania za pomocą wewnętrznego timera lub zewnętrznego zdarzenia.

Bogactwu wyposażenia wewnętrznego i ogromnych możliwości transcievera SPIRIT1 „zaprzecz” niewielka obudowa QFN z 20 wyprowadzeniami, której wymiary zewnętrzne nie przekraczają 4x4 mm. Zaawansowana technologia produkcji struktur półprzewodnikowych umożliwiła jednak zintegrowanie w niej wszystkich wymienionych funkcji przy jednoczesnym zapewnieniu niewielkiego poboru mocy.

Żeby ułatwić konstruktorom rozpoczęcie własnych prac ewaluacyjnych z transceiverami SPIRIT1, producent opracował i produkuje zestawy startowe o nazwie STEVAL-IKR001V4D – **fotografia 4** – (lub STEVAL-IKR001V4), które pracują w paśmie radiowym 868 MHz, pozwalając na weryfikację praktycznych możliwości transceiverów.

Na koniec warto wspomnieć, że standardowe wersje układów SPIRIT1 mogą pracować w zakresie temperatur otoczenia od -40 do +85°C, spełniają one także wymagania norm i zaleceń Wireless M-BUS, EN 300 220, FCC CFR47 15 (15.205, 15.209, 15.231, 15.247, 15.249), jest także zgodny z ARIB STD T-67, T93, T-108.

Andrzej Gawryluk



Fotografia 4. Zestaw startowy STEVAL-IKR001V4D