

Sposoby na Zigbee



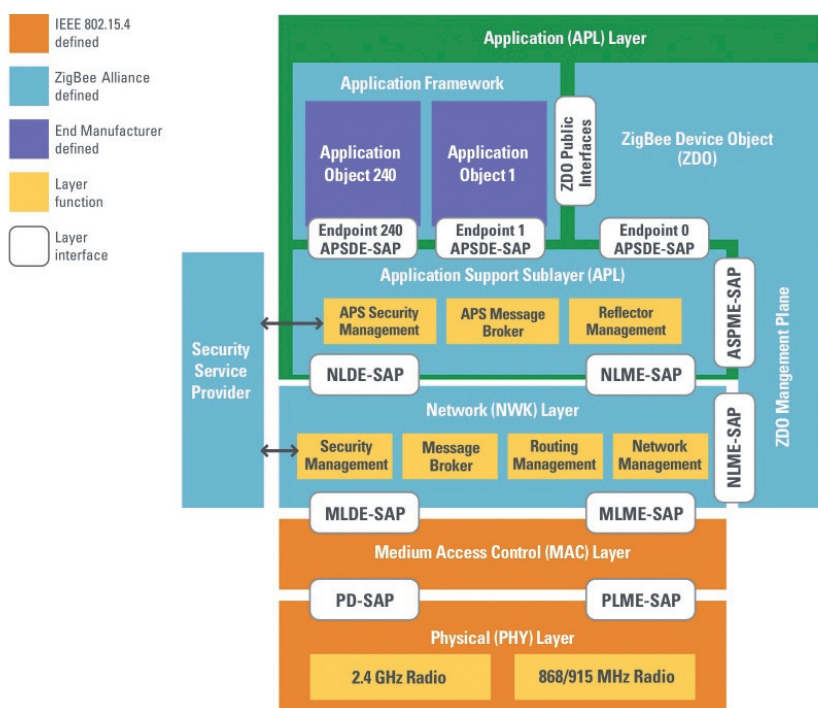
Jeszcze do niedawna budowa telemetrycznych, lokalnych sieci bezprzewodowych była zadaniem karkołomnym przede wszystkim z powodu braku jednolitego standardu (protokołu) wymiany danych pomiędzy urządzeniami. Problem został – przynajmniej chwilowo – rozwiązany poprzez wprowadzenie urządzeń i modułów embedded obsługujących stos protokołu systemu Zigbee. Firma STMicroelectronics nie „przegapiła” okazji i oferuje konstruktorom kilka sposobów na wygodne wkroczenie w dość tajemniczy świat Zigbee.

Zigbee jest...

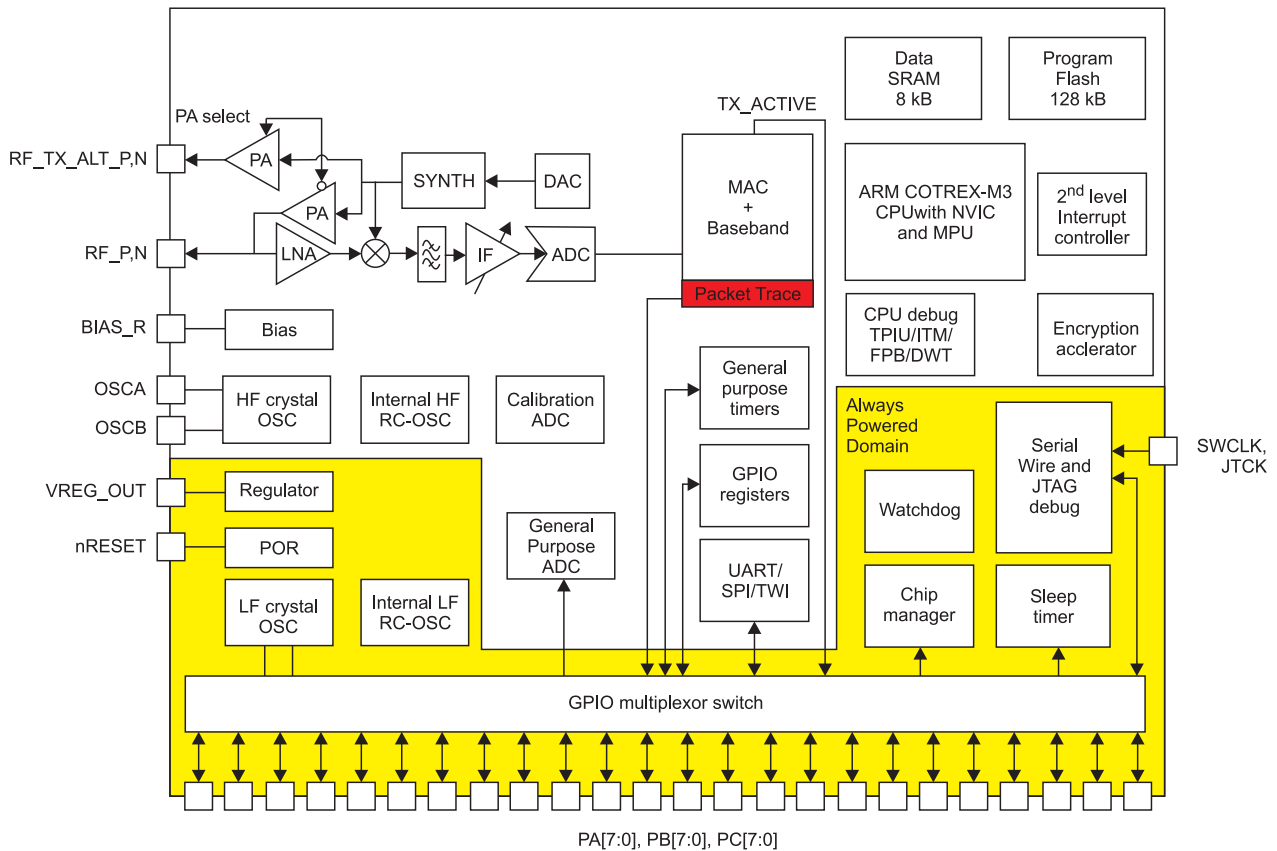
....rozbudowaną specyfikacją protokołu transmisji danych w sieciach bezprzewodowych o konfiguracjach *mesh* i/lub *cluster tree*. Jego wstępna specyfikacja została uznana za standard IEEE w roku 2003, a pierwsze zgodne z nim moduły OEM pojawiły się w masowej sprzedaży na początku roku 2006.

ZigBee opracowano jako standard samokonfigurujących się sieci radiowych o niewielkim zasięgu, przeznaczony do stosowania w systemach telemetrycznych, do komunikacji pomiędzy różnego rodzaju czujnikami, urządzeniami monitorującymi, a także do bezprzewodowego odczytu wyników pomiarów z liczników energii, ciepła itp. W ramach standardu ZigBee opracowano względnie prosty, odporny na błędy komunikacji i zabezpieczony przed nieuprawnionym odczytem protokołów pakietowej wymiany danych. Widać to m.in. w relatywnie niewielkich wymaganiach stawianych mikrokontrolerom, na których implementowane są stosy protokołów ZigBee. Według danych konsorcjum ZIGBEE.org implementacja kompletnego stosu ZigBee (rysunek 1) wymaga zaledwie ok. 1/4 pojemności pamięci Flash niezbędnej do zaimplementowania stosu Bluetooth.

Jak widać na rysunku, standard IEEE 802.15.4 definiuje dwie najniższe warstwy: fizyczną (*Physical*) i MAC (*Media Access Control*), która odpowiada m.in. za dostęp do kanałów radiowych z wykorzystaniem



Rysunek 1. Budowa kompletnego stosu ZigBee



Rysunek 2. Schemat blokowy mikrokontrolerów STM32W108

mechanizmu CSMA-CA, za transmisję ramek sygnalizacyjnych *beacon* i synchronizację wymiany danych. Warstwę PHY (IEEE 802.15.4) podzielono na dwie części, przystosowane do obsługi dwóch zakresów częstotliwości: 868 MHz i 2,4 GHz. Budo-

wę i parametry wymaganego toru radiowego opisuje standard IEEE802.15.4.

Dzięki wbudowanym zabezpieczeniom, protokół ZigBee zapewnia wysoką niezawodność transmisji, wykrywanie i usuwanie jej błędów, łączność pomiędzy urządzeniami o ustalonych priorytetach. Możliwość pracy wielu urządzeń w niewielkiej odległości od siebie uzyskano dzięki wykorzystaniu transmisji radiowej sygnału z widmem rozproszonym. Kolej-

nym atutem urządzeń pracujących w systemach ZigBee jest ukierunkowanie na minimalizację poboru energii, co w wielu przypadkach pozwala zasilać je z ogniw chemicznych.

Maksymalne uzyskiwane prędkości transmisji są stosunkowo niewielkie – wynoszą do 250 kb/s (do 20 kb/s w paśmie 868 MHz). Maksymalne możliwe do uzyskania zasięgi transmisji pomiędzy węzłami sieci wynoszą do 100 metrów.

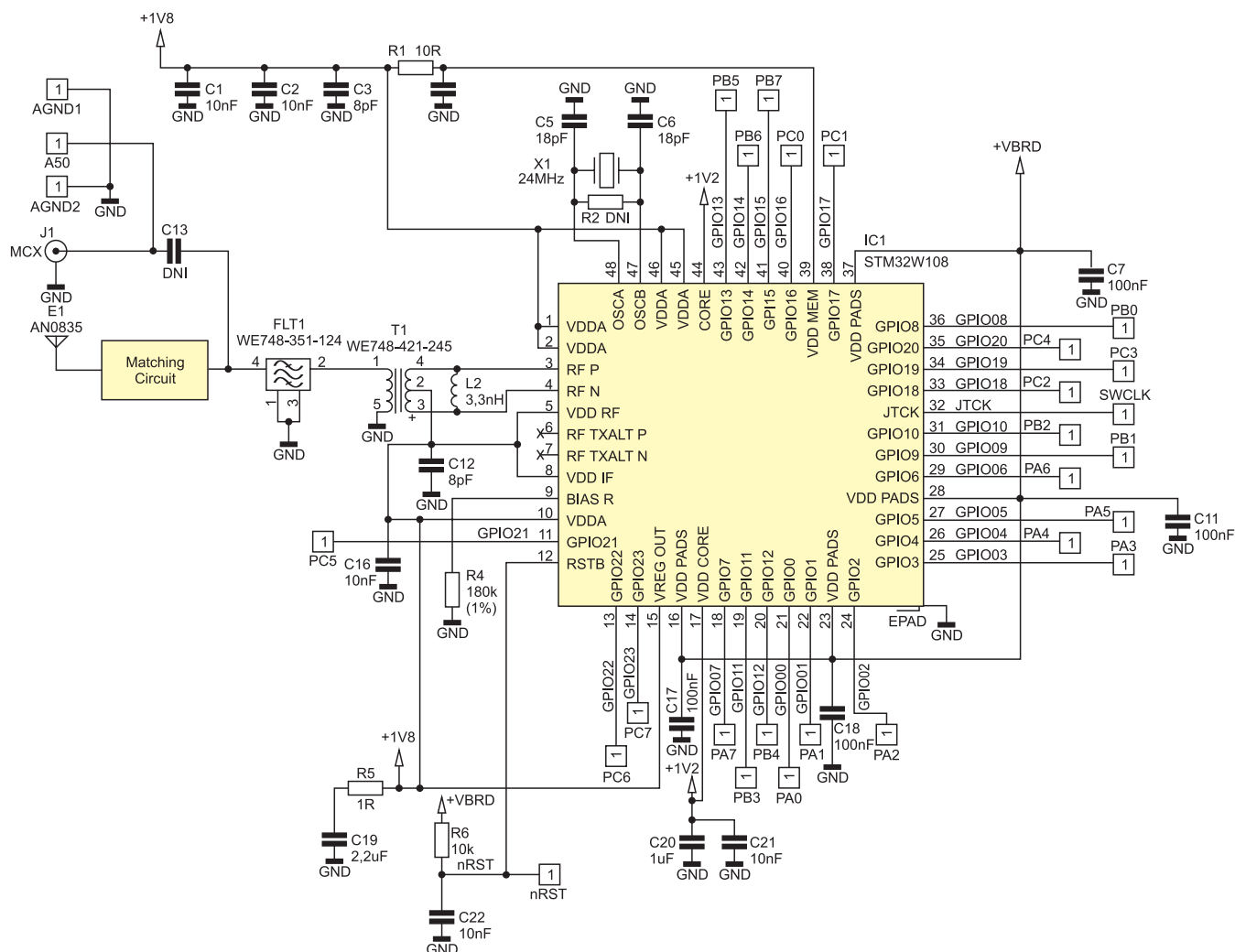
ZigBee w ekspresowym skrócie

- system przeznaczony dla urządzeń o krótkim cyklu pracy (<0,1%),
- dwa pasma radiowe: 2,4 GHz i 868 MHz,
- dopuszczalne różne topologie sieciowe: gwiazda, *peer-to-peer*, *mesh*
- maksymalna prędkość transmisji danych: 250 kb/s (w paśmie 2,4 GHz), 20 kb/s (w paśmie 868 MHz),
- krótki czas wybudzania się urządzeń (szybkość aktywacji po wyjściu ze stanu uśpienia do 15 ms),
- niski pobór mocy urządzeń z wbudowanymi interfejsami ZigBee,
- indywidualne numerowanie urządzeń (adres 64-bitowy) dopuszcza istnienie 18450000000000000000 unikalnych urządzeń,
- w jednej sieci może pracować do 65535 urządzeń,
- zastosowany protokół wymiany danych z mechanizmem *hand-shake* zapewnia niezawodność wymiany danych,
- możliwość szyfrowania przesyłanych danych za pomocą algorytmu AES128,
- standardowy zasięg transmisji do 100 m,
- czas wykrywania nowych węzłów sieci do 30 ms,
- możliwość komunikowania się między sieciami,
- moc nadajnika regulowana w zależności od wymaganego zasięgu transmisji.

STM32W w multimedialnych



Pod adresem:
<http://www.st.com/stonline/domains/support/epresentations/stm32w/index.html>
 jest dostępna prezentacja multimedialna ilustrująca możliwości mikrokontrolerów STM32W.



Rysunek 3. Schemat aplikacyjny mikrokontrolerów STM32W108

Urządzenia wchodzące w skład typowych systemów ZigBee podzielono na trzy rodzaje:

- **Koordynator.** W każdej sieci może funkcjonować tylko jedno takie urządzenie. Pełni ono rolę węzła przyłączeniowego dla wszystkich pozostałych urządzeń, np. w systemie bezprzewodowych liczników energii elektrycznej gromadzi dane odczytane ze wszystkich liczników.
- **Router.** Jest to urządzenie o funkcjonalności zbliżonej do klasycznych routerów sieciowych. Jego zadaniem jest

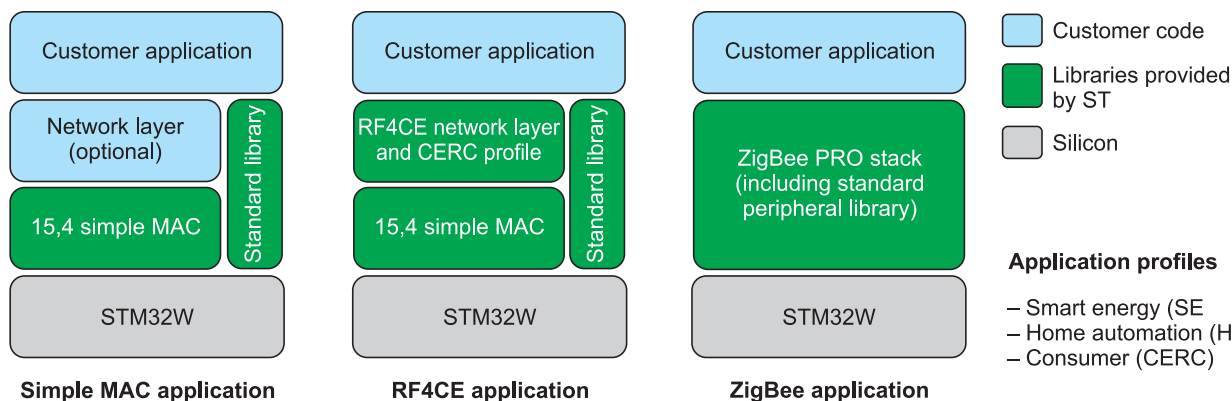
przekazywanie pakietów oraz zwiększenie zasięgu sieci za pomocą trasy z przeskokami (*multihop routing*).

- **Urządzenie końcowe.** Przesyła dane do koordynatora (także przez router), do którego jest przyłączone. Zazwyczaj jest czasowo usypiane, co pozwala obniżyć pobór energii.

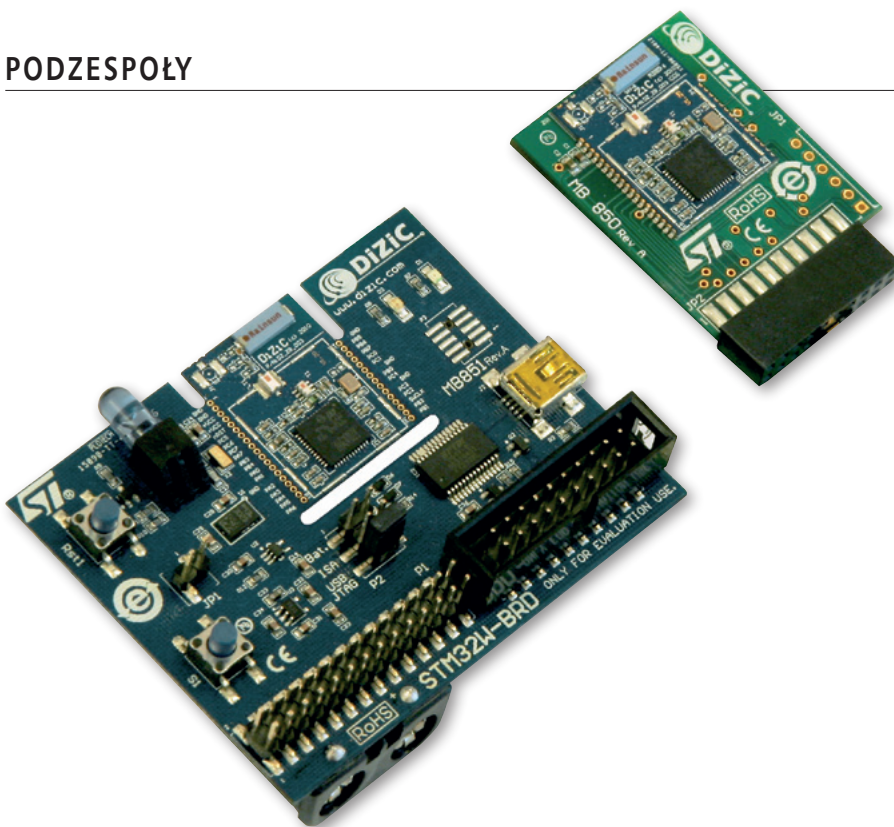
W sieci ZigBee musi funkcjonować co najmniej jeden koordynator, a liczba urządzeń końcowych może teoretycznie wynosić 65536 (skrótowe adresowanie 16-bitowe z alokacją), jednak zazwyczaj ich liczba nie przekracza 256.

STM32 a ZigBee

STM32W jest jednocukłowym „kombajnem” składającym się z 32-bitowego mikrokontrolera z rdzeniem Cortex-M3 (jak klasyczne wersje STM32, taktowany do 24 MHz) zintegrowanego z kompletnym torem radiowym zgodnym ze specyfikacją IEEE802.15.4 na pasmo 2,4 GHz. Jego schemat blokowy pokazano na **rysunku 2**. Tor nadawczy wbudowany w STM32W ma moc wyjściową do +7 dBm, zbudowano go na bazie syntezy DDS. W torze odbiorczym układu zastosowano heterodynę z niską częstotli-



Rysunek 4. Stopy udostępnione w ramach ceny mikrokontrolerów przez firmę STMicroelectronics



Fotografia 5. Widok płyty głównej i modułu ZigBee z zestawu STM32W108B-SK

wością pośrednią, dzięki czemu uzyskano czułość do -100 dBm.

Mikrokontrolery STM32W wyposażono w pamięć Flash o pojemności 128 kB, pamięć SRAM o pojemności 8 kB, a także standardowy, bogaty zestaw peryferii „mikrokontrolerowych” (I²C/UART/SPI/ADC/GPIO, timery itp.). Ich dodatkowym wyposażeniem jest blok kryptograficzny AES128, sprzętowy generator liczb pseu-

dolosowych, system sprzętowej ochrony zawartości pamięci Flash oraz możliwość monitorowania pakietów przesyłanych danych za pomocą interfejsu dostępnego poprzez GPIO, co upraszcza uruchamianie aplikacji radiowych.

Na **rysunku 3** pokazano schemat aplikacyjny kompletnego modułu radiowego wykonanego na układzie STM32W (dokładniej: STM32W108 – sufix „108”

oznacza mikrokontrolery STM32 wyposażone w transceiver radiowy zgodny z IEEE802.15.4), przewyższający prostotą wiele standardowych torów nadawczo-odbiorczych, a wyposażony w zaawansowany, 32-bitowy mikrokontroler.

Siła w stosie

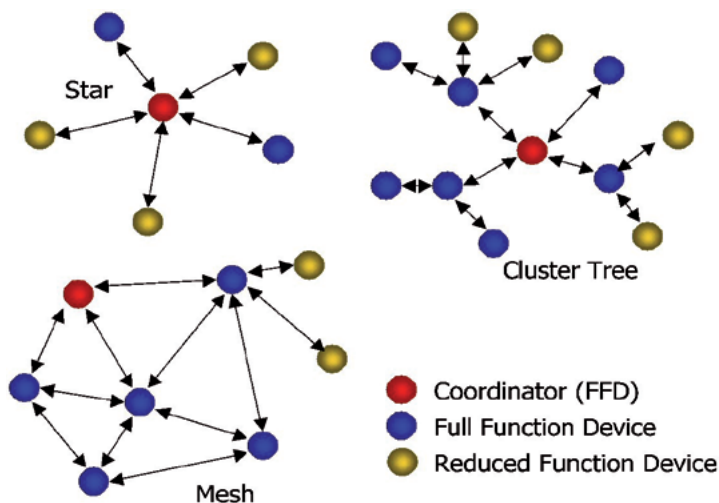
Niezbędnym elementem wyposażenia mikrokontrolerów STM32W108, umożliwiającym pracę w sieciach ZigBee, jest stos protokołu zapisany w pamięci Flash. Dostępne są trzy zestawy biblioteczne stosów ZigBee (**rysunek 4**), które programiści mogą stosować we własnych projektach. Dostępne są także mikrokontrolery z zaprogramowaną pamięcią Flash, w której producent ulokował odpowiednie biblioteki. Ich API są opisane w dokumentacji dostępnej na stronach internetowych producenta. Jak pokazano na rysunku 4, dzięki udostępnionemu oprogramowaniu programiści korzystający z platform sprzętowych wyposażonych w mikrokontrolery STM32W mogą zająć się wyłącznie tworzeniem programu realizującego funkcję najwyższej warstwy protokołu ZigBee. Całą „mechanikę” stosu obsługują gotowe biblioteki.

Z mikrokontrolerów STM32W mogą korzystać także konstruktorzy niezamierzający korzystać z protokołu ZigBee – w pamięci Flash mikrokontrolera mogą się znaleźć procedury obsługujące dowolne protokoły transmisji danych.

Chcesz spróbować?

Wiele wskazuje na to, że ZigBee w niedługim czasie podbije rynki konsumencie. Są już bowiem pierwsze przymiarki do wyposażenia telefonów komórkowych w interfejsy tego typu. Według szacunków publikowanych na portalu eetimes.com, liczba zainstalowanych na świecie interfejsów ZigBee w połowie 2010 roku wynosi 122 miliony, co wzięwszy pod uwagę ich dotychczas krótką bytność na rynku, trzeba uznać za duży sukces. Jest więc dobry czas, żeby przygotować się do poważnego wejścia na rynek standardu ZigBee, w czym mogą być pomocne zestawy ewaluacyjne firmy STMicroelectronics (główną płytką bazową zestawu STM32W108B-SK oraz moduł radiowy przeznaczony do montażu w złączu Primera2 pokazano na **fotografii 5**), w skład których wchodzi m.in. kompletne moduły radiowe zintegrowane z antenami (całość opracowana przez firmę Dizic). W zestawach STM32W108B-SK są dostarczane także komputerki STM32-Primer2 przystosowane do dołączenia modułu ZigBee z STM32W108. Płytę bazową prezentowanego zestawu wyposażono w czujnik temperatury, czujnik ruchu MEMS oraz nadajnik podczerwieni. Wyposażenie to jest wykorzystywane w przy-

Typy urządzeń ZigBee



Coordinator może:

- komunikować się ze wszystkim urządzeniami w sieci
- wybudzać pozostałe urządzenia ze stanu oszczędzania energii
- dystrybuować publiczny klucz do deszyfrowania transmisji

Full Function Device (FFD) może:

- funkcjonować w dowolnej topologii
- być koordynatorem sieci
- bezpośrednio komunikować się z każdym urządzeniem

Reduced Function Device (RFD) może:

- funkcjonować wyłącznie w topologii gwiazdowej
- komunikować się wyłącznie z koordynatorem sieci lub urządzeniami FFD

Tabela 1. Zestawienie podstawowych cech stosów ZigBee dostępnych dla mikrokontrolerów STM32W

Stos	Liczba węzłów	Topologie	Aplikacje	Certyfikat ZigBee	Konieczna pamięć Flash [kB]	Koszt
Simple-MAC	Mniej niż 10	Punkt-punkt, gwiazda	– bezprzewodowe „kable” – baza do bardziej zaawansowanych systemów wymiany danych (w warstwie użytkownika)	–	7,3	Niski
RF4CE	Mniej niż 10	Punkt-punkt, gwiazda	– systemy zdalnego sterowania	+	32	Średni
ZigBee PRO	64k	Mesh	– systemy telemetryczne – systemy bezprzewodowej automatyzacji – systemy PRO (stos profile 2 – ZigBee 2006)	+	75...95	Wysoki

kładowych aplikacjach testowych dostarczanych wraz z zestawem, wśród których szczególnie wrażenie robi system zdalnego sterowania radiowego wirtualnym „telewizorem” (na bazie ST ZigBee RF4CE), emulowanym przez aplikację uruchamianą na PC. Producent przygotował także przykład odczytu wyników pomiarów ze zdalnego sensora MEMS (na bazie EmberZNet) oraz komunikacji



punkt-punkt (stos ST Simple MAC). Na płytach dołączonych do zestawu dostarczono podstawowe narzędzia programistyczne: ewaluacyjną wersję kompilatora Workbench dla STM32 firmy IAR, podobne narzędzie firmy Raisonance (niezbędne dla Primera) oraz programowy analizator sieci ZigBee firmy Perytons. Kolejnym atutem zestawu STM32W108B-SK są dostarczane z nim interfejsy JTAG J-Link Lite firmy Segger oraz możliwość jego rozbudowy o 4 (lub krotność) płyty bazowe (pokazane na fotografii 5) w ramach zestawu STM32W-EXT.

Czas popularności ZigBee nadchodzi, pora zaczynać!

Andrzej Gawryluk, EP

R E K L

BORNICO
od pomysłu do gotowego wyrobu

- montaż obwodów drukowanych SMT i THT
- pełna logistyczna obsługa zamówień
- doradztwo techniczne
- projektowanie urządzeń i systemów
- oprogramowanie systemów wbudowanych
- wdrażanie wyrobów do produkcji
- testy EMC i badania środowiskowe

Zakład Elektroniczny BORNICO
ul. Malczyńska 25, 26-604 Radom, tel.: +48 48 365 58 22, fax: +48 48 365 58 21
e-mail: bornico@bornico.com.pl, www.bornico.com.pl

www.electronica 2010 components | systems | applications

www.FERYSTER.pl

ZAPRASZAMY PRODUKTORÓW sprzętu pomiarowego B-1-Z, Sólków
PRODUKTORÓW ELEMENTÓW INDUKCYJNYCH

DO ODWIEDZENIA NASZEGO STOISKA
HALA: B2 NR: 471
9 - 12 Listopada 2010 Monachium

A M A

LEMI-BIS

ul. Grabiszyńska 240
53-235 Wrocław
tel. (0-71) 339 00 29
339 00 30
faks (0-71) 339 05 01
lemibis@lemi.pl

złącza HDC

złączki listwowe

przyciski sterownicze

przełączniki elektromagnetyczne

SSR

przełączniki czasowe

czujniki indukcyjne i pojemnościowe

czujniki fotoelektryczne

regulatory temperatury PID

impulsowe zasilacze przemysłowe

www.lemi.pl

SKLEP INTERNETOWY 24h

SPRZEDAŻ PEŁNEGO ASORTYMENTU Z MAGAZYNU ✦ NAJLEPSZE CENY NA RYNKU

- POSZUKUJEMY DYSTRYBUTORÓW LOKALNYCH
- DOSKONAŁE WARUNKI HANDLOWE
- DUŻE RABATY